RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE EN CÁDIZ Y CEUTA

DEL NUEVO ENLACE ELÉCTRICO SUBMARINO DOBLE CIRCUITO, ENTRE LA SUBESTACIÓN DE ALGECIRAS (CÁDIZ) Y LA SUBESTACIÓN DE VIRGEN DE ÁFRICA (CEUTA) A 132kV

Provincia afectada
CEUTA

Madrid, junio de 2022

El Ingeniero Industrial: María Soler Soneira

SOLER SONEIRA MARIA - 02900948G

Firmado digitalmente por SOLER SONEIRA MARIA - 02900948G
Fecha: 2022.06.24 09:12:44 +02'00'

COLEGIO DE INGENIEROS DEL ICAI
VISADO
VISADO: 0647/21 - Fecha: 24/6/2022
Documento sellado con firma electrónica

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE EN CÁDIZ Y CEUTA

DEL NUEVO ENLACE ELÉCTRICO SUBMARINO DOBLE CIRCUITO, ENTRE LA SUBESTACIÓN DE ALGECIRAS (CÁDIZ) Y LA SUBESTACIÓN DE VIRGEN DE ÁFRICA (CEUTA) A 132kV

ÍNDICE

Nº PÁGINAS

DOCUMENTO 1 – MEMORIA ..... 91+206+193+672
DOCUMENTO 2 – PLANOS 29
DOCUMENTO 3 – PRESUPUESTO 5

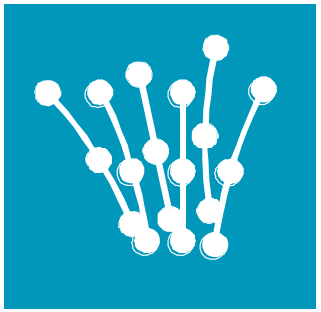
Madrid, junio de 2022

La Ingeniera Industrial

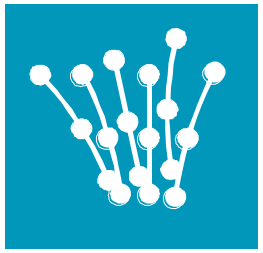
María Soler Soneira
Colegiada del ICAI nº 4123/3353

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

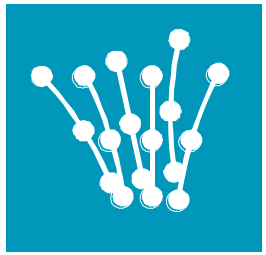
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



PROYECTO: OCUPACIÓN DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE DEL NUEVO ENLACE ELÉCTRICO SUBMARINO DOBLE CIRCUITO, ENTRE LA SUBESTACIÓN DE ALGECIRAS (CÁDIZ) Y LA SUBESTACIÓN DE VIRGEN DE ÁFRICA (CEUTA) A 132kV



PROYECTO: OCUPACIÓN DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE DEL NUEVO ENLACE ELÉCTRICO SUBMARINO DOBLE CIRCUITO, ENTRE LA SUBESTACIÓN DE ALGECIRAS (CÁDIZ) Y LA SUBESTACIÓN DE VIRGEN DE ÁFRICA (CEUTA) A 132kV



PROYECTO: OCUPACIÓN DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE DEL NUEVO ENLACE ELÉCTRICO SUBMARINO DOBLE CIRCUITO, ENTRE LA SUBESTACIÓN DE ALGECIRAS (CÁDIZ) Y LA SUBESTACIÓN DE VIRGEN DE ÁFRICA (CEUTA) A 132kV

RED ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO BÁSICO PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE Y SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN EN CEUTA

DEL NUEVO ENLACE ELÉCTRICO SUBMARINO DOBLE CIRCUITO, ENTRE LA SUBESTACIÓN DE ALGECIRAS (CÁDIZ) Y LA SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA (CEUTA) A 132kV

DOCUMENTO 1

MEMORIA

.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 3
1.1 PRESENTACIÓN 3
1.2 PROMOTOR 5
1.3 OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO 6
2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROYECTO CON AFECCIÓN AL DPMT 9
2.1 INSTALACIONES QUE COMPONEN LA ACTUACIÓN 9
2.2 CARACTERÍSTICAS SIGNIFICATIVAS DE LA L/132 KV ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA 9
2.2.1 Características globales 9
2.2.2 Tramo submarino 15
2.2.3 Tramos subterráneos 20
2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA NUEVA SUBESTACIÓN-VIRGEN DE ÁFRICA 132 KV 27
2.3.1 Localización y descripción general 27
2.3.2 Sistema eléctrico 30
2.3.3 Edificaciones 31
2.3.4 Otras instalaciones 32
2.4 FASE DE CONSTRUCCIÓN 34
2.4.1 Construcción de los tramos terrestres de la L/132 kV 34
2.4.2 Construcción del tramo submarino 40
3 AFECCIONES AL DPMT POR LAS INSTALACIONES 59
4 PARCELAS CATASTRALES AFECTADAS 61
5 JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN 62
5.1 JUSTIFICACIÓN DEL INTERÉS PÚBLICO DE LA ACTUACIÓN 62
5.2 JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE AFECCIÓN AL DPMT Y SU ZONA DE SERVIDUMBRE 63
6 EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS SOBRE EL DPMT 64
7 EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS OBRAS PROYECTADAS EN EL DPMT SOBRE LA COSTA Y LOS POSIBLES EFECTOS DE REGRESIÓN DE ESTA 68
8 ADAPTACIÓN DE LAS OBRAS AL ENTORNO EN QUE SE ENCUENTRAN SITUADAS 70
9 EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA ACTIVIDAD SOLICITADA 72
10 PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 74
ANEXO I. DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA DEL EMPLAZAMIENTO 75
ANEXO II. DECLARACIÓN RESPONSABLE O DOCUMENTACIÓN ACREDITATIVA DE QUE EL PETICIONARIO NO INCURRE EN NINGUNA DE LAS PROHIBICIONES DE

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

CONTRATAR PREVISTAS EN EL TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE CONTRATOS DEL SECTOR PÚBLICO 80
ANEXO III. DOCUMENTACIÓN ACREDITATIVA DE LA PROPIEDAD DE LA FINCA DONDE SE LOCALIZAN LAS ACTUACIONES SOLICITADAS, O DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS PARA REALIZAR DICHAS ACTUACIONES 81
ANEXO IV. DECLARACIÓN EN RELACIÓN CON LA CONSTITUCIÓN DE LA FIANZA PROVISIONAL 82
ANEXO V. ESTUDIO BIONOMICO POR AFECCIÓN A LA RN2000 83
ANEXO VI. AFECCIONES Y OCUPACIONES EN EL DPMT Y SP 84
ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE 84
MAR TERRITORIAL 84
ANEXO VII. ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL 87
ANEXO VIII. INFORME JUSTIFICATIVO DE LA ADECUACIÓN DE LA ACTUACIÓN A LOS CRITERIOS DE COMPATIBLIDAD Y DE SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSECUCIÓN DE LOS OBJETIVOS AMBIENTALES 88
ANEXO IX. ESTUDIO DE SEGURIDAD INCLUIDO EN EL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SUBTERRÁNEO-SUBMARINA A 132 KV D/C ENTRE LA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 132 KV Y LA SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA 132 KV 89
ANEXO X. PLANO DE CLASIFICACIÓN Y USOS DEL ENTORNO 90

Madrid, junio de 2022
La Ingeniera Industrial

María Soler Soneira
Colegiada del ICAI nº 4123/3353

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 INTRODUCCIÓN

1.1 PRESENTACIÓN

La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, tiene por finalidad básica "establecer la regulación del sector eléctrico garantizando el suministro de energía eléctrica con los niveles necesarios de calidad y al mínimo coste posible, asegurar la sostenibilidad económica y financiera del sistema y permitir un nivel de competencia efectiva en el sector eléctrico, todo ello dentro de los principios de protección medioambiental de una sociedad moderna".

Así la ley declara el suministro de energía eléctrica como un servicio de interés económico general estableciendo que la planificación eléctrica es una competencia de la Administración General del Estado.

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental establece la forma de evaluación ambiental de planes y programas, es el instrumento de prevención que permite integrar los aspectos ambientales en la toma de decisiones de planes y programas públicos. El procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica se establece en la Directiva Europea 2001/42/CE.

Como tal, en este proceso se analizan las diferentes alternativas del plan tanto desde el punto de vista ambiental como económico, eligiéndose aquella alternativa cuyos indicadores son más favorables.

Que RED ELÉCTRICA, de conformidad con lo establecido en la disposición transitoria novena y en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico, como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

Que en el ejercicio de las citadas funciones y en orden al efectivo cumplimiento de las finalidades relativas al transporte de energía eléctrica, RED ELÉCTRICA ha proyectado el enlace de interconexión entre la península y la ciudad autónoma de Ceuta, siendo un proyecto estratégico para España, cuya justificación atiende a la Integración del sistema eléctrico de Ceuta en el sistema peninsular con objeto de aumentar sustancialmente la seguridad y calidad del suministro eléctrico ceutí, la reducción de las necesidades de generación instalada en Ceuta y la reducción de los costes globales de generación y el aumento de la integración de renovables.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Que el citado enlace Península-Ceuta, se encuentra incluida el documento de «Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026», aprobada mediante Acuerdo del Consejo de Ministros de 22 de marzo de 2022 y publicada por Resolución de la Secretaria de Estado de Energía de fecha 8 de abril de 2022 («Boletín Oficial del Estado» n.º 93, de 19 de abril de 2022) y comprende las siguientes instalaciones:

1. Nuevo parque de transformación 220/132 kV denominado “Algeciras 132 kV” diseñado en tecnología blindada/GIS (objeto de otro proyecto), situado en el término municipal de San Roque, en la provincia de Cádiz, que incluye dos transformadores 132/220 kV de 125 MVA de potencia cada uno, 6 Reactancias variables de 20 MVAr de potencia cada una de ellas solidarias a los circuitos de interconexión subterráneo-submarinos, 1 Reactancia variable en barras de 20 MVAr y las conexiones eléctricas mediante cables de potencia aislados entre la GIS y las diferentes máquinas. Las posiciones de interruptor asociadas a las reactancias, por criterios de operación y mantenimiento de las máquinas, se han diseñado en tecnología AIS.

2. Línea subterráneo-submarina de doble circuito a 132 kV de interconexión entre la subestación “Algeciras 132kV” (en TM de San Roque, Cádiz) y “Virgen de África 132 kV” (Ceuta) de 68,9 km de longitud.

3. Nueva subestación eléctrica de transporte denominada “Virgen de África 132 kV” diseñada en tecnología blindada/GIS, (en la Ciudad Autónoma de Ceuta) que incluye 2 Reactancias variables en barras de 20 MVAr de potencia cada una de ellas y las conexiones en cable entre la GIS y las diferentes máquinas Las posiciones de interruptor asociadas a las reactancias, por criterios de operación y mantenimiento, se han diseñado en tecnología AIS.

4. La Ampliación de la subestación existente de “Algeciras 220 kV” (TM de San Roque, Cádiz) que consiste en la ampliación del parque existente en tecnología AIS, en edificio, con dos nuevas posiciones en tecnología GIS y el reformado y compactación de la posición de acoplamiento existente; además de la línea de doble circuito de conexión entre dos nuevas posiciones GIS de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81 Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

la SE de Algeciras 220 kV y las bornas de alta tensión de los dos transformadores de 125 MVA ubicados en la futura subestación de “Algeciras 132 kV”.

Que la Planificación eléctrica es vinculante para RED ELÉCTRICA como sujeto que actúa en el sistema eléctrico habiendo participado las comunidades autónomas en su elaboración a través de las propuestas de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica, en cumplimiento de lo dispuesto en la referida Ley 24/2013 de 26 de diciembre y en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Que así mismo, las instalaciones de transporte de energía eléctrica deben acometerse en los términos establecidos en la Planificación eléctrica tal y como se refiere en el artículo 4 de la Ley del Sector Eléctrico, Ley 24/2013, de 26 de diciembre.

Que todas las instalaciones que componen la interconexión Península- Ceuta, tanto la línea eléctrica de enlace, como su conexión tanto al sistema peninsular en la subestación de Algeciras, como en el sistema ceutí en la subestación de Virgen de África, no pueden desvincularse ni analizarse como actuaciones independientes porque tienen como función única y exclusiva el permitir la conexión de la red de transporte peninsular (220-400 kV) con la red de distribución de la ciudad de Ceuta (15 kV) siendo por ello, el órgano competente para resolver las autorizaciones de las instalaciones que integran la Interconexión, la Administración General del Estado.

Que la interconexión de Península -Ceuta, se encuentra sometida al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria de proyectos regulada en el título II, capítulo II, sección 1ª de la Ley estatal 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre.

1.2 PROMOTOR

► Promotor de la conexión eléctrica entre la península y Ceuta:

- *RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.*
- B-85309219
- Paseo Conde De Los Gaitanes Nº 177, CP: 28109 - (La Moraleja) Alcobendas - Madrid).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Personas de contacto a efectos del trámite:

- Pablo Pombo Fragero
- Calle Inca Garcilaso 1, Isla de la Cartuja– CP: 41092 Sevilla
- Email: pablo.pombo@ree.es
- Teléfono: 954 46 20 12

1.3 OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO

Esta instalación discurre por la provincia de Cádiz, el mar Mediterráneo y por la ciudad de Ceuta. El presente informe se refiere a las actuaciones en la provincia de Ceuta y en el mar Mediterráneo.

Esta memoria contiene la información necesaria para la autorización de las obras en el dominio público marítimo-terrestre (DPMT) y en su zona de servidumbre de protección (SP), para la concesión de su ocupación y se estructura de la siguiente manera:

- Descripción de la actuación, de manera sintética, pues sus detalles figuran en los proyectos técnicos que se adjuntan.
- Justificación de la actuación, de su interés púbico y necesidad de afección al DPMT y su SP
- Evaluación de los efectos sobre el DPMT
- Evaluación de la influencia de las obras proyectadas sobre la costa y los posibles efectos de regresión de esta
- Justificación de la adaptación de las obras al entorno en que se encuentran situadas
- Evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre la actividad solicitada
- Anexos:
  - I. Documentación fotográfica del emplazamiento.
  - II. Declaración responsable o documentación acreditativa de que el peticionario no incurre en ninguna de las prohibiciones de contratar previstas en el texto refundido de la ley de contratos del sector público.
  - III. Documentación acreditativa de la propiedad de la finca donde se localizan las actuaciones solicitadas, o disponibilidad de los terrenos para realizar dichas actuaciones
  - IV. Declaración en relación con la constitución de la fianza provisional.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

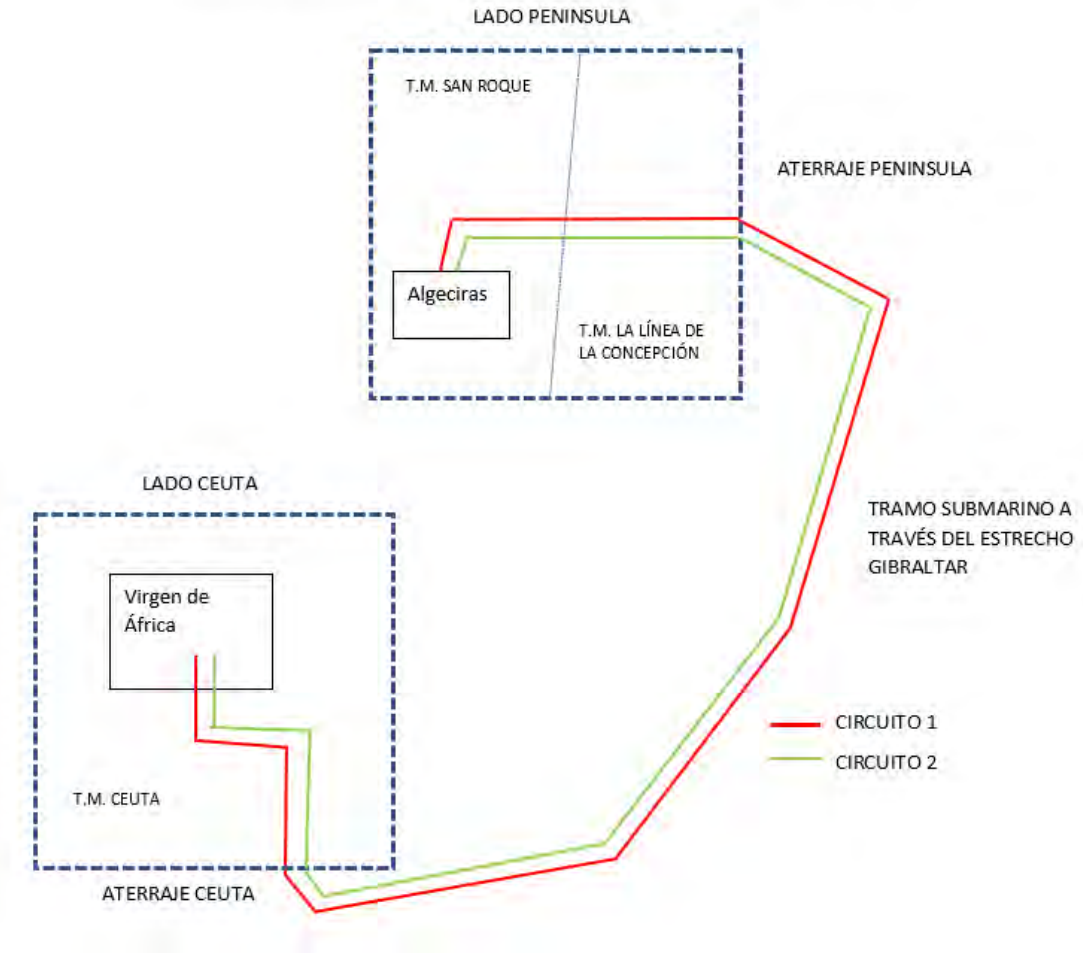
- V. Planos de detalle de los elementos de que consta el proyecto.
- VI. Cartografía de las afecciones. La representación de las líneas de orilla, de deslinde del dominio público marítimo-terrestre y de su servidumbre de protección, procede del Servicio Provincial o Demarcación de Costas de la provincia correspondiente.

Además, se complementa con los siguientes documentos:

- Proyectos técnicos de las instalaciones, donde figura la descripción en extenso de las actuaciones proyectadas
- Estudio de impacto ambiental del proyecto
- Estudio de afección a la Red Natura 2000
- Informe de compatibilidad con la Estrategia Marina de la demarcación Estrecho-Alborán
- Estudio básico de la dinámica litoral
- Estudio bionómico referido al ámbito de la actuación
- Esquema de las actuaciones proyectadas (sin escalar)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

NUMERACIÓN DE CIRCUITOS ENLACE D/C ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROYECTO CON AFECCIÓN AL DPMT

2.1 INSTALACIONES QUE COMPONEN LA ACTUACIÓN

En el caso del presente estudio, el proyecto objeto de evaluación está constituido por las siguientes instalaciones:

- Nueva Parque 132 kV de la Subestación Eléctrica Algeciras
- Subestación eléctrica 132 kV Virgen de África
- Nuevo Cable DC, soterrado y submarino a 132 kV Algeciras – Virgen de África
- Ampliación de la subestación de Algeciras 220 kV y la línea de interconexión subterránea de transporte de energía eléctrica, de doble circuito a 220 kV, que conectará esta ampliación con la futura subestación de transformación Algeciras 220/132 kV.

De ellas únicamente el Nuevo Cable DC, soterrado y submarino a 132 kV–Virgen de África y la subestación eléctrica 132 kV Virgen de África tendrán afección al DPMT y su Zona de Servidumbre de Protección en el lado de Ceuta.

La descripción de unas infraestructuras de estas características ha de realizarse de manera que su análisis permita determinar los impactos ambientales que puede ocasionar su ejecución, de una forma objetiva y correcta.

Para ello, a continuación, se plasman los datos referentes a las características genéricas más relevantes de su tipología, dimensiones de sus elementos constituyentes, método constructivo, maquinaria y materiales empleados, actividades desarrolladas para el mantenimiento, etc.

2.2 CARACTERÍSTICAS SIGNIFICATIVAS DE LA L/132 KV ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA

2.2.1 Características globales

La L/132 kV Algeciras-Virgen de África se corresponde con una línea de interconexión subterráneo-submarina de transporte de energía eléctrica, de doble circuito a 132 kV, con una longitud aproximada de 68.919 m para el circuito 1 y 66.915 m para el circuito 2, que conectará

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

el nuevo parque en proyecto de Algeciras 132 kV , situada en el término municipal de San Roque (provincia de Cádiz), con la nueva subestación en proyecto de Virgen de África 132 kV, situada en la Ciudad Autónoma de Ceuta, que formará parte de la red de transporte primario de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la citada Ley 24/2013.

La conexión de enlace eléctrico Península-Ceuta estará compuesto por los siguientes tramos:

- Tramo subterráneo lado Península: entre la subestación de Algeciras 132 kV y la zona de la playa de Torre Nueva-La Hacienda, mediante cables subterráneos y longitud aproximada de 9,17 km el circuito 1 y 9,14 km el circuito 2 a través de zanja hormigonada en tramos de simple y doble circuito y tres tramos en perforación horizontal dirigida.

- Tramo submarino a través del Estrecho de Gibraltar: entre la costa de La Línea de la Concepción (explanada en camino de tierra de la playa de Torre Nueva) y la costa de Ceuta (aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo). Longitud aproximada de 58.144 km el circuito 1 y 56,187 km el circuito 2.

- Tramo subterráneo lado Ceuta: entre el aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo y la nueva subestación de Virgen de África, mediante cables subterráneos y longitud aproximada de 1.600 m para el circuito 1 y el circuito 2 a través de zanja hormigonada en tramos de simple y doble circuito.

El trazado subterráneo en Península se inicia desde el futuro parque de Algeciras 132 kV, en el término municipal de San Roque, en 2 zanjas hormigonadas de simple circuito desde las respectivas posiciones de la subestación, que inician una perforación horizontal dirigida desde la plataforma del parque de 132 kV de la subestación de Algeciras para cruzar por debajo del arroyo Cachón que bordea la subestación y la autovía CA-34, hasta llegar a una zona próxima a la vía de ferrocarril existente sin servicio ubicado al norte de la autovía CA-34.

A continuación, el trazado subterráneo se dirige en paralelo con la vía de ferrocarril existente sin servicio durante aproximadamente 2 km próximo al talud de dicha vía, atravesándola por debajo a través de un paso existente para dirigirse hacia el término municipal de La Línea de la Concepción. Una vez alcanzado el término municipal de La Línea de la Concepción, el trazado subterráneo recorre un camino de tierra municipal durante un tramo de aproximadamente 900 metros hasta alcanzar el polígono de El Zabal, recorriendo las calles Zabal, camino Sierra Carbonera, calle de la Traiña y calle Los Mirlos, hasta atravesar en perforación dirigida la carretera A-383, cogiendo un paralelismo con dicha carretera de aproximadamente 700 metros hasta el Camino de La Viña, donde atraviesa en una nueva perforación dirigida una rotonda de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

la carretera A-383, continuando posteriormente por el camino de servicio de dicha carretera hasta alcanzar la urbanización Santa Margarita a través de la calle del Arroyo.

Dentro de Santa Margarita, la zanja hormigonada recorre bajo viales asfaltados las calles del Arroyo, avenida del Estrecho y avenida de El Burgo hasta alcanzar el Camino de Estepona. Posteriormente, el trazado subterráneo recorre en zanja hormigonada por debajo del asfalto el Camino de Estepona durante aproximadamente 1,1 km hasta llegar al aparcamiento asfaltado de Torre Nueva, continuando posteriormente por debajo del Camino de Estepona en zanja bajo camino de tierra hasta el punto de aterraje, donde se ubicarán las 2 cámaras de transición de cable subterráneo a submarino en zona de servidumbre de protección de costas y fuera de la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre.

Trazado subterráneo lado Península desde SE Algeciras 132 kV a playa Torre Nueva en zanja doble circuito

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El tramo submarino tiene una longitud aproximada de 58,144 km para el circuito 1 y 56,187 km para el circuito 2, y discurre a una profundidad del fondo marino máxima de 900 metros. La profundidad del enterramiento medio en el lecho marino será de 1 metro.

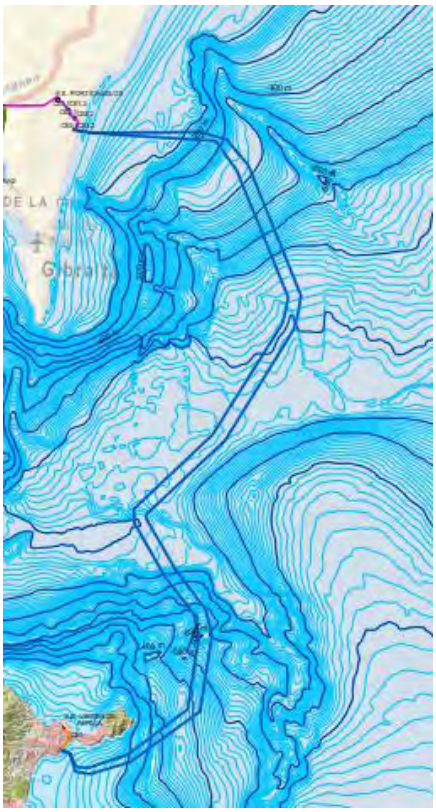
En la salida de la costa de La Línea de la Concepción está previsto realizar dos perforaciones dirigidas independientes en paralelo de aproximadamente 1.038 metros de longitud cada una, con un diámetro exterior previsto de 500 mm, desde una explanada existente próxima al camino de tierra de la playa de Torre Nueva hasta la cota batimétrica de -11,4 metros bajo la superficie del agua.

Igualmente, a la llegada a la costa de Ceuta están previstas dos perforaciones dirigidas independientes en paralelo de aproximadamente 490 metros de longitud cada una, con un diámetro exterior previsto de 500 mm. Las perforaciones se ejecutarán desde el aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo hasta la cota batimétrica de -17 metros bajo la superficie del agua.

Cada uno de los cables submarinos se tenderá en una pieza o longitud única, no previéndose realizar empalmes en ninguno de los cables submarinos durante el tendido. Los empalmes internos del cable ya vendrán realizados de fábrica. Se estima que los trabajos se desarrollen en dos campañas marinas, una por cada circuito, aunque este punto está bajo análisis en función del estado del arte y desarrollo de los recursos marinos disponibles en la fecha requerida para el despliegue de los conductores en el fondo marino.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Trazado submarino enlace Península-Ceuta desde La Línea de la Concepción hasta Ceuta



Los cables submarinos llegarán a Ceuta en la zona del aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo, desde donde se dirigirán a la Avenida Martínez Catena (N-352) que recorrerán en 2 zanjas de simple circuito en paralelo a la misma por las aceras y viales existentes, hasta alcanzar el túnel de Salas. Posteriormente, el trazado de los cables continua en zanja de doble circuito por el interior del túnel hasta la salida del mismo, atravesando los jardines de Argentina para discurrir en zanja de doble circuito por los viales asfaltados de la calle 44, hasta que alcanzan la parcela donde se ubicará la futura subestación de Virgen de África 132 kV, accediendo a ella en dos zanjas de simple circuito.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Trazado subterráneo lado Ceuta desde SE Virgen de África hasta aparcamiento asfaltado playa de El Chorrillo en zanjas de simple y doble circuito.

La línea de conexión Península-Ceuta tiene como principales características globales las siguientes:

Línea 132 kV Algeciras – Virgen de África

Características técnicas generales	
Tensión nominal	132 kV
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Nº de circuitos	2
Longitud circuito 1	68.919 m
Longitud circuito 2	66.915 m

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2021

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81 Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.2.2 Tramo submarino

El tramo submarino de la línea de conexión Península-Ceuta tiene como principales características las siguientes:

Línea 132 kV Algeciras – Virgen de África (tramo submarino)

Características técnicas generales	
Longitud circuito 1	58.144 m
Longitud circuito 2	56.187 m
Facto de carga	100 %
Capacidad de transporte por circuito (planificada)	80 MVA
Capacidad de transporte por circuito (calculada)	85,4 MVA
Nº cables por fase	1, en configuración de cable tripolar
Tipo de cable (datos referenciales)	145 kV 3x1x500 mm^2 AL + F.O zona nearshore o poco profunda
	145 kV 3x1x300 mm^2 Cu+ F.O zona offshore o profunda
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Directamente enterrado en el fondo
Profundidad enterramiento objetivo en el fondo marino	1 m
Profundidad máxima cable submarino	900 m
Nº cámaras de empalme transición subterráneo – submarino S/C	4 (2 en Cádiz y 2 en Ceuta)
Empalmes	El cable submarino se tenderá en una única tirada siendo los empalmes de fábrica

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2021

2.2.2.1 Cable de potencia submarino

El cable de potencia submarino proyectado discurrirá por el lecho marino. Sus características se indican a continuación a modo referencial, dado que no se dispondrá de las características exactas hasta finalizar el proceso de adjudicación del material que recogerá el estado del arte de la tecnología en el momento en el que se produzca la licitación, asegurando así el uso de la tecnología más avanzada en el proyecto, siendo en cualquier caso cables de tecnología seca, libres de aceites e hidrocarburos.

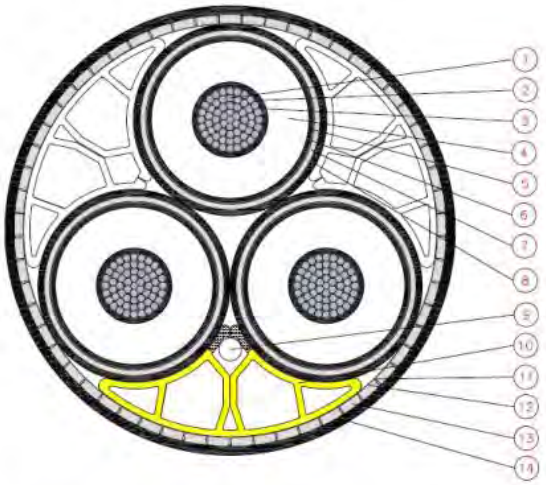
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Cable submarino en zona nearshore o aguas poco profundas:

Cable 145 kV 3x1x500 mm² AL + F.O: Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio 3 x 500 mm² de sección con pantalla constituida por aleación de plomo y armadura de acero galvanizado

Tiene un peso en aire aproximado de 50 kg/m y 26 kg/m y un diámetro exterior de 186 mm. El diámetro de cada conductor de aluminio es de 27,2 mm y entre ellos se posiciona un cable de fibra óptica.

Sección cable submarino en zona poco profunda



Cable weight in air: approx. 50 kg/m

No.	Constituents	Nominal thickness mm	Nominal diameter mm
1	Conductor, round aluminium wires, filled		27.2
2	Semi-conducting swellable tape		
3	Conductor screen, semi-conducting compound		
4	Insulation, XLPE	17.0	65.2
5	Insulation screen, semi-conducting compound		
6	Semi-conducting swellable tape		
7	Lead alloy sheath	2.1	74.4
8	Phase sheath, semi-conducting polyethylene	2.2	
9	Fibre optic cable		10
10	Filler elements of polyethylene		
11	Binder tapes		
12	Bedding tapes		
13	Armour, galvanized flat steel wires	3.0	
14	Outer serving, polypropylene yarn and bitumen, approx.		186

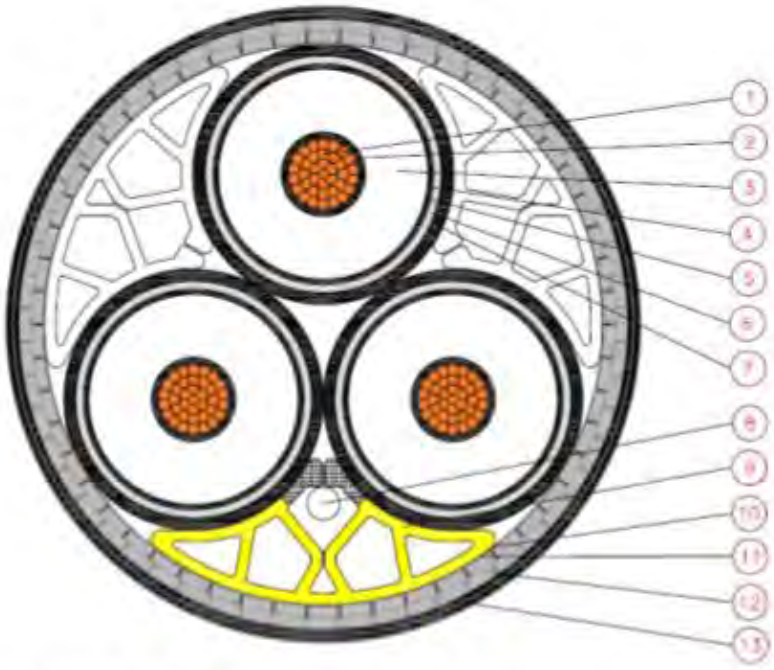
► Cable submarino en zona offshore o aguas profundas (entre 100 y 900 m de profundidad):

Cable 145 kV 3x1x300 mm² Cu + F.O: Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de cobre 3 x 300 mm² de sección con pantalla constituida por aleación de plomo y armadura de acero galvanizado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tiene un peso en aire aproximado de 62 kg/m y 39 kg/m y un diámetro exterior de 182 mm. El diámetro de cada conductor de cobre es de 20,5 mm y entre ellos se posiciona un cable de fibra óptica.

Sección cable submarino en zona profunda



Cable weight in air: approx. 62 kg/m

No.	Constituents	Nominal thickness mm	Nominal diameter mm
1	Conductor, round copper wires, filled		20.5
2	Conductor screen, semi-conducting compound		
3	Insulation, XLPE	18.0	60.1
4	Insulation screen, semi-conducting compound		
5	Semi-conducting swellable tape		
6	Lead alloy sheath	2.1	69.3
7	Phase sheath, semi-conducting polyethylene	2.2	
8	Fibre optic cable		10
9	Filler elements of polyethylene		
10	Bedding tapes		
11	Armour, galvanized flat steel wires	3.0	
12	Armour, galvanized flat steel wires	3.0	
13	Outer serving, polypropylene yarn and bitumen, approx.		182

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

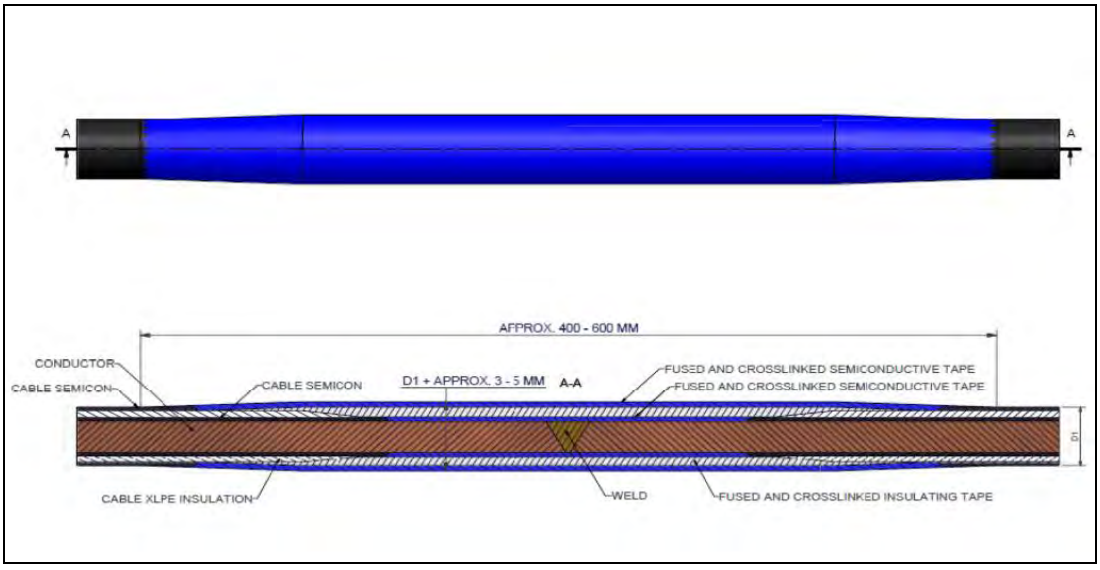
2.2.2.2 Empalmes de fábrica

El cable submarino está conformado por empalmes que salen realizados de fábrica y se cargan en el barco formando parte de la longitud total del cable.

El conductor está soldado con cobre. La unión del conductor está constituida con el mismo diámetro que el conductor. Cada unión es revisada por rayos X que muestran vacíos o uniones de baja calidad. Los conductores de diferente sección también se pueden unir, en estos casos habrá una suave transición desde un diámetro hasta el otro.

La capa semiconductora de la unión se rehace con el mismo material que el conductor. La capa se funde, se retícula y se pule para formar una capa semiconductora continua con el mismo diámetro que la semiconductora del cable.

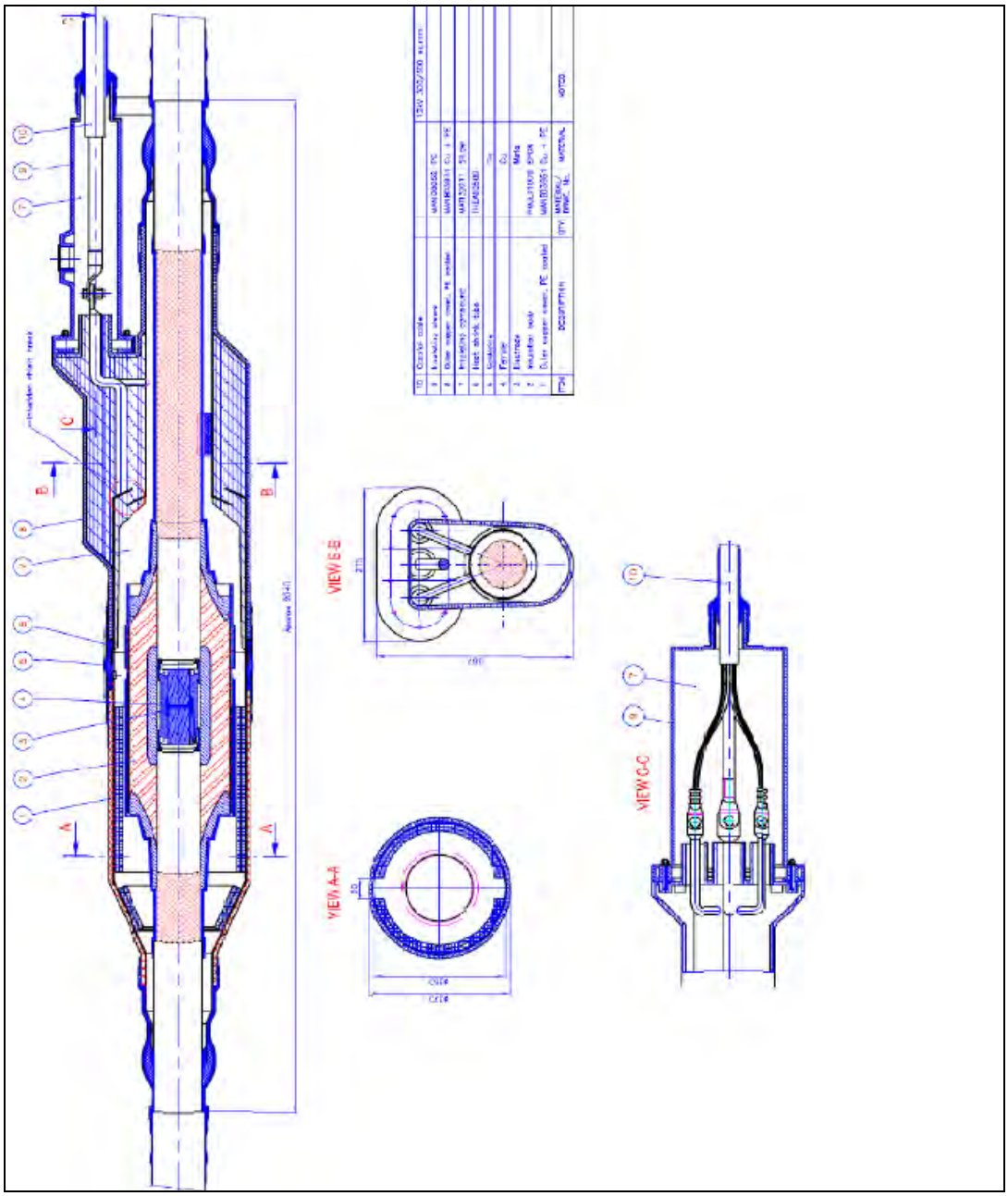
El empalme finalizado tendrá las mismas propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas que las especificadas para el cable.



2.2.2.3 Empalmes de transición cable submarino/cable subterráneo

Se incluye un esquema de un empalme de transición entre un cable submarino y uno subterráneo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.2.3 Tramos subterráneos

Los tramos subterráneos de la línea de conexión Península-Ceuta tienen como principales características las siguientes:

Línea 132 kV Algeciras – Virgen de África (tramos subterráneos terrestres)

Características técnicas generales	
Tramo en zanja SC (circuito 1)	0 m en la Península
	687 m en Ceuta
Tramo en zanja SC (circuito 2)	0 m en la Península
	673 m en Ceuta
Tramo en zanja doble circuito	8.335 m en la Península
	918 m en Ceuta
Tramo en PHD	835 m en la Península (3 tramos)
	0 m en Ceuta
Facto de carga	100 %
Capacidad de transporte por circuito (planificada)	80 MVA
Capacidad de transporte por circuito (calculada)	96 MVA
Nº cables por fase	1, en configuración de cable monopolar
Tipo de cable (a modo referencial)	• RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO, • RHZ1-RA+2OL(AS) 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO • RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x630KAL+H135 + 8FO
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Zanja hormigonada con tramo de simple y doble circuito y perforación horizontal dirigida (PHD) de simple circuito
Profundidad de zanja	1,3 m
Nº cámaras de empalme SC	20 (18 en Cádiz y 2 en Ceuta)

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2021

2.2.3.1 Cable de potencia subterráneo

Los cables a utilizar en el tramo subterráneo se dimensionan de acuerdo con las características del tramo submarino, con las características constructivas del entorno, así como atendiendo a los requerimientos mínimos indicados por el Operador del Sistema en cuanto a capacidad de transporte requerida para el enlace (80 MVA por circuito), con el fin de obtener un diseño óptimo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

del conjunto de instalaciones, dado que el resultado final del dimensionamiento de los cables del enlace subterráneo-submarino tendrá impacto en las necesidades de compensación y equipamiento de maniobra de las subestaciones extremo, buscándose de esta forma un diseño conjunto óptimo.

Las características principales de los cables aislados de 76/132 kV requeridos para los tramos subterráneos tendrán unas características similares a las indicadas a continuación. Si bien el diseño definitivo se conocerá una vez se definan las características de los tramos marinos buscando la optimización extremo a extremo de la línea eléctrica subterráneo-submarina:

- RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO:

  Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x400 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm^2 de sección más 8 fibras ópticas integradas, y cubierta exterior de polietileno de alta densidad (HDPE) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas DME1 y sin propiedades especiales ante la reacción al fuego.

- RHZ1-RA+2OL(AS) 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO:

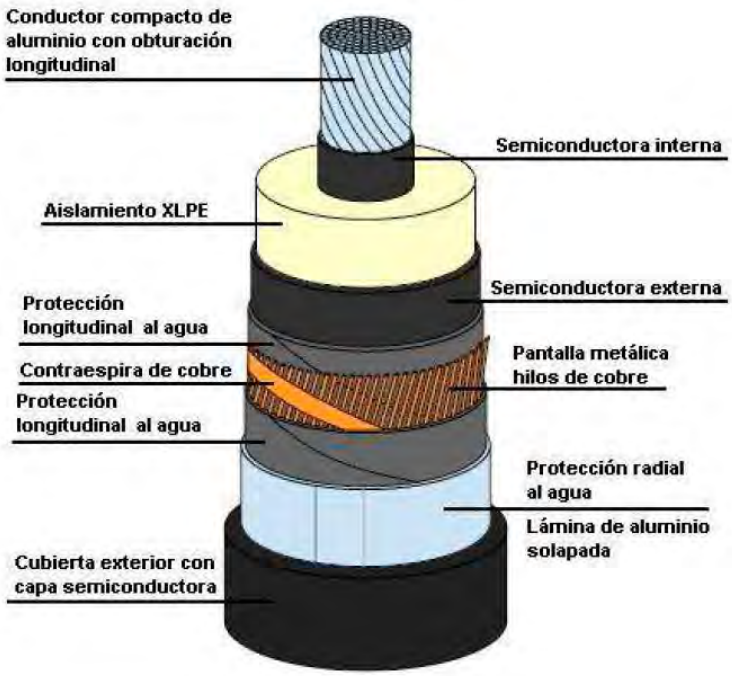
  Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x400 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm^2 de sección más 8 fibras ópticas integradas, y cubierta exterior de poliolefina (Z1) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas tipo DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS).

- RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x630KAL+H135 + 8FO:

  Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x630 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm^2 de sección más 8 fibras ópticas integradas, y cubierta exterior de polietileno de alta densidad (HDPE) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas DME1 y sin propiedades especiales ante la reacción al fuego.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Estructura del cable subterráneo



2.2.3.2 Canalización

La zanja tipo simple circuito tendrá unas dimensiones de 700 mm de anchura y 1.300 mm de profundidad. Para la zanja doble circuito las medidas serán 1.400 mm de anchura y 1.300 mm de profundidad.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 200 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad.

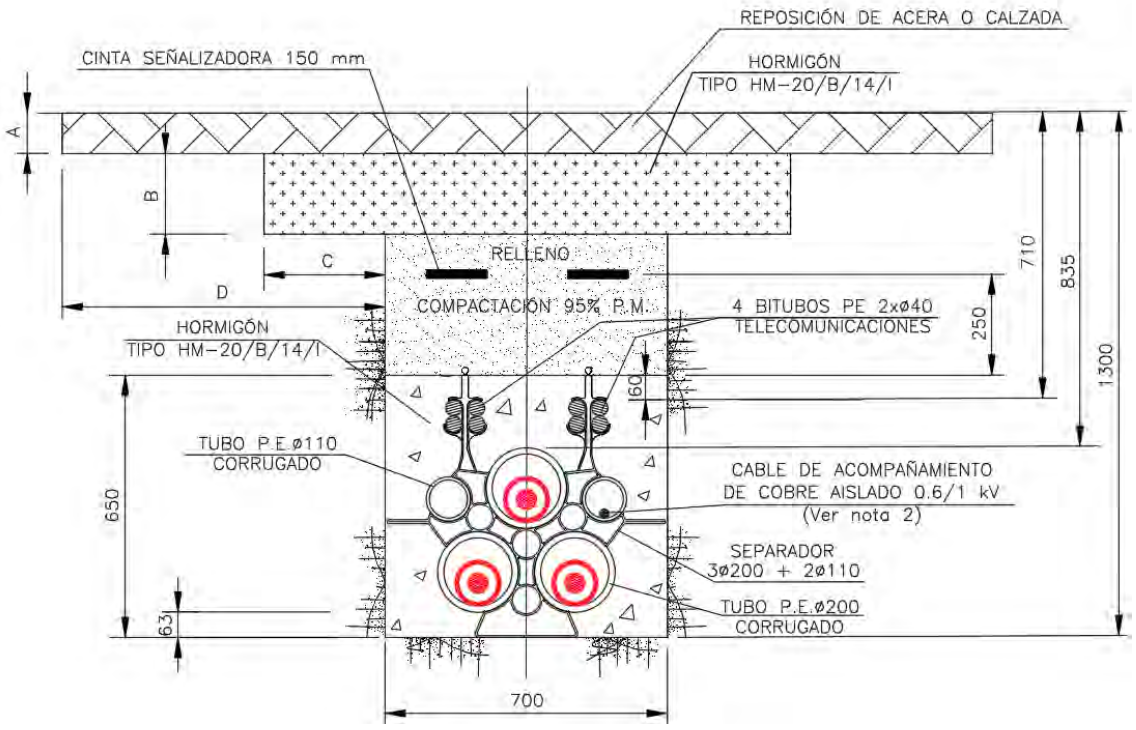
Además de los tubos de los cables de potencia, se colocarán dos tubos de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará su transposición en la mitad del tramo “Single Point” (cuando se use este tipo de conexión de pantallas). Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas “Single Point”, pero se incluirá, aunque no sea este el tipo de conexión de pantallas utilizado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador existe un soporte preparado para sujetar los tubos de telecomunicaciones.

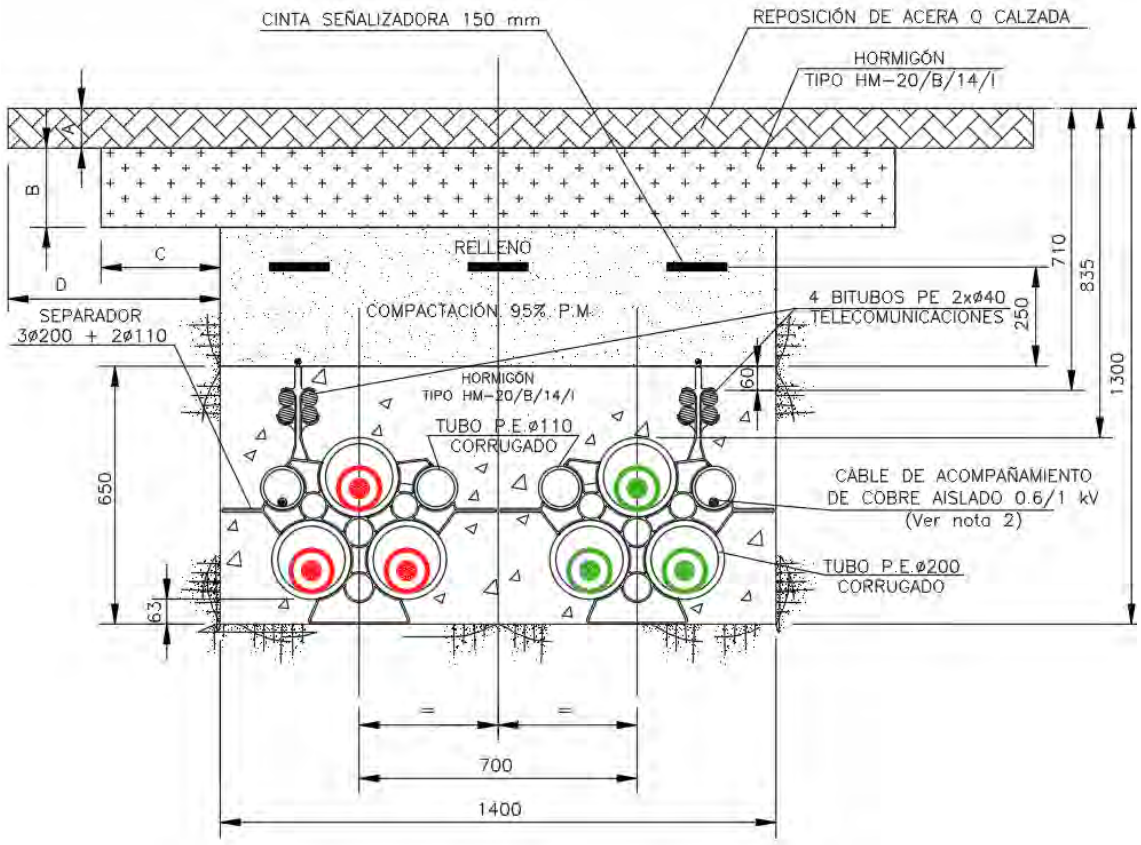
Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 10 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Detalle zanja tipo simple circuito



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Detalle zanja tipo doble circuito



2.2.3.3 Cámaras de empalme

Los cables son suministrados en bobinas de distinta longitud, de manera que es necesario unir los tramos inicial y final de cada bobina. Estas uniones se realizan en las cámaras de empalme prefabricadas registrables, construidas en hormigón, con unas dimensiones 9,8 x 3,8 m y una profundidad de 2,5 m.

En el lado de Cádiz se implantarán 20 cámaras de empalme, 10 para cada circuito, incluyendo las dos correspondientes a los puntos de aterraje.

En el lado de Ceuta se implantarán 4 cámaras de empalme, 2 para cada circuito, incluyendo las dos correspondientes a los puntos de aterraje.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.2.3.4 Perforación horizontal dirigida

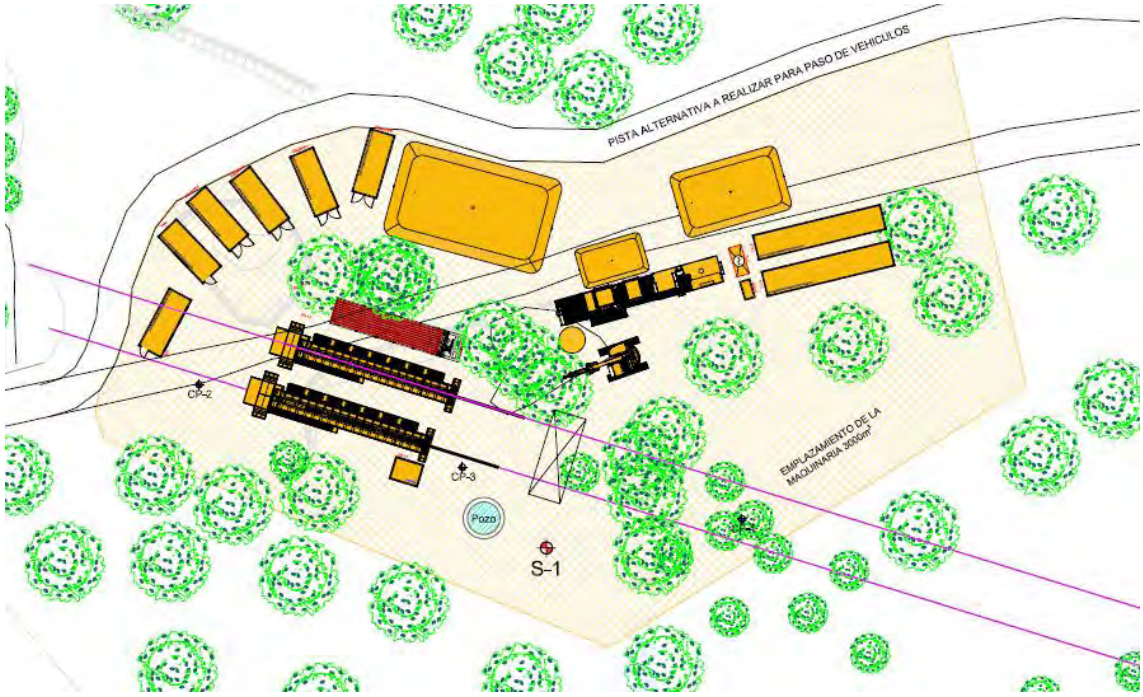
El tramo soterrado de la L/132 kV en la parte de Cádiz tendrá, en su recorrido desde la subestación Algeciras hasta el punto de aterraje y paso a marino, 3 tramos que en lugar de implantarse en zanja soterrada se llevarán a cabo en perforación horizontal dirigida para salvar distintos cruzamientos. Estos tres tramos son los siguientes.

- Tramo 1 en PHD: Cruzamiento del arroyo Cachón y la carretera CA-34

  Tiene una longitud aproximada de 540 m cada uno de los dos circuitos que irán en perforaciones paralelas desde el lateral del Nuevo Parque de la SE Algeciras, pasando bajo el arroyo Cachón, la CA-34 y el arroyo de los Gallegos, saliendo a zanja en un punto paralelo a la plataforma de la antigua vía ferroviaria a la Línea de la Concepción. En este enclave se dispondrá de pozo de ataque y entorno al mismo toda la zona de ocupación temporal de unos 3.000 m^2 en que se implantarán la plataforma de perforación, el grupo hidráulico, la bomba de lodos, la mezcladora de lodos, etc…

  Además, en este caso será necesario habilitar un acceso auxiliar de unos 165 m para facilitar el acceso a la zona de trabajo junto con el camino ya existente.

Zona de trabajo temporal para el pozo de ataque



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por su parte, la soldadura y estirado del tubo se llevará a cabo en paralelo al encauzamiento del arroyo Cachón hacia la desembocadura en el mar.

- Tramo 2 en PHD: Cruzamiento de la A-383

  Se lleva a cabo a la altura del PK 5,8 de la carretera A-383, partiendo de la calle Los Mirlos y cruzando a la margen oeste hasta el entorno de la gasolinera. El pozo de ataque y toda la maquinaria vinculada a esta se dispondrá en el lado de la calle de Los Mirlos.

  El circuito 1 tendrá una longitud de 53 m y el circuito 2 una de 44 m.

- Tramo 3 en PHD: Cruzamiento de la glorieta situada en el pk 5 de la carretera A-383

  Se llevará a cabo de manera paralela la perforación de ambos circuitos con una longitud aproximada de 240 m partiendo de la margen izquierda de la A-383 y finalizando en el camino de servicio de esta carretera en la proximidad de la Venta Yosu.

2.2.3.5 Arquetas de telecomunicaciones

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, y como ayuda para el tendido de los mismos, puede requerirse la instalación de arquetas de telecomunicaciones, que serían de dos tipos:

- Arqueta sencilla de poliéster reforzado con fibra de vidrio, medidas 0,905 m × 0,815 m x 1,150 m. Las arquetas sencillas se emplearán para facilitar el tendido de los cables de telecomunicaciones y tener puntos intermedios en el caso de averías. La arqueta se empleará como “encofrado perdido” rellenado sus laterales, tanto paredes como solera, con hormigón HM/20/P/20 de 20 cm de espesor mínimo.

- Arqueta doble, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, 0,900 m x 1,425 m x 1,200 m. Albergan las cajas de empalme de los cables de fibra óptica en el caso de que sean

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

necesarias y sirven de ayuda al tendido. Se instalará una arqueta doble de telecomunicaciones en cada cámara de empalme.

2.2.3.6 Accesorios

Los tramos subterráneos contemplan además los siguientes accesorios:

- Pararrayo autoválvula: uno por fase, instalado en las crucetas de los apoyos de transición aéreo subterráneo.
- Botella terminal exterior unipolar: una por fase, para la conexión entre los cables y las líneas aéreas; se instalarán en crucetas especiales de los apoyos de paso aéreo/subterráneo.
- Empalmes: serán diseñados y probados para cada cable aislado en particular siendo su composición general para cables unipolares de aislamientos secos la siguiente:
  - Cubierta de protección y material de protección sobre la pantalla.
  - Pantalla de empalme y perfil de control de gradiente.
  - Cuerpo premoldeado de aislamiento.
  - Conexión de los conductores y electrodo de unión.
  - Accesorios y pequeño material.

2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA NUEVA SUBESTACIÓN-VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV

2.3.1 Localización y descripción general

El emplazamiento de la subestación se localiza en el término municipal de la Ceuta, sobre terrenos urbanos correspondientes al puerto comercial de Ceuta siendo la titularidad de la Autoridad Portuaria de Ceuta MOPT, concretamente en la parcela con referencia catastral 0348012TE9704N (X: 290.187, Y: 3.974.623). Esta ubicación se encuentra en la zona límite del puerto hacia la ciudad, concretamente en la calle 44, desde la que se accederá a la SE.

La instalación consta de una explanación prácticamente rectangular con unas dimensiones de 126 m x 47 m, suponiendo un total de unos 6.405 m^2 de ocupación de pleno dominio. Dentro de esta superficie se implantarán el parque de 132 kV con todos sus equipamientos eléctricos, el edificio de control y GIS y el edificio de almacén y taller.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En el marco del proyecto se realizará un acerado perimetral de 1,80 m adoquinado o con baldosa hidráulica.

El emplazamiento se encuentra justo al lado de la Central Térmica de Ceuta que alimenta actualmente a la Ciudad Autónoma con carácter de exclusividad. Es desde las barras de la propia central de generación desde donde parte la red de distribución eléctrica de Ceuta, por lo que el emplazamiento de la nueva SE al lado de la central minimizará la necesidad de nuevas infraestructuras de enlace entre la Red de Transporte y la Red de Distribución.

Localización de la Subestación 132 kV Virgen de África

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Virgen de África 132 kV, REE. 2021.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El proyecto de la nueva subestación Virgen de África 132 kV se realiza con tecnología GIS atendiendo a las características ambientales del emplazamiento seleccionado para la misma.

De acuerdo con los criterios establecidos en el Procedimiento de Operación 13.3 Instalaciones de la Red de Transporte se ha proyectado que el parque de 132 kV de la subestación Virgen de África se construya con configuración de interruptor y medio.

La nueva subestación Virgen de África se proyecta de tecnología blindada de interior con envolvente metálica y aislamiento en Hexafluoruro de Azufre (SF_6), con-figuración de interruptor y medio, equipada con seis posiciones de interruptor y contando con espacio futuro para tres posiciones de interruptor no equipadas. La actuación incluye dos posiciones de interruptor AIS para reactancias asociadas a las barras de 132 kV y las correspondientes 2 reactancias de 132 kV que se conectarán a las barras de la nueva subestación Virgen de África 132 kV

El parque GIS de 132 kV en la subestación de Virgen de África responde a las siguientes características principales.

Descripción del parque GIS

Elemento	Valor
Tecnología	GIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Blindada interior
Configuración	Interruptor y medio
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31.5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Virgen de África 132 kV, REE 2021.

El parque de reactancias de 132 kV AIS en la subestación de Virgen de África responde a las siguientes características principales.

Descripción del parque GIS

Elemento	Valor
Tecnología	AIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Intemperie

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Intensidad de cortocircuito de corta duración	31.5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Virgen de África 132 kV, REE 2021.

2.3.2 Sistema eléctrico

2.3.2.1 Red de tierras

Con el fin de conseguir tensiones de paso y contacto seguras, la subestación está dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre, enterrada en el terreno, forman-do retículas que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Se conectarán a la red de tierras de la subestación todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas, como la estructura metálica, las bases del aparellaje y los neutros de transformadores de medida, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Con el objeto de proteger los equipos de descargas atmosféricas directas, la subestación está dotada con una malla de tierras superiores, unida a la malla de tierra de la instalación a través de robustos elementos metálicos, lo que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla y la protección frente a descargas atmosféricas de toda la instalación.

2.3.2.2 Embarrados

Los conductores del parque 132 kV estarán dispuestos en un nivel:

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 4,5 m de altura. Se realizarán con tubo de aluminio.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan solo a su limpieza y montaje posterior.

En todos los tramos superiores a 6 m se ha previsto la instalación en el interior de la tubería de cables de amortiguación. Estos serán del mismo tipo y características indicados para los embarrados en cable en formación simple.

2.3.3 Edificaciones

2.3.3.1 Edificio GIS y de control

Se ha previsto un edificio destinado para albergar las celdas de AT de 66 KV donde se ubican los equipos encapsulados que dispone de una planta bajo rasante, para facilitar el tendido de los cables y otro edificio que albergue las dependencias auxiliares.

Este edificio dispondrá de:

- Sala GIS con sótano
- Sala de control y comunicaciones
- Sala de servicios auxiliares
- Sala de reuniones
- Sala multiusos
- Aseo

Albergará el edificio los equipos de comunicaciones de toda la subestación, la unidad central y monitores del sistema de control digital, equipos cargador-batería cuadros de servicios auxiliares de c.c. y c.a y centralitas de alarmas de los sistemas de seguridad y anti-intrusismo.

Este edificio tendrá una dimensión total de unos 548 m^2, teniendo forma de “L” contando por un lado con la sala GIS de 268 m^2 (22,3 x 12 m) y 10,4 m de altura. Se sitúan el resto de salas con una superficie aproximada de 280 m^2 y una altura de 5 m.

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto, cerramiento prefabricado con voladizo superior y peto y cubierta plana (o inclinada con viga delta) con placas alveolares e impermeabilización. La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las salas de control, de comunicaciones y servicios auxiliares contarán con falso suelo. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables. La sala GIS incluye sótano.

Para la climatización del edificio se instalarán dos equipos de aire acondicionado solo frío en la sala de control y comunicaciones, y se instalará uno más en la sala de servicios auxiliares; además se instalarán radiadores eléctricos con termostato para calefacción en todas las dependencias.

Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

En la sala de servicios auxiliares se instalará un extractor para ventilación y un equipo de aire acondicionado.

2.3.3.2 Edificio de almacén-taller

Se ha previsto un edificio destinado al almacenamiento de material de repuestos y taller con unas dimensiones de 200 m^2 (20 x 10 m) y una altura de 8 m.

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto y paredes blanco Macael (si la visibilidad con el cerramiento perimetral fuese aparentemente nula las paredes se propondrán gris hormigón), cerramiento en bloque o panel sandwich con cubierta en cercha metálica e impermeabilización. Cubierta: plana y grava preferentemente de cantera local. Los acabados de Carpintería externa será RAl tipo teja/burdeos.

La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico. El edificio estará equipado con un puente grúa.

2.3.4 Otras instalaciones

- Sistema de control. El sistema de control estará formado por una unidad central, puesto de operación duplicado y unidades locales distribuidas. La unidad central es la encargada de comunicarse con el despacho eléctrico.
- Sistema de protecciones: Conforme a lo requerido en los “Criterios generales de protección del Sistema Eléctrico Peninsular” se ha previsto la instalación de sistemas de protección para

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

todos los equipamientos eléctricos: embarrados, interruptor, posiciones de línea y posición de reactancia.

- Los servicios auxiliares de la subestación se dividen en Servicios Auxiliares de Corriente Alterna (ca) y Servicios Auxiliares de Corriente Continua (cc). Las tensiones nominales serán 400/230 V, 50 Hz de c.a. y 125 V y 48 V de c.c.

- Sistema de telecomunicaciones: Se ha previsto complementar la red de telecomunicaciones existente/instalar una red de telecomunicaciones con los equipos precisos que permitan asegurar el correcto funcionamiento del telecontrol y del telemando, de los sistemas de protección y de las necesidades de telegestión remota de los equipos de la instalación.

- El alumbrado de los viales será mediante luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 lux mientras que los niveles de iluminación en las distintas áreas serán de 500 lux en salas de control y de comunicaciones, y de 300 lux en el resto de salas.

- Los alumbrados de emergencia del edificio y casetas, estarán situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal, si así estuviese seleccionado, con autonomía de una 1 hora.

- Se instalarán detectores de incendios en los todos los edificios y casetas de la Subestación. Serán del tipo analógicos ópticos, excepto en el almacén y campana exterior que serán termo-velocimétricos. También se dispondrán de los correspondientes extintores en el edificio tanto de CO2 como de polvo, así como carros extintores de 50 kg de polvo para el parque.

- El sistema anti-intrusismo estará compuesto por contactos magnéticos, detectores volumétricos de doble tecnología y sirena exterior. Se adecuará una central para controlar el sistema de incendios e intrusión, encargado de activar y transmitir las alarmas generadas. Se dispondrá de cámaras de seguridad en el parque ubicadas según indicaciones del departamento de seguridad de Red Eléctrica.

2.3.4.1 Instalaciones del ciclo del agua

El proyecto se conectará a la red de abastecimiento y saneamiento municipal.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81 Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.4 FASE DE CONSTRUCCIÓN

2.4.1 Construcción de los tramos terrestres de la L/132 kV

El proyecto se realizará a partir del levantamiento topográfico del trazado de la línea en Cádiz y Ceuta. Al definir el trazado del proyecto se incorporarán criterios ambientales tales como el alejamiento de las edificaciones existentes y de enclaves de interés ecológico.

Durante las distintas fases de las obras se adoptan medidas de carácter preventivo y de control. En el apartado correspondiente a “Control durante las obras”, se detallan aquellas medidas cautelares que en este momento pueden ser previstas.

En cada fase de trabajo pueden intervenir uno o varios equipos; sus componentes, así como el tipo de maquinaria que utilizan en el desarrollo de los trabajos, se reflejan en los apartados correspondientes.

Básicamente, las actuaciones que se precisan para la construcción de las líneas eléctricas son las siguientes:

- Obtención de permisos.
- Actuaciones sobre la vegetación
- Excavación de las zanjas y cámaras de empalme y colocación de tubos
- Mandrilado y tendido de los cables soterrados
- Retirada de tierras y materiales de la obra civil

Estas actuaciones se suceden secuencialmente, y en cada una de ellas pueden encontrarse distintos equipos trabajando al mismo tiempo. Se puede dar el caso de que sean distintas empresas adjudicatarias las que se hagan cargo de la obra.

Obtención de permisos

Para la construcción de la línea eléctrica se intentará llegar a un acuerdo amistoso con los propietarios de los terrenos, previo al trámite de expropiación. Esto supone mejorar la aceptación social del proyecto.

También se intentará llegar a un acuerdo amistoso para realizar los caminos de acceso, atendiendo a las necesidades e intereses de los propietarios, siempre y cuando no se pueda acceder directamente al trazado desde la red de carreteras o caminos rurales presentes.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Actuaciones sobre la vegetación

El manejo de la vegetación se realiza en varias fases, según va siendo necesario para el desarrollo de los sucesivos trabajos, con lo que se minimiza la afección respecto a la que se produciría si se hiciera una única tala/desbroce genérico al principio de los trabajos.

- Tala, poda y desbroce de vegetación cuando sea preciso para abrir los accesos a la zanja, acondicionar accesos existentes o permitir el paso campo a través hasta ella, así como para la propia apertura de la zanja soterrada y de las cámaras de empalme.

- Los materiales procedentes de la tala son cargados en camiones y entregados a su propietario, los procedentes de desbroces y podas son troceados y extendidos sobre el terreno o transportados a vertedero autorizado, como indique el propietario o especifique la autorización de los trabajos forestales. Los árboles maderables se aprovecharán.

- Durante los trabajos forestales se aplicarán las medidas de prevención de incendios que figuran en las especificaciones ambientales de obra de RED ELÉCTRICA.

Excavación de las zanjas y cámaras de empalme y colocación de tubos

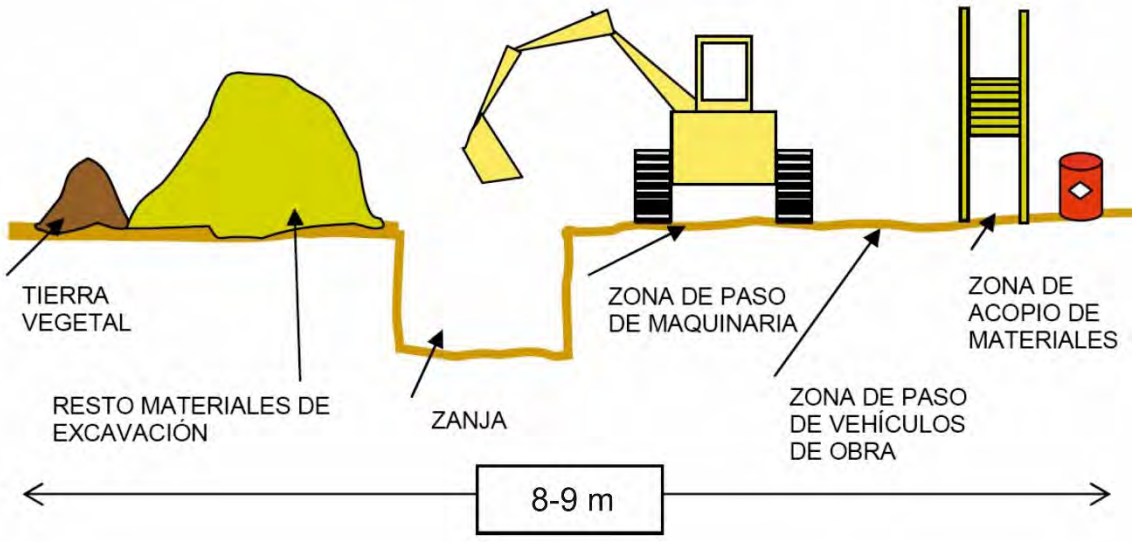
Una retroexcavadora abre la zanja avanzando en paralelo a ella y depositando la tierra que extrae en el lado contrario. Junto con la zona para el paso de vehículos y acopios de materiales de obra, la ocupación temporal total puede alcanzar unos 8 - 9 m de anchura.

Simultáneamente a la excavación de la zanja se hacen los huecos para las cámaras de empalme, que se traen ya terminadas de fábrica. Con ayuda de una grúa se descargan del camión y se colocan en la excavación preparada, y después se aporta tierra para afirmarla en el terreno.

En la zanja excavada se colocan los tubos de polietileno por los que se tenderán los distintos cables. Algunos tubos se colocan con separadores para que mantengan sus posiciones relativas.

Disposición de los elementos de obra en la zona de ocupación temporal

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos, se procede a hormigonar los mismos, al menos en dos tongadas, una primera para fijar los tubos y otra para alcanzar la cola de hormigón especificada según el plano de la zanja. A continuación, se colocan los tubos de los cables de telecomunicaciones, y una vez inmovilizados, perfectamente alineados y unidos, se hormigonan.

Concluido el hormigonado, la zanja se termina de rellenar con tierra procedente de la excavación, arena, o todo-uno normal al 95% P.M., en capas compactadas no superiores a 0,25 m de espesor.

Por último, se repone el pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación.

Las reposiciones de pavimentos se realizarán según las normas de los organismos afectados, con reposición a nuevo del mismo existente antes de realizar el trabajo. Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que el organismo afectado indique un espesor superior.

En el caso de superficies no pavimentadas, la reposición será a las condiciones iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos anteriores a realizar la obra. Las losas, losetas, mosaicos, etc. a reponer serán de las mismas características que las existentes.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perforación horizontal dirigida

La perforación horizontal dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación.

Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

En el caso del presente proyecto se llevarán a cabo 3 tramos en PHD para cada uno de los circuitos en la zona de Cádiz.

La perforación dirigida se puede ver como una secuencia de cuatro fases:

- Fase 1 disposición:

  La perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra. En esta primera fase se determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir.

- Fase 2 perforación piloto:

  Se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo.

  Para facilitar la perforación se utiliza un compuesto llamado bentonita. Esto es una arcilla de grano muy fino que contiene bases y hierro. La bentonita es inyectada a presión por el interior de las varillas hasta el cabezal de perforación siendo su misión principal refrigerar y lubricar dicho cabezal y suministrar estabilidad a la perforación. En esta perforación piloto, la cabeza está dotada de una sonda, de manera que mediante un receptor se puede conocer la posición exacta del cabezal.

  La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados pudieran salir a la superficie. La

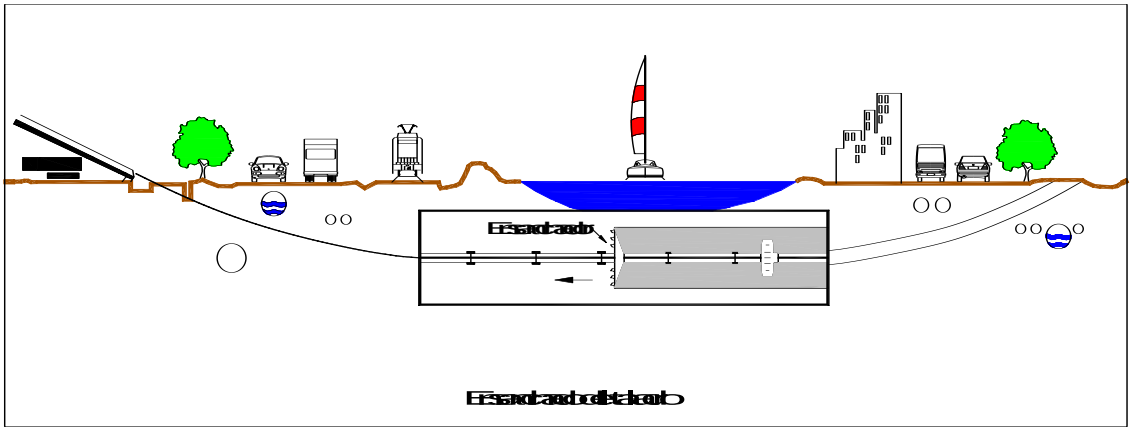
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

trayectoria se puede variar si fuese necesario debido a la aparición de obstáculos en la trayectoria marcada.

- Fase 3 escariado:

Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.

Este proceso se realiza en sentido inverso; es decir, tirando hacia la máquina.



- Fase 4: instalación de la tubería

Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado.

Los tubos empleados serán de PEHD PE100 en color negro con bandas rojas según Especificaciones Técnicas del REE.

En el interior de cada tubo se instalará una cuerda de nylon de Ø10 mm.

Mandrilado y tendido de los cables soterrados

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Una vez colocados los tubos, para comprobar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado en los dos sentidos de todos los tubos, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones. Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo. El mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad.

El mandril deberá arrastrar una cuerda guía que servirá para el tendido del piloto que se empleará posteriormente en el tendido de los cables. La cuerda guía deberá ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm para los tubos de los cables de potencia y de diámetro no inferior a 5 mm para los tubos de telecomunicaciones.

Una vez hayan sido mandrilados todos los tubos sus extremos deberán ser sellados con espuma de poliuretano o tapones normalizados para evitar el riesgo de que se introduzca cualquier elemento (agua, barro, roedores, etc.) hasta el momento en que vaya a ser realizado el tendido de los cables.

El tendido de los cables de potencia consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización. Antes de empezar el tendido de los cables habrá que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin antes de iniciar el tendido de los cables se realizará un nuevo mandrilado de todos los tubos de la instalación utilizando los mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo.

Para realizar el tendido de los cables se empleará el sistema de tiro con freno y cabestrante. Antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo y así mismo poder asignar el extremo de la instalación desde donde se debe realizar el esfuerzo de tiro. Por último, se confeccionan las botellas terminales y se somete la instalación a ensayos y pruebas para verificar que la instalación es correcta.

Zanja tipo entubada doble circuito en tresbolillo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Retirada de tierras y materiales de la obra civil

Una vez finalizadas estas actuaciones, el lugar donde se realiza la obra debe quedar en condiciones similares a las existentes antes de comenzar los trabajos, en cuanto a orden y limpieza, retirando los materiales sobrantes de la actuación.

Las tierras procedentes de la excavación de la cimentación, al suponer un volumen moderado (1,8 m^3 por metro lineal de zanja), se suelen extender en la proximidad de la zanja, adaptándolas lo más posible al terreno; si esto no es posible, tienen que ser trasladadas, generalmente en camiones, fuera de la zona de actuación.

2.4.2 Construcción del tramo submarino

2.4.2.1 Perforación horizontal dirigida

Los puntos de transición entre tierra firme y mar se realizarán mediante perforación horizontal dirigida (PHD) desde tierra independientes para cada uno de los circuitos. Respecto a la perforación horizontal dirigida en los tramos terrestres estos pasos de tierra a mar cuentan con la particularidad de que uno de los extremos sale directamente al mar, por lo que se requerirá adicionalmente del apoyo de submarinistas para la ejecución de los trabajos, por lo que la cota batimétrica de salida al mar de estas perforaciones está limitada por la capacidad mecánica

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

máxima de las máquinas de perforación y por las máximas profundidades a las que los submarinistas pueden realizar los trabajos en condiciones seguras, sin requerir de medios auxiliares como plataformas o recursos marinos adicionales.

En el caso de la salida de la Península cada una de las dos perforaciones tendrá una longitud de 909 m hasta llegar a la cota batimétrica -10 m. En el caso de Ceuta cada una de las dos perforaciones tendrá una longitud de 490 m para llegar a la cota batimétrica -17 m. En ambos casos cada perforación tendrá un diámetro exterior de 500 mm.

Perforación piloto

Una vez realizados los fosos o catas iniciales, se procederá a realizar la perforación piloto. Mediante esta perforación se definirá exactamente el trazo que seguirá la perforación definitiva utilizando una lanza equipada con un cabezal de perforación dirigido de 251 mm de diámetro, el cual permite conocer en todo momento la posición relativa y profundidad de la lanza y, por tanto, dirigirlo por la trayectoria deseada. Los pozos de ataque/salida serán de unas dimensiones aproximadas de 3,5 x 2,5 metros y 2,5 m de profundidad, para poder realizar las maniobras de achique y bombeo del lodo de perforación.

Sistema de guiado

Para la localización del cabezal de perforación, es necesario el tendido de un anillo exterior. Este tendido tiene una forma rectangular, y marca un rectángulo en planta, donde se quiere que transcurra la navegación.

Este cable es alimentado por corriente eléctrica (AC) para generar un campo magnético.

El cabezal de perforación, al igual que el sistema de cable, también es alimentado por un cable dentro del varillaje, de forma que también genera un segundo campo magnético. Para que este campo no se induzca hasta la máquina de perforación, se instalarán elementos metálicos magnéticos para interrumpir la inducción.

De las interferencias de los dos campos magnéticos, es posible determinar la localización del cabezal de perforación, sin ser necesario que el navegador esté situado en la vertical del cabezal perforador.

Ensanche

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Una vez terminada la perforación piloto, se proseguirá a realizar los ensanches. Para ello, se actuará de la siguiente forma: una vez se ha dispuesto del cabezal en el exterior, concretamente en el punto de salida al final de la perforación, se colocará un retroensanchador de diámetro superior al de la perforación hasta obtener un diámetro suficiente y necesario para la colocación de las correspondientes tuberías dentro de la perforación. Se estiman realizar 2 ensanches para conseguir un diámetro de perforación adecuado.

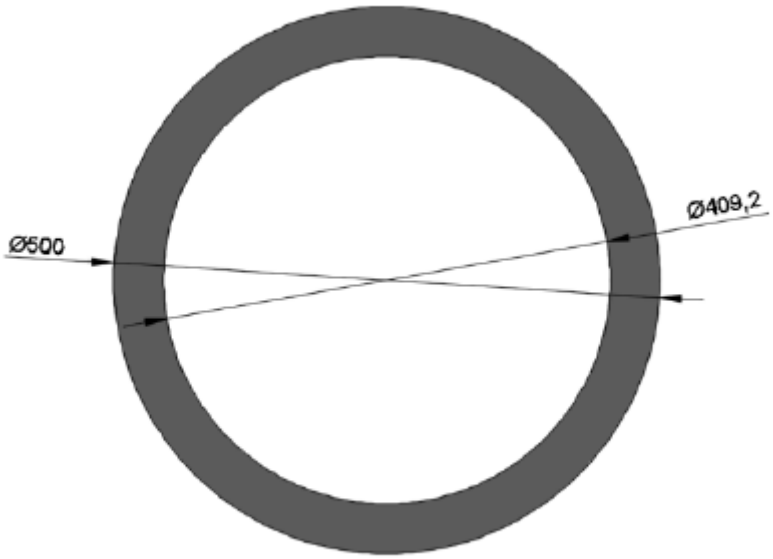
Tuberías a instalar

Se utilizarán tuberías de polietileno de alta densidad PE 100 - AD de mejores características que el polietileno estándar. Este tipo de polietileno presenta importantes ventajas (óptima flexibilidad, resistente a agentes, atmósferas y suelos agresivos, pérdida de carga casi nula, insensibilización a la congelación y ausencia de sedimentos e incrustaciones en su interior.

Este tubo tiene un diámetro exterior de 500 mm e interior de 409 mm.

Prisma previsto para la PHD

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



1x500 PN16

Soldadura

El sistema de unión aplicado para las tuberías de esta perforación será la soldadura a tope. Este método se aplica preferentemente a tuberías de PE-AD y PE-MD y, está basado esencialmente en unir los dos extremos de las tuberías mediante fusión y de la posterior aplicación de presión.

El sistema convencional para realizar soldaduras en este tipo de tuberías es el siguiente: los extremos de la tubería se calientan a 210ºC±10 y a continuación se unen sometiéndolos a una presión de 1,5 Kg/cm², una vez enfriada la soldadura se colocarán las tuberías

Limpieza de la PHD

Consiste en pasar a lo largo de toda la perforación con un calibre que verifica las dimensiones del microtúnel, y a la vez limpia de detritus la perforación.

Instalación de la tubería

Las tuberías se conectarán inmediatamente detrás del escariador (ensanchador), como si se tratara del último de los ensanches de forma que, al tirar desde la máquina de perforación, el ensanchador agranda o limpia el túnel abierto previamente y, simultáneamente, se instalarán las tuberías de servicio

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Gestión de lodos

Para minimizar la fabricación de lodo, se utilizarán equipos de reciclaje que reducirán al mínimo la fabricación del lodo de perforación reciclándolo.

El proceso de reciclaje consiste en recuperar el lodo, mezclado con el detritus de la perforación, que por medio de una unidad de reciclaje separa el detritus del lodo, pudiendo volver a utilizar el mismo sin necesidad de crear continuamente lodo de nuevo. De esta manera el volumen final se reduce en origen gracias a un proceso de reciclaje en obra.

Alternativas de tratamiento

Durante la ejecución de las perforaciones dirigidas se generará un volumen de detritus, un residuo consistente en el material excavado en el frente de la perforación, que estará completamente hidratado.

Por esta razón será necesario acopiarlo en una zona que permita un secado natural, para posteriormente utilizarlo como material de relleno y transportarlo a vertedero.

Dada la naturaleza húmeda del material, se utilizarán contenedores estancos (de obra) para el transporte.

El punto de secado se situará próximo a la obra, en el espacio utilizado como zona de acopio de materiales necesarios para la confección de la canalización.

Acopio de lodo de perforación en la obra

Los lodos bentoníticos, previamente cribados, serán almacenados en una balsa de terreno natural, para reutilizarlos para el resto de las perforaciones.

Una vez acabados los trabajos de perforación, se deberán:

- Desecar en la propia obra mezclándolos con terreno adyacente.
- Retirar y transportar a vertedero.
- Deshidratación de lodos bentoníticos

Los lodos bentoníticos, previamente cribados por la empresa perforadora, serán almacenados en un depósito (decantador).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Mediante una bomba centrífuga especialmente diseñada se procede al secado del lodo, obteniendo por una parte agua y por otra un residuo seco (tierras – arcillas), que se puede transportar al vertedero o utilizar en la misma obra (ídem para los detritus).

2.4.2.2 Apertura de zanjas / protección del cable

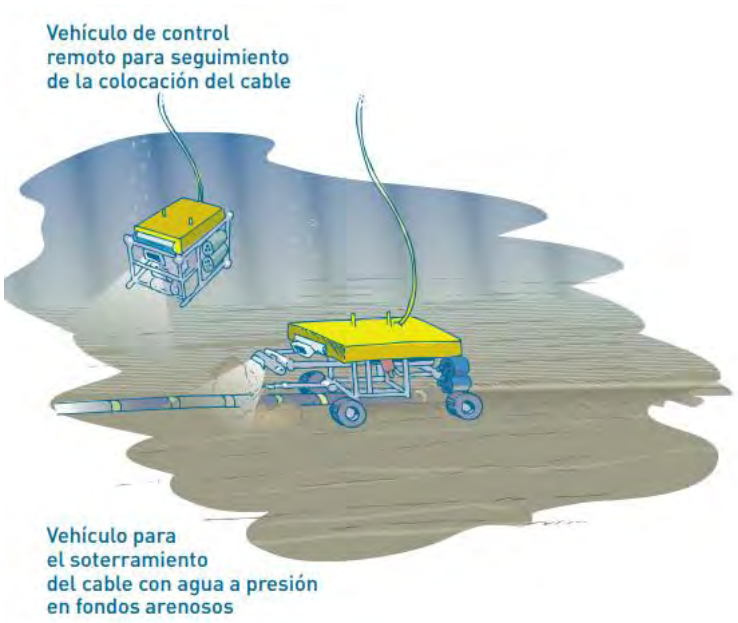
Como norma general, los cables submarinos irán enterrados a 1 metro bajo terreno arenoso.

Dependiendo de las características del fondo marino se considera el empleo de los siguientes métodos de protección:

- "Jetting". Se realiza posteriormente al tendido. Se utiliza un barco desde el que remotamente se manejará un vehículo submarino que descenderá hasta colocarse sobre el cable. El citado vehículo irá provisto de un mecanismo de chorros de agua a alta presión, que licuará el terreno ubicado bajo y alrededor del cable, permitiendo que el cable se hunda a través de los sedimentos en suspensión hacia el fondo de la zanja, según el mecanismo avanza hacia adelante. Cuando la máquina se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, solidificándose de nuevo y rellenando por sí mismos la zanja.

  Este método es válido para la parte del trazado con sedimentos arenosos o blandos.

Jetting



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

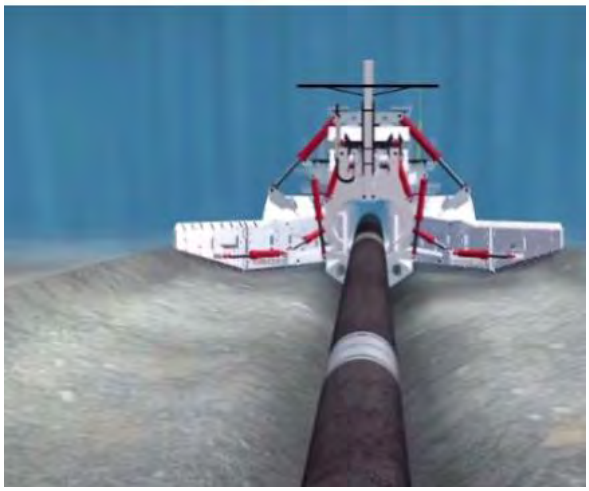
- "Trenching": En fondos con arcillas duras o rocas para alcanzar la profundidad deseada de 1 metro pueden ser necesarias operaciones de corte del fondo marino de forma puntual, es decir, la utilización de un tipo de excavadora submarina con cuchillas rotatorias.

Trenching

- "Ploughing": Se trata de una técnica de enterramiento por medio de un dispositivo de arado arrastrado por el barco de tendido de cable, que actúa simultáneamente sobre el fondo marino abriendo la zanja y enterrando el cable a la vez que avanza por el fondo.

Esta técnica es adecuada desde terrenos blandos a terrenos duros que no presentan rocas.

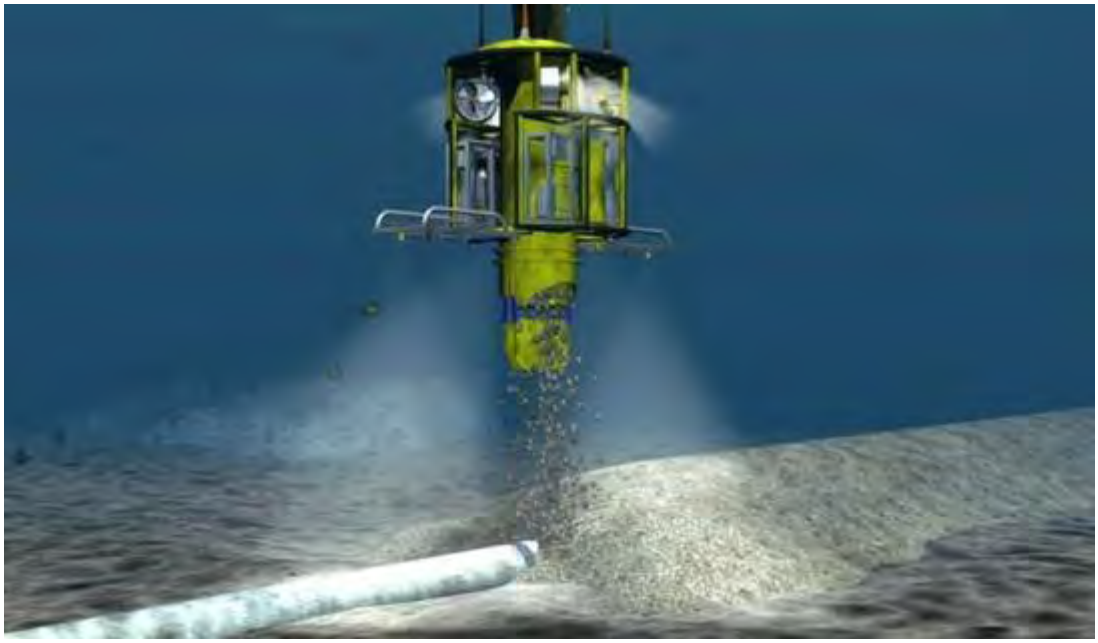
Ploughing



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

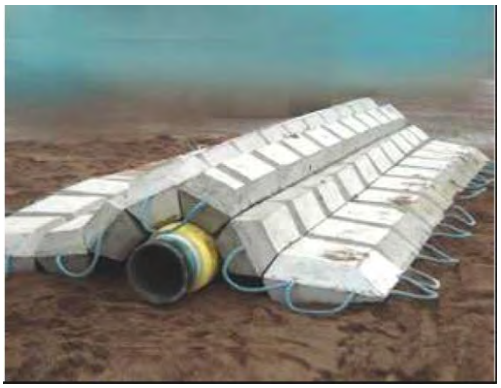
- "Rock dumping": en terrenos muy duros o en aquellos donde se complica mucho penetrar en el fondo marino, la protección del cable se consigue por medio de vertido de rocas de manera controlada sobre el propio cable (rock dumping). El tipo de roca deberá ser de características similares a la encontrada en la zona.

Rock dumping



- "Mattresses": una vez tendido el cable sobre el fondo marino en las zonas donde no es viable el enterramiento del cable, la protección del cable se realiza por medio de unos "colchones" como elemento de protección, habitualmente compuesto por bloques de hormigón de dimensiones 6 x 3 x 0,3 m. Este método de protección, también se usa como método de protección adicional en cruzamientos con otros servicios.

Mattrsses



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- En los tramos menos profundos, cerca de las costas, debido al mayor peligro de agresión externa se utilizarán otros métodos adicionales de protección, como la instalación de conchas de acero fundido (Cast Iron Shells hasta la profundidad de 50 m en ambos extremos del enlace).

A efectos de estudio del impacto ambiental, las tecnologías viables para enterrar el cable en sedimento no consolidado (jetting, ploughing, trenching) se consideran a grosso modo equivalentes por lo que se refiere a su impacto ambiental, con la salvedad de la anchura de corredor afectada. Las implicaciones de las otras técnicas (vertido de rocas, etc.) se analizarán por separado.

2.4.2.3 Tendido del cable submarino

Después de la fabricación y ensayos en fábrica de los cables submarinos, estos serán transferidos a plataformas giratorias en fábrica para ser cargados en las plataformas de los barcos encargados del tendido.

Los barcos estarán equipados con sistemas de posicionamiento GPS dinámicos para seguir exactamente las trayectorias prefijadas y mantenerse fijos cuando las condiciones del mar requieran suspender durante unas horas los trabajos de tendido.

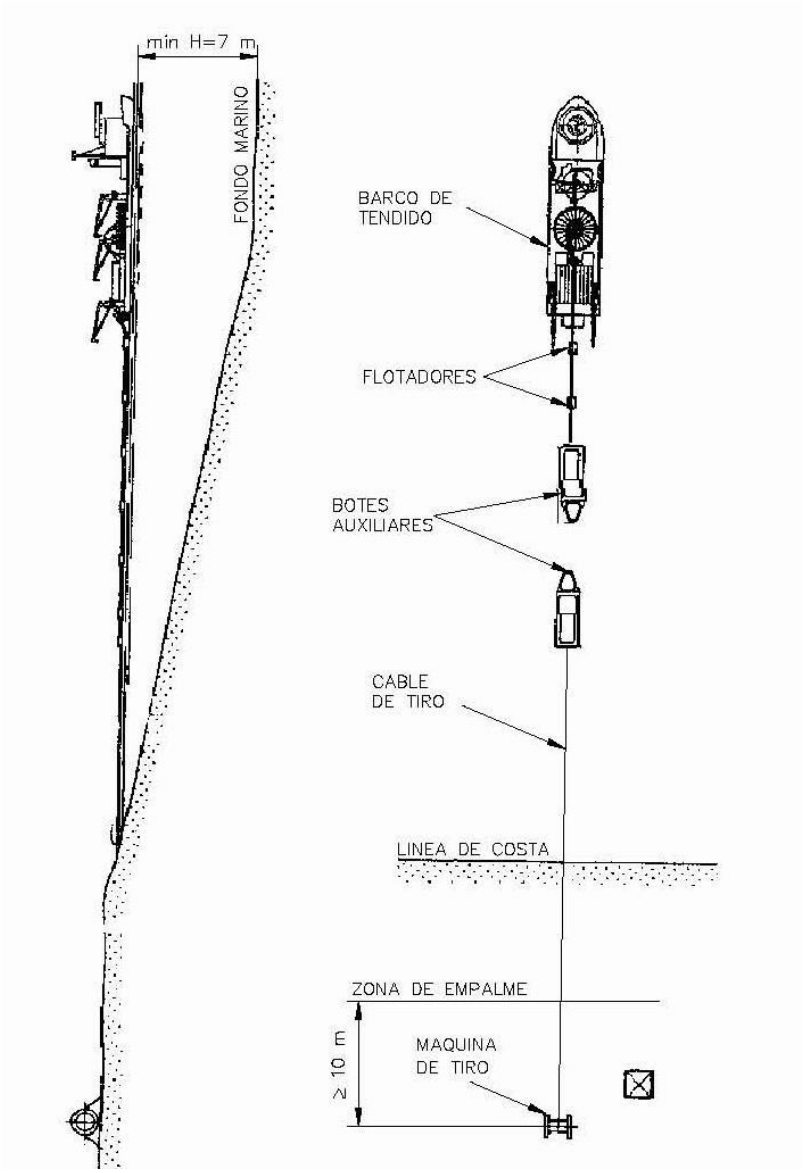
El método de tendido, a grandes rasgos, puede describirse de la siguiente forma:

Para comenzar las operaciones de tendido el barco se situará lo más cerca posible de la costa en línea con la dirección de la ruta a seguir por los cables. El barco, para mantener la posición preestablecida sin necesidad de muertos o amarres, utilizará su propio sistema de posicionamiento dinámico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cuando el barco esté situado correctamente, el cable submarino será lentamente descargado desde el barco con una serie de flotadores hinchables y tendido hacia la costa por medio de botes auxiliares. Del mismo modo, desde la máquina de tiro instalada en tierra, se tenderá un cable piloto de tiro con otro bote auxiliar. El número de botes auxiliares necesarios para realizar esta operación dependerá de las condiciones atmosféricas y la distancia de flotación necesaria.

INICIO DE LA OPERACIÓN DE FLOTACIÓN EN LA COSTA INICIAL

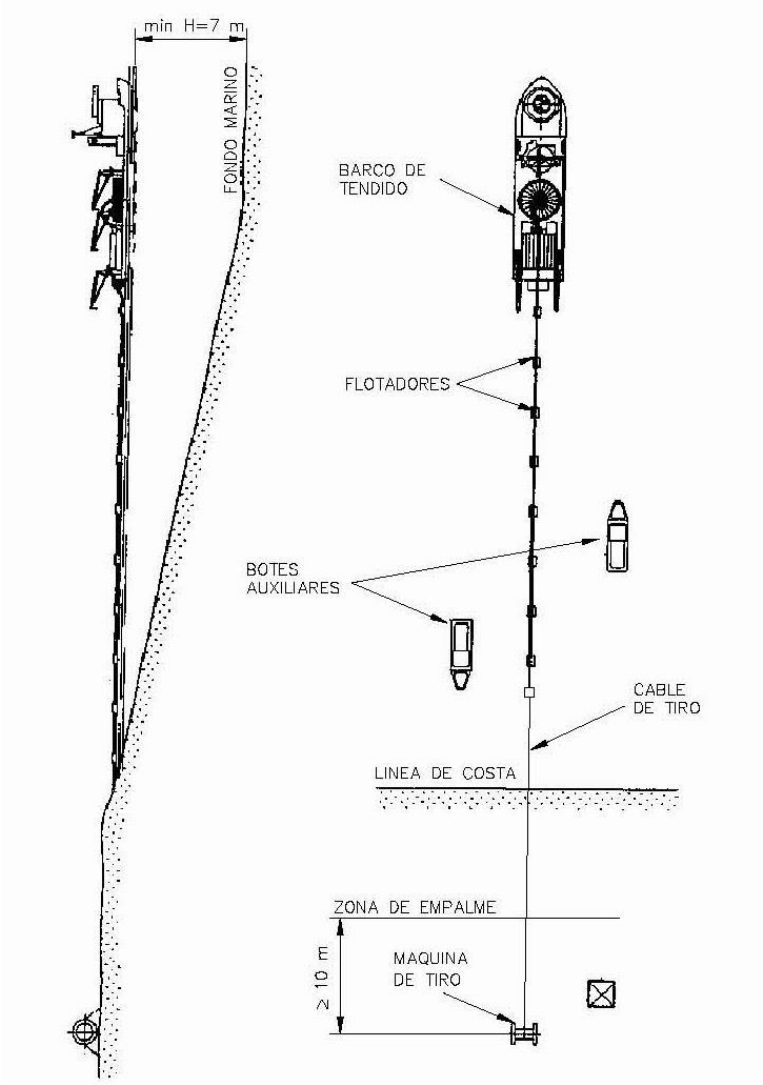


Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1,5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o al cabezal del cable submarino. Entonces se empezará a tirar del cable piloto hasta

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto del empalme de transición entre el cable submarino y el cable subterráneo (B.J. Beach Joint), mientras que simultáneamente el barco va entregando más cable en los flotadores hinchables.

TIRO DESDE LA MÁQUINA DE TIRO SITUADA EN LA COSTA INICIAL



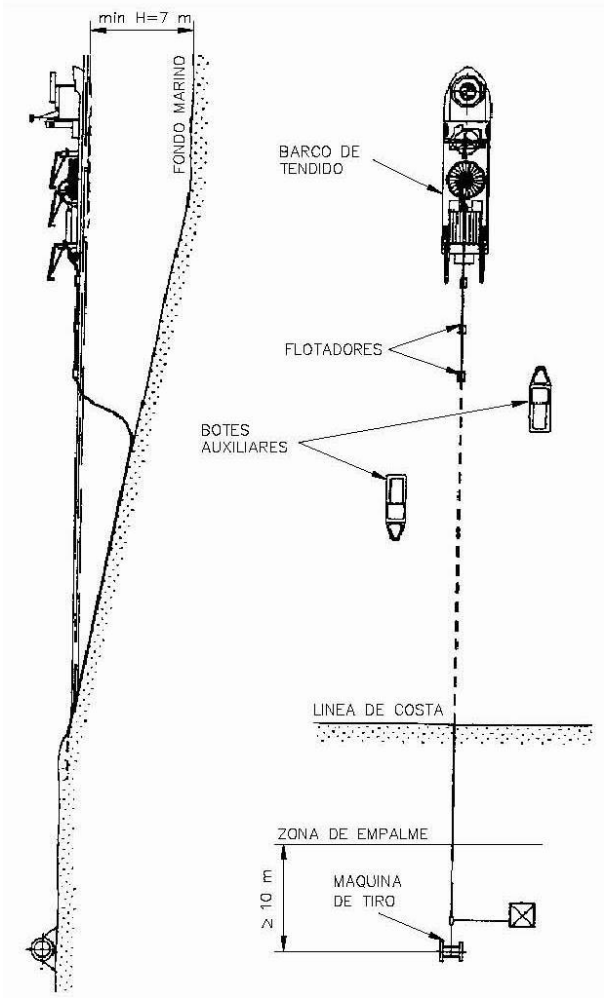
Desde el punto del empalme de transición (B. J. Beach Joint) hasta la orilla se instalará un camino provisional de rodillos, de tal forma que cuando el extremo del cable submarino llega a la orilla, se van retirando los flotadores hinchables y el cable se coloca sobre los rodillos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cuando haya sido tendida la longitud suficiente de cable para realizar los empalmes de transición, se retirará el cable de los rodillos y el extremo o cabezal del cable será entonces anclado a tierra.

Una vez finalizada la operación de tendido en la costa el cable será sumergido en el fondo del mar por buceadores especializados que irán retirando los flotadores hinchables del cable. La retirada de los flotadores se realizará partiendo del barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

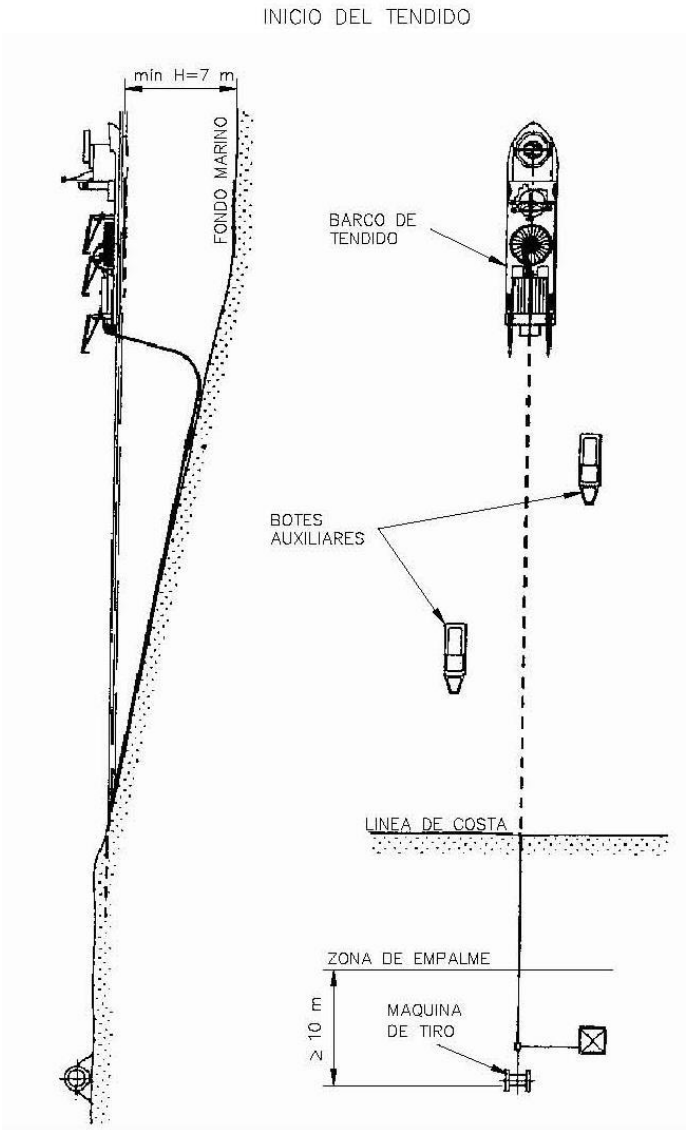
COLOCACIÓN DEL CABLE EN EL FONDO MARINO



Una vez preparada la salida del cable submarino, el barco procede a recorrer la traza del cable correspondiente hasta la llegada en la costa. Para el tendido del cable el barco avanza

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

lentamente siguiendo la traza del mismo, desenrollando el cable desde la bodega del barco de forma paulatina y ajustada al avance del mismo. El cable abandona la bodega y siguiendo las poleas y guías dispuestas en la cubierta, cuelga por la popa y siguiendo una amplia curva, se deposita en el fondo del mar siguiendo la estela del navío. El peso del cable hace que se sitúe exactamente en la traza definida.



En su avance el barco de tendido va depositando el cable en el fondo, siguiendo en todo momento la trayectoria prefijada, utilizando para ello el Sistema de Posicionamiento Dinámico. La navegación estará basada en el uso del DGSP (Diferencial Global Positioning System). El GPS es un sistema de medida de distancia donde el receptor, situado a bordo del barco de tendido, mide la distancia simultáneamente de todos los satélites GPS sobre el horizonte.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El tendido del cable estará basado en el perfil del fondo marino e información obtenida del informe marino desarrollado antes del tendido, y posterior estudio realizado sobre los parámetros de tendido.

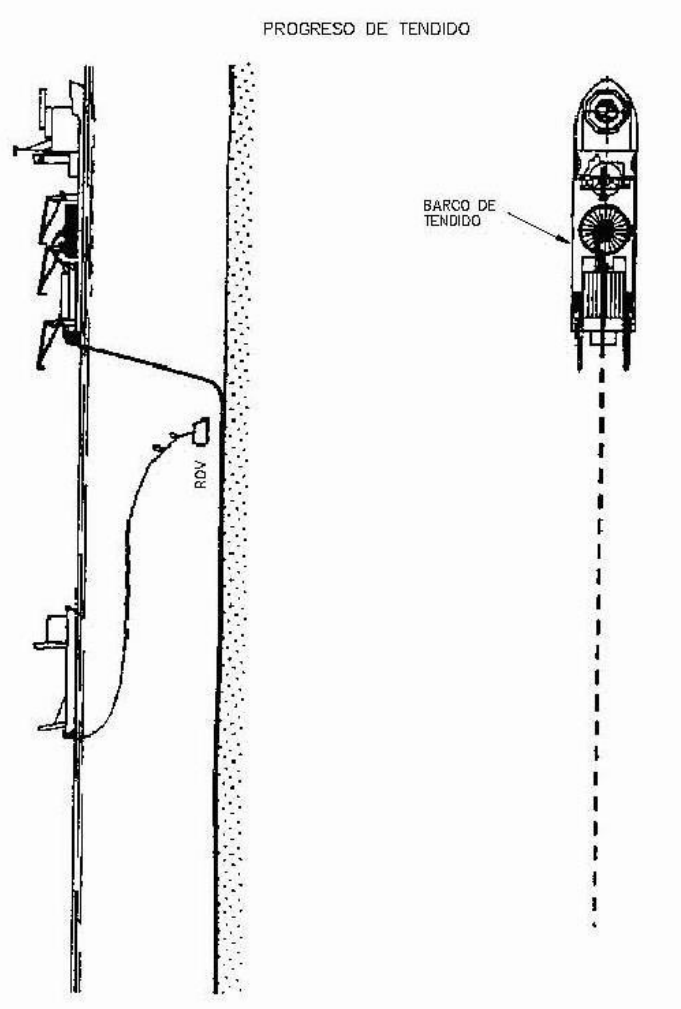
Por lo tanto, para poder comparar los valores precalculados y asegurar que el cable es tendido adecuadamente sobre el fondo marino según el trazado previsto, se monitorizará desde el barco cablero con la siguiente información:

- Posicionamiento del barco de tendido
- Posición del vehículo de control remoto (ROV)
- Velocidad de suministro del cable.
- Tensión del cable y ángulo de la bobina de tendido
- Longitud del cable ya tendido
- Profundidad
- Velocidad y dirección del viento.

Durante el tendido se realizará una monitorización del posicionamiento del cable en el lecho marino (touch down monitoring), es decir, se realizará la detección del punto de contacto o posado del cable, mediante un vehículo de control remoto (ROV) para posibilitar pequeños ajustes de trazado con los que evitar apoyar sobre obstáculos aislados y evitar los “free spans” vanos libres entre apoyos del cable en irregularidades locales del fondo marino. El ROV operará desde un barco de apoyo independiente con su propio sistema de posicionamiento dinámico.

Esto se realizará de forma continua salvo en la zona de gran profundidad (y menores irregularidades), con el objeto de reducir al máximo la duración de las campañas de tendido de los cables ya que el ROV tiene mayores restricciones meteorológicas que el barco de tendido.

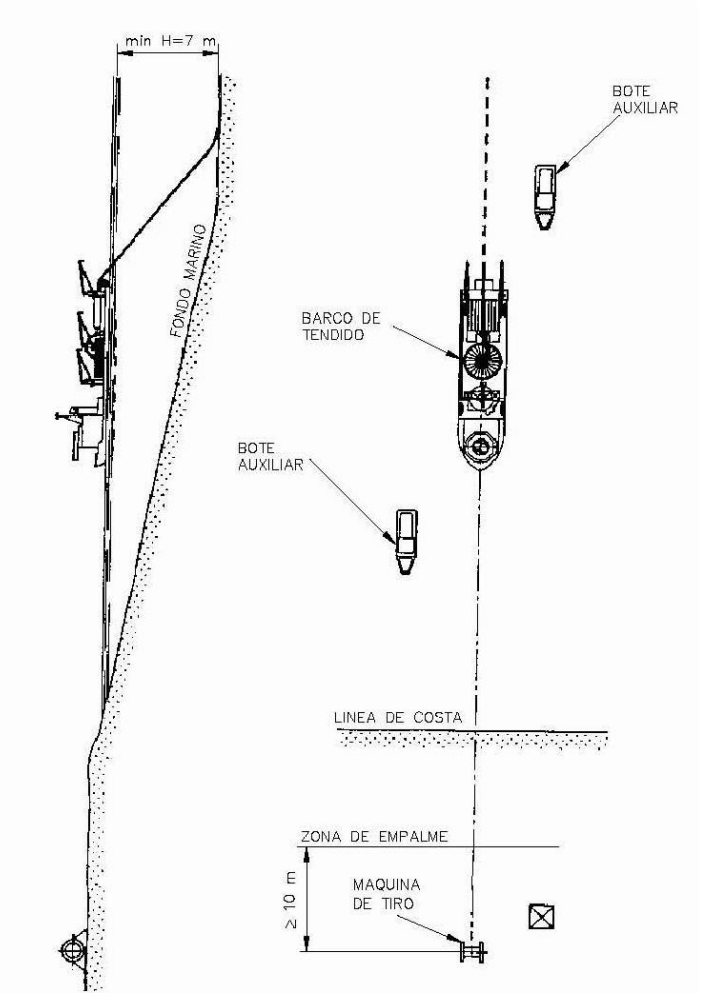
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



En las proximidades del punto de llegada a tierra y antes de comenzar las operaciones de tierra, el barco se alejará cuidadosamente de la alineación de la ruta final del cable de forma que deje su popa libre para las operaciones de tendido y será situado en su posición final utilizando su sistema de Posicionamiento Dinámico.

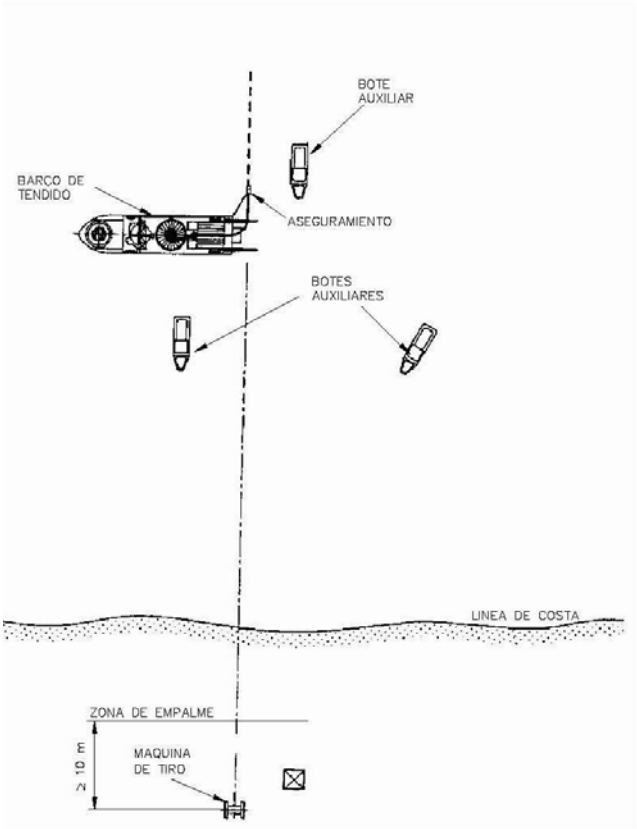
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

APROXIMACIÓN A LA COSTA FINAL



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

POSICIONAMIENTO DEL BARCO DE TENDIDO EN LA COSTA FINAL

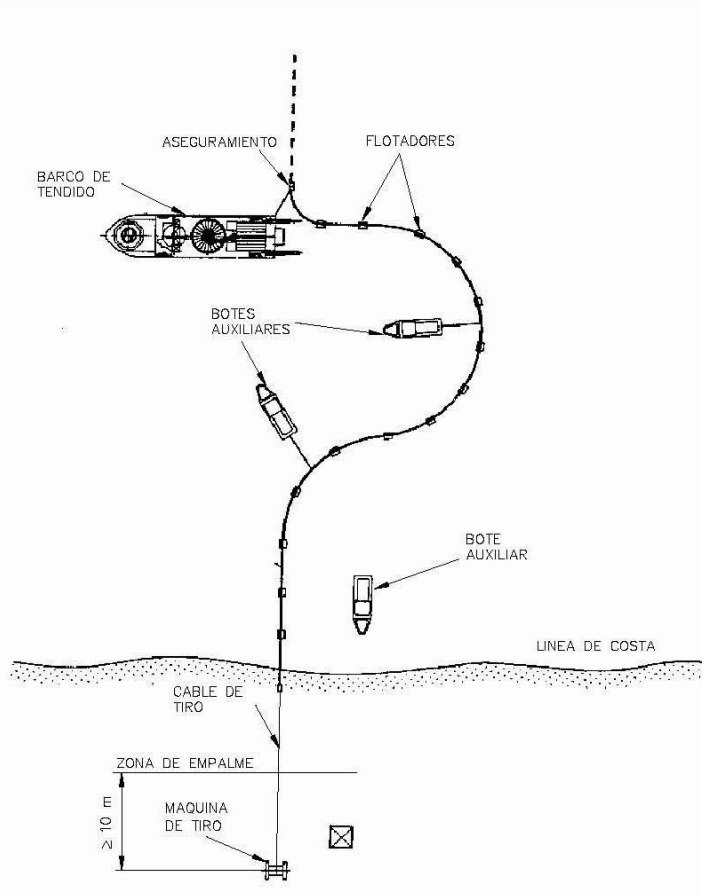


Cuando el barco esté correctamente asegurado en su posición final, el cable flotará en un amplio bucle con la ayuda de flotadores y buceadores hasta que haya una suficiente longitud de cable fuera del barco. Al ser el cable de mayor longitud que la necesaria para su tendido, el mismo será cortado y sellado a bordo, procediéndose entonces al tendido del lazo mediante botes auxiliares hacia tierra.

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1,5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o cabezal del cable submarino. Entonces, se empezará a tirar del cable piloto desde la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto de empalme entre el cable submarino y el cable subterráneo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

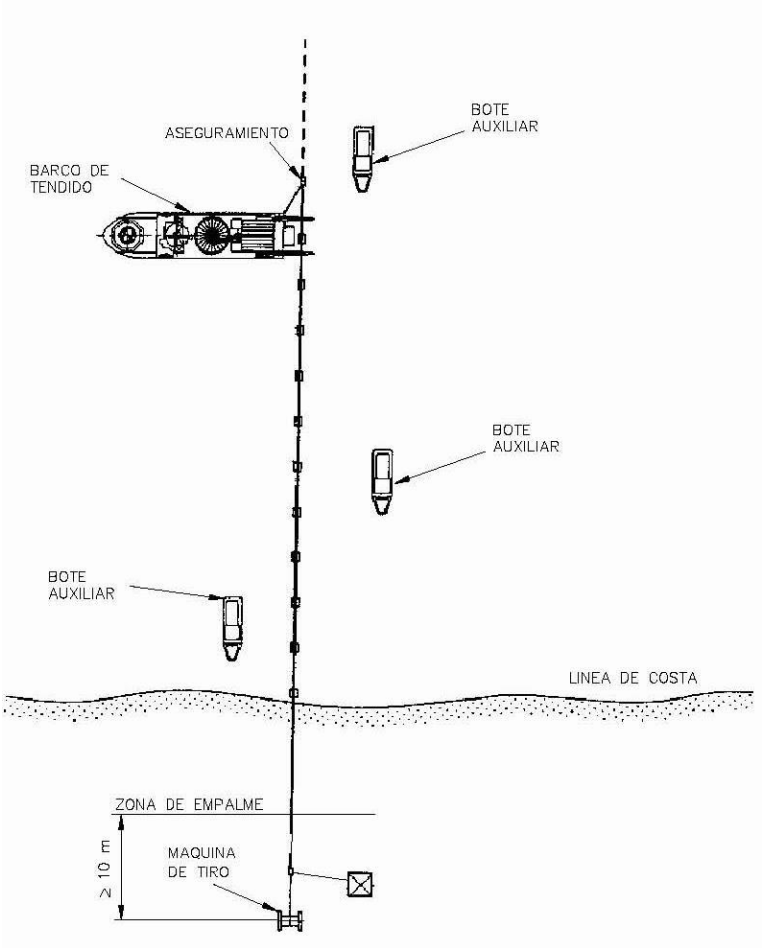
OPERACIÓN DE FLOTACIÓN Y TENDIDO DESDE LA MÁQUINA DE TIRO SITUADA EN LA COSTA FINAL



Desde el punto del empalme de transición (B. J. Beach Joint) hasta la orilla se instalará un camino provisional de rodillos, de tal forma que cuando el extremo del cable submarino llegue a la orilla, se irán retirando los flotadores hinchables quedando el cable sobre los rodillos. Cuando haya sido tendida la longitud suficiente de cable para realizar los empalmes, se retirará el cable de los rodillos y el extremo o cabezal será asegurado a tierra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

FINALIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE FLOTACIÓN EN LA COSTA FINAL



La retirada de los flotadores se realizará partiendo desde el barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 AFECCIONES AL DPMT POR LAS INSTALACIONES

Las instalaciones que se proyectan en DPMT son:

- Dos cámaras de empalme que quedarán soterradas bajo el parking de El Chorrillo, de 11,5 x 3,8 m cada una de ellas.
- Unos 10 m de tramo soterrado en zanja se simple circuito correspondiente al circuito 2 y unos 2 m de tramo soterrado en zanja de simple circuito correspondiente al circuito 1. Ambas bajo el parking de El Chorrillo.
- Tramos subterráneos-submarino en perforación horizontal dirigida (PHD) de los 2 circuitos (490 m de longitud cada uno de ellos) de la L/132 kV Algeciras –Virgen de África bajo el parking de El Chorrillo y el primer tramo marino, en Ceuta. Diámetro del túnel perforado: 0,5 m.
- Tramo submarino de la L/132 Algeciras-Virgen de África, con un cable para cada circuito, de 34 km por agua territoriales españolas y diámetro del cable 186 mm zona proco profunda y 182 mm en zona profunda.
- Subestación eléctrica a 132 kV Virgen de África de 6.405 m^2, dentro de terrenos portuarios que se encuentran en trámite de desafección para dar cabida a la implantación de la subestación.

Las instalaciones que se proyectan en Zona de Servidumbre de Protección (ZSP) del DPMT son:

- Tramos subterráneos en zanja de simple circuito de la L/132 kV (0,7 m de ancho). Este tramo requiere de 2 arquetas (una por circuito) para ayuda al tendido del cable de fibra óptica.

  – 600 m correspondientes al circuito 2 que se dispone bajo el acerado del paseo marítimo de la Avda. Martínez Catena. Este tramo requiere de 1 arquetas para ayuda al tendido del cable de fibra óptica.
  – 617 m correspondientes al circuito 1 que se dispone, en el lado contrario bajo los aparcamientos de la avda. Este tramo requiere igualmente de 1 arqueta en ZSP.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Disposición de la L/132 kV en la zona de transición tierra-mar

Además, con carácter temporal serán necesarias las siguientes ocupaciones temporales en DPMT y Zona de Servidumbre de Protección:

- Zona de ocupación temporal para la perforación dirigida en el parking de El Chorrillo.,
- Ocupación temporal en paralelo a cada una de los circuitos en ZSP durante las obras de apertura de la zanja.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 PARCELAS CATASTRALES AFECTADAS

La siguiente tabla recoge las parcelas catastrales en zona de DPMT y su zona de servidumbre de Protección, rústicas y urbanas, afectadas por el proyecto con carácter temporal (durante las obras) y permanente (durante la vida útil de la instalación) en la zona de salida al mar de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África.

Parcelas catastrales afectadas por las instalaciones en DPMT y su zona de servidumbre de protección

Zona	Referencia	Categoría	Polígono	Parcela	Elemento de proyecto
ZSP	0338223TE9703N	Urbana	03382	23	Circuito 1 en zanja de la L/132 kV
	0338224TE9703N	Urbana	03382	24	Circuito 1 en zanja de la L/132 kV
	0338201TE9703N	Urbana	03382	01	Circuito 1 en zanja de la L/132 kV
	55101A00109000	Rústica	001	09000	Circuitos 1 y 2 en zanjas diferentes de la L/132 kV
DPMT	55101A00109012	Rústica	001	09012	Cable submarino en PHD Cámaras de empalme de transición tierra-mar Circuitos 1 y 2 en zanjas diferentes de la L/132 kV
	0348012TE9704N	Urbana	03480	12	SE Virgen de África

Fuente: elaboración propia a partir del proyecto y el catastro, 2021.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

5.1 JUSTIFICACIÓN DEL INTERÉS PÚBLICO DE LA ACTUACIÓN

El interés público de la instalación proyectada se fundamenta por un lado en la función concreta que desempeñará, al servicio del interés general, y por otro, administrativamente, le es reconocido por la legislación sectorial eléctrica.

En cuanto el servicio al interés general, el presente proyecto de la red de transporte se justifica por la importancia estratégica para el Sistema Eléctrico Nacional, en sintonía con los objetivos nacionales de Transición Energética incluidos en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (2021-2030) y por extensión para los intereses ceutíes, ya que se trata de la primera interconexión eléctrica entre la red de transporte peninsular y Ceuta, siendo dependiente actualmente la generación eléctrica de Ceuta en régimen de exclusividad de la central térmica instalada en el núcleo urbano de la ciudad.

Se trata de un proyecto estratégico también por su contribución a la consecución de los objetivos europeos y nacionales respecto al Cambio Climático como es la descarbonización de la economía, la reducción de emisiones de efecto invernadero en el horizonte 2030, la mayor integración de energías renovables en el parque de generación y conseguir un parque de generación en 2050 100% renovable. En concreto, la reducción de la potencia instalada de la central térmica de Ceuta (que genera a partir de motores diésel y turbina de gas) permitirá integrar en el mix energético más energías renovables procedentes de la península, posibilitando en el futuro la instalación de generación renovable en Ceuta y en la península.

Asimismo, el enlace en proyecto tendrá consecuencias favorables en las condiciones ambientales y de habitabilidad del núcleo urbano de Ceuta dado que la reducción de la potencia térmica instalada favorecerá la reducción de emisiones de gases y partículas contaminantes, así como de las emisiones de ruido.

Por las razones anteriores y por la importancia para garantizar un suministro eléctrico de calidad a la ciudad de Ceuta, el proyecto se encuentra incluido en la en la planificación eléctrica vigente correspondiente con el *Documento de* Planificación Energética. «Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026», aprobada mediante Acuerdo del Consejo de Ministros de 22 de marzo de 2022 y publicada por Resolución de la Secretaria de Estado de Energía de fecha 8 de abril de 2022 («Boletín Oficial del Estado» n.º 93, de 19 de abril de 2022).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por último, la propia Ley 24/2013 del Sector Eléctrico, en su artículo 54 declara de utilidad pública las instalaciones eléctricas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica, a los efectos de expropiación forzosa de los bienes y derechos necesarios para su establecimiento y de la imposición y ejercicio de la servidumbre de paso.

5.2 JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE AFECCIÓN AL DPMT Y SU ZONA DE SERVIDUMBRE

Las instalaciones no pueden tener otra ubicación distinta de la planteada, fuera del DPMT o de su zona de servidumbre o que las afecte en menor medida, por las siguientes razones:

- La ocupación del DPMT y de su la zona de servidumbre por la conexión eléctrica es ineludible, ya que conecta territorios separados por el mar Mediterráneo.
- El punto de aterraje en Ceuta se ha elegido entre 4 alternativas, habiéndose considerado el más favorable a pesar de situarse las cámaras de empalme de transición tierra-mar y la zona de trabajo temporal para el empalme en DPMT por:
  - Tratarse las dos soluciones planteadas en Ceuta Norte debido como soluciones más desfavorables para el cable debido a las elevadas pendientes existentes en el talud continental de esta cara norte del territorio ceutí y debido también a las peores condiciones constructivas (más roca y con ello mayor valor de las comunidades) en el lado de Ceuta Norte.
  - En relación con la otra alternativa planteada para el aterraje en Ceuta Sur la solución del parking del Chorrillo implica el trazado terrestre más corto hasta la subestación Virgen de África, y no invadiendo el trazado soterrado los límites del DPMT frente a esta otra alternativa sur que si lo invaden.
- El trazado de los cables subterráneos por la ZSP es de manera longitudinal a ella y no perpendicular porque la experiencia en la gestión de líneas eléctricas subterráneas ha concluido que la principal causa de interrupción del suministro son excavaciones y movimientos de tierra, aunque estén amojonadas, y que la mejor manera de prevenir estos accidentes es ajustar su trazado a elementos reconocibles del terreno como linderos y caminos. Es por ello que se han proyectado sendas zanjas de simple circuito, cada una por un lado de la Avda. Martínez Catena.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6 EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS SOBRE EL DPMT

Se considera que las actividades proyectadas no pueden suponer una alteración importante del dominio público marítimo-terrestre, como se desprende del análisis de impactos hecho en el marco del estudio de impacto ambiental.

Las conclusiones del estudio de impacto ambiental en relación con impactos vinculados al DPMT se trasladan a continuación.

En la zona de aterraje, en esencia, dado que las instalaciones en el DPMT consisten, en sendas perforaciones de 50 cm de diámetro, bajo el fondo marino, sin ninguna actuación sobre el lecho hasta que afloran a la cota batimétrica -17 m, a más de 480 m de la costa, y a partir de entonces solo suponen la apertura de dos zanjas y su posterior tapado, los efectos ambientales que se han identificado son muy limitados.

Medio físico

- Alteración morfológica y granulométrica del sedimento del fondo marino por excavación de la zanja.
  - Impacto no significativo.
- Afectación de la calidad de las aguas por vertidos desde el barco cablero.
  - Los vertidos del barco cablero estarán limitados a descargas de aguas grises y negras cumpliendo las condiciones normativas por las que pueden ser realizados. Este vertido no tendrá incidencia ambiental porque las masas de agua en la zona de proyecto presentan buena oxigenación, alta renovación y sin indicios de eutrofización.
  - No se producirá ningún vertido de ninguna sustancia oleosa o peligrosa al medio durante la estancia del barco cablero en la zona del proyecto.
  - Impacto compatible.
- Afectación a la calidad de las aguas debido a la excavación de la zanja del cable.
  - Se prevé la generación de plumas de turbidez de duración, intensidad y alcance limitados por la relativamente baja presencia de finos en el sedimento, especialmente cerca de las zonas ambientalmente más sensibles. Estas plumas locales de sedimentos no

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

conllevarán la resuspensión de contaminantes, nutrientes ni materia orgánica en cantidades significativas para afectar la calidad del agua o las comunidades bentónicas.

- Impacto compatible.

Medio biótico

► Afectación a fauna pelágica de gran tamaño (mamíferos marinos y quelonios) por el barco cablero.

- Impacto no significativo.

► Afectación a las comunidades bentónicas por el tendido del cable.

- En total se van a afectar un total de aproximadamente 40 ha. de suelo marino (todo el tramo por la superficie del lecho marino hasta que al llegar a Ceuta discurre bajo el mediante PHD). Por lo que se refiere su valor ecológico, más del 87% de la superficie afectada es de comunidades con un valor moderado (por el hecho de no presentar especies estructurantes, ni protegidas, ni de interés comercial), poco más de un 8% de valor moderado-alto y solamente un 4,6 % de un valor alto o muy alto, que son *Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo* y *Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo*.
- Impacto compatible.

► Introducción de especies invasoras.

- Los barcos cableros pueden llevar hasta 4.000 m^3 de agua de lastre, que es el principal vector de propagación de especies invasoras, responsable de un 45% de todos los episodios conocidos.
- El barco dará cumplimiento al sistema de gestión de aguas de lastre de la *International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments* (Convenio BWM).
- Impacto compatible.

Espacios naturales protegidos

► Afección directa a la ZEC Estrecho Oriental indirecta al LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La ZEC Estrecho Oriental es afectada por el proyecto en dos tramos de aproximadamente 1.220 m (circuito oeste) en la esquina nororiental de la ZEC y 2.970 m (circuito oeste) y 2.260 m (circuito este) en cada uno de los cuales se excavan y cubren dos zanjas paralelas a unos 700 m de distancia, una por cada circuito.
- Los cables proyectados en su trayectoria bordeando territorio ceutí para aterrar en la explanada del aparcamiento del Chorrillo discurren bordeando igualmente los límites marinos del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho. Concretamente, el circuito Oeste de la línea proyectada a 132 kV discurre a lo largo de unos 4 km a una distancia media de los límites externos marinos de este espacio de unos 700 m. Por su parte el circuito Este discurre igualmente a lo largo de unos 4 km bordeando este espacio manteniendo una distancia mínima de unos 300 m de media a lo largo de unos 2 km para posteriormente alejarse hasta los 500 m siguiendo el trazado estudiado en campaña marinas denominado “Variante RR_B5-B6”.
- Se ha redactado un informe específico valorando la afección el proyecto a la Red Natura 2000. Este informe concluye que:

  – El proyecto no afectará de manera apreciable a la Red Natura 2000: en ningún caso se prevén afecciones significativas, ya sean directas, indirectas o sinérgicas con otras amenazas identificadas ni con instalaciones existentes o programadas, sobre los objetivos de conservación (hábitats y especies) de las ZEC y ZEPA, como tampoco sobre la funcionalidad ecológica de los mismos, o el reforzamiento de las principales amenazas a la conservación de estos espacios identificadas por sus planes de gestión y formularios normalizados RN2000.
  – No se reconoce capacidad al proyecto para, por sí mismo o en combinación con otras instalaciones existentes o actuaciones que supongan un cambio de usos del suelo o alteraciones de los fondos marinos, disminuir de forma apreciable la conectividad ecológica entre los espacios protegidos existentes en su entorno, ni entre estos y espacios forestales externos a los mismos y, por lo tanto, de afectar a la coherencia ecológica de la Red Natura 2000.
  – No se considera necesario adoptar medidas compensatorias de los posibles efectos del proyecto sobre la Red Natura, que en todos los casos se valoran como no significativos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Nueva subestación Algeciras 132 kV

Nueva subestación Virgen de África 132 kV

Línea a 132 kV Algeciras-Virgen de África

Trazado terrestre soterrado

Trazados marinos

Puntos de salida de la perforación horizontal dirigida (PHD)

Espacios Naturales Protegidos

Espacios naturales protegidos + Red Natura 2000

Red Natura 2000

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7 EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS OBRAS PROYECTADAS EN EL DPMT SOBRE LA COSTA Y LOS POSIBLES EFECTOS DE REGRESIÓN DE ESTA

La incidencia sobre la costa de las instalaciones proyectadas en el DPMT es la siguiente:

- Tramo submarino de la L/ 132 Algeciras-Virgen de África.

  - La línea submarina bordea (enterrado en zanja) las costas de Ceuta para entrar en la bahía sur (parking del Chorrillo) manteniendo unas distancias aproximadas de 1.200 m el circuito oeste o circuito 2 y 1.700 m el circuito este o circuito 1.
  - El punto más próximo de la zanja submarina para el enterramiento del cable a la costa es de 490 m, situándose este punto a la cota batimétrica -17 m fuera, por tanto, de la zona afectada por la dinámica costera
  - Una vez que el trazado se aproxima en perpendicular a la costa del parking del Chorrillo el paso mar tierra se lleva a cabo mediante perforación horizontal dirigida de manera que esta emergería a 490 m de la costa y a una profundidad de -17 m, fuera, por tanto, de la zona afectada por la dinámica costera.

- Tramo subterráneo-submarino de la L/132 kV en perforación horizontal dirigida bajo el parking de El Chorrillo y la primera franja marina.

  - No tiene ninguna incidencia sobre la costa porque se construye en su totalidad mediante perforación horizontal dirigida, sin remoción o alteración del lecho marino ni la zona intermareal en las zonas donde este es más dinámico. La línea de costa, en este caso el espigón del parking es cruzado bajo el fondo marino, con el límite superior del tubo que contiene los cables discurre a una profundidad de enterramiento de entre 10 y 20 m de promedio.

- Tramo soterrado de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África

  - Los trazados de ambos circuitos a lo largo de ambos lados de la Avda Martínez Catena discurrirán totalmente en soterrado en zanjas independientes de 0,7 m de anchura y con una profundidad de 1,3 m. Esta zanja será sellada y se repondrán el acerado y asfalto afectado manera que no se va a alterar el perfil del terreno en ningún caso y no va a quedar ningún elemento por encima de la rasante del suelo, incluidas las cámaras de empalme para el paso tierra-mar de la línea.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se concluye que las obras no tienen influencia sobre la costa ni sobre los posibles efectos de regresión de la misma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8 ADAPTACIÓN DE LAS OBRAS AL ENTORNO EN QUE SE ENCUENTRAN SITUADAS

Las adaptaciones del proyecto y sus obras de construcción al entorno en el que se sitúan las obras es la siguiente:

- El punto de aterraje en La Línea de la Concepción se ha elegido entre 4 alternativas, habiéndose considerado el punto más favorable, además de por las propias características del enclave, por la consideración en su conjunto de los trazados marinos hasta el punto de aterraje y por los trazados en soterrado desde este hasta la subestación Virgen de África.
- Se ha seleccionado la técnica de PHD para el tendido de los primeros 490 m de cable por ser más respetuosa con el fondo marino que las distintas técnicas de perforación de una zanja y relleno posterior. Además, esta técnica permitirá que no se produzca ninguna afección ni a las poblaciones de *Patella ferruginea* asentadas en el espigón del aparcamiento de la playa del Chorrillo al producirse la perforación por debajo de la zona intermareal colonizada por esta especie.
- No hay ninguna construcción permanente en superficie en DPMT o su ZSP. Las instalaciones temporales para la perforación horizontal dirigida tendrán un aspecto estético cuidado dentro de su funcionalidad, se mantendrán limpias de basuras y en buen estado de conservación, se estudiará colocar un cerramiento de obra con malla de ocultación verde de polietileno en los laterales que no interfieran con los trabajos.
- Las cámaras de empalme no serán apreciables quedan a ras del terreno una vez finalicen las obras.
- Las obras se llevarán a cabo en coordinación con las autoridades de la Ciudad Autónoma de Ceuta y de manera similar a otras obras análogas de soterramientos de instalaciones públicas bajo acerados y calzadas. De esta manera se minimizará la afección a la población en relación a ruidos (control horario), cortes de tráfico y molestias a peatones (trazados alternativos para los mismos) informando con antelación suficiente a los residentes y población afectada.
- En este caso se propondrá a las autoridades de Ceuta la realización de la perforación horizontal dirigida y del tramo de zanja que discurre a lo largo de la acera del paseo de la playa del Chorrillo (ZSP) fuera de la temporada de playa para minimizar la afección a los usuarios de la misma.
- El aparcamiento del Chorrillo, además, mantendrá su funcionalidad en el resto de zonas no afectadas por las instalaciones temporales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La zona de servidumbre de tránsito permanecerá libre y expedita en todo momento permitiéndose el paso a la playa del Chorrillo.
- Todos los servicios afectados por las obras, y en particular viarios, acerados, equipamientos urbanos, servicios e infraestructuras serán repuestos con la mayor brevedad posible, garantizándose su correcta funcionalidad.
- El sendero E-4 Plaza de África-Frontera del Tarajal coincidente con el paseo marítimo del Chorrillo (en Ceuta) será afectado directamente por el proyecto, por lo cual deberán adoptarse medidas para compatibilizar su uso, como puede ser la ejecución de las obras fuera de la temporada de playas, en días laborables o en horarios en los que el tránsito de senderistas y usuarios de las playas sea menor.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9 EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA ACTIVIDAD SOLICITADA

Los efectos genéricos más importantes que el cambio climático puede suponer en las playas se reducen básicamente a una variación en la cota de inundación y a un posible retroceso, o en su caso avance, de la línea de costa.

Manifestación local del cambio climático

La evolución que se espera que presenten los principales parámetros en relación con el DPMT, extraídos de la publicación de Sanz y Galán (2020) es la siguiente:

- Las proyecciones de ascenso del nivel medio del mar en Europa varían entre 21 cm y 24 cm en 2050 en función del escenario de emisión, RCP4.5 y RCP8.5 respectivamente. A final de siglo, el nivel medio del mar podría alcanzar 53 cm en el escenario de emisión intermedio (RCP4.5) y 77 cm en el más desfavorable (RCP8.5).

- El aumento del nivel del mar dará lugar a eventos extremos costeros más frecuentes. Las últimas estimaciones globales muestran que eventos que ocurrían una vez cada 100 años, en 2100 ocurrirán anualmente en todos los escenarios de cambio climático considerados (IPCC, 2019). La cota de inundación podría aumentar en 2040 un 8% en las costas del mar de Alborán, asumiendo que la tendencia de ascenso del nivel del mar actual continúa durante la primera mitad de siglo.

- La erosión, se verá intensificada por el efecto del cambio climático. En la costa mediterránea el retroceso podría ser de 2 m, entorno al estrecho de Gibraltar y de 1,5 m en el resto. Aunque los cambios en la intensidad y dirección del oleaje también pueden generar retrocesos, estos son un orden de magnitud menor que el originado por el aumento del nivel del mar. Los cambios en el transporte de sedimentos también afectan al equilibrio entre la costa y el nivel del mar. En 2040 se espera en la zona del Mar de Alborán procesos de acreción de entorno al 5-10%.

Efectos del cambio climático sobre la actividad

El punto más bajo de las instalaciones, sensible a la inmersión prolongada, es la subestación Virgen de África 132 kV que se sitúa a la cota de + 5,0 m y a 260 m del mar. El siguiente punto más bajo es la conexión entre el cable subterráneo y el cable submarino, bajo el parking de El

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Chorrillo, y donde en obra se sitúa la maquinaria para la perforación dirigida. Esta conexión se realiza en una cámara de empalme prefabricada en hormigón, estanca, se sitúa a una cota +6,1 m y a 35 m del mar.

En ambos casos se consideran unos resguardos suficientes para que, en el horizonte correspondiente a la vida útil de la instalación (40 años), una eventual regresión de la línea de costa, ascensos del nivel del mar máximos e inundaciones extraordinarias, no afecten su funcionalidad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10 PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

ACTIVIDAD	INICIO	FINAL
Trabajos de obra civil	Enero 2024	Julio 2025
Tendido de los cables subterráneos, realización de los empalmes subterráneos e instalación de accesorios	Octubre 2024	Octubre 2025
Tendido y protección de los cables submarinos y realización de los empalmes cable submarino-cable terrestre	Enero 2025	Octubre 2025
Pruebas de aceptación	Noviembre 2025	Noviembre 25
Reposición y restauración del área de servidumbre de protección	Octubre 2025	Marzo 2026

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO I. DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA DEL EMPLAZAMIENTO

Fotografía 1. Punto de aterraje en PHD de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África junto al espigón del parking de El Chorrillo.

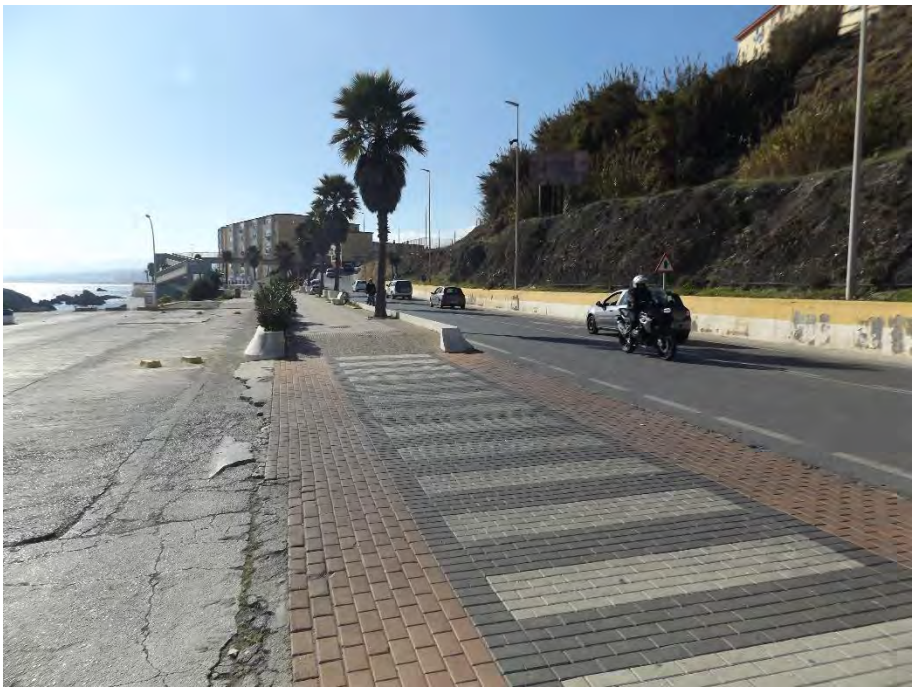
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Fotografía 2. Punto de aterraje en PHD de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África junto al espigón del parking de El Chorrillo.

Fotografía 3. Punto de aterraje en PHD de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África junto al espigón del parking de El Chorrillo.

Fotografía 4. Dentro de DPMT, parking de El Chorrillo en el que se implantarán las cámaras de empalme para la transición tierra-mar de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África.

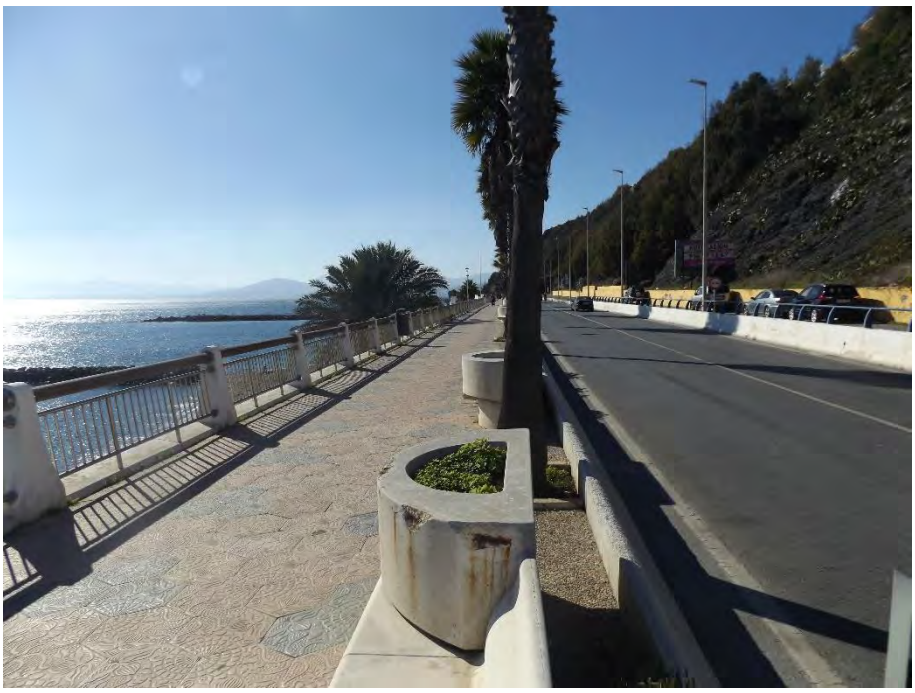
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Fotografía 5. Acceso al parking de El Chorrillo que supone la transición entre el DPMT y la ZSP, quedando a la izquierda de la imagen las cámaras de empalme para a continuación implantarse una zanja por circuito a cada lado de la carretera.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Fotografía 6. Margen exterior a la carretera (ZSP) en la Avda. Martínez Catena por la que se implantará la zanja para el circuito 1 de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África.



Fotografía 7. Acera de la Avda. Martínez Catena (ZSP) en la que se implantará la zanja para el circuito 2 de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África.

Fotografía 8. Emplazamiento futuro en DPMT sobre el que se implantará la Subestación Virgen de África 132 kV.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO II. DECLARACIÓN RESPONSABLE O DOCUMENTACIÓN ACREDITATIVA DE QUE EL PETICIONARIO NO INCURRE EN NINGUNA DE LAS PROHIBICIONES DE CONTRATAR PREVISTAS EN EL TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE CONTRATOS DEL SECTOR PÚBLICO

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO III. DOCUMENTACIÓN ACREDITATIVA DE LA PROPIEDAD DE LA FINCA DONDE SE LOCALIZAN LAS ACTUACIONES SOLICITADAS, O DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS PARA REALIZAR DICHAS ACTUACIONES

Como parte del expediente de autorización administrativa se está tramitando la expropiación de los terrenos ocupados de propiedad particular.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO IV. DECLARACIÓN EN RELACIÓN CON LA CONSTITUCIÓN DE LA FIANZA PROVISIONAL

RED ELÉCTRICA se compromete a constituir la fianza provisional por el importe que señale la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesa y Desarrollo Sostenible, una vez examine el expediente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO V. ESTUDIO BIONOMICO POR AFECCIÓN A LA RN2000

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

“INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA – CEUTA”

NUEVA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 132 kV, AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 220 kV, CONEXIÓN SOTERRADA 220 kV ENTRE AMBAS, LÍNEA DE INTERCONEXIÓN SUBTERRÁNEO-SUBMARINA A 132 kV, DOBLE CIRCUITO, ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA Y NUEVA SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV

Evaluación de las repercusiones del proyecto sobre los espacios Red Natura 2000

Marzo de 2022

EMAS GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL VERIFICADA E-S B-000013

AENOR Gestión Ambiental CGM-99/043

CLAVE

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El Informe de Afecciones a la Red Natura 2000 correspondiente al proyecto de la Interconexión Eléctrica Península-Ceuta ha sido elaborado por personal técnico cualificado integrado en el equipo de trabajo de la empresa Asistencias Técnicas CLAVE S.L.

Realización:

Álvaro Pereda García. Lcdo. Ciencias Ambientales.
Alfonso Lazo Contreras. Doctor en Biología.
Luis Sierra Pindado, Lcdo. en Geografía y técnico SIG.

Fdo.: Álvaro Pereda García
(director del equipo redactor)

Fdo.: Juan Requejo Liberal
(Director-gerente de AT Clave)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1
2 NECESIDAD DEL ESTUDIO DE AFECCIONES A LA RED NATURA 2000 3
3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 8
3.1 RELACIÓN CON LA RED NATURA 2000 8
3.2 NECESIDAD Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN PROYECTADA 8
3.2.1 JUSTIFICACIÓN 10
3.3 INSTALACIONES QUE COMPONEN LA ACTUACIÓN 11
3.4 CARACTERÍSTICAS SIGNIFICATIVAS DE LOS ELEMENTOS PROYECTADOS 13
3.4.1 Nueva Subestación Algeciras 132 kV 13
3.4.2 Subestación 132 kV Virgen de África 19
3.4.3 Ampliación de la actual SE Algeciras 220 kV 25
3.4.4 L/132 kV Algeciras-Virgen de África 28
3.4.5 L/220 kV de Conexión de la actual SE Algeciras 220 kV con los transformadores 220/132 kV de la futura SE Algeciras 132 kV 45
3.5 PRINCIPALES MAGNITUDES DEL PROYECTO 49
3.6 CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SUBMARINO DE LA L/132 KV ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA 50
3.6.1 Perforación horizontal dirigida 50
3.6.2 Apertura de zanjas / protección del cable 54
3.6.3 Tendido del cable submarino 57
4 INTERÉS PÚBLICO DE LA ACTUACIÓN 62
5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 63
5.1 PROCESO SEGUIDO EN LA DEFINICIÓN Y CONCRECIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO 63
5.2 ALTERNATIVA ESTRUCTURAL DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO EN LA ZONA PENINSULAR EN EL MARCO DEL DIP 66
5.2.1 Áreas favorables para la implantación del proyecto en Cádiz 66
5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES CONSIDERADAS EN EL MARCO DEL EIA 70
5.3.1 Alternativa cero 70
5.3.2 Alternativas de emplazamiento para los diferentes elementos del proyecto en la zona de Cádiz 71
5.3.3 Alternativas de emplazamiento para los diferentes elementos del proyecto en la zona de Ceuta 74
5.3.4 Alternativas de trazado marino 76
6 RESULTADO DEL TRÁMITE DE CONSULTAS PREVIAS 101

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.1 RESUMEN DE LAS RESPUESTAS RECIBIDAS EN RELACIÓN CON LA RN2000 Y FORMA EN LA QUE HAN SIDO CONSIDERADAS POR EL PROYECTO 102
6.1.1 ECOLOGISTA EN ACCIÓN CAMPO DE GIBRALTAR - VERDEMAR 102
6.1.2 JUNTA DE ANDALUCÍA - CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO – DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN DEL MEDIO NATURAL Y ESPACIOS PROTEGIDOS 103
6.1.3 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE - DIRECCIÓN GENERAL DE SOSTENIBILIDAD DE LA COSTA Y EL MAR 106
6.1.4 UNIVERSIDAD DE CÁDIZ – DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR - IGNACIO HERNÁNDEZ CARRERO 111
6.1.5 JUNTA DE ANDALUCÍA - CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO – DELEGACIÓN TERRITORIAL DE CÁDIZ 112
7 INFORMACIÓN SOBRE LOS LUGARES NATURA 2000 POTENCIALMENTE AFECTADOS POR EL PROYECTO 113
7.1 ESPACIOS DE LA RED NATURA 2000 AFECTADOS 113
7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS RED NATURA POTENCIALMENTE AFECTADOS POR EL PROYECTO 115
7.2.1 ZEC Estrecho Oriental ES6120032 115
7.2.2 LIC Zona Marítimo- Terrestre del Monte Hacho ES6310002 123
8 ANÁLISIS DE LAS AFECCIONES DEL PROYECTO A LA RED NATURA 2000 134
8.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 134
8.2 ACCIONES DEL PROYECTO SUSCEPTIBLES DE CAUSAR EFECTOS NEGATIVOS 135
8.3 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO SOBRE LOS ESPACIOS RED NATURA AFECTADOS 136
8.3.1 Efectos sobre la ZEC Estrecho Oriental 136
8.3.2 Efectos indirectos sobre el LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho 167
8.3.3 Efectos del proyecto sobre la coherencia ecológica de la Red Natura 2000 183
8.4 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS 184
8.4.1 Medidas en la fase de diseño 185
8.4.2 Medidas en la fase de proyecto 186
8.4.3 Medidas en la fase de construcción 187
8.4.4 Medidas en la fase de funcionamiento 191
8.5 VALORACIÓN GLOBAL DE LA INCIDENCIA DEL PROYECTO SOBRE LOS OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN DE LOS ESPACIOS DE LA RED NATURA 191
9 PROPUESTA DE MEDIDAS COMPENSATORIAS 193
10 PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL EN EL MARCO DE LA RN2000 194

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10.1 VIGILANCIA AMBIENTAL EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN EN MEDIO TERRESTRE 194
10.1.1 Controles sobre los elementos ambientales 195
10.1.2 Controles sobre otros aspectos de las obras 195
10.1.3 Emisión de informes 196
10.2 VIGILANCIA AMBIENTAL EN LA IMPLANTACIÓN DE CABLE MARINO PENÍNSULA-CEUTA 197
10.2.1 Fases del programa de vigilancia ambiental en medio marino 197
10.2.2 Controles ambientales 197
10.2.3 Emisión de informes y modo de seguimiento de las actuaciones 199
11 RESUMEN DE CONCLUSIONES 201

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 INTRODUCCIÓN

La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, tiene por finalidad básica “establecer la regulación del sector eléctrico garantizando el suministro de energía eléctrica con los niveles necesarios de calidad y al mínimo coste posible, asegurar la sostenibilidad económica y financiera del sistema y permitir un nivel de competencia efectiva en el sector eléctrico, todo ello dentro de los principios de protección medioambiental de una sociedad moderna”.

Así la ley declara el suministro de energía eléctrica como un servicio de interés económico general estableciendo que la planificación eléctrica es una competencia de la Administración General del Estado.

La Ley 9/2006, de 28 de abril y posteriormente modificada por la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental establece la forma de evaluación ambiental de planes y programas, siendo éste el instrumento de prevención que permite integrar los aspectos ambientales en la toma de decisiones de planes y programas públicos. El procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica se establece en la Directiva Europea 2001/42/CE.

Como tal, en este proceso se analizan las diferentes alternativas del plan tanto desde el punto de vista ambiental como económico, eligiéndose aquella alternativa cuyos indicadores son más favorables.

El desarrollo futuro del sistema eléctrico la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha sido objeto recientemente de un proceso de aprobación de un nuevo ejercicio de planificación de la red de transporte de energía eléctrica para el periodo 2021-2026.

También la Ley 24/2013 establece en su artículo 6.1. d) que el transportista, (en este caso se determina como único a RED ELÉCTRICA, en su artículo 34), tiene la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

Es por ello que RED ELÉCTRICA, en el ejercicio de sus funciones, ha de construir la conexión eléctrica Península-Ceuta, incluida en la Planificación Eléctrica de la Administración del Estado y que formará parte de la red de transporte de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la mencionada Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Las instalaciones y proyectos que forman parte de la interconexión eléctrica Península-Ceuta son las siguientes:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Nueva subestación eléctrica de Transformación 220/132 kV Algeciras 132 kV.
- Nueva Subestación a 132 kV Virgen de África.
- Nueva línea de doble circuito subterráneo-submarina a 132 kV Algeciras –Virgen de África.
- Ampliación del parque de 220 kV de Algeciras dentro del edificio actual (sin ampliaciones del edificio), con dos posiciones GIS
- Conexión del parque de 220 kV con el nuevo parque de 132 kV a través de un doble circuito subterráneo a 220 kV (de aprox. 350 m) que discurrirá bajo de viales existentes y terrenos consolidados dentro del complejo petroquímico de San Roque.

Las instalaciones que componen el eje de interconexión eléctrica entre la península y Ceuta se encuentran incluidas en la “Planificación de la red de transporte de energía eléctrica con horizonte 2021-2026, aprobado en Acuerdo de Consejo de Ministros.

De conformidad con la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, el enlace subterráneo-submarino a 132 kV es una instalación de la red de transporte primario (interconexión con los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares) donde resulta órgano sustantivo y ambiental el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD). Por esta misma razón, la legislación de aplicación es la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, siendo el procedimiento aplicable al conjunto de todas instalaciones del proyecto, el de evaluación de impacto ambiental ordinaria contemplado en dichas normas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 NECESIDAD DEL ESTUDIO DE AFECCIONES A LA RED NATURA 2000

El proyecto objeto del presente estudio se somete al procedimiento de evaluación ambiental, regulado por la Ley 21/2013 de evaluación ambiental. De acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, en el marco de dicho procedimiento ambiental es necesario evaluar de forma específica las afecciones del proyecto sobre los espacios de la Red Natura, para lo que se requiere la elaboración de un estudio específico de afecciones a la Red Natura 2000.

Inicialmente, se ha considerado que el proyecto podría tener la capacidad de afectar directa o indirectamente a cinco espacios Red Natura 2000 localizados en la zona terrestre de Cádiz, la zona marítima del Estrecho y la zona marítimo-terrestre de Ceuta:

- ZEC y ZEPA Los Alcornocales ES0000049 (potencial afección indirecta)
- ZEC y ZEPA Marismas del Río Palmones ES6120006 (potencial afección indirecta)
- ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar UKGIB0002 (potencial afección indirecta)
- LIC y ZEPA Calamocarro – Benzú ES6310000 (potencial afección indirecta)
- ZEPA Acantilados del Monte Hacho ES0000197 (potencial afección indirecta)
- LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho ES6310000 (potencial afección indirecta)
- ZEC Estrecho Oriental ES6120032 (potencial afección directa)

El presente estudio se desarrolla con el fin de proporcionar a la autoridad ambiental competente la información necesaria para el análisis de los efectos del proyecto sobre estos espacios. Su objetivo principal es llevar a cabo una evaluación, con carácter diferenciado dentro del procedimiento de evaluación ambiental, de las posibles afecciones del proyecto sobre los objetivos de conservación que motivaron en su día la inclusión de estos espacios en la Red Natura 2000.

La elaboración y presentación del estudio se realiza de acuerdo con las disposiciones del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE de Hábitats y el Decreto que la traspone al ordenamiento jurídico español (R.D. 1997/95 de 7 de diciembre). Para su elaboración se han tenido en cuenta los siguientes documentos de referencia:

- “Directrices para la elaboración de la documentación ambiental necesaria para la evaluación de impacto ambiental de proyectos con potencial afección a la Red Natura. 2000“, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino del Gobierno de España (2013).
- “Directrices para la evaluación ambiental de proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000”, editado en 2014 por SEO/BirdLife.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- "Recomendaciones sobre la información necesaria para incluir una evaluación adecuada de repercusiones de proyectos sobre Red Natura 2000 en los documentos de evaluación de la A.G.E. Guía destinada a promotores de proyectos/consultores". Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Febrero de 2018.
- "Guía metodológica de evaluación de impacto ambiental en Red Natura 2000. Criterios utilizados por la Subdirección General de Biodiversidad y Medio Natural para la determinación del perjuicio a la integridad de Espacios de la Red Natura 2000 por afección a Hábitats de interés comunitario". Ministerio para la Transición Ecológica. Versión enero de 2019.

Además de los documentos citados, otras fuentes documentales de referencia utilizadas para la elaboración del presente estudio han sido las siguientes:

- Sobre la metodología de evaluación de afecciones a la Red Natura 2000:
  - Guía Interpretativa para la aplicación de Medidas Compensatorias. Ministerio de Medio Ambiente de España, 2008.
  - *Assessment of plans and projects significantly affecting Natura 2000 sites*. Comisión Europea, 2001.
  - *Guidance document on the strict protection of animal species of Community interest Ander the Habitats Directive 92/43/EEC*. Versión final, febrero 2007.
  - Gestión de espacios Natura 2000. Disposiciones del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE sobre hábitats". Comunidades Europeas, 2000.

- Sobre la actuación sometida a evaluación:
  - Proyectos Técnicos Administrativos de la nueva Subestación Algeciras 132 kV, de la SE Virgen de África 132 kV, de la ampliación de la SE Algeciras 220 kV, de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África y de la línea de enlace a 220 kV entre la SE Algeciras 220 kV ampliada y los trafos 220/132 kV de la nueva SE Algeciras 132 kV.
  - Respuestas a las consultas previas al Documento Inicial del Proyecto (2016).
  - Informes resultados de campañas marinas en las zonas someras llevadas a cabo por CEIMAR en el marco del inventario preliminar del presente proyecto
  - Resultados de la campaña marina geofísica de los trazados de los cables llevada a cabo por MMT entre diciembre de 2019 y enero de 2020.
  - Resultados de la campaña marina de carácter ambiental de los trazados de los cables llevada a cabo por Tecnoambiente entre mayo y junio de 2020.
  - Estudio de impacto ambiental (diciembre de 2021).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Sobre los espacios Red Natura afectados:

- Formularios Normalizados de datos Natura 2000.
- Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del ámbito de Los Alcornocales, aprobado por Decreto 150/2017, de 19 de septiembre, se aprobó el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del ámbito Los Alcornocales, y se amplió el ámbito territorial del Parque Natural Los Alcornocales y de la Zona de Especial Protección para las Aves Los Alcornocales (ES0000049), además de aprobarse el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural Los Alcornocales.
- PORN del Paraje Natural Marismas del Río Palmones, aprobado mediante el Decreto 221/2013, de 5 de noviembre.
- Documento Preliminar del Plan de Gestión del LIC-ZEPA Calamocarro-Benzú. 2018.
- Documento Preliminar del Plan de Gestión del LIC-ZEPA Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho. 2018.
- Plan de Gestión y Medidas de Conservación de la ZEC Estrecho Oriental, aprobados por Real Decreto 1620/2012, de 30 de noviembre, por el que se declara Zona Especial de Conservación el Lugar de Importancia Comunitaria ES6120032 Estrecho Oriental de la región biogeográfica mediterránea de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación.

► Sobre los hábitats de Interés comunitario:

- Manual de Interpretación de los hábitats de interés comunitario EUR 27 de la Comisión Europea (2007).
- Cartografía del Inventario Nacional de Hábitats E: 1/50.000. Ministerio de Medio Ambiente (2005).
- Atlas de los Hábitats de España. Ministerio de Medio Ambiente (2005).
- Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (2009).
- Cartografía del *Mapa de Hábitats de Interés Comunitario de Andalucía* (actualización noviembre de 2018, escalas entre 1:10.000 y 1:5.000. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía.
- Informe *on line* sobre el cumplimiento del artículo 17 de la Directiva Hábitats en relación con el estado de conservación de los hábitats y especies de interés comunitario (2001-2006). Eionet, European Topic Centre on Biological Diversity.
- Guía Interpretativa del Inventario Español de Hábitats Marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2012.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

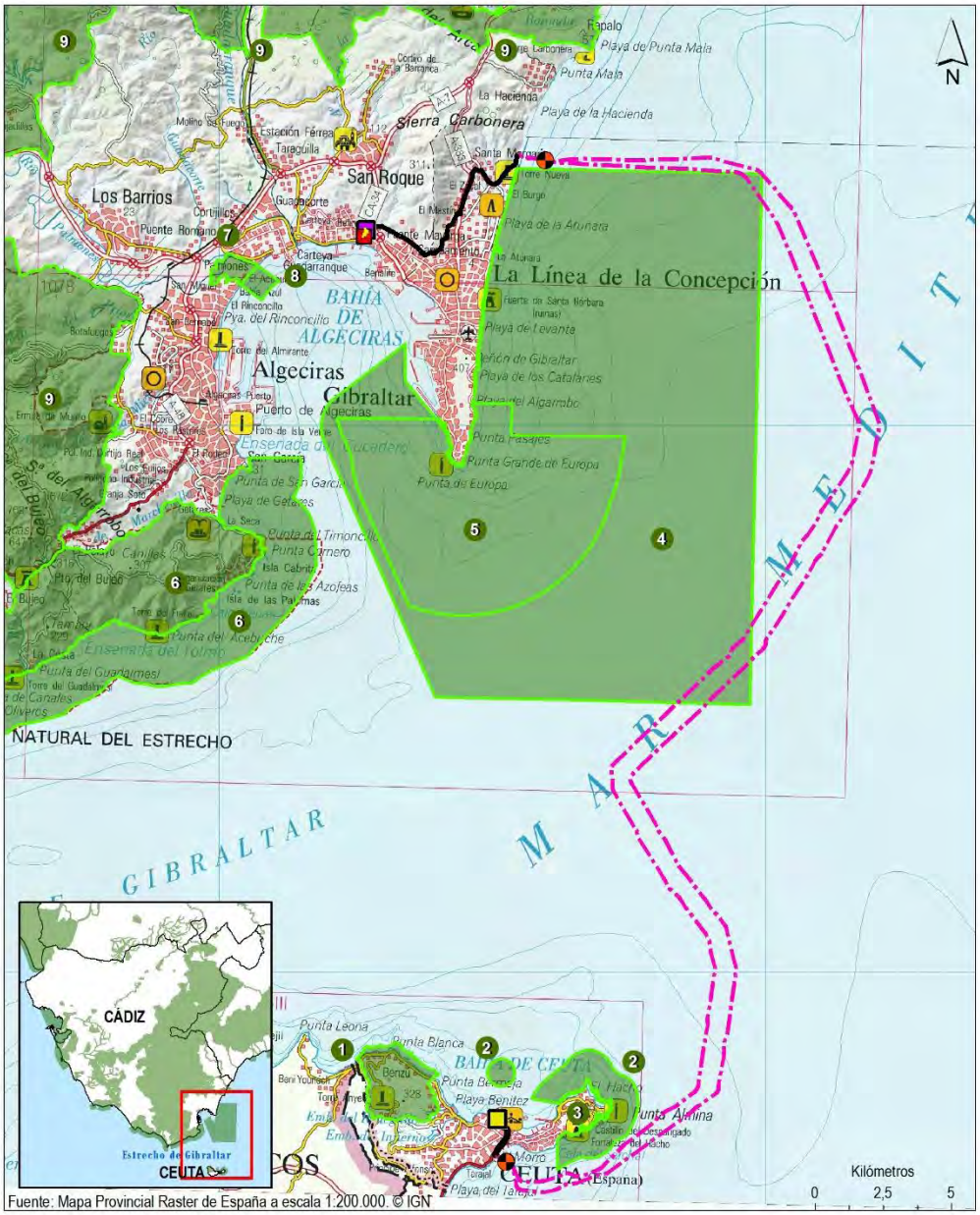
Además de las fuentes citadas, en el marco de los trabajos para la elaboración del estudio de impacto ambiental y del presente estudio se han llevado a cabo campañas marinas geofísicas y ambientales para identificar, caracterizar y cartografiar comunidades betónicas y tipos de hábitats existentes en los fondos afectados por el trazado de los futuros cables marinos (y sus alternativas) y establecer su correspondencia con tipos de hábitats de interés comunitario. Como resultado de la integración de las anteriores fuentes de información se ha elaborado una cartografía de HIC de la zona de afección por el proyecto, que es la que se representa en los planos de este informe y la que se toma como referencia para determinar la presencia y afección a ellos.

De acuerdo con las recomendaciones de los documentos de referencia, los contenidos del presente estudio se estructuran en los siguientes bloques de contenidos:

- Descripción del proyecto: localización, características generales e interés general. Descripción general de los espacios de la Red Natura incluidos en el ámbito de actuación del proyecto y consideraciones recogidas en la fase de consultas previas en relación con la Red Natura 2000. La actuación analizada en el presente estudio es la descrita en el proyecto correspondiente, incorporando las medidas protectoras y correctoras consideradas en su Estudio de Impacto Ambiental.
- Análisis de las alternativas estudiadas, valoración de la incidencia de las diferentes alternativas sobre la Red Natura y análisis de la alternativa más favorable.
- Análisis de las consideraciones resultado del trámite de consultas previas en relación con la RN2000.
- Descripción de los lugares de la Red Natura 2000 afectados: descripción general de cada espacio, identificación de sus objetivos de conservación y valoración del estado de los mismos.
- Determinación de afecciones del proyecto sobre los espacios Red Natura: identificación de afecciones; parámetros para la evaluación. Propuesta de medidas protectoras o correctoras y afecciones residuales tras su aplicación.
- Valoración global de la incidencia del proyecto sobre los objetivos de conservación de los espacios Red Natura 2000.
- Propuesta de Programa de Seguimiento y Vigilancia.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Situación del proyecto en relación con los espacios RN 2000



- Ampliación con dos posiciones GIS dentro del edificio actual Algeciras 220 kV
- Nueva subestación Algeciras 132 kV
- Nueva subestación Virgen de África 132 kV

Línea de enlace Algeciras 220 kV

- Trazado soterrado en zanja

Línea a 132 kV Algeciras-Virgen de África

- Trazado terrestre soterrado en túnel, zanja o PHD
- Trazados marinos
- Puntos de salida de la perforación horizontal dirigida (PHD)

Red Natura 2000

1. LIC y ZEPA Calamocarro-Benzú (ES6310001)
2. LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho (ES6310002)
3. ZEPA Acantilados de Monte Hacho (ES0000197)
4. ZEC Estrecho Oriental (ES6120032)
5. ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar (UKGIB0002)
6. ZEC Estrecho (ES0000337)
7. ZEC y ZEPA Marismas del Río Palmones (ES6120006)
8. ZEC Fondos Marinos Marismas del Río Palmones (ES6120033)
9. ZEC y ZEPA Los Alcornocales (ES0000049)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 RELACIÓN CON LA RED NATURA 2000

El proyecto analizado no guarda relación con la gestión de ningún espacio de la Red Natura 2000.

3.2 NECESIDAD Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN PROYECTADA

Entre las funciones asignadas a RED ELÉCTRICA, como operador del sistema y gestor de la red de transporte, se encuentra la de proponer a la Subdirección General de Planificación Energética la planificación de nuevas instalaciones de transporte eléctrico, líneas, y subestaciones, transformadores, elementos de compensación u otros y su programa temporal de ejecución. Estas instalaciones son posteriormente contempladas en el correspondiente documento de Planificación Energética que se elabora cada seis años y que se aprueba en Consejo de Ministros.

La Interconexión Eléctrica Península – Ceuta, figura en el documento de Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026 aprobado recientemente. Conjuntamente a su tramitación administrativa, la planificación eléctrica recientemente aprobada fue sometida al proceso de evaluación ambiental de planes y programas o Evaluación Ambiental Estratégica (Resolución de 9 de diciembre de 2021 de la Dirección General de Evaluación Ambiental) de manera que este instrumento de prevención ambiental ha permitido incorporar las especificaciones de la memoria ambiental a la propia Planificación Energética.

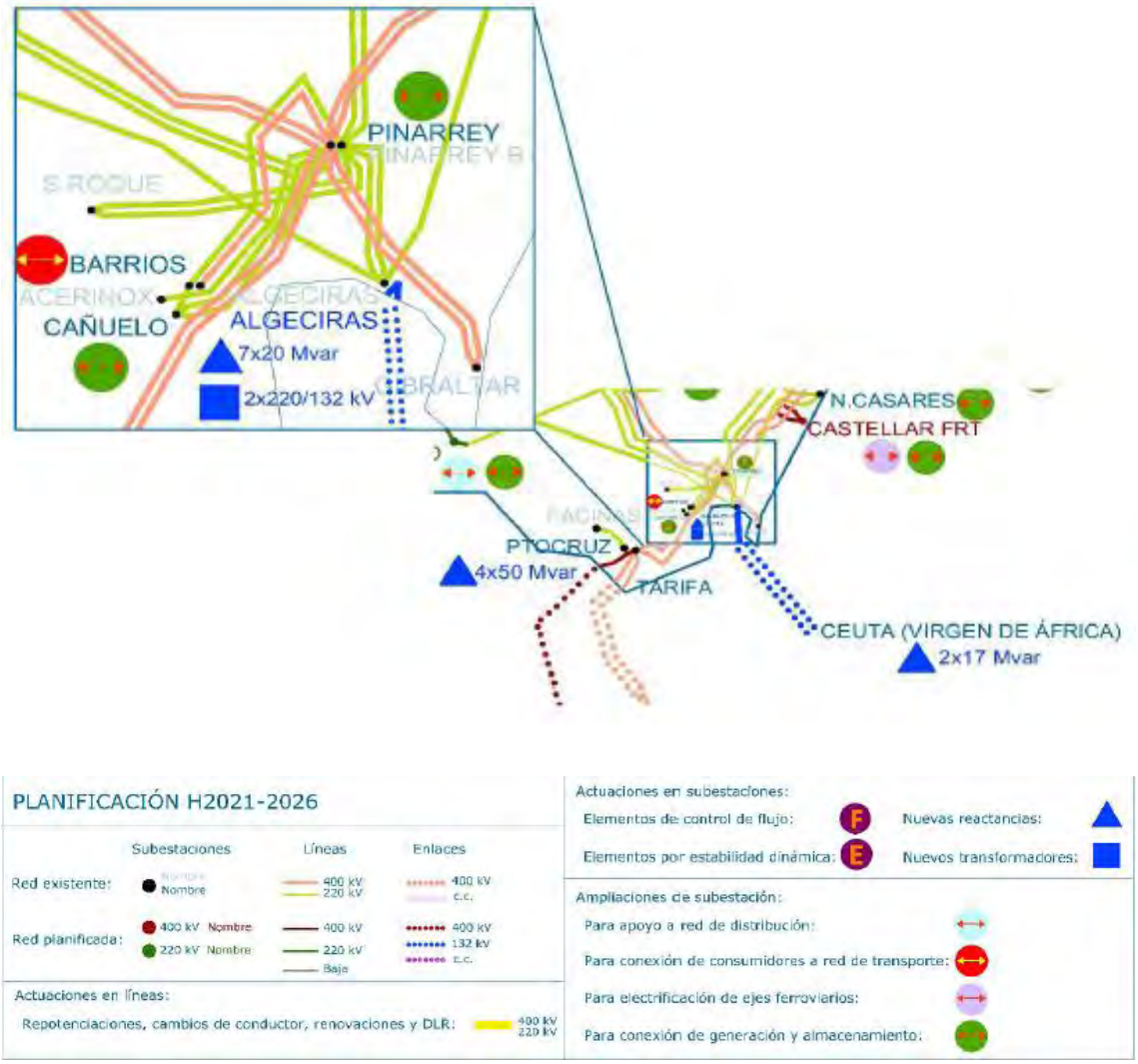
La actuación propuesta consiste en un enlace submarino entre el sistema eléctrico peninsular y el sistema eléctrico ceutí. Para ello se requieren los siguientes desarrollos:

- Nueva subestación Virgen de África 132 kV en Ceuta
- Nuevo enlace submarino-cable de doble circuito Algeciras-Virgen de África 132 kV en corriente alterna
- Ampliación de la subestación de Algeciras 220 kV
- Nueva subestación Algeciras 132 kV y dos transformadores 220/132 kV Algeciras
- 7 reactancias en 132 kV de 20 MVAr cada una

.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Mapa-esquema de la actuación recogido en la planificación eléctrica 2021-2026



Las motivaciones u objetivos señalados por el Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026 en relación con la Interconexión Península-Ceuta son las siguientes:

- Integrar el sistema eléctrico de Ceuta en el sistema peninsular con objeto de aumentar sustancialmente la seguridad y calidad del suministro eléctrico ceutí.
- Reducir las necesidades de generación instalada en Ceuta.
- Reducir los costes globales de generación y aumentar la integración de renovables.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Dentro del proceso de planificación se ha evaluado como alternativa mantener el suministro de Ceuta en las condiciones actuales, lo cual supone la necesidad de utilizar generación menos eficiente y con mayores emisiones que la de la Península, así como unos niveles de garantía de suministro menores en el sistema ceutí. Se ha valorado también la alternativa de conexión del enlace en la península en una nueva subestación en vez de en una subestación existente encontrando fuerte oposición social a las posibles ubicaciones.

3.2.1 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de la red de transporte se justifica por la importancia estratégica para el Sistema Eléctrico Nacional, en sintonía con los objetivos nacionales de Transición Energética incluidos en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (2021-2030) y por extensión para los intereses ceutíes, ya que se trata de la primera interconexión eléctrica entre la red de transporte peninsular y Ceuta, siendo dependiente actualmente la generación eléctrica de Ceuta en régimen de exclusividad de la central térmica instalada en el núcleo urbano de la ciudad.

Por tanto, la actuación se justifica en términos de eficiencia económica por el ahorro que producirá para el Sistema la reducción de los costes de generación de Ceuta dada la retribución especial a la que se encuentra sometido como sistema aislado, así como por la incorporación de una mayor proporción de generación renovable con un coste variable de generación muy reducido, que supondrá un beneficio económico de 29,7 M€/año (según los datos de la Planificación Eléctrica 2021-2026).

La monetización anual de los beneficios anteriores, junto con el establecimiento de la retribución anual por inversión y operación y mantenimiento del enlace Península-Ceuta propuesto, permiten calcular la rentabilidad para el sistema de la puesta en servicio de dicho enlace. Dicha rentabilidad en términos de valor actual neto (descontando la retribución) asciende a 320 M€ netos para el sistema, por lo que se puede concluir que la puesta en servicio del enlace Península-Ceuta propuesto resulta beneficiosa para el sistema eléctrico en su conjunto.

Se trata de un proyecto estratégico también por su contribución a la consecución de los objetivos europeos y nacionales respecto al Cambio Climático como es la descarbonización de la economía, la reducción de emisiones de efecto invernadero en el horizonte 2030, la mayor integración de energías renovables en el parque de generación y conseguir un parque de generación en 2050 100% renovable. En concreto, la reducción de la potencia instalada de la central térmica de Ceuta (10 MW según los datos de la Planificación Eléctrica 2021-2026) permitirá integrar en el mix energético más energías renovables procedentes de la península (473 MWh/año según los datos de la Planificación Eléctrica 2021-2026), posibilitando en el futuro

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

la instalación de generación renovable, fundamentalmente en el entorno de la Línea de la Concepción y San Roque, lo que puede contribuir a trasformar el modelo productivo de la región, así como contribuir a la descarbonización de la economía, a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (299 kt/año según los datos de la Planificación Eléctrica 2021-2026) y a la reducción de la dependencia nacional de combustibles fósiles, entre otras, en un entorno especialmente sensible como es el Estrecho de Gibraltar y por extensión el Campo de Gibraltar que está considerado por la comunidad científica como uno de los entornos en los que se aprecia de manera acelerada los efectos del cambio climático.

Asimismo, el enlace en proyecto tendrá consecuencias favorables en las condiciones ambientales y de habitabilidad del núcleo urbano de Ceuta dado que la reducción de la potencia térmica instalada favorecerá la reducción de emisiones de gases y partículas contaminantes, así como de las emisiones de ruido.

El nuevo eje de interconexión también se justifica en términos de equidad social por la mejora de las condiciones de fiabilidad y seguridad de suministro eléctrico de las que se beneficiarán los habitantes de la ciudad de Ceuta, que podrán equipararse a las condiciones garantizadas en la Península.

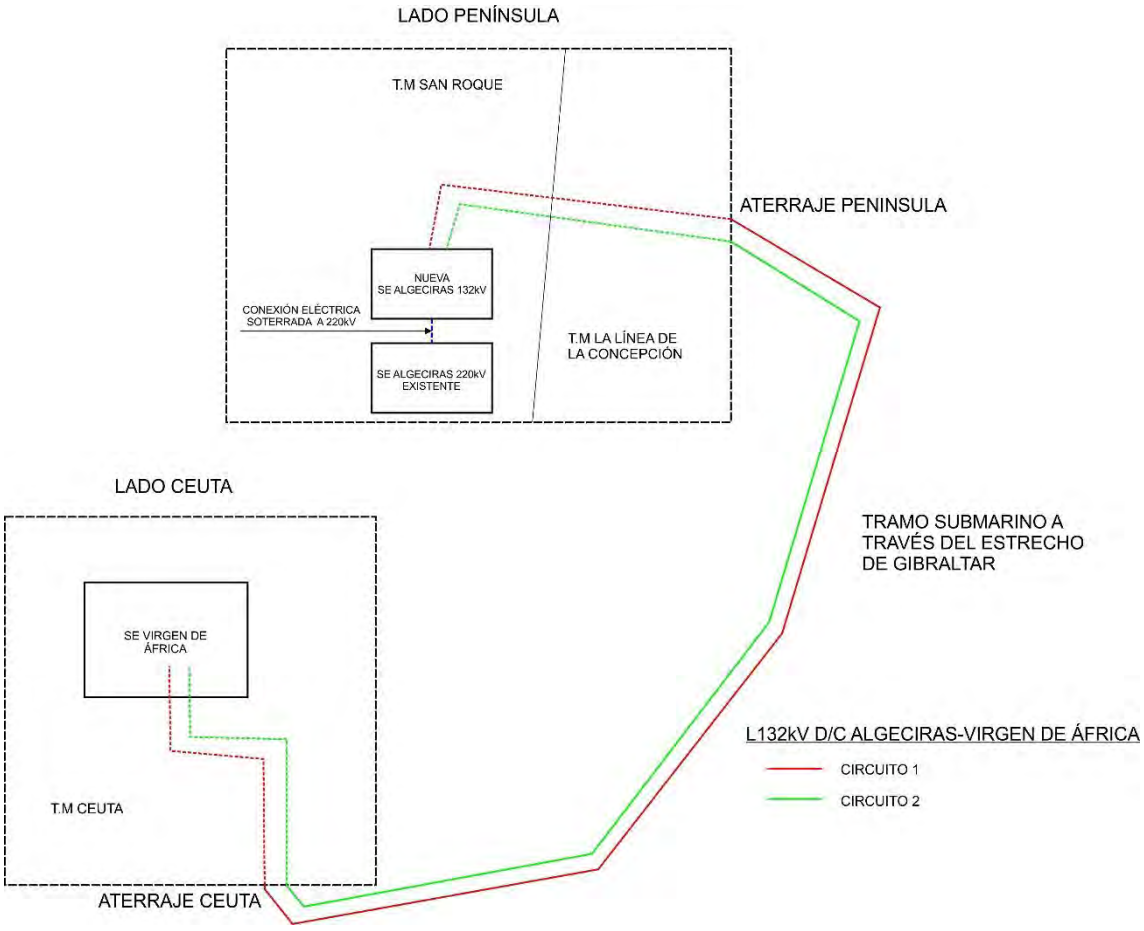
3.3 INSTALACIONES QUE COMPONEN LA ACTUACIÓN

Al abordar un estudio de impacto ambiental o un estudio de afecciones a la Red Natura 2000, es imprescindible conocer con detalle las características de la actuación considerada. En el caso del presente estudio, el proyecto objeto de evaluación está constituido por las siguientes instalaciones:

- Nueva subestación eléctrica de Transformación 220/132 kV Algeciras 132 kV.
- Ampliación del parque de 220 kV de Algeciras dentro del edificio actual (sin ampliaciones del edificio), con dos posiciones GIS.
- Conexión del parque de 220 kV con el nuevo parque de 132 kV a través de un doble circuito subterráneo a 220 kV (de aprox. 350 m) que discurrirá bajo de viales existentes y terrenos consolidados dentro del complejo petroquímico de San Roque.
- Nueva Subestación eléctrica 132 kV Virgen de África.
- Nueva línea DC, soterrada y submarina a 132 kV Algeciras–Virgen de África.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Esquema de las actuaciones proyectadas (sin escalar)



La descripción de unas infraestructuras de estas características ha de realizarse de manera que su análisis permita determinar los impactos ambientales que puede ocasionar su ejecución, de una forma objetiva y correcta.

Para ello, a continuación, se plasman los datos referentes a las características genéricas más relevantes de su tipología, dimensiones de sus elementos constituyentes, método constructivo, maquinaria y materiales empleados, actividades desarrolladas para el mantenimiento, etc.

Por último, se describen las acciones necesarias para el desmantelamiento futuro de las instalaciones una vez consumida su vida útil, estimada en 40 años (excepto del cable subterráneo-submarino): chequeo ambiental previo al comienzo de las obras, procedimiento de desmontaje de los conductores, procedimiento de desmontaje de los apoyos y retirada de las cimentaciones, desmontaje de las subestaciones gestión de los residuos y adecuación paisajística final.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.4 CARACTERÍSTICAS SIGNIFICATIVAS DE LOS ELEMENTOS PROYECTADOS

3.4.1 Nueva Subestación Algeciras 132 kV

3.4.1.1 Localización y descripción general

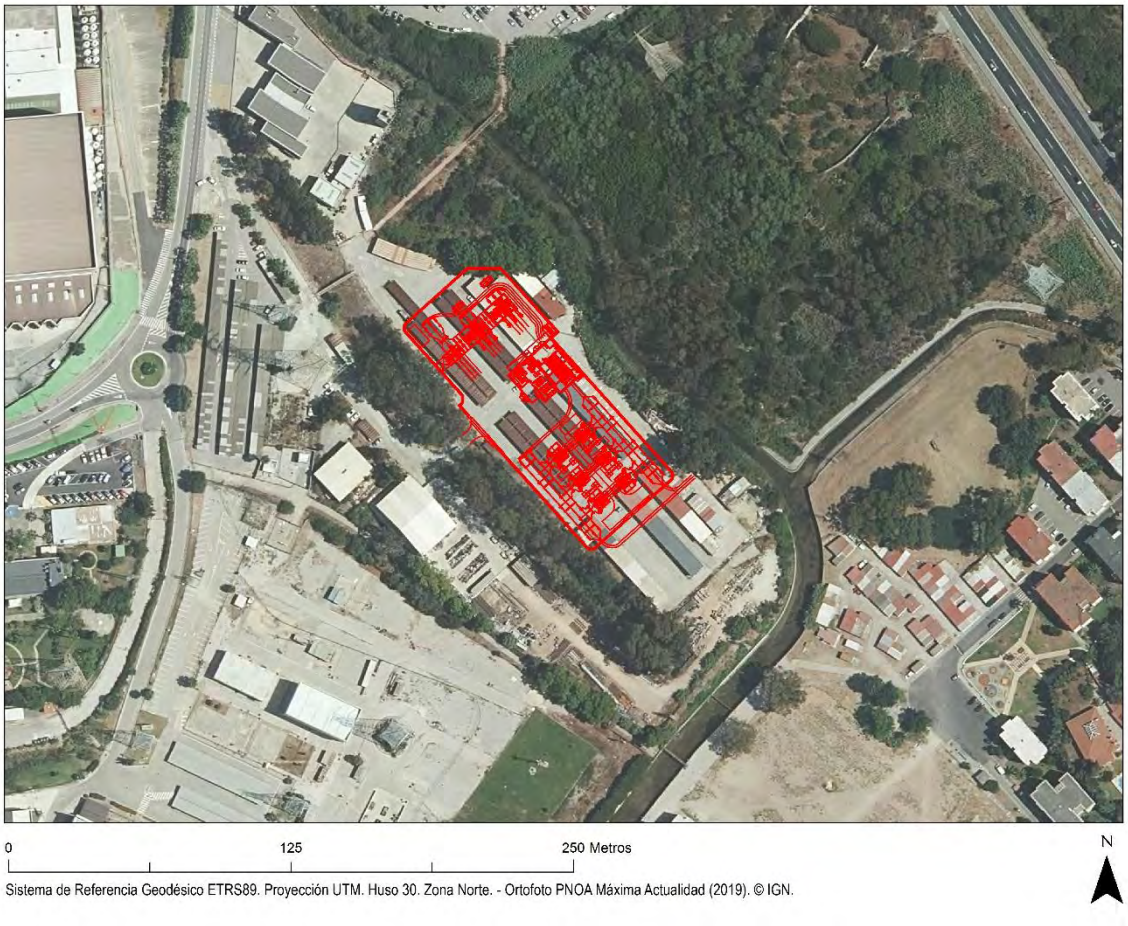
El proyecto de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV se sitúa en el término municipal de San Roque en terrenos periféricos del Complejo Petroquímico de CEPSA, junto al arroyo de Cachón que actualmente tienen un uso como aparcamientos y vestuarios y otros servicios de las empresas de contrata del complejo. Las coordenadas centrales de la ubicación son (X: 285.379, Y: 4.007.175).

El acceso provisional se produce por vías asfaltadas del propio complejo atravesando en última instancia el puente existente sobre el antiguo cauce histórico que fue reconducido al actual arroyo del Cachón. El acceso principal a futuro se realizará a partir del futuro viario proyectado por CEPSA que discurrirá por el lateral este de la subestación.

La actuación consiste en diseñar y construir un nuevo parque denominado Algeciras 132 kV, próximo a la SE existente a 220 kV, mediante tecnología blindada de interior con envolvente metálica y aislamiento en Hexafluoruro de Azufre (SF_6), configuración de interruptor y medio, equipada con seis posiciones de interruptor y contando con espacio futuro para tres posiciones de interruptor no equipadas. La actuación incluye seis posiciones de interruptor AIS para reactancias asociadas a los cables del enlace submarino y una posición para reactancia asociada a las barras de 132 kV. También se incluyen 2 transformadores trifásicos 220 / 132 kV de 125 MVA de potencia cada uno que se conectarán mediante cables aislados a las posiciones GIS en las posiciones 132 kV. También se incluyen 7 reactancias regulables de 20 MVar cada una de 132 kV, 6 de las cuales se conectarán de manera solidaria al enlace submarino y una de ellas a las barras de la nueva subestación Algeciras 132 kV.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Nueva Subestación Algeciras 132 kV



Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV, REE 2021.

Atendiendo las características ambientales del emplazamiento seleccionado esta instalación se realiza con tecnología GIS en interior, excepto máquinas y la aparamenta necesaria para operar las REAS que se desarrollará en tecnología convencional.

De acuerdo con los criterios establecidos en el Procedimiento de Operación 13.3 Instalaciones de la Red de Transporte se ha proyectado que el parque de 132 kV de la subestación Algeciras se construyan con configuración de interruptor y medio al tratarse de una parte fundamental del enlace de interconexión eléctrica entre un territorio aislado y la península.

El parque GIS de 132 kV en la subestación de Algeciras responde a las siguientes características principales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Descripción general del parque GIS

Elemento	Valor
Tecnología	GIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Blindada interior
Configuración	Interruptor y medio
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31,5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV, REE 2021.

Los parques de reactancias y transformación 132 kV en la subestación Algeciras responde a las siguientes características principales:

Descripción general del parque de reactancias

Elemento	Valor
Tecnología	AIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Intemperie
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31,5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV, REE 2021.

3.4.1.2 Sistema eléctrico

Red de tierras

Con el fin de conseguir tensiones de paso y contacto seguras, la subestación está dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre, enterrada en el terreno, formando retículas que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Se conectarán a la red de tierras de la subestación todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas, como la estructura metálica, las bases del aparellaje y los neutros de transformadores de medida, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Además, con el objeto de proteger los equipos de descargas atmosféricas directas, la subestación está dotada con una malla de tierras superiores, unida a la malla de tierra de la instalación a través de robustos elementos metálicos, lo que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla y la protección frente a descargas atmosféricas de toda la instalación.

Embarrados

Los conductores del parque 132 kV estarán dispuestos en dos niveles:

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 4,5 m de altura. Se realizarán con tubo de aluminio y cable de aluminio.
- Embarrados altos, barras principales de tubo de aluminio a 7,5 m de altura en configuración apoyada sobre aisladores soporte.

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan sólo a su limpieza y montaje posterior.

En todos los tramos superiores a 6 m se ha previsto la instalación en el interior de la tubería de cables de amortiguación. Estos serán del mismo tipo y características indicados para los embarrados en cable en formación simple.

El amarre de las conexiones tendidas a los pórticos se realizará mediante doble cadena de aisladores de vidrio y contemplada con la piecería adecuada.

La unión entre conductores y entre éstos y el aparellaje se realizará mediante piezas de conexión provistas de tornillos de diseño embutido, y fabricadas según la técnica de la masa anódica.

3.4.1.3 Edificaciones

Edificio de mando y control

Se construirá un edificio de una planta que servirá de mando y control para la subestación y que dispondrá de las siguientes salas:

- Sala GIS
- Sala de control y comunicaciones

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Sala de servicios auxiliares
- Aseos
- Taller
- Almacén

Este edificio tendrá una dimensión total de unos 495 m^2, teniendo forma aproximadamente cuadrada de 25,3 x 21,6 m, con una altura máxima la sala GIS de 10,40 m y de 5 m el resto.

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto con sótano en sala GIS, cerramiento prefabricado con peto y cubierta plana con placas alveolares o vigas delta e impermeabilización. La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico.

La sala de control, de comunicaciones y servicios auxiliares contarán con falso suelo. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables.

Para la climatización del Edificio se instalarán dos equipos de aire acondicionado en la sala de control y comunicaciones, y se instalará uno más en la sala de servicios auxiliares; además se instalarán radiadores eléctricos con termostato para calefacción en todas las dependencias.

Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

En la sala de servicios auxiliares se instalará un extractor para ventilación y un equipo de aire acondicionado.

3.4.1.4 Otras instalaciones

- Sistema de control. El sistema de control estará formado por una unidad central, puesto de operación duplicado y unidades locales distribuidas. La unidad central es la encargada de comunicarse con el despacho eléctrico.

- Sistema de protecciones: Conforme a lo requerido en los “Criterios generales de protección del Sistema Eléctrico Peninsular” se ha previsto la instalación de sistemas de protección para todos los equipamientos eléctricos: embarrados, interruptor, posiciones de línea, posiciones de transformador de transporte y posiciones de reactancia.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los servicios auxiliares de la subestación se dividen en Servicios Auxiliares de Corriente Alterna (ca) y Servicios Auxiliares de Corriente Continua (cc). Las tensiones nominales serán 400/230 V, 50 Hz de c.a. y 125 V y 48 V de c.c.

- Sistema de telecomunicaciones: Se ha previsto complementar la red de telecomunicaciones existente/instalar una red de telecomunicaciones con los equipos precisos que permitan asegurar el correcto funcionamiento del telecontrol y del telemando, de los sistemas de protección y de las necesidades de telegestión remota de los equipos de la instalación.

- El alumbrado de los viales será mediante luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 lux mientras que los niveles de iluminación en las distintas áreas serán de 500 lux en salas de control y de comunicaciones, y de 300 lux en el resto de salas.

- Los alumbrados de emergencia del edificio y casetas, estarán situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal, si así estuviese seleccionado, con autonomía de una 1 hora.

- Se instalarán detectores de incendios en los todos los edificios y casetas de la Subestación. Serán del tipo analógicos ópticos, excepto en el almacén y campana exterior que serán termo-velocimétricos. También se dispondrán de los correspondientes extintores en el edificio tanto de CO_2 como de polvo, así como carros extintores de 50 kg de polvo para el parque.

- El sistema anti-intrusismo estará compuesto por contactos magnéticos, detectores volumétricos de doble tecnología y sirena exterior. Se adecuará una central para controlar el sistema de incendios e intrusión, encargado de activar y transmitir las alarmas generadas. Se dispondrá de cámaras de seguridad en la subestación ubicadas según indicaciones del departamento de seguridad de Red Eléctrica.

Drenajes

En la plataforma se han previsto los tubos drenantes necesarios para evacuar las aguas en un tiempo razonable, de forma que no se produzca acumulación de agua en la instalación y se consiga la máxima difusión posible de las aguas de lluvia realizada la ampliación de la subestación.

La recogida de las aguas residuales se ha previsto con depósito estanco de poliéster reforzado con fibra de vidrio capaz de retener por un periodo determinado de tiempo las aguas servidas domésticas y equipado con tapa de aspiración y vaciado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.4.2 Subestación 132 kV Virgen de África

3.4.2.1 Localización y descripción general

El emplazamiento de la subestación se localiza en el término municipal de la Ceuta, sobre terrenos urbanos correspondientes al puerto comercial de Ceuta siendo la titularidad de la Autoridad Portuaria de Ceuta MOPT, concretamente en la parcela con referencia catastral 0348012TE9704N (X: 290.187, Y: 3.974.623). Esta ubicación se encuentra en la zona límite del puerto hacia la ciudad, concretamente en la calle 44, desde la que se accederá a la SE.

La instalación consta de una explanación prácticamente rectangular con unas dimensiones de 126 m x 47 m, suponiendo un total de unos 6.405 m^2 de ocupación de pleno dominio. Dentro de esta superficie se implantarán el parque de 132 kV con todos sus equipamientos eléctricos, el edificio de control y GIS y el edificio de almacén y taller.

En el marco del proyecto se realizará un acerado perimetral de 1,80 m adoquinado o con baldosa hidráulica.

El emplazamiento se encuentra justo al lado de la Central Térmica de Ceuta que alimenta actualmente a la Ciudad Autónoma con carácter de exclusividad. Es desde las barras de la propia central de generación desde donde parte la red de distribución eléctrica de Ceuta, por lo que el emplazamiento de la nueva SE al lado de la central minimizará la necesidad de nuevas infraestructuras de enlace entre la Red de Transporte y la Red de Distribución.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Localización de la Subestación 132 kV Virgen de África

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Virgen de África 132 kV, REE. 2021.

El proyecto de la nueva subestación Virgen de África 132 kV se realiza con tecnología GIS atendiendo a las características ambientales del emplazamiento seleccionado para la misma.

De acuerdo con los criterios establecidos en el Procedimiento de Operación 13.3 Instalaciones de la Red de Transporte se ha proyectado que el parque de 132 kV de la subestación Virgen de África se construya con configuración de interruptor y medio.

La nueva subestación Virgen de África se proyecta de tecnología blindada de interior con envolvente metálica y aislamiento en Hexafluoruro de Azufre (SF_6), con-figuración de interruptor y medio, equipada con seis posiciones de interruptor y contando con espacio futuro para tres posiciones de interruptor no equipadas. La actuación incluye dos posiciones de interruptor AIS para reactancias asociadas a las barras de 132 kV y las correspondientes 2 reactancias de 132 kV que se conectarán a las barras de la nueva subestación Virgen de África 132 kV

El parque GIS de 132 kV en la subestación de Virgen de África responde a las siguientes características principales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Descripción del parque GIS

Elemento	Valor
Tecnología	GIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Blindada interior
Configuración	Interruptor y medio
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31.5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Virgen de África 132 kV, REE 2021.

El parque de reactancias de 132 kV AIS en la subestación de Virgen de África responde a las siguientes características principales.

Descripción del parque GIS

Elemento	Valor
Tecnología	AIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Intemperie
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31.5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Virgen de África 132 kV, REE 2021.

3.4.2.2 Sistema eléctrico

Red de tierras

Con el fin de conseguir tensiones de paso y contacto seguras, la subestación está dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre, enterrada en el terreno, forman-do retículas que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Se conectarán a la red de tierras de la subestación todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

por descargas atmosféricas o tensiones inductivas, como la estructura metálica, las bases del aparellaje y los neutros de transformadores de medida, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Con el objeto de proteger los equipos de descargas atmosféricas directas, la subestación está dotada con una malla de tierras superiores, unida a la malla de tierra de la instalación a través de robustos elementos metálicos, lo que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla y la protección frente a descargas atmosféricas de toda la instalación.

Embarrados

Los conductores del parque 132 kV estarán dispuestos en un nivel:

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 4,5 m de altura. Se realizarán con tubo de aluminio.

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan solo a su limpieza y montaje posterior.

En todos los tramos superiores a 6 m se ha previsto la instalación en el interior de la tubería de cables de amortiguación. Estos serán del mismo tipo y características indicados para los embarrados en cable en formación simple.

3.4.2.3 Edificaciones

Edificio GIS y de control

Se ha previsto un edificio destinado para albergar las celdas de AT de 66 KV donde se ubican los equipos encapsulados que dispone de una planta bajo rasante, para facilitar el tendido de los cables y otro edificio que albergue las dependencias auxiliares.

Este edificio dispondrá de:

- Sala GIS con sótano
- Sala de control y comunicaciones

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Sala de servicios auxiliares
- Sala de reuniones
- Sala multiusos
- Aseo

Albergará el edificio los equipos de comunicaciones de toda la subestación, la unidad central y monitores del sistema de control digital, equipos cargador-batería cuadros de servicios auxiliares de c.c. y c.a y centralitas de alarmas de los sistemas de seguridad y anti-intrusismo.

Este edificio tendrá una dimensión total de unos 548 m^2, teniendo forma de "L" contando por un lado con la sala GIS de 268 m^2 (22,3 x 12 m) y 10,4 m de altura. Se sitúan el resto de salas con una superficie aproximada de 280 m^2 y una altura de 5 m.

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto, cerramiento prefabricado con voladizo superior y peto y cubierta plana (o inclinada con viga delta) con placas alveolares e impermeabilización. La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico.

Las salas de control, de comunicaciones y servicios auxiliares contarán con falso suelo. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables. La sala GIS incluye sótano.

Para la climatización del edificio se instalarán dos equipos de aire acondicionado solo frío en la sala de control y comunicaciones, y se instalará uno más en la sala de servicios auxiliares; además se instalarán radiadores eléctricos con termostato para calefacción en todas las dependencias.

Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

En la sala de servicios auxiliares se instalará un extractor para ventilación y un equipo de aire acondicionado.

Edificio de almacén-taller

Se ha previsto un edificio destinado al almacenamiento de material de repuestos y taller con unas dimensiones de 200 m^2 (20 x 10 m) y una altura de 8 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto y paredes blanco Macael (si la visibilidad con el cerramiento perimetral fuese aparentemente nula las paredes se propondrán gris hormigón), cerramiento en bloque o panel sandwich con cubierta en cercha metálica e impermeabilización. Cubierta: plana y grava preferentemente de cantera local. Los acabados de Carpintería externa será RAl tipo teja/burdeos.

La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico. El edificio estará equipado con un puente grúa.

3.4.2.4 Otras instalaciones

- Sistema de control. El sistema de control estará formado por una unidad central, puesto de operación duplicado y unidades locales distribuidas. La unidad central es la encargada de comunicarse con el despacho eléctrico.

- Sistema de protecciones: Conforme a lo requerido en los “Criterios generales de protección del Sistema Eléctrico Peninsular” se ha previsto la instalación de sistemas de protección para todos los equipamientos eléctricos: embarrados, interruptor, posiciones de línea y posición de reactancia.

- Los servicios auxiliares de la subestación se dividen en Servicios Auxiliares de Corriente Alterna (ca) y Servicios Auxiliares de Corriente Continua (cc). Las tensiones nominales serán 400/230 V, 50 Hz de c.a. y 125 V y 48 V de c.c.

- Sistema de telecomunicaciones: Se ha previsto complementar la red de telecomunicaciones existente/instalar una red de telecomunicaciones con los equipos precisos que permitan asegurar el correcto funcionamiento del telecontrol y del telemando, de los sistemas de protección y de las necesidades de telegestión remota de los equipos de la instalación.

- El alumbrado de los viales será mediante luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 lux mientras que los niveles de iluminación en las distintas áreas serán de 500 lux en salas de control y de comunicaciones, y de 300 lux en el resto de salas.

- Los alumbrados de emergencia del edificio y casetas, estarán situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal, si así estuviese seleccionado, con autonomía de una 1 hora.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se instalarán detectores de incendios en los todos los edificios y casetas de la Subestación. Serán del tipo analógicos ópticos, excepto en el almacén y campana exterior que serán termo-velocimétricos. También se dispondrán de los correspondientes extintores en el edificio tanto de CO2 como de polvo, así como carros extintores de 50 kg de polvo para el parque.

- El sistema anti-intrusismo estará compuesto por contactos magnéticos, detectores volumétricos de doble tecnología y sirena exterior. Se adecuará una central para controlar el sistema de incendios e intrusión, encargado de activar y transmitir las alarmas generadas. Se dispondrá de cámaras de seguridad en el parque ubicadas según indicaciones del departamento de seguridad de Red Eléctrica.

Instalaciones del ciclo del agua

El proyecto se conectará a la red de abastecimiento y saneamiento municipal.

3.4.3 Ampliación de la actual SE Algeciras 220 kV

El proyecto en relación con la subestación Algeciras 220 kV consiste en la ampliación de las instalaciones eléctricas de la misma para albergar dos nuevas posiciones GIS a la que conectar la nueva subestación Algeciras 132 kV.

Esta ampliación de posiciones se producirá dentro del edificio actual, sin necesidad de modificar la actual estructura del edificio y por tanto sin ampliaciones del mismo.

Concretamente la actuación consiste en la ampliación de la subestación ALGECIRAS 220 kV tipo AIS con configuración de Doble barra. El esquema unifilar del parque de 220 kV donde se recogen las actuaciones a realizar se muestra a continuación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Subestación eléctrica Algeciras 220 kV (en rojo las nuevas posiciones GIS dentro del edificio)

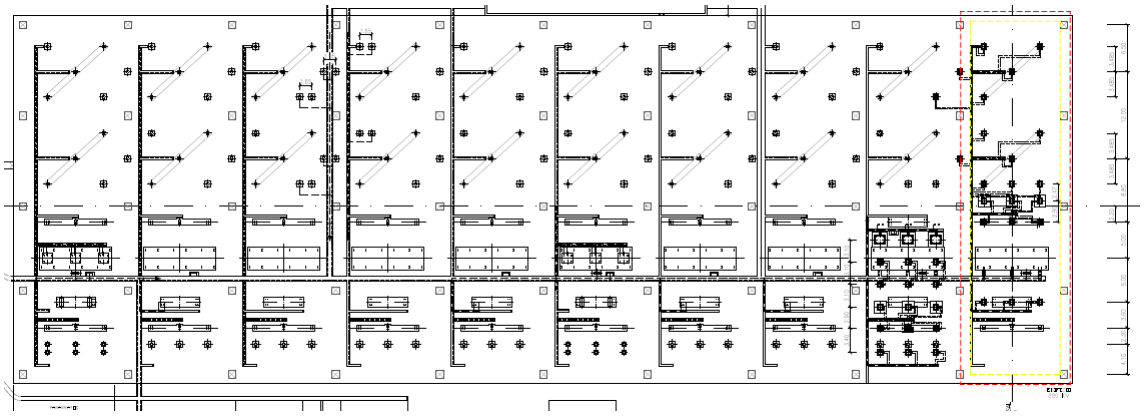
La configuración y disposición general de la SE Algeciras 220 kV responde la siguiente distribución en su estado actual y con la ampliación prevista:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Configuración y disposición general de la SE Algeciras 220 kV

Calle	Existente		Con la ampliación		
	Posición	Nº de interruptores	Posición	Nº de interruptores	Nº de interruptores nuevos
1	TM1 (G1)/TM2 (G2)	1	TM1 (G1)/TM2 (G2)	1	0
2	Puerto Real	1	Puerto Real	1	0
3	TRP1	1	TRP1	1	0
4	TRP2	1	TRP2	1	0
5	T. Nueva Casares	1	T. Nueva Casares	1	0
6	TM 3 (G3)	1	TM 3 (G3)	1	0
7	Pinar del Rey 1	1	Pinar del Rey 1	1	0
8	Pinar del Rey 2	1	Pinar del Rey 2	1	0
9	TRP3	1	TRP3	1	0
10	ACP (AIS)	1	**ACP (GIS)**	**0**	**1**
11			**Algeciras 1 (GIS)**	**0**	**1**
12			**Algeciras 2 (GIS)**	**0**	**1**

Configuración y disposición general de la SE Algeciras 220 kV



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.4.4 L/132 kV Algeciras-Virgen de África

3.4.4.1 Características globales

La L/132 kV Algeciras-Virgen de África se corresponde con una línea de interconexión subterráneo-submarina de transporte de energía eléctrica, de doble circuito a 132 kV, con una longitud aproximada de 68.919 m para el circuito 1 y 66.915 m para el circuito 2, que conectará la nueva subestación en proyecto Algeciras 132 kV, situada en el término municipal de San Roque (provincia de Cádiz), con la nueva subestación en proyecto de Virgen de África 132 kV, situada en la Ciudad Autónoma de Ceuta, que formará parte de la red de transporte primario de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la citada Ley 24/2013.

La conexión de enlace eléctrico Península-Ceuta estará compuesto por los siguientes tramos:

- Tramo subterráneo lado Península: entre la subestación de Algeciras 132 kV y la zona de la playa de Torre Nueva-La Hacienda, mediante cables subterráneos y longitud aproximada de 9,17 km el circuito 1 y 9,14 km el circuito 2 a través de zanja hormigonada en tramos de simple y doble circuito y tres tramos en perforación horizontal dirigida.

- Tramo submarino a través del Estrecho de Gibraltar: entre la costa de La Línea de la Concepción (explanada en camino de tierra de la playa de Torre Nueva) y la costa de Ceuta (aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo). Longitud aproximada de 58.144 km el circuito 1 y 56,187 km el circuito 2.

- Tramo subterráneo lado Ceuta: entre el aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo y la nueva subestación de Virgen de África, mediante cables subterráneos y longitud aproximada de 1.600 m para el circuito 1 y el circuito 2 a través de zanja hormigonada en tramos de simple y doble circuito.

El trazado subterráneo en Península se inicia desde el futuro parque de Algeciras 132 kV, en el término municipal de San Roque, en 2 zanjas hormigonadas de simple circuito desde las respectivas posiciones de la subestación, que inician una perforación horizontal dirigida desde la plataforma del parque de 132 kV de la subestación de Algeciras para cruzar por debajo del arroyo Cachón que bordea la subestación y la autovía CA-34, hasta llegar a una zona próxima a la vía de ferrocarril existente sin servicio ubicado al norte de la autovía CA-34.

A continuación, el trazado subterráneo se dirige en paralelo con la vía de ferrocarril existente sin servicio durante aproximadamente 2 km próximo al talud de dicha vía, atravesándola por debajo a través de un paso existente para dirigirse hacia el término municipal de La Línea de la

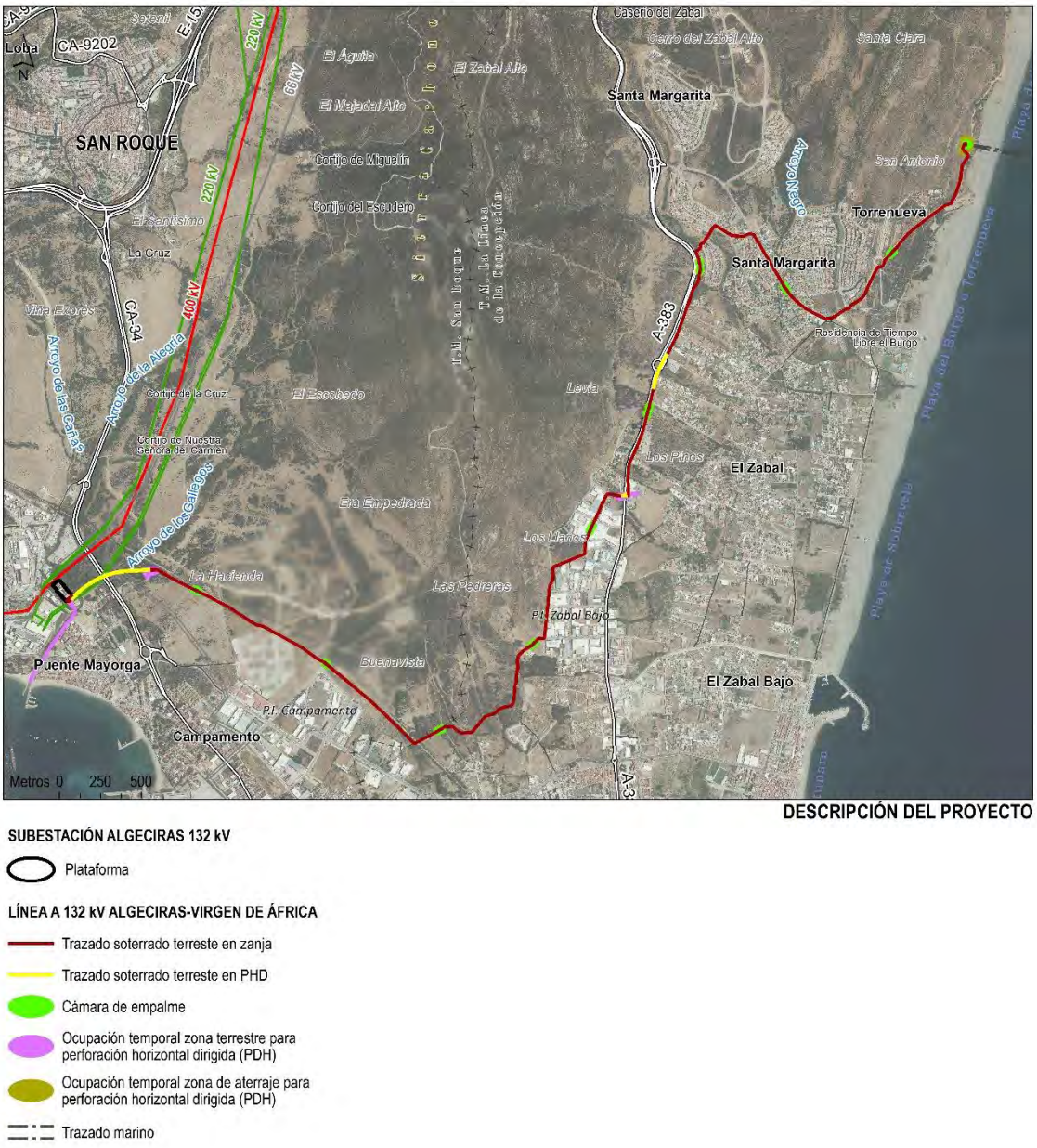
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concepción. Una vez alcanzado el término municipal de La Línea de la Concepción, el trazado subterráneo recorre un camino de tierra municipal durante un tramo de aproximadamente 900 metros hasta alcanzar el polígono de El Zabal, recorriendo las calles Zabal, camino Sierra Carbonera, calle de la Traiña y calle Los Mirlos, hasta atravesar en perforación dirigida la carretera A-383, cogiendo un paralelismo con dicha carretera de aproximadamente 700 metros hasta el Camino de La Viña, donde atraviesa en una nueva perforación dirigida una rotonda de la carretera A-383, continuando posteriormente por el camino de servicio de dicha carretera hasta alcanzar la urbanización Santa Margarita a través de la calle del Arroyo.

Dentro de Santa Margarita, la zanja hormigonada recorre bajo viales asfaltados las calles del Arroyo, avenida del Estrecho y avenida de El Burgo hasta alcanzar el Camino de Estepona. Posteriormente, el trazado subterráneo recorre en zanja hormigonada por debajo del asfalto el Camino de Estepona durante aproximadamente 1,1 km hasta llegar al aparcamiento asfaltado de Torre Nueva, continuando posteriormente por debajo del Camino de Estepona en zanja bajo camino de tierra hasta el punto de aterraje, donde se ubicarán las 2 cámaras de transición de cable subterráneo a submarino en zona de servidumbre de protección de costas y fuera de la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Trazado subterráneo lado Península desde SE Algeciras 132 kV a playa Torre Nueva en zanja doble circuito



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

SUBESTACIÓN ALGECIRAS 132 kV

- Plataforma

LÍNEA A 132 kV ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA

- Trazado soterrado terreste en zanja
- Trazado soterrado terreste en PHD
- Cámara de empalme
- Ocupación temporal zona terrestre para perforación horizontal dirigida (PDH)
- Ocupación temporal zona de aterraje para perforación horizontal dirigida (PDH)
- Trazado marino

El tramo submarino tiene una longitud aproximada de 58,144 km para el circuito 1 y 56,187 km para el circuito 2, y discurre a una profundidad del fondo marino máxima de 900 metros. La profundidad del enterramiento medio en el lecho marino será de 1 metro.

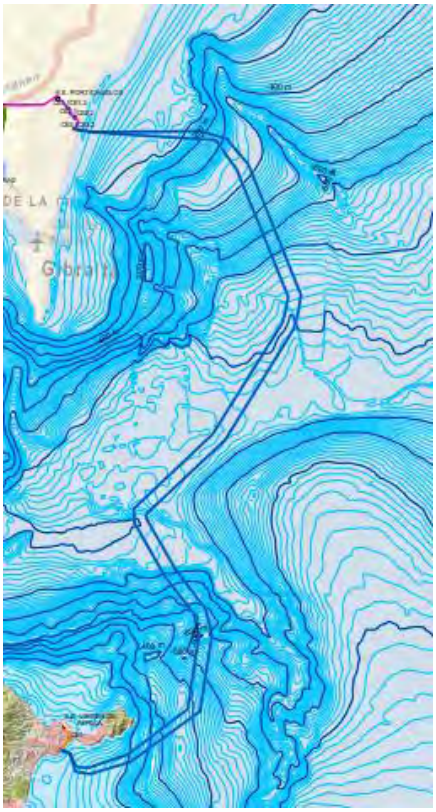
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En la salida de la costa de La Línea de la Concepción está previsto realizar dos perforaciones dirigidas independientes en paralelo de aproximadamente 1.038 metros de longitud cada una, con un diámetro exterior previsto de 500 mm, desde una explanada existente próxima al camino de tierra de la playa de Torre Nueva hasta la cota batimétrica de -11,4 metros bajo la superficie del agua.

Igualmente, a la llegada a la costa de Ceuta están previstas dos perforaciones dirigidas independientes en paralelo de aproximadamente 490 metros de longitud cada una, con un diámetro exterior previsto de 500 mm. Las perforaciones se ejecutarán desde el aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo hasta la cota batimétrica de -17 metros bajo la superficie del agua.

Cada uno de los cables submarinos se tenderá en una pieza o longitud única, no previéndose realizar empalmes en ninguno de los cables submarinos durante el tendido. Los empalmes internos del cable ya vendrán realizados de fábrica. Se estima que los trabajos se desarrollen en dos campañas marinas, una por cada circuito, aunque este punto está bajo análisis en función del estado del arte y desarrollo de los recursos marinos disponibles en la fecha requerida para el despliegue de los conductores en el fondo marino.

Trazado submarino enlace Península-Ceuta desde La Línea de la Concepción hasta Ceuta



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los cables submarinos llegarán a Ceuta en la zona del aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo, desde donde se dirigirán a la Avenida Martínez Catena (N-352) que recorrerán en 2 zanjas de simple circuito en paralelo a la misma por las aceras y viales existentes, hasta alcanzar el túnel de Salas. Posteriormente, el trazado de los cables continua en zanja de doble circuito por el interior del túnel hasta la salida del mismo, atravesando los jardines de Argentina para discurrir en zanja de doble circuito por los viales asfaltados de la calle 44, hasta que alcanzan la parcela donde se ubicará la futura subestación de Virgen de África 132 kV, accediendo a ella en dos zanjas de simple circuito.

Trazado subterráneo lado Ceuta desde SE Virgen de África hasta aparcamiento asfaltado playa de El Chorrillo en zanjas de simple y doble circuito.

La línea de conexión Península-Ceuta tiene como principales características globales las siguientes:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Línea 132 kV Algeciras – Virgen de África

Características técnicas generales	
Tensión nominal	132 kV
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Nº de circuitos	2
Longitud circuito 1	68.919 m
Longitud circuito 2	66.915 m

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2021

3.4.4.2 Tramo submarino

El tramo submarino de la línea de conexión Península-Ceuta tiene como principales características las siguientes:

Línea 132 kV Algeciras – Virgen de África (tramo submarino)

Características técnicas generales	
Longitud circuito 1	58.144 m
Longitud circuito 2	56.187 m
Facto de carga	100 %
Capacidad de transporte por circuito (planificada)	80 MVA
Capacidad de transporte por circuito (calculada)	85,4 MVA
Nº cables por fase	1, en configuración de cable tripolar
Tipo de cable (datos referenciales)	145 kV 3x1x500 mm^2 AL + F.O zona nearshore o poco profunda
	145 kV 3x1x300 mm^2 Cu+ F.O zona offshore o profunda
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Directamente enterrado en el fondo
Profundidad enterramiento objetivo en el fondo marino	1 m
Profundidad máxima cable submarino	900 m
Nº cámaras de empalme transición subterráneo – submarino S/C	4 (2 en Cádiz y 2 en Ceuta)
Empalmes	El cable submarino se tenderá en una única tirada siendo los empalmes de fábrica

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2021

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cable de potencia submarino

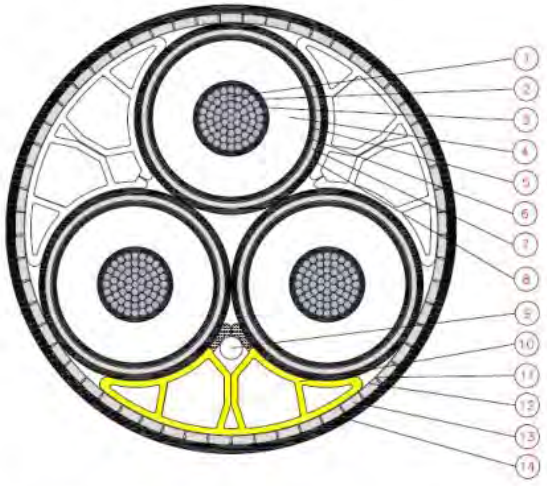
El cable de potencia submarino proyectado discurrirá por el lecho marino. Sus características se indican a continuación a modo referencial, dado que no se dispondrá de las características exactas hasta finalizar el proceso de adjudicación del material que recogerá el estado del arte de la tecnología en el momento en el que se produzca la licitación, asegurando así el uso de la tecnología más avanzada en el proyecto, siendo en cualquier caso cables de tecnología seca, libres de aceites e hidrocarburos.

- Cable submarino en zona nearshore o aguas poco profundas:

  Cable 145 kV 3x1x500 mm^2 AL + F.O: Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio 3 x 500 mm^2 de sección con pantalla constituida por aleación de plomo y armadura de acero galvanizado

  Tiene un peso en aire aproximado de 50 kg/m y 26 kg/m y un diámetro exterior de 186 mm. El diámetro de cada conductor de aluminio es de 27,2 mm y entre ellos se posiciona un cable de fibra óptica.

Sección cable submarino en zona poco profunda



Cable weight in air: approx. 50 kg/m

No.	Constituents	Nominal thickness mm	Nominal diameter mm
1	Conductor, round aluminium wires, filled		27.2
2	Semi-conducting swellable tape		
3	Conductor screen, semi-conducting compound		
4	Insulation, XLPE	17.0	65.2
5	Insulation screen, semi-conducting compound		
6	Semi-conducting swellable tape		
7	Lead alloy sheath	2.1	74.4
8	Phase sheath, semi-conducting polyethylene	2.2	
9	Fibre optic cable		10
10	Filler elements of polyethylene		
11	Binder tapes		
12	Bedding tapes		
13	Armour, galvanized flat steel wires	3.0	
14	Outer serving, polypropylene yarn and bitumen, approx.		186

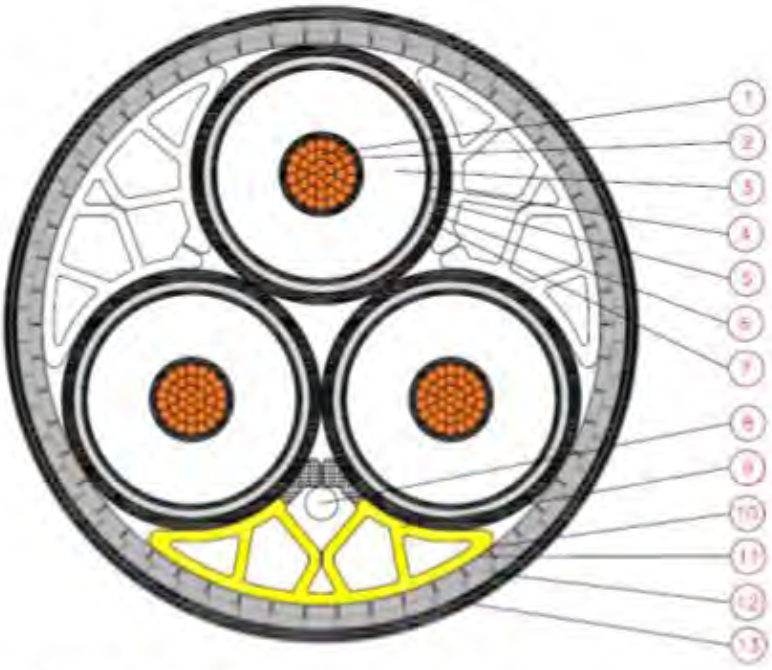
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Cable submarino en zona offshore o aguas profundas (entre 100 y 900 m de profundidad):

Cable 145 kV 3x1x300 mm² Cu + F.O: Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de cobre 3 x 300 mm² de sección con pantalla constituida por aleación de plomo y armadura de acero galvanizado.

Tiene un peso en aire aproximado de 62 kg/m y 39 kg/m y un diámetro exterior de 182 mm. El diámetro de cada conductor de cobre es de 20,5 mm y entre ellos se posiciona un cable de fibra óptica.

Sección cable submarino en zona profunda



Cable weight in air: approx. 62 kg/m

No.	Constituents	Nominal thickness mm	Nominal diameter mm
1	Conductor, round copper wires, filled		20.5
2	Conductor screen, semi-conducting compound		
3	Insulation, XLPE	18.0	60.1
4	Insulation screen, semi-conducting compound		
5	Semi-conducting swellable tape		
6	Lead alloy sheath	2.1	69.3
7	Phase sheath, semi-conducting polyethylene	2.2	
8	Fibre optic cable		10
9	Filler elements of polyethylene		
10	Bedding tapes		
11	Armour, galvanized flat steel wires	3.0	
12	Armour, galvanized flat steel wires	3.0	
13	Outer serving, polypropylene yarn and bitumen, approx.		182

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

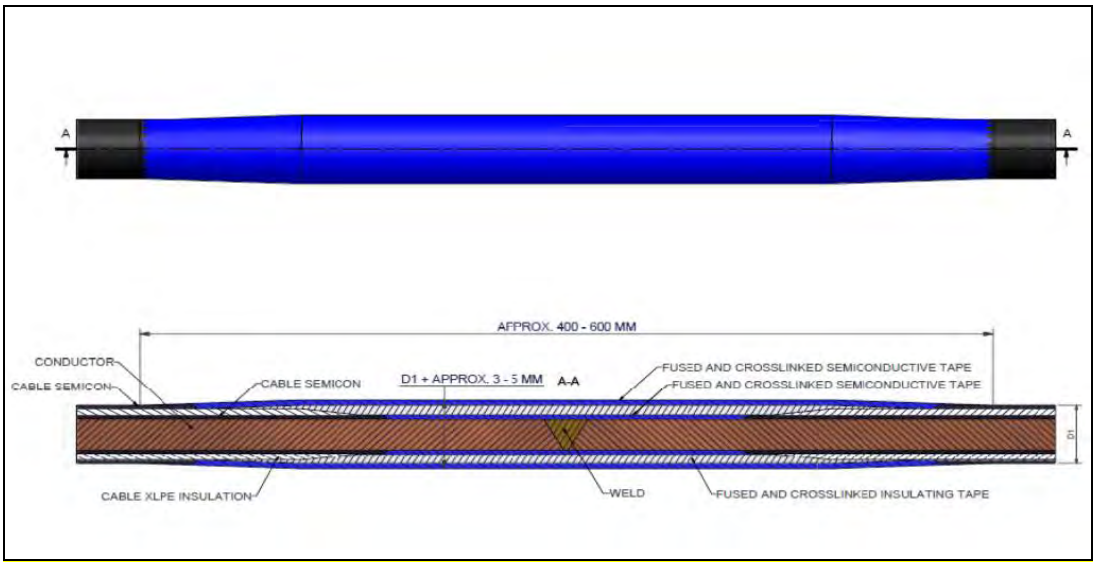
Empalmes de fábrica

El cable submarino está conformado por empalmes que salen realizados de fábrica y se cargan en el barco formando parte de la longitud total del cable.

El conductor está soldado con cobre. La unión del conductor está constituida con el mismo diámetro que el conductor. Cada unión es revisada por rayos X que muestran vacíos o uniones de baja calidad. Los conductores de diferente sección también se pueden unir, en estos casos habrá una suave transición desde un diámetro hasta el otro.

La capa semiconductora de la unión se rehace con el mismo material que el conductor. La capa se funde, se reticula y se pule para formar una capa semiconductora continua con el mismo diámetro que la semiconductora del cable.

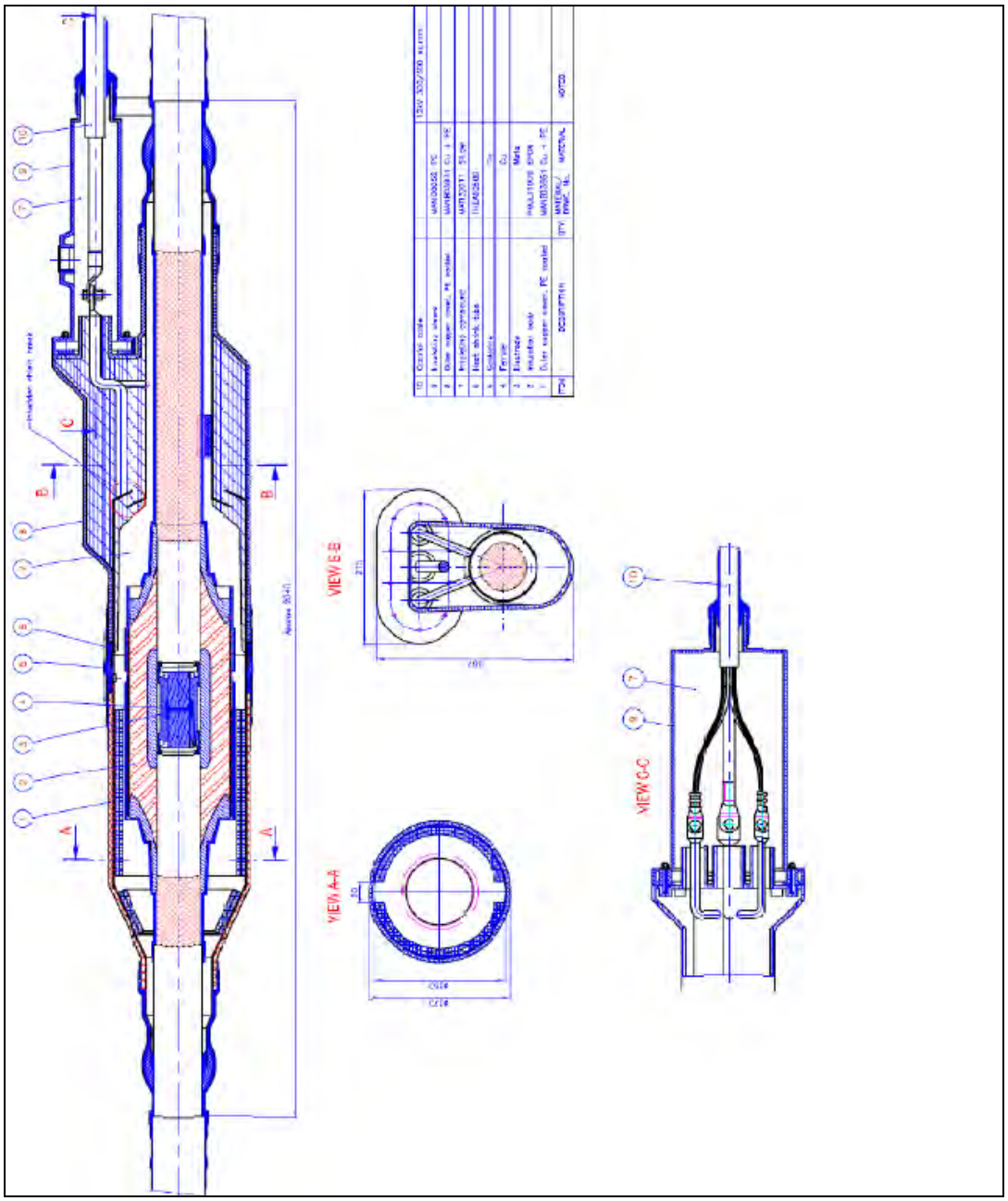
El empalme finalizado tendrá las mismas propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas que las especificadas para el cable.



Empalmes de transición cable submarino/cable subterráneo

Se incluye un esquema de un empalme de transición entre un cable submarino y uno subterráneo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



3.4.4.3 Tramos subterráneos

Los tramos subterráneos de la línea de conexión Península-Ceuta tienen como principales características las siguientes:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Línea 132 kV Algeciras – Virgen de África (tramos subterráneos terrestres)

Características técnicas generales	
Tramo en zanja SC (circuito 1)	0 m en la Península
	687 m en Ceuta
Tramo en zanja SC (circuito 2)	0 m en la Península
	673 m en Ceuta
Tramo en zanja doble circuito	8.335 m en la Península
	918 m en Ceuta
Tramo en PHD	835 m en la Península (3 tramos)
	0 m en Ceuta
Facto de carga	100 %
Capacidad de transporte por circuito (planificada)	80 MVA
Capacidad de transporte por circuito (calculada)	96 MVA
Nº cables por fase	1, en configuración de cable monopolar
Tipo de cable (a modo referencial)	• RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO, • RHZ1-RA+2OL(AS) 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO • RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x630KAL+H135 + 8FO
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Zanja hormigonada con tramo de simple y doble circuito y perforación horizontal dirigida (PHD) de simple circuito
Profundidad de zanja	1,3 m
Nº cámaras de empalme SC	20 (18 en Cádiz y 2 en Ceuta)

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2021

Cable de potencia subterráneo

Los cables a utilizar en el tramo subterráneo se dimensionan de acuerdo con las características del tramo submarino, con las características constructivas del entorno, así como atendiendo a los requerimientos mínimos indicados por el Operador del Sistema en cuanto a capacidad de transporte requerida para el enlace (80 MVA por circuito), con el fin de obtener un diseño óptimo del conjunto de instalaciones, dado que el resultado final del dimensionamiento de los cables del enlace subterráneo-submarino tendrá impacto en las necesidades de compensación y equipamiento de maniobra de las subestaciones extremo, buscándose de esta forma un diseño conjunto óptimo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las características principales de los cables aislados de 76/132 kV requeridos para los tramos subterráneos tendrán unas características similares a las indicadas a continuación. Si bien el diseño definitivo se conocerá una vez se definan las características de los tramos marinos buscando la optimización extremo a extremo de la línea eléctrica subterráneo-submarina:

- RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO:

  Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x400 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm^2 de sección más 8 fibras ópticas integradas, y cubierta exterior de polietileno de alta densidad (HDPE) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas DME1 y sin propiedades especiales ante la reacción al fuego.

- RHZ1-RA+2OL(AS) 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO:

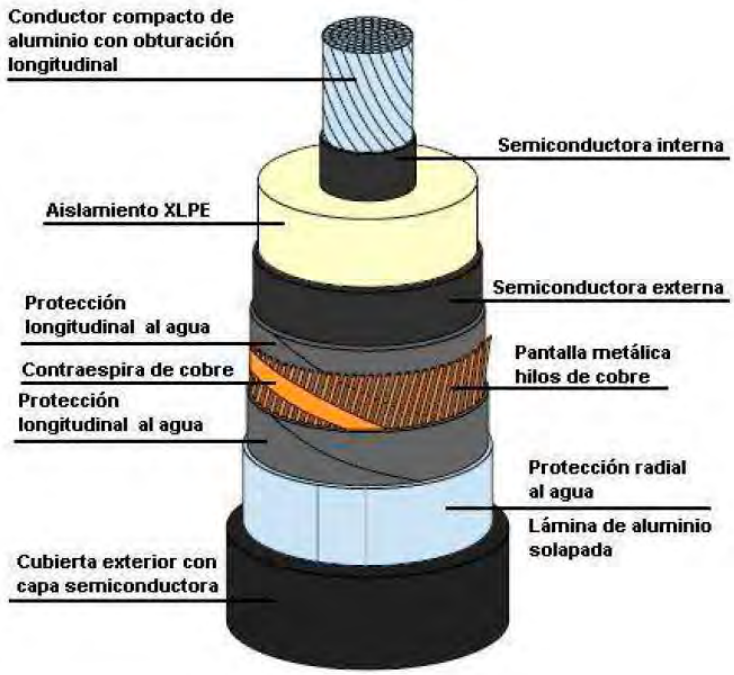
  Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x400 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm^2 de sección más 8 fibras ópticas integradas, y cubierta exterior de poliolefina (Z1) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas tipo DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS).

- RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x630KAL+H135 + 8FO:

  Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x630 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm^2 de sección más 8 fibras ópticas integradas, y cubierta exterior de polietileno de alta densidad (HDPE) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas DME1 y sin propiedades especiales ante la reacción al fuego.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Estructura del cable subterráneo



Canalización

La zanja tipo simple circuito tendrá unas dimensiones de 700 mm de anchura y 1.300 mm de profundidad. Para la zanja doble circuito las medidas serán 1.400 mm de anchura y 1.300 mm de profundidad.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 200 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad.

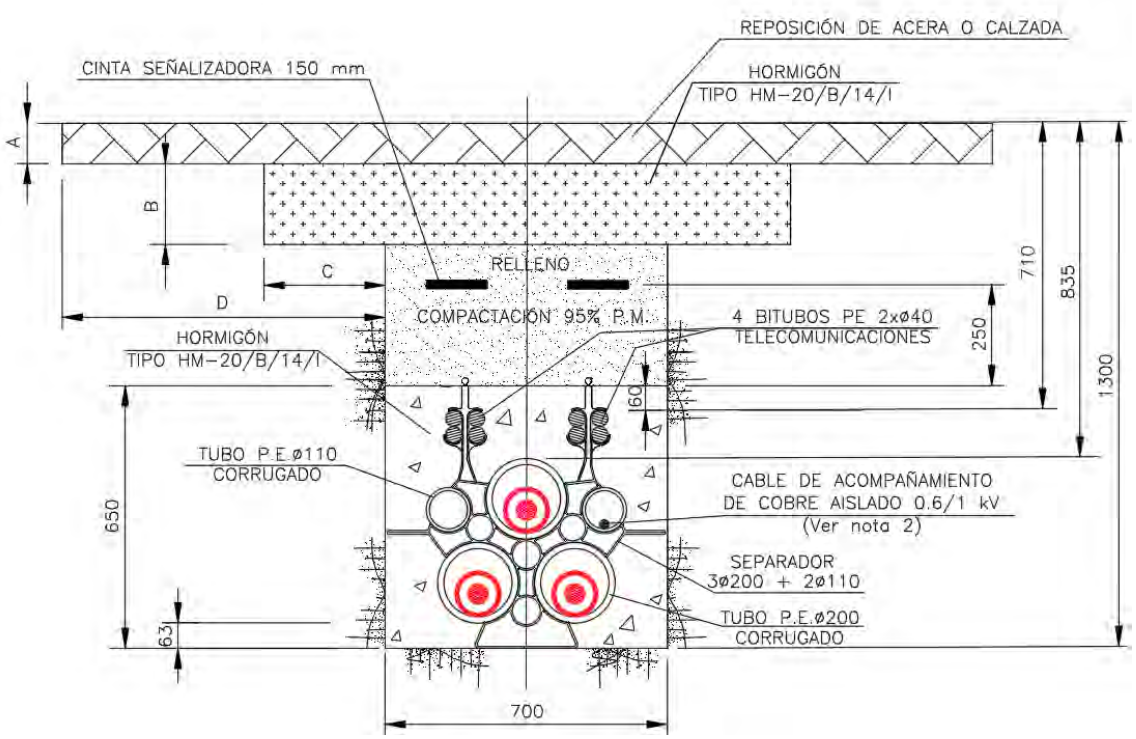
Además de los tubos de los cables de potencia, se colocarán dos tubos de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará su transposición en la mitad del tramo “Single Point” (cuando se use este tipo de conexión de pantallas). Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas “Single Point”, pero se incluirá, aunque no sea este el tipo de conexión de pantallas utilizado.

Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador existe un soporte preparado para sujetar los tubos de telecomunicaciones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

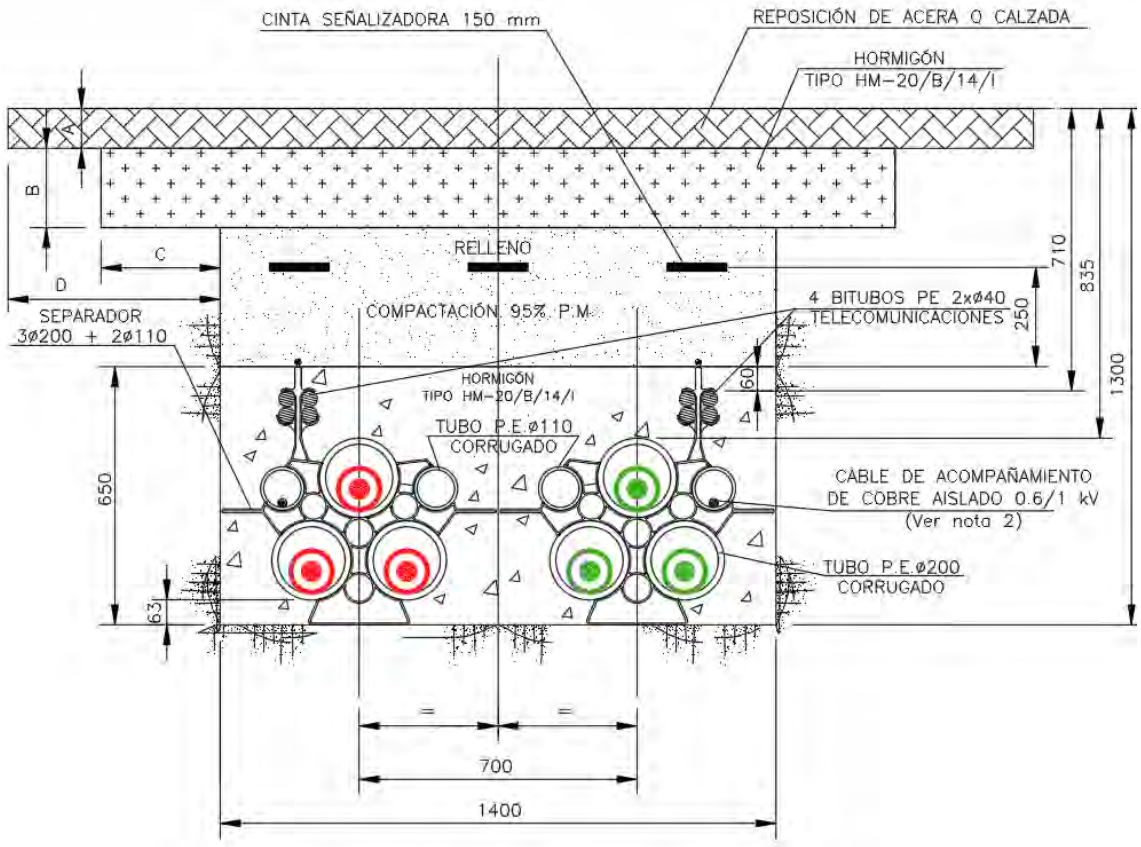
Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 10 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Detalle zanja tipo simple circuito



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Detalle zanja tipo doble circuito



Cámaras de empalme

Los cables son suministrados en bobinas de distinta longitud, de manera que es necesario unir los tramos inicial y final de cada bobina. Estas uniones se realizan en las cámaras de empalme prefabricadas registrables, construidas en hormigón, con unas dimensiones 9,8 x 3,8 m y una profundidad de 2,5 m.

En el lado de Cádiz se implantarán 20 cámaras de empalme, 10 para cada circuito, incluyendo las dos correspondientes a los puntos de aterraje.

En el lado de Ceuta se implantarán 4 cámaras de empalme, 2 para cada circuito, incluyendo las dos correspondientes a los puntos de aterraje.

Perforación horizontal dirigida

El tramo soterrado de la L/132 kV en la parte de Cádiz tendrá, en su recorrido desde la subestación Algeciras hasta el punto de aterraje y paso a marino, 3 tramos que en lugar de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

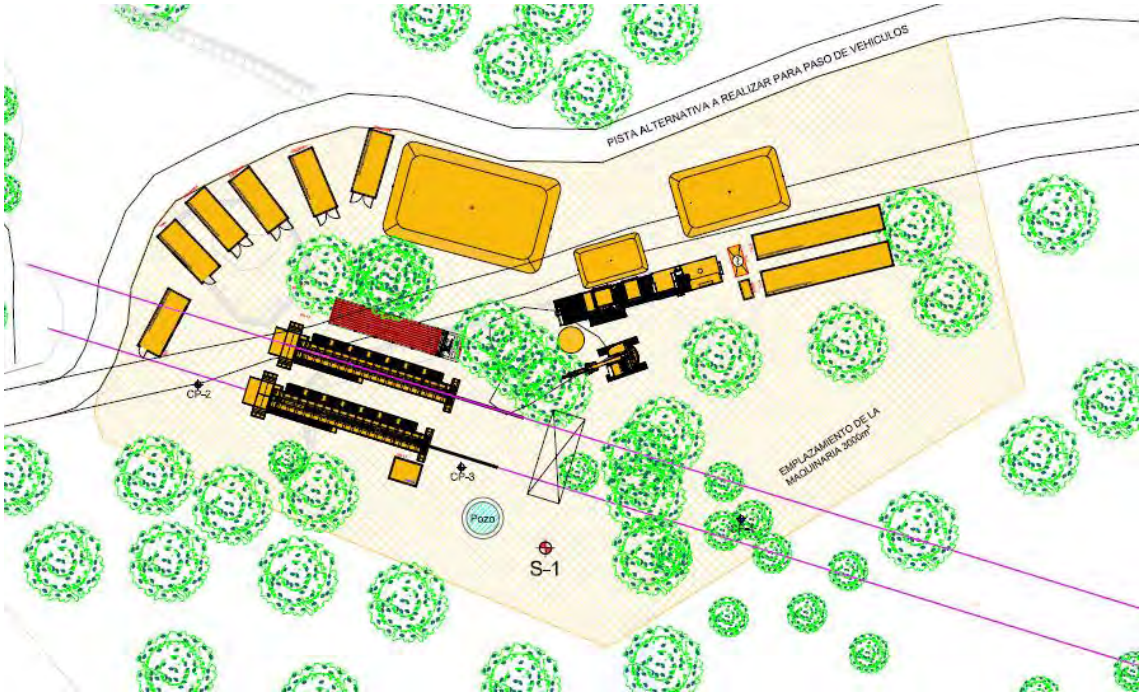
implantarse en zanja soterrada se llevarán a cabo en perforación horizontal dirigida para salvar distintos cruzamientos. Estos tres tramos son los siguientes.

- Tramo 1 en PHD: Cruzamiento del arroyo Cachón y la carretera CA-34

Tiene una longitud aproximada de 540 m cada uno de los dos circuitos que irán en perforaciones paralelas desde el lateral de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV, pasando bajo el arroyo Cachón, la CA-34 y el arroyo de los Gallegos, saliendo a zanja en un punto paralelo a la plataforma de la antigua vía ferroviaria a la Línea de la Concepción. En este enclave se dispondrá de pozo de ataque y entorno al mismo toda la zona de ocupación temporal de unos 3.000 m^2 en que se implantarán la plataforma de perforación, el grupo hidráulico, la bomba de lodos, la mezcladora de lodos, etc…

Además, en este caso será necesario habilitar un acceso auxiliar de unos 165 m para facilitar el acceso a la zona de trabajo junto con el camino ya existente.

Zona de trabajo temporal para el pozo de ataque



Por su parte, la soldadura y estirado del tubo se llevará a cabo en paralelo al encauzamiento del arroyo Cachón hacia la desembocadura en el mar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Tramo 2 en PHD: Cruzamiento de la A-383

  Se lleva a cabo a la altura del PK 5,8 de la carretera A-383, partiendo de la calle Los Mirlos y cruzando a la margen oeste hasta el entorno de la gasolinera. El pozo de ataque y toda la maquinaria vinculada a esta se dispondrá en el lado de la calle de Los Mirlos.

  El circuito 1 tendrá una longitud de 53 m y el circuito 2 una de 44 m.

- Tramo 3 en PHD: Cruzamiento de la glorieta situada en el pk 5 de la carretera A-383

  Se llevará a cabo de manera paralela la perforación de ambos circuitos con una longitud aproximada de 240 m partiendo de la margen izquierda de la A-383 y finalizando en el camino de servicio de esta carretera en la proximidad de la Venta Yosu.

Arquetas de telecomunicaciones

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, y como ayuda para el tendido de los mismos, puede requerirse la instalación de arquetas de telecomunicaciones, que serían de dos tipos:

- Arqueta sencilla de poliéster reforzado con fibra de vidrio, medidas 0,905 m × 0,815 m x 1,150 m. Las arquetas sencillas se emplearán para facilitar el tendido de los cables de telecomunicaciones y tener puntos intermedios en el caso de averías. La arqueta se empleará como “encofrado perdido” rellenado sus laterales, tanto paredes como solera, con hormigón HM/20/P/20 de 20 cm de espesor mínimo.

- Arqueta doble, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, 0,900 m x 1,425 m x 1,200 m. Albergan las cajas de empalme de los cables de fibra óptica en el caso de que sean necesarias y sirven de ayuda al tendido. Se instalará una arqueta doble de telecomunicaciones en cada cámara de empalme.

Accesorios

Los tramos subterráneos contemplan además los siguientes accesorios:

- Pararrayo autoválvula: uno por fase, instalado en las crucetas de los apoyos de transición aéreo subterráneo.

- Botella terminal exterior unipolar: una por fase, para la conexión entre los cables y las líneas aéreas; se instalarán en crucetas especiales de los apoyos de paso aéreo/subterráneo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Empalmes: serán diseñados y probados para cada cable aislado en particular siendo su composición general para cables unipolares de aislamientos secos la siguiente:

- Cubierta de protección y material de protección sobre la pantalla.
- Pantalla de empalme y perfil de control de gradiente.
- Cuerpo premoldeado de aislamiento.
- Conexión de los conductores y electrodo de unión.
- Accesorios y pequeño material.

3.4.5 L/220 kV de Conexión de la actual SE Algeciras 220 kV con los transformadores 220/132 kV de la futura SE Algeciras 132 kV

3.4.5.1 Características globales

Como parte fundamental de la interconexión eléctrica Península-Ceuta, es necesaria la construcción de una línea subterránea de transporte de energía eléctrica de doble circuito a 220 kV, con una longitud aproximada de 374 m para el circuito 1 y 359 m para el circuito 2, que conectará la futura subestación de transformación Algeciras 220/132 kV con la ampliación de la subestación existente “Algeciras 220 kV”.

La ampliación del parque existente de Algeciras 220 kV junto con el enlace GIS-Trafo a 220 kV de doble circuito, tienen como función exclusiva garantizar la conexión efectiva de Ceuta en la red de transporte peninsular existente, dotando al enlace de funcionalidad eléctrica.

La línea GIS-Trafo a 220 kV al igual que la ampliación de la subestación de Algeciras 220 kV y la Nueva Subestación Algeciras 132 Kv están ubicadas en el término municipal de San Roque (provincia de Cádiz).

La línea subterránea doble circuito de enlace entre la subestación existente “Algeciras 220 kV” y los 2 futuros transformadores de “Algeciras 132 kV” discurre con el circuito 1 por una zanja de longitud total 353,2 metros y con el circuito 2 por una zanja de longitud total de 339,4 metros.

La línea parte de los terminales tipo GIS de la subestación “Algeciras 220 kV”, ubicados dentro del edificio de la subestación existente y continua en zanja hormigonada con los conductores en disposición tresbolillo bajo calzada durante aproximadamente los primeros 185 metros. A continuación, discurre bajo terrizo durante aproximadamente 35 metros y posteriormente atraviesa un canal seco de aproximadamente 10 metros, mediante zanja hormigonada en disposición capa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tras atravesar el canal los conductores vuelven a estar en disposición tresbolillo y discurren paralelamente al perímetro de la futura subestación “Algeciras 132 kV” durante aproximadamente 65 metros antes de entrar a la subestación, por la que la línea discurre durante 55 metros antes de llegar a los terminales tipo exterior dispuestos frente a los transformadores de la subestación “Algeciras 132 kV”.

Trazado de la L/220 kV de conexión de la ampliación de la SE Algeciras con los trafos 220/132 kV de la nueva subestación Algeciras 132 kV

3.4.5.2 Características técnicas

La línea de conexión a 220 kV tiene como principales características las siguientes:

Línea 220 kV Algeciras – Algeciras

Características técnicas generales	
Tensión nominal	220 kV
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Nº de circuitos	2
Longitud circuito 1	374 m
Longitud circuito 2	359 m
Facto de carga	100 %

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Características técnicas generales	
Capacidad de transporte por circuito (planificada)	160 MVA
Capacidad de transporte por circuito (calculada)	242 MVA
Nº cables por fase	1, en configuración de cable monopolar
Tipo de cable (a modo referencial)	RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 KV 1X630KAl+T375Al
Disposición de los cables	Tresbolillo/capa
Tipo de canalización	Tubular hormigonada
Profundidad de zanja	1.450 /1.150 mm
Nº cámaras de empalme	0

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2022

Cable de potencia subterráneo

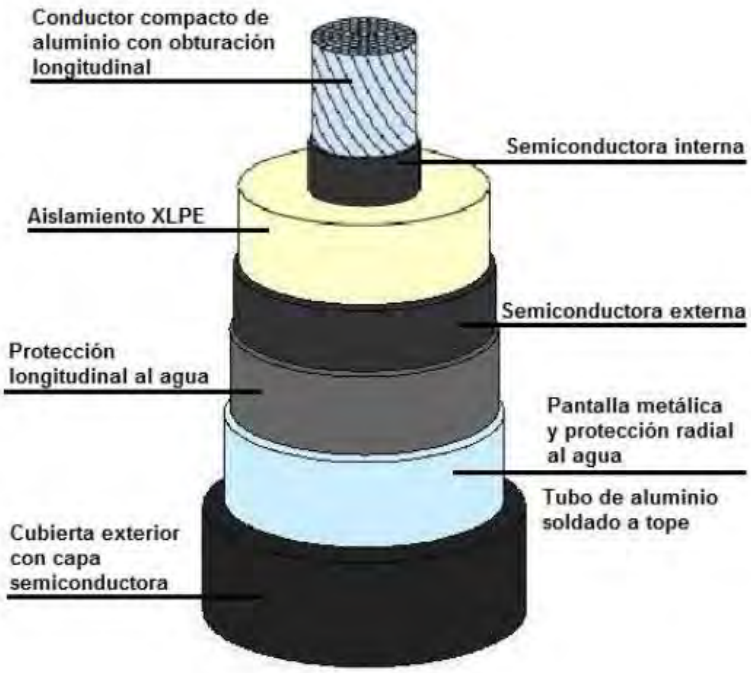
El cable de potencia a utilizar en el tramo subterráneo se dimensiona teniendo en cuenta las características del entorno y la capacidad de transporte requerida para el enlace (160 MVA por circuito).

El cable aislado de 127/220 kV requerido para el presente tramo subterráneo es el siguiente:

- RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 KV 1X630KAl+T375Al

  Cable aislado de aislamiento XLPE 127/220 kV de aluminio, cuerda tipo Aluminio compacta 1x630 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial y pantalla constituida por tubo de aluminio soldado a tope de 375 mm^2 de sección y cubierta exterior de poliolefina (Z1) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas tipo DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Canalización, arquetas de telecomunicaciones y accesorios

La zanja tipo con disposición en doble circuito tresbolillo tendrá unas dimensiones de 1.800 mm de anchura y 1.450 mm de profundidad, para simple circuito tresbolillo de 800 mm de anchura y 1.450 mm de profundidad, a excepción de la zanja tipo para el cruce del canal con disposición en capa que tendrá unas dimensiones de 2.600 mm de anchura y 1.150 mm de altura.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 250 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad, según ET140.

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones y como ayuda para el tendido de los mismos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones.

Las arquetas serán sencillas (de 815 mm x 900 mm x 1.200 mm) y dobles (de 900 m x 1425 x 1.200 mm.

Las arquetas serán, según ET202, de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o polipropileno reforzado con cargas minerales con nervaduras exteriores para soportar la presión

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

exterior. En la base de cada arqueta se dispondrá un hueco sumidero con forma circular de 150 mm de diámetro para facilitar el drenaje de las aguas que pueda recoger el conjunto.

3.5 PRINCIPALES MAGNITUDES DEL PROYECTO

Se resumen en el siguiente cuadro las principales magnitudes del proyecto a tener en cuenta en relación con su previsible incidencia ambiental: dimensiones, superficies ocupadas, emisiones a la atmósfera, vertidos, residuos generados, consumo de materias primas, emisiones a la atmósfera y afección al ciclo del agua.

Principales magnitudes del proyecto. Fase de construcción

Características	Elemento	Magnitud
Longitudes	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (total)	68.919 m (circuito 1) 66.915 m (circuito 2)
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (trazado marino)	58.124 m (circuito 1) 56.167 m (circuito 2)
	PHD paso terrestre-marino	1.038 m (cada circuito en Cádiz)
		490 m (cada circuito en Ceuta)
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (Tramo en zanja SC - circuito 1)	0 m en la Península
		687 m en Ceuta
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (Tramo en zanja SC - circuito 2)	0 m en la Península
		673 m en Ceuta
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (Tramo en zanja doble circuito)	8.335 m en la Península
		918 m en Ceuta
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (Tramo en PHD)	835 m en la Península (3 tramos)
		0 m en Ceuta
	L/220 kV Algeciras 220 kV –Trafo 220-132 kV	374 m (circuito 1) 359 m (circuito 2)
Superficie ocupada	Subestación Algeciras 132 kV	6.634 m^2 (plataforma)
		7.130 m^2 (con taludes)
	Subestación Virgen de África	6.405 m^2 (permanente)
	Ampliación SE Algeciras 220 kV	No requiere ampliación de edificio
	Anchura de zanja 132 y 220 kV	1,4 m DC y 0,7 m SC (1,3 m de profundidad)
	Anchura ocupación temporal 132 kV y 220 kV	8-9 m
	Cámaras de empalme del trazado soterrado 132 kV	Previsto de 45,6 m^2 (12 x 3,8 m) y 2,5 m de profundidad
	Ocupación temporal zonas de trabajo PHD en Cádiz (todas)	7.630 m^2
	Ocupación temporal zonas de aterraje	3.390 m^2 (Cádiz) y 2.220 m^2 (Ceuta)
Emisiones a la atmósfera	Foco 1, difuso: maquinaria, camiones	CO_2, CO, NO_x, SO_2, polvo
	Maquinaria de obras públicas y de camiones de transporte	70 y 90 dB (A), emisión discontinua en periodo diurno
Vertidos	Vertidos a cauces	Ninguno en transcurso normal
Residuos generados	Excedentes de excavación	45.023 m^3
	Restos de hormigón	1.009 m^3
	Escombros	445 m^3
	Chatarras metálicas	25.997 kg
	Papel y cartón, maderas y envases y embalajes	29.128 kg
	Restos asimilables a urbanos	1.401 kg
	Residuos peligrosos*(trapos, tierras, envases etc.)	949 kg

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Características	Elemento	Magnitud
	Residuos de podas y talas	1.162 kg
	Mezcla bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	1.216 m^3
	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	2.440 m^3
Duración de la construcción	Subestación Algeciras	14 meses (6 de obra civil)**
	Subestación Virgen de África	12 meses (6 de obra civil)**
	Ampliación SE Algeciras 220 kV	10 meses
	Línea eléctrica 132 kV (tramos terrestres)	38 meses***
	Línea eléctrica 132 kV (tramo marino)	Mínimo de 15 meses pero dependerá de los contratista, ventanas temporales que permitan los trabajos etc…
	L/220 kV	2 meses (0,6 de obra civil)
	Punta de trabajadores	10 (subestación Algeciras 132 kV) 10 (subestación Virgen de África) 8 (ampliación SE Algeciras) 50 (L/132 kV terrestre) 50 (L/132 kV marina) 25 (L/220 kV)

* Los residuos peligrosos son titularidad de las empresas contratistas de la construcción

**Serán 24 los meses desde que se inicie la obra hasta la puesta en servicio.

***Se espera reducir en buena medida simultaneando las obras con 3 equipos en Cádiz y 2 equipos en Ceuta.

3.6 CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SUBMARINO DE LA L/132 KV ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA

Se describe a continuación únicamente el procedimiento constructivo del tramo submarino de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África por ser elemento del proyecto que tendrá incidencia sobre los espacios RN2000.

3.6.1 Perforación horizontal dirigida

Los puntos de transición entre tierra firme y mar se realizarán mediante perforación horizontal dirigida (PHD) desde tierra independientes para cada uno de los circuitos.

En el caso de la salida de la Península cada una de las dos perforaciones tendrá una longitud de 1.038 m hasta llegar a la cota batimétrica -10 m. En el caso de Ceuta cada una de las dos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

perforaciones tendrá una longitud de 490 m para llegar a la cota batimétrica -17 m. En ambos casos cada perforación tendrá un diámetro exterior de 500 mm.

3.6.1.1 Perforación piloto

Una vez realizados los fosos o catas iniciales, se procederá a realizar la perforación piloto. Mediante esta perforación se definirá exactamente el trazo que seguirá la perforación definitiva utilizando una lanza equipada con un cabezal de perforación dirigido de 251 mm de diámetro, el cual permite conocer en todo momento la posición relativa y profundidad de la lanza y, por tanto, dirigirlo por la trayectoria deseada. Los pozos de ataque/salida serán de unas dimensiones aproximadas de 3,5 x 2,5 metros y 2,5 m de profundidad, para poder realizar las maniobras de achique y bombeo del lodo de perforación.

3.6.1.2 Sistema de guiado

Para la localización del cabezal de perforación, es necesario el tendido de un anillo exterior. Este tendido tiene una forma rectangular, y marca un rectángulo en planta, donde se quiere que transcurra la navegación.

Este cable es alimentado por corriente eléctrica (AC) para generar un campo magnético.

El cabezal de perforación, al igual que el sistema de cable, también es alimentado por un cable dentro del varillaje, de forma que también genera un segundo campo magnético. Para que este campo no se induzca hasta la máquina de perforación, se instalarán elementos metálicos amagnéticos para interrumpir la inducción.

De las interferencias de los dos campos magnéticos, es posible determinar la localización del cabezal de perforación, sin ser necesario que el navegador esté situado en la vertical del cabezal perforador.

3.6.1.3 Ensanche

Una vez terminada la perforación piloto, se proseguirá a realizar los ensanches. Para ello, se actuará de la siguiente forma: una vez se ha dispuesto del cabezal en el exterior, concretamente en el punto de salida al final de la perforación, se colocará un retroensanchador de diámetro superior al de la perforación hasta obtener un diámetro suficiente y necesario para la colocación de las correspondientes tuberías dentro de la perforación. Se estiman realizar 2 ensanches para conseguir un diámetro de perforación adecuado.

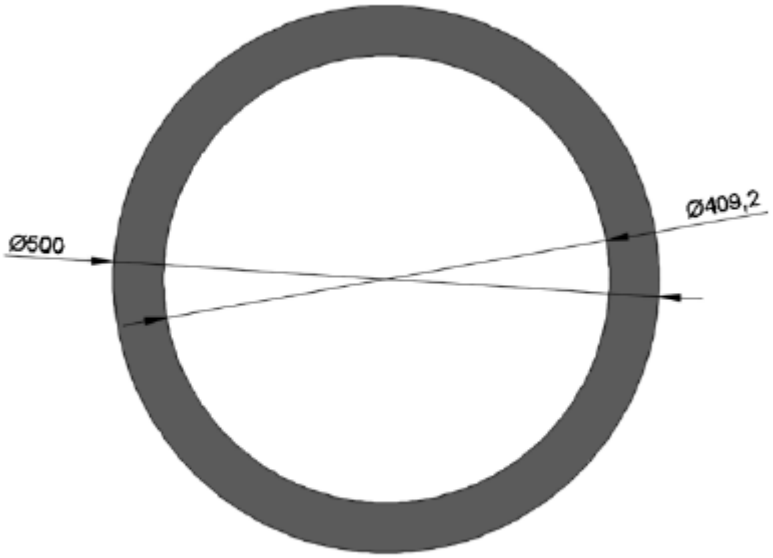
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.6.1.4 Tuberías a instalar

Se utilizarán tuberías de polietileno de alta densidad PE 100 - AD de mejores características que el polietileno estándar. Este tipo de polietileno presenta importantes ventajas (óptima flexibilidad, resistente a agentes, atmósferas y suelos agresivos, pérdida de carga casi nula, insensibilización a la congelación y ausencia de sedimentos e incrustaciones en su interior.

Este tubo tiene un diámetro exterior de 500 mm e interior de 409 mm.

Prisma previsto para la PHD



3.6.1.5 Soldadura

El sistema de unión aplicado para las tuberías de esta perforación será la soldadura a tope. Este método se aplica preferentemente a tuberías de PE-AD y PE-MD y, está basado esencialmente en unir los dos extremos de las tuberías mediante fusión y de la posterior aplicación de presión.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El sistema convencional para realizar soldaduras en este tipo de tuberías es el siguiente: los extremos de la tubería se calientan a 210ºC±10 y a continuación se unen sometiéndolos a una presión de 1,5 Kg/cm², una vez enfriada la soldadura se colocarán las tuberías

3.6.1.6 Limpieza de la PHD

Consiste en pasar a lo largo de toda la perforación con un calibre que verifica las dimensiones del microtúnel, y a la vez limpia de detritus la perforación.

3.6.1.7 Instalación de la tubería

Las tuberías se conectarán inmediatamente detrás del escariador (ensanchador), como si se tratara del último de los ensanches de forma que, al tirar desde la máquina de perforación, el ensanchador agranda o limpia el túnel abierto previamente y, simultáneamente, se instalarán las tuberías de servicio

3.6.1.8 Gestión de lodos

Para minimizar la fabricación de lodo, se utilizarán equipos de reciclaje que reducirán al mínimo la fabricación del lodo de perforación reciclándolo.

El proceso de reciclaje consiste en recuperar el lodo, mezclado con el detritus de la perforación, que por medio de una unidad de reciclaje separa el detritus del lodo, pudiendo volver a utilizar el mismo sin necesidad de crear continuamente lodo de nuevo. De esta manera el volumen final se reduce en origen gracias a un proceso de reciclaje en obra.

3.6.1.9 Alternativas de tratamiento

Durante la ejecución de las perforaciones dirigidas se generará un volumen de detritus, un residuo consistente en el material excavado en el frente de la perforación, que estará completamente hidratado.

Por esta razón será necesario acopiarlo en una zona que permita un secado natural, para posteriormente utilizarlo como material de relleno y transportarlo a vertedero.

Dada la naturaleza húmeda del material, se utilizarán contenedores estancos (de obra) para el transporte.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El punto de secado se situará próximo a la obra, en el espacio utilizado como zona de acopio de materiales necesarios para la confección de la canalización.

3.6.1.10 Acopio de lodo de perforación en la obra

Los lodos bentoníticos, previamente cribados, serán almacenados en una balsa de terreno natural, para reutilizarlos para el resto de las perforaciones.

Una vez acabados los trabajos de perforación, se deberán:

- Desecar en la propia obra mezclándolos con terreno adyacente.
- Retirar y transportar a vertedero.
- Deshidratación de lodos bentoníticos

Los lodos bentoníticos, previamente cribados por la empresa perforadora, serán almacenados en un depósito (decantador).

Mediante una bomba centrífuga especialmente diseñada se procede al secado del lodo, obteniendo por una parte agua y por otra un residuo seco (tierras – arcillas), que se puede transportar al vertedero o utilizar en la misma obra (ídem para los detritus).

3.6.2 Apertura de zanjas / protección del cable

Como norma general, los cables submarinos irán enterrados a 1 metro bajo terreno arenoso.

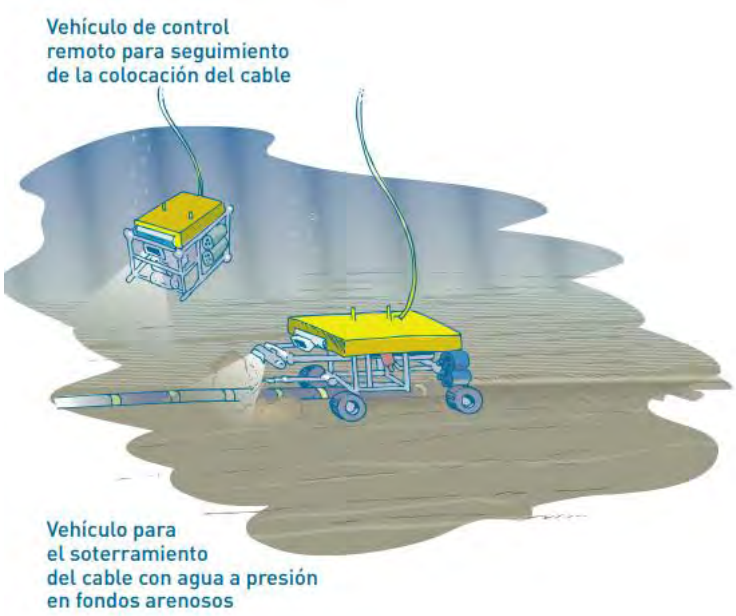
Dependiendo de las características del fondo marino se considera el empleo de los siguientes métodos de protección:

► “Jetting”. Se realiza posteriormente al tendido. Se utiliza un barco desde el que remotamente se manejará un vehículo submarino que descenderá hasta colocarse sobre el cable. El citado vehículo irá provisto de un mecanismo de chorros de agua a alta presión, que licuará el terreno ubicado bajo y alrededor del cable, permitiendo que el cable se hunda a través de los sedimentos en suspensión hacia el fondo de la zanja, según el mecanismo avanza hacia adelante. Cuando la máquina se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, solidificándose de nuevo y rellenando por sí mismos la zanja.

Este método es válido para la parte del trazado con sedimentos arenosos o blandos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Jetting



- "Trenching": En fondos con arcillas duras o rocas para alcanzar la profundidad deseada de 1 metro pueden ser necesarias operaciones de corte del fondo marino de forma puntual, es decir, la utilización de un tipo de excavadora submarina con cuchillas rotatorias.

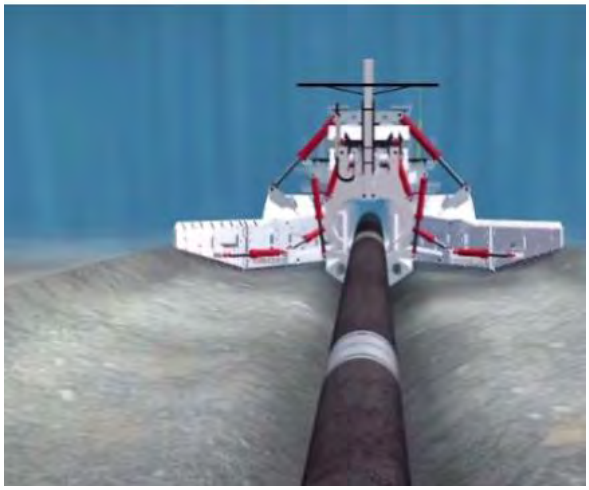
Trenching

- "Ploughing": Se trata de una técnica de enterramiento por medio de un dispositivo de arado arrastrado por el barco de tendido de cable, que actúa simultáneamente sobre el fondo marino abriendo la zanja y enterrando el cable a la vez que avanza por el fondo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

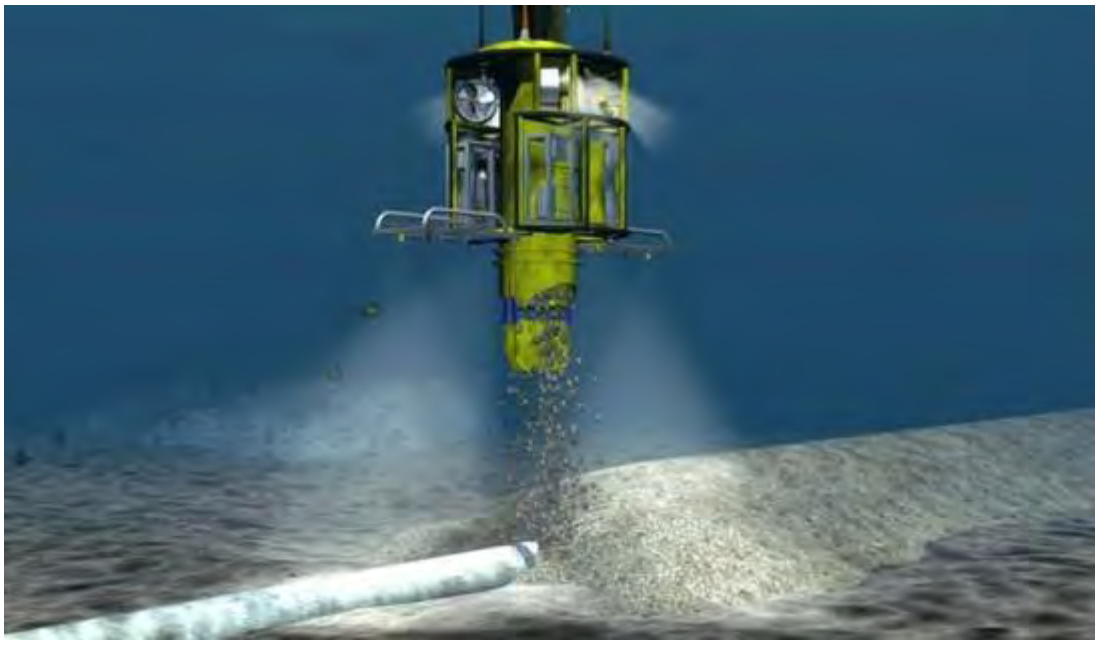
Esta técnica es adecuada desde terrenos blandos a terrenos duros que no presentan rocas.

Ploughing



- "Rock dumping": en terrenos muy duros o en aquellos donde se complica mucho penetrar en el fondo marino, la protección del cable se consigue por medio de vertido de rocas de manera controlada sobre el propio cable (rock dumping). El tipo de roca deberá ser de características similares a la encontrada en la zona.

Rock dumping



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- En los tramos menos profundos, cerca de las costas, debido al mayor peligro de agresión externa se utilizarán otros métodos adicionales de protección, como la instalación de conchas de acero fundido (Cast Iron Shells hasta la profundidad de 50 m en ambos extremos del enlace).

A efectos de estudio del impacto ambiental, las tecnologías viables para enterrar el cable en sedimento no consolidado (jetting, ploughing, trenching) se consideran a grosso modo equivalentes por lo que se refiere a su impacto ambiental, con la salvedad de la anchura de corredor afectada. Las implicaciones de las otras técnicas (vertido de rocas, etc.) se analizarán por separado.

3.6.3 Tendido del cable submarino

Después de la fabricación y ensayos en fábrica de los cables submarinos, éstos serán transferidos a plataformas giratorias en fábrica para ser cargados en las plataformas de los barcos encargados del tendido.

Los barcos estarán equipados con sistemas de posicionamiento GPS dinámicos para seguir exactamente las trayectorias prefijadas y mantenerse fijos cuando las condiciones del mar requieran suspender durante unas horas los trabajos de tendido.

El método de tendido, a grandes rasgos, puede describirse de la siguiente forma:

Para comenzar las operaciones de tendido el barco se situará lo más cerca posible de la costa en línea con la dirección de la ruta a seguir por los cables. El barco, para mantener la posición preestablecida sin necesidad de muertos o amarres, utilizará su propio sistema de posicionamiento dinámico.

Cuando el barco esté situado correctamente, el cable submarino será lentamente descargado desde el barco con una serie de flotadores hinchables y tendido hacia la costa por medio de botes auxiliares. Del mismo modo, desde la máquina de tiro instalada en tierra, se tenderá un cable piloto de tiro con otro bote auxiliar. El número de botes auxiliares necesarios para realizar esta operación dependerá de las condiciones atmosféricas y la distancia de flotación necesaria.

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1,5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o al cabezal del cable submarino. Entonces se empezará a tirar del cable piloto hasta la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto del empalme de transición entre el cable submarino y el cable subterráneo (B.J. Beach Joint), mientras que simultáneamente el barco va entregando más cable en los flotadores hinchables.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

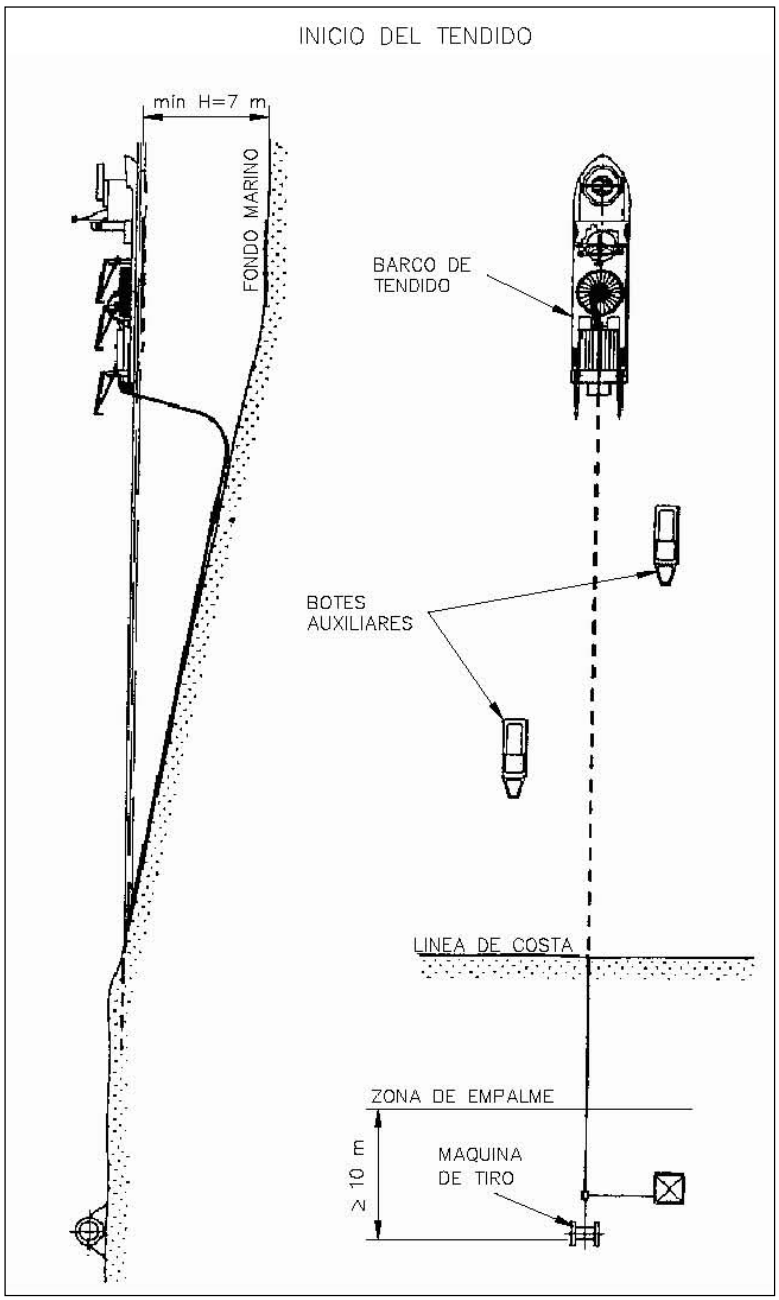
Desde el punto del empalme de transición (B. J. Beach Joint) hasta la orilla se instalará un camino provisional de rodillos, de tal forma que cuando el extremo del cable submarino llega a la orilla, se van retirando los flotadores hinchables y el cable se coloca sobre los rodillos.

Cuando haya sido tendida la longitud suficiente de cable para realizar los empalmes de transición, se retirará el cable de los rodillos y el extremo o cabezal del cable será entonces anclado a tierra.

Una vez finalizada la operación de tendido en la costa el cable será sumergido en el fondo del mar por buceadores especializados que irán retirando los flotadores hinchables del cable. La retirada de los flotadores se realizará partiendo del barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

Una vez preparada la salida del cable submarino, el barco procede a recorrer la traza del cable correspondiente hasta la llegada en la costa. Para el tendido del cable el barco avanza lentamente siguiendo la traza del mismo, desenrollando el cable desde la bodega del barco de forma paulatina y ajustada al avance del mismo. El cable abandona la bodega y siguiendo las poleas y guías dispuestas en la cubierta, cuelga por la popa y siguiendo una amplia curva, se deposita en el fondo del mar siguiendo la estela del navío. El peso del cable hace que se sitúe exactamente en la traza definida.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



En su avance el barco de tendido va depositando el cable en el fondo, siguiendo en todo momento la trayectoria prefijada, utilizando para ello el Sistema de Posicionamiento Dinámico. La navegación estará basada en el uso del DGSP (Diferencial Global Positioning System). El GPS es un sistema de medida de distancia donde el receptor, situado a bordo del barco de tendido, mide la distancia simultáneamente de todos los satélites GPS sobre el horizonte.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El tendido del cable estará basado en el perfil del fondo marino e información obtenida del informe marino desarrollado antes del tendido, y posterior estudio realizado sobre los parámetros de tendido.

Por lo tanto, para poder comparar los valores precalculados y asegurar que el cable es tendido adecuadamente sobre el fondo marino según el trazado previsto, se monitorizará desde el barco cablero con la siguiente información:

- Posicionamiento del barco de tendido
- Posición del vehículo de control remoto (ROV)
- Velocidad de suministro del cable.
- Tensión del cable y ángulo de la bobina de tendido
- Longitud del cable ya tendido
- Profundidad
- Velocidad y dirección del viento.

Durante el tendido se realizará una monitorización del posicionamiento del cable en el lecho marino (touch down monitoring), es decir, se realizará la detección del punto de contacto o posado del cable, mediante un vehículo de control remoto (ROV) para posibilitar pequeños ajustes de trazado con los que evitar apoyar sobre obstáculos aislados y evitar los “free spans” vanos libres entre apoyos del cable en irregularidades locales del fondo marino. El ROV operará desde un barco de apoyo independiente con su propio sistema de posicionamiento dinámico.

Esto se realizará de forma continua salvo en la zona de gran profundidad (y menores irregularidades), con el objeto de reducir al máximo la duración de las campañas de tendido de los cables ya que el ROV tiene mayores restricciones meteorológicas que el barco de tendido.

En las proximidades del punto de llegada a tierra y antes de comenzar las operaciones de tierra, el barco se alejará cuidadosamente de la alineación de la ruta final del cable de forma que deje su popa libre para las operaciones de tendido y será situado en su posición final utilizando su sistema de Posicionamiento Dinámico.

Cuando el barco esté correctamente asegurado en su posición final, el cable flotará en un amplio bucle con la ayuda de flotadores y buceadores hasta que haya una suficiente longitud de cable fuera del barco. Al ser el cable de mayor longitud que la necesaria para su tendido, el mismo será cortado y sellado a bordo, procediéndose entonces al tendido del lazo mediante botes auxiliares hacia tierra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1,5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o cabezal del cable submarino. Entonces, se empezará a tirar del cable piloto desde la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto de empalme entre el cable submarino y el cable subterráneo.

Desde el punto del empalme de transición (B. J. Beach Joint) hasta la orilla se instalará un camino provisional de rodillos, de tal forma que cuando el extremo del cable submarino llegue a la orilla, se irán retirando los flotadores hinchables quedando el cable sobre los rodillos. Cuando haya sido tendida la longitud suficiente de cable para realizar los empalmes, se retirará el cable de los rodillos y el extremo o cabezal será asegurado a tierra.

La retirada de los flotadores se realizará partiendo desde el barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 INTERÉS PÚBLICO DE LA ACTUACIÓN

El interés público de la instalación proyectada se fundamenta por un lado en la función concreta que desempeñará, al servicio del interés general, y por otro, administrativamente, le es reconocido por la legislación sectorial eléctrica y ambiental.

La Ley 24/2013, del Sector Eléctrico, establece en su Artículo 4, que la planificación eléctrica será realizada por el Estado, con la participación de las Comunidades Autónomas, señalando el alcance y carácter de la misma. De acuerdo con dicha normativa, el pasado mes fue aprobada por el Gobierno de la Nación la *Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026*. Esta planificación integra el desarrollo del sistema eléctrico, en un horizonte temporal 2021-2026, y el documento aprobado incluye una amplia información sobre las previsiones de la demanda eléctrica y los recursos necesarios para satisfacerla, y establece con carácter vinculante las instalaciones de transporte de electricidad a construir en el período comprendido en la planificación.

Finalmente, la legislación sectorial eléctrica, concretamente la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico, en su artículo 54 declara de utilidad pública las instalaciones eléctricas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica, a los efectos de expropiación forzosa de los bienes y derechos necesarios para su establecimiento y de la imposición y ejercicio de la servidumbre de paso.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

El análisis de soluciones para el proyecto en lo que se refiere a sus afecciones potenciales sobre la Red Natura, se lleva a cabo a dos niveles; para consultar con detalle todas las variables consideradas en el análisis de alternativas completo, véase el Capítulo 7 de la Memoria Volumen I del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de la Interconexión Península-Ceuta.

A. Análisis de la alternativa cero. Se analiza la alternativa de no ejecución de las instalaciones proyectadas.
B. Análisis de alternativas de proyecto. Se comparan distintas soluciones planteadas para distintos elementos del proyecto.

5.1 PROCESO SEGUIDO EN LA DEFINICIÓN Y CONCRECIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO

El análisis de alternativas para el presente proyecto se ha llevado a cabo en dos fases:

► En una primera fase, coincidiendo con la elaboración del Documento Inicial de Proyecto (en adelante DIP) en 2016, se realizó un análisis de alternativas para un ámbito de estudio que englobaba el conjunto del Estrecho de Gibraltar, con el objeto de seleccionar el corredor viable para el enlace submarino de interconexión entre la península y Ceuta y el área de implantación más favorable del proyecto en la provincia de Cádiz y Ceuta.

- En relación con el trazado marino se esbozaron corredores marinos de cruce del Estrecho de Gibraltar, así como soluciones de aterraje a nivel esquemático a partir de cada una de las tres soluciones globales de proyecto de la costa gaditana.
- Fruto de este análisis se consideró, y así también quedo refrendado en la respuesta a las consultas previas del DIP, como solución más favorable el aterraje del proyecto de conexión eléctrica en la península a través de la Línea de la Concepción-playa de la Hacienda. De esta manera esta fase de evaluación preliminar ha quedado superada al ser refrendada esta solución como la más favorable.
- Respecto a las características de las instalaciones que componen el eje de interconexión eléctrica en la península, se partía de los señalados en la planificación eléctrica vigente en ese momento (2015-2020): una nueva subestación tipo AIS en la provincia de Cádiz, la cual debido a su naturaleza debía emplazarse en suelo rústico, una línea subterráneo submarina de doble circuito y una línea aérea eléctrica a 220 kV de conexión con el punto más cercano de la red de transporte existente en el territorio.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se analizaron múltiples emplazamientos en el entorno de San Roque y la Línea de la Concepción para la nueva subestación peninsular en tecnología AIS, de los cuales solo 4 resultaron viables, mientras que las conexiones eléctricas aéreas terrestres peninsulares, dada la corta longitud de las mismas, quedaron reducidas a prácticamente la conexión directa mediante pasillos únicos. Por su parte, en Ceuta, se analizaron dos alternativas de llegada/aterraje del cable a tierra, bien por la bahía norte o bien por la bahía sur quedando la decisión pendiente en primer lugar de llevar a cabo estudios específicos marinos de ambas costas para poder seleccionar la opción técnicamente viable y que minimizase las afecciones ambientales y territoriales. Esta elección condicionaba también la elección de la ubicación definitiva de la nueva subestación en este territorio.

► En una segunda fase, expuesta en el Estudio de Impacto Ambiental se ha llevado a cabo un análisis más profundo de las alternativas considerando las respuestas recibidas al Documento Inicial de Proyecto y el refrendo de la administración a la solución del proyecto, conectando eléctricamente la Península con Ceuta desde la costa de la Línea de la Concepción. Para realizar estos estudios de detalle se han realizado campañas marinas específicas de aguas someras y profundas en los frentes marinos de las costas de la Línea de la Concepción y de las costas de la bahía norte de Ceuta y de la bahía sur de Ceuta, así como análisis de viabilidad de posibles enclaves para llevar a cabo perforaciones dirigidas para minimizar las afecciones de las transiciones tierra-mar, estudios constructivos, topografía, geotecnia, análisis de suelos y aguas freáticas, estudios arqueológicos, etc…

- En el caso concreto de las instalaciones que componen el eje de interconexión en Ceuta se parte de la selección de la ubicación de la nueva SE Virgen de África 132 KV a partir de tres alternativas de emplazamiento, para posteriormente seleccionar el punto de aterraje y el trazado hasta la futura subestación a partir de 4 alternativas diferentes, dos con origen en la bahía norte de Ceuta y dos en la Sur.
- En el caso de las instalaciones que componen el eje de interconexión eléctrica en la península se parte en primer lugar de un análisis detallado comparativo de alternativas para los elementos de proyecto recogidos en la anterior Planificación Eléctrica 2015-2020;

  – La nueva subestación proyectada Portichuelos 220/132 kV que al ser recogida como tipo AIS debe implantarse en suelo rústico y la nueva línea aérea a 220 kV de conexión con la red eléctrica de transporte existente en la zona.
  – La selección concreta del punto de aterraje a lo largo de la playa de la Hacienda.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

– El trazado entre este y el emplazamiento seleccionado para la subestación tipo AIS en suelo rústico.

Resultado de esta comparativa se selecciona la solución de proyecto más favorable en la zona de Cádiz para la implantación de un proyecto con subestación en tecnología AIS, cumpliendo de este modo con los requerimientos iniciales de la planificación eléctrica que estaba anteriormente vigente.

Por su parte, desde que se inició la tramitación ambiental del expediente mediante el Documento Inicial de Proyecto, se han llevado a cabo modificaciones en la Planificación Eléctrica vigente habiendo sido aprobada la nueva Planificación Eléctrica 2021-2026. Esta aprobación ha abierto la posibilidad y obliga a plantear soluciones de proyecto adicionales a las planteadas inicialmente en el DIP con el objetivo de cumplir los criterios de la misma relativos a la optimización de recursos y minimización de creación de nuevas instalaciones mediante el máximo aprovechamiento de las infraestructuras existentes. Del mismo modo, el hecho de encontrarse recientemente aprobada la nueva Planificación Eléctrica 2021-2026 posibilita que se puedan analizar nuevos escenarios para el proyecto como pudieran ser distintos tipos de tecnologías y configuraciones eléctricas que permitieran aprovechar instalaciones existentes al tratarse de soluciones más compactas.

Resultado de esta situación se plantea una nueva alternativa de proyecto consistente en la solución recogida en la planificación eléctrica 2021-2026 para la Interconexión Eléctrica Península-Ceuta consistente en la ampliación de la SE existente de Algeciras 220 KV y la construcción de un nuevo parque a 132 kV anexo, tipo GIS, en terrenos urbanos industriales del Complejo Petroquímico del término municipal de San Roque, eliminando la necesidad de nuevas líneas eléctricas aéreas de enlace a 220 kV con la red existente y un trazado íntegramente enterrado por viales consolidados en su mayoría, discurriendo en paralelo con otras infraestructuras urbanas y aislado a 132 kV hasta el punto de aterraje seleccionado en la playa de la Hacienda, en la Línea de la Concepción.

El análisis de alternativas en la zona de Cádiz finaliza con la confrontación comparativa de la mejor solución global de proyecto entre la construcción de una nueva subestación con dos parques de 220 kV y 132 kV en tecnología AIS, en suelo rústico (solución de la antigua Planificación Eléctrica 2015-2020), y la solución de la ampliación de una SE existente, Algeciras 220 kV, con un nuevo parque a 132 kV, tipo GIS, en terrenos industriales(solución de la recientemente aprobada Planificación Eléctrica 2021-2026) y de manera agregada con el resto de instalaciones asociadas a cada una de las soluciones bajo análisis, para el funcionamiento eléctrico del enlace.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por su parte, para la definición del trazado del cable submarino, y a partir de la selección de posibles corredores resultado de trabajos en gabinete (recopilación bibliográfica y documental disponible), se han realizado dos campañas marinas de detalle de aguas profundas (geofísica y ambiental) para evaluar distintas variantes de proyecto que serán analizadas en el presente capítulo.

A continuación, se describen las distintas alternativas consideradas para los distintos elementos del proyecto de la interconexión eléctrica Península-Ceuta y su valoración en relación con sus afecciones potenciales a la Red Natura 2000. Para la valoración de la afección potencial se consideran los espacios Red Natura directamente afectados por cada elemento del proyecto.

5.2 ALTERNATIVA ESTRUCTURAL DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO EN LA ZONA PENINSULAR EN EL MARCO DEL DIP

Como se ha adelantado, el presente proyecto de interconexión eléctrica entre la Península y Ceuta fue sometido al trámite de consultas previas a través de la elaboración de un Documento Inicial de Proyecto (DIP) en 2016.

En este se partió de un territorio que englobaba todo el territorio sur del conjunto del Estrecho de Gibraltar con el objeto de seleccionar el área más favorable para la implantación del proyecto en la parte de Cádiz conjugando esta situación con la necesidad de conexión submarina con Ceuta. Como resultado del DIP y de las propias respuestas a las consultas previas y en el propio Documento de Alcance emitido por el órgano ambiental quedó refrendada la opción de llevar a cabo el proyecto en la zona denominada Portichuelos-Playa de la Hacienda (Área C) en la zona de Cádiz, quedando descartada otras áreas favorables estudiadas en ese momento como Puerto de la Cruz-Playa de Los Lances (Área A) El Pelayo-Getares (Área B).

De esta manera en el presente apartado supone un resumen del análisis comparativo de alternativas (en este caso desde el punto de vista de la afección a espacios de la RN 2000) para estas 3 áreas que tuvo lugar en el marco del DIP, no suponiendo un nuevo análisis que vaya a ser objeto de estudio toda vez que la solución del proyecto en Cádiz en la zona de Portichuelos-Playa de la Hacienda ya fue validada por el órgano ambiental como la más favorable para la salida marina de la conexión eléctrica con Ceuta.

5.2.1 Áreas favorables para la implantación del proyecto en Cádiz

Una vez analizadas las zonas más sensibles o principales condicionantes en el ámbito del DIP para el futuro emplazamiento del proyecto en el sector gaditano, se seleccionaron tres grandes

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

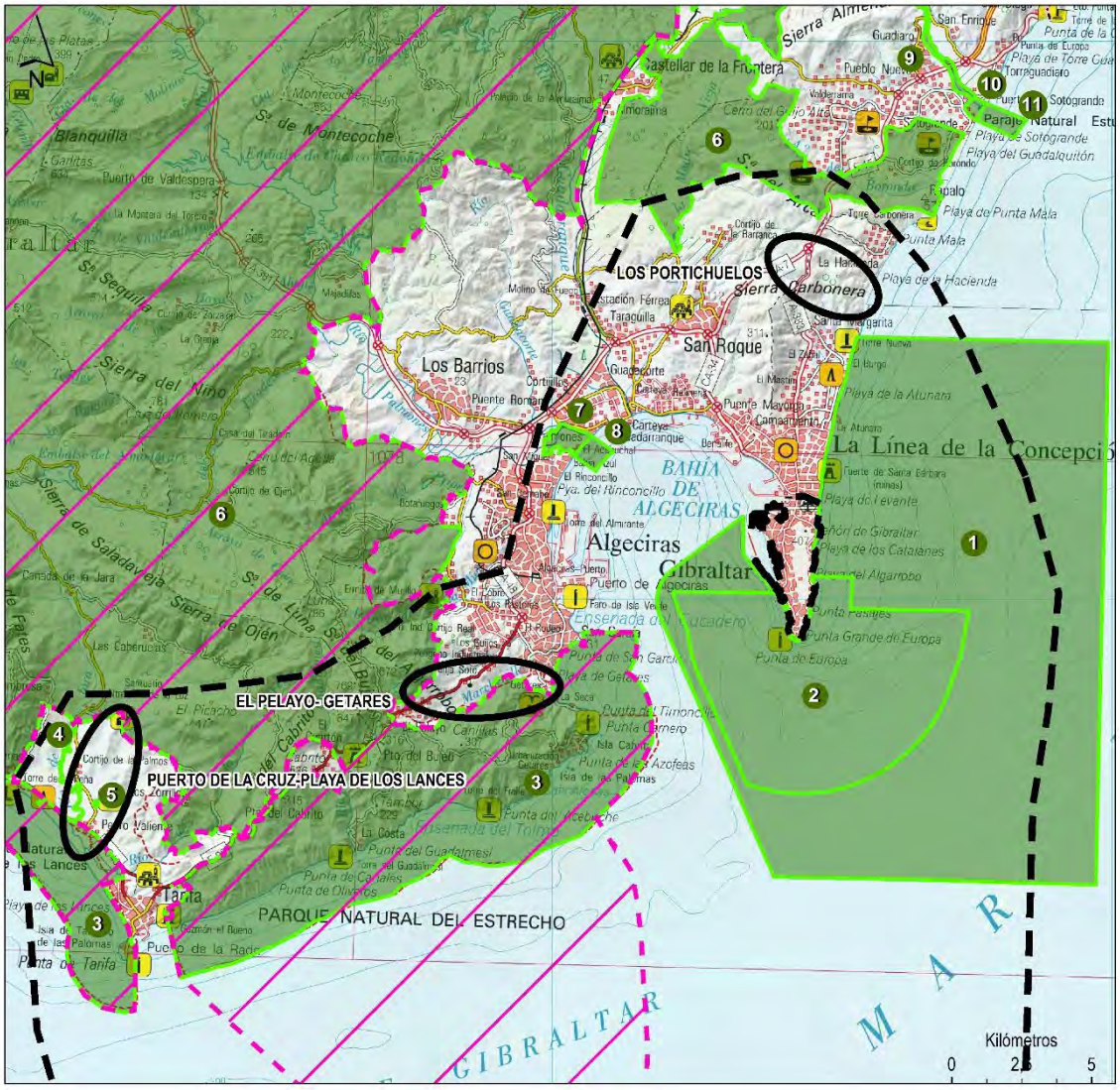
áreas favorables para la implantación de la nueva subestación a 220/132 kV, de la consiguiente línea eléctrica de conexión con la red de transporte a 220 kV y del cable subterráneo a 132 kV hasta la zona de aterraje. Estas áreas ofrecían una solución para el proyecto en tres sectores del ámbito (oriental, central y occidental) donde se identificaron posibles zonas de aterraje favorables, que fueron aquellas con costas bajas y arenosas o limosas. Se descartó de antemano una cuarta solución en el arco de la bahía de Algeciras debido los grandes condicionantes territoriales y técnicos en la zona marinas de la propia bahía para la salida del cable hacia Ceuta.

Las tres áreas favorables consideradas fueron:

- Área A: Puerto de la Cruz-Playa de Los Lances
- Área B: El Pelayo-Getares
- Área C: Los Portichuelos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Localización de las áreas favorables para la implantación del proyecto en la zona Peninsular en el marco del DIP



Red Natura 2000

1. ZEC Estrecho Oriental (ES6120032)
2. ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar (UKGIB0002)
3. ZEC Estrecho (ES0000337)
4. ZEC Búnker del Santuario de la Luz (ES6120029)
5. ZEC Río de la Jara (ES6120028)
6. ZEC y ZEPA Los Alcornocales (ES0000049)
7. ZEC y ZEPA Marismas del Río Palmones (ES6120006)
8. ZEC Fondos Marinos Marismas del Río Palmones (ES6120033)
9. ZEC Ríos Guadiaro y Hozgarganta (ES6120031)
10. ZEC Estuario del Río Guadiaro (ES6120003)
11. ZEC Fondos Marinos Estuario del Río Guadiaro (ES 6120034)

Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo

Ámbito de estudio

Áreas favorables para el proyecto en Cádiz

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Desde el punto de vista de la afección potencial a espacios RN2000 se expone a continuación a relación de cada área favorable con los mismos:

- Área Puerto de la Cruz-Playa de Los Lances

  - Incluido en parte el área en ZEC-ZEPA Los Alcornocales (ZEC-ZEPA).
  - La salida de la línea al mar se produciría atravesando el Paraje Natural Playa de Los Lances y el Parque Natural del Estrecho, conformantes ambos espacios de la ZEC y ZEPA Estrecho.
  - El tramo marino cruzaría inevitablemente la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo.

- Área El Pelayo-Getares

  - Se enmarca la zona terrestre en el espacio existente entre las ZEC y ZEPA Los Alcornocales y Estrecho.
  - El trazado submarino atravesaría el sector marino del Parque Natural del Estrecho.

- Área Portichuelos-La Hacienda

  - La zona terrestre no afectaría a ningún espacio RN2000.
  - El tramo submarino podría afectar a la ZEC Estrecho Oriental en su recorrido, aunque existe la posibilidad de evitar adentrarse en el mismo.

Tal y como se recoge de manera completa en el EIA una vez se analizaron las tres posibles áreas favorables en el ámbito gaditano y se identificaron los condicionantes principales, se concluyó en el DIP y así fue refrendado en las respuestas de las distintas administraciones y del propio órgano ambiental responsable de la tramitación ambiental del proyecto, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio que la solución C Los Portichuelos-Playa de la Hacienda saliendo al mar por la Línea de la Concepción supone a nivel global la solución más favorable y territorialmente más asumible para el trazado de la interconexión eléctrica entre la península y Ceuta. Esta salida supone aquella que permite utilizar el paso más favorable del conjunto del Estrecho entre la plataforma continental peninsular y la llanura abisal del canal central del Estrecho, utilizando la zona de talud continental de menor pendiente y, por tanto, también, de menor carácter rocoso. Se trata, además, de la única solución que en su conjunto permite discurrir sobre fondos sedimentarios (arenas y arcillas) en la práctica totalidad de su recorrido, evitando además los cañones de La Línea, Algeciras, Guadiaro y Ceuta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Una de esas variables se correspondió con la afección potencial a espacios naturales protegidos y espacios RN2000 siendo la opción del Área C Los Portichuelos-La Hacienda la única que podría evitar cualquier tipo de afección directa a estos espacios.

5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES CONSIDERADAS EN EL MARCO DEL EIA

5.3.1 Alternativa cero

La alternativa cero para este proyecto supone la no realización del mismo, manteniendo la situación actual del sistema eléctrico en Ceuta y las condiciones ambientales actuales existentes en la zona peninsular, el medio marino y Ceuta.

Esta opción no representa ningún beneficio al mantenerse la desconexión eléctrica de la Ciudad Autónoma de Ceuta respecto al sistema eléctrico y continuando, por tanto, la producción eléctrica en Ceuta mediante por medio de motores diésel empleando fuel-oil como combustible y turbina de gas en ciclo abierto que utiliza gasóleo con los perjuicios ambientales que ello acarrea para la población de Ceuta y que va en contra de los objetivos nacionales de sostenibilidad y lucha contra el cambio climático.

En resumen, las características más relevantes de esta alternativa son las siguientes:

- Esta alternativa no requiere de inversión por parte del Sistema, pero genera sobrecostes que podrían ser invertidos por el Sistema en otras actividades que creasen más valor para los consumidores, al seguir costeando generación de energía en Ceuta a precios más elevados que los resultantes de llevar la energía desde la península que dispone de un mix energético más eficiente, con una mayor integración de energías verdes y más barato. Tras los primeros años de amortización de la inversión, el proyecto empezaría a generar beneficios (29,7 M€/año según los datos de la Planificación Eléctrica 2021-2026) para el sistema; mientras que, de ejecutarse el proyecto, el sistema seguiría asumiendo sobrecostes.
- No se generan efectos ambientales directos negativos resultado de la construcción, pero se mantienen y agravan los efectos negativos contaminantes de la producción de energía en Ceuta mediante la quema de fuel-oil y gasóleo, que tiene como consecuencia de emisiones de gases y partículas contaminantes, así como altas emisiones de ruido.
- No contribuye la alternativa 0 a la consecución de los objetivos europeos y nacionales respecto al Cambio Climático (se incumpliría el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima-PNIEC) como es la descarbonización de la economía, la reducción de emisiones de efecto invernadero en el horizonte 2030 (el proyecto permitiría reducir 299 kt/año

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

según los datos de la Planificación Eléctrica 2021-2026), la mayor integración de energías renovables en el parque de generación (el proyecto permitiría integrar 473 MWh/año según los datos de la e Planificación Eléctrica 2021-2026) y conseguir un parque de generación en 2050 100% renovable.

- No representa ningún beneficio social. El nuevo eje de interconexión también se justifica en términos de equidad social por la mejora de las condiciones de fiabilidad y seguridad de suministro eléctrico de las que se beneficiarán los habitantes de la ciudad de Ceuta, que podrán equipararse a las condiciones garantizadas en la Península.
- No se requiere el uso de materiales ni de mano de obra, puesto que se opta por no actuar.
- No se prevén mejoras en las infraestructuras eléctricas no resolviéndose los problemas puntales de cobertura asociados a la coincidencia en los ciclos de mantenimiento de dos de los cinco grupos térmicos principales de la central de diesel de Ceuta.
- La situación en cuanto a la gestión del sistema eléctrico ceutí no cambia, continúa con el modelo actual y, por tanto, con los mismos problemas que motivan la actuación propuesta y su inclusión en la anterior Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020, incumpliendo esta planificación y en la recientemente aprobada Planificación Energética 2021-2026, incumpliendo esta planificación.

5.3.2 Alternativas de emplazamiento para los diferentes elementos del proyecto en la zona de Cádiz

El EIA del proyecto recoge para el caso de los elementos terrestres en Cádiz, como se ha adelantado un primer análisis comparativo de alternativas para un proyecto de acuerdo a lo recogido por la planificación eléctrica anterior (2015-2020), el cual se lleva a cabo diferenciado por elementos constituyentes de dicha solución:

- Alternativas de emplazamiento para la subestación Portichuelos y conexión con la L/220 kV
- Alternativas de punto de aterraje en Cádiz
- Alternativas de trazado para la conexión de la línea 132 kV entre la SE Portichuelos y el punto de aterraje

Ninguna de las alternativas plantadas para ninguno de los elementos, proyectados tendría afección directa por ocupación de espacio RN2000 como se observa en la siguiente imagen.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Situación de las distintas alternativas del proyecto en Cádiz en relación con la RN2000

ALTERNATIVAS ESCENARIO PLANIFICACIÓN ANTERIOR (2015-2020)

Alternativas de SE Portichuelos 220/132 kV y L/220 kV de E/S en Portichuelos de la L/220 kV Algeciras-Pinar del Rey 2

Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3

Alternativas de punto de aterraje

- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Alternativa 4

Alternativas de trazado para la conexión de la línea 132 kV Portichuelos-Virgen de África

- Alternativa 1. Tramo aéreo
- Alternativa 1. Tramo soterrado
- Alternativa 2. Tramo aéreo
- Alternativa 2. Tramo soterrado
- Alternativa 3. Tramo soterrado

ALTERNATIVAS ESCENARIO PLANIFICACIÓN VIGENTE (2021-2026)

- Subestación Algeciras 132 kV
- Tramo terrestre soterrado de la L/132 kV de Interconexión Península-Ceuta

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La alternativa de emplazamiento para la SE Portichuelos más próxima se localiza a 1,1 km de la ZEC y ZEPA de Los Alcornocales quedando la alternativa 3 a 1,8 km y la alternativa 1 a 2,4 km. En relación con las alternativas de trazado a 220 kV necesaria en la solución de proyecto recogida en la planificación vigente, todas quedan a una distancia mínima de 3 km respecto a los límites de la ZEC-ZEPA Alcornocales en la zona de Pinar del Rey al ser la zona más próxima al tramo común de las tres alternativas en su conexión con la existente L/220 kV Algeciras-Pinar del Rey 2.

De igual manera para ninguna de las soluciones alternativas de proyecto según el escenario de la planificación energética vigente son esperables impactos indirectos sobre estos espacios, dada la lejanía a los mismos. No son, por tanto, esperables impactos indirectos significativos en el caso de la potencial incidencia por colisión de aves contra cualquiera de las 3 alternativas aéreas planteadas para la conexión a 220 kV de la futura SE Portichuelos con la red eléctrica peninsular.

En el caso de las alternativas para la línea a 132 kV en el tramo terrestre la solución más favorable en el marco de las alternativas en la zona Portichuelos en el marco del escenario de la planificación eléctrica vigente es la solución en soterrado (alternativa 3).

Esta solución (alternativa 3 para SE Portichuelos y L/220 kV, alternativa 2 para punto de aterraje y alternativa 3 para el tramo terrestre) ha sido seleccionada en el EIA como solución más favorable en el marco de la solución de proyecto acorde a la planificación eléctrica vigente.

Tal y como se ha adelantado, el escenario abierto de un nuevo periodo de Planificación Eléctrica recientemente aprobado (Planificación Eléctrica 2021-2026) obliga a plantear una nueva alternativa de planteamiento para la Interconexión Eléctrica Península-Ceuta no contemplada en la planificación eléctrica anterior 2015-2020.

Esta solución implica el cambio de tecnología de la subestación necesaria en el lado peninsular pasando a tipo GIS, de menor ocupación y obligada ubicación en terrenos urbanos. Concretamente se propone la ampliación de la subestación existente Algeciras 220 kV con dos nuevas posiciones GIS para conectar con Ceuta, la construcción de un nuevo parque a 132 kV anexo, a ubicar junto dentro del Complejo Petroquímico de CEPSA, en terrenos del arco de la Bahía, pertenecientes al municipio de San Roque y suponiendo, por tanto, una ampliación o nuevo parque de la actual subestación existente SE Algeciras 220 kV de modo que con este planteamiento de proyecto no sería necesaria la línea aérea de conexión a 220 kV si planteada en el escenario original del proyecto para conectar con el sistema eléctrico peninsular (únicamente se requería de una corta conexión soterrada a 220 kV bajo suelos sellados del

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

complejo petroquímico hasta la actual SE 220 kV que sería ampliada en el interior de su actual edificio para dar cabida a dos nuevas posiciones GIS).

Las instalaciones en el lado peninsular serían, por tanto:

- La nueva SE Algeciras 132 kV, de tipo GIS.
- Trazado terrestre del tramo a 132 kV de la línea de interconexión Península-Ceuta.

En el EIA esta solución alternativa acorde a la nueva planificación eléctrica vigente 2021-2026 (denominada en el EIA como solución Algeciras) ha sido comparada con la solución más favorable en Portichuelos (solución acorde a la planificación anterior 2021-2026) resultando más favorable la primera, además de por otros factores analizados de manera conjunta, por el nulo riesgo en relación a potenciales impactos por colisión de aves al no disponerse ningún trazado aéreo, frente a la solución en Portichuelos que requeriría de una línea aérea a 220 kV, que aun, previéndose como no significativos, podría producir impactos potenciales sobre la avifauna objetivo de conservación de los espacios RN2000 del entorno, riesgo que no se produce en el caso de la alternativa soterrada y nuevo parque de 132 kV en la subestación Algeciras .

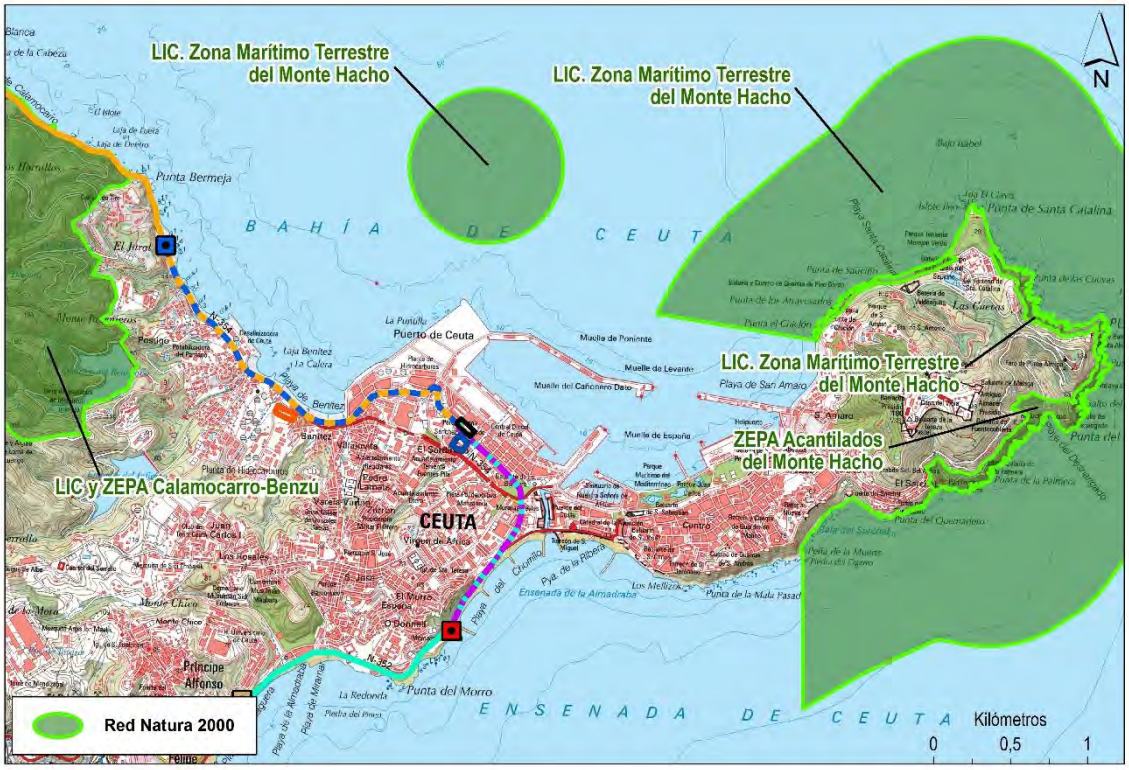
5.3.3 Alternativas de emplazamiento para los diferentes elementos del proyecto en la zona de Ceuta

El EIA del proyecto recoge para el caso de los elementos terrestres en Ceuta un análisis de alternativas diferenciado por elementos:

- Alternativas de emplazamiento para la subestación Virgen de África.
- Alternativas de punto de aterraje en Ceuta y trazado terrestre de la L/132 kV hasta la SE Virgen de África.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Alternativas de emplazamiento para los diferentes elementos del proyecto en Ceuta



Alternativas de SE Virgen de África 132 kV

- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3

Alternativas L/132 kV Algeciras-Virgen de África

- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Alternativa 4

Alternativas de punto de aterraje

- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Alternativa 4

Ninguna de las alternativas de valoradas para la futura subestación Virgen de África se implantarían en espacios RN2000 al corresponderse en los 3 casos a emplazamientos alternativos en la zona urbana de la ciudad.

Por su parte, en el análisis conjunto de punto de aterraje y trazado en soterrada hasta la futura SE Virgen de África únicamente 1 de las 4 alternativas planteadas tendría afección por ocupación directa de espacios RN2000.

Se trataría de la alternativa 1 planteada en una explanada sobre la playa de Punta Blanca en una zona topográficamente elevada respecto al nivel del mar con un área de ocupación escasa (1.730 m^2) y accesos complicados de mucha pendiente. Esta solución estaría implantada en el dominio del LIC y ZEPA Calamocarro-Benzú, de la misma manera que los primeros 1.500 m del trazado soterrado de esta misma solución alternativa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Además de por esta citada afección sobre el LIC y ZEPA Calamocarro-Benzú, esta alternativa 4 ha sido globalmente la solución más desfavorable por los condicionantes marinos en las zonas someras para la llegada del cable, pero también por tratarse de la solución más alejada de la fututa subestación Virgen de África con las consiguientes mayores afecciones.

Por lo tanto, ninguna de las soluciones desarrolladas para el proyecto en la zona terrestre de Ceuta tendrá afección sobre espacios RN2000.

5.3.4 Alternativas de trazado marino

Para el caso del análisis de alternativas para la interconexión eléctrica entre la península y Ceuta, este se ha llevado a cabo a dos niveles que se corresponden con los dos siguientes capítulos.

- En un primer lugar y a partir de la información bibliográfica y documental sobre los fondos marinos del Estrecho y los resultados de las campañas marinas en los ámbitos de aguas someras de La Línea, Ceuta Norte y Ceuta Sur se han propuesto y analizado diversas **alternativas de trazado globales**.

- En un segundo lugar y a partir de los corredores considerados como más favorables se han llevado a cabo campañas marinas sobre diferentes soluciones de trazado dentro de las mismas para, con un conocimiento exhaustivo de los mismos, poder seleccionar los trazados más favorables.

Los siguientes apartados recogen los dos niveles de análisis de alternativas citados.

5.3.4.1 Alternativas de trazado globales

El análisis de alternativas es uno de los principales mecanismos del proceso de evaluación ambiental para minimizar los potenciales efectos generados por un proyecto de cables marinos. Para cada proyecto deben contemplarse diferentes tipos de alternativas, que básicamente pueden agruparse en alternativas de ubicación del proyecto (en este caso corredores por los que se tenderán los cables) y/o alternativas tecnológicas, es decir, no donde se ubicará el proyecto sino cómo se va a llevar a cabo.

En el caso del tendido de cables submarinos, la tecnología a utilizar (tipo de cable, tipo de protección, herramientas de excavación de zanja, etc.) viene condicionada por imperativos técnicos (como el tipo de sustrato del lecho marino, pendiente, etc.) y de seguridad del cable (riesgo de rotura o enganche con anclas, artes de pesca, etc.). Además, la implantación de una u otra alternativa tecnológica es en general poco relevante a nivel ambiental.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Es por esto, que el análisis de alternativas se centrará en la elección de la ubicación de los corredores de tendido de los cables.

Durante el proceso de diseño del proyecto y a partir de la información documental existente sobre los fondos marinos del conjunto del Estrecho y con la información resultante de las campañas marinas realizadas en aguas someras (toda ella expuesta en el Inventario Preliminar incluido en el Volumen 1 del EIA) se han ido proponiendo diferentes soluciones de rutas alternativas.

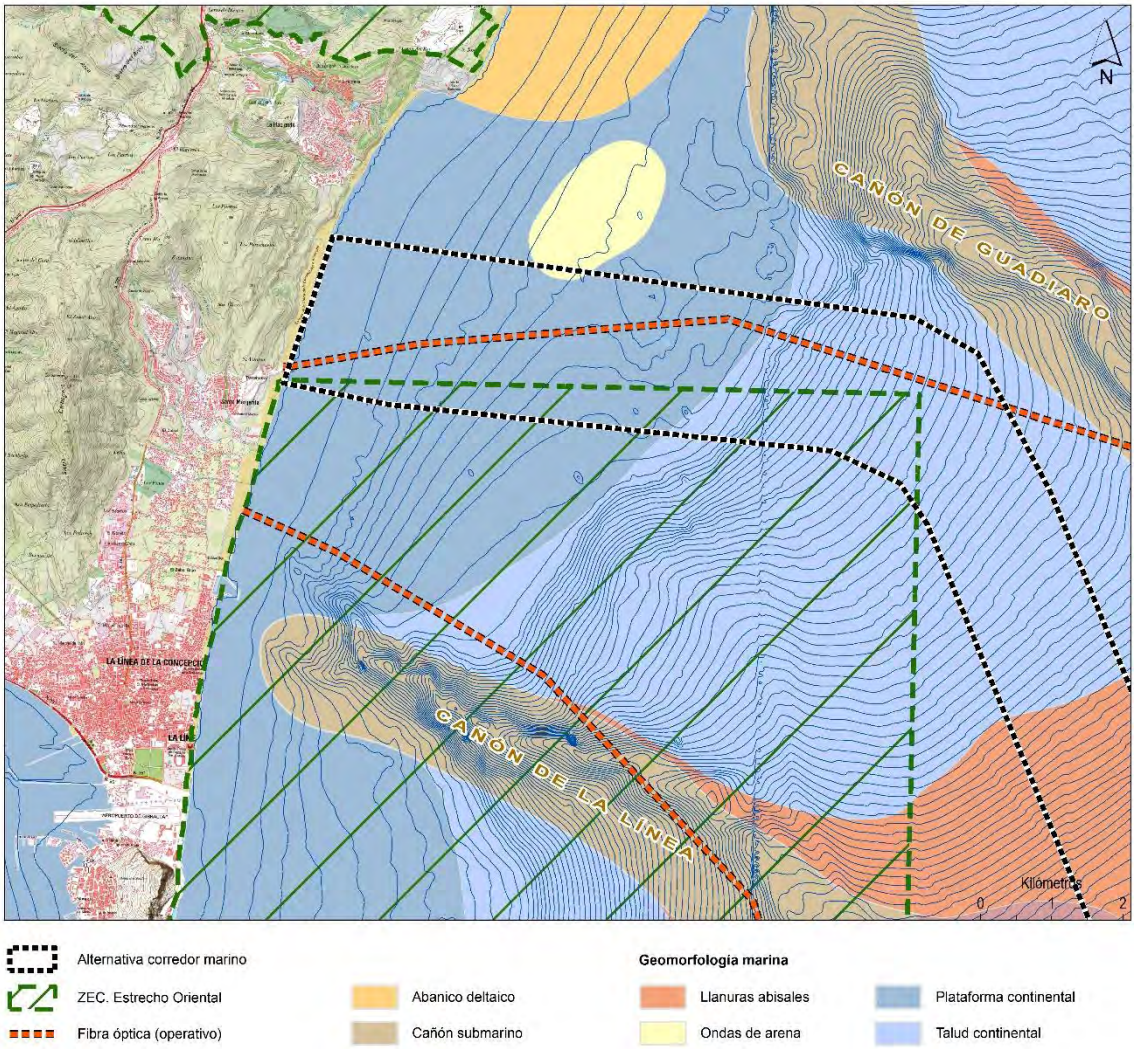
La definición de las rutas alternativas viene determinada sobre todo por los siguientes elementos:

- La presencia de la ZEC Estrecho Oriental, zona por la cual, se intenta no transcurrir o transcurrir el mínimo posible.
- Una geomorfología submarina compleja, con sistemas de cañones submarinos importantes como los de Ceuta, la Línea o Guadiaro, dritfs (zonas de acumulación de materiales) y conos deltaicos profundos y un talud continental de importante pendiente en Cádiz. Todos estos elementos deben evitarse ya que suponen un riesgo para la integridad del cable.
- La presencia de hábitats bentónicos relevantes, cuya afección debe minimizarse.
- La presencia de zonas UXO
- La presencia de cable de fibra óptico con el mismo origen (La Línea de la Concepción) y destino (Ceuta).

A partir de estos condicionantes en el primer tramo de trazado desde la salida en La Línea el único corredor planteado desde la playa de la Hacienda ha sido diseñado con orientación W-E con el objeto de evitar adentrarse en la ZEC Estrecho Oriental y discurrir entre los Cañones de La Línea de la Concepción y Ceuta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

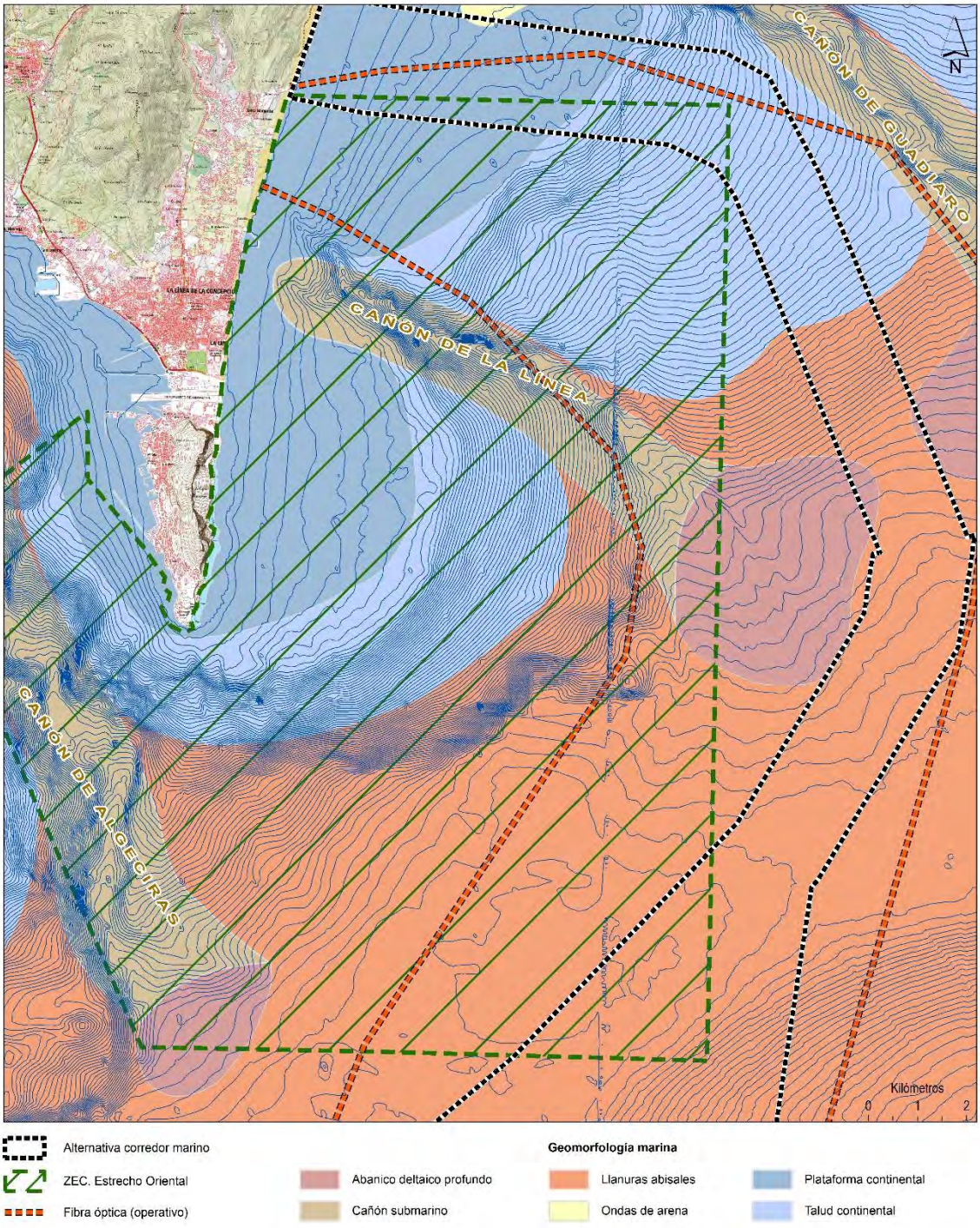
Corredor único planteado para la salida de Cádiz tratando de no adentrarse en la ZEC Estrecho Oriental



Más al sur siguiendo el recorrido de los dominios de la ZEC Estrecho Oriental el trazado comienza a tomar dirección sur evitando adentrarse en la misma y evitando los abanicos deltaicos profundos de los cañones de Guadiaro y La Línea, respectivamente tal y como se observa en la siguiente imagen.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Corredor único planteado bordeando la ZEC Estrecho Oriental en la medida de lo posible



Continuando al sur en el entorno de la zona más profunda del Estrecho (-900 aproximadamente) y coincidiendo con el ángulo sureste que conforma la ZEC Estrecho Oriental el corredor se

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ensancha para optar por dos alternativas independientes completamente de trazado, dirigirse a Ceuta norte o bordear la península de Ceuta para aterrar por la bahía sur.

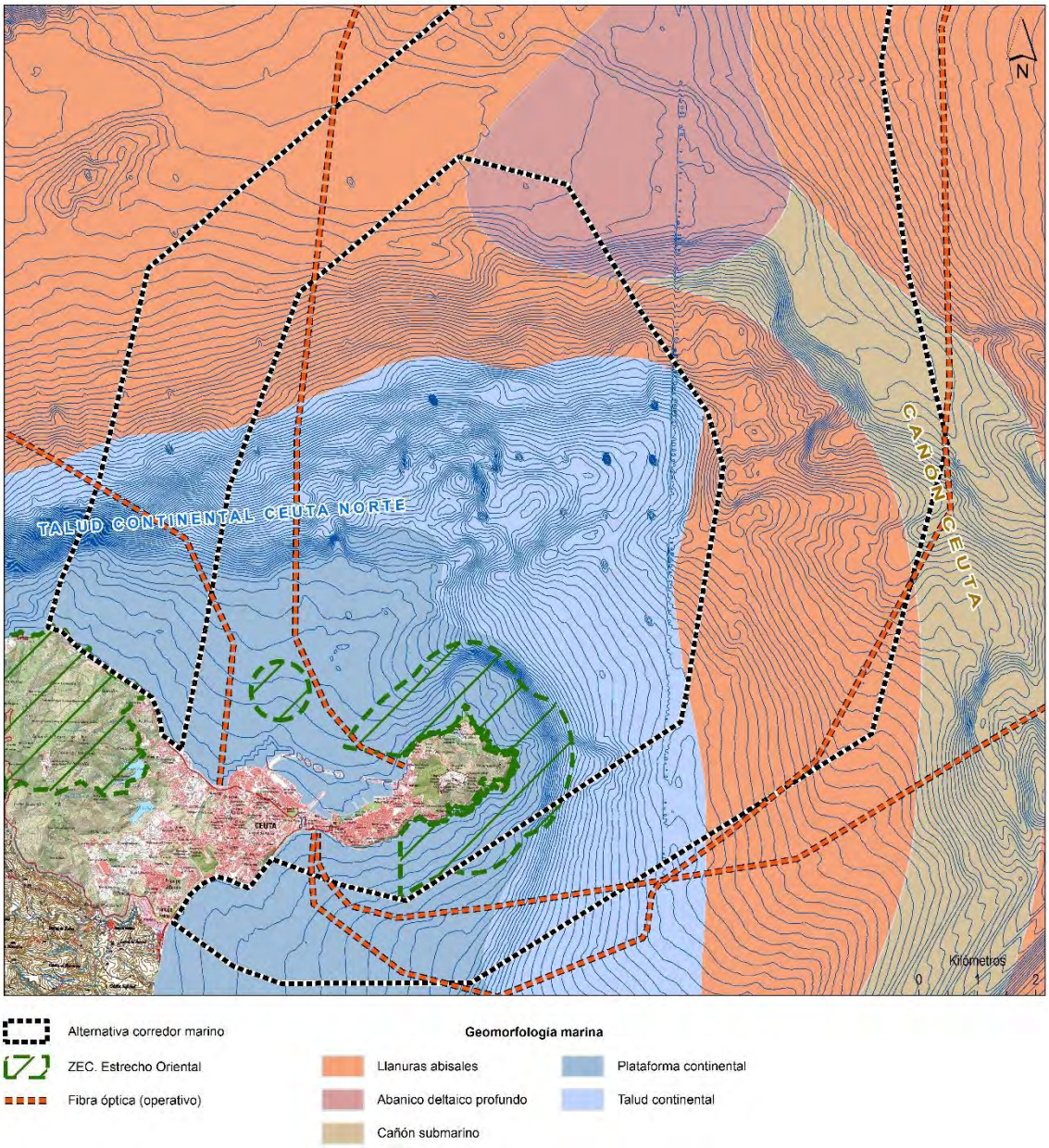
El trazado a Ceuta Norte ha sido descartado para realizar una posterior campaña marino de detalle sobre el mismo, en primer lugar, por los resultados obtenidos en la campaña marina de aguas someras que resultan que el frente norte de Ceuta cuenta con importantes condicionantes desfavorables para la llegada del cable como:

- Inviabilidad de plantear el aterraje en el entorno del Monte Hacho por las pendientes existentes, condicionantes técnicos y su protección como LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho y ZEPA Acantilados del Monte Hacho.
- Prácticamente todo el frente marino de la bahía norte presenta un lecho rocoso, con importantes irregularidades y desniveles.
- La presencia de una muy amplia zona de fondeo al noreste del puerto.
- La inviabilidad de utilizar la bocana del puerto por condicionantes legales, económicos y el sistema de fallas existentes.
- La presencia de numerosas zonas de protección arqueológica según la Carta Arqueológica de Ceuta.

En segundo lugar, se ha descartado este corredor para un análisis más detallado con campaña marina y, por tanto, descartado para el proyecto por la existencia de muy elevadas pendientes en el talud continental, difícilmente salvables técnicamente por los cables proyectados y, en segundo lugar, con mucha probabilidad se tratará de fondos rocosos dominados por comunidades bentónicas propias de ambientes arrecifales con un gran valor ecológico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Corredores planteados para la llegada a Ceuta evitando RN2000



En relación al corredor hacia el sur se han planteado diversas alternativas en gabinete a lo largo de los meses de análisis de proyecto, de estudio de documentación bibliográfica existente sobre los fondos marinos y de análisis de empresas especialistas en estudios marinos.

Entre ellas se valoró la posibilidad de llevar el trazado a lo largo del fondo del cañón de Ceuta, posteriormente subir laderas del mismo por su zona oriental tratando de localizar los enclaves con menores pendientes, pero se descartó esta opción por las fuertes corrientes en el fondo del mismo y la dinámica erosiva que podría dejar el cable al descubierto. En segundo lugar, se

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

descartó por la inestabilidad de las laderas de este cañón donde diversos autores tal y como se recoge en el Informe de CEIMAR relativo a la Caracterización Geológica del Corredor Oriental del Estrecho (Anexo al EIA) se localizan importantes cicatrices de deslizamiento en ambas laderas del canal de Ceuta cartografiadas por autores como Ercilla y el IGME.

Descartada la utilización del cañón se planteó llevar el trazado pegado a la zona más oriental del mismo atravesando el abanico deltaico donde se plantean dos soluciones fundamentales que serán objeto de campaña marina de detalle como se verá a continuación.

Además, dentro de esta zona más ensanchada del fondo del Estrecho y tal y como se expone en el siguiente capítulo se analizaron en campaña marina dos rutas alternativas, una más oriental evitando que ninguno de los dos cables invada la RN2000 y discurriendo para ello a lo largo de una ladera marina y otro discurriendo por los fondos más favorables y llanos del Estrecho.

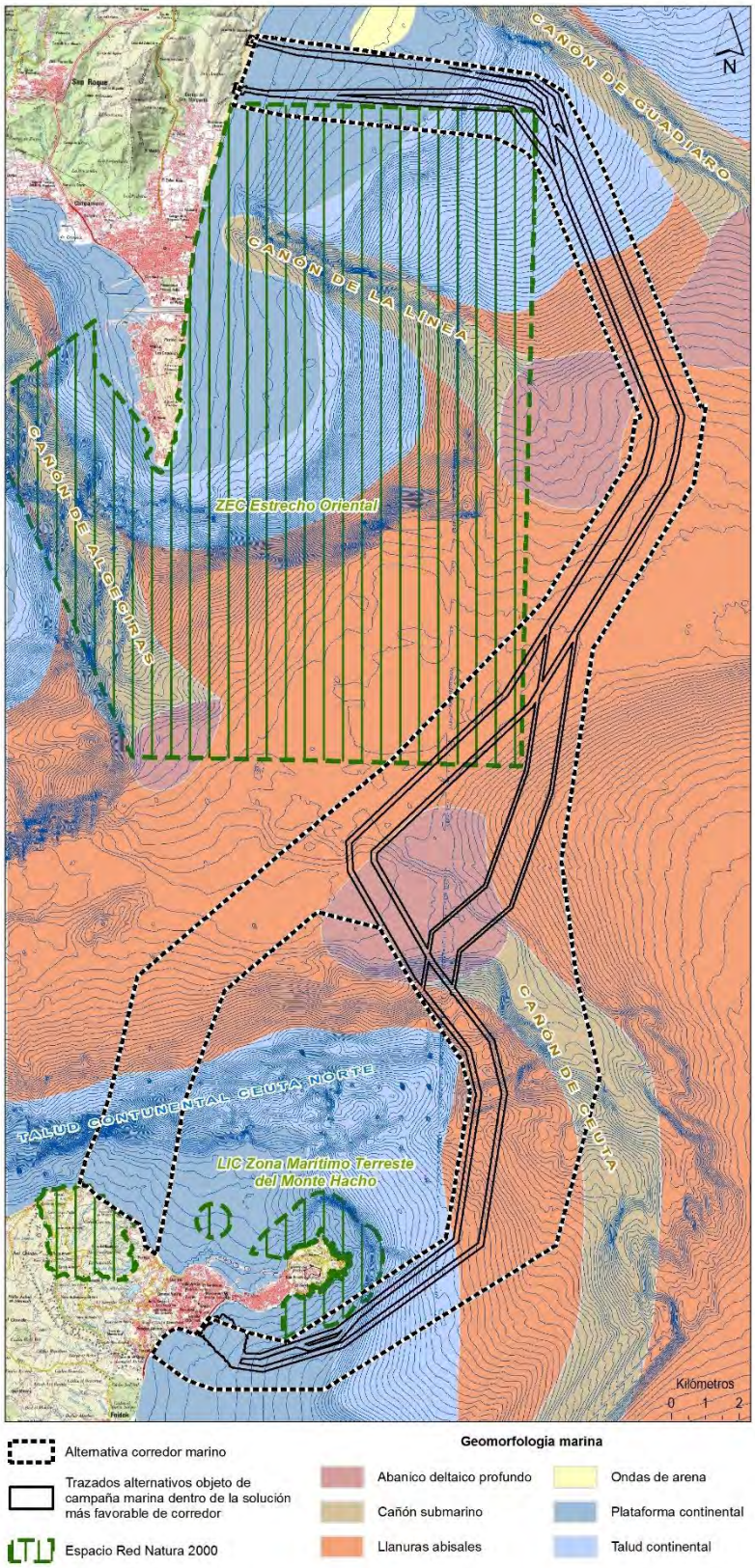
5.3.4.2 Alternativas estudiadas en campañas marinas

Una vez definidos los corredores estructurales y dada la imposibilidad de llevar a cabo una campaña marina en unos corredores tan anchos, se han definido diferentes alternativas de trazado tal y como se observa en la siguiente imagen global:

Estos trazados se han diseñado teniendo en cuenta que la L/132 kV se compone de dos circuitos (dos cables marinos diferentes) que deben separarse en el fondo marino con el objeto de evitar riesgos de rotura de los dos circuitos(cables) simultáneamente y poder reparar el que se averíe en condiciones seguras de operación y distancia con el segundo cable. En este sentido hay que diseñar trazados en paralelo para dos cables a partir del punto de salida de la perforación horizontal dirigida con el condicionante de que deben ser separados 1,5 veces la profundidad hasta una distancia de 750 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Trazados alternativos objeto de campaña marina dentro de la solución más favorable de corredor



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En la zona de aterraje de La Línea el cable circula encajado entre el cañón de Guadiaro al norte y el de La Línea al sur, y viene condicionado también por la presencia de las estribaciones norte de la ZEC. En esta zona de aterraje se han descrito dos alternativas, una más al norte (re-routing 1), que evita transcurrir por la ZEC a expensas de pasar cerca del cañón de Guadiaro y otra (ruta principal) que se aleja del cañón, pero penetra ligeramente en la ZEC en la esquina nororiental de este espacio RN2000.

Después de adentrase al mar en dirección este para penetrar en la ZEC lo mínimo posible, el corredor (único en esta zona) se orienta al sur para evitar el cañón de Guadiaro y pasar entre los abanicos deltaicos profundos de dicho cañón y del cañón de La Línea.

Después, los corredores discurren en dirección suroeste, para evitar al máximo el Ceuta drift y el cañón homónimo. Aquí es donde aparece la segunda alternativa de ruta. La denominada Ruta Principal evita el Ceuta drift y el cañón introduciéndose en la ZEC, mientras que la otra alternativa (re-routing 2) evita penetrar en la ZEC Estrecho Oriental a expensas de transcurrir por las formaciones citadas.

Una vez superadas estas formaciones, la ruta prosigue paralela al cañón de Ceuta, evitando el LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho y se dirige, por sustrato arenoso hasta el aterraje en la ciudad autónoma.

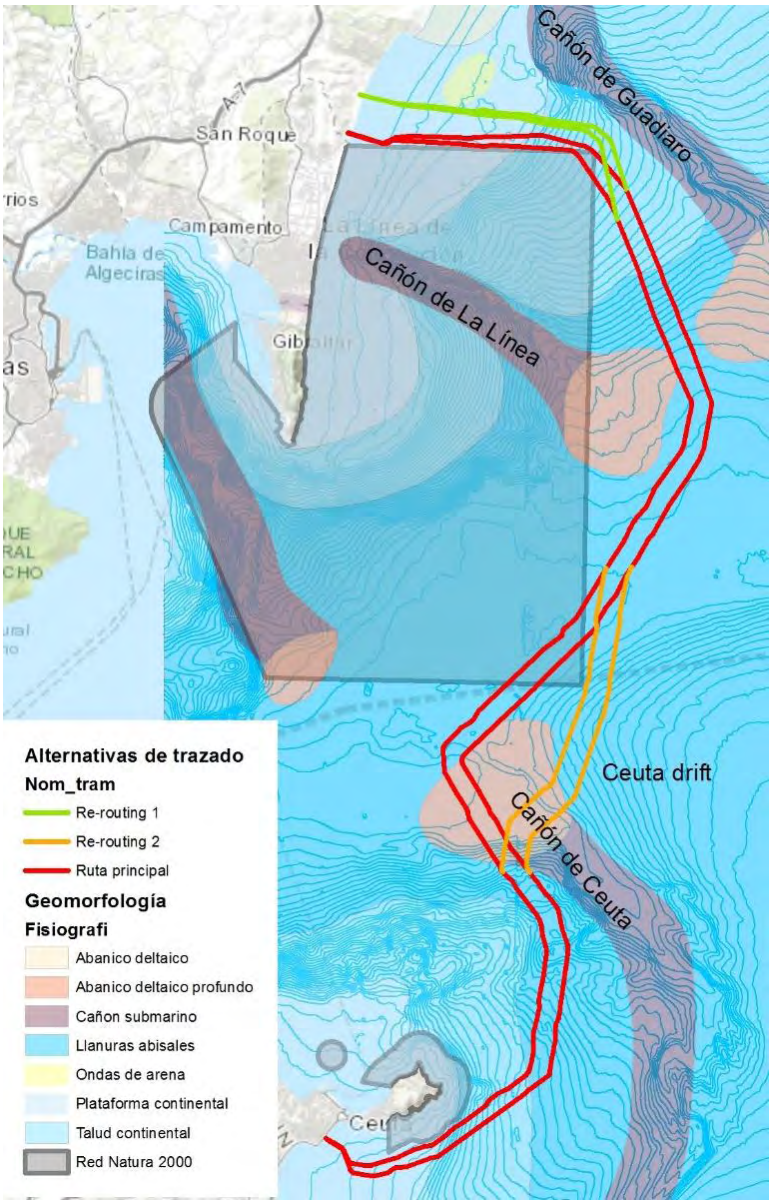
En resumen, se han considerado las siguientes variables de alternativas de trazado para los dos cables planteados en paralelo:

- En la zona del aterraje en La Línea:
  - La alternativa denominada *Ruta Principal*, que se corresponde con la solución más al sur, y
  - La alternativa denominada *Re-Routing 1 (RR1*), que se encuentra 1.460 m más al norte.
- En la zona del canal:
  - La alternativa denominada *Ruta Principal*, que, en la zona central de Estrecho evita el Ceuta drift y que penetra en la ZEC Estrecho Oriental, y
  - La alternativa denominada *Re-Routing 2 (RR2*), más al este, que evita penetrar en la ZEC y discurre por el Ceuta drift y las estribaciones del cañón de Ceuta.

Estas alternativas se muestran en la siguiente figura:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Alternativas de pasillos analizadas en campaña marina



Principales condicionantes para la elección de los corredores de los cables

A partir del inventario ambiental de detalle realizado (Volumen 2 del EIA), se han seleccionado aquellos aspectos ambientales que son significativos para la valoración de las alternativas propuestas.

Los aspectos que se han tenido en cuenta han sido:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Longitud total de cable tendido, para cada alternativa.
- Aspectos bióticos y de conservación:
  - Presencia de espacios protegidos (ZEC, LIC, etc.).
  - Presencia de comunidades bentónicas de alto valor ecológico: especies sésiles, con capacidad de estructuración del medio y/o protegidas.
  - Presencia de Hábitats de interés comunitario.
- Medio físico:
  - Morfología del terreno: presencia de pendientes que dificulten las tareas de instalación del cable o aumenten la probabilidad de daños al mismo debido a movimientos del sustrato, etc. y que por tanto impliquen mayor presencia del barco cablero, mayor probabilidad de tener que efectuar reparaciones en la fase de funcionamiento del cable, etc.
- Aspectos socioeconómicos:
  - Pesca y acuicultura.

No todas estas variables serán tenidas en cuanto a la hora de valorar alternativas, solamente aquellas que son significativas.

Alternativas de corredores en el aterraje en la Línea de la Concepción

Longitud total

La alternativa *Re-routing 1*, al discurrir más al norte implica un recorrido más largo de los cables.

La longitud de cable tendido total, desde el pk 0, hasta la convergencia de ambas alternativas es la siguiente:

- Alternativa *Ruta principal*: 22,1 km
- Alternativa *Re-routing* 1: 23,2 km

Si consideramos una longitud total aproximada de cable tendido de unos 115 km para la suma de los dos circuitos proyectados (depende de las alternativas escogidas) la diferencia entre ambas es de menos de un 1% de longitud de cable tendido.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Longitud de trazado a lo largo de la ZEC Estrecho Oriental

La alternativa Ruta Principal es la solución que afecta directamente a los dominios de la ZEC en su esquina nororiental, quedando la alternativa *Re-routing* 1 fuera del espacio RN 2000:

- Alternativa de la Ruta Principal a lo largo de la ZEC:
  - Circuito oeste: Cruzamiento de 1.220 m.
  - Circuito este: Bordea este espacio sin adentrarse en el mismo.
- Alternativa de la *Re-routing* 1 a lo largo de la ZEC:
  - Circuito oeste: 0 m.
  - Circuito este: 0 m.

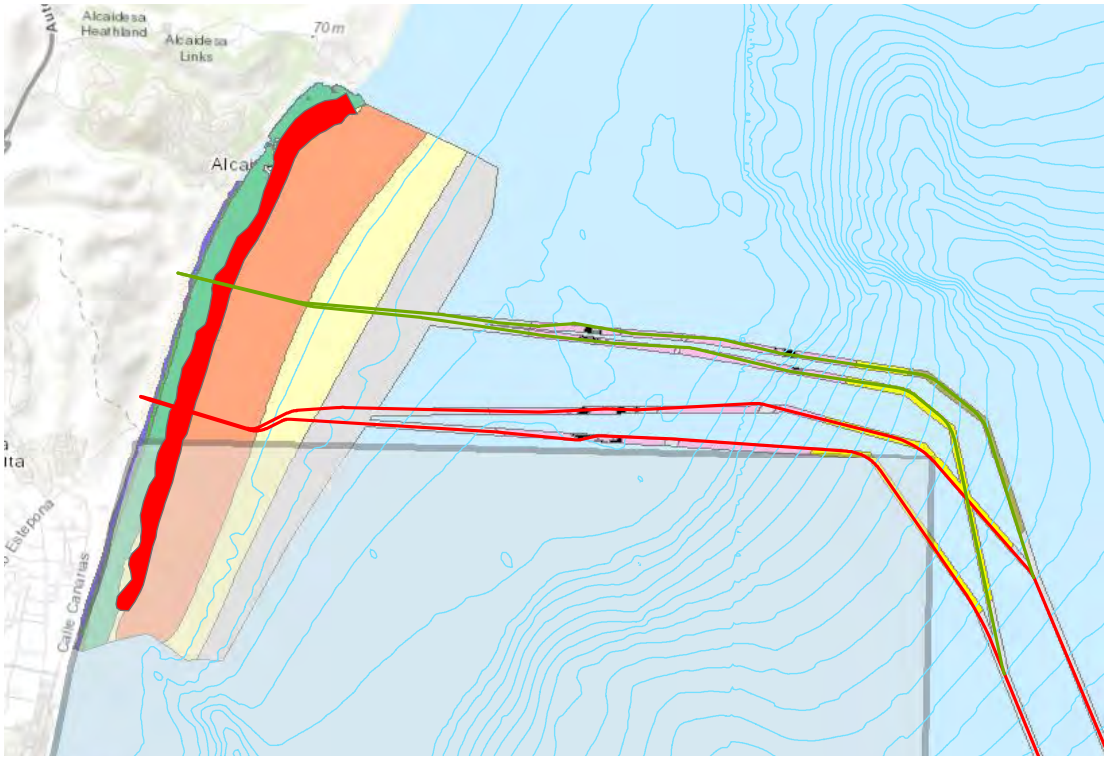
Aspectos bióticos y figuras de protección de hábitats

Las comunidades atravesadas por el conjunto de ambos trazados alternativos son prácticamente idénticas, ya que estas se sitúan en función de la batimetría en franjas paralelas a la costa que son atravesadas por igual en ambas alternativas de corredores.

Las comunidades de ambas alternativas constituyen mayoritariamente comunidades de fondos blandos formadas por arenas supralitorales mediterráneas (MA551), arenas mediolitorales mediterráneas (MA552), arenas finas mediterráneas de superficie (MB551), arenas finas bien calibradas mediterráneas (MB552) y sedimentos finos bien calibrados mediterráneos (MB45), fondos detríticos enfangados mediterráneos (MC451), sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo (ME45), y arenas del batial superior mediterráneo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunidades presentes en las diferentes alternativas en La línea (en rojo el HIC 1110 bancos de bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda)



Alternativas de trazado

Nom_tram

- Re-routing 1
- Ruta principal
- Red Natura 2000

Comunidades

Código y descripción - Hábitats EUNIS 2019:

- ME55: Arenas del batial superior mediterráneo
- MA551: Arenas supralitorales mediterráneas
- MA552: Arenas mediolitorales mediterráneas
- MB551: Biocenosis de arenas finas mediterráneas de superfície
- MB552+MB45: Arenas finas bien calibradas mediterráneas con sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MB552: Arenas finas bien calibradas mediterráneas
- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos
- ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo
- ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo

En la siguiente tabla se muestra la longitud total de cable tendido sobre cada comunidad a lo largo de todo el trazado de ambas alternativas. Como se aprecia las diferencias entre las 2 alternativas son mínimas, siendo las comunidades afectadas prácticamente las mismas y en la misma proporción, con la única excepción de una zona de arenas del batial superior, que se encuentran únicamente en el cable oeste de la alternativa *Re-routing 1.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Longitud de cable tendido sobre comunidades bentónicas por cada alternativa en La Línea, en km y porcentaje respecto el total

Biocenosis	Ruta principal	Ruta principal en %	Re-Routing 1	Re-routing 1 en %
MB551: Biocenosis de arenas finas mediterráneas de superficie	0,6	3,0	0,7	2,7
MB552+MB45: Arenas finas bien calibradas mediterráneas con sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos	1,7	8,3	1,7	6,7
MB552: Arenas finas bien calibradas mediterráneas	1,3	6,1	1,6	6,4
MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos	3,9	18,6	3,6	14,0
MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos	7,0	34,0	7,4	29,1
ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo	5,4	26,1	6,9	27,4
ME55: Arenas del batial superior mediterráneo	0	0,0	2,4	9,5
MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo	0,8	3,9	1,1	4,2
TOTAL		**100**		**100**

Entre estas comunidades es destacable la afección de afloramientos rocosos (MD151: Biocenosis de fondos rocosos de borde de plataforma), que forman parte del hábitat de interés comunitario 1170 Arrecifes (todos ellos en los tramos de ambas alternativas fuera de la zona ZEC), y que son de alto valor ecológico al contener especies estructurantes del medio y especies protegidas y/o amenazadas.

Estos afloramientos rocosos se presentan en franjas paralelas a la costa que son atravesadas por ambas alternativas fuera de la ZEC. Como indicador de su afección se ha considerado la longitud de cable tendido (respecto el centro del corredor estudiado) en cada alternativa sobre estas comunidades

El resultado de afección a esta comunidad MD151 es que en la alternativa *Ruta principal* los dos cables suman un total de 807 m lineales sobre estas comunidades, mientras que en la alternativa *Re-routing 1* el total es de 1.061 m, un 31% más. Esta es, por tanto, la afección previsible a comunidades asimilables al HIC 1170 Arrecifes en el entorno de la ZEC siendo este hábitat objetivo de conservación de este espacio.

Igualmente fuera de la ZEC y en ambas soluciones alternativas con el mismo nivel de afección se produje cruzamiento sobre la barra arenosa presente en el aterraje en La Línea corresponde al HIC 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda. Este

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

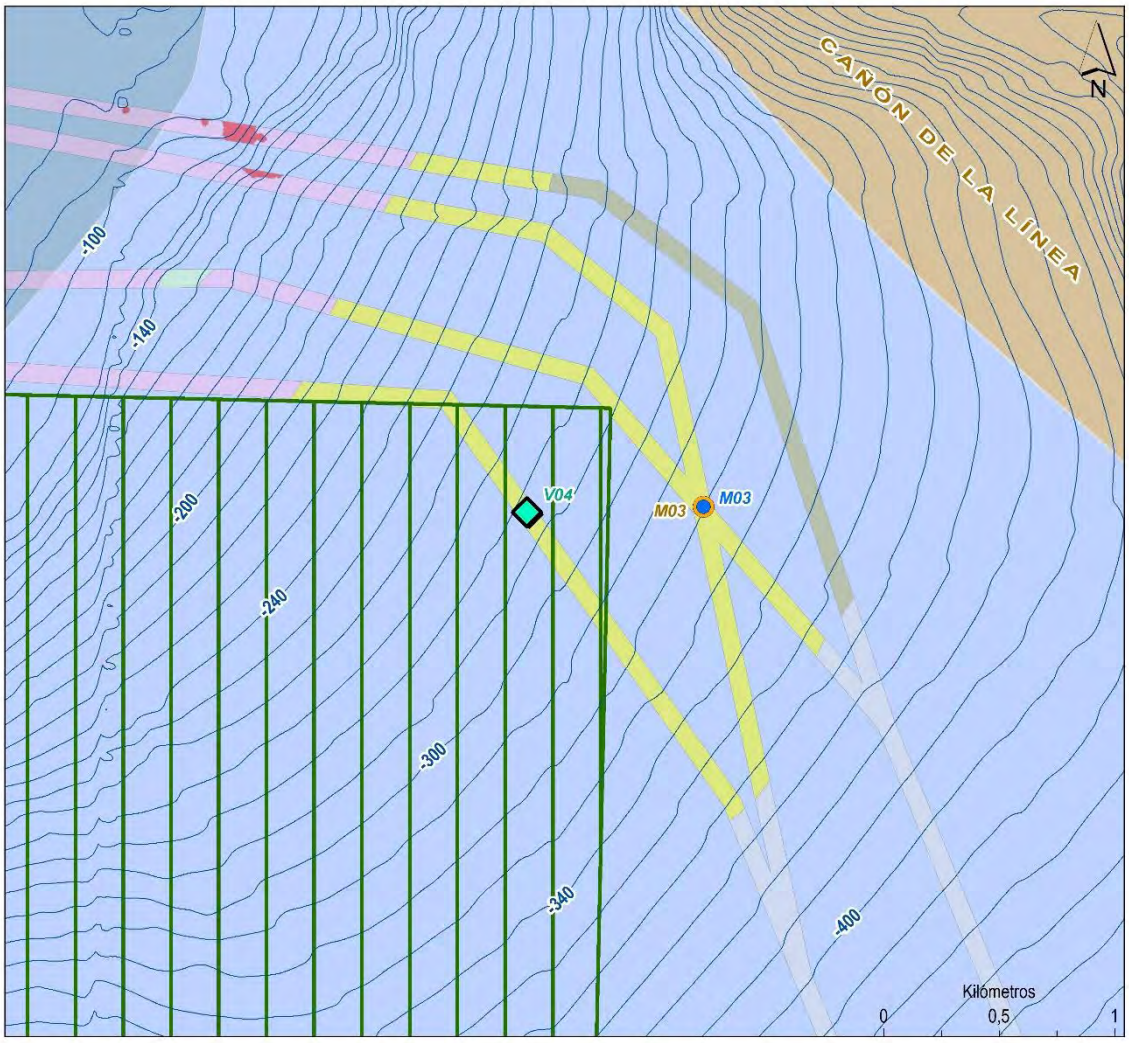
HIC se distribuye en forma de una franja de unos 150-200 m de anchura paralela a la costa. Los corredores de ambas alternativas lo cruzan casi perpendicularmente por lo que la longitud afectada es prácticamente idéntica; 255 m en la alternativa Ruta principal y 236 en la alternativa *Re-routing 1*. En cualquiera de estas soluciones alternativas la transición tierra mar a través de perforación horizontal dirigida evitaría la afección a este HIC (siempre fuera de la ZEC) al no afectar la PHD a la superficie al quedar los cables en túnel a varios metros de profundidad bajo el lecho.

En el caso concreto de las comunidades afectadas por las alternativas de los dos alternativas afectando (ruta principal) y evitando (re.routing 1) los dominios de la ZEC Estrecho Oriental las comunidades presentes son dominadas por la formación ME45 *Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo* y en el caso del trazado este del re.routing 1 por ME45 *Arenas del batial superior mediterráneo.*

Ninguna de estas formaciones se corresponde con ninguno de los 4 tipos de hábitats objetivos de conservación de la ZEC Estrecho Oriental (1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda, 1170 Arrecifes, 1180 Estructuras submarinas causadas por emisiones de gas ni 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas).

En este caso se han analizado con detalle en campaña marina ambiental posterior a la campaña geofísica, mediante videos y tomas de muestras (estaciones V03 y M04) las zonas de trazado tanto afectando y no afectando a RN2000 y se ha comprobado que las comunidades bentónicas afectadas por la alternativa de trazado en el interior de la ZEC (*ruta principal*) y fuera (*re-routing 1*)son de naturaleza similar y propia de sustratos blandos rápidamente recuperables y en ningún caso correspondientes a HIC objetivos de conservación de este. Se descarta igualmente la afección, por ausencia de las mismas, a especies objetivo de conservación o especies sensibles

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Red Natura 2000

ZEC Estrecho Oriental (ES6120032)

Puntos de muestreo

Estación de filmación submarina

Estación de muestreo de sedimentos

Estación de muestreo de aguas

Geomorfología marina

Cañon submarino

Plataforma continental

Talud continental

Comunidades marinas de los pasillos estudiados en campaña

MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos

MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos

MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo

ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo

ME55: Arenas del batial superior mediterráneo

ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo

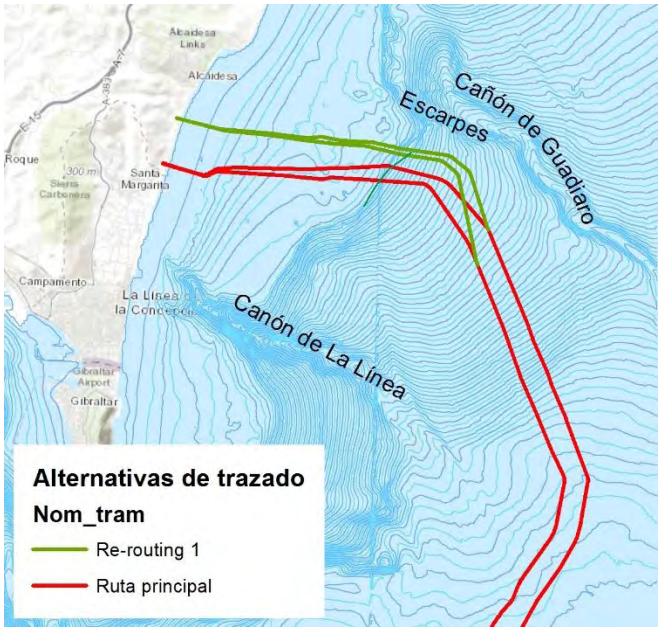
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Medio físico

En la salida del aterraje de La Línea, ambas alternativas discurren entre los cañones de La Línea al sur y de Guadiaro al norte.

La alternativa *Re-routing 1* pasa a unos 850 m del cañón de Guadiaro y presenta un perfil batimétrico más abrupto, mientras que la alternativa *Ruta principal* pasa más alejada del cañón y por una zona más llana, como puede observarse en la siguiente figura.

Batimetría de las diferentes alternativas en La Línea



El siguiente gráfico muestra visualmente como el perfil batimétrico de la alternativa *Re-routing 1* (especialmente en el cable Este), el más cercano al escapamiento del cañón de Guadiaro, presenta un perfil mucho más abrupto en el pk 6. Sobre la cota -100 m, la pendiente máxima de la alternativa *Ruta principal* es de unos 35º, mientras que la de la alternativa *Re-routing 1* es de más de 52º.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perfil batimétrico de las alternativas en La Línea

Alternativas de corredores en el canal central

Longitud total

La alternativa *Ruta principal*, al discurrir más al oeste pare evitar el Drift y cañón de Ceuta implica un recorrido más largo que la *Re-routing 2*.

La longitud de cable tendido total, desde el punto en que ambas alternativas divergen hasta que vuelven a converger es la siguiente:

- Alternativa *Ruta principal*: 28,3 km
- Alternativa *Re-routing 2*: 24,2 km

Si consideramos una longitud total aproximada de cable tendido de unos 115 km (depende de las alternativas escogidas) la diferencia entre ambas es de menos de un 4 % de longitud.

Longitud de trazado a lo largo de la ZEC Estrecho Oriental

La alternativa Ruta Principal es la solución que afecta directamente a los dominios de la ZEC Estrecho Oriental en su esquina suroriental, quedando la alternativa *Re-routing* 2 fuera del espacio RN 2000:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Alternativa de la Ruta Principal a lo largo de la ZEC:

- Circuito oeste: Cruzamiento de 3.970 m
- Circuito este: Cruzamiento de 2.260 m.

► Alternativa de la *Re-routing* 2 a lo largo de la ZEC:

- Circuito oeste: 0 m
- Circuito este: 0 m

Aspectos bióticos y figuras de protección de hábitats

Los fondos atravesados por ambas alternativas están constituidos por comunidades muy parecidas caracterizadas por sedimentos blandos batiales. No existe ninguna comunidad que sea exclusiva de alguno de los corredores alternativos. También se encuentran en proporciones muy similares.

Las comunidades dominantes son Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo (EUNIS ME651) y en menor proporción Sedimento grueso del batial superior mediterráneo (EUNIS ME35), en la zona más cercana a Ceuta, Arenas del batial superior mediterráneo (EUNIS ME55), más cercanas a La línea y por último Biocenosis de los fangos del batial superior caracterizados por sedimentos mixtos (EUNIS ME451).

La siguiente tabla muestra total de cable tendido por encima de cada una de las comunidades para cada alternativa.

Total de cable tendido sobre comunidades bentónicas para las alternativas *Ruta principal* y *Re-routing 2*, en km y en porcentaje respecto el total

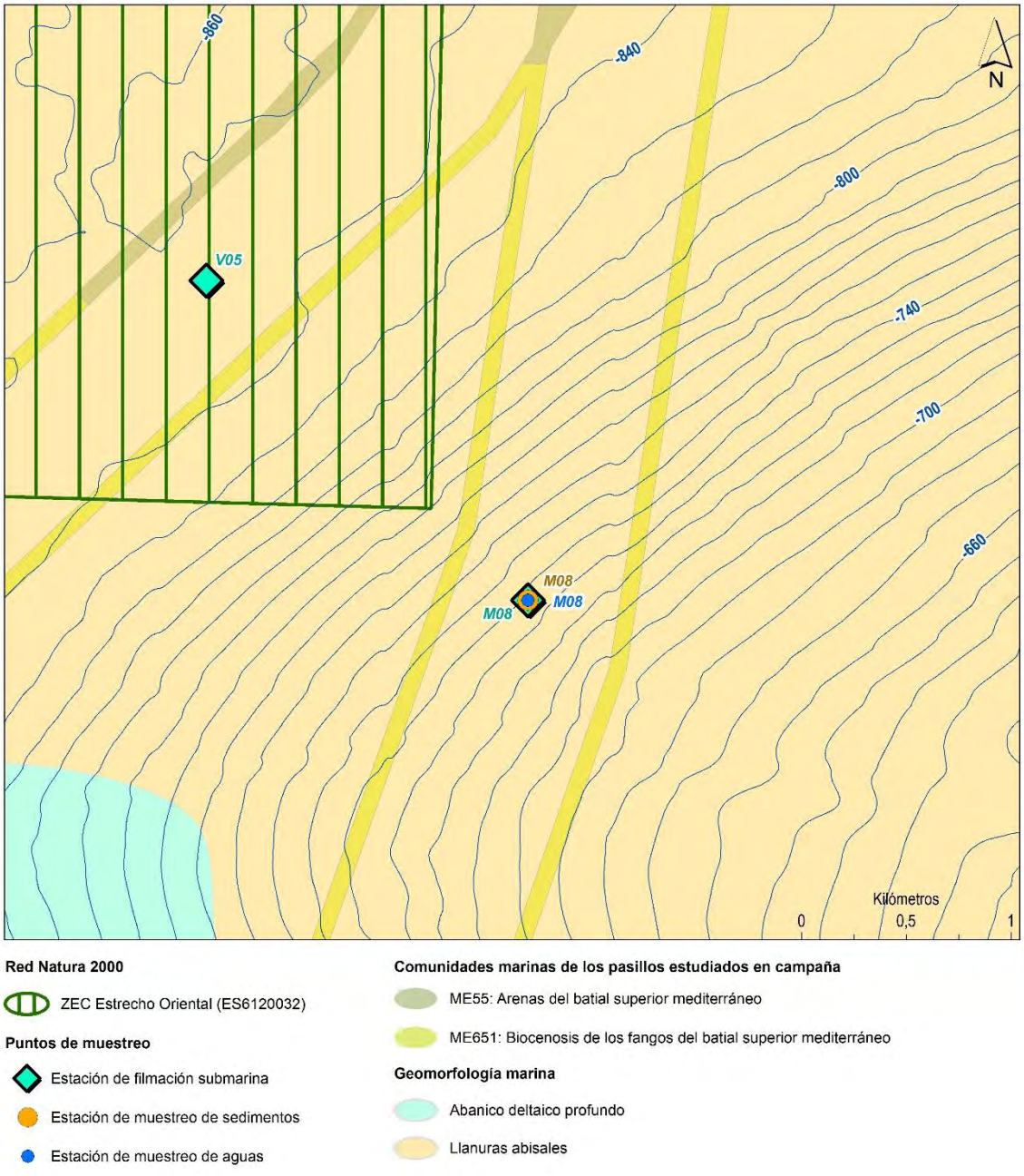
Biocenosis	Ruta principal	Ruta principal en %	Re-Routing 2	Re-routing 2 en %
ME651 fangos del batial superior mediterráneo	10,9	46	15,0	75
ME451 fangos del batial superior caracterizados por sedimentos mixtos	3,8	16	1,6	8
ME35 Sedimento grueso del batial superior mediterráneo	5,2	22	2.8	14
ME55 Arenas del batial superior mediterráneo	3,9	16	0,6	3
TOTAL		**100**		**100**

Ninguna de las 2 alternativas afecta HIC. La alternativa *Ruta principal* discurre a lo largo de 6,2 km (suma de los dos cables) por dentro de la ZEC Estrecho Oriental, mientras que la *alternativa Re-routing 2* no penetra dentro de su ámbito.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Al igual que en la zona de La Línea, durante la campaña ambiental se realizó un gran esfuerzo para caracterizar los fondos en la zona de la ZEC afectada por la alternativa *Ruta principal*. Los registros de vídeo (V05), detectándose el hábitat ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo, con características iguales a las estaciones de muestreo cercanas fuera de la ZEC (M07 y M08). No se observaron especies protegidas ni de especial interés en la zona.

Hábitats bentónicos en las alternativas en el centro del canal

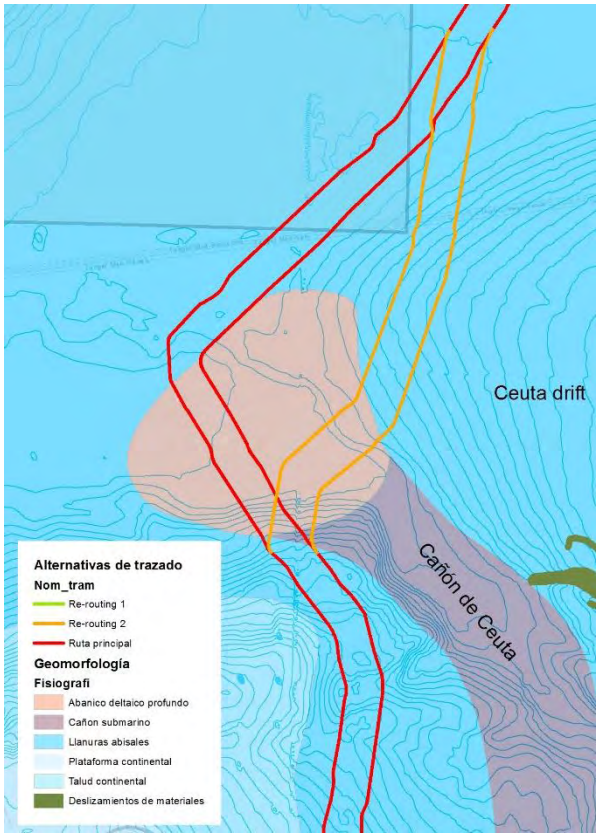


COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Medio físico

Los corredores de la alternativa *Ruta Principal* discurren sobre fondos batiales relativamente planos, mientras que el *Re-routing 2*, para evitar entrar en la ZEC Estrecho Oriental, discurren sobre las estribaciones del Ceuta drift, y por el abanico deltaico profundo del cañón de Ceuta, como se observa en la figura siguiente.

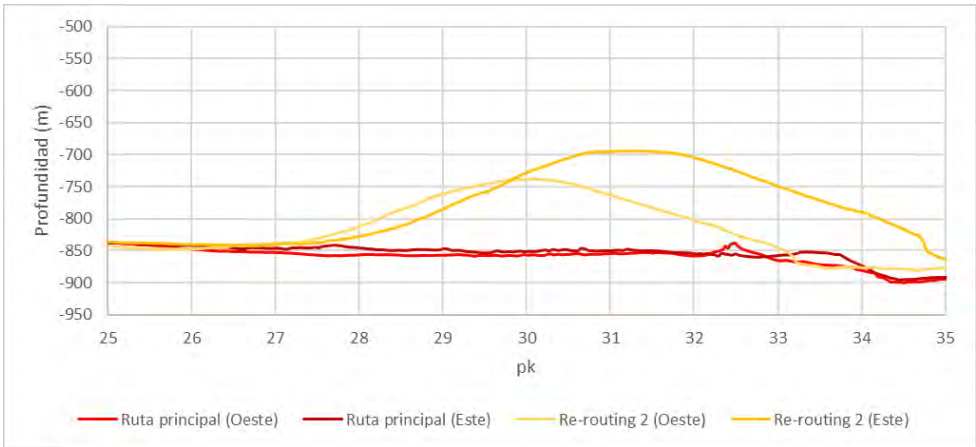
Geomorfología y batimetría de las alternativas en la zona del canal



El perfil batimétrico de la alternativa *Re-routing 2* es menos llano y con pendientes superiores, como muestra la figura siguiente, que representa la batimetría de ambos corredores (independientemente para cada uno de los cables) entre el pk 25 y 35, donde se encuentra el Ceuta drift. Además, destacan las pendientes laterales de la alternativa Re-routing 2, en el Ceuta drift que supone un riesgo adicional a la instalación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perfil batimétrico de las diferentes alternativas en el canal central



5.3.4.3 Conclusión de la valoración de alternativas

Una vez identificados los principales condicionantes y valorados los impactos potenciales de cada una de las alternativas planteadas, en los sectores de La Línea y del centro del canal, estas se comparan entre sí con el objetivo de determinar la solución más idónea desde el punto de vista ambiental, socio-económico y técnico, y como conclusión del proceso de definición de corredores.

Se refleja de forma sintética en las siguientes tablas los resultados de la comparación de los impactos valorados para las distintas alternativas. Se califica en impacto para cada componente ambiental y alternativa de corredor asignando los siguientes códigos de colores, representativos de la magnitud del impacto.

Positivo	No significativo	Compatible	Moderado	Severo

Alternativas en el aterraje en La Línea

Se muestra a continuación la tabla resumen de la valoración de alternativas en La Línea.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Valoración de alternativas en La Línea

Variables ambientales y territoriales	Alternativa *Ruta principal*	Alternativa *Re-routing 1*
Longitud de cable instalado (suma de los 2 cables de cada alternativa, desde el pk 0 hasta donde las alternativas se unen, en km)	22,1	23,2
Condicionantes constructivos	No significativos	Elevados, por cercanía a los escarpes del cañón de Guadiaro
Afección a la ZEC Estrecho Oriental, en km.	1,2	0
Afección a HIC dentro de la ZEC en km	0	0
Afección al HIC Arrecifes (1170) fuera de la ZEC. Suma de la longitud de los 2 cables de cada alternativa sobre el HIC en m.	807	1.061
Afección al HIC Bancos de arena cubiertos de agua permanentemente (1110) fuera de la ZEC, en m.	240	236
CLASIFICACIÓN GLOBAL	**Aceptada**	**Descartada**

Tal como se muestra en la tabla anterior, a pesar de tratarse de alternativas con características muy similares, la alternativa *Re-routing 1* queda descartada esencialmente por los condicionantes constructivos, al disponerse por el borde del cañón de Guadiaro. Este condicionante es clave atendiendo a que geomorfológicamente se sitúa en una zona donde existe un riesgo geológico significativo, no solo por las altas pendientes registradas, inestabilidad de los materiales asociada a la morfología pronunciada del propio cañón, sino también por las características intrínsecas del propio sistema del cañón submarino. Los bordes de cañón submarino constituyen parte de las vías preferentes de transporte de material sedimentario desde la plataforma continental hacia las zonas centrales de la cuenca, además de ser conductos preferentes para el transporte de grandes masas de agua en según qué condiciones o eventos atmosféricos.

Las corrientes de turbidez (masas de agua cargadas de sedimentos y materiales detríticos), con un alto poder erosivo, son los factores que tienen un mayor papel en la morfodinámica de estos sistemas. Estos, además, son el reflejo de grandes procesos erosivos tanto del pasado como del presente.

Por lo tanto, los riesgos geomorfológicos de la alternativa re-routing 1 tienen un peso mayor que el hecho de que unos 1.200 m del trazado oeste de la alternativa Ruta Principal invadan la ZEC Estrecho Oriental ya que como se ha expuesto no se afectarían HIC dentro de este espacio,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

teniendo los fondos atravesados por ambas alternativas naturaleza bentónica similar y propia de sustratos blandos rápidamente recuperables.

Fuera de zona ZEC, además, la alternativa re-routing 1 es peor valorada por afectar en mayor medida al HIC Arrecifes (1170).

Alternativas en el canal central

Se muestra a continuación la tabla resumen de la valoración de alternativas en el canal central.

Valoración de alternativas en el canal central

Variables ambientales y territoriales	Alternativa "Ruta principal"	Alternativa "Re-routing 2"
Longitud de cable instalado (suma de los 2 cables de cada alternativa, entre los nexos de unión con la ruta principal, en km)	28,25	24,25
Condicionantes constructivos	No significativos	Elevados, por ubicarse en el Ceuta drift y a la salida del cañón de Ceuta
Afección a la ZEC Estrecho Oriental (km)	6,2	0
Afección a HIC dentro de la ZEC en km	0	0
Afección a HIC en el entorno de la ZEC en km	0	0
CLASIFICACIÓN GLOBAL	**Aceptada**	**Descartada**

De acuerdo con lo plasmado en la tabla anterior, a pesar de que la Ruta Principal es más larga y afecta sesgadamente a la ZEC Estrecho Oriental es la alternativa seleccionada, debido esencialmente a los condicionantes constructivos que presenta la alternativa Re-routing 2, ya que al disponerse en el Ceuta drift y cruzar el Cañón de Ceuta se incrementan notablemente los riesgos de producirse daños en los cables, con lo que ello podría suponer para la continuidad del suministro a la ciudad autónoma, objetivo del proyecto, y por las dificultades añadidas en su implantación y, sobre todo, en la necesidad de adoptar métodos de protección más contundentes, lo que puede derivar en mayores afecciones sobre el conjunto de elementos del medio presentes.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Como se ha comentado con anterioridad, el hecho de que la alternativa cruce el cañón de Ceuta o incluso se aproxime a las morfologías asociadas al mismo, supone un alto riesgo geológico, debido a las características intrínsecas del propio sistema, tanto por las características de los cañones submarinos, a nivel morfológico (grandes pendientes y zonas escarpadas) que pueden generar inestabilidad a la instalación, como por el hecho de la actividad natural que desempeñan (vías preferentes de transporte de sedimento y de masas de agua).

Se observa que la alternativa Re-routing 2 discurre de lleno en el abanico de deyección o depósito terminal del cañón que, por su naturaleza, es la acumulación de los materiales transportados desde la plataforma a la zona abisal. Este hecho hace que sea necesario la corrección de trayectoria a fin de evitar o como mínimo minimizar el paso sobre estas morfologías.

No solo el sistema de cañones submarinos debería ser evitado, sino que también el Ceuta drift, por sus características goemorfológicas. La situación de la alternativa a descartar transcurre por la pendiente del Ceuta drift, esculpida por grandes corrientes de contorno (tal y como indican los depósitos contouriticos hallados) que podrían ser causantes de desperfectos en los cables.

Por lo tanto, los riesgos geomorfológicos de la alternativa re-routing 2 tienen un peso mayor que el hecho de que unos 6,2 km de la alternativa Ruta Principal atraviesen la esquina suroriental de la ZEC Estrecho Oriental ya que como se ha expuesto no se afectarían HIC dentro de este espacio, teniendo los fondos atravesados por ambas alternativas (dentro y fuera de la ZEC) naturaleza bentónica similar y propia de sustratos blandos rápidamente recuperables.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6 RESULTADO DEL TRÁMITE DE CONSULTAS PREVIAS

A fecha de septiembre de 2016, RED ELÉCTRICA presentó en la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural (Subdirección General de Evaluación Ambiental) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, el Documento Inicial del Proyecto de "Interconexión Eléctrica Submarina entre la Península y Ceuta" (nº ref. SGEA/NAL/fjs/20160093), para dar comienzo al procedimiento de evaluación ambiental mediante el trámite de consultas previas, tal como se contempla en el artículo 34 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

De entro todos los organismos e instituciones consultadas por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural en el marco del DIP, fueron las siguientes las que realizaron apreciaciones sobre afecciones a la Red Natura 2000:

Organismo
Ecologista en Acción Campo de Gibraltar - Verdemar
Junta de Andalucía - Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio – Dirección General de Gestión del Medio Natural y Espacios Protegidos
Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente - Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar
Universidad de Cádiz – Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias del Mar - Ignacio Hernández Carrero
Junta de Andalucía - Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio – Delegación Territorial de Cádiz

A continuación, se exponen los fragmentos en los organismos e instituciones consultadas que expresaron consideraciones en relación con la Red Natura 2000. Consideraciones que han sido tenidas en cuenta tanto en el diseño y planteamiento final del proyecto como en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y el presente Estudio de Afecciones a la RN 2000 del mismo. El texto completo de pronunciamientos puede consultarse como anexo en el Tomo III del EsIA.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.1 RESUMEN DE LAS RESPUESTAS RECIBIDAS EN RELACIÓN CON LA RN2000 Y FORMA EN LA QUE HAN SIDO CONSIDERADAS POR EL PROYECTO

6.1.1 ECOLOGISTA EN ACCIÓN CAMPO DE GIBRALTAR - VERDEMAR

Contenido de la respuesta en relación con la RN2000 y forma en la que ha sido considerada en el proyecto

► La interconexión eléctrica de Ceuta supondrá un beneficio ambiental, social y económico para esta ciudad, que entre otros aspectos verá disminuida la contaminación atmosférica que actualmente produce la central térmica de diesel ubicada en las cercanías del núcleo urbano, con los efectos sobre la salud humana que ello conlleva. Sin embargo, La Línea de la Concepción se lleva la peor parte del proyecto, ya que no verá ningún beneficio del mismo y sí una pérdida de territorio, un impacto grave durante la fase de construcción, un riego ambiental posterior por rotura del cable, etc. Por esto, es necesario imponer medidas compensatorias, que según nuestro criterio deben ir encaminadas a:

- Asegurar una zona destinada a la conservación y mejora del hábitat de las especies de flora presentes en la zona, en especial las amenazadas que hemos citado en la consideración primera.
- Crear, en un edificio ya construido, un centro de interpretación y de información del ZEC Estrecho Oriental, prácticamente desconocido por la población general y que se verá afectado por el proyecto.
- Realizar mejoras en las infraestructuras del municipio de La Línea que supongan una mejora ambiental, social y económica, al igual que los beneficios que obtendrá la ciudad de Ceuta.
- Por ejemplo, se podrían mejorar las infraestructuras de saneamiento de agua, que actualmente provocan vertidos en las costas linenses, y que supondría también disminuir los impactos que estos vertidos suponen en el ZEC del Estrecho Oriental afectado por el proyecto.
- Promover la instalación de energías renovables que contrarresten la producción de energía eléctrica a través de otros sistemas que provocan contaminación atmosférica, a ser posible en la ciudad de Ceuta para así mejorar su capacidad de autoabastecimiento energético.

Respuesta:

Todas las propuestas ofrecidas por la asociación son muy interesantes. Algunas de ellas no son viables por no ser de competencia del promotor, luego no cabe su elección. El

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

trámite de evaluación del impacto ambiental de los proyectos que componen el expediente del futuro enlace submarino, nos abre la posibilidad de que el órgano ambiental competente evaluador, una vez conozca y evalúe los impactos residuales, proponga las medidas compensatorias más adecuadas dirigidas a la recuperación de esos elementos del medio sobre los que perdura el impacto tras la aplicación de las medidas preventivo-correctoras impuestas.

6.1.2 JUNTA DE ANDALUCÍA - CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO – DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN DEL MEDIO NATURAL Y ESPACIOS PROTEGIDOS

Contenido de la respuesta en relación con la RN2000 y forma en la que ha sido considerada en el proyecto

Este organismo tras exponer una síntesis de aspecto recogidos en el Documento Inicial de Proyecto relativos a la necesidad del proyecto, sus características fundamentales o las alternativas analizadas establece unas seria de consideraciones generales:

- Consideración general primera: Señala al Área C Los Portichuelos como la más favorable de las tres áreas favorables para el proyecto estudiadas, en base a criterios físicos, bióticos y territoriales. Esta alternativa es la única donde la posible ubicación de la subestación eléctrica y su conexión a la red de transporte de 220 kV no interceptaría ningún espacio Natura 2000 cuya gestión y protección es competencia de la Junta de Andalucía. Por su parte esta solución intercepta con la ZEC Estrecho Oriental (ES6120032), que es un espacio marino cuya gestión recae sobre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Medio Ambiente.

  En este sentido señala que el EIA debe resolver adecuadamente los siguientes aspectos:

  - Razones por las que se consideran inviables otras soluciones.
  - Evaluación y cuantificación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre los espacios Natura 2000 interceptados y también sobre aquellos que indirectamente se pueden ver afectados por el proyecto.
  - Medidas preventivas y correctoras que justifiquen adecuadamente que esta actuación no supondrá una afección significativa sobre los valores por los que fueron declarados estos espacios ZEC y ZEPA.
  - Programa de Vigilancia Ambiental adecuado para evitar daños a los hábitats y especies de la Red Natura 2000.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Completar con un capítulo específico denominado "Red Natura 2000" cuyo contenido se describe en las "Directrices para la elaboración de la documentación ambiental necesaria para la evaluación de impacto ambiental de proyectos con potencial afección a la Red Natura 2000", publicadas por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural.

Respuesta:

La documentación ambiental del proyecto incluye el presente informe de Evaluación de las Repercusiones del Proyecto sobre la Red Natura 2000 que incorpora todos los puntos solicitados. Entre ellos justifica la no afección directa ni indirecta sobre hábitats ni especies objetivo de conservación, justificando además que las soluciones alternativas de trazado que no invaden la ZEC Estrecho Oriental tienen los mismos valores ecológicos en sus fondos marinos que los tramos si incluidos en la ZEC y por ello finalmente elegidos para el trazado de los dos cables por los menores riesgos sobre estos al atravesar fondos constructivamente más favorables.

► Consideración general segunda: El informe de la Dirección General tras un análisis preliminar de los HIC conforme a la cartografía de referencia realiza las siguientes consideraciones:

- Se solicita al promotor que incluya en el estudio de impacto ambiental la descripción de los HIC presentes en el ámbito de desarrollo del proyecto y un análisis de los impactos previsibles derivados de apertura de la zanja terrestre y submarina, la instalación de conchas de acero fundido o matrices de cemento y el aumento de turbidez esperable durante la realización de estas actuaciones. También se deben identificar los impactos derivados de la construcción de las subestaciones eléctricas y la conexión aérea con la L/220 kV.
- El promotor prestará especial atención a los hábitats costeros y vegetación halófica por su especial sensibilidad ante estas actuaciones y la dificultad que supone su posterior recuperación. El promotor considerará la posibilidad de realizar trabajos in situ con el fin de describir con mayor detalle los HIC que se pueden ver afectados durante el tendido del cable submarino y disponer de información de calidad para definir la mejor alternativa.

Respuesta:

En relación con el primer punto, el EIA tanto en su análisis de alternativas (Memoria Vol. 1 Apartado 7) como en sus apartados de efectos, medidas e impactos, tanto en ámbito terrestre como marino (Memoria Vol. 2 Apartados 2 a 7), recoge detalladamente los

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

efectos resultado de la construcción y funcionamiento de los distintos elementos de proyecto.

En relación con los hábitats costeros y vegetación halófica se han llevado a cabo detallados estudios de detalle en tierra con varias visitas de campo para seleccionar el mejor punto de aterraje para el proyecto en la playa de La Hacienda, seleccionando una explanada utilizada como aparcamiento en jornadas estivales de playa que evitará, junto a la utilización de la técnica de PHD la afección a hábitats costeros, en especial a los incluidos en el dominio del ámbito de aplicación del Plan de Recuperación y Conservación de Dunas, Arenales y Acantilados Costeros.

En relación con los hábitats marinos se han realizado campañas marinas en las aguas someras que han permitido caracterizar las comunidades costeras presentes seleccionando los trazados de llegada a costa que generarán menores afecciones a los fondos marinos. Además, para el trazado en aguas profundas se han analizado diferentes alternativas, en especial con el objeto de evitar afecciones a HIC y especies objetivos de conservación de la ZEC Estrecho Oriental.

- Consideración general tercera: Dada la gran importancia que tienen estos espacios de la Red Natura 2000 como lugar de residencia y destino migratorio de un elevado número de especies, el promotor incluirá en el estudio de impacto ambiental un análisis de las especies que podrían sufrir impactos negativos como consecuencia de las actuaciones descritas en el proyecto. Además, se propondrán medidas preventivas y/o correctoras para evitar dichos impactos y controles en el Programa de Vigilancia Ambiental con el fin de verificar la eficacia de las medidas contempladas.

Respuesta:

El EIA recoge de manera sintética los contenidos del estudio específico de presencia de cetáceos en el conjunto del Estrecho llevado a cabo por CEIMAR dentro del Estudio de Biocenosis Costera y Marina (Anexo 1.4) incorporándose a los capítulos de valoración de impactos y propuestas de medidas correctoras (Memoria EIA Volumen II, Apartados 3, 5 y 7) las posibles incidencias de las obras con estas especies. Todos estos aspectos son desarrollados en mayor medida en el presente informe de Evaluación de las Repercusiones del Proyecto sobre la RN2000.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.1.3 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE - DIRECCIÓN GENERAL DE SOSTENIBILIDAD DE LA COSTA Y EL MAR

Contenido de la respuesta en relación con la RN2000 y forma en la que ha sido considerada en el proyecto

El informe de la Dirección General de la Sostenibilidad de la Costa y el Mar comienza exponiendo de forma sintética diversos contenidos del DIP para una vez analizado este determinar lo siguiente:

- *En el desarrollo del proyecto, redacción del estudio de impacto ambiental y realización de los estudios específicos del medio marino deberá tenerse en cuenta lo establecido en el Real Decreto 1620/2012, de 30 de noviembre que aprueba las medidas de conservación de la ZEC Estrecho Oriental. En particular se destaca lo siguiente*:

  - "*Artículo 4.2: Corresponde al Director General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar la concesión de las autorizaciones administrativas y la emisión de los informes previstos en la regulación de usos y actividades recogidos en el anexo 1, sin perjuicio de las autorizaciones que sean exigibles por la aplicación de la legislación sectorial correspondiente y lo dispuesto en la disposición adicional primera de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*".
  - Anexo I Regulación usos y actividades artículo 8: Conducción y cableado submarino. *"Según lo establecido en los apartados 2 y 3 del artículo 79 «cables y tuberías submarinos en la plataforma continental» de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, deberá hacerse lo posible para evitar que el trazado para el tendido de cables y conducciones submarinas para cualquier actividad, discurra por el espacio protegido, sin perjuicio de las libertades al respecto establecidas en dicho Convenio. Además, queda prohibido cualquier trazado en el caso de zonas donde se haya constatado la presencia de hábitats sensibles, como son los bancos de arena y las zonas arrecifales*".

    Respuesta:

    La disposición de un amplio espacio protegido como es la ZEC Estrecho Oriental unido a la geomorfología presente en la zona del Estrecho entre la Línea de la Concepción y Ceuta (cañones del Guadiaro, La Línea y Ceuta, y abanicos deltaicos asociados a los mismos, talud continental muy abrupto en el frente norte de Ceuta etc…) ha limitado en gran medida las opciones de corredores para los 2 cables marinos proyectados en paralelo con el condicionante de que deben ser separados 1,5 veces la profundidad

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

hasta una distancia de 750 m con el objeto de evitar riesgos de rotura de los dos circuitos simultáneamente y poder reparar el que se averíe en condiciones seguras de operación y distancia con el segundo cable.

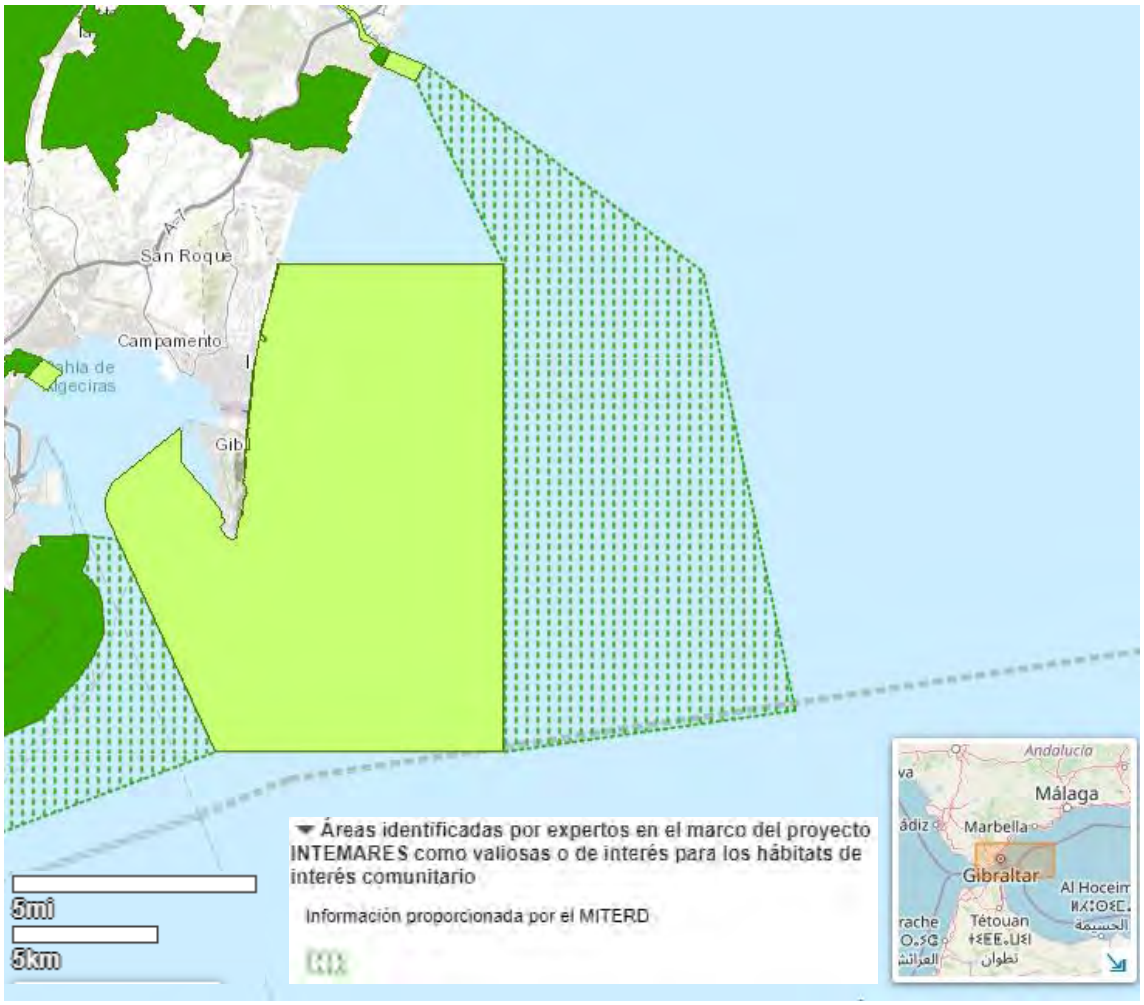
En este caso se han analizado trazados que no se adentran en el espacio RN 2000 y se ha comprobado mediante los resultados de la campaña geofísica y de la posterior campaña ambiental que las comunidades bentónicas afectadas por la alternativa de trazado en el interior de la ZEC y fuera son de naturaleza similar y propia de sustratos blandos rápidamente recuperables y en ningún caso correspondientes a HIC objetivos de conservación de este espacio como los bancos de arena (HIC 1110) y las zonas arrecifales (HIC1170). Se descarta igualmente la afección, por ausencia de las mismas, a especies objetivo de conservación o especies sensibles.

Resultado de esta similar afección dentro y fuera del espacio ZEC, el proyecto ha optado por el trazado afectando puntualmente a la ZEC debido a las mejores condiciones constructivas del trazado al estar más alejado del cañón del Guadiaro, en el caso del primer tramo, y por mantenerse al margen de una zona de ladera submarina en la zona central y más profunda del estrecho, en el segundo caso.

Además, recientes jornadas de expertos en el marco del proyecto Life Intermares en las que se proponen a nivel nacional la necesidad de mayores conocimientos de los espacios RN 2000 marinos han concluido en la propuesta ampliación de la ZEC Estrecho Oriental hacia el sur y hacia el este de manera que en un futuro es muy probable que los cables de interconexión queden incluidos (todo su tramo central) en los dominios de este espacio Red Natura 2000.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Zona propuesta ampliación de la ZEC Estrecho Oriental en el marco del proyecto INTERMARES



- "Anexo I Regulación usos y actividades artículo 12: Conducción y cableado submarino. *Podrán realizarse en el espacio protegido actividades de investigación científica, previa autorización conforme a lo dispuesto en el artículo 4. En dicha autorización se hará referencia a las limitaciones de uso de aquellas técnicas de estudio que se estime que puedan ser incompatibles con los objetivos de conservación establecidos en este real decreto.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Respuesta:

RED ELÉCTRICA ha solicitado y obtenido los permisos correspondientes para llevar a cabo las campañas marinas geofísicas y ambiental en los dominios de la ZEC Estrecho Oriental.

- Anexo I Regulación usos y actividades artículo 13 Prevención de la contaminación acústica. "*Queda prohibido en todo el ámbito del espacio protegido utilizar cañones de aire comprimido y sistemas activos de sónar de baja y media frecuencia. Únicamente se podrá autorizar su uso en circunstancias excepcionales, cuando sea indispensable para la consecución de los objetivos planteados en estudios científicos, de investigación o caracterización del fondo marino, cuando se garantice expresamente su inocuidad para las especies silvestres presentes en el espacio protegido y cuando se realice un efectivo control mediante equipos profesionales ad hoc de Observadores de Mamíferos Marinos y Seguimiento Acústico Pasivo, tal y como establecen los objetivos y las medidas asociadas a este real decreto*".

  Respuesta:

  De esta manera se ha procedido en las campañas marinas autorizadas por la Subdirección General para la Protección del Mar (SGPM/EMP/AUT/01/2020) de fecha 6 de febrero de 2020.

- "*En la ZEC Estrecho Oriental deberán tenerse en cuenta los planes de seguimiento y vigilancia ambiental necesarios para dar cumplimiento de las medidas de conservación recogidas en el Anexo II del Real Decreto 1620/2012, de 30 de noviembre, con especial atención a su incidencia en los hábitats de interés comunitario y especies marinas a las que se hace referencia en el presente informe. En concreto, se deberán estudiar medidas de mitigación activas a aplicar durante el desarrollo de la actividad*".

  Respuesta:

  El conjunto de medidas preventivas correctoras recogidas en el EIA han considerado los aspectos señalados de la misma manera que han sido considerados en el presente Estudio de Afecciones a la RN2000.

► "*El estudio de impacto ambiental deberá contener un análisis detallado del medio marino por el que se planteen las posibles alternativas del trazado del cable. Este estudio deberá incluir la bionomía del fondo marino, la presencia de cetáceos, tortugas y aves"*.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- "*Habrá que tener especial cuidado con la posible presencia de la especie Patella ferruginea en la zona de actuación. Las zonas que albergan las mayores poblaciones de Patella ferruginea están en Ceuta, Melilla y las Islas Chafarinas, por lo que es necesario que el estudio de impacto ambiental contenga un censo actualizado de la presencia de lapa ferruginea. Es una especie endémica del Mediterráneo occidental, incluida en el Anexo V de la Ley 42/2007 y en el Anexo del Real Decreto 139/2011 de 4 de febrero, dentro de la categoría de "en peligro de extinción. El traslado o traslocación de ejemplares adultos ha sido expresamente desaconsejado en la "Estrategia de conservación de la lapa ferruginea*".

  Respuesta:

  Se han realizado en el marco del proyecto distintos censos en zonas de posibles aterrajes en Ceuta siendo el definitivo el llevado a cabo por Tecnoambiente en el aparcamiento de la Playa del Chorrillo (Anexo 7) aunque esta especie no será en ningún caso afectada por el proyecto gracias a la medida preventiva de llevar a cabo el aterraje mediante perforación horizontal dirigida.

► "*El estudio de impacto ambiental deberá prever una serie de medidas encaminadas a la prevención y mitigación de los impactos sobre praderas de fanerógamas marinas protegidas, tales como la elección de una alternativa de trazado que minimice la superficie de praderas afectadas*".

Respuesta:

La ausencia de comunidades bentónicas de praderas de fanerógamas marinas en la Línea de la Concepción y Ceuta, confirmada en las campañas marinas llevadas a cabo para el proyecto, ha conllevado que no sea necesario considerar este condicionante en el análisis de alternativas.

► "*Otro de los impactos potenciales a considerar es la posible molestia a aves marinas presentes en la zona, alguna de ellas de gran interés desde el punto de vista de la conservación ya que la cercanía al Estrecho de Gibraltar lo convierten en una zona de paso importante para la avifauna migradora. Sería recomendable que el estudio de impacto ambiental contenga como medida preventiva una planificación de las obras evitando los períodos críticos de las especies*".

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Respuesta:

En ninguno de los ámbitos de estudio, tanto marino como terrestres, se han identificados puntos o áreas de reproducción de especies de aves sensibles en general, y de las aves marinas o dulceacuícolas, en particular (pardela balear, fumarel común, pardela cenicienta, cormorán moñudo, águila pescadora, gaviota de Audouin, ostrero, chorlitejo patinegro o charrancito común) por lo que el desarrollo del proyecto no llevará aparejados efectos directos sobre ejemplares de este grupo de aves ni sobre sus lugares de nidificación. Asimismo, no se producirán molestias o perturbaciones sobre ellas dada la distancia entre las zonas de cría y el área afectada por el proyecto. La única especie que cría próxima a la zona de actuación es el chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus)* que se reproduce en la playa de la Atunara, donde también se la puede ver durante la invernada. Para comprobar la presencia de esta especie en el entorno del proyecto se han hecho prospecciones en la playa de la Hacienda durante el periodo de reproducción del año 2019 dando como resultado la no presencia de esta especie en la playa de la Hacienda.

En cuanto a la comunidad de aves migradoras, el desarrollo del proyecto no generará durante la construcción afecciones que no estén presentes ya en el Estrecho de Gibraltar, tanto a nivel marítimo como terrestres. Es decir, la construcción de las instalaciones que conlleva tránsito de maquinaría y presencia humana, ocupación de terreno y el levantamiento de estructuras artificiales, entre otros, son factores que ya están actualmente en esta área a modo de rutas marítimas, autovías, carreteras, urbanizaciones, canteras, etc., por lo que su ejecución no adicionaría nuevas amenazas a las aves migratorias. Además, la escala de las actuaciones es de escasa magnitud para poder afectar de manera aparente a este grupo de aves, que por otro lado se encuentran muy acostumbradas a los efectos derivados de la presencia humana a escala territorial y migratoria en esta área.

6.1.4 UNIVERSIDAD DE CÁDIZ – DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR - IGNACIO HERNÁNDEZ CARRERO

Contenido de la respuesta en relación con la RN2000 y forma en la que ha sido considerada en el proyecto

- "*El proyecto ofrece una oportunidad para la mejora del conocimiento de la ZEC Estrecho Oriental ES6120032. Tanto durante el inventario ambiental como por la adopción de posibles medidas compensatorias debería mejorarse el conocimiento actual de los hábitats de la Directiva que llevaron a la conservación de este enclave marino".*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Respuesta:

El inventario ambiental y toda la información técnica del proyecto recabada en las campañas oceanográficas se pondrá a disposición de la comunidad científica y las administraciones y organismos públicos que lo soliciten de cara al establecimiento de proyectos de colaboración que pudieran surgir.

6.1.5 JUNTA DE ANDALUCÍA - CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO – DELEGACIÓN TERRITORIAL DE CÁDIZ

Contenido de la respuesta en relación con la RN2000 y forma en la que ha sido considerada en el proyecto

- "*El trazado submarino de la interconexión podría afectar al ZEC Estrecho Oriental. Dicha ZEC, cuya gestión corresponde al MAGRAMA, posee un Plan de Gestión aprobado por el Real Decreto 1620/2012, por lo que el Estudio de Impacto Ambiental que se redacte deberá adecuarse a lo establecido en el citado documento*".

Respuesta:

Todos los contenidos del Plan de Gestión, desde la caracterización del espacio, a los objetivos de conservación y la normativa han sido considerados en las distintas etapas del proyecto, incluyendo el análisis de alternativas de trazado, la valoración de impactos y la propuesta de medidas preventivas y correctoras.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7 INFORMACIÓN SOBRE LOS LUGARES NATURA 2000 POTENCIALMENTE AFECTADOS POR EL PROYECTO

7.1 ESPACIOS DE LA RED NATURA 2000 AFECTADOS

Conforme a lo establecido en el artículo 6.3 de la Directiva Hábitats, los impactos sobre la Red Natura que deben ser evaluados son aquellos que repercutan sobre los objetivos de conservación de los lugares, esto es, la propia integridad de los lugares y los objetivos de conservación del mismo, especies y hábitats que determinaron su declaración como espacios de la Red Natura 2000.

Como constata la cartografía adjunta, en el entorno de los distintos elementos proyectados que conforman la Interconexión Eléctrica Península-Ceuta son varios los espacios Red Natura 2000.

- ZEC y ZEPA Los Alcornocales. Se encuentra la zona más próxima de este espacio (sierra del Arca) a una distancia mínima de 4.100 m respecto a la futura línea de interconexión siendo este punto concretamente el del aterraje en la zona trasera de la playa de la Hacienda. Por su parte la zona de este espacio RN 2000 correspondiente con el Pinar del Rey se sitúa, en su punto más próximo a 5.500 m de la nueva subestación Algeciras 132 kV y el comienzo de la línea eléctrica a 132 kV proyectada. Es por ello que no son previsibles afecciones directas, ni tampoco indirectas sobre los objetivos de conservación de este espacio.
- ZEC y ZEPA Marismas del Río Palmones. Localizado al oeste del proyecto a una distancia de 4.200 al elemento más cercano, el nuevo parque a 132 kV de la Subestación Algeciras y la línea soterrada 220 kV de conexión. No se esperan por tanto afecciones a este espacio RN 2000.
- ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar. Este espacio ZEC de competencia británica e incluido en su totalidad en el interior de la ZEC Estrecho Oriental se encuentra a una distancia de 6.000 m respecto al circuito 2 de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África en el tramo más profundo de este, en la zona central del cruzamiento con el Estrecho de Gibraltar. No se esperan por tanto afecciones a este espacio RN 2000 británico.
- LIC y ZEPA Calamocarro – Benzú. Localizado en el frente N de la zona continental ceutí, el proyecto en su punto más cercano (subestación Virgen de África) dista 2.200 m de este espacio. Debido a que todo el proyecto en territorio ceutí discurre por terrenos urbanos del centro de la ciudad, se descarta la presencia de especies objetivo de conservación de este espacio que puedan verse afectadas por el proyecto.
- ZEPA Acantilados del Monte Hacho. Se localiza en el extremo oriental de la Ciudad Autónoma de Ceuta, en el frente costero que bordea el Monte Hacho. Dista unos 2.670 m

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

respecto a la zona más próxima del futuro tramo terrestre soterrado de la L/132 kV proyectada. Igualmente, respecto del tramo marino se encuentra este espacio a una distancia mínima de 1.300 m. Dadas estas distancias y al hecho de que todos los tramos sean soterrados o submarinos implica que no se vayan a producir impactos indirectos sobre las aves objetivos de conservación de este espacio.

- LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho. Espacio RN2000 conformado por la zona acantilada del Monte Hacho y la zona marítima entorno al mismo de una anchura aproximada de 1.000 m. Respecto al tramo marino de la L/132 kV prevista se encuentra a lo largo de unos 4 km a una distancia mínima (circuito oeste) de unos 200 m y una distancia media de 400 m, quedando el circuito este a una distancia media de unos 700 m. Se podrían, por tanto, producir afecciones indirectas sobre este espacio.

Estos espacios Red Natura localizados en el entorno del proyecto, no son afectados directamente ni indirectamente por este, entendiendo a estos últimos como aquellos que, aun materializándose fuera de los límites de un espacio Red Natura, pudieran repercutir sobre los objetivos de conservación del mismo.

Sin embargo, si hay un espacio que se verá afectado directamente por ocupación del mismo por parte de los trazados de los dos circuitos a 132 kV submarinos que conforman la conexión con Ceuta.

Se trata de la ZEC Estrecho Oriental que es atravesado por el circuito 2 en dos tramos diferentes y por el circuito 1 en tramo sumando una longitud total en este espacio de 7.730 m de futuro cable.

Las afecciones sobre este espacio son analizadas con detalle en el apartado 9 del presente Informe de Evaluación de Repercusiones del Proyecto sobre la RN2000, afecciones que igualmente se pueden localizar en las figuras y esquemas que acompañan al presente documento.

A efectos del presente estudio, se consideran objetivos de conservación de los espacios Red Natura los siguientes:

- **Objetivos de conservación de una ZEC:** de acuerdo con lo establecido en la Directiva Hábitats y la interpretación desarrollada en los manuales metodológicos de referencia, los objetivos de conservación de una ZEC están determinados por los tipos de hábitat naturales del Anexo I (Tipos de hábitats naturales de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de Zonas de Especial Conservación) y las especies del Anexo II (Especies

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

animales y vegetales de Interés Comunitario para cuya conservación es necesario designar Zonas de Especial Conservación) presentes y que motivaron en su momento su propuesta como LIC o declaración como ZEC (expresamente identificados y recogidos como tales en el Formulario Normalizado Red Natura correspondiente) o que quedan expresamente recogidos como tales en su instrumento de gestión.

- **Objetivos de conservación de una ZEPA:** de acuerdo con lo establecido en la Directiva Aves, son objetivos de conservación de una ZEPA las especies de su anexo I y las especies migradoras de presencia regular no incluidas en su anexo I que motivaron su declaración. A efectos de determinación de los objetivos de conservación de cada espacio, se consideran las especies expresamente identificadas y recogidas como tales en el Formulario Normalizado Red Natura correspondiente o en su Plan de Gestión.

Por otro lado, el mantenimiento de la integridad de los espacios y de la propia Red Natura 2000 es uno de los objetivos de conservación de las ZEC y ZEPA componentes de esta red coherente de espacios naturales protegidos a nivel europeo. Este objetivo debe entenderse tanto en el sentido del mantenimiento de la integridad física de los lugares como en el de mantenimiento de su integridad ecológica. Esta última depende del mantenimiento de los procesos ecológicos fundamentales que tienen lugar en la ZEC y que permiten el mantenimiento en un buen estado de conservación de los hábitats y de las poblaciones de especies de interés.

7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS RED NATURA POTENCIALMENTE AFECTADOS POR EL PROYECTO

7.2.1 ZEC Estrecho Oriental ES6120032

Este espacio es declarado Zona de Especial Conservación mediante Real Decreto 1620/2012, de 30 de noviembre, por el que se declara Zona Especial de Conservación el Lugar de Importancia Comunitaria ES6120032 Estrecho Oriental de la región biogeográfica mediterránea de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación.

Según el propio Real Decreto este espacio natural fue declarado Zona de Especial Conservación en virtud de que “sus aguas, que albergan una gran riqueza biológica con especies tanto mediterráneas como atlánticas, destacan por su importancia como corredor migratorio para numerosas especies de interés”. Asimismo, esta decisión se justifica debido a “diferentes factores socioeconómicos y geopolíticos que lo convierten en un enclave muy antropizado” y la creciente pérdida de calidad medioambiental, que deriva una toma de medidas legales para conservar y restaurar este patrimonio natural”.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El espacio marino protegido de la Red Natura 2000 denominado Estrecho Oriental se encuentra situado en el extremo meridional de la Península Ibérica, en la zona oriental del estrecho de Gibraltar (longitud 5º Oeste), en aguas bajo soberanía o jurisdicción española frente a la costa de la provincia de Cádiz.

Este espacio marino protegido incluye la zona este de la bahía de Algeciras y se extiende hasta el mar de Alborán, alcanzando su límite exterior una amplitud máxima de 7,4 millas náuticas. Cubre una superficie total de 23.641,82 hectáreas y baña el litoral del municipio de La Línea de la Concepción hasta la península de Gibraltar, en su extremo occidental.

El estrecho de Gibraltar se caracteriza por ser un cañón de orientación Este-Oeste, que cuenta con aguas poco profundas en su cara atlántica (200-300 metros) y aguas más profundas (800-1.000 metros) en la cara mediterránea. La ZEC Estrecho Oriental se encuadra dentro de estas últimas, alcanzando los 850 metros de profundidad.

7.2.1.1 Aportación de la ZEC Estrecho Oriental a la Red Natura 2000

El Estrecho es la única conexión natural existente entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico, y sus aguas, que albergan una gran riqueza biológica con especies tanto mediterráneas como atlánticas, destacan por su importancia como corredor migratorio para numerosas especies de interés. Este espacio formaría parte del sector oriental de este corredor y su delimitación complementa a la del LIC ES0000337 Estrecho en este sentido. Lugar de importancia para la conservación de las poblaciones de *Tursiops truncatus* en el Mediterráneo sur, así como para poblaciones atlánticas de *Caretta caretta* que posiblemente utilicen la zona como área de preparación en su migración a las zonas costeras del Atlántico occidental. Parece, que estos juveniles, originarios del Atlántico occidental, podrían retrasar su movimiento trans-atlántico para aprovecharse de los elevados recursos alimenticios existentes en la parte oeste del Mediterráneo. Importante asimismo para la conservación de un hábitat marino singular, conformado por estructuras submarinas complejas organizadas en bloques de hasta 4 m de altura formados por agregación de granos de arena en una matriz carbonatada originada por la oxidación microbiana de emisiones de gases procedentes de la descomposición de depósitos vegetales fósiles.

7.2.1.2 Instrumentos de gestión

Cuenta con un Plan de Gestión aprobado mediante el *Real Decreto 1620/2012, de 30 de noviembre, por el que se declara Zona Especial de Conservación el Lugar de Importancia*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunitaria ES6120032 Estrecho Oriental de la región biogeográfica mediterránea de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación.

La entidad responsable de la gestión de este espacio es la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

7.2.1.3 Inventario

Hábitats de interés comunitario

Aun considerando el limitado conocimiento que se tiene de este espacio marino, tanto el formulario normalizado de datos (actualizado en octubre de 2016) como el plan de gestión aprobado en 2012 señalan la presencia de 4 tipos de hábitats del anexo I en este espacio, no teniendo ninguno de ellos la consideración de prioritario.

Tipos de hábitat presentes en la ZEC Estrecho Oriental

Código	Descripción	Cobertura	Representatividad	Superficie relativa	Estado de conservación	Evaluación global
1110	Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda	1%	A	C	A	A
1170	Arrecifes	10%	A	C	A	A
1180	Estructuras submarinas causadas por emisiones de gas	1%	A	C	A	A
8330	Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas	1%	B	C	B	B

* Hábitat prioritario. Fuente: Plan de Gestión de la ZEC Estrecho Oriental, 2012 y Formulario Normalizado 2016.

1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda)

Este hábitat se encuentra dentro de la ZEC en la franja litoral que baña el municipio de La Línea de la Concepción.

En este caso, el hábitat se corresponde con bancos constituidos, de menor a mayor profundidad, por arenas medias, finas y muy finas, con un incremento progresivo en materia orgánica, siendo la comunidad vegetal prácticamente inexistente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En cuanto a la comunidad faunística presente, destaca la presencia de especies de bivalvos de interés pesquero como la coquina (*Donax trunculus*), la navaja (*Ensis minor*), la chirla (*Chamelea gallina*), el corruco (*Acanthocardia tuberculata*) y el almejón o concha fina (Callista chione), cuya distribución se va sucediendo en función de la granulometría del sedimento. De igual modo, en los fondos más superficiales aparece descrita la presencia de los decadópodos *Liocarcinus vernalis* y *Portumnus* latipes, el equinodermo *Echinocardium mediterraneum* y el poliqueto *Ophelia neglecta*. Conforme aumenta la profundidad, se observan ejemplares de cangrejo ermitaño (*Diogenes pugilator*) y los gasterópodos *Caliptraea chinensis* (frecuentemente asociado a valvas muertas de ejemplares del género Chamelea), *Mesalia breviales* (cuya concha vacía es frecuentemente utilizada por el cangrejo ermitaño) y *Nassarius reticulatus*, de hábitos necrófagos.

1170 Arrecifes

Este hábitat incluye todos aquellos sustratos duros, incluidos aquellos cubiertos por una delgada capa de sedimentos, de origen biogénico o geogénico.

Las localizaciones conocidas de este hábitat en la ZEC se encuentran en Punta Europa, en el extremo sur del peñón de Gibraltar, donde existe una zona de arrecife conocida como «La Seca». Se trata de un arrecife rocoso de gran tamaño con una cima bastante plana de bajas crestas rocosas, que da paso a una zona arenosa poco profunda al Este y arenas más profundas al Sur. A lo largo de la cresta noreste existe una caída desde los 18 a los 25 metros de profundidad, con multitud de grietas y pequeñas cuevas. Siguiendo la caída al este del arrecife se encuentra la zona conocida como «El Arrecife de Vladi», donde asimismo aparecen una serie de cuevas submarinas.

1180 Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases

Este tipo de hábitat, todavía en incipiente fase de estudio, se encuentra constituido por estructuras submarinas complejas, organizadas en bloques de hasta cuatro metros de altura formados por la agregación de granos de arena en una matriz carbonatada. Estas estructuras se originan por la oxidación microbiana de las emisiones de gas metano que, procedentes de la descomposición de depósitos vegetales fósiles, ascienden hacia la superficie del fondo oceánico.

En la actualidad, se desconoce el grado de afección que las actividades desarrolladas en la zona podrían tener sobre este tipo de hábitat natural. Hasta el momento, la pesca de arrastre ilegal constituiría la principal amenaza por los daños mecánicos que genera sobre los fondos marinos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas

La ZEC Estrecho Oriental se caracteriza por la presencia, principalmente en las zonas conocidas como «Tres Hermanas», «El Arrecife de Vladi» y el lado este del peñón de Gibraltar, del tipo de hábitat de interés comunitario 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas.

El lugar conocido como Tres Hermanas, al oeste del peñón de Gibraltar, cuenta con varios pináculos rocosos, algunos de los cuales afloran a la superficie. Estos pináculos están formados por la roca sedimentaria conocida como brecha que, en este caso, se encuentra constituida por una concreción de huesos, piedras y barro prehistóricos. Tanto la antigüedad del lugar como la compleja e intricada naturaleza de este tipo de roca han contribuido a que estos pináculos presenten multitud de grietas y pequeñas cavidades.

En el caso de El Arrecife de Vladi, al sur del peñón de Gibraltar y a una profundidad entre los 20 y los 25 metros, se han localizado siete cuevas submarinas.

Finalmente, la parte este del peñón de Gibraltar presenta una sucesión de cavidades sumergidas en un promontorio brechoide a una profundidad que oscila entre los tres y los seis metros, pudiendo alcanzar algunas un desarrollo de hasta 30 metros

Especies de flora y fauna

En el documento base para la delimitación del LIC Estrecho Oriental se recogen las especies de interés comunitario, con sus respectivos códigos (según el anexo II, de la Ley 42/2007) que motivaron la conservación de la zona.

Especies que motivaron la conservación de espacio

- *Caretta caretta** (1224)

  La tortuga boba, especie de interés comunitario prioritario, es una especie de marcado carácter migratorio. En el curso de estos movimientos, numerosos ejemplares entran y salen del mar Mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar, adentrándose en el ámbito de la ZEC donde, posiblemente, hacen uso del espacio como zona de alimentación.

  A este respecto, existen estudios que demuestran la permanencia en la parte occidental del mar de Alborán de ejemplares juveniles de gran tamaño durante un cierto periodo de tiempo. Posiblemente, la zona sea utilizada como área de preparación para la tortuga boba en su migración a las zonas costeras del Atlántico occidental. Parece, por lo tanto, que estos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

juveniles, originarios del Atlántico occidental, podrían retrasar su movimiento transatlántico para aprovecharse de los elevados recursos alimenticios existentes en la parte oeste del Mediterráneo.

- *Tursiops truncatus* (1349)

El delfín mular cuenta con poblaciones residentes tanto en el Estrecho (se estima que está compuesta por 250 individuos) como en la bahía de Estepona, principalmente en torno al Seco del Placer de las Bóvedas. Desde estos dos lugares se produce la llegada de ejemplares de delfín mular hasta el ámbito de la ZEC.

Presenta hábitos tróficos de carácter oportunista. Varias especies se encuentran presentes en su dieta, principalmente especies de espáridos como el besugo (*Pagellus bogaraveo*) y, en menor medida, la merluza (*Merluccius merluccius*) y pequeños pelágicos.

Los estudios sobre estructura poblacional de los delfines mulares de golfo de Cádiz, estrecho de Gibraltar y mar de Alborán muestran una segregación espacial significativa entre estas tres poblaciones, lo que sugiere una adaptación de cada una a los hábitats de las diferentes zonas, así como una ausencia de procesos reproductivos entre estas poblaciones.

- *Phocoena phocoena* (1349)

La marsopa es una especie residente oportunista en el Estrecho, que puede estar presente en cualquier época del año. Su abundancia, dieta y estructura social no se conoce adecuadamente debido a su escasa presencia en la zona.

Las observaciones de marsopa en el mar Alborán se suelen relacionar con ejemplares procedentes del Atlántico oriental que penetran a través del estrecho de Gibraltar, dado que no existe constancia de poblaciones estables de esta especie en el mar de Mediterráneo.

Otras especies de interés

En el Real Decreto 1620/2012 se incluyen además diversas especies que ponen de relevancia el valor natural de la ZEC Estrecho Oriental. Se presenta a continuación el listado ordenado según una clasificación por taxones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Aves

Se citan las siguientes especies de aves, que usan este espacio como lugar de paso en su ruta migratoria y que se encuentran incluidas en el anexo I de la Directiva Aves (2009/147/CE).

- Pardela balear (*Puffinus mauretanicus*)
- Pardela cenicienta (subespecie mediterránea) (*Calonectris diomedea diomedea*)
- Gaviota Audouin (*Larus audouinii*)
- Gaviota cabecinegra (*Larus melanocephalus*)
- Gaviota picofina (*Larus gene*i)
- Charrán patinegro (*Sterna sandvicensis*)
- Charrán común (*Sterna hirundo*)
- Charrancito común (Sterna albifrons)
- Fumarel común (*Chlidonias* niger)

Dentro del grupo de las aves, se destacan también como especies marinas de interés:

- Alcatraz atlántico (*Morus bassanus*)
- Págalo grande (*Stercorarius skua*)
- Alca común (*Alca torda*)
- Frailecillo común (*Fratercula arctica*)

► Cetáceos

Asimismo, además de las especies de cetáceos de interés comunitario, se hace referencia a la presencia de diversas especies de cetáceos que frecuentan el Estrecho y usan este espacio protegido.

Entre ellas las especies de cetáceos que presentan poblaciones estables (al menos en alguna estación).

- Delfín listado (*Stenella coeruleoalba*)
- Delfín común (*Delphinus delphis*)

Otras especies con presencia en ZEC:

- Calderón común (*Globicephala melas*)
- Cachalote (*Physeter macrocephalus*)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Calderón gris (*Grampus griseus*)
- Orca (*Orcinus orca*)

Especies que usan el ZEC como zona de paso:

- Rorcual común (*Balaenoptera physalus)*

► Invertebrados

- Lapa ferruginea (*Patella ferruginea*)
- Nacra (*Pinna nobilis*)
- Coral anaranjado (*Astroides calycularys*)
- Caracola (*Charonia lampas lampas)*
- Erizo de púas largas (*Centrostephanus longispinus*)
- Nudibranquio (*Roboastra europeae*)
- Gorgonia roja (*Paramuricea clavata*)
- Esponja roja (*Crambe crambe*)

► Especies ícteas

- Morena (*Muraena helena*)
- Congrio (*Conger conger*)
- Salmonete real (*Apogon imberbis*)
- Moma nariguda (*Tripterygion tripteronotum*)
- Pez luna (*Mola mola*)

7.2.1.4 Objetivos de conservación

Los objetivos finales o metas propuestas se encuentran orientados al mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y especies de interés comunitario por las que se ha designado el lugar, exceptuando la especie de interés comunitario *Phocoena phocoena* (marsopa común), así como de todas aquellas otras especies de interés del anexo V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, consideradas como relevantes en el espacio marino protegido.

Los objetivos globales guardan relación con las siguientes metas:

► Estado favorable de conservación de los tipos de HIC

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- 1110 bancos de arena cubiertos permanente por agua marinas poco profunda.
- 1170 Arrecifes.
- 1180 Estructuras submarinas causadas por emisiones de gas.
- 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas.

Para cada uno de estos HIC fijados como objetivos globales se establecen una sería de objetivos finales que va dirigidos en todos los casos a:

  - Completar los inventarios de estos HIC dentro de la ZEC Estrecho Oriental.
  - Definir el estado de conservación del HIC.
  - Mejorar su estado de conservación dentro del espacio RN2000.
  - Seguimiento del estado de conservación de este HIC dentro del espacio RN2000.

► Estado de conservación favorable de las especies de interés comunitario

- *Caretta caretta* (tortuga boba)
- *Tursiops truncatus* (delfín mular)

► Estado de conservación favorable de otras especies de interés

- *Delphinus delphis* (delfín común)
- *Stenella coeruleoalba* (delfín listado)
- *Patella ferruginea (*lapa ferruginea)

Para cada una de estas especies de interés comunitario y/o interés para el espacio fijados como objetivos globales se establecen una sería de objetivos finales que va dirigidos en todos los casos a:

  - Definir el estado de conservación de la especie en la ZEC
  - Mejorar el estado de conservación de la especie en la ZEC, así como de las condiciones de su entorno
  - Seguimiento del estado de conservación de la especie.

7.2.2 LIC Zona Marítimo- Terrestre del Monte Hacho ES6310002

Lugar de Importancia Comunitaria Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho, en el que se incluye la Zona de Especial Protección para las Aves Acantilados del Monte Hacho, está conformado principalmente por tres tipos de hábitats costeros en excelente estado de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

conservación que además están catalogados de interés por la normativa europea: acantilados, arrecifes y cuevas marinas.

En el área emergida (32,6 ha de las 871,5 que conforman el espacio), destacan los acantilados donde está presente el *Limonium emarginatum*, una especie endémica del Estrecho de Gibraltar. Especial relevancia cobra la zona Este del espacio protegido donde existen acantilados verticales o subverticales que llegan en algunos puntos a los cincuenta metros de altitud.

Respecto a las comunidades marinas existe una conjunción de taxones de diversa procedencia biogeográfica, motivado por el intercambio de agua entre el Atlántico y el Mediterráneo a través del Estrecho, que condiciona la oceanografía del lugar.

En la zona intermareal predomina el hábitat de arrecifes, que hacia el noroeste presenta afloramientos de roca madre, mientras que en el resto del espacio dominan los entrantes y salientes de los acantilados. Sobresale especialmente la presencia *Patella ferruginea*, así como las formaciones de céspedes de *Fucus spiralis*. En esta zona también existe un buen número de pequeñas cuevas que quedan al descubierto con la marea baja, formando parte del otro hábitat de interés comunitario.

En cuanto a la zona sumergida, el hábitat de arrecife sigue siendo protagonista, destacando las formaciones algales de especies como Cystoseira mediterránea y los bosques de laminariales de *Sacorriza polyschides*, así como la presencia de invertebrados como *Astroides calycularis*, *Charonia lampas* o *Centrostephanus longispinus*. En ambientes esciáfilos toman relevancia las formaciones de gorgonias, destacando especies como *Dendrophyllia ramea*, *Paramuricea clavata*, *Leptogorgia sarmentosa* o *Carallium rubrum*.

Este espacio Red Natura 2000 es un área de paso obligado de numerosas especies en sus migraciones, como es el caso de las aves; siendo especialmente relevante por su naturaleza costera y sus hábitats para las aves marinas. En la época pre y postnupcional pueden contabilizarse hasta 25 especies incluidas en la normativa de la Unión Europea para la protección de su hábitat. De estas, cinco especies dejan efectivos invernantes: *Larus audouinii*, *Sterna sandvicensis*, *Egretta garzetta*, *Sterna hirundo* y *Calonectris diomedea*.

Finalmente, cabe destacar la presencia de *Caretta caretta*, una tortuga marina contemplada como especie prioritaria que cuenta con presencia regular en el espacio protegido. También destacan mamíferos marinos tales como *Delphinus delphi*, *Grampus griseus*, *Balaenoptera borealis*, *Balaenoptera acutorostrata*, entre otros, sumando hasta un total de diez especies de cetáceos incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7.2.2.1 Aportación del LIC a la Red Natura 2000

El Estrecho es la única conexión natural existente entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico, y sus aguas, que albergan una gran riqueza biológica con especies tanto mediterráneas como atlánticas, destacan por su importancia como corredor migratorio para numerosas especies de interés.

La calidad e importancia del lugar reside, de forma genérica, en que presenta tres tipos de hábitats costeros del Anexo I de la Directiva 92/43/CEE en excelente estado de conservación, así como en la presencia regular de una especie prioritaria del Anexo II (*Caretta caretta*), una gran riqueza ornítica y un elevado número de taxones endémicos y catalogados como amenazados. Todo ello convierte al lugar en uno de los enclaves costeros más destacados de su contexto geográfico.

Desde el punto de vista de las comunidades marinas, la importancia se evidencia en la conjunción de taxones de diversa procedencia biogeográfica y en constituir un área de paso obligado para numerosas especies de mamíferos marinos migratorios. De especial relevancia además es la presencia de contingentes poblacionales numerosos de *Caretta caretta*, que utilizan gran parte del litoral de este lugar como zona de descanso y alimentación en su paso migratorio hacia las zonas de cópula y puesta en el Norte de África. Por otra parte, uno de los hábitats mayoritario en el lugar e incluido en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE, Acantilados con vegetación de las costas mediterráneas (con *Limonium spp*. endémicos), se corresponde con la comunidad *Limonietum emarginati*, distribuida de forma muy localizada únicamente en el área del Estrecho de Gibraltar y caracterizada por la presencia de *Limonium emarginatum*, especie endémica de esta área.

La importancia ornitológica de la zona viene definida por su estratégica situación geográfica, en la vertiente africana del Estrecho de Gibraltar, región de enorme relevancia en cuanto a la migración de las aves en el contexto geográfico de Europa occidental. Como rasgo particular, este lugar, debido a su peculiar geomorfología, situación geográfica y naturaleza costera, cobra especial preponderancia en lo que respecta al paso migratorio de aves marinas, que además dejan efectivos invernales en su costa. De igual forma, muestra interés para aves de hábitos rupícolas, que encuentran en los abruptos paredones y acantilados del Monte Hacho condiciones idóneas para su nidificación e invernada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7.2.2.2 Instrumentos de gestión

Existe un Documento Preliminar del Plan de Gestión del LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho elaborado en 2018. Una vez aprobado, el Plan de Gestión establecerá las medidas y objetivos de gestión y el régimen de protección necesarios y deseables para mantener el LIC-ZEPA Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho en un estado de conservación favorable, formulando los criterios orientadores de otras políticas sectoriales y ordenadores de las actividades económicas y sociales en el ámbito del mismo, de manera que sean compatibles con las exigencias de conservación de la Red Natura 2000.

La entidad responsable de la gestión de este espacio es la Consejería de Medio Ambiente y Servicios Urbanos del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Ceuta.

7.2.2.3 Inventario

Hábitats de interés comunitario

El documento preliminar del Plan de Gestión de este espacio ha actualizado mediante la realización de trabajos de campo que ha permitido constatar la presencia de tales hábitats de interés comunitario y se ha elaborado una cartografía de distribución de dichos hábitats que ha supuesto una mejora en cuanto a la precisión de la delimitación cartográfica y la cuantificación superficial de los mismos.

Tipos de hábitat presentes en LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho

Código	Descripción	% de ocupación en el LIC	Estructura y función	Perspectivas futuras	Evaluación global
1170	Arrecifes	1,25	Desfavorable-inadecuado	Desfavorable-inadecuado	Desfavorable-inadecuado
1230	Acantilados con vegetación de las costas atlánticas y bálticas	36,22	Desfavorable-inadecuado	Desfavorable-inadecuado	Desfavorable-inadecuado
8330	Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas	1,49	Desfavorable-inadecuado	Desfavorable-inadecuado	Desfavorable-inadecuado

Fuente: Borrador del Plan de Gestión del LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho 2018 y Formulario Normalizado 2012.

El documento preliminar destaca a su vez dos aspectos importantes:

- Los fondos blandos están ampliamente representados en el LIC, destacando entre ellos las biocenosis de fondos de maërls y fondos detríticos con pennatuláceos. Estas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

biocenosis, según las últimas interpretaciones de un comité de expertos a nivel nacional de las definiciones de los hábitats marinos de interés comunitario, podrían incluirse en el hábitat de interés comunitario 1110, actualmente denominado “Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda” por lo que existe la posibilidad futura de ampliar el inventario de hábitat de interés comunitario.

- Actualmente no se dispone de información de una parte del espacio protegido, área que ocuparía aproximadamente el 28%. Por tanto, existe también la posibilidad futura de conocer y obtener datos relevantes sobre dicha área.

1230 Acantilados con vegetación de las costas atlánticas y bálticas

Este Hábitat de Interés Comunitario está presente en la mayor parte del frente costero del lugar, especialmente en los acantilados de la zona Este y Sur donde ocupa una mayor superficie. Caracterizado por la presencia, abundancia y buen estado de conservación de *Limonium emarginatum*, especie endémica del Estrecho de Gibraltar.

El estado de conservación del rango geográfico y el área de ocupación se califican como favorables, mientras que la estructura y función y las perspectivas de futuro se evalúan como Desfavorable-inadecuados. Por tanto, la evaluación global de su estado de conservación es Desfavorable-inadecuado.

1170 Arrecifes

Este hábitat incluye todos aquellos sustratos duros, incluidos aquellos cubiertos por una delgada capa de sedimentos, de origen biogénico o geogénico.

Aparece sobre fondos rocosos generando una gran biodiversidad de comunidades bentónicas que varían desde la zona intermareal donde están presente *Patella ferruginea*, *Dendropoma petraeum* o *Lithophyllum byssoides*, a comunidades de algas fotófilas (*Cystoseira spp*.) o comunidades del precoralígeno y coralígeno con dominancia de invertebrados y presencia de especies como *Astroides calycularis*, *Eunicella singularis* o *Paramuricea clavata.*

El estado de conservación del rango geográfico y el área de ocupación se califican como favorables, mientras que la estructura y función y las perspectivas de futuro se evalúan como Desfavorable-inadecuados. Por tanto, la evaluación global de su estado de conservación es Desfavorable-inadecuado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas

En el espacio existen numerosas grietas, oquedades y galerías con distinto grado de desarrollo y un gradiente de intensidad lumínica, que se extienden desde el supralitoral al infralitoral, que pueden interpretarse como cuevas, al albergar comunidades biológicas características de estos ambientes, con facies esciáfilas dominadas por invertebrados, destacando el grupo de las esponjas, cnidarios, ascidias y briozoos.

Aunque se dispone de información sobre la presencia y extensión de estos ambientes esciáfilos, no se cuenta con información sistemática sobre su localización, distribución en el espacio y características, en parte debido a la propia naturaleza de este hábitat. Por tanto, se considera necesario desarrollar este inventario y georreferenciar los enclaves donde aparece.

El estado de conservación del rango geográfico y el área de ocupación se califican como favorables, mientras que la estructura y función y las perspectivas de futuro se evalúan como Desfavorable-inadecuados. Por tanto, la evaluación global de su estado de conservación es Desfavorable-inadecuado.

Especies de flora y fauna

El documento preliminar del Plan de Gestión identifica 291 especies relevantes de fauna (260) y flora (31) en el ámbito del LIC tal y como se observa en la siguiente tabla.

Especies en el LIC

Grupo	Nº de especies relevantes	Especies de interés comunitario	Especies amenazadas	Especies endémicas
Invertebrados	137	-	7	82
Aves	76	70	11	-
Otros vertebrados	47	3	14	22
Flora	31	-	-	23

Entre ellas destacan 3 vertebrados identificados como elementos clave del espacio como son *Caretta caretta* (tortuga boba), *Phocoena phocoena* (marsopa común) y *Tursiops truncatus* (delfín mular).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Destacan igualmente 10 especies de aves incluidas en el anexo I de la Directiva Aves; *Alcedo atthi*s (martín pescador común), *Calonectris diomedea* (pardela cenicienta), *Charadrius alexandrinus* (chorlitejo patinegro), *Egretta garzetta ssp. garzetta* (garceta común), *Falco peregrinus* (halcón peregrino), *Hydrobates pelagicus* (paíño europeo), *Larus audouinii* (gaviota de Audouin), *Sterna hirundo* (charrán común), *Sterna sandvicensis* (charrán patinegro) y *Sylvia undata spp. toni* (curruca rabilarga).

Por último, destaca también otras cuatro especies consideradas como elementos relevantes como *Astroides calycularis* (coral anaranjado), *Delphinus delphis* (delfín común), *Dendropoma petraeum* (vermétido) y *Patella ferruginea* (lapa ferruginosa)

Especies que motivaron la conservación de espacio

- *Caretta caretta (*tortuga boba)

  Especie significativa con presencia esporádica en el espacio puesto que lo frecuenta estacionalmente como zona de descanso y alimentación.

  Su estado de conservación es Desfavorable-malo, correspondiente al de la especie en el ámbito de la región biogeográfica, sin que requiera medidas específicas en el lugar.

- *Phocoena phocoena* (marsopa común)

  Inicialmente fue incluida en el Formulario Normalizado de Datos del espacio como especie con presencia muy rara en el lugar y población desconocida. Desde entonces, la mejora de la información sobre la situación global de la especie indica que actualmente no tiene poblaciones en el estrecho de Gibraltar y Mar de Alborán, por lo que debe considerarse ausente del espacio.

- *Turiops truncatus* (delfín mular)

  Cetáceo de distribución cosmopolita, que cuenta con poblaciones que frecuenta las aguas de la plataforma continental (poblaciones de hábitos costeros), existiendo también poblaciones pelágicas que viven en aguas alejadas de la costa.

  Inicialmente fue incluida en el Formulario Normalizado de Datos del espacio con presencia permanente, con una evaluación global como buena, pero con presencia rara. Actualmente debe considerarse como esporádica. Su estado de conservación es Desconocido,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

correspondiente al de la especie en el ámbito de la región biogeográfica, sin que requiera medidas específicas en el lugar.

- *Alcedo atthis* (martín pescador común)

Se considera invernante, siendo rara de paso. No obstante, su presencia es meramente testimonial y no requiere medidas específicas.

- *Calonectris diomedea* (pardela cenicienta)

Especie muy abundante en paso, siendo posible que algunos individuos sean invernantes. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

- *Charadrius alexandrinus* (chorlitejo patinegro)

Según la información disponible en el ámbito del plan la especie es considerada como invernante. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

- *Egretta garzetta ssp. garzetta* (garceta común)

Según el Formulario Normalizado del espacio esta especie es considerada como invernante. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

- *Falco peregrinus* (halcón peregrino)

En el FND se recoge como residente con dos parejas, siendo relativamente abundante en paso. Se tiene constancia de una pareja criando en los acantilados de Punta Almina, con una fuerte competencia con la gaviota patiamarilla. Se desconoce su presencia y el éxito reproductor en los últimos años.

Su estado de conservación puede considerarse como Desfavorable-inadecuado, a falta de confirmar su estatus en el lugar y determinar las posibles presiones.

- *Hydrobates pelagicus* (paíño europeo)

En función de la información disponible en el ámbito del plan la especie es considerada como invernante, siendo rara de paso. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- *Larus audouinii* (gaviota de Audouin)

Considerada como invernante y de paso. En principio, con la información actualmente disponible, no parece que requiera medidas específicas en el lugar. No obstante, dada su dinámica poblacional en Ceuta y Mar de Alborán, debe efectuarse un seguimiento de la especie, particularmente de sus zonas de nidificación.

- *Sterna hirundo* (charrán común)

Especie considerada como invernante y de paso. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

- *Sterna sandvicensis* (charrán patinegro)

Según los datos recogidos en el Formulario Normalizado del espacio, se encuadra como una especie invernante y de paso. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

- *Sylvia undata spp. toni* (curruca rabilarga)

Conforme al FND, se considera residente con escasos efectivos (5 parejas). Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

Otras especies de interés

- *Astroides calycularis* (coral anaranjado)

En el espacio cuenta con una presencia significativa conformando poblamientos de alto valor. Está considerada Vulnerable según el Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas. No obstante, se considera oportuno seguir avanzando en la obtención de información sobre la especie en el ámbito de aplicación del plan.

- *Delphinus delphis* (delfín común)

Especie de cetáceo catalogada como Vulnerable en el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Frecuenta tanto aguas costeras como zonas alejadas de la costa, aunque suele presentar preferencia por las áreas de los márgenes de la plataforma continental y aguas de fondos accidentados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Fue incluida en el Formulario Normalizado de Datos Natura 2000 del espacio como especie común, aunque su presencia es ocasional. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

- *Dendropoma petraeum* (vermétido)

Molusco incluido en el Catálogo Español de Especies Amenazadas como Vulnerable, que está presente en el espacio protegido, aunque no conforma las estructuras de arrecifes (por concreciones de individuos) características de esta especie.

La información disponible se considera insuficiente para determinar su estado de conservación, por lo que se considera oportuno seguir recabando información sobre la especie en el ámbito de aplicación del plan.

- *Patella ferruginea* (lapa ferruginosa)

Endemismo del Mediterráneo Occidental que ha sufrido una importante regresión global. Está incluida en el Catálogo Español de Especies Amenazadas en la categoría de “En Peligro de Extinción”. Sin embargo, en Ceuta es abundante y su estado de conservación puede considerarse Favorable.

Según los datos más recientes, el espacio alberga unos 20.000 individuos de esta especie, lo que constituye un tercio de la población total de Ceuta. En el ámbito del plan, su estado de conservación es favorable, sin que se haya detectado presiones significativas. No obstante, dada su importancia, debe desarrollarse un seguimiento continuado y una vigilancia sostenida para mantener la tendencia positiva.

7.2.2.4 Objetivos de conservación

A falta de completarse el plan de gestión que defina claramente los objetivos de conservación de este espacio, en principio son los objetivos de conservación de este espacio son los tres. hábitats de interés comunitario ya descritos, las tres especies de fauna que motivaron la conservación de este espacio y las otras cuatro especies de interés identificadas para este espacio:

- Hábitats de interés comunitario

  - 1170 Arrecifes
  - .1230 Acantilados con vegetación de las costas atlánticas y bálticas
  - 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Especies que motivaron la conservación de espacio

  - *Caretta caretta* (tortuga boba)
  - *Phocoena phocoena* (marsopa común)
  - *Turiops truncatus* (delfín mular)
  - *Alcedo atthis* (martín pescador común)
  - *Calonectris diomedea* (pardela cenicienta)
  - Charadrius alexandrinus (chorlitejo patinegro)
  - Egretta garzetta ssp. garzetta (garceta común)
  - *Falco peregrinus* (halcón peregrino)
  - Hydrobates pelagicus (paíño europeo)
  - *Larus audouinii* (gaviota de Audouin)
  - *Sterna hirundo* (charrán común)
  - *Sterna sandvicensis* (charrán patinegro)
  - Sylvia undata spp. toni (curruca rabilarga)

- Otras especies de interés

  - *Astroides calycularis* (coral anaranjado)
  - *Delphinus delphis* (delfín común)
  - *Dendropoma petraeum* (vermétido)
  - *Patella ferruginea* (lapa ferruginosa)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8 ANÁLISIS DE LAS AFECCIONES DEL PROYECTO A LA RED NATURA 2000

8.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

En los apartados siguientes se han adoptado las siguientes referencias para el análisis de la afección del proyecto sobre la Red Natura 2000.

- **Efectos directos**: aquéllos que se materializan en el interior del espacio Red Natura considerado sobre los hábitats y las especies de fauna y flora que constituyen los objetivos de conservación del espacio, ya sea implicando su destrucción directa o el deterioro de su estado, o bien que suponen una afección directa a la integridad y coherencia ecológica del espacio.
- **Efectos indirectos:** aquéllos que, aun materializándose fuera del espacio, desencadenan procesos que pueden incidir sobre el estado de conservación de especies o hábitats presentes en el LIC, ZEC o ZEPA, y que constituyen sus objetivos de conservación.
- **Efectos sinérgicos:** aquéllos que se materializan como consecuencia de la concurrencia del proyecto analizado con otros proyectos, que, aun no afectando individualmente a los objetivos de conservación del espacio, si generan efectos apreciables sobre los mismos como consecuencia de la combinación de actuaciones.
- **Afección significativa:** en la valoración de los impactos residuales sobre hábitats y especies, se consideran así a las que contribuyen a reducir la superficie ocupada por un hábitat en el lugar o empeora los factores necesarios para su mantenimiento (incluidas las especies típicas) a largo plazo y las que contribuyen a reducir a largo plazo la población de una especie, su área de distribución o el tamaño de su hábitat en el lugar.
- **Afección apreciable**: en la valoración global de los efectos del proyecto sobre cada espacio Red Natura afectado, aquélla que, siendo negativa y significativa, incide sobre los objetivos de conservación del espacio empeorando o comprometiendo su estado de conservación, a través de su destrucción directa, o por interrupción de las funciones ecológicas que posibilitan su presencia y normal desarrollo.
- **Integridad del lugar:** se refiere a las interacciones ecológicas de las que dependen los objetivos de conservación del espacio; un espacio se ve afectado negativamente en su integridad cuando se ve comprometida la conservación de dichos objetivos.
- **Coherencia ecológica de la Red Natura 2000:** hace referencia al mantenimiento de la integridad de la Red y de la conectividad ecológica entre los espacios que la componen.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.2 ACCIONES DEL PROYECTO SUSCEPTIBLES DE CAUSAR EFECTOS NEGATIVOS

En los apartados siguientes se consideran los efectos potenciales derivados de la construcción y del funcionamiento del proyecto evaluado sobre los espacios Red Natura a los que afecta directa o indirectamente. Para la identificación de estas afecciones potenciales se han considerado las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos sobre los objetivos de conservación de los espacios de la Red Natura.

El proyecto afecta directamente a un solo espacio Red Natura, la ZEC Estrecho Oriental, pudiendo afectar indirectamente al LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho y se descarta la afección a la ZEC y ZEPA Los Alcornocales, ZEC y ZEPA Marismas de Palmones, la ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar, el LIC y ZEPA Calamocarro – Benzú y la ZEPA Acantilados del Monte Hacho.

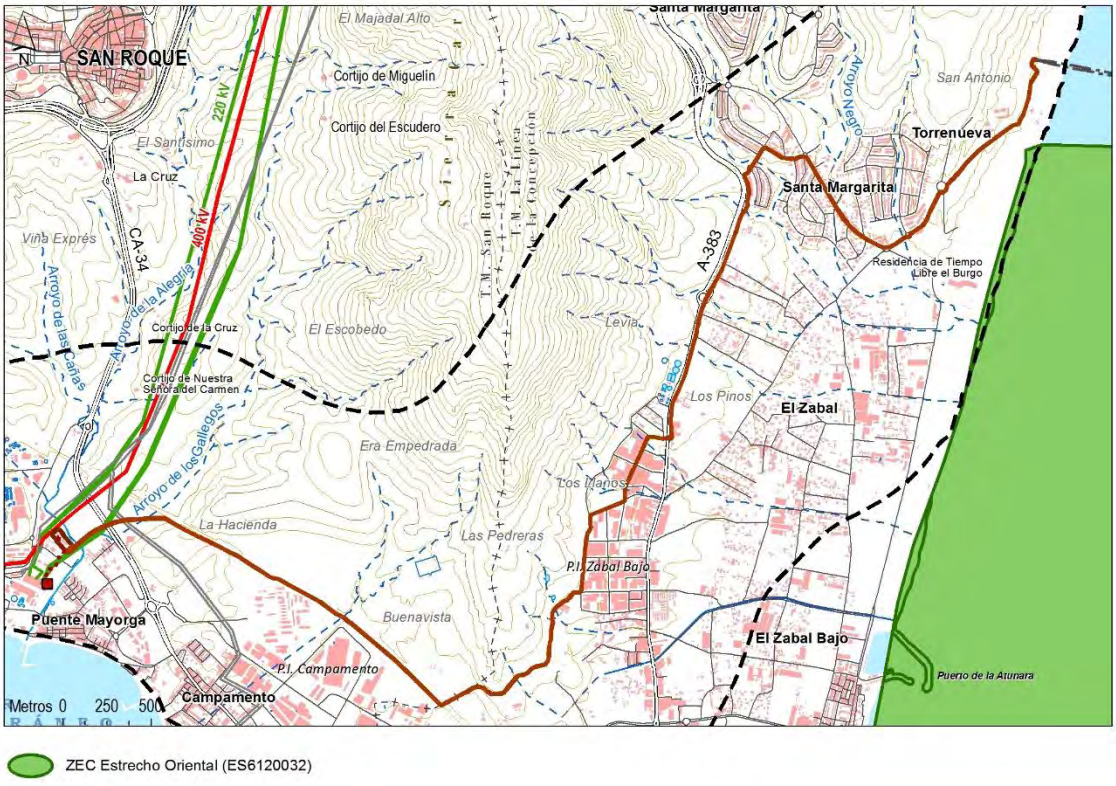
Estos espacios RN 2000 marinos podrán ser afectados, según los casos, por los siguientes elementos y acciones del proyecto (se han excluido los que no suponen ningún tipo de afección directa o indirecta a espacios Red Natura):

- Fase de construcción
  - Tránsito y presencia del barco cablero y las embarcaciones auxiliares.
  - Apertura de la zanja del cable.
  - Tendido del cable.
  - Instalación de elementos de protección adicionales del cable.
- Fase de funcionamiento
  - Presencia de los dos cables del tramo submarino de la línea eléctrica a 132 kV Algeciras-Virgen de África.
  - Conducción de corriente por los cables.

El mayor número de efectos sobre los valores de conservación de los espacios Red Natura, hábitats de interés comunitario y especies de fauna y flora, se producirán en la fase de construcción debido a la presencia del barco cablero y las embarcaciones auxiliares, la necesidad de excavaciones y el propio tendido y protección del cable. En la fase de funcionamiento los impactos se asociarán exclusivamente a la presencia del cable y la conducción de corriente en el mismo, no existiendo riesgo de fugas al tratarse de un cable seco.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Localización de las actuaciones proyectadas en relación con la RN 2000



8.3 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO SOBRE LOS ESPACIOS RED NATURA AFECTADOS

En los apartados siguientes se identifican y valoran los efectos del proyecto analizado sobre los espacios considerados, sus objetivos de conservación y la coherencia ecológica de la Red Natura 2000. Se tratan tanto los efectos directos como los indirectos y los sinérgicos. Asimismo, se analizan los efectos sobre la funcionalidad (integridad ecológica) del espacio.

8.3.1 Efectos sobre la ZEC Estrecho Oriental

8.3.1.1 Zona afectada por el proyecto

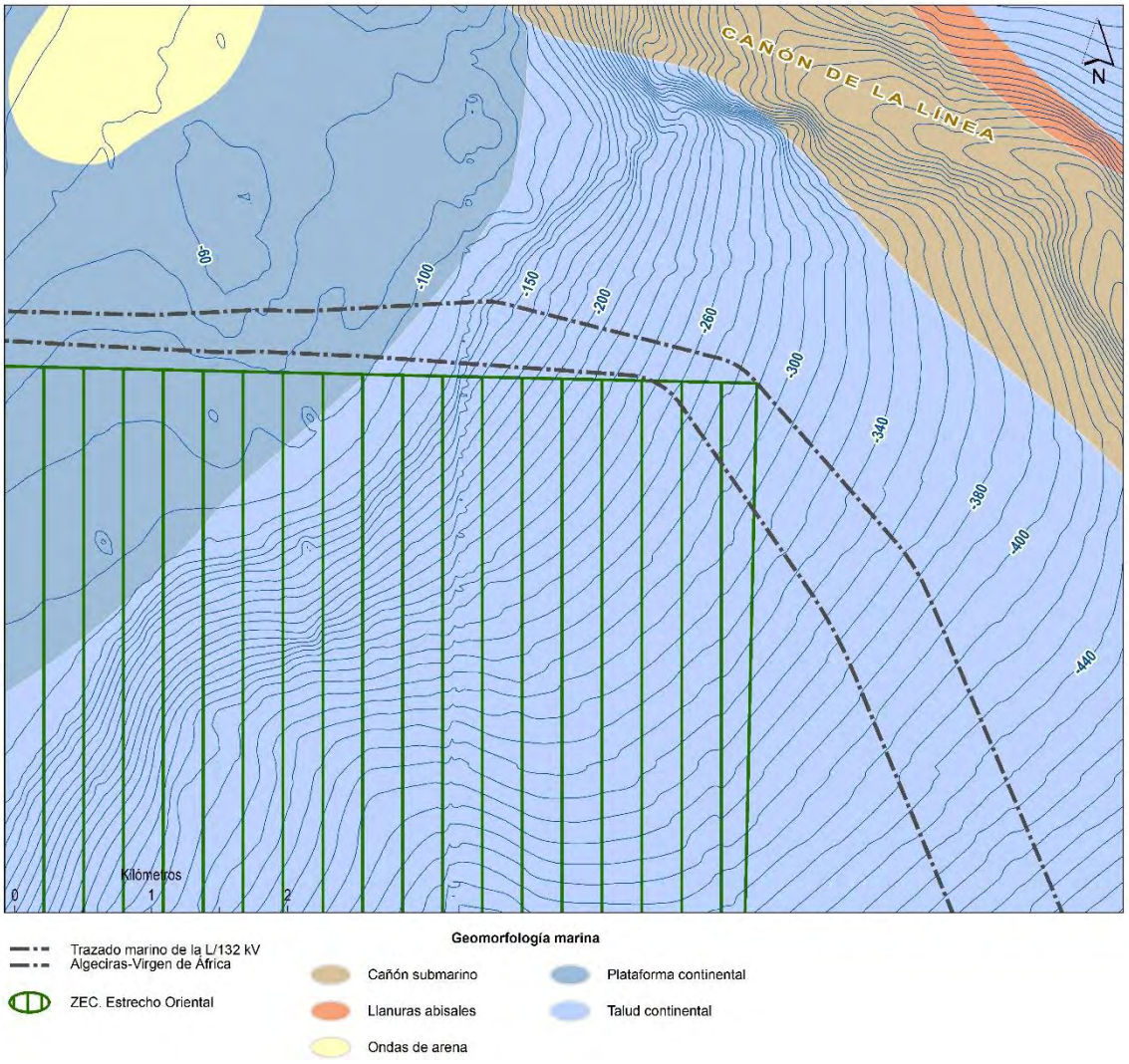
Los efectos sobre la ZEC Estrecho Oriental se producirán tanto de forma directa como indirecta.

De forma directa este espacio se verá afectado puntualmente por:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

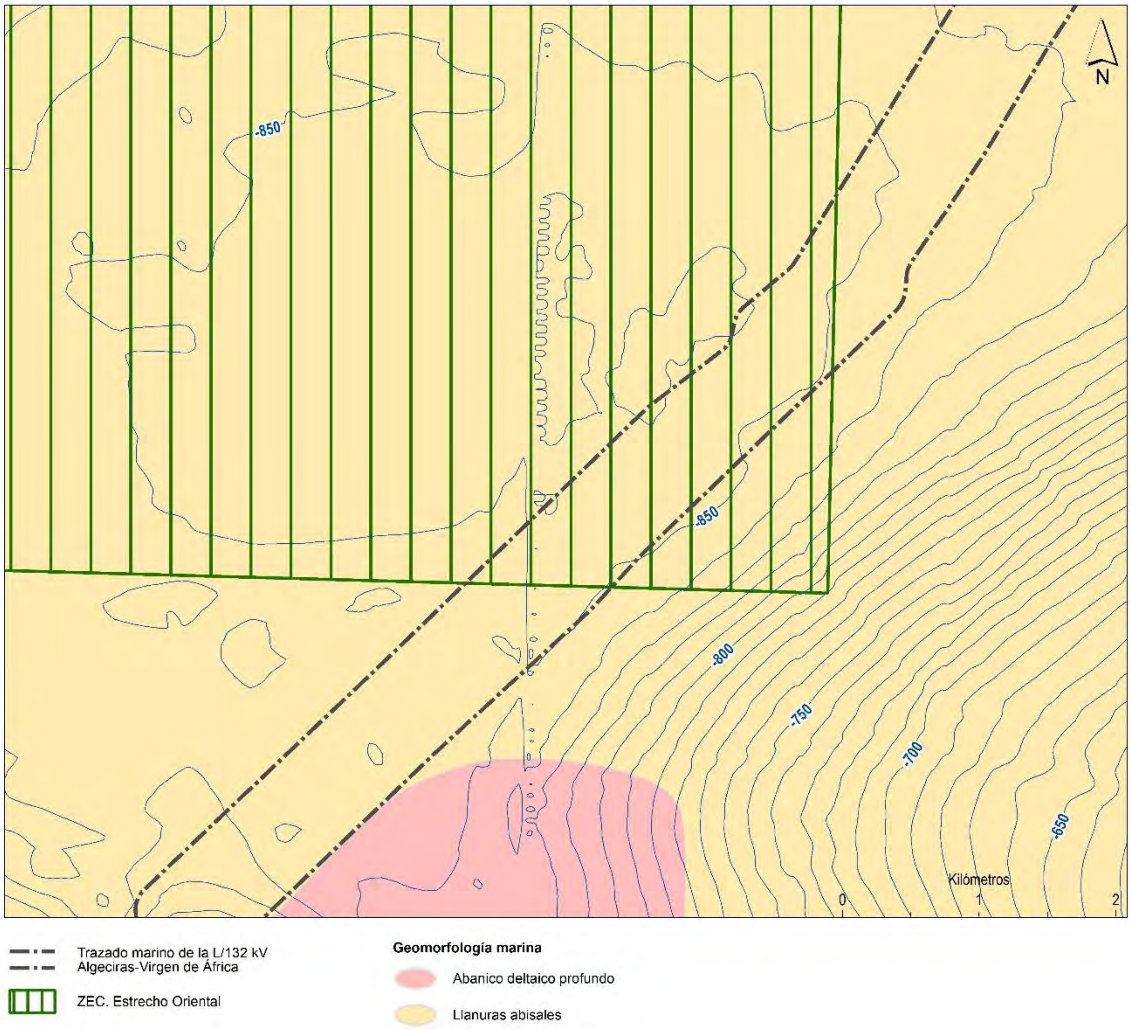
- Cruzamiento en la esquina nororiental de la ZEC
  - Cruzamiento de 1.220 m del circuito oeste.
  - El circuito este bordea este espacio sin adentrarse en el mismo.
- Cruzamiento en la esquina suroriental de la ZEC
  - Cruzamiento de 3.970 m del circuito oeste.
  - Cruzamiento de 2.260 m del circuito este.

Afección directa del proyecto sobre la ZEC Estrecho Oriental en la esquina nororiental



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Afección directa del proyecto sobre la ZEC Estrecho Oriental en la esquina suroriental



Las afecciones indirectas, que se producirán fuera de la propia ZEC no sobre sus hábitats objetivo de conservación, pero si podría producirse sobre los cetáceos y tortugas objetivo de conservación dada la movilidad de estas especies:

- Trazado de unos 9 km de cada uno de los dos circuitos bordeando los límites de la ZEC por su borde norte. El circuito oeste está diseñado a una distancia media de este espacio de unos 150 m mientras que el circuito este discurre a una media de 500 m en esta misma zona.
- Trazado de los dos circuitos bordeando este espacio por su zona este a unas distancias medias de entre 2 y 4 km.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.3.1.2 Representación de los objetivos de conservación de la ZEC en las zonas afectadas por el proyecto

Hábitats de interés comunitario

De los 4 hábitat que son objetivo de conservación de esta ZEC, ni las fuentes de información documentales existentes, ni las zonas determinadas por el plan de gestión establecen la presencia de ninguno de estos HIC por lo que no se verán afectadas por el proyecto.

Además, resultado de las campañas marinas realizadas en el marco del presente proyecto, tanto en ámbitos de aguas someras como a lo largo de las variantes alternativas para el trazado final de los dos cables que conforman el proyecto ha descartado la presencia de estos HIC en las zonas afectadas por el proyecto dentro de los límites de la ZEC Estrecho Oriental.

Las comunidades bentónicas identificadas a lo largo del trazado han sido resultado de:

- Sonometría e interpretación de los materiales del fondo marino realizados durante la campaña geofísica de la empresa MMT. Esta interpretación ha distinguido cuatro tipos de sustrato: arcillas, arenas, de arenas gravosas a gravas arenosas y roca.
- Sonometría e interpretación de la morfología del fondo marino realizados durante la campaña geofísica de la empresa MMT. Esta interpretación ha distinguido 10 categorías de elementos morfológicos: ripples, mega ripples, olas de arena (sand waves), bolos ocasionales, bolos numerosos, depósitos de transportes masivos de materiales, marcas de corrientes, depresiones, zonas de vertido de gravas y marcas de pesca de arrastre.
- Mapa de isopacas (profundidad del sedimento) generado por MMT según datos de su campaña geofísica con Sub Bottom Profiler.
- Visionado de los transectos de vídeo y análisis del sedimento y la fauna bentónica.

Para la clasificación de los hábitats se ha utilizado el sistema jerárquico EUNIS, que tiene en cuenta verticalmente la profundidad (penetración de la luz) y las condiciones hidrodinámicas y horizontalmente el tipo de fondo (sustratos blandos y duros o rocosos).

En las zonas atravesadas por el trazado en la ZEC las comunidades identificadas han sido las siguientes:

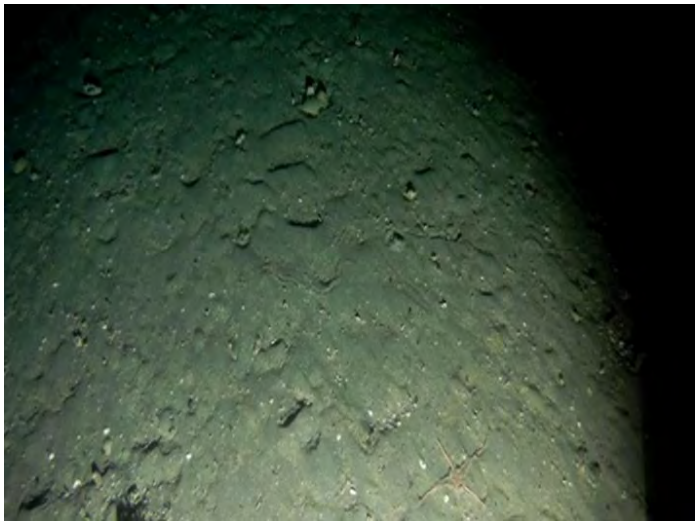
► ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se localiza en la zona atravesada por el cable oeste sobre la esquina nororiental de la ZEC. En estas zonas se han localizado las estaciones de muestreo M03 y V04 a una profundidad de 320 y 293 m respectivamente en el batial superior.

Los fondos de este hábitat se caracterizan por presentar una granulometría heterogénea, con presencia de un cierto porcentaje de gravas, arenas gruesas y medias, y finas. En esta estación la macrofauna bentónica se caracteriza sobre todo por la presencia de la familia de poliquetos Capitellidae, adaptada a vivir en sedimento con una baja concentración de oxígeno.

Aspecto de la estación V04 correspondiente al trazado del cable oeste en la zona nororiental de la ZEC Estrecho Oriental



- ME55 Arenas del batial superior mediterráneo

Mediante la interpretación de datos del sonar se concluye que esta comunidad se encuentra sobre todo en la llanura batial del centro del canal y correspondiéndose, por tanto, al trazado unos 2.650 m del trazado del cable oeste cruzando la esquina sureste de la ZEC.

En esta zona de la ZEC además de los datos de la campaña geofísica se llevó a cabo el estudio videográfico (estación V05) que muestra la ausencia de flora y fauna en los fondos de este hábitat.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aspecto de la estación V05 correspondiente a la zona de trazado de los cables en la zona suroriental de la ZEC Estrecho Oriental

- ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo

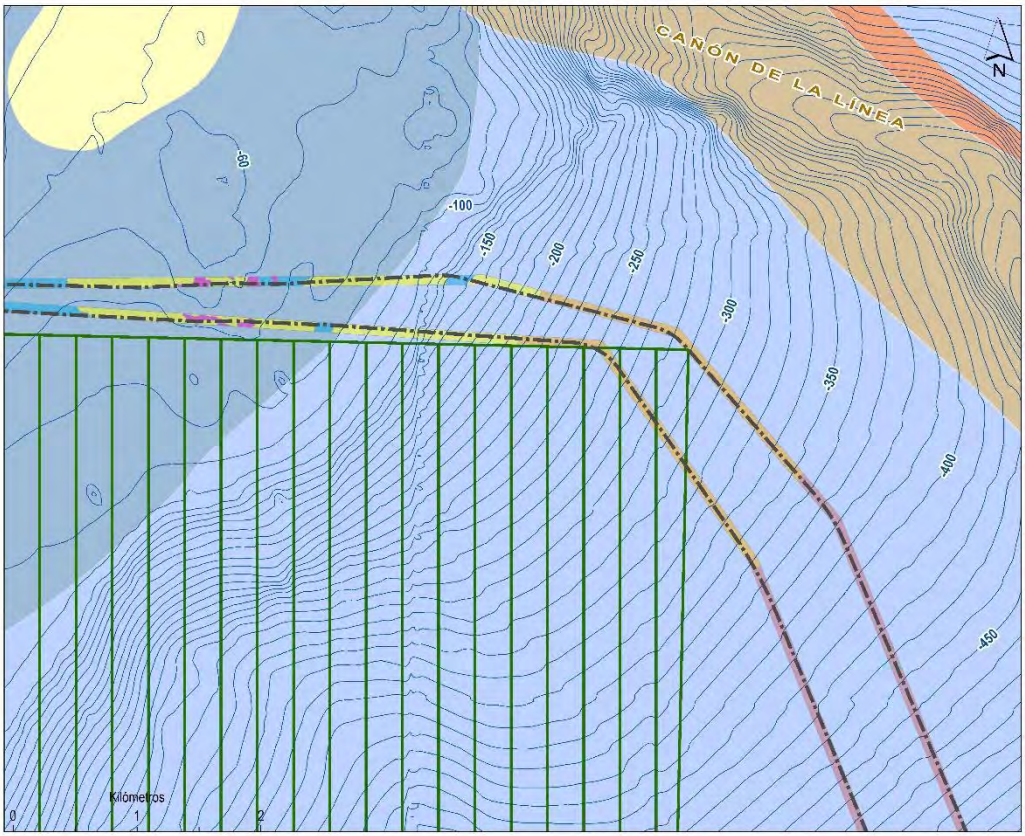
Se trata de la comunidad más extensa de toda la parte profunda de la zona de estudio del cable. La interpretación de los datos de sonar indica que esta comunidad se encuentra principalmente en el talud de La Línea entre los -360 y los -800 m y en las inmediaciones del Ceuta drift.

Dentro del trazado del cable dentro de la ZEC se correspondería al recorrido de unos 1.350 m del cable oeste y los 2.260 m del cable este a su paso por la zona suroriental del Estrecho Oriental.

Esta biocenosis está formada por grandes extensiones de fango arcilloso, generalmente compacto, gris amarillento o azulado. Se puede considerar como una continuación de la biocenosis de los lodos costeros terrígenos o de la biocenosis de los fondos detríticos del borde de la plataforma. La biocenosis de los fangos del batial superior se caracteriza por una homeotermia constante de alrededor 13° C y una ausencia casi total de luz. La granulometría y el grosor del sedimento no son homogéneos. Los fangos arenosos son bastante frecuentes en el horizonte superior pero bastante raros en el horizonte inferior. Las modificaciones en la granulometría, el espesor del estrato de los fangos, y la llegada de materia orgánica exógena, dan como resultado la aparición de facies especiales. La composición faunística se caracteriza por la presencia de foraminíferos, esponjas, poliquetos, equinodermos y crustáceos. Esta biocenosis se diferencia de otra muy similar (ME451: biocenosis de los fangos del batial superior) por la profundidad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunidades identificadas en las zonas atravesadas en la ZEC por los cables proyectados (esquina nororiental)



Trazado marino de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África

ZEC. Estrecho Oriental

Geomorfología marina

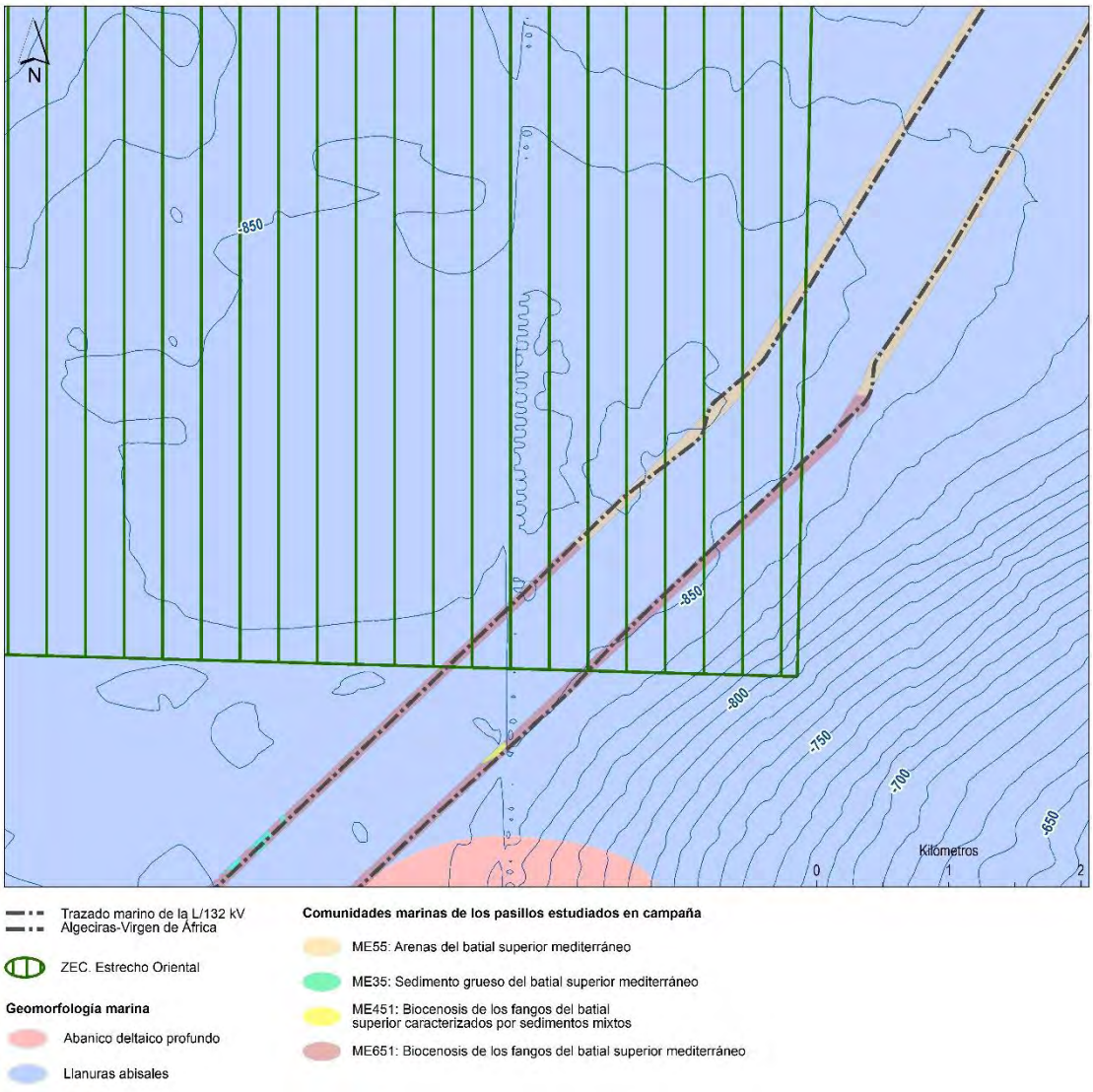
- Cañón submarino
- Llanuras abisales
- Ondas de arena
- Plataforma continental
- Talud continental

Comunidades marinas de los pasillos estudiados en campaña

- MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo (se corresponde con el Hábitat 1170 -Arrecifes-)
- ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo
- ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunidades identificadas en las zonas atravesadas en la ZEC por los cables proyectados (esquina suroriental)



Ninguna de estas biocenosis se corresponde con sustratos duros por lo que en ningún caso se puede interpretar su correspondencia con el HIC 1170 Arrecifes, definido como todos aquellos sustratos duros compactos de origen biológico o geológico (se excluyen los arrecifes artificiales, espigones, etc.), cualquiera que sea su topografía o distribución batimétrica.

Por su parte dada la profundidad a la que se produce el cruzamiento con la ZEC (entre 240 y 310 m en el caso de la esquina nororiental y entre 840 y 850 m en el caso de la suroriental) también queda descartada la correspondencia de estas biocenosis identificadas con el HIC 1110 bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda, correspondiente

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

a fondos arenosos marinos de la plataforma continental y bancos de arena siempre sumergidos, con una profundidad en la zona más elevada menor de 20 m.

Por su parte, respecto al HIC 1180 Estructuras submarinas causadas por emisiones de gas es importante recalcar que los pockmarks detectados a lo largo del recorrido del cable no presentan concreciones carbonatadas- Estas estructuras están formadas por la precipitación de carbonatos formados por la oxidación anaeróbica bacteriana de los gases, principalmente metano, emitidos por los sedimentos, y que pueden tener forma de pavimentos o de columnas de hasta 4 m, son el sustrato para una gran diversidad de organismos sésiles y son en definitiva lo que define los pockmarks incluidos en este HIC.

Por lo que se refiere al cuarto de los HIC objetivo de conservación, el HIC 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas de este espacio los trazados de los dos cables planteados se encuentran muy alejados de los lugares identificados por el Plan de Gestión de la ZEC donde estos son conocidos «Tres Hermanas», «El Arrecife de Vladi» y el lado este del peñón de Gibraltar y dado de nuevo la profundada en la que el proyecto atraviesa la ZEC y la naturaleza sedimentaria de los fondos que serán afectados se descarta la presencia en el entorno del proyecto.

Especies del anexo II de la Directiva Hábitats

Flora

Ninguna de las especies de flora objetivos de conservación o de interés para el espacio ZEC han sido identificadas en las campañas marinas en las zonas atravesadas por el proyecto en el interior de la ZEC Estrecho Oriental o su zona próxima.

Fauna

La presencia de las especies que motivaron la conservación de este espacio u especies objetivo de conservación en la zona de estudio se describe de la siguiente forma:

Tortuga boba

En el curso de sus movimientos migratorios, numerosos ejemplares entran y salen del mar Mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar, adentrándose en el ámbito de la ZEC donde, posiblemente, hacen uso del espacio como zona de alimentación. A este respecto, existen estudios que demuestran la permanencia en la parte occidental del mar de Alborán de ejemplares juveniles de gran tamaño durante un cierto periodo de tiempo. Posiblemente, la zona sea utilizada

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

como área de preparación para la tortuga boba en su migración a las zonas costeras del Atlántico occidental. Parece, por lo tanto, que estos juveniles, originarios del Atlántico occidental, podrían retrasar su movimiento trans-atlántico para aprovecharse de los elevados recursos alimenticios existentes en la parte oeste del Mediterráneo.

La presencia de tortugas bobas en el área del estrecho está descrita también por la captura accidental en redes de enmalle de superficie, estudiados por Camiñas et al (1997) que determina una migración de poblaciones atlánticas occidental al mediterráneo oriental a través del Estrecho.

La entrada al Mediterráneo se produce en el primer semestre del año preferentemente entre mayo y junio y la migración del mediterránea a aguas atlánticas se produce en la época estival preferentemente en julio y agosto.

Este tipo de migración también es descrita por otros autores que concluyen que muchos otros juveniles americanos y africanos atraviesan el Estrecho de Gibraltar (Revelles et al., 2007) donde se mezclan con tortugas nacidas en el Mediterráneo oriental (Carreras et al., 2006). El Estrecho de Gibraltar se comporta como una barrera asimétrica para los desplazamientos de las tortugas Bobas (Revelles et al., 2007).

Por último, durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) no se avistó ningún ejemplar.

Delfín mular

Los delfines mulares pueden observarse a lo largo de todo el año en el estrecho de Gibraltar. Sin embargo, según un estudio realizado por Pérez Gimeno en 2004, parece que hay una tendencia a observarse más grupos de esta especie durante los meses de invierno y primavera. Los tamaños de grupo no parecen variar a lo largo del año. Esto significaría que durante estos meses se podrían observar más individuos que durante el verano y el otoño.

En base a sus comportamientos de inmersión, se espera que esta especie se sitúe en las aguas Atlánticas superficiales del Estrecho, limitando sus inmersiones a aguas de entre 0 y 50 metros de profundidad (Stephanis et al 2008).

La distribución de delfines en el Estrecho varía durante las distintas épocas del año y depende también de las especies que en ella habitan. En el caso de los delfines mulares se observa que durante los meses de invierno los delfines pueden localizarse en zonas exteriores de la misma, mientras que en los meses restantes su presencia es constantes en su parte central y cerca de las costas de Gibraltar y la Línea de la Concepción (Martin et al 2019).

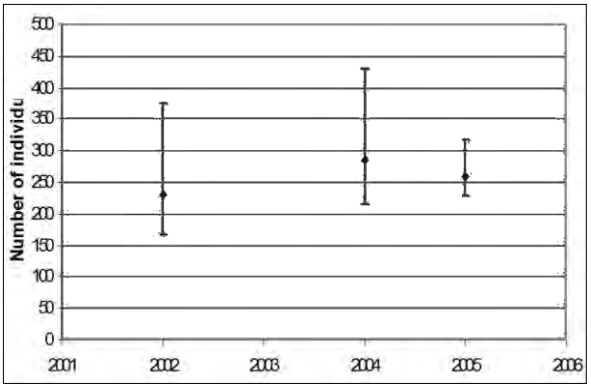
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los delfines mulares, cuentan con alrededor de 250 individuos en la zona del Estrecho. Se pudieron realizar modelos de marcaje y recaptura con fotografía durante los años 2002, 2004 y 2005, quedando las estimas de población más o menos estables durante estos 3 años. (Pérez 2007).

Estudios más recientes En el estrecho de Gibraltar la población de delfines mulares se estima en 297 animales (95% CI 276-332) a partir de modelos de marcaje recaptura (Chico Portillo et al. 2011).

Durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) solo se identificó un avistamiento de delfín mular (8/12/2019) a lo largo de la zona de proyecto.

Estimas de abundancia absoluta de delfines mulares en el estrecho de Gibraltar Fuente Pérez 2007



Los estudios sobre estructura poblacional de los delfines mulares de golfo de Cádiz, estrecho de Gibraltar y mar de Alborán muestran una segregación espacial significativa entre estas tres poblaciones, lo que sugiere una adaptación de cada una a los hábitats de las diferentes zonas, así como una ausencia de procesos reproductivos entre estas poblaciones.

Marsopa común

Las conclusiones del seminario de Brindisi en junio de 2010 relativo a la Red Natura 2000 de ámbito marino para las regiones marinas del Mediterráneo, mar Negro y Macaronesia, excluyen a la especie de interés comunitario *Phocoena phocoena* (marsopa) de la lista de referencia para el Mediterráneo por considerar su presencia en la zona como no significativa o residual, tal y como refleja el formulario normalizado de datos para este espacio protegido.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Además de estas especies de interés comunitario, otras especies de cetáceos presentan poblaciones estables, al menos en alguna estación en la zona de la ZEC o en el conjunto del Estrecho de Gibraltar.

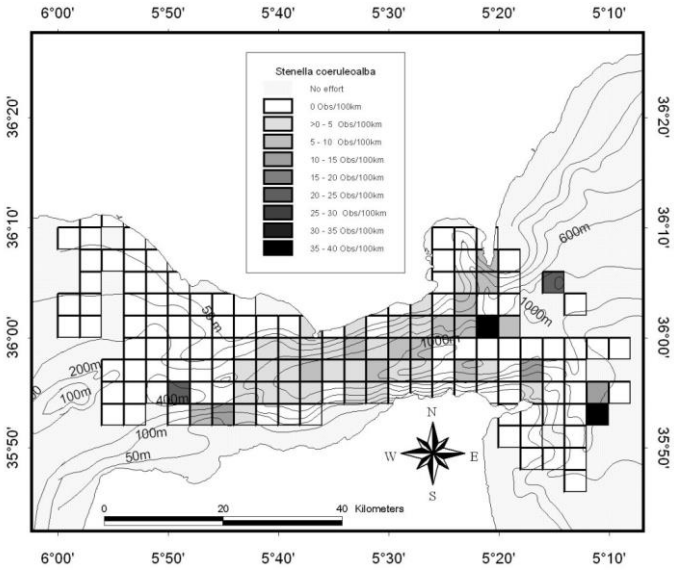
Delfín listado

Los delfines listados tienen una distribución bastante amplia y se sitúan sobre todo en la parte norte del Estrecho, concentrados sobre todo en las zonas de aguas profundas y a lo largo del borde norte del canal norte del Estrecho, compartiendo su distribución con los delfines comunes.

El espacio marino protegido alberga en sus aguas poblaciones estables, al menos estacionalmente, de esta especie.

Se estima que estas poblaciones se encuentran constituidas por más de 2.000 individuos de delfín listado.

Distribución de tasas de encuentro de delfín listado en el estrecho de Gibraltar. Fuente de Stephanis et al. 2008



Durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica en diciembre de 2019) y Tecnoambiente (ambiental en junio de 2020) se produjeron 5 avistamientos de manadas o individuos de delfín listado.

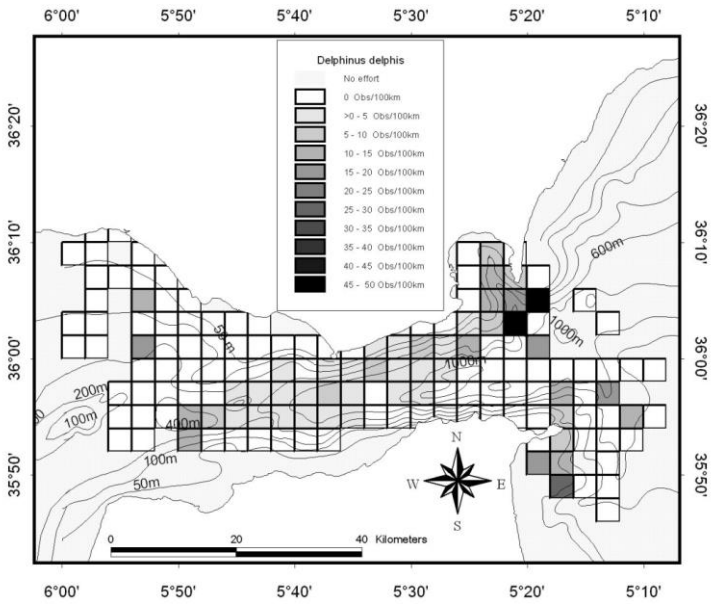
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Delfín común

La distribución espacial de los delfines comunes en el estrecho de Gibraltar es muy amplia compartiendo su distribución con los delfines listados. Se sitúan sobre todo en la parte norte del Estrecho, concentrados en las zonas de aguas profundas y a lo largo del borde norte del canal del Estrecho (de Stephanis et al. 2008). En concreto, la Bahía de Algeciras se ha identificado como una zona importante para la reproducción y la alimentación de los delfines comunes (Giménez et al. 2011).

A su vez se detectan movimientos entre la bahía y el estrecho de Gibraltar (Giménez et al. 2009), pero usado de manera diferencial ambas zonas (Giménez et al. 2011).

Distribución de tasas de encuentro de delfín común en el estrecho de Gibraltar. Fuente De Stephanis et al. 2008



En el estrecho de Gibraltar, estudios realizados por de Stephanis et al. (2008) durante los meses de verano de 2001-2004, encontraron con 113 avistamientos de delfines comunes, una talla media de grupo de 35,73 individuos, una tasa de encuentro de 2,29 observaciones/100 km navegados y un índice de abundancia de 81,97 individuos/100 km navegados.

En 2011, se estimó por modelos de marcaje-recaptura mediante foto-identificación la población de delfines comunes que usan la bahía de Algeciras determinándose 1868 individuos (Giménez et al. 2011). Parece determinar este estudio que la población de la Bahía podría ser abierta, sumando individuos precedentes del estrecho en determinadas épocas del año.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) solo identificaron 4 avistamientos de delfín común, 3 de ellos el día 8/12/2019 y otro más el día 5/12/2019.

Calderón común

Se trata de otra especie considerada residente en el Estrecho y una de las especies más estudiadas en esta zona.

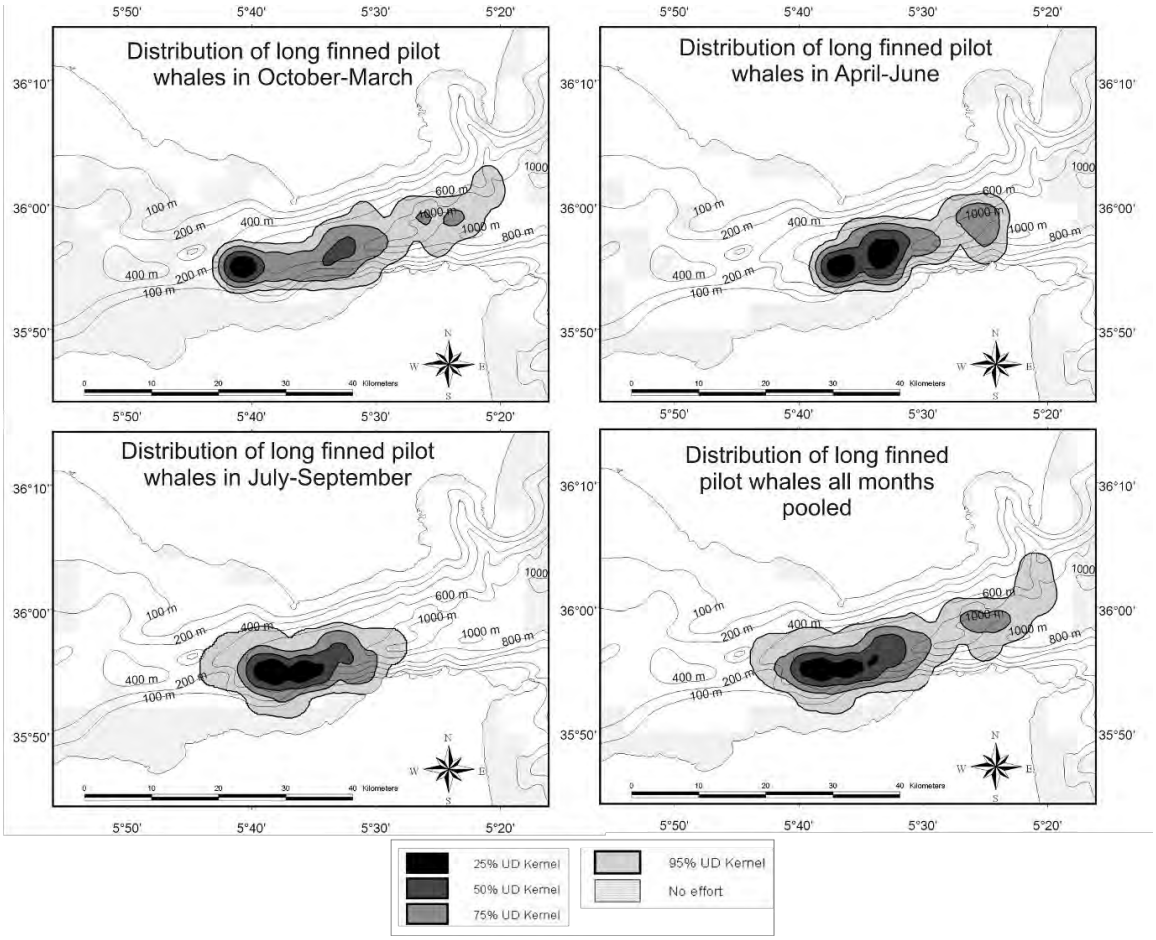
Los calderones están presentes todo el año en el Estrecho, aunque cada año, durante 2 o 3 semanas en mayo y/o junio, suelen abandonar la zona. Estos movimientos han sido relacionados con observaciones de grupos muy grandes en el mar de Alborán en estos periodos. Aún no se tiene los resultados para confirmar que los individuos del Estrecho se mueven hacia esta zona del Mediterráneo, pero la correlación entre los eventos es muy fuerte. Como por ejemplo en junio de 2006 cuando todos los individuos del estrecho desaparecieron durante semanas y volvieron con unas 30 crías. Este "*babyboom*" ha sido observado exactamente al mismo tiempo en el mar de Alborán lo que sugiere que estos movimientos tienen carácter reproductivo (Tesis doctoral de Stephanis 2007).

Los calderones comunes, los delfines mulares y los cachalotes comparten una amplia área de su zona de alimentación, siendo observados sobre todo en aguas profundas del canal principal del Estrecho, en verano. Durante el resto del año se observa una distribución más amplia, sobre todo en los calderones comunes. Este cambio de distribución podría estar relacionado con cambios de dietas teniendo una dieta más oportunista en invierno que en verano, ampliando de esta manera su área de campeo en busca de presas.

Las siguientes figuras muestran la distribución espacial de los calderones en el Estrecho. La unidad de medida, en estas figuras y las siguientes es la Utilization Distribution de Kernel, expresión estadística que representa la probabilidad de encontrar esa especie en el ámbito geográfico considerado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución espacial de los calderones a lo largo del año. Fuente: de Stephanis et al 2008



Los calderones comunes del Estrecho de Gibraltar se estructuran en grupos sociales jerárquicamente organizados, a partir de grupos con una media de 14 individuos (de Stephanis et al. 2008) y con alrededor de 300 efectivos en 2007 (Gauffier 2008). Los individuos que forman un grupo social se quedan juntos toda la vida. Gracias a los estudios a largo plazo se sabe que la tasa de mortalidad de las crías en su primer año es de 32%, de los juveniles entre 1 y 5 años de 14% y para los adultos (más de 6 años) es de 1,5% (Gauffier 2008). La tasa de crecimiento poblacional anual entre 1999 y 2005 fue de 5,5% (Verborgh et al. 2009). También sabemos que las hembras tienen una cría cada 3,6 años pero que el intervalo medio para que sobreviva la cría tiene que ser alrededor de 4,5 años, un intervalo muy largo pero que asegura la supervivencia de las crías

Por último, durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) solo se identificó un avistamiento de calderón (2/12/2019) a lo largo de la zona de proyecto, siendo en este caso un grupo de 5 individuos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cachalote

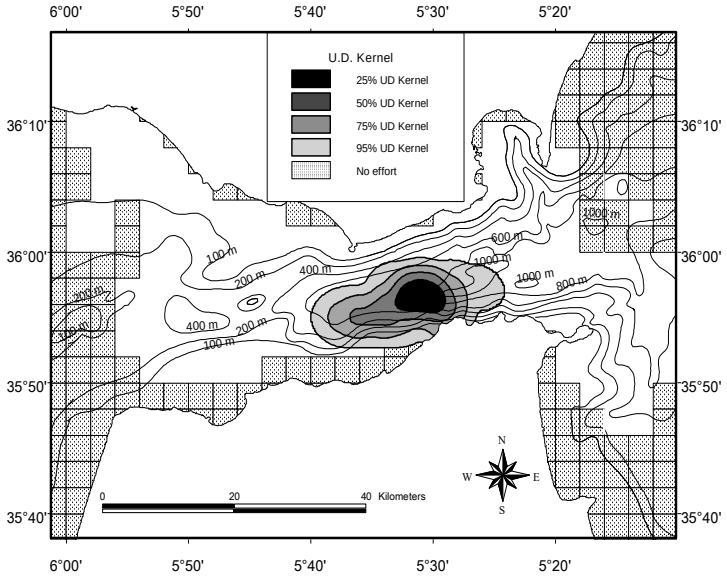
En el caso de los cachalotes, surcan el Estrecho desde finales del invierno hasta mediados del verano, con máximos en primavera.

En el estrecho de Gibraltar, su presencia es habitual, aunque la población no es residente, sino que los individuos provienen de toda la cuenca occidental del mar Mediterráneo (Carpinelli et al. 2011). Algunos individuos han podido observarse cada año en la zona (Gauffier et al. 2009).

De los 47 cachalotes identificados en el estrecho de Gibraltar entre 1999 y 2011, un total de 15 animales (32%) fueron capturados fotográficamente en otros sectores del Mediterráneo occidental en diferentes años. Ninguno de los cachalotes del estrecho de Gibraltar fue avistado en aguas del Atlántico o en la cuenca del Mediterráneo oriental (Carpinell et al 2014).

Los cachalotes, calderones comunes, y los delfines mulares, comparten una gran área de su zona de alimentación y estas tres especies fueron encontradas sobre todo en aguas profundas en el canal principal del Estrecho.

Distribución espacial de los cachalotes en primavera-verano. Fuente De Stephanis et al. 2008



En el estrecho de Gibraltar, 47 individuos han sido identificado desde el 1999 al 2010 (Carpinelli et al. 2011), con algunos individuos volviendo todos los años a esta zona (Gauffier et al. 2009).

Por último, durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) no se identificó ningún avistamiento cachalote.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Orca

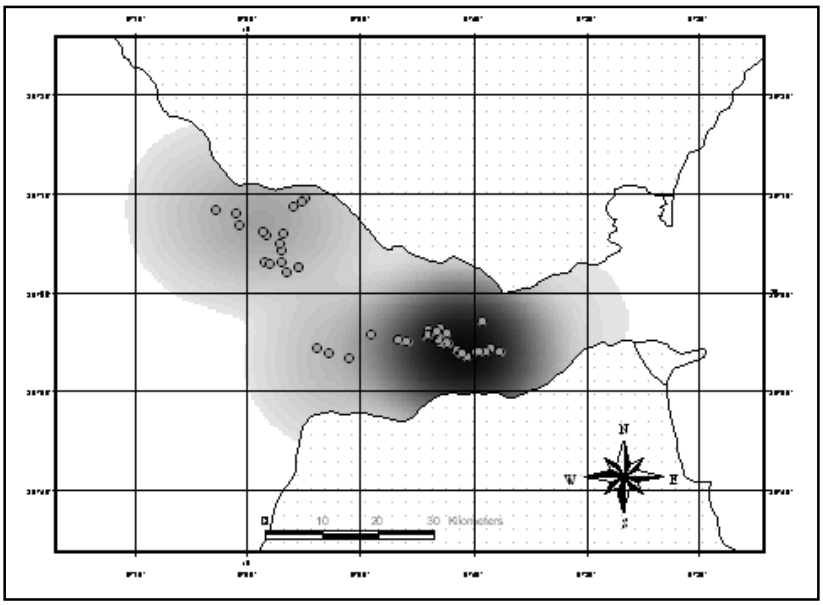
Las orcas son regularmente observadas en el estrecho de Gibraltar y aguas atlánticas contiguas (de Stephanis et al. 2002, 2005, 2005, Esteban 2008) Las orcas tan solo fueron observadas en las aguas centrales del Estrecho durante los meses de junio y agosto. En el 90% de los casos, fueron observadas asociadas a los pescadores de atún de Tarifa.

Se las observó alimentándose de atunes en todos los casos. Según se ve en su mapa de distribución, la zona de distribución se limita al centro del Estrecho y aguas cercanas a Conil y Barbate.

En los muestreos realizados en las costas del Golfo de Cádiz, se pudieron observar orcas durante los meses de abril a septiembre, y los datos que se presentan en este estudio, confirman también la presencia de esta especie durante el mes de noviembre.

Por tanto, las orcas estarán presentes en el centro del Estrecho, asociadas a las pesquerías de atún, durante los meses de julio y agosto, aprovechando el esfuerzo de pesca de los pescadores tarifeños, y el resto del año estarían presentes en las aguas colindantes al Estrecho, como en Barbate y Conil. Durante el invierno, no se ha observado la especie, pero este hecho puede ser debido a la falta de esfuerzo por parte de los estudios realizados en la zona durante esta época del año.

Distribución de las orcas en el Golfo de Cádiz y el estrecho de Gibraltar. Fuente De Stephanis et al. 2008



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

42 individuos han sido foto-identificados en la población del estrecho de Gibraltar, existiendo cinco grupos sociales (Esteban 2008). Los mismos animales han sido observados entre 1999 y 2009 y se suelen observar constantemente entre marzo y octubre (temporada de muestreos intensos en la zona de estudio). A pesar de no haber sido observados durante el invierno, esto puede ser debido a la falta de esfuerzo de búsqueda en estas épocas del año. No se han podido establecer ninguna conexión con otras poblaciones de orcas del Atlántico norte por medio de identificación fotográfica de aletas dorsales por el momento (Esteban 2015).

Por último, durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) no se identificó ningún avistamiento de orca.

Rorcual común

El rorcual común se ha confirmado como la única especie que se observa transitando el Estrecho en migración.

Los rorcuales utilizan el Estrecho de Gibraltar como un corredor migratorio estacional entre el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo. Estas ballenas migraran con una direccionalidad notable: todos los individuos viajaron hacia el oeste, hacia el Océano Atlántico entre mayo y octubre y la mayoría de los animales (69%) en dirección opuesta hacia el mediterráneo entre noviembre y marzo (Gauffier 2020).

En todas las observaciones realizadas entre abril y octubre los animales transitaban a grandes velocidades (entre 5 y 8 nudos) hacia el Atlántico.

En los pocos avistamientos realizados durante el invierno se pudo observar a los rorcuales alimentándose lentamente. La escasa tasa de encuentro durante esos meses, hace pensar que este tipo de alimentación es ocasional y podrían ser individuos provenientes del Atlántico contiguo según los datos obtenidos por isótopos estables y de seguimiento por satélite de los mismos.

La intensa actividad ballenera del siglo XX puede haber esquilmado la población migrante en el Estrecho de Gibraltar (Cañadas et al. 1999; Sanpera y Aguilar 1992; Aguilar y Borrel 2007; Palsbøll et al. 2004). La disminución de la abundancia de rorcuales en esta zona pudo haberse producido por la pérdida de la existencia de este hábitat en la memoria cultural de la población de rorcuales (Clapham et al. 2008). Un seguimiento reciente por satélite parece confirmar que el Mediterráneo Español contaría con animales procedentes del Atlántico y con animales típicamente Mediterráneos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En el Estrecho de Gibraltar, 55 individuos han sido foto-identificados, con algunos ejemplares observados en dos ocasiones en años diferentes (Gauffier et al. 2009), pero el esfuerzo fotográfico no es suficiente para obtener estimas fiables del número de rorcuales comunes que usan el Estrecho, aunque haya aumentado en los últimos años.

Selling (2007) propuso una estima de entre 48 y 122 rorcuales cruzando el Estrecho cada año a partir de datos de observaciones desde barcos de avistamiento turístico de cetáceos. La mayoría de los individuos observados en el Estrecho de Gibraltar son adultos, aunque también se han registrado madres acompañadas de crías y jóvenes.

Por último, durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) solo se identificó un avistamiento de rorcual común (2/06/2020) en este caso fuera de la zona de estudio, frente a la costa de Sotogrande.

Otras especies de interés para este espacio ya sean invertebrados (lapa ferruginea, nacra, coral anaranjado, caracola, erizo de púas largas, nudibranquio, gorgonia roja o esponja roja) no han sido identificados a lo largo del trazado del cable en el dominio de la ZEC ni su entorno próximo.

8.3.1.3 Efectos del proyecto sobre los objetivos de conservación de la ZEC Estrecho Oriental

Efecto sobre los hábitats

En la línea de lo expresado anteriormente, no se considera presente en la zona afectada por el proyecto ninguno de los hábitats de interés comunitario listados para esta extensa ZEC. Las zonas más próximas a la ZEC que se interpreta pueda estar presente algún HIC objetivo de conservación de este espacio se corresponde con las siguientes zonas:

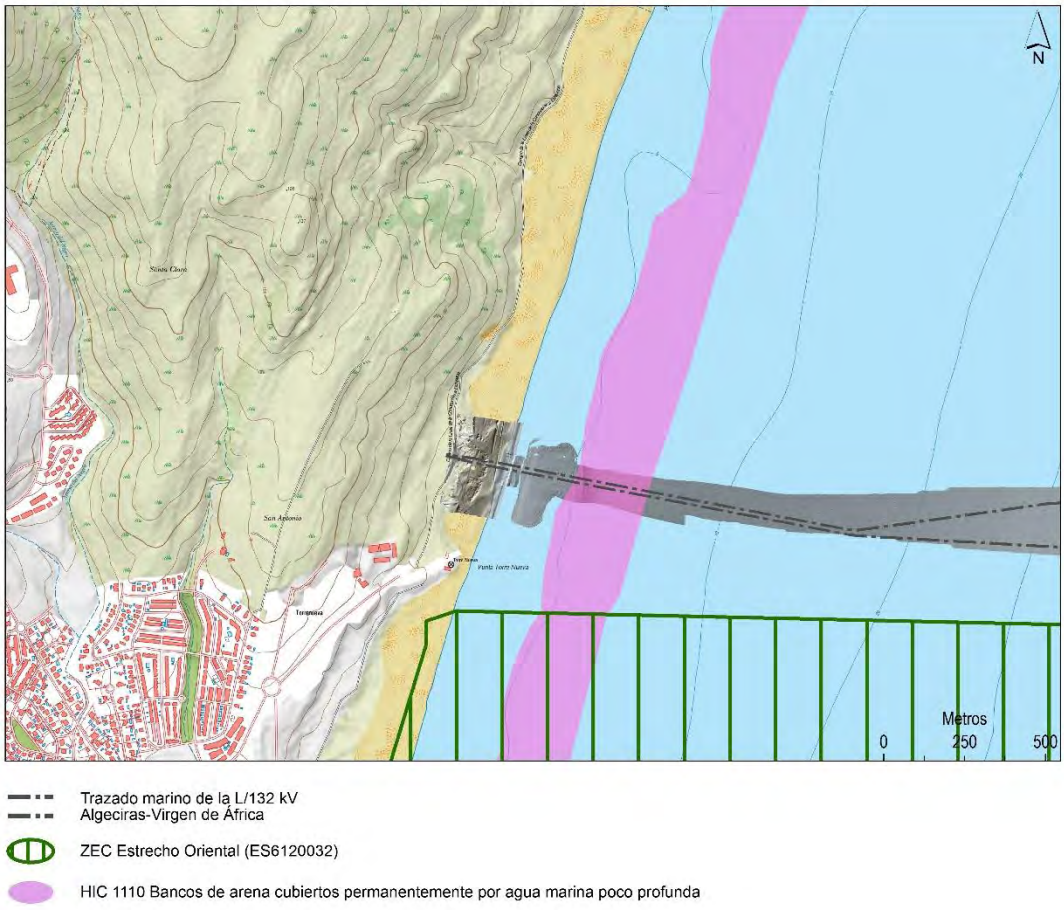
HIC 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda

La REDIAM de la Junta de Andalucía no establece la presencia de este hábitat en la zona de estudio por falta de información y estudios específicos. Este hábitat lo asigna principalmente a zonas con presenciad *Cymodocea nodosa*, fanerógama de la que sí dispone información detallada. Pero la presencia de esta fanerógama no es único factor que determina la existencia de este HIC.

Resultado de las campañas marinas realizadas se concluye que la barra o cordón litoral sumergido de arena paralela a la costa de la Línea de la Concepción se corresponde con el HIC 1110.

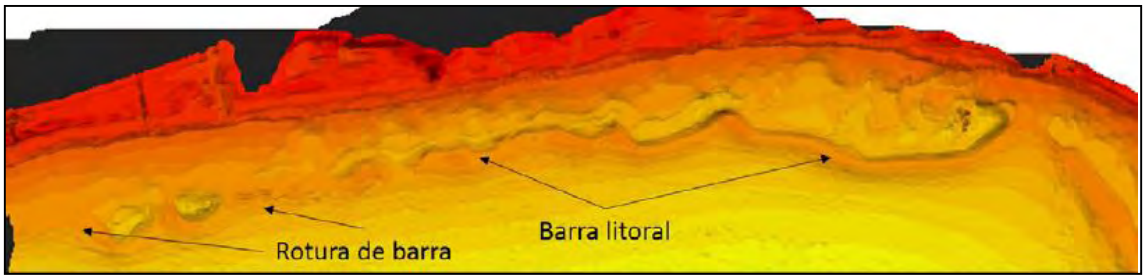
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Localización del HIC 1110 respecto al trazado



Esta barra de arena está acentuada en la zona NE perdiendo potencia e identidad hacia el SW.

Barra arenosa en la zona de aterraje en La Línea



La zona interna presenta una pendiente pronunciada de forma generalizada hasta la isobata -6 m donde se invierte la pendiente hasta llegar a la parte alta de la barra de arena. Posteriormente desciende suavemente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Según los datos batimétricos analizados parece clara la presencia en la zona de estudio de un *Bancal externo lineal o barra de batida del oleaje,* que se extiende desde los 150 m de distancia desde la línea costa hasta los 400 m y donde la profundidad disminuye desde la cota -5/-6 m hasta la cota -3/-4 m.

Esta tipología de barra es una de las que la ficha de interpretación del HIC 1110 considera como parte del citado hábitat y, por tanto, se considera esta zona de barra arenosa como tal.

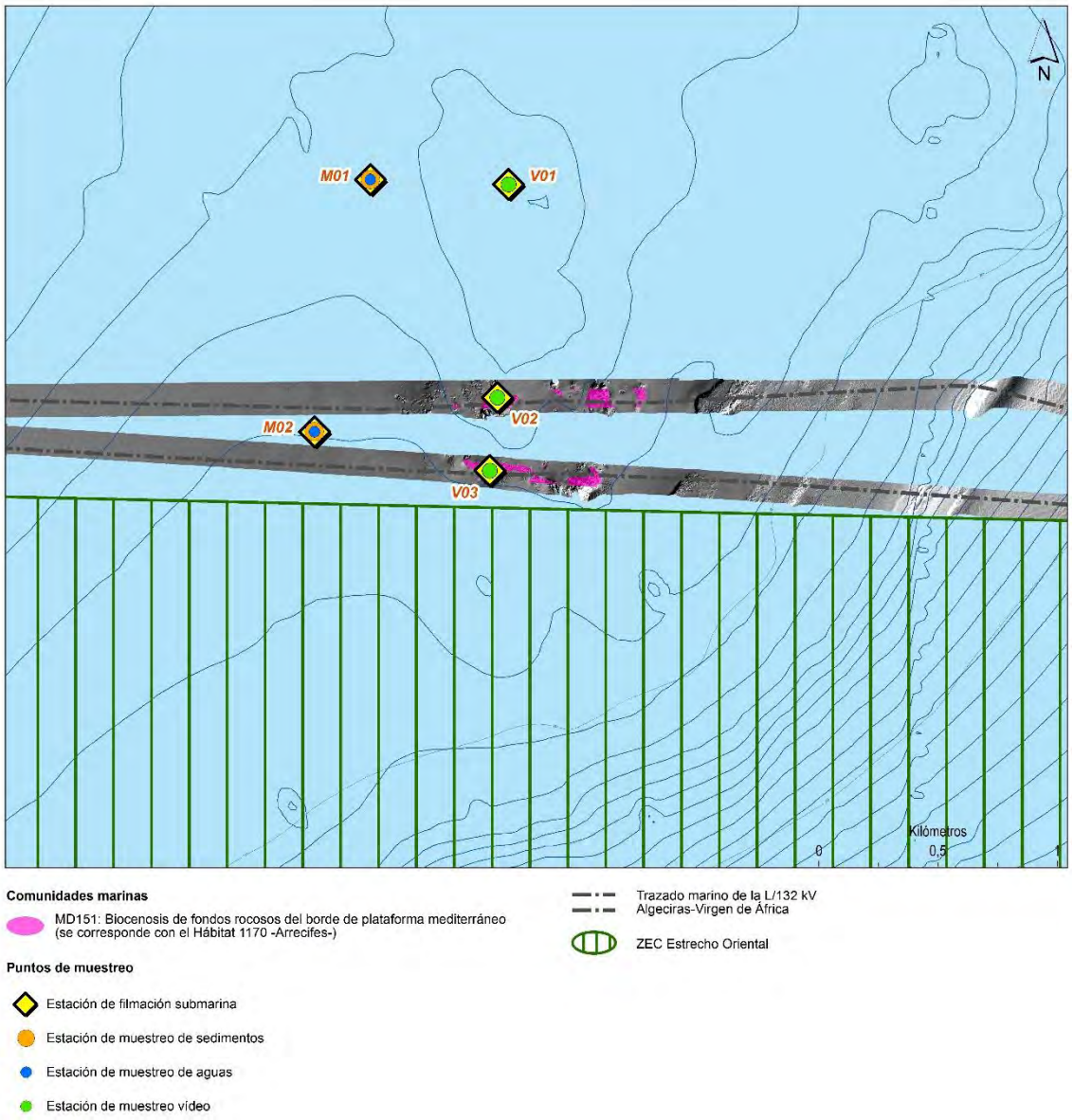
Este HIC no será afectado por el proyecto gracias a que la salida por PHD se encuentra a la cota de -11,4 m y, por tanto, una vez superado este cordón arenoso. Además, el proyecto en esta zona se situaría a unos 380 m del límite exterior de la ZEC.

HIC 1170 Arrecifes

La zona de presencia de este HIC afectada por el proyecto más próxima a la ZEC Estrecho Oriental se corresponde con las formaciones o localizaciones puntuales de la comunidad o biocenosis MD 151 Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Localización de la comunidad MD 151 Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo en el exterior de la ZEC Estrecho Oriental



Dentro de la ZEC no se producirá afección sobre esta formación, pero si a una distancia de 150 m en el caso del cable oeste y 460 m en el caso del cable este a profundidades de entre los 50 y los 150 m.

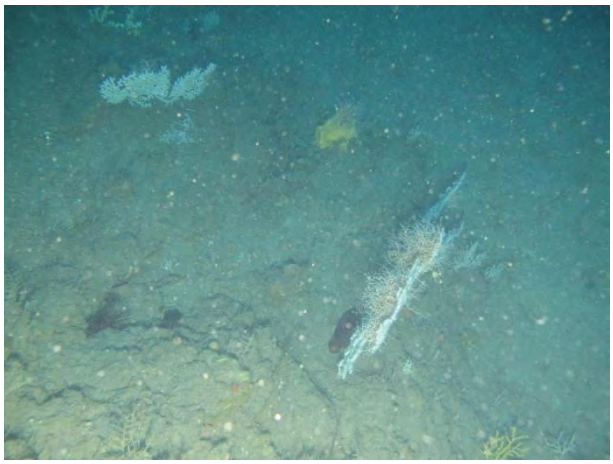
Además de por los resultados de la geofísica en estas zonas se situaron las estaciones de muestreo V02 y V03. Estas estaciones se han incluido entre las biocenosis de fondos rocosos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

del borde de plataforma, por la escasa o nula presencia de algas, hecho que determina que la casi totalidad de la biomasa presente sea animal.

En la estación V02, que se localiza a 65 metros de profundidad y 460 m de distancia a la ZEC, se observa la abundante presencia de colonias de grandes dimensiones de *Eunicella verrucosa* que colonizan el sustrato rocoso disponible. La existencia de corrientes moderadas también se puede deducir por la presencia del equinodermo *Astrospartus mediterraneus* que coloniza a su vez la gorgonia *Eunicella verrucosa*. Cabe destacar también la posible presencia de la gorgonia *Paramurciea cf. macrospina* con su morfotipo amarillo y el erizo *Centrostephanus longispinus* (Listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de especies amenazadas).

Aspecto de la estación V02. *Eunicella verrucosa* con *Astrospartus mediterraneus*



Esta misma situación se repite en la estación V03 (160 m de distancia a la ZEC), donde predomina la presencia de *Eunicella verrucosa* colonizada por el equinodermo *Astrospartus mediterraneus.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aspecto de la estación V03. *Eunicella verrucosa* con *Astrospartus mediterraneus*

Como se ha señalado no se producirá afección a este HIC dentro de la ZEC pero si en un enclave puntual próximo al mismo correspondiente con el borde de plataforma mediterráneo siendo la afección previsible a lo largo de unos 392 m de trazado (290 m del cable este y 102 del cable oeste) siendo la zanja a abrir en este tramo para el enterramiento del cable de entre 0,20 y 0,25 m) y el ancho de afección durante la apertura de la zanja de entre 3 y 4 m dependiendo la técnica utilizada.

En todo caso, y como se señala igualmente en el EIA, como medida preventiva se recomienda realizar una caracterización del fondo marino de detalle (pre-laying survey) antes del tendido del cable para confirmar la cartografía bionómica de la zona y diseñar un micro-routing para evitar o minimizar el impacto en dicha comunidad.

Efectos sobre las especies de flora

No se encuentran presentes ejemplares de especies de la flora considerados objetivo de conservación de esta ZEC en la zona afectada por el proyecto ni en su entorno inmediato, por lo que se valora el efecto sobre las mismas como no significativo.

Efectos sobre las especies de fauna

No existen especies de la fauna invertebrada ni peces de interés del espacio ZEC a lo largo del trazado del cable dentro del espacio protegido ni en su entorno inmediato que vayan a verse afectadas ni por la construcción, ni durante la fase de funcionamiento del proyecto.

Por el contrario, si existe presencia habitual especies de cetáceos y tortugas de importante movilidad geográfica en la zona de proyecto y su entorno, especies tanto objetivo de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

conservación del espacio como el delfín mular o la tortuga boba como otras de interés como el delfín listado, el delfín común, el calderón común, el cachalote, la orca o el rorcual común.

Durante la fase de funcionamiento estas especies no van a recibir ningún tipo de impacto, pero durante las obras de construcción de la zanja y enterrado/protección del cable, la presencia del barco cablero y de embarcaciones auxiliares en la zona, y posteriormente del barco que realiza la protección del cable puede provocar accidentes, ya sea por colisión o por heridas por las hélices y, por otro lado, afectar a las especies de cetáceos por el aumento de los niveles de ruido submarino.

Colisión contra barcos de las obras

Este riesgo existe para los cetáceos y, en mayor medida para la tortuga boba y los rorcuales, por el hecho de su menor velocidad de desplazamiento y capacidad de reacción.

Sin embargo, se consideran muy poco probables los accidentes durante el tendido del cable por la baja velocidad a la que se desplazan ambos barcos especialmente el segundo de estos (< 2 km/h) pero aumenta durante los tránsitos de estos por la mayor velocidad de desplazamiento.

Por su parte, las embarcaciones auxiliares (lanchas tipo zodiac normalmente) solo se movilizan en la fase de aproximación de la punta correspondiente del cable a la costa, actividad que se circunscribe a los últimos kilómetros del tendido, en función de la profundidad de la costa en el punto de aterraje. Siendo su uso restringido a ese momento de la maniobra, que suele durar en torno a las dos-tres horas, en función de la situación que presente el mar en ese momento. Estos trabajos se restringen, además, a recorridos muy próximos a la costa, siendo actividades en las que es muy fácil la detección de ejemplares de cetáceos o tortugas en el desarrollo de los trabajos, al estar en todo momento acompañadas las lanchas por buzos que colaboran en la actividad.

Considerando medidas preventivas como la minimización de la velocidad de los tránsitos del barco cablero y las embarcaciones auxiliares, la vigilancia activa permanente para avistar cetáceos durante la navegación, el cambio de rumbo y velocidad en caso de que avisten especies lentas (tortugas, rorcuales u otras ballenas) o la dotación de protectores para las hélices de las embarcaciones auxiliares para minimizar riesgos en caso de colisiones o accidentes, el efecto por colisión o accidentes contra estas especies se considera como no significativo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Efectos del incremento de ruido sobre los cetáceos

Resultado de la presencia de los barcos responsables del tendido del cable y de la protección de este, así como de la apertura de las zanjas submarinas y todos los trabajos asociados se producirá un incremento de los niveles de ruido submarino.

El ruido puede afectar a la fauna, especialmente a los mamíferos marinos en su capacidad de comunicarse, detectar presas y evitar peligros (p.e. colisiones con barcos).

Generalmente, los niveles de máxima presión sonora asociados a la instalación de cables son de bajos a moderados (Guidelines of Best Environmental Practices on Cable laying and protection. OSPAR 2012.

Las fuentes de ruido del barco son los motores y otra maquinaria existente, las hélices (transversales y principales) y la fricción del casco con el agua. El ruido aumenta con la velocidad del barco, cavitación de las hélices y con la falta de mantenimiento en general. En este caso, por la naturaleza de los trabajos a realizar, la velocidad del barco cablero será extraordinariamente baja.

Por lo que respecta a las operaciones de protección del cable, las fuentes asociadas son dispositivos acústicos (ecosondas, perfiladores, sonares, sistemas de posicionamiento acústico), bombas, sistema de chorro de agua a presión (jetting), formación de trinchera mediante cuchilla (trenching), desplazamiento por el fondo, deslizamiento (arrastre) o mediante orugas y motores (para desplazamiento sobre el fondo), extracción y deposición de materiales en el surco, y finalmente maquinaria a bordo de izado y arriado.

El sonido subacuático producido por la actividad antropogénica puede tener una variedad de efectos inmediatos en mamíferos marinos, incluyendo lesiones, pérdida temporal de audición (Temporal threshold shift o TTS), pérdida permanente de audición (Permanent threshold shift o PTS), cambios en el comportamiento, enmascaramiento auditivo y estrés. La gravedad de los impactos disminuye generalmente con la distancia de la fuente de sonido y depende del escenario específico que consiste en el tipo de sonido, el entorno acústico y el individuo receptor.

No todas las especies de mamíferos marinos tienen la misma capacidad auditiva, en términos de sensibilidad auditiva absoluta y de la banda de frecuencia de la audición.

Los misticetos (ballenas con barbas como rorcuales, ballena azul, etc.) vocalizan a bajas frecuencias (7Hz a 35kHz) mientras que los odontocetos lo hacen a frecuencias medias y altas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

A continuación, se enumeran las especies de cetáceos protegidas presentes en la zona del proyecto, así como su sensibilidad al ruido antrópico continuo (según la Guía de Fauna Marina de Red Eléctrica de España).

Sensibilidad al ruido de las especies de cetáceos protegidas presentes en la zona de estudio

Especie	Nombre común	Sensibilidad al ruido continuo
Delphinus delphis	Delfín común	Media
Stenella coeruleoalba	Delfín listado	Media
Tursiops truncatus	Delfín mular	Media
Globicephala melas	Calderón común	Media
Grampus griseus	Calderón gris	Media
Physeter macrocephalus	Cachalote	Media
Orcinus orca	Orca	Media
Phocoena phocoena	Marsopa	Media
Balaenoptera physalus	Rorcual común	Alta
Balaenoptera borealis	Rorcual boreal	Alta
Balaenoptera musculus	Ballena azul	Alta
Balaenoptera acutorostrata	Roscual aliblanco	Alta
Megaptera novaengliae	Ballena jorobada	Alta

Fuente: Guía de fauna marina de REE

Como se observa, las especies más sensibles son los misticetos (ballenas) ya que se trata de especies que se agrupan en lo que se denomina Baja Frecuencia, ya que vocalizan en las franjas de los 7-35.000 Hz, que incluyen las frecuencias en las que se emite el ruido antrópico asociado a barcos y maquinaria y por tanto se favorece el efecto de apantallamiento.

Con el objetivo de poder describir posibles afecciones del ruido marino sobre cetáceos, es preciso establecer un criterio de evaluación, y para ello se resume lo extraído de diversas fuentes bibliográficas (Southall 2007, US National Marine Fisheries Service , NOAA) y que aúna las diferentes consideraciones establecidas a nivel internacional.

Además, se ha tenido en cuenta los señalado en el “Documento Nacional de Referencia (DNR) sobre Impactos y Mitigación de la contaminación Acústica Marina” (MAGRAMA, 2012) el nivel de seguridad más aceptado para reducir el impacto en la fauna marina es de 180 re 1 µPa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Resumen de los criterios de impacto acústico seleccionados para el análisis de las afecciones acústicas en cetáceos

Indicador	Nivel límite	Efecto	Referencia
Nivel pico	230 dB re 1 µPa	Umbral de daño auditivo permanente (PTS)	Southall et al. 2007
Nivel pico	224 dB re 1 µPa	Umbral de las lesiones con trastorno temporal (TURSIOPS TRUNCATUSS)	Southall et al. 2007
Nivel sonoro RMS (SPL)	180 dB re 1 µPa	Comportamiento de huida	NMFS (1995) MAGRAMA (2012)
A pesar de que las ballenas presentan sensibilidad a bajas frecuencias, no se han encontrado niveles umbrales específicos.			

El sonido producido por un barco de tendido o protección del cable se estima del rango de 155-170 dB, inferior que el de un barco carguero navegando a velocidad de crucero (180 dB).

El ruido emitido por la maquinaria de protección del cable es del orden de 178 dB re 1 uPa a 1m de la fuente. (Nedwell J., Langworthy J. and Howell D., 2003, “Assessment of Sub-Sea Acoustic Noise and Vibration from Offshore Wind Turbines and its Impact on Marine Wildlife”, The Crown Estates Office Report 544 R 0424, 72p).

De lo dicho anteriormente se deduce que la actividad solamente es susceptible de generar un comportamiento de huida a los individuos que se encuentren a menos de un metro de la fuente (situación altamente improbable) y en todo caso no supera el umbral definido por el documento “Documento Nacional de Referencia (DNR) sobre Impactos y Mitigación de la contaminación Acústica Marina” (MAGRAMA, 2012), que establece un valor de seguridad de 180 dB re 1uPa

Por ello se considera compatible el impacto del proyecto durante las obras sobre las especies de cetáceos objetivo de conservación y de interés de la ZEC.

Se concluye, por tanto, la ausencia de afecciones significativas sobre las especies faunísticas, objetivo de conservación o no, de la ZEC Estrecho Oriental considerando, además, que el conjunto del Estrecho y por tanto de la ZEC, y básicamente debido a la gran cantidad de tráfico marítimo, presenta una calidad del ambiente acústico baja y aun así es habitual la presencia de las citadas especies y que se aplicarán todas las buenas prácticas posibles dirigidas a minimizar el ruido generado durante las obras.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Efectos sobre la integridad del lugar Red Natura

La integridad de un lugar Red Natura se vincula al mantenimiento de las relaciones y procesos ecológicos de los que dependen los objetivos de conservación de dicho lugar.

El proyecto analizado no incluye acciones que afecten directamente a los HIC objetivo de conservación de este espacio. Del mismo modo estos ni las especies objetivo de conservación se verán afectadas resultado de una disminución de la calidad de las aguas marinas por la presencia de los barcos cablero y de protección dada la baja probabilidad de que se produzca un vertido accidental y dado que siempre se llevarán a cabo las medidas preventivas y se cumplirán las restricciones MARPOL.

Además, en el marco del presente proyecto Tecnoambiente (ver anexo 2 del EIA para mayor detalle) ha realizado la simulación de la dispersión de turbidez asociada a la excavación de las zanjas en el lecho marino para el tendido de los cables eléctricos entre La Línea de la Concepción y Ceuta.

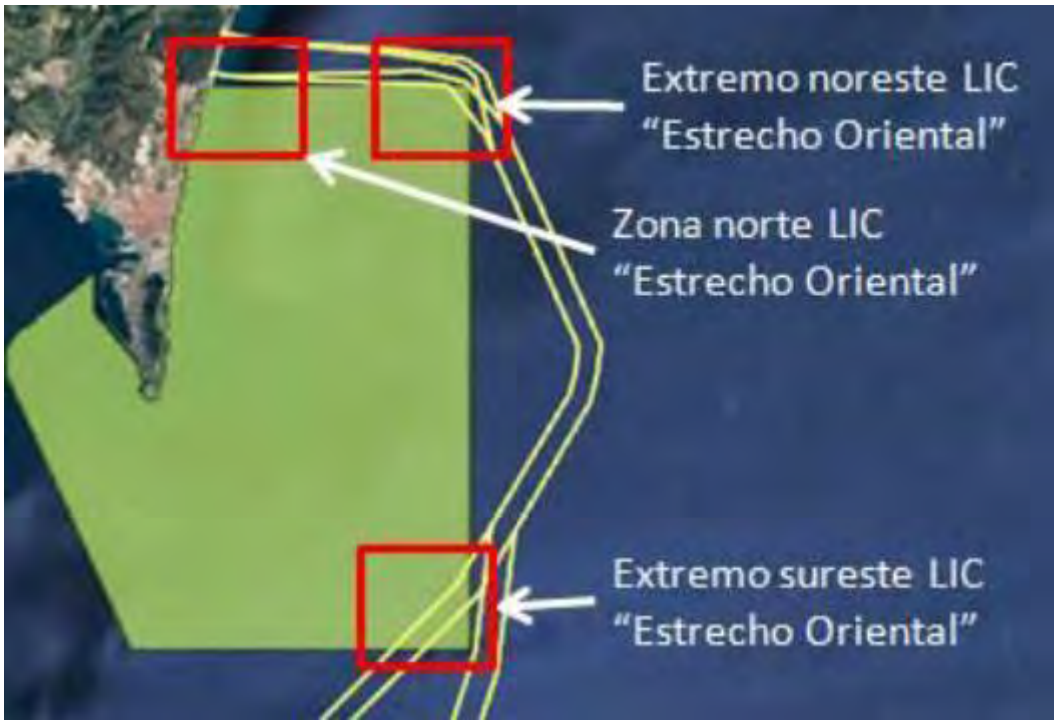
La simulación se ha realizado con el modelo MOHIR y se ha tenido en cuanta tanto las características oceanográficas y meteorológicas de la zona (profundidad, batimetría, mareas, vientos, corrientes), como la composición granulométrica del sedimento (obtenida de las muestras obtenidas por CEIMar y Tecnoambiente) en la zona de estudio. El estudio ha considerado las condiciones más desfavorables posibles de corrientes y las concentraciones en agua de sólidos en suspensión en las zonas estudiadas.

Los resultados se han comparado con los objetivos de calidad marcados por los Planes Hidrológicos de cada zona por lo que refiere a valores de materias en suspensión (para los tramos centrales del recorrido los planes hidrológicos no aplican, pero se ha considerado el mismo valor).

Tres de los 4 de los puntos de estudio seleccionados coinciden con la zona de trazado al norte de la ZEC Estrecho Oriental, así como los tramos que afectan a los extremos noreste y sureste de la ZEC.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Puntos de simulación de la dispersión de turbidez asociada a la excavación de la zanja



- En el caso del punto 1, al norte de la ZEC, el dragado de la zanja pone en suspensión los sedimentos más finos, pero las concentraciones máximas sólo alcanzan los 5 mg/l en las inmediaciones de la zanja, en el fondo, y en los puntos de control ubicados dentro de la ZEC no se superan los 3,5 mg/l. Teniendo en cuenta que los límites según el plan de gestión de la masa de agua están en 3,88 mg/l, se considera que el impacto del dragado sobre la ZEC es compatible.
- En el caso del punto 2, en el interior del extremo noreste de la ZEC, las concentraciones no superan los 5 mg/l en la zona de la zanja, y en los puntos de control no se superan los 2,5 mg/l, por lo que el impacto sobre la ZEC es compatible, ya que queda por debajo del límite definido.
- En el caso del punto 3, en el interior del extremo sureste de la ZEC, las concentraciones en la zona 3, no superan los 5 mg/l en la zona de la zanja, y en los puntos de control no se superan los 1,8 mg/l, por lo que el impacto sobre la ZEC es compatible, ya que queda por debajo del límite legal.

Además, la calidad tanto del sedimento como de las aguas en toda la zona de estudio es en general buena por lo que no es previsible que la re-suspensión del sedimento genere efectos negativos en la calidad química del agua. De la misma manera, el nivel de materia orgánica del

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

sedimento es también moderado, por lo que la contribución a los niveles de eutrofización de la zona será limitada.

Por otro lado, la mera presencia de la línea eléctrica submarina en el medio natural no tiene capacidad para inducir efectos barrera que puedan repercutir sobre la disponibilidad del hábitat para las especies objetivo de conservación distribuidos por toda la ZEC, ni a su capacidad de dispersión y restablecimientos en zonas potencialmente recuperables, de forma que no repercute apreciablemente sobre la conectividad ecológica interior o exterior de la ZEC.

Se concluye que el proyecto en su conjunto no tiene entidad para afectar de forma apreciable a la integridad de la ZEC Estrecho Oriental por alteración de las relaciones ecológicas de las que depende el buen estado de sus objetivos de conservación.

Efectos sinérgicos

Para la valoración de los efectos sinérgicos del proyecto se considera si este refuerza las causas de degradación o amenazas sobre los objetivos de conservación del espacio, en este caso, identificadas de entre las del formulario de la Red Natura o en los instrumentos de gestión, o si potencia los efectos negativos identificados para otras instalaciones o proyectos.

El Plan de Gestión de la ZEC identifica una serie de amenazas concretas y su grado de intensidad de las mismas sobre los hábitats y especies objetivo de conservación de la ZEC:

- Pesca de arrastre
- Marisqueo con rastro remolcado y otras artes de pesca artesanal
- Polución y contaminación marina
- Tráfico marítimo y tareas de bunkering
- Colisión con embarcaciones
- La actividad de observación de cetáceos con fines recreativos o comerciales
- Contaminación acústica asociada al elevado tráfico marítimo existente
- Actividades que suponga el uso del sonar, como las actividades militares o de exploración sísmica.

Como ya se ha expuesto, la construcción y funcionamiento de las instalaciones proyectadas no representará ningún efecto que solape, desencadene o refuerce las anteriores amenazas (los riesgos de colisión y contaminación acústica se han considerado como no significativos aplicando las medidas establecidas), ni dentro de la ZEC, ni en su entorno inmediato, por lo que se concluye la ausencia de efectos sinérgicos del proyecto sobre la ZEC Estrecho Oriental.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.3.1.4 Cumplimiento de las determinaciones del Plan de Gestión

Real Decreto 1620/2012, de 30 de noviembre, por el que se declara Zona Especial de Conservación el Lugar de Importancia Comunitaria ES6120032 Estrecho Oriental de la región biogeográfica mediterránea de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación incluye en su anexo I medidas reguladoras de los usos y actividades que deberán aplicarse en el ámbito de la ZEC Estrecho Oriental con el fin de que su ejercicio sea compatible con los objetivos de conservación establecidos en el plan de gestión.

En relación con las conducciones y cableado submarino se señala en su punto 8 lo siguiente:

> "*Según lo establecido en los apartados 2 y 3 del artículo 79 «cables y tuberías submarinos en la plataforma continental» de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, deberá hacerse lo posible para evitar que el trazado para el tendido de cables y conducciones submarinas para cualquier actividad, discurra por el espacio protegido, sin perjuicio de las libertades al respecto establecidas en dicho Convenio. En el caso de tendidos ya existentes, cualquier reparación se realizará aprovechando las infraestructuras desarrolladas a tal efecto, procurando minimizar el impacto que se pueda causar en el espacio protegido.*
>
> *Queda prohibido cualquier trazado en el caso de zonas donde se haya constatado la presencia de hábitats sensibles, como son los bancos de arena y las zonas arrecifales*".

Como se ha expuesto con anterioridad el proyecto no afectará dentro de la ZEC a ninguno de los dos HIC citados por lo que el proyecto de la línea a 132 kV Portichuelos-Virgen de África es compatible con las medidas reguladoras de los usos y actividades de este espacio RN 2000.

8.3.2 Efectos indirectos sobre el LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho

8.3.2.1 Zona afectada por el proyecto

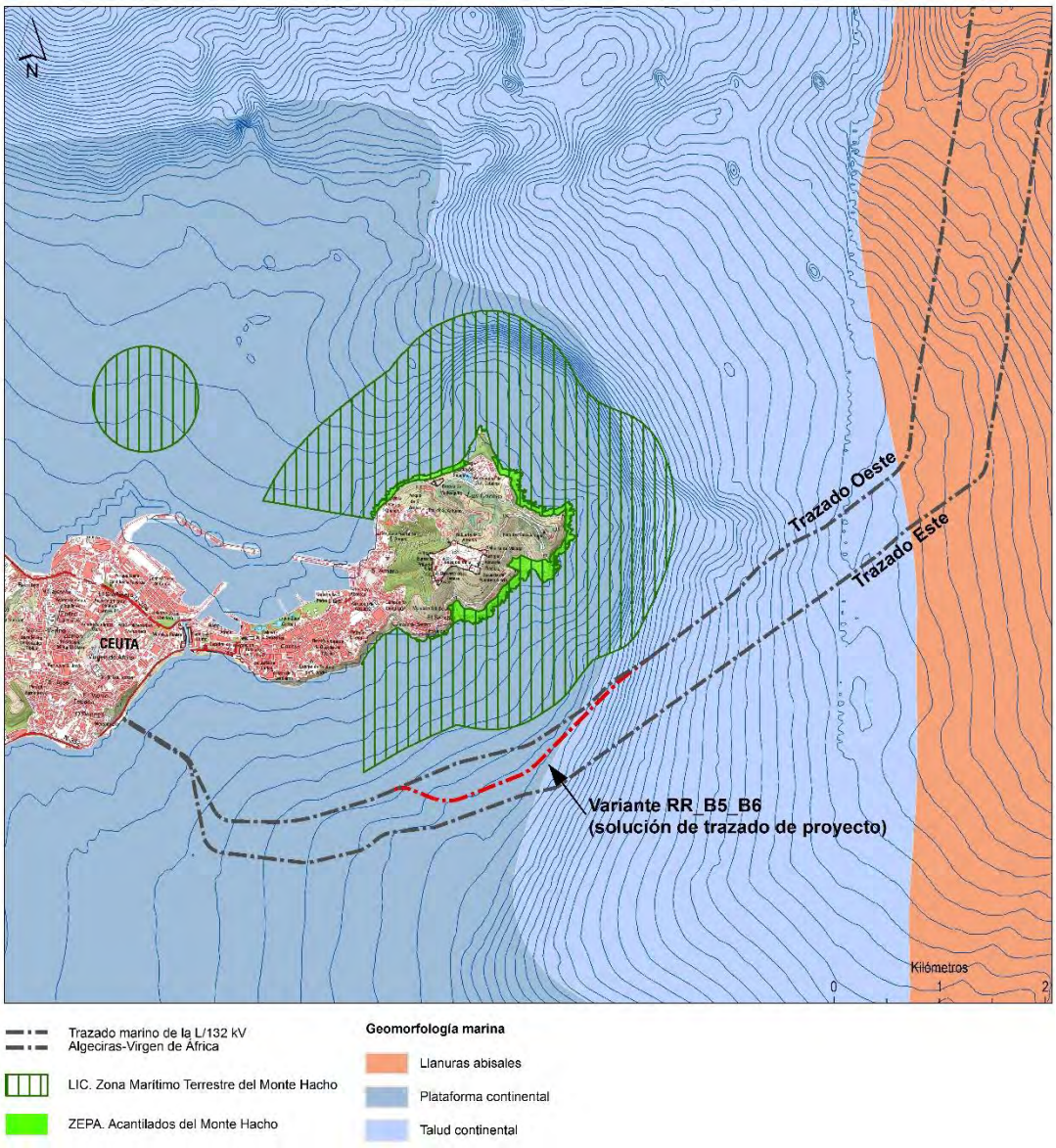
Los cables proyectados en su trayectoria bordeando territorio ceutí para aterrar en la explanada del aparcamiento del Chorrillo discurren bordeando igualmente los límites marinos del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho.

Concretamente, el circuito Oeste de la línea proyectada a 132 kV discurre a lo largo de unos 4 km a una distancia media de los límites externos marinos de este espacio de unos 700 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por su parte el circuito Este discurre igualmente a lo largo de unos 4 km bordeando este espacio manteniendo una distancia mínima de unos 300 m de media a lo largo de unos 2 km para posteriormente alejarse hasta los 500 m siguiendo el trazado estudiado en campaña marinas denominado “Variante RR_B5-B6”.

Localización del proyecto en el entorno del LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho



Dada la distancia existente entre el trazado y el espacio Red Natura 2000, se descarta la existencia de efectos directos sobre los mismos, así como de otros efectos indirectos sobre las

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

comunidades bentónicas y hábitats de interés comunitario de este espacio en relación con la afectación de la calidad de las aguas, alternación de la granulometría de los sedimentos etc…

Sin embargo, a pesar de que no se va a producir afección directa al espacio ni indirecta en relación a la afección a HIC y comunidades bentónicas si es previsible el paso frecuente de las especies de cetáceos, reptiles marinos o aves marinas identificadas por el documento preliminar de la gestión de este espacio como elementos clave del mismo por lo que se analizan a continuación las citadas afecciones.

8.3.2.2 Representación de los objetivos de conservación del LIC en las zonas afectadas por el proyecto.

Hábitats de interés comunitario

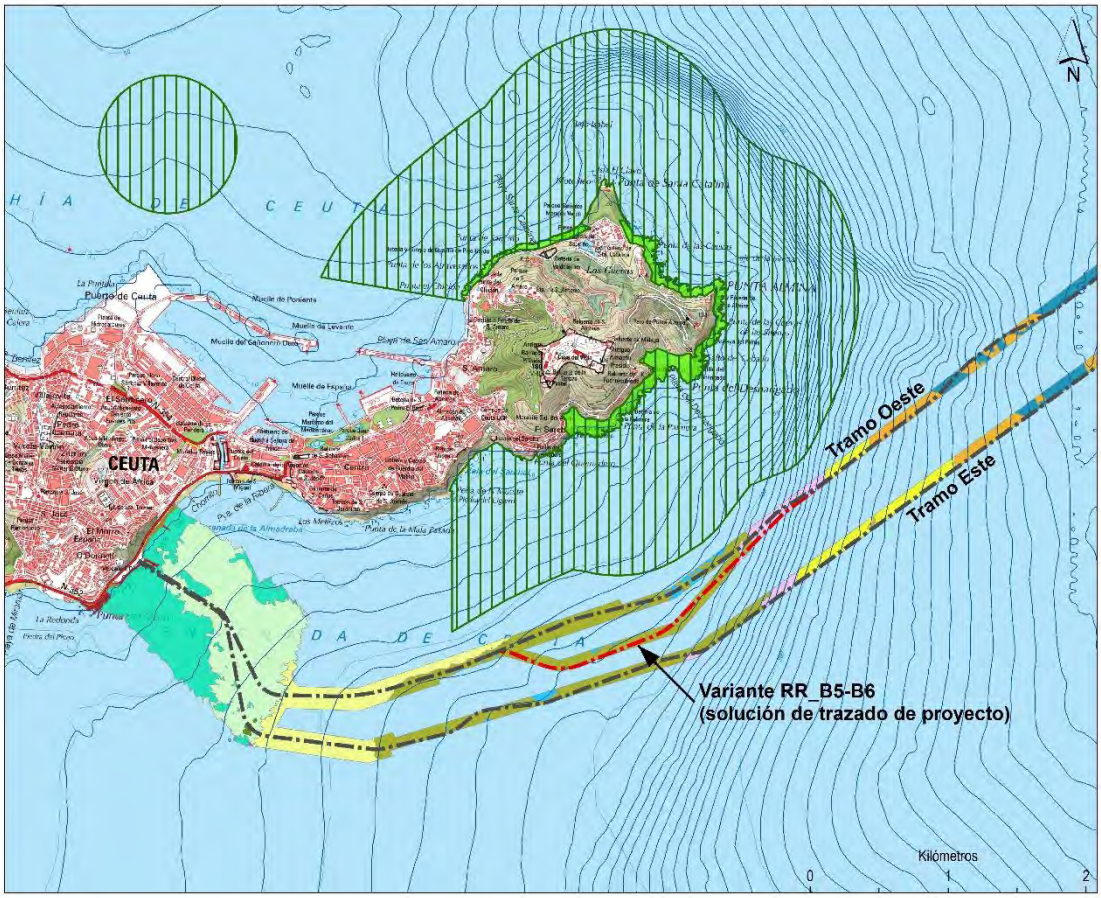
El trazado de los cables proyectados no discurre por el interior de la ZEC por lo que no se producirá afección directa sobre ninguno de los HIC objetivo de conservación dentro del espacio.

En el entorno de la zona afectada por el proyecto analizadas en campañas marinas las comunidades identificadas han sido las siguientes comunidades en el siguiente orden de extensión, siendo las profundidades del tramo señalado entre 70 y 300 m, aproximadamente:

- MC55 Arenas circalitorales mediterráneas
- ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo
- ME55: Arenas del batial superior medio
- MB55: Arenas infralitorales mediterráneas
- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos
- ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Biocenosis en el entorno del proyecto



Comunidades marinas

- MB1: Roca infralitoral
- ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo
- ME55: Arenas del batial superior mediterráneo
- ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo (se corresponde con el Hábitat 1170 -Arrecifes-)
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo (se corresponde con el Hábitat 1170 -Arrecifes-)
- MC55: Arenas circalitorales mediterráneas
- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos (se corresponde con el Hábitat 1170 -Arrecifes-)
- MC151: Coraligeno
- MB552: Arenas finas bien calibradas mediterráneas
- MB55: Arenas infralitorales mediterráneas
- MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MB151: Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas
- MA551+MA352: Arenas supralitorales mediterráneas con detritos gruesos mediolitorales mediterráneos
- MA153+MA154: Roca supralitoral, mediolitoral superior y mediolitoral inferior mediterránea

- Trazado marino de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África
- LIC. Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho
- ZEPA. Acantilados del Monte Hacho

De estas comunidades las tres últimas presentan características que las incluyen dentro del HIC 1170 Arrecifes. Ninguna de las otras cuatro comunidades restantes es asimilable a los otros HIC

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

objetivo de conservación de la ZEC 1230 Acantilados con vegetación de las costas atlánticas y bálticas ni 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas.

De las tres comunidades asimilables, dado su carácter más rocoso, son especialmente asimilables al HIC 1170 Arrecifes las comunidades ME151 Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo y MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo.

- ME151 Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo

  En la descripción de esta biocenosis formulada por EUNIS se hace explicita referencia a los corales de aguas frías. Los corales de aguas frías profundas, también llamados corales blancos, imperfectamente conocidos en el Mediterráneo, incluyen básicamente dos especies ramificadas principales, *Lophelia pertusa (Desmophyllum pertusum* según la nomenclatura actualizada del World Register of Marine Species.*)* y *Madrepora oculata*, que son especies relictas de la fauna del Cuaternario. Estos grupos de coral blanco se desarrollan a partir de los 200 metros de profundidad, hasta llegar a los bordes de los cañones. Las partes vivas suelen estar reducidas a las puntas de las ramas. Las partes muertas que no están por debajo del lodo están muy colonizadas por briozoos, braquiópodos, equinodermos y poliquetos serpulidos. Según la definición propuesta por EUNIS, estas especies pueden crear dos facies individuales o una tercera, caracterizadas por la co-presencia de estas dos especies.

  Esta biocenosis se ha detectado en la estación de muestreo M13, que se localiza a 440 metros de profundidad a unos 1.300 m del borde exterior de la ZEC, coincidiendo con el talud de Ceuta y cerca del cañón homónimo. En el recorrido de la filmación vinculada a este punto de muestreo se han detectado varios ejemplares de las esponjas del género *Asconema sp*. que desarrollan su ciclo vital principalmente en los sustratos rocosos batiales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

***Asconema sp*. en la estación M13**

***Helycolenus dactylopterus* en la estación M13**

Entre los organismos necto bentónicos, destaca la presencia de varios ejemplares del escorpénido comercial *Helicolenus dactylopterus*, que desarrolla su ciclo vital, en parte, en los sustratos rocosos batiales.

► MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo

Siguiendo la definición propuesta por EUNIS, las biocenosis de los fondos rocosos circalitorales profundos se componen principalmente de esponjas, antozoos, briozoos y braquiópodos, mientras que la vida vegetal macroscópica está ausente. Estas biocenosis, que llegan hasta los 250 m de profundidad, generalmente ocupan fondos ásperos donde la corriente y la turbidez son razonablemente importantes. La disminución de la intensidad lumínica determina que producción primaria sea muy escasa o en unos casos inexistente. A

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

pesar de estas condiciones, los niveles de biodiversidad y producción de biomasa (en este caso animal) son a veces comparables con aquellos encontrados en aguas poco profundas.

Esta biocenosis se ha encontrado en las estaciones de muestreo V6 y V7 localizadas a una profundidad de 115 y 90 m, respectivamente y a unas distancias respecto a los límites de la ZEC de 220 y 760 m. Estas estaciones se han incluido entre las biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma, por la escasa o nula presencia de algas, hecho que determina que la casi totalidad de la biomasa presente sea animal.

La estación V6 se caracteriza por presentar una parte del recorrido constituido por sedimento detrítico que se puede incluir en la biocenosis MC451, y otra parte donde predomina el sustrato rocoso. En la parte rocosa se ha encontrado una fauna diferente respecto a las estaciones descritas anteriormente, aunque la biomasa sigue siendo casi exclusivamente animal.

En la parte donde el sustrato blando predomina, se ha detectado la presencia del coral blando *Veretillium cynomorium*, que así confirma su capacidad de poder colonizar diferentes tipos de sustratos blandos, con un cierto porcentaje de finos.

Aspecto de la parte sedimentaria de la estación V06 con *Veretillium cynomorium*

Por otro lado, la parte rocosa de la estación V06 se caracteriza por la presencia de varias especies de esponjas que colonizan el sustrato rocoso disponible.

Entre las especies más frecuentes observadas en el recorrido, destacan las *esponjas Axinella polypoides* y *Spongia lamella,* ambas incluidas en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aspecto de la estación V06. Parte rocosa con dominancia de *Axinella polypoides* y presencia de *Spongia lamella*

La estación V07, se localiza a 90 metros de profundidad. Como en el caso anterior una parte del transecto se puede incluir entre los sustratos blandos circalitorales y concretamente entre la biocenosis MD55 (arenas del circalitoral profundo mediterráneo), que se caracteriza por la escasez de epifauna, con la excepción de algún ejemplar aislado de *Veretillium cynomorium*..

Aspecto de la estación V07- Parte con sustrato blando y *Veretillium cynomorium*

La parte rocosa, que constituye en la zona examinada unos enclaves, se caracteriza, por presentar una elevada diversidad de esponjas, tanto incrustantes como erectas. Entre las erectas destacan las especies *Axinella polypoides* y *Verongia aerophoba*, esta última incluida en el Libro Rojo de los invertebrados de Andalucía. Como en las anteriores estaciones no se observa recubrimiento vegetal evidente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Entre las gorgonias se ha detectado la presencia de *Eunicella verrucosa* y *Ellisella paraplexauroides* (incluida recientemente, 2019, en el Listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de especies amenazadas).

Especies del anexo II de la Directiva Hábitats

Flora

Ninguna de las especies de flora objetivos de conservación o de interés para el espacio LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho han sido identificadas en las campañas marinas en las zonas atravesadas por el proyecto bordeando este espacio Red Natura 2000.

Fauna

En la zona afectada por el proyecto en su zona bordeando al LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho no se han identificado ninguna de las dos especies de interés sésiles objetivo de conservación de este espacio RN 2000 como son el coral anaranjado *Astroides calycularis* ni el molusco gasterópodo *Dendropoma petraeum.*

Por su parte, las restantes especies objetivo de conservación o de interés que motivaron la declaración de este espacio (tortuga boba, marsopa común, delfín mular y delfín común son coincidentes a las ya descritas para el caso de la ZEC Estrecho Oriental siendo su distribución y poblaciones ya descritas en el apartado 8.3.1.2, donde se ha caracterizado la presencia de estas especies en el conjunto del Estrecho de Gibraltar.

En el caso de la marsopa común, debe considerarse ausente del espacio y su entorno según la última información global de la especie a pesar de que inicialmente fue incluida en el Formulario Normalizado de Datos del espacio como especie con presencia muy rara en el lugar y población desconocida.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.3.2.3 Efectos del proyecto sobre los objetivos de conservación del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho

Efecto sobre los hábitats

En la línea de lo expresado anteriormente, no se producirá afección sobre ningún hábitat objetivo de conservación dentro del espacio RN 2000 al no atravesar ninguno de los dos cables proyectados este enclave.

En el entorno del LIC, sin embargo, si se producirá afección sobre el HIC 1170. En la siguiente tabla se reflejan las afecciones a las comunidades cuyas características ecológicas son asimilables a la del HIC 1170 arrecifes.

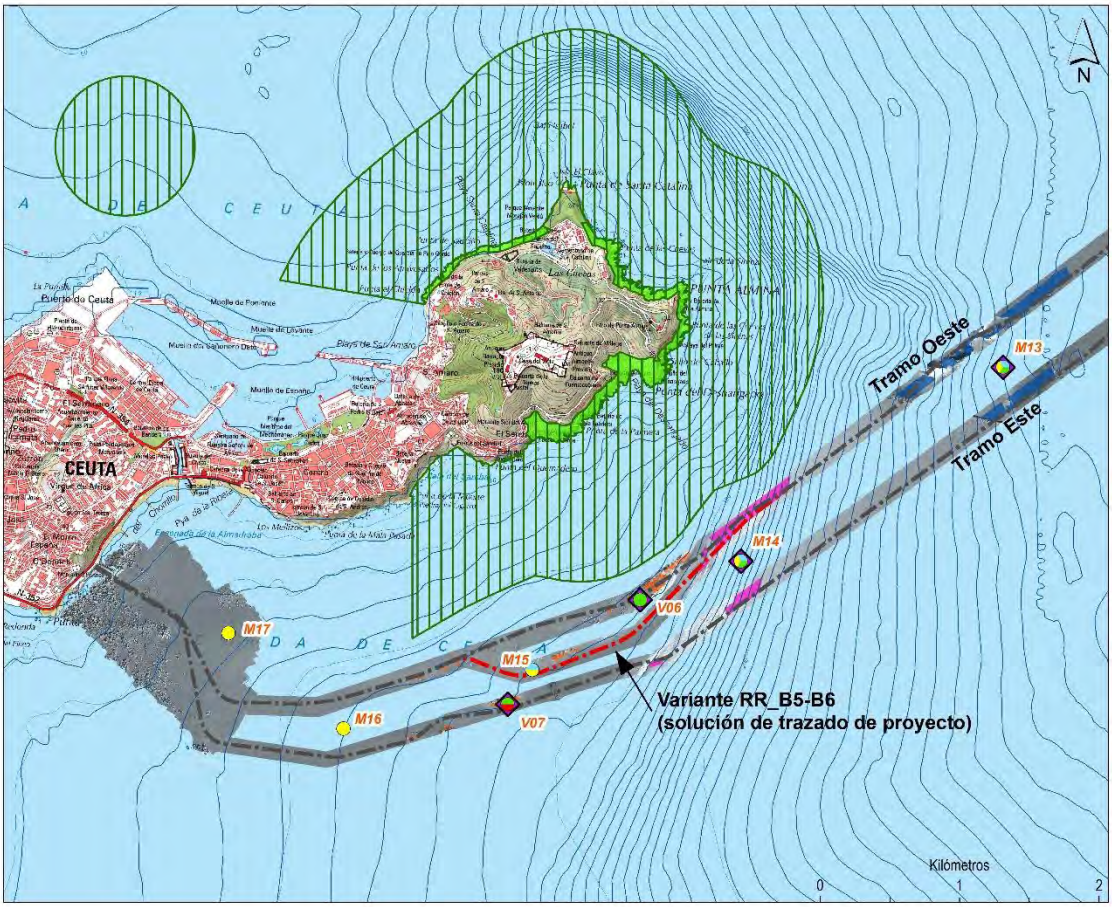
Afección de los cables a las comunidades asimilables al HIC 1170 en el entorno del LIC Zona Marítimo - Terrestre Monte Hacho

Cable	Comunidad	Longitud (m)
Este	MC451	333
Este	MD151	76
Este	ME151	554
Oeste (variante RR B5-B6)	MC451	738
Oeste	MD151	57
Oeste	ME151	1.050
TOTAL		**2.808**

Fuente: Elaboración propia

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Afección al HIC 1170 arrecifes en el entorno del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho



Comunidades marinas

- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos (se corresponde con el Hábitat 1170 -Arrecifes-)
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo (se corresponde con el Hábitat 1170 -Arrecifes-)
- ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo (se corresponde con el Hábitat 1170 -Arrecifes-)

- Trazado marino de la L/132 kV Portichuelos-Virgen de África
- LIC. Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho
- ZEPA. Acantilados del Monte Hacho

Puntos de muestreo

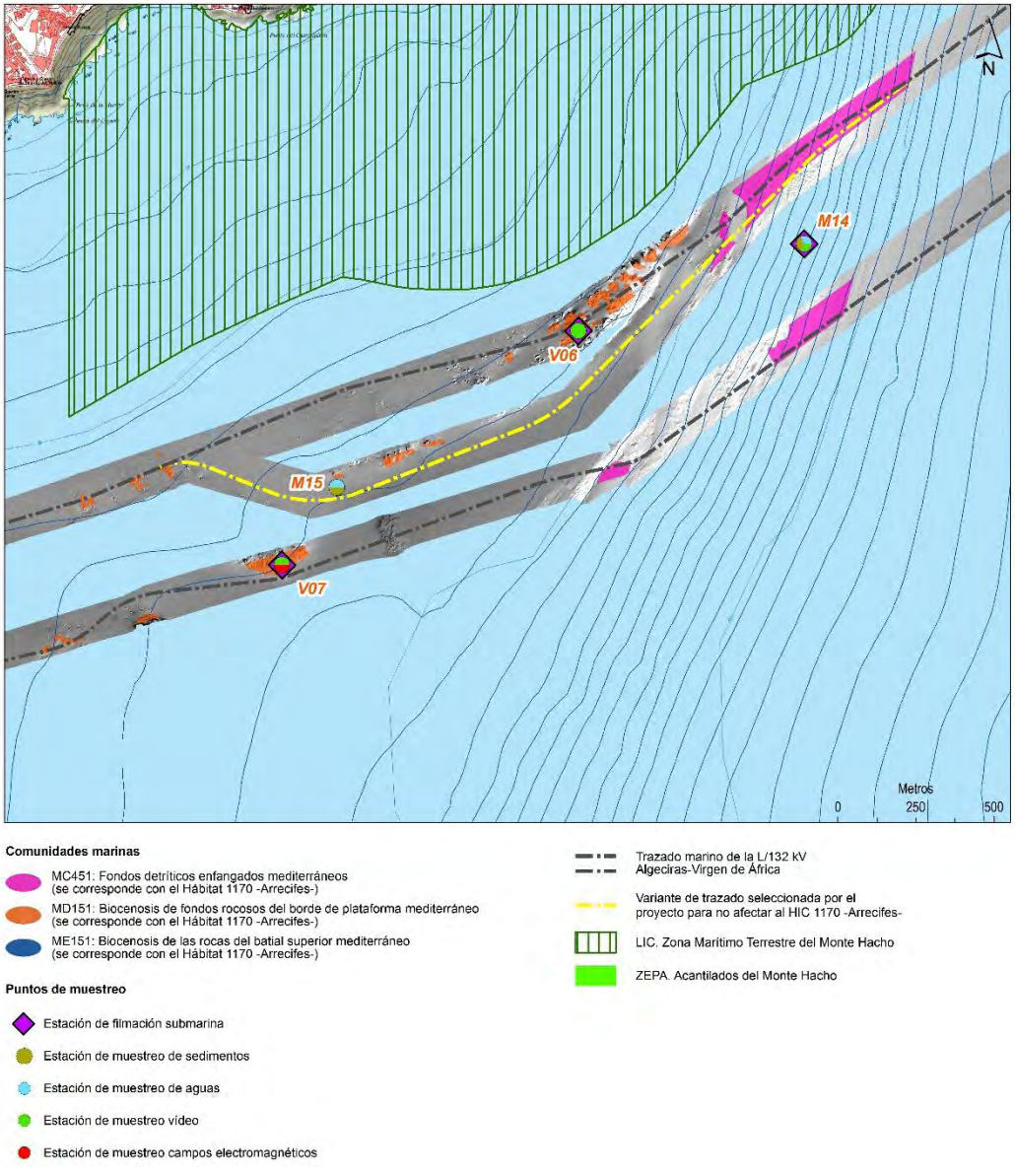
- Estación de filmación submarina
- Estación de muestreo de sedimentos
- Estación de muestreo de aguas
- Estación de muestreo vídeo
- Estación de muestreo campos electromagnéticos

Las distancias mínimas de estas afecciones se producen a unos 220 m del borde exterior del LIC. Sin embargo, las afecciones más significativas sobre el HIC 1170, en cuento al valor de la comunidad afectadas y también la mayor longitud de tramo afectado se producen sobre la biocenosis ME151, definido como biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo, correspondiente a la zona situada al este de la ZEC. Esta afección se producirá a lo largo de unos 1.600 m y a una distancia del LIC mínima de 800 m en el caso del cable oeste y de 1.380 m en el caso del cable este.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por otro lado, con el objeto de minimizar la afección a esta zona de HIC 1170 en el entorno del LIC se ha llevado a cabo dentro de las campañas geofísica de MMT y ambiental de Tecnoambiente un estudio de una variante de trazado (RR B5-B6) que discurre totalmente sobre la comunidad MC55 arenas circalitorales mediterráneas y que ha sido finalmente la solución de trazado seleccionada para el cable oeste de manera que se evita afectar a las formaciones del MD151 (Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo) localizadas en el entorno de la estación de muestreo V6, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

Variante de trazado para evitar propuesta como medida preventiva para evitar la afección sobre HIC 1170 (MD151 biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo)



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Efectos sobre las especies de flora

No se encuentran presentes ejemplares de especies de la flora considerados objetivo de conservación de esta ZEC en la zona afectada por el proyecto ni en su entorno inmediato, por lo que se valora el efecto sobre las mismas como no significativo.

Efectos sobre las especies de fauna

En la zona afectada por el proyecto en su zona bordeando al LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho no se han identificado ninguna de las dos especies de interés sésiles objetivo de conservación de este espacio RN 2000 como son el coral anaranjado *Astroides calycularis* ni el molusco gasterópodo *Dendropoma petraeum* por lo que la instalación de los dos cables no generará ninguna afección sobre los mismos.

En relación con la potencial afección del proyecto sobre los cetáceos y quelonios objetivo de conservación o de interés para el LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho (tortuga boba, delfín mular y delfín común) las potenciales afecciones serán similares y del mismo orden a las ya expuestas para el caso del ZEC Estrecho Oriental entendiendo el comportamiento de estas especies a una escala del conjunto del Estrecho de Gibraltar.

Por tanto, estas especies no van a recibir en fase de explotación de la línea a 132 kV Algeciras-Ceuta ningún tipo de impacto. Los impactos se van a limitar a la fase de construcción y van a guardar relación con los riesgos de colisión contra el barco cablero y las embarcaciones auxiliares de obra durante la construcción de la zanja y el enterrado/protección del cable y, por otro lado, los impactos sobre las especies de cetáceos van a resultar de los aumentos del ruido submarino.

La argumentación de ambos impactos ha sido desarrollada para el caso del análisis de los efectos del proyecto sobre las especies objetivo de conservación de la ZEC Estrecho Oriental y, concluyen de la misma manera que para el caso del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho señalando que no se considera significativo el riesgo de colisión o accidentes de estas especies siempre que se apliquen las medidas preventivas señaladas (Minimización de la velocidad en los tránsitos de las embarcaciones, vigilancia activa de presencia de especies para alertas de la necesidad de cambios de rumbo o reducciones de velocidades y protecciones de las hélices de las embarcaciones auxiliares).

Para el caso de las afecciones por ruido, se concluye, al igual que para el caso de la ZEC Estrecho Oriental que las afecciones no serán significativas considerando, además, que se

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

aplicarán todas las buenas prácticas posibles dirigidas a minimizar el ruido generado durante las obras.

Por último, debido a que el trazado proyectado es en submarino y soterrado en Ceuta no se afectará a las aves marinas de interés para este espacio de la misma forma que al no discurrir el trazado dentro del LIC ni fuera de este afectando acantilados ni paredones se afectará a las aves de hábitos rupícolas que encuentran en el Monte Hacho sus condiciones idóneas para la nidificación e invernada como es el caso de *Falco peregrinus*, *Falco tinnunculus*, *Ptyonoprogne* rupestris y *Monticola solitarius*, entre otras.

Se concluye por tanto la ausencia de afecciones significativas sobre las especies faunísticas, objetivo de conservación o de interés para el LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho.

Efectos sobre la integridad del lugar Red Natura

La integridad de un lugar Red Natura se vincula al mantenimiento de las relaciones y procesos ecológicos de los que dependen los objetivos de conservación de dicho lugar.

El proyecto analizado no incluye acciones que afecten directamente a los HIC objetivo de conservación de este espacio dentro del mismo. Del mismo modo estos ni las especies objetivo de conservación se verán afectadas resultado de una disminución de la calidad de las aguas marinas por la presencia de los barcos cablero y de protección dada la baja probabilidad de que se produzca un vertido accidental y dado que siempre se llevarán a cabo las medidas preventivas y se cumplirán las restricciones MARPOL.

Además, en el marco del presente proyecto Tecnoambiente (ver anexo 2 del EIA para mayor detalle) ha realizado la simulación de la dispersión de turbidez asociada a la excavación de las zanjas en el lecho marino para el tendido de los cables eléctricos entre La Línea de la Concepción y Ceuta.

El cuarto de los puntos de estudio seleccionados coincide con la zona de trazado bordeando por el sur el LIC Zona Marítimo – Terrestre del Monte Hacho.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Punto de simulación de la dispersión de turbidez asociada a la excavación de la zanja en el entorno del LIC

Las conclusiones extraídas del análisis de los resultados obtenidos es que las concentraciones alcanzadas son inferiores a 4 mg/l en la zanja, y dentro del LIC no se llega a 1 mg/l, aunque dura bastantes horas en valores superiores a 0.

Además, la calidad tanto del sedimento como de las aguas en toda la zona de estudio es en general buena por lo que no es previsible que la re-suspensión del sedimento genere efectos negativos en la calidad química del agua. De la misma manera, el nivel de materia orgánica del sedimento es también moderado, por lo que la contribución a los niveles de eutrofización de la zona será limitada.

Por otro lado, la mera presencia de la línea eléctrica submarina en el medio natural no tiene capacidad para inducir efectos barrera que puedan repercutir sobre la disponibilidad del hábitat para las especies objetivo de conservación distribuidos el LIC y su entorno, ni a su capacidad de dispersión y restablecimientos en zonas potencialmente recuperables, de forma que no repercute apreciablemente sobre la conectividad ecológica interior o exterior del LIC.

Se concluye que el proyecto en su conjunto no tiene entidad para afectar de forma apreciable a la integridad del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho por alteración de las relaciones ecológicas de las que depende el buen estado de sus objetivos de conservación.

Efectos sinérgicos

Para la valoración de los efectos sinérgicos del proyecto se considera si este refuerza las causas de degradación o amenazas sobre los objetivos de conservación del espacio, en este caso, identificadas de entre las del formulario de la Red Natura o en los instrumentos de gestión, o si potencia los efectos negativos identificados para otras instalaciones o proyectos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El documento preliminar del LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho incluye un listado de presiones y amenazas en el espacio siguiendo el Listado Estandarizado de la Comisión Europea de Presiones y Amenazas actualizado a fecha de 07/05/2018. Estas se recogen en el siguiente listado:

- Desarrollo y funcionamiento de sistemas de transporte (carreteras, pistas, vías de tren etc.).
- Tráfico marítimo en la bahía norte.
- Desarrollo y construcción y uso de áreas e infraestructuras residenciales, comerciales y recreativas.
- Riesgos geológicos asociados a avenidas e inundaciones, deslizamientos y caídas de rocas, temporales, tsunamis y ascenso del nivel del mar.
- Incendios forestales y degradación de la cubierta vegetal.
- Extracción y cultivo de recursos biológico (diferentes de agricultura y selvicultura).
- Especies exóticas y especies nativas problemáticas.
- Actividades relacionadas con el ocio (pesca deportiva, buceo, tránsito de embarcaciones recreativas.

Como ya se ha expuesto, la construcción y funcionamiento de las instalaciones proyectadas no representará ningún efecto que solape, desencadene o refuerce las anteriores amenazas (los riesgos de colisión y contaminación acústica se han considerado como no significativos aplicando las medidas establecidas), ni dentro de la ZEC, ni en su entorno inmediato, por lo que se concluye la ausencia de efectos sinérgicos del proyecto sobre la ZEC Estrecho Oriental.

La introducción de especies exóticas es una de las amenazas que constan en el plan de gestión del Espacio RN2000 Monte Hacho en Ceuta. Durante los trabajos de campo para el censo de la especie protegida *Patella ferruginea* se detectó el alga invasora *Caulerpa cylindracea* en el mediolitoral de Ceuta y son conocidos los efectos perniciosos sobre la biodiversidad, turismo, etc. que genera el alga invasora *Rugulopteryx okamurae* en la ciudad autónoma que está desplazando otras especies invasoras como *Asparagopsis arnata* y *Asparagopsis taxiformis*, Dado su amplio rango batimétrico de distribución (está presente hasta más de 40 m de profundidad) no solo afecta a las algas fotófilas sino también a esciáfilas, al precoralino y al coralino.

En este sentido, los barcos cableros pueden llevar hasta 4000 m^3 de agua de lastre. Un estudio realizado en un buque carguero japonés reveló que en las aguas de lastre contenía 367 especies (M.García, CSIC, en ponencia).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Debido a la vulnerabilidad del Mediterráneo a este aspecto, y al hecho de que está expresamente contemplado en el plan de gestión de la RN 2000 del Monte Hacho, se considera un efecto potencialmente significativo por lo que se dará cumplimiento al sistema de gestión de aguas de lastre de la International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM Convention).

8.3.2.4 Cumplimiento de las determinaciones del Plan de Gestión

El Plan de Gestión del LIC Zona Marítimo –Terrestre del Monte Hacho únicamente cuenta con un documento preliminar de plan de gestión en el que se ha llevado a cabo la caracterización ambiental y socioeconómica y se han identificado y diagnosticado los elementos clave del espacio RN2000, no existiendo aun una normativa o regulación de usos o actividades.

8.3.3 Efectos del proyecto sobre la coherencia ecológica de la Red Natura 2000

La coherencia ecológica de la Red Natura depende del mantenimiento de la integridad de los espacios que la componen y de la conectividad ecológica entre los mismos. En este sentido, todos los espacios de la Red Natura 2000 del entorno del proyecto representan un eslabón clave en el mantenimiento de esta coherencia, al permitir la conectividad ecológica entre el mar Mediterráneo y el Océano Atlántico y entre Europa y África.

En la media que el proyecto analizado tuviera capacidad para afectar a la integridad de estos espacios, podría concluirse la existencia de una afección apreciable sobre la coherencia ecológica de la Red Natura 2000.

En los apartados anteriores se ha puesto de manifiesto que el proyecto no generará afecciones apreciables sobre los objetivos de conservación de los espacios Red Natura, ya sea de forma directa o indirecta o por posibles efectos sinérgicos con otras instalaciones.

El carácter temporal de las obras y la mera presencia de la línea eléctrica a 132 kV Algeciras – Virgen de África no tienen capacidad para disminuir la conectividad entre los mares y continentes citados ni entre los espacios de la Red Natura 2000 situadas a uno y otro lado del Estrecho, así como en la propia zona marina del mismo como es la ZEC Estrecho Oriental. El proyecto planteado no restringe en grado alguno la función de los espacios RN 2000 como corredores ecológicos y físicos naturales de dispersión, ni contribuye a potenciar de forma apreciable los efectos de otras amenazas reconocidas por los instrumentos de gestión.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El proyecto no afectará a los hábitats objetivo de conservación de estos espacios y, por tanto, al estado de conservación de los mismos, ni tampoco de las especies objetivo de conservación de todos los espacios, en particular aquellas que tienen poblaciones en los mismos o para los que estos suponen en mayor o menor medida el límite de su área de distribución.

La reflexión anterior es igualmente aplicable a la conectividad entre espacios marinos y terrestre forestales no incluidos en la Red Natura, y de estos con aquella, en tanto que las acciones sobre los fondos marinos y las zonas forestales en la zona terrestre de Cádiz (en Ceuta el proyecto se implanta en soterrado bajo callejero urbano) previstas tendrán una magnitud muy limitada, al plantearse la L/132 kV en soterrado a lo largo de un camino existente cuyas bordes son desbrozados periódicamente como medida preventiva ante incendios forestales por lo que la afección sobre formaciones naturales va a ser muy limitada y en todo caso al margen de espacios naturales protegidos. De esta forma se mantendrá la tónica dominante en la estructura de las formaciones naturales actuales, por lo que no representarán las acciones del proyecto una merma de las condiciones de conectividad ni un aumento de la fragmentación en los hábitats terrestres.

La conectividad entre los distintos espacios de la Red Natura o sectores de estos no afectados directamente por el proyecto, no se verá comprometida en medida alguna; la línea eléctrica proyectada (soterrada y submarina), ni las dos subestaciones tienen capacidad para inducir efectos barrera que repercutan en la capacidad de desplazamiento ni sobre la disponibilidad de hábitat de las especies objetivo de conservación, de forma que no repercute apreciablemente sobre la conectividad ecológica interior o exterior de los espacios de la Red Natura.

Se puede concluir por tanto que el proyecto no tiene capacidad por sí mismo de disminuir de forma apreciable la conectividad ecológica entre los espacios protegidos existentes en su entorno, ni entre estos ni entre las zonas marinas ni espacios forestales externos a los mismos, y, por lo tanto, de afectar a la coherencia ecológica de la Red Natura 2000.

8.4 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

En relación con las posibles afecciones del proyecto sobre los objetivos de conservación de la Red Natura, el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto recoge las siguientes medidas preventivas y correctoras, entre otras, que inciden o guardan relación con los espacios RN2000 y sus objetivos de conservación que se verán afectados directa o indirectamente por el proyecto, en este caso por el trazado marino de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.4.1 Medidas en la fase de diseño

Se detallan a continuación las principales medidas en la fase de diseño de las soluciones del proyecto en relación a los espacios RN2000 del entorno:

- Se ha realizado un Documento Inicial de Proyecto para el pronunciamiento de las administraciones y organismos interesados en el que incluyó un análisis de alternativas para un territorio que englobaba todo el territorio sur del conjunto del Estrecho de Gibraltar con el objeto de seleccionar el área más favorable para la implantación del proyecto en la parte de Cádiz conjugando esta situación con la necesidad de conexión submarina con Ceuta. Fruto de este análisis se consideró, y así quedo refrendado en la respuesta a las consultas previas del DIP, como solución más favorable para la conexión con Ceuta la conexión a través de la playa de la Hacienda.
- De esta manera se ha evitado la afección a los espacios RN2000 ZEC y ZEPA Los Alcornocales y ZEC y ZEPA Estrecho por los elementos de proyecto en la zona de Cádiz.
- Resultado del análisis de alternativas del EIA se evitado igualmente la afección directa por los elementos del proyecto necesarios en la zona de Ceuta a los espacios RN 2000 en Ceuta: LIC y ZEPA Calamocarro-Benzú, ZEPA Acantilados del Monte Hacho y LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho.

En el caso del trazado marino para la L/132 kV Algeciras-Virgen de África, se ha considerado el espacio ZEC Estrecho Oriental como uno de los principales condicionantes en el planteamiento del trazado entre la playa de la Hacienda y Ceuta. Además, se ha considera todo el conocimiento adquirido en la campaña marina llevada a cabo por CEIMAR en las aguas someras de la Línea de la Concepción, Ceuta Norte y Ceuta Sur.

Unido a esto se han tenido en cuenta otros condicionantes geomorfológicos de primer orden como en la zona como (cañones del Guadiaro, La Línea y Ceuta, y abanicos deltaicos asociados a los mismos, talud continental muy abrupto en el frente norte de Ceuta etc…). Estos han limitado en gran medida las opciones de corredores para los 2 cables marinos proyectados en paralelo, teniendo en cuenta, además, que estos deben diseñarse separados a una distancia de 1,5 veces la profundidad hasta una distancia de 750 m con el objeto de evitar riesgos de rotura de los dos circuitos simultáneamente y poder reparar el que se averíe en condiciones seguras de operación y distancia con el segundo cable.

Debido a esto se han planteado soluciones de trazado tanto afectando a la ZEC Estrecho Oriental como no afectando a la misma. Soluciones de trazado que han sido objeto de sendas campañas marinas (geofísica y ambiental) en las que se ha comprobado que las comunidades bentónicas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

afectadas por las alternativas no se corresponden a HIC objetivo de conservación (HIC 1110 ni HIC 1170) siendo las zonas de las alternativas atravesadas de naturaleza similar y propia de sustratos blandos rápidamente recuperables.

Resultado de esta similar afección dentro y fuera del espacio ZEC, el proyecto ha optado por el trazado afectando puntualmente a la ZEC debido a las mejores condiciones constructivas del trazado al estar más alejado del cañón del Guadiaro, en el caso del primer tramo, y por mantenerse al margen de una zona de ladera submarina (drift) en la zona central y más profunda del Estrecho, en el segundo caso.

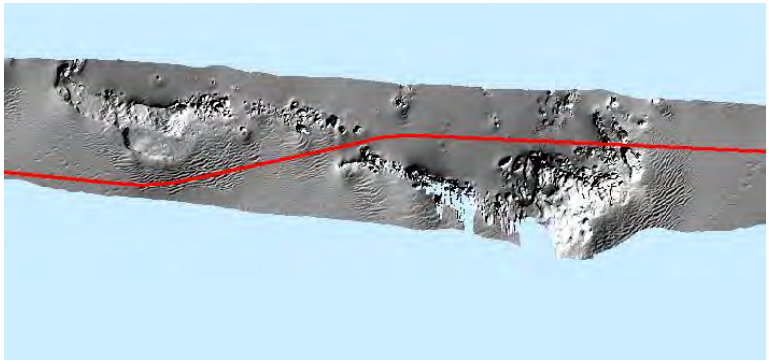
8.4.2 Medidas en la fase de proyecto

- Se han llevado a cabo campañas geofísicas y ambientales a lo largo de los trazados de proyecto con anchuras de 160 m de pasillo para poder tener pleno conocimiento de los fondos y diseñar dentro del mismo el mejor trazado posible.
- A pesar de diseñarse los puntos de aterraje fuera de las zonas RN2000 se plantea como medida preventiva las realizaciones de perforaciones horizontales dirigidas en el paso tierra mar. De esta manera en el caso del aterraje en Cádiz se evita la afección al HIC 1110 Bancos de arena mientras que en la zona de Ceuta se evita la afección al HIC 1170 Arrecifes, así como a las poblaciones de *Patella ferruginea* asentadas en el espigón del aparcamiento de la playa del Chorrillo.
- Con el objeto de minimizar la afección al HIC 1170 en el entorno del LIC Zona Marítimos Terrestre del Monte Hacho se ha llevado a cabo dentro de las campañas geofísica de MMT y ambiental de Tecnoambiente un estudio de una variante de trazado (RR B5-B6) que ha sido finalmente la solución de trazado seleccionada para el cable oeste.
- Mediante el mircrorouting se ha evitado o minimizado donde ha sido posible la afección a aquellas zonas de mayor valor ecológico como por ejemplo los afloramientos rocosos en los que hay el hábitat ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo, o MC151: Biocenosis de coralígeno, conformantes en ambos casos del HIC 1170.

En este caso aun fuera de los espacios RN2000 mediante esta técnica se ha minimizado la afección al HIC 1170 en las proximidades de la ZEC Estrecho Oriental como se muestra en la siguiente imagen.

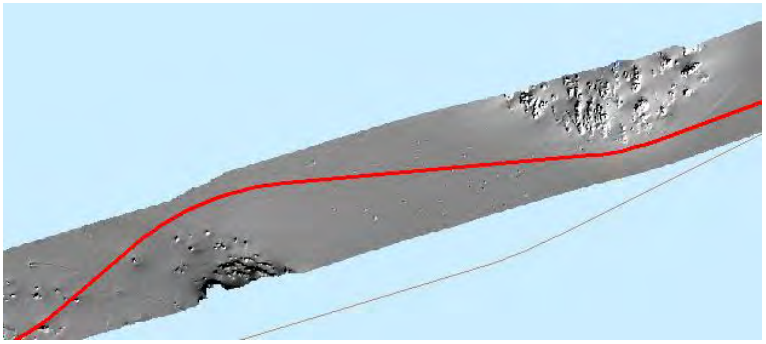
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Micro-routing del cable oeste para evitar afloramientos rocosos al norte de la ZEC Estrecho Oriental



Y se ha minimizado también al sur del LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho tal u como se muestra en la siguiente imagen.

Micro-routing del cable circuito este para evitar afloramientos rocosos al sur del LIC Monte Hacho



8.4.3 Medidas en la fase de construcción

En relación con la prevención de accidentes con cetáceos y tortugas

- Durante los tránsitos, el barco cablero y las embarcaciones auxiliares empleadas en la operativa, como el barco que realiza la protección se desplazarán a baja velocidad.
- Se mantendrá siempre una vigilancia activa para avistar cetáceos durante la navegación. En caso de que se avisten especies lentas (rorcuales u otras ballenas) en rumbo de colisión se llevará a cabo una maniobra para esquivarlos.
- Las embarcaciones auxiliares a utilizar (para el despliegue del cable, flotadores, asistencia a buzos, etc.) tendrán las hélices dotadas de protectores para evitar accidentes con la fauna.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En relación con la afección del ambiente acústico submarino y efecto sobre los cetáceos

Se aplicarán las buenas prácticas recogidas en las *Guidelines for the reduction of underwater noise from comercial Shipping to adress adverse impacts on marine life (IMO Abril 2014).*

Entre otras:

- Se planificará en tendido del cable de manera que dure el menor tiempo posible.
- Durante los tránsitos el barco irá a baja velocidad, y en todo caso siempre por debajo de la velocidad de cavitación de las hélices. Se evitarán aceleraciones bruscas.
- Tanto el casco como la maquinaria estarán correctamente mantenidos.
- No se llevarán a cabo actividades ruidosas, como por ejemplo voladuras de rocas.
- Se dimensionarán los medios a utilizar para que sean los menos ruidosos posible. Se evitará la utilización de medios sobredimensionados en peso, potencia o capacidad.
- Si es posible, se iniciarán las tareas de enterramiento del cable a baja intensidad (baja velocidad, baja presión de agua en el caso de jetting, poca potencia de la zanjadora en caso de trenching), para ir aumentando la intensidad paulatinamente. Con esto se pretende dar tiempo a los animales sensibles al ruido a abandonar la zona antes de llegar al nivel máximo de ruido.

En relación con la afección a comunidades bentónicas

Además de las comentadas técnicas seleccionadas en fase de proyecto como medidas preventivas para minimizar la afección sobre los fondos bentónicos de mayor valor (perforación horizontal dirigida y microrouting), donde técnicamente no se puedan evitar las zonas rocosas el cable se protegerá mediante técnicas alterativas al rock dumping o colchones de hormigón como por ejemplo con protecciones de hierro (iron cast shells) o de materiales plásticos.

Además, se recomienda realizar una caracterización del fondo marino de detalle (pre-laying survey) antes del tendido del cable para confirmar la cartografía bionómica de la zona, especialmente en las comunidades ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo y diseñar un micro-routing para evitar impactarlas debido a su elevado valor ecológico

En relación con la afección a la calidad de las aguas por posibles vertidos

El barco cablero y el de protección del cable cumplirán con las restricciones MARPOL por lo que refiere a prevención del vertido de sustancias oleosas (MARPOL I), vertido de sustancias

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

peligrosas (MARPOL II), vertido de aguas grises y negras (MARPOL IV) y vertido de residuos (MARPOL VI).

Además, se tendrá en cuenta que el Mediterráneo es un área especial MARPOL y por tanto sujeto a especiales medidas de prevención de vertidos por lo que refiere a los anexos MARPOL I y V: sustancias oleosas y vertido de residuos.

No se producirá ningún vertido intencionado de ninguna sustancia oleosa o peligrosa al medio durante la estancia del barco cablero en la zona del proyecto.

Las descargas de aguas grises y negras quedan prohibidas a no ser que se cumplan estos requisitos:

- Aguas residuales trituradas y desinfectadas: al menos a 3 millas náuticas de la costa más próxima.
- Aguas residuales no trituradas o desinfectadas: al menos a 12 millas náuticas de la costa más próxima.
- Las aguas residuales que se hayan almacenado en tanques de retención deberán descargarse a una tasa moderada cuando el buque esté en ruta y navegue a no menos de 4 nudos (la velocidad de descarga deberá ser aprobada por la Administración teniendo en cuenta las normas elaboradas por la Organización Marítima Internacional (IMO).
- El buque tiene en funcionamiento una planta de tratamiento aprobada que ha sido certificada por la Administración.

El barco estará en perfectas condiciones de navegabilidad y llevará a cabo todas las acciones necesarias para evitar accidentes como colisiones o varamientos.

- Vigilancia activa de la navegación, visual por radar y AIS
- Disposición de cartas náuticas actualizadas
- Estudio de la ruta y posibles peligros para la navegación
- AIS y radar conectado en todo momento e indicando buque con maniobra restringida.
- Contacto con radio con las autoridades de tráfico del Estrecho, capitanía Marítima de Algeciras y Ceuta y con los otros buques de la zona

El barco dispondrá de un plan de emergencia que incluya el vertido de grandes cantidades de hidrocarburos por accidente grave, ya sea colisión, hundimiento o incendio. Se dispondrá de los

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

medios humanos (equipos de intervención), materiales y organizativos (formación, simulacros, etc.) para que los protocolos de emergencia se apliquen correcta, segura y eficazmente.

En caso de que el incidente no pueda ser controlado por medios propios se contactará inmediatamente por radio con las autoridades para que movilicen los medios anticontaminación (barreras, absorbentes, etc.) que consideren necesarios. Se colaborará en todo momento con las autoridades facilitando de manera inmediata información veraz y relevante sobre el tipo de accidente, tipo y cantidad de productos involucrados, etc.

Se dará cumplimiento a la International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation (OPRC) por lo que refiere a comunicación en caso de accidente, medios anticontaminación y los simulacros de accidente.

En relación con la afección a la calidad de las aguas durante la excavación de la zanja

Debido la buena calidad general del agua y del sedimento en el entorno de la ZEC Estrecho Oriental y el LIC Monte Hacho, unido a la relativa poca presencia de finos en el sedimento no hace prever una disminución importante de la calidad de las aguas. Además, la distancia a hábitats sensibles, como por ejemplo el coralígeno en el LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho hacen que no se prevean efectos negativos para estos organismos.

En todo caso, si se observase excesiva turbidez en las aguas y que la pluma afecta hábitats sensibles, se instalarían pantallas anti-turbidez en aquellos tramos de la zanja en que fuese necesario.

También se evaluaría utilizar técnicas de excavación de la zanja que generen menos turbidez, por ejemplo, sustituir el *jetting* por *ploughing.*

En relación con la introducción de especies invasoras

El barco dará cumplimiento al sistema de gestión de aguas de lastre de la International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM Convention), incluyendo como mínimo las siguientes prescripciones (Estándar D1):

- Evitar o minimizar la descarga de aguas de lastre, y si es técnicamente imprescindible. hacerlo en zonas lo más alejadas de la costa para reducir la supervivencia de posibles especies invasoras.
- Estar en posesión de un plan de gestión de aguas de lastre.
- Llevar un registro de todo el intercambio de agua de lastre que se lleva a cabo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Estar en posesión del Certificado Internacional de gestión de las aguas de lastre.

Y en función del año de construcción del buque cablero también;

- Dará cumplimiento a los valores máximos de organismos presentes en el agua de lastre descargada. (Estándar D2).

8.4.4 Medidas en la fase de funcionamiento

- No se esperan impactos ni en la ZEC Estrecho Oriental ni en el LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho, por lo que no son necesarias medidas especiales de prevención y corrección de impactos más allá de las medidas asociadas a la presencia del cable y que son las habituales del sector de la pesca y navegación.

- En el caso de que fuera necesario alguna reparación de los cables se tomarán las medidas preventivas y correctoras señaladas en fase de construcción.

8.5 VALORACIÓN GLOBAL DE LA INCIDENCIA DEL PROYECTO SOBRE LOS OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN DE LOS ESPACIOS DE LA RED NATURA

En el cuadro siguiente se sintetiza la valoración de los efectos del proyecto sobre los espacios Red Natura 2000; se valora la incidencia sobre sus objetivos de conservación (hábitats y especies) así como sobre su coherencia ecológica, y se realiza una valoración global de la incidencia del proyecto sobre el espacio, considerando la efectividad de las medidas protectoras y correctoras descritas.

Síntesis de efectos del proyecto sobre los objetivos de conservación de los espacios Red Natura

Espacio	Afección	Incidencia sobre hábitats de interés	Incidencia sobre especies	Incidencia sobre coherencia ecológica	Valoración global de los efectos sobre el espacio
ZEC Estrecho Oriental	Directa	No significativa	No significativa	No significativa	No apreciable
LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho	Indirecta	No significativa	No significativa	No significativa	No apreciable

Fuente: Elaboración propia, 2021

Para realizar esta valoración se sigue parcialmente el esquema metodológico propuesto en los distintos documentos de referencia del Ministerio de Medio Ambiente ("Directrices para la elaboración de la documentación ambiental necesaria para la evaluación de impacto ambiental de proyectos con potencial afección a la Red Natura 2000", "Evaluación ambiental de proyectos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

que puedan afectar a espacios de la Red Natura. Criterios - guía para la elaboración de la documentación ambiental" "*Guía Interpretativa para la Aplicación de Medidas Compensatorias*", que pretende determinar mediante una lista de chequeo la existencia de afecciones.

La valoración se realiza a partir de las siguientes conclusiones alcanzadas:

- Las instalaciones proyectadas solo afectan directamente a la ZEC Estrecho Oriental e indirectamente al LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho.
- No se produce afección directa, dentro de los espacios RN2000 sobre los hábitats de interés comunitario objetivo de conservación de estos espacios.
- La afección sobre HIC fuera de los mismos en zonas cercanas se limita a:

    - Unos 102 m de zanja (entre 0,20 y 0,25 m de anchura) del cable oeste sobre HIC 1170 Arrecifes a unos 150 m del límite exterior norte de la ZEC Estrecho Oriental, y unos 290 m de zanja del cable este sobre este mismo HIC 1170 a unos 460 m del límite exterior norte de la ZEC Estrecho Oriental.
    - Unos 2.800 m de zanja sobre el HIC 1170 Arrecifes a una distancia del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho mínima de 800 m en el caso del cable oeste y de 1.380 m en el caso del cable este.

- No se han identificado ejemplares de especies de la flora considerados objetivo de conservación de las dos ZEC marinas en la zona afectada por el proyecto ni en su entorno inmediato.
- En relación con la afección a las especies de cetáceos y reptiles objetivos de conservación de los dos espacios RN2000 marinos no se considera significativo el riesgo de colisión o accidentes de estas especies siempre que se apliquen las medidas preventivas señaladas (Minimización de la velocidad en los tránsitos de las embarcaciones, vigilancia activa de presencia de especies para alertas de la necesidad de cambios de rumbo o reducciones de velocidades y protecciones de las hélices de las embarcaciones auxiliares).
- El proyecto no tiene entidad para afectar de forma apreciable a la integridad del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho ni de la ZEC Estrecho Oriental por alteración de las relaciones ecológicas de las que depende el buen estado de sus objetivos de conservación.
- Se descartó cualquier tipo de incidencia indirecta sobre otros espacios de la Red Natura 2000 dada la distancia existente con el proyecto y otros factores biofísicos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9 PROPUESTA DE MEDIDAS COMPENSATORIAS

Las medidas compensatorias en el marco de la evaluación de actuaciones sobre la Red Natura 2000 deben consistir en medidas específicas orientadas a los inevitables efectos asociados a dichas actuaciones cuando se considera que estas deben ser ejecutadas por razones ineludibles relacionadas con el interés público. Su objetivo debe ser asegurar la coherencia global de la Red Natura proporcionando una compensación adecuada a los efectos negativos producidos.

Para garantizar que la coherencia global de la Red Natura 2000 es preservada, las medidas compensatorias propuestas para una actuación deben contribuir a la conservación de hábitats o especies de interés comunitario y ser proporcionales a los efectos generados, facilitando las funciones ecológicas por las que el lugar afectado fue incluido en la Red Natura.

Se considera que las medidas compensatorias deben ser aplicadas en proximidad del área afectada, de cara a potenciar su éxito en la protección de la coherencia de la Red y ejecutadas con anterioridad al comienzo de la actuación que las motiva, de forma que el efecto de compensación sea máximo.

Estas medidas compensatorias pueden consistir en una o más de las siguientes:

- restauración o mejora dentro de lugares Red Natura: restauración del hábitat hasta asegurar el mantenimiento de su valor de conservación o mejora del hábitat restante en proporción a la pérdida causada;
- recreación de un hábitat fuera de un lugar Red Natura o ampliando un lugar existente, para su posterior incorporación a la Red;
- designación de un nuevo lugar para su incorporación a la Red Natura.

En el caso del proyecto analizado se concluye la ausencia de afecciones apreciables sobre los objetivos de conservación de las ZEC y ZEPA de su entorno, ya sean directas, indirectas o sinérgicas, y se considera que el proyecto no afecta a la coherencia global de la Red Natura, por lo que no está justificada la adopción de medidas compensatorias.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10 PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL EN EL MARCO DE LA RN2000

El programa de seguimiento y vigilancia de los efectos del proyecto sobre la Red Natura 2000 se enmarcará en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) del proyecto que se desarrolla en el Estudio de Impacto Ambiental (Memoria Volumen II).

Las presentes propuestas de vigilancia ambiental se plantean para abarcar tanto la fase de construcción como la fase de funcionamiento de las instalaciones con especial atención al medio marino por ser este el medio en el que, como se ha expuesto, se esperan afecciones directas e indirectas sobre los espacios RN2000.

10.1 VIGILANCIA AMBIENTAL EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN EN MEDIO TERRESTRE

Básicamente se llevarán a cabo dos tipos de controles durante la ejecución del PVA en la fase de construcción de los elementos terrestres:

- Controles sobre el estado de los elementos ambientales que puedan verse afectados por las obras.
- Controles sobre distintos aspectos de las propias obras.

Para la realización de los controles se llevarán a cabo, por parte del equipo de vigilancia y seguimiento ambiental, estudios, muestreos y análisis sobre los distintos factores del medio y aspectos a vigilar, con el fin de cuantificar las actuaciones realizadas y afecciones detectadas. Se establecerá, por tanto, un sistema de controles basado en la comparación de las situaciones anteriores y posteriores a cada intervención, de forma que sea posible conocer la evolución de cada factor del medio o proceso susceptible de verse afectado en cada momento de la fase de obras.

Para la realización de los controles se recurrirá al empleo de indicadores que podrán ser de dos tipos:

- Indicadores de realizaciones, que miden la aplicación y ejecución efectiva de las actuaciones.
- Indicadores de eficacia, que miden los resultados obtenidos con la aplicación de la actuación correspondiente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10.1.1 Controles sobre los elementos ambientales

A continuación, se listan los controles a efectuar sobre el estado de los distintos elementos ambientales que puedan verse afectados por las obras, considerando que durante la fase de obras no son esperables efectos sobre los espacios RN2000 ni sobre sus objetivos de conservación dada la lejanía de estos a los elementos proyectados.

Las fichas que desarrollan y detallan los contenidos de los controles se pueden consultar en el EIA del proyecto:

- Control de la emisión de partículas y polvo.
- Control de las emisiones de gases.
- Control de los niveles acústicos de la maquinaria.
- Seguimiento de la calidad de las aguas superficiales.
- Seguimiento de las obras de drenaje y canalización.
- Seguimiento de la calidad de las aguas subterráneas.
- Control de la alteración y compactación de suelos.
- Vigilancia de la erosión de suelos y taludes.
- Seguimiento de la estabilidad de laderas y taludes.
- Vigilancia de especies comunidades singulares y hábitats de interés comunitario.
- Vigilancia de las medidas protectoras contra incendios.
- Control de la afección a la fauna.
- Seguimiento de la reposición de servicios afectados.
- Control de la protección del patrimonio histórico, artístico, arquitectónico, etnográfico o arqueológico.
- Seguimiento de la incidencia visual de las obras.

10.1.2 Controles sobre otros aspectos de las obras

Aparte de los controles recogidos en el apartado anterior, referidos al seguimiento y vigilancia de la incidencia sobre distintos elementos del medio, se contempla un conjunto de controles adicionales de aspectos generales con incidencia potencial sobre distintos componentes ambientales. Las fichas que desarrollan los mismos están igualmente desarrolladas en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto.

- Control a los contratistas.
- Mantenimiento de maquinaria.
- Gestión de residuos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Durante el replanteo de las obras puede delimitarse la zona de obras, evitando afecciones innecesarias.
- El movimiento incontrolado de maquinaria puede dar lugar a afecciones no previstas sobre el entorno, que pueden resultar muy negativas en zonas con recursos naturales o culturales valiosos. Por ello es preciso realizar una vigilancia de este aspecto, y un seguimiento de las medidas protectoras establecidas.
- Tras la finalización de las obras, es necesario el desmantelamiento de instalaciones y la limpieza de la zona de obras, aspectos que precisan un seguimiento.

10.1.3 Emisión de informes

Los tipos de informes y su periodicidad vendrán marcados por el Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental y la Declaración de Impacto Ambiental/Autorización Ambiental Unificada. En principio, y sin perjuicio de lo expuesto en los anteriores documentos, que prevalecerá en todo caso, se pueden plantear los siguientes informes:

- **Informe paralelo al acta de replanteo**: En este informe se recogerían todos aquellos estudios, muestreos o análisis que pudieran precisarse y que deban ser previos al inicio de las obras, y, en caso de ser necesario, la ubicación de campas de trabajo o zonas de acopios temporales. Asimismo, debería incluirse aquella documentación que la Declaración de Impacto Ambiental/Autorización Ambiental Unificada pudiera exigir de forma previa al inicio de las obras, y que no se encuentre incluida en el proyecto de construcción.
- **Informes ordinarios**: Se realizarán mensualmente reflejando los resultados e incidencias registradas de las inspecciones realizadas en el periodo anterior, un resumen de las medidas aplicadas y su grado de eficacia, así como todas aquellas no conformidades (con su solución correspondiente) y mejoras que se puedan detectar. Incluirá un reportaje fotográfico que refleje el avance de la obra, así como la implementación de medidas correctoras y cualquier tipo de imprevisto surgido. Incluirá además cartografía a la escala adecuada que se estime necesaria para la correcta comprensión del informe, que refleje en cualquier caso el estado tras las obras, las medidas correctoras adoptadas y su implementación en obra, las labores de restauración y/o recuperación y en definitiva cualquier información de carácter ambiental que pueda resultar necesaria y que resulte de interés para su inclusión en el informe. Este informe actuará como control interno de la vigilancia ambiental y en su caso podrá ser remitido a la administración ambiental si ésta lo demandara. Será elaborado por el técnico de medio ambiente responsable de la obra.
- **Informes extraordinarios**: Se emitirán cuando exista alguna afección no prevista o cualquier aspecto que precise una actuación inmediata, y que, por su importancia, merezca la emisión

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

de un informe especial. Será elaborado por el técnico de medio ambiente responsable de la obra y estará referido a un único tema, no sustituyendo ningún otro informe.

- **Informe final de obra**: Se elaborará en paralelo al acta de recepción de la obra y aportará un resumen y unas conclusiones de todos los aspectos desarrollados a lo largo de la vigilancia y seguimiento ambiental de las obras. Contendrá las Especificaciones Técnicas para la operación y mantenimiento de la instalación y una propuesta de Plan de Vigilancia Ambiental para la fase de funcionamiento de las instalaciones construidas.

10.2 VIGILANCIA AMBIENTAL EN LA IMPLANTACIÓN DE CABLE MARINO PENÍNSULA-CEUTA

10.2.1 Fases del programa de vigilancia ambiental en medio marino

El PVA se desarrollará en diferentes fases:

- Preoperacional, antes de la llegada del barco cablero, para determinar las características del medio receptor justo antes del inicio de los trabajos y poder realizar las comparaciones pertinentes.
- Operacional: durante los trabajos de tendido y protección del cable, para verificar que los impactos reales se adaptan a los previstos y las medidas preventivas son adecuadas y suficientes.
- Post operacional, una vez finalizadas las actuaciones de instalación y protección, para verificar el estado en el que queda el medio y determinar si son necesarias medidas extraordinarias de restauración o compensación.

10.2.2 Controles ambientales

Los vectores ambientales a controlar durante el PVA serán, como mínimo;

- Control ambiental de la realización de zanjas sobre lecho marino

Se realizarán vídeos para el control ambiental del estado de las zanjas realizados en el fondo marino sobre el trazado definitivo del cable.

Los vídeos estarán georreferenciados indicando en todo momento al menos: su posición geográfica en coordenadas, profundidad, fecha y hora en la que se efectúa la filmación.

- 1 video del trazado en los tramos de interés previo al comienzo de las obras.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- 1 video del trazado en los tramos de interés inmediatamente posterior a la realización de los trabajos de tendido del cable.

Los videos se centrarán en las zonas con comunidades de fondos duros (arrecifes).

► Control de la calidad de las aguas

Durante el período de obras en el medio marino, se realizarán campañas oceanográficas para el control de la calidad de la columna de agua receptora, en unas estaciones prestablecidas con carácter previo al comienzo de las obras, durante la realización de las mismas y una vez terminados los trabajos de instalación de los cables submarinos. Los puntos de muestreo se elegirán y planificarán una vez que se conozca el trazado definitivo del cable en el fondo marino.

Además, se establecerá una estación de control alejada del área de influencia de las obras para poder comparar los valores obtenidos a lo largo del desarrollo de los trabajos.

Los parámetros a analizar serán como mínimo los incluidos en el EIA. Se prestará especial atención a los valores de metales en Ceuta, puesto que se observaron valores altos en la campaña de primavera de 2020 (Cu).

► Control de la calidad de los sedimentos superficiales

Para el estudio de la calidad de los sedimentos marinos se seguirá un protocolo de muestreo específico (muestreos y analíticas) pudiendo variar la tipología de las analíticas y la frecuencia de la toma de muestras, en función de los resultados obtenidos durante los controles. Dichos muestreos serán realizados, de forma previa al comienzo de las obras, durante la ejecución de las actuaciones y una vez terminados los trabajos de construcción.

► Control del macrobentos

El macrobentos es un excelente indicador de la calidad del sedimento y las aguas circundantes. Se realizarán muestreos de las comunidades bentónicas asentadas sobre el lecho marino previo al comienzo de las obras, durante la realización de las obras y una vez terminados los trabajos de construcción desde la superficie de la embarcación. En laboratorio, mediante la ayuda de una lupa binocular, se realizará un inventario biológico de especies para cada una de las muestras recolectadas y un estudio estadístico para la obtención de los diferentes parámetros descriptores de la estructura biológica de las poblaciones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Control del ruido submarino

Con el objetivo de determinar los posibles impactos que la ejecución de las obras generaría sobre las especies de cetáceos, se instalarán dos sistemas de monitorización acústica pasiva (PAMs) para la detección del ruido submarino en la zona de ejecución de operaciones.

Durante la fase de obras, se seguirá registrando el ruido submarino presente en la zona de tendido del cable. Debido a que las actividades generadoras de ruido estarán asociadas al tendido y protección del cable (cutting), la atención se centrará en capturar el ruido de tales actividades y en la detección de las especies que pueden estar presentes cerca del punto de generación de ruido, aunque no se descarta la detección de otras especies pelágicas.

Para la valoración del ruido submarino en la zona de ejecución del proyecto, propuesta como AMP, y la valoración de los efectos reales que las obras podrían haber generado sobre los cetáceos, se analizarán y compararán los datos obtenidos durante la ejecución de las obras con los datos resultantes de la adquisición realizada durante los estudios previos.

10.2.3 Emisión de informes y modo de seguimiento de las actuaciones

Con anterioridad al inicio de las obras, se elaborarán y redactarán una serie de informes tales como:

- Redacción del PVA definitivo, que contendrá la verificación de los impactos en relación al Proyecto Constructivo, incorporando a su vez, las recomendaciones derivadas de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).
- Informe de descripción preoperacional o “estado cero” de la zona de estudio, a partir del cual se establecerá la propuesta de valores de referencia para el seguimiento temporal de los impactos ambientales que surjan durante la fase de obras.
- Redacción de Protocolos.

Durante la fase de construcción se redactarán informes completos sobre la evolución de las medidas preventivas y correctoras. Además, en ellos, se recogerá cualquier tipo de incidencia que se haya detectado durante las visitas o inspecciones.

A partir de todos los datos y observaciones obtenidos durante los controles se elaborarán informes de periodicidad determinada con la finalidad de tener un compendio informativo a disposición de la Administración. Los informes que se generarán durante la fase de obras hacen

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

referencia a distintos tipos de documentos, tales como los Partes diarios o semanales, Informes mensuales, Informes de No Conformidad, etc.

Al finalizar la asistencia, y justo antes del comienzo de la fase de funcionamiento se elaborará un informe final con el resumen de todas las operaciones realizadas y conclusiones del PVA en la fase de obra. El informe final contendrá principalmente, los siguientes aspectos:

- Recopilación de toda la información y datos generados durante el control de todos los vectores ambientales.
- Análisis y comprobación del grado de ajuste entre los impactos reales producidos y los impactos previstos en el EIA.
- Valoración de los efectos ambientales de la obra y análisis de las principales desviaciones detectadas, teniendo en cuenta la perturbación introducida en las variables ambientales características de la zona de estudio.
- Descripción de las especificaciones técnicas para la operación y mantenimiento de las instalaciones.
- Propuesta del Programa de Vigilancia Ambiental a largo plazo definitivo, durante la fase de explotación de las infraestructuras.

Durante la fase de operación y mantenimiento, se redactará un informe tras el primer año en funcionamiento, en el que se recogerán las revisiones y la eficacia de las medidas correctoras llevadas a cabo. La periodicidad de los informes a emitir durante la fase de operación será determinada en función del análisis y resultados obtenidos para la fase de construcción.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

11 RESUMEN DE CONCLUSIONES

Se ha llevado a cabo un análisis de las afecciones a la Red Natura 2000 del proyecto de la Interconexión Eléctrica Península-Ceuta. Se han analizado los efectos directos, indirectos, sinérgicos, y sobre la funcionalidad y conectividad ecológica de los espacios atravesados por los elementos del proyecto (ZEC Estrecho Oriental) y también sobre aquellos próximos que pudieran verse afectados indirectamente: LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho. Inicialmente se consideró y descartó posibles afecciones a otros espacios más alejados y/o no ser previsibles efectos sobre la avifauna en el caso de las ZEPAS como la ZEC y ZEPA Los Alcornocales, el LIC y ZEPA Calamocarro – Benzú, la ZEPA Acantilados del Monte Hacho o la ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar.

El análisis se ha realizado de forma diferenciada para estos espacios Red Natura afectados, en lo que se refiere a las afecciones indirectas, sinérgicas y sobre la funcionalidad ecológica, y de forma general para la Red Natura en lo que se refiere a las afecciones sobre su coherencia. Las conclusiones del estudio se resumen en los siguientes puntos:

- El proyecto no afectará de manera apreciable a la Red Natura 2000: en ningún caso se prevén afecciones significativas, ya sean directas, indirectas o sinérgicas con otras amenazas identificadas ni con instalaciones existentes o programadas, sobre los objetivos de conservación (hábitats y especies) de las ZEC y ZEPA, como tampoco sobre la funcionalidad ecológica de los mismos, o el reforzamiento de las principales amenazas a la conservación de estos espacios identificadas por sus planes de gestión y formularios normalizados RN2000.
- No se reconoce capacidad al proyecto para, por sí mismo o en combinación con otras instalaciones existentes o actuaciones que supongan un cambio de usos del suelo o alteraciones de los fondos marinos, disminuir de forma apreciable la conectividad ecológica entre los espacios protegidos existentes en su entorno, ni entre estos y espacios forestales externos a los mismos y, por lo tanto, de afectar a la coherencia ecológica de la Red Natura 2000.
- No se considera necesario adoptar medidas compensatorias de los posibles efectos del proyecto sobre la Red Natura, que en todos los casos se valoran como no significativos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO VI. AFECCIONES Y OCUPACIONES EN EL DPMT Y SP

ZONAS AFECTADAS EN EL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE

La interconexión submarina entre la Península y Ceuta afecta a los siguientes bienes de dominio público marítimo-terrestre:

- Zona marítimo-terrestre.
- Mar territorial.

ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE

La zona marítimo-terrestre viene definida por el espacio comprendido entre la línea de agua y la línea del deslinde del dominio público marítimo-terrestre.

En el Documento Nº 2 – Planos se adjunta el plano J0832-L0549L011 en el que se indica detalladamente la zona de ocupación permanente y temporal de la zona marítimo-terrestre.

La superficie ocupada dentro de la zona marítimo-terrestre será:

Ocupación permanente: 188,73 m²

En el trayecto subterráneo la zona de ocupación permanente viene definida por una franja de 2. m anchura total más lo correspondiente a una cámara de empalme y arqueta de telecomunicación.

En las perforaciones dirigidas la zona de ocupación permanente corresponde con una franja equivalente a 1 m (por ser el ancho del cable inferior a 1 m).

La superficie de ocupación permanente en Ceuta será de 92,62 m² para el circuito 1 y 96,11 m² para el circuito 2.

Ocupación temporal: 2.550,4 m²

Para poder ejecutar los trabajos de instalación de los cables se necesita ocupar de manera temporal en el extremo de Ceuta la zona marítimo-terrestre para la disposición de equipos y materiales. Esta superficie ocupada tendrá un total de 2.550,4 m².

MAR TERRITORIAL

El mar territorial se delimita desde la línea de aguas de uno de los extremos a la línea de aguas del otro extremo.

En el Documento 2 – Planos se adjunta el plano J0832-L0549L012 en el que se puede ver la ocupación en esta zona.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Puesto que todo el trazado de cada uno de los dos circuitos se encuentra siempre dentro de aguas territoriales españolas, se reparte al 50% sobre el DPMT a presentar en Cádiz y a presentar en Ceuta la ocupación de estos dos circuitos.

La superficie de ocupación permanente en esta zona es la que se corresponde con 1 me de ancho a lo largo de la traza de cada circuito.

La ocupación permanente de las PHDs en Ceuta será de 458,59 m^2 en el circuito 1 y de 455,37 m^2 en el circuito 2. A continuación ambos circuitos discurrirán tendidos y enterrados en el fondo marino hasta la Península, ocupando 56.603,79 m^2 el circuito 1 y 54.646,91 m^2 el circuito 2, estando en todo momento dentro de aguas territoriales españolas.

La ocupación referida se limita a la mera ocupación del lecho marino y no supone una ocupación en exclusiva ni excluyente respecto al uso de la superficie.

La ocupación permanente del circuito 1 submarino en Ceuta será de 28.301,895 m^2, y la del circuito 2 será de 27323,365 m^2.

En el plano J-0382-L0549L012 se puede ver una tabla resumen según la imagen siguiente:

AFECCIONES MAR TERRITORIAL	
OCUPACIÓN PERMANENTE PHD ZONA PENÍNSULA CIRCUITO 1	841m²
OCUPACIÓN PERMANENTE PHD ZONA PENÍNSULA CIRCUITO 2	841m²
OCUPACIÓN PERMANENTE CABLE SUBMARINO CIRCUITO 1 PENÍNSULA	28301.895m²
OCUPACIÓN PERMANENTE CABLE SUBMARINO CIRCUITO 1 CEUTA	28301.895m²
OCUPACIÓN PERMANENTE CABLE SUBMARINO CIRCUITO 2 PENÍNSULA	27323.365m²
OCUPACIÓN PERMANENTE CABLE SUBMARINO CIRCUITO 2 CEUTA	27323.365m²
OCUPACIÓN PERMANENTE PHD ZONA CEUTA CIRCUITO 1	458.59m²
OCUPACIÓN PERMANENTE PHD ZONA CEUTA CIRCUITO 2	455.37m²

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

OCUPACIÓN DE LA ZONA DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN

La zona de servidumbre de protección viene definida por el espacio comprendido entre la línea de deslinde del dominio público marítimo-terrestre y la línea límite de la servidumbre de protección.

En el Documento Nº2 – Planos se adjunta el plano J-0382-L0549L014 en el que se representa el trazado de la línea y los límites antes indicados.

La superficie ocupada dentro de la zona de servidumbre de protección será:

Ocupación permanente: 1621,46 m²
En el trayecto desde la línea de límite de la servidumbre de protección (SP) hasta la línea de deslinde del DPMT la zona de ocupación permanente por circuito viene definida por una franja de 0.7 m de anchura total en el caso de zanja, por una franja de 0.8 m de anchura total en el caso de perforación dirigida, además de la debida a las cámaras de empalme de transición de cable submarino a subterráneo y las de telecomunicaciones en ambos lados.

La superficie de ocupación permanente en Ceuta será de 1621,46 m².

Ocupación temporal: 4747,67 m²

Donde es necesario para la ejecución de la instalación se reserva más terreno como zona de ocupación temporal. En Ceuta viene definida como una franja que se sitúa a continuación de la ocupación permanente con una anchura de 3 metros a cada lado más lo correspondiente a las ocupaciones temporales para ejecutar la perforación dirigida y las cámaras de empalme para la transición del cable marino al terrestre.

La superficie de ocupación permanente en Ceuta será de 4747,67 m2.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO VII. ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

"INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA – CEUTA"

NUEVA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 132 kV, AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 220 kV, CONEXIÓN SOTERRADA 220 kV ENTRE AMBAS, LÍNEA DE INTERCONEXIÓN SUBTERRÁNEO-SUBMARINA A 132 kV, DOBLE CIRCUITO, ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA Y NUEVA SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV

INFORMES ANEXOS

ANEXO 1.2 ESTUDIO DE CLIMA MARÍTIMO DE LA CAMPAÑA MARINA DE AGUAS SOMERAS

Marzo de 2022

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTUDIO DE CLIMA MARÍTIMO PARA EL EIA DEL PROYECTO DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SUBMARINA PENÍNSULA – CEUTA

(octubre, 2019)

Departamento de Física Aplicada

Dr Juan José Muñoz Pérez

Catedrático de Universidad

Dr. Miguel Bruno Mejías

Catedrático de Universidad

Instituto Universitario de Investigación Marina, INMAR

Universidad de Cádiz

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

0. Indice.

1. Introducción.

2. Metodología.

3. Caracterización general del ámbito preliminar.

4. Caracterización del Oleaje.

5. Régimen de oscilaciones del nivel del mar.

6. Modelo de propagación de corrientes

.

7. Sistema de corrientes derivadas de la acción de la marea y del oleaje.

8. Dinámica litoral y patrones del transporte sedimentario.

9. Profundidad de cierre

10. Estimación de la operatividad según el régimen medio del oleaje en las zonas de aterraje y en mar profundo.

11. Estudio del perfil de erosión para un tramo intermedio característico de cada frente de costa

12. Conclusiones sobre el posible Impacto Ambiental

APÉNDICES.

APENDICE 1: GRÁFICAS DE SALIDA DE ALCANCES DE LAS OSCILACIONES DEL NIVEL DEL MAR SEGÚN EL MODELO IOLE.

APENDICE 2: PROPAGACIONES OBTENIDAS DE LOS TRAMOS DE ATERRAJE PROPUESTOS.

APENDICE 3: TABLA AUXILIAR DE RESULTADOS PARA OBTENCIÓN DE VALORES DE VELOCIDAD DE CORRIENTES.

APÉNDICE 4: RÉGIMEN DE CORRIENTES Y NIVELES DEL MAR DEBIDOS A MAREA ASTRONÓMICA Y FORZAMIENTO ATMOSFÉRICO.

APENDICE 5: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA TRIMESTRAL SOBRE CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE MEDIO EN LOS DIFERENTES PUNTOS SIMAR ESTUDIADOS EN LAS ZONAS DE ATERRAJE Y EN ALTA MAR.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1. Introducción

Red Eléctrica Española (REE) y el Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR) han firmado un acuerdo de colaboración para el estudio de impacto ambiental del futuro cable de Interconexión Eléctrica Submarina entre la Península y Ceuta.

Dentro de este acuerdo de colaboración, el CEIMAR ha encargado al Grupo de Investigación de Ingeniería Costera de la Universidad de Cádiz (UCA) los estudios correspondientes al Clima Marítimo de un modo general en una primera fase de inventario preliminar que ayude en un análisis de alternativas. Para ello, se ha proporcionado por parte de REE una propuesta inicial de alternativas de canal para el cable (Fig. 1.1). Éste es el objetivo del trabajo aquí presentado.

Posteriormente, una vez decidido el trazado final del cable, se procederá a un estudio mucho más específico con la identificación de posibles impactos significativos y propuesta de medidas preventivas, correctoras y compensatorias en su caso.

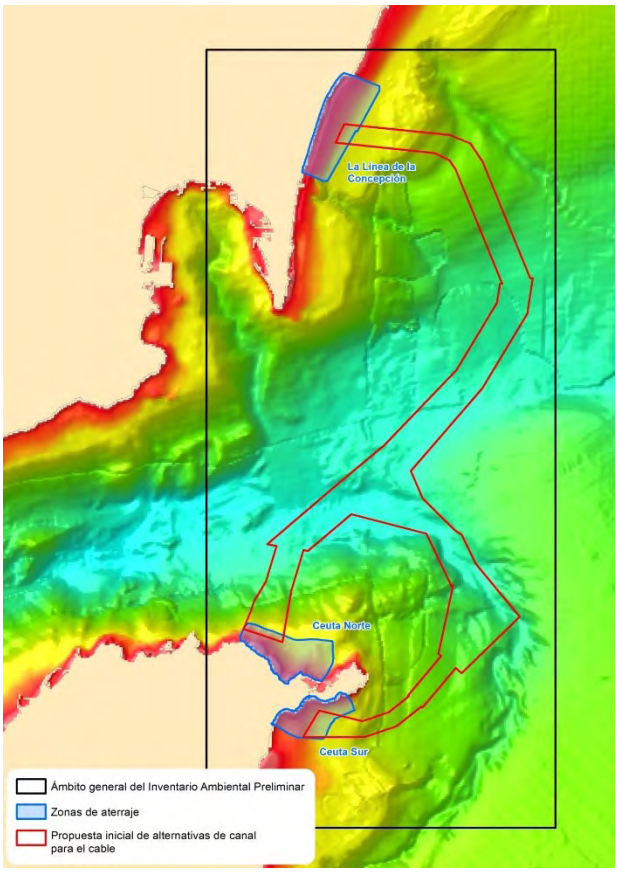


Fig 1.1 Propuesta inicial de REE de alternativas para el cruce del cable eléctrico por el Estrecho. Incluye las posibles zonas de aterraje

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2. Metodología

La metodología aplicada en este estudio es la propuesta de manera general para cualquier diseño de obras marítimas en la ***"ROM 0.0-01. Procedimiento General y Bases de Cálculo Criterios generales de proyecto de obras marítimas y portuarias"***. En ella se establece, a partir de una serie de índices y según la tipología de la obra, el periodo final de retorno de estudio del oleaje de diseño para la infraestructura, y el periodo de vida útil de la misma.

Para determinar ese periodo de retorno del oleaje en relación con su incidencia y afección a las obras se estiman primero el Índice de Repercusión Económica (IRE) y el Índice de Repercusión Social y Ambiental (ISA), a partir de los cuales queda definida la probabilidad de fallo y el método de cálculo a emplear.

2.1 Determinación del IRE

En el primer caso, se debe concretar el valor de C_{RD} o Coste de Inversión de las obras de reconstrucción, pudiendo estimarse de forma simplificada, que es igual a la inversión inicial debidamente actualizada.

En segundo lugar, se valora la repercusión por inutilización C_{RI} comparada con el coste de referencia, C_0 (estimándose ésta en una obra de alto coste)

- Valor de A, ámbito del sistema productivo

  Regional (2)

  Nacional/Internacional (5)

  Se estima en esta actuación ámbito nacional = 5.

- Valor de B, importancia estratégica

  Irrelevante (0)

  Relevante (2)

  Esencial (5)

  Se estima en esta actuación importancia relevante = 2.

- Valor de C, importancia en el sistema económico

  Irrelevante (0)

  Relevante (1)

  Esencial (5)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se estima en esta actuación importancia esencial = 5.

⇨ Producto de C_{RI} = C * (A + B) = 5*(5+2) = 35.

Valor total del IRE: $C_{R0} + C_{RI}/C_0$.

IRE menor o igual a 5, repercusión económica baja

5 < IRE < o igual a 20, repercusión económica media

IRE > 20, repercusión económica alta

No se tienen datos de cantidades económicas del coste de las obras (C_{RO}) y de su repercusión económica por no ejecutarla (C_0), pero en cualquier caso, el coeficiente C_{RI} = 35, y por la naturaleza e importancia de las obras se puede dar por válido que el IRE será mayor de 20, es decir, una repercusión económica alta.

Por este motivo, empleando la tabla 2.1, página 56 de la ROM 0.0, obtenemos una Vida útil mínima n de 50 años como mínimo, estableciéndose este valor como válido.

IRE	≤ 5	6 - 20	> 20
Vida útil en años	15	25	50

Fig. 2.1. Vida útil en años según valor del IRE (ROM 0.0-01).

2.2 Determinación del ISA

Se define este como la suma a su vez de tres parámetros:

$$ISA = ISA_1 + ISA_2 + ISA_3$$

- Valor de ISA_1, Posibilidad de pérdida de vidas humanas

  Remoto (0)

  Bajo (3)

  Alto (10)

  Catastrófico (20)

  Se estima remoto = 0.

- Valor de ISA_2, Daños en medio ambiente y patrimonio artístico, reversibles o irreversibles

  Remoto (0)

  Bajo (2)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Medio (5)

Alto (8)

Muy alto (15)

Se estima Bajo = 2.

- Valor de ISA_3, Alarma social

  Bajo (0)

  Medio (5)

  Alto (10)

  Máxima (15)

  Se estima Bajo = 0.

El valor total del ISA permite definir obras sin repercusión ambiental (inferior a 5); con repercusión baja (inferior a 20); alta (inferior a 30) y muy alta (> 30)

En este caso, es improbable que se produzcan daños a personas, $ISA_1 = 0$; la posibilidad de producción de daños se considera baja, $ISA_2 = 2$; y, finalmente, no hay indicios que se produzca alarma social, $ISA_3 = 0$, por lo que, el ISA alcanza un valor de 2, obra sin repercusión social y ambiental significativa.

Por este motivo, empleando la tabla 2.2 Máxima Probabilidad conjunta en la fase de servicio en estados límites últimos, para un ISA inferior a 5, la probabilidad de fallo obtenida es 0,20.

ISA	< 5	5 -19	20 -29	≥ 30
$p_{f_{ELU}}$	0.20	0.10	0.01	0.0001
β_{ELU}	0.84	1.28	2.32	3.71

Fig 2.2. Máxima Probabilidad conjunta según valor del ISA (ROM 0.0-01).

2.3 Estimación del periodo de retorno del oleaje en función del IRE (vida útil de la obra) y del ISA (probabilidad de fallo).

Para Obra definitiva y vida útil mínima superior a 10 años, se emplea el análisis de riesgo de Leo Borgmann.

$$E = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^n$$

E Grado de riesgo de la estructura = 0,2.

n Vida útil mínima = 50 años.

T_r Período de retorno del temporal de cálculo, años.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En este caso, despejando T_r, se obtendría un valor para el mismo de 225 años. Es decir, se adopta para cualquier tipo de cálculo de oleajes de temporal un periodo de retorno de 225 años, con una probabilidad de fallo para estructuras o infraestructuras de cualquier naturaleza de 0,20 en su cálculo, con un periodo de vida útil de 50 años como mínimo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3. Caracterización general del ámbito preliminar

Se definen en este apartado de manera general los tramos de playas de las zonas de aterraje de la infraestructura, siendo tres zonas diferenciadas (Fig. 3.1.):

1) Zona de aterraje en la Península: Entorno de la playa de El Burgo – La Hacienda:
   a. T.M. Municipal: San Roque (Cádiz),
   b. Longitud: Unos 2.500 m (aprox).
   c. Unidad fisiográfica a la que pertenece: Entre la Punta de Alcaidesa al norte y el puerto de La Atunara al sur.

2) Zona de aterraje en Ceuta norte: Entorno de la playa Benítez– Punta Blanca
   a. T.M. Municipal: Ceuta
   b. Longitud: Unos 5.000 m (aprox).
   c. Unidad fisiográfica a la que pertenece: Sistema semicerrado de sucesión de pequeñas calas.

3) Zona de aterraje en Ceuta sur: Entorno de la playa de desde El Tarajal a El Chorrillo
   a. T.M. Municipal: Ceuta
   b. Longitud: Unos 2.500 m (aprox).
   c. Unidad fisiográfica a la que pertenece: Sistema semicerrado de sucesión de pequeñas playas.

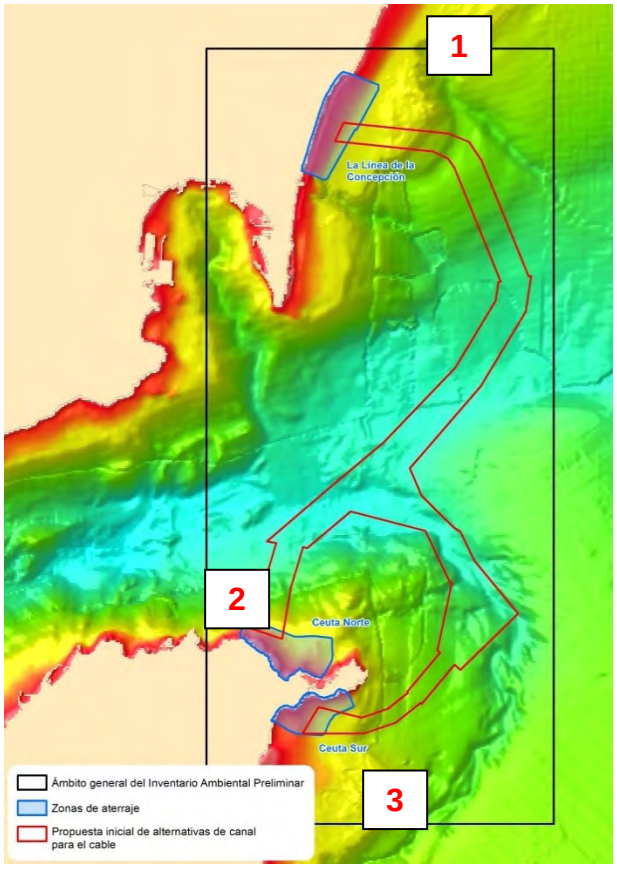


Fig 3.1 Zonas de aterraje según la propuesta inicial de REE de alternativas para el cruce del cable eléctrico por el Estrecho.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La descripción de las playas afectadas por la actuación según el Catálogo de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar es la siguiente:

3.1 Playa de El Burgo – La Hacienda:

Nombre de playa:	**El Burgo / Torrenueva**
Municipio:	La Línea de la Concepción
Provincia:	Cádiz
Comunidad Autónoma:	Andalucía
Longitud:	1.250 metros
Anchura:	120 metros / Mucha variación
Grado ocupación:	Alto
Grado urbanización:	Semiurbana
Paseo marítimo:	No
Fachada litoral:	Dunas

Descripción:

Esta playa se caracteriza por su gran dimensión y arena gris, siendo una zona tranquila.

2. Tipo de playa

Composición:	Arena
Tipo arena:	Oscura
Condiciones baño:	Oleaje moderado
Zona fondeo:	Sí
Nudismo:	No

3. Aspectos físicos y ambientales

Vegetación:	Sí / en la playa
Espacio protegido:	No
Actuaciones:	-
Bandera azul:	No

4. Hospital más cercano

Nombre hospital:	Hospital de la Línea
Dirección:	Avda. Menéndez Pelayo, 103 (La Línea de la Concepción)
Teléfono:	956026500
Distancia aproximada a playa:	40 km.

5. Accesos

Forma de acceso:	Coche
Señalización de los accesos:	Sí
Acceso discapacitados:	Sí
Coordenadas:	36º 11' 45,438'' N 05º 19' 49,849'' W
Coordenadas UTM:	X: 290.461,00 Y: 4.008.194,00 H:30

Fig 3.2. Fotografía aérea Playa del Burgo (fuente: página web de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Nombre de playa:	**La Hacienda / Santa Clara**
Municipio:	San Roque
Provincia:	Cádiz
Comunidad Autónoma:	Andalucía
Longitud:	1.400 metros
Anchura:	90 metros / Mucha variación
Grado ocupación:	Alto
Grado urbanización:	Semiurbana
Paseo marítimo:	No
Fachada litoral:	Dunas

Descripción:

Playa de gran extensión y arena gris carente de servicios. Únicamente tiene como característica destacable la gran tranquilidad que reina en la zona.

---

2. Tipo de playa

Composición:	Arena
Tipo arena:	Oscura
Condiciones baño:	Oleaje moderado
Zona fondeo:	Sí
Nudismo:	No

3. Aspectos físicos y ambientales

Vegetación:	Sí / en la playa
Espacio protegido:	No
Actuaciones:	-
Bandera azul:	No

4. Hospital más cercano

Nombre hospital:	Hospital de la Línea
Dirección:	Avda. Menéndez Pelayo, 103 (La Línea de la Concepción)
Teléfono:	956026500
Distancia aproximada a playa:	42 km.

5. Accesos

Forma de acceso:	Coche
Señalización de los accesos:	No
Acceso discapacitados:	No
Coordenadas:	36º 13' 21,711'' N 05º 19' 14,982'' W
Coordenadas UTM:	X: 291.404,00 Y: 4.011.136,00 H:30

Fig 3.3. Fotografía aérea playa de La Hacienda (fuente: página web de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.2 Playas de Ceuta Norte: Playa Benítez, Calamocarro y Punta Blanca:

Nombre de playa:	Benítez (primer tramo)
Municipio:	Ceuta
Provincia:	Ceuta
Comunidad Autónoma:	Ceuta
Longitud:	700 metros
Anchura:	25 metros / Poca variación
Grado ocupación:	Alto
Grado urbanización:	Urbana
Paseo marítimo:	Sí
Fachada litoral:	Urbana

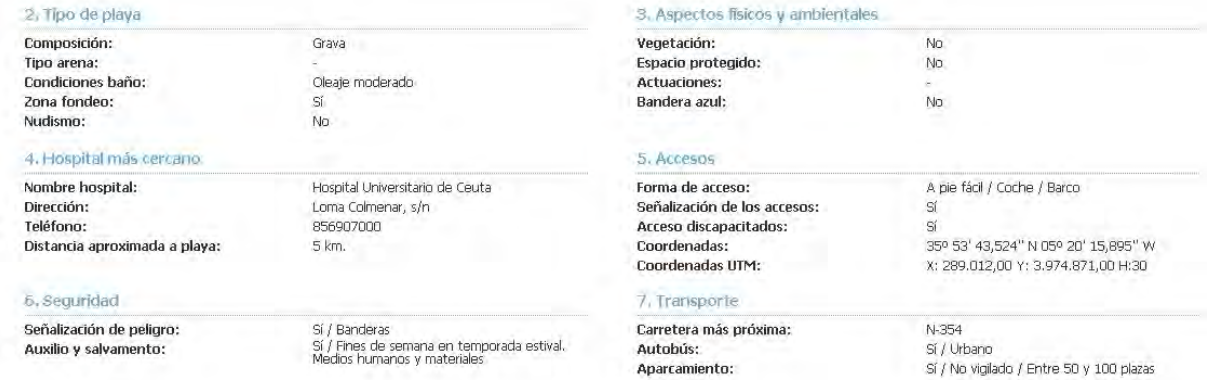
Descripción:

Es la playa más concurrida de la bahía Norte y está adosada al muelle de Poniente.

Nombre de playa:	Benítez (segundo tramo)
Municipio:	Ceuta
Provincia:	Ceuta
Comunidad Autónoma:	Ceuta
Longitud:	300 metros
Anchura:	25 metros / Poca variación
Grado ocupación:	Alto
Grado urbanización:	Semiurbana
Paseo marítimo:	No
Fachada litoral:	Semiurbana

Descripción:

Es la playa más concurrida de la bahía Norte y está adosada al muelle de Poniente.



2. Tipo de playa

Composición:	Grava
Tipo arena:	-
Condiciones baño:	Oleaje moderado
Zona fondeo:	Sí
Nudismo:	No

3. Aspectos físicos y ambientales

Vegetación:	No
Espacio protegido:	No
Actuaciones:	-
Bandera azul:	No

4. Hospital más cercano

Nombre hospital:	Hospital Universitario de Ceuta
Dirección:	Loma Colmenar, s/n
Teléfono:	856907000
Distancia aproximada a playa:	5 km.

5. Accesos

Forma de acceso:	A pie fácil / Coche / Barco
Señalización de los accesos:	Sí
Acceso discapacitados:	Sí
Coordenadas:	35º 53' 43,524" N 05º 20' 15,895" W
Coordenadas UTM:	X: 289.012,00 Y: 3.974.871,00 H:30

6. Seguridad

Señalización de peligro:	Sí / Banderas
Auxilio y salvamento:	Sí / Fines de semana en temporada estival. Medios humanos y materiales

7. Transporte

Carretera más próxima:	N-354
Autobús:	Sí / Urbano
Aparcamiento:	Sí / No vigilado / Entre 50 y 100 plazas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Fig 3.4. Fotografía sobre el terreno playa Benítez (fuente: página web de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica).

Fig 3.5. Fotografía aérea playa Benístez (fuente: página web de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Nombre de playa:	**Calamocarro**
Municipio:	Ceuta
Provincia:	Ceuta
Comunidad Autónoma:	Ceuta
Longitud:	650 metros
Anchura:	15 metros / Poca variación
Grado ocupación:	Medio
Grado urbanización:	Semiurbana
Paseo marítimo:	No
Fachada litoral:	Montaña

Descripción:

Playa situada fuera del casco urbano de Ceuta. Está circunvalada por montes de pinos y disfruta de aguas muy azules, transparentes y frías.

2. Tipo de playa

Composición:	Bolos / Grava
Tipo arena:	-
Condiciones baño:	Oleaje moderado
Zona fondeo:	No
Nudismo:	No

3. Aspectos físicos y ambientales

Vegetación:	No
Espacio protegido:	No
Actuaciones:	-
Bandera azul:	No

4. Hospital más cercano

Nombre hospital:	Hospital Universitario de Ceuta
Dirección:	Loma Colmenar, s/n
Teléfono:	856907000
Distancia aproximada a playa:	9 km.

5. Accesos

Forma de acceso:	A pie fácil / Coche
Señalización de los accesos:	No
Acceso discapacitados:	No
Coordenadas:	35º 54' 41,089'' N 05º 21' 23,963'' W
Coordenadas UTM:	X: 287.349,00 Y: 3.976.687,00 H:30

Fig 3.6. Fotografía sobre el terreno playa de Calamocarro (fuente: página web de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Nombre de playa:	**Punta Blanca**
Municipio:	Ceuta
Provincia:	Ceuta
Comunidad Autónoma:	Ceuta
Longitud:	200 metros
Anchura:	25 metros / Poca variación
Grado ocupación:	Alto
Grado urbanización:	Semiurbana
Paseo marítimo:	No
Fachada litoral:	Montaña

Descripción:

Situada fuera del casco urbano de Ceuta, la carretera del norte que bordea el monte cubierto de pinos conduce a esta playa que ofrece una panorámica que aglutina las costas de dos continentes.

2. Tipo de playa

Composición:	Arena / Grava
Tipo arena:	Oscura
Condiciones baño:	Oleaje moderado
Zona fondeo:	No
Nudismo:	No

3. Aspectos físicos y ambientales

Vegetación:	Sí / detrás de la playa
Espacio protegido:	No
Actuaciones:	-
Bandera azul:	No

4. Hospital más cercano

Nombre hospital:	Hospital Universitario de Ceuta
Dirección:	Loma Colmenar, s/n
Teléfono:	856907000
Distancia aproximada a playa:	10 km.

5. Accesos

Forma de acceso:	A pie fácil / Coche
Señalización de los accesos:	No
Acceso discapacitados:	No
Coordenadas:	35º 54' 54,832'' N 05º 21' 47,866'' W
Coordenadas UTM:	X: 286.764,00 Y: 3.977.123,00 H:30

Fig 3.7. Fotografía sobre el terreno playa de Punta Blanca (fuente: página web de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Fig 3.8. Fotografía aérea playa de Punta Blanca (fuente: página web de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica).

Fig 3.9. Fotografía aérea playa de Punta Blanca (fuente: página web de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.3 Playas Ceuta Sur: desde El Taraja a El Chorrillo (de sur a norte):

Nombre de playa:	**El Tarajal**
Municipio:	Ceuta
Provincia:	Ceuta
Comunidad Autónoma:	Ceuta
Longitud:	150 metros
Anchura:	30 metros / Poca variación
Grado ocupación:	Bajo
Grado urbanización:	Urbana
Paseo marítimo:	No
Fachada litoral:	Urbana

Descripción:

Playa colindante con la aduana de su mismo nombre, que separa España de Marruecos.

2. Tipo de playa

Composición:	Arena / Grava
Tipo arena:	Oscura
Condiciones baño:	Oleaje moderado
Zona fondeo:	No
Nudismo:	No

3. Aspectos físicos y ambientales

Vegetación:	No
Espacio protegido:	No
Actuaciones:	-
Bandera azul:	No

4. Hospital más cercano

Nombre hospital:	Hospital Universitario de Ceuta
Dirección:	Loma Colmenar, s/n
Teléfono:	856907000
Distancia aproximada a playa:	0,5 km.

5. Accesos

Forma de acceso:	A pie fácil / Coche
Señalización de los accesos:	Sí
Acceso discapacitados:	No
Coordenadas:	35º 52' 17,840'' N 05º 20' 36,779'' W
Coordenadas UTM:	X: 288.425,00 Y: 3.972.243,00 H:30

Fig 3.10. Fotografía sobre el terreno playa El Tarajal (fuente: página web de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Nombre de playa:	El Chorrillo
Municipio:	Ceuta
Provincia:	Ceuta
Comunidad Autónoma:	Ceuta
Longitud:	850 metros
Anchura:	30 metros / Media variación
Grado ocupación:	Alto
Grado urbanización:	Urbana
Paseo marítimo:	Sí
Fachada litoral:	Urbana

Descripción:

Se extiende dividida por escolleras en la vertiente meridional de la ciudad y linda con la zona monumental, con el foso y una de sus murallas. Cerca de la misma se pueden encontrar los célebres bonitos y "volaores" de Ceuta.

2. Tipo de playa

Composición:	Arena
Tipo arena:	Dorada
Condiciones baño:	Aguas tranquilas
Zona fondeo:	Sí
Nudismo:	No

3. Aspectos físicos y ambientales

Vegetación:	No
Espacio protegido:	No
Actuaciones:	-
Bandera azul:	Sí

4. Hospital más cercano

Nombre hospital:	Hospital Universitario de Ceuta
Dirección:	Loma Colmenar, s/n
Teléfono:	856907000
Distancia aproximada a playa:	3,1 km.

5. Accesos

Forma de acceso:	A pie fácil / Coche / Barco
Señalización de los accesos:	Sí
Acceso discapacitados:	Sí
Coordenadas:	35º 53' 06,103'' N 05º 19' 21,083'' W
Coordenadas UTM:	X: 290.357,00 Y: 3.973.685,00 H:30

6. Seguridad

Señalización de peligro:	Sí / Banderas
Auxilio y salvamento:	Sí / Temporada estival. Medios humanos y materiales

7. Transporte

Carretera más próxima:	N-352
Autobús:	Sí / Urbano
Aparcamiento:	Sí / No vigilado / Más de 100 plazas

Fig 3.11. Fotografía sobre el terreno de la playa El Chorrillo (fuente: página web de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Fig 3.12. Fotografía aérea de un tramo de la playa El Chorrillo (fuente: página web de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4. Caracterización del régimen de oleaje

Para caracterizar el oleaje, relacionado y asociado al emplazamiento de las obras en los puntos de contacto con la costa, hay que analizar en primer lugar las fuentes de obtención de datos.

Las tres principales fuentes de consulta de datos tenidas en cuenta en este estudio son:

1. Datos de oleajes históricos obtenidos, chequeados y analizados para su uso de la página web de Puertos del Estado (http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx).
   Las boyas consultables son básicamente:

   - Red de Boyas Costeras de Puertos del Estado (antigua red REMRO). Se puede consultar la naturaleza de estas boyas en el apéndice 3.
   - Puntos SIMAR, con datos obtenidos a partir de modelos numéricos basados en series temporales de viento y oleaje desde 1958, perfectamente válidos para caracterizar la naturaleza del oleaje en el entorno de su ubicación (incluye los puntos WANA).
   - Red de Boyas Exteriores. El conjunto de datos REDEXT está formado por las medidas procedentes de la Red de Boyas de Aguas Profundas (Red Exterior). Esta red unifica, amplia y actualiza las antiguas redes RAYO y EMOD

2. Datos de oleaje contenidos en el módulo ODIN del programa informático Sistema de Modelado Costero (SMC) del GIOC, que utiliza una base de datos formada por visualizaciones realizadas desde 1970 hasta 1994 a lo largo de la costa española, y que permite focalizar los datos para un punto y una profundidad objetivo determinada.
3. Datos obtenidos de la ROM 03-91, en donde define diferentes cuadros descriptivos de regímenes medios y extremales del oleaje en diferentes áreas del litoral español en función de diversos criterios, si bien no están actualizados estos datos desde el año de su publicación en 1992.

4.1. Régimen Medio del Oleaje:

Se entiende por régimen medio la probabilidad de que un determinado valor de algún parámetro de estado de mar no sea superado en la serie temporal media del lugar donde se está llevando a cabo el estudio. De manera más simple, se puede definir un régimen medio de una serie temporal al conjunto de estados de oleaje que más probablemente nos podemos encontrar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El objetivo principal de este análisis es reproducir las condiciones más frecuentes o reinantes del oleaje en el año climático medio, para lo cual se ajustan los datos de H_s (altura de ola significante) y T_p (periodo de pico) a una serie de funciones de distribución a fin de encontrar la que mejor represente su comportamiento.

Se analiza el Régimen Medio del Oleaje en los diferentes emplazamientos cercanos a la costa antes detallados.

4.1.1 Playas de El Burgo – La Hacienda (La Línea, Europa):

4.1.1.1 Régimen Medio del punto SIMAR 6072028:

Se adjunta un esquema en donde se identifica el emplazamiento de estas playas y las boyas o puntos SIMAR más cercanos (Fig. 4.1):

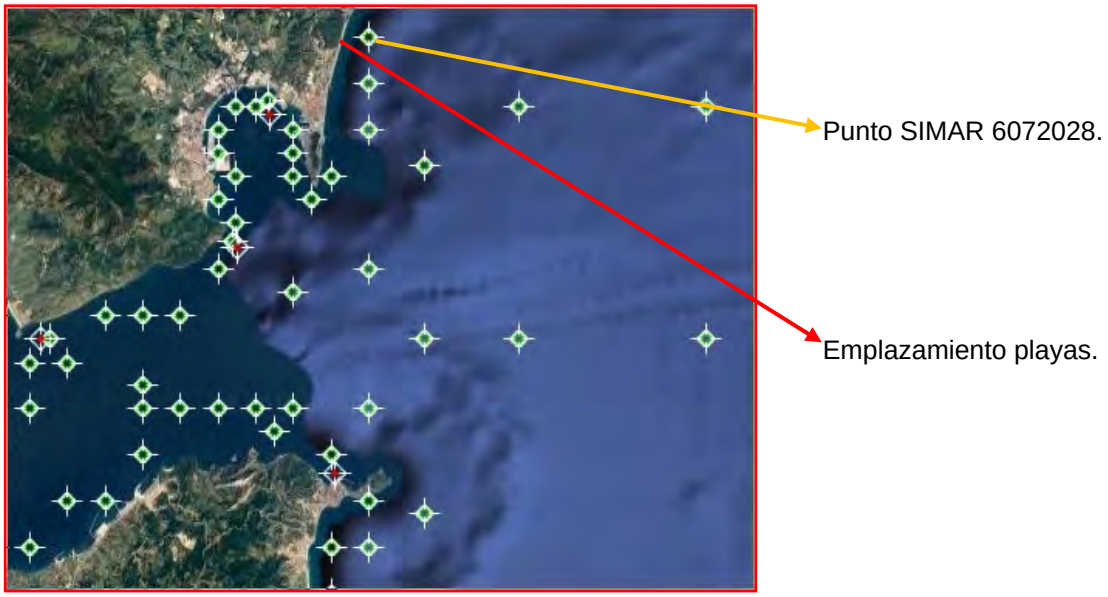


Fig. 4.1. Emplazamiento de punto SIMAR respecto zona aterraje. Peninsular.

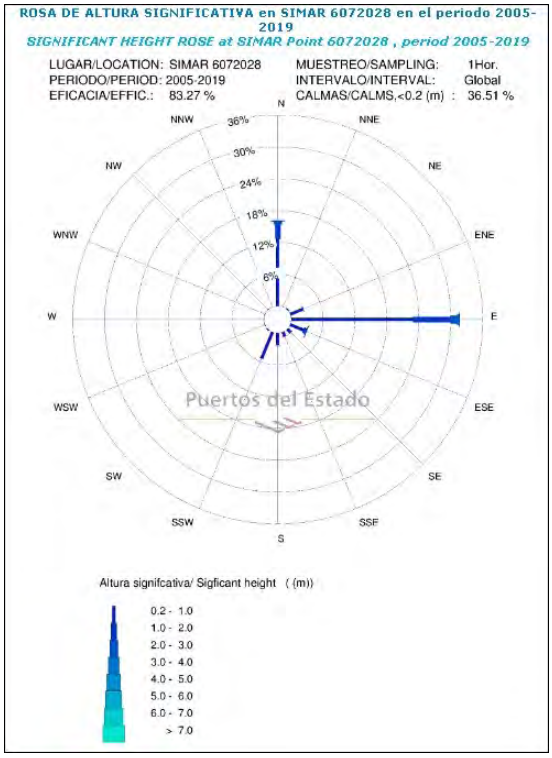
La ubicación principal de este punto es:

Tabla 4.1. Datos principales de ubicación del punto SIMAR 6072028

Longitud:	5.30° W
Latitud:	36.22° N
Cadencia:	1 h
Código:	6072028
Inicio de medidas:	13-12-2005

Los datos de Rosa de Vientos y estadísticos básicos de la altura de ola significante (H_s) y periodo de pico (T_p) asociados a este punto SIMAR son (Fig. 4.2 y Fig 4.3):

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



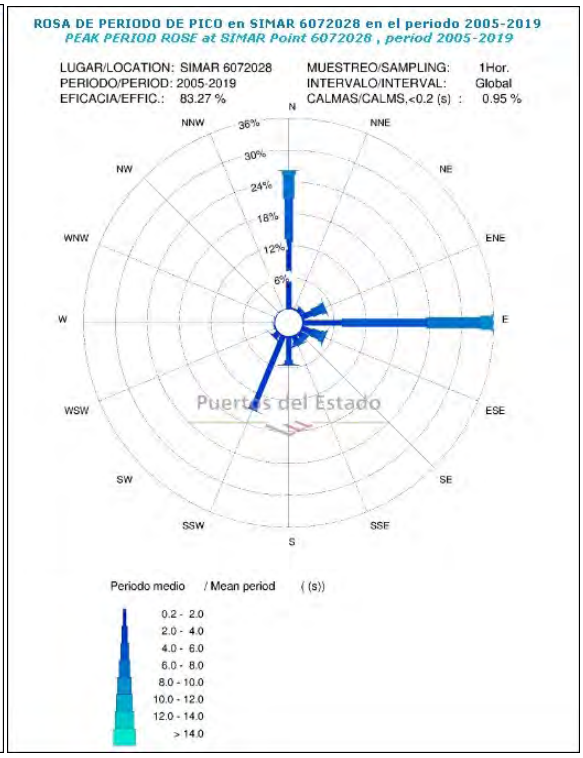


Fig. 4.2 y Fig. 4.3. Rosas de alturas de olas significantes y periodo de pico del régimen medio, punto SIMAR 6072028. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/es-es

Como se puede observar, los oleajes reinantes y dominantes son de procedencia del sector Este (levante).

La tabla que presenta la altura de ola significante (H_s) con el periodo de pico asociado es (Tabla. 4.2):

Tabla 4.2. Ocurrencia de altura de ola significante y periodo de pico asociado. Punto SIMAR 6072028. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/es-es

Tabla Hs vs Tp / *Hs vs Tp Table*
SIMAR 6072028

EFICACIA: 83.22% AÑO/YEAR: 2005-2019		Tp (s)											
		<=1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	>10.0	TOTAL
Hs (m)	<=0.5	---	0.417	19.419	23.823	9.332	7.548	3.700	1.541	0.774	0.381	0.262	67.196
	1.0	---	---	0.173	3.868	5.253	5.375	3.670	0.944	0.165	0.103	0.065	19.616
	1.5	---	---	---	0.039	0.753	2.480	2.726	1.312	0.247	0.050	0.024	7.631
	2.0	---	---	---	---	0.007	0.304	1.304	0.959	0.299	0.032	0.010	2.916
	2.5	---	---	---	---	---	0.006	0.259	0.596	0.376	0.079	---	1.318
	3.0	---	---	---	---	---	---	0.017	0.217	0.247	0.102	0.005	0.587
	3.5	---	---	---	---	---	---	0.006	0.044	0.156	0.144	0.016	0.367
	4.0	---	---	---	---	---	---	---	0.011	0.031	0.104	0.048	0.194
	4.5	---	---	---	---	---	---	---	0.004	0.009	0.039	0.057	0.109
	5.0	---	---	---	---	---	---	---	0.002	0.004	0.006	0.044	0.055
	> 5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	0.006	---	0.004	0.011
	TOTAL	---	0.417	19.592	27.730	15.346	15.714	11.682	5.632	2.313	1.040	0.535	100%

La manera más habitual de presentar la información del régimen medio de la altura de ola es a través de la función de distribución (o probabilidades acumuladas de no excedencia) de la altura de ola

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

significante. Generalmente esta función suele ser ajustada a una distribución triparamétrica de Weibull, cuya expresión es:

$$F(H) = P(H \leq H_S) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{H - B}{A}\right)^C\right)$$

Los parámetros obtenidos en este caso en su ajuste son A = 0.66, B = -0.22 y C = 1.03

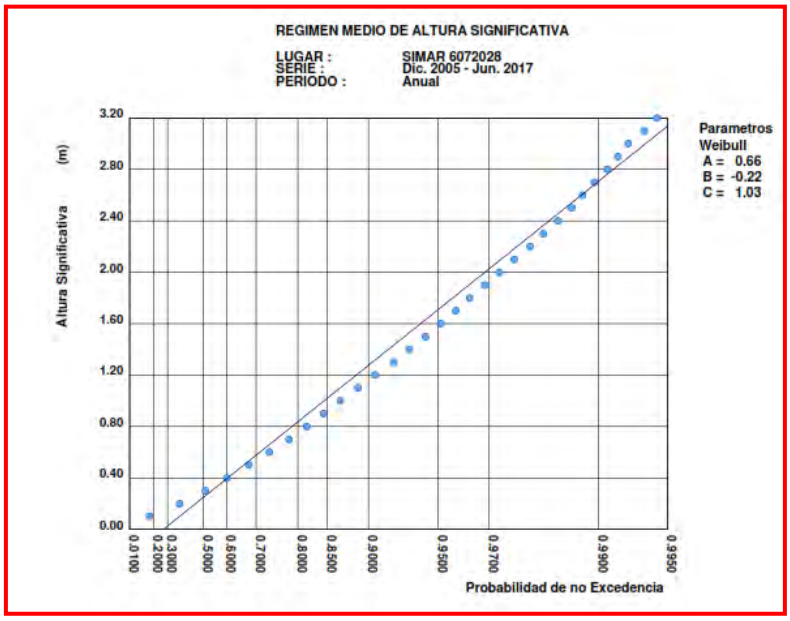
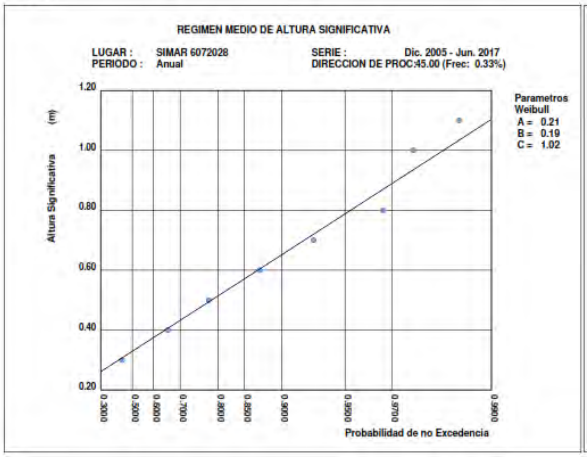


Fig. 4.4. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/es-es

Además, se aporta el régimen medio escalar y direccional para sectores cada 22,50° en el periodo de tiempo comprendido entre Diciembre de 2005 y Junio de 2017, considerado suficientemente amplio y representativo, y con una calidad de los datos de oleaje que permiten esta representación:

NE



ENE

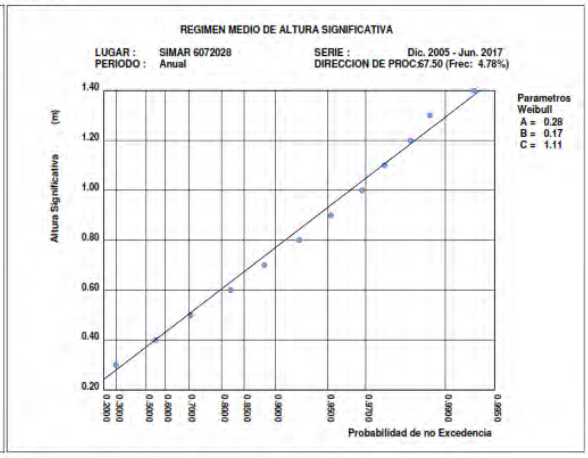
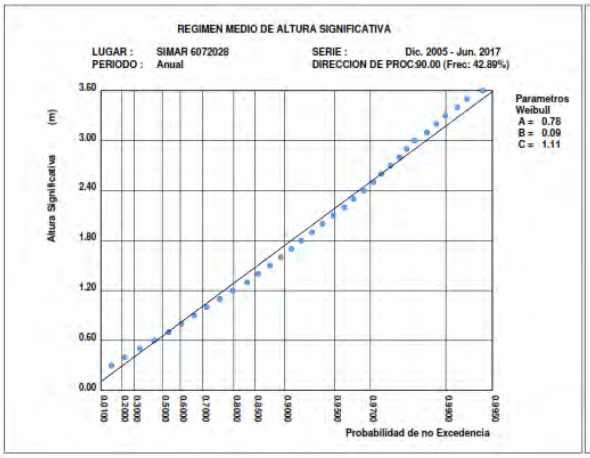


Fig. 4.5 y Fig. 4.6. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR, sectores NE y ENE. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/es-es

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

E



ESE

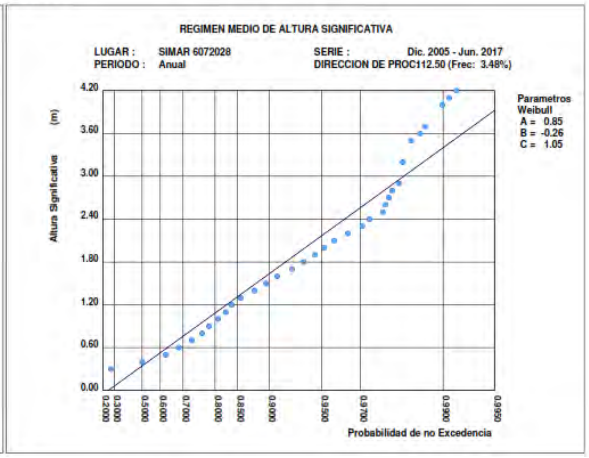
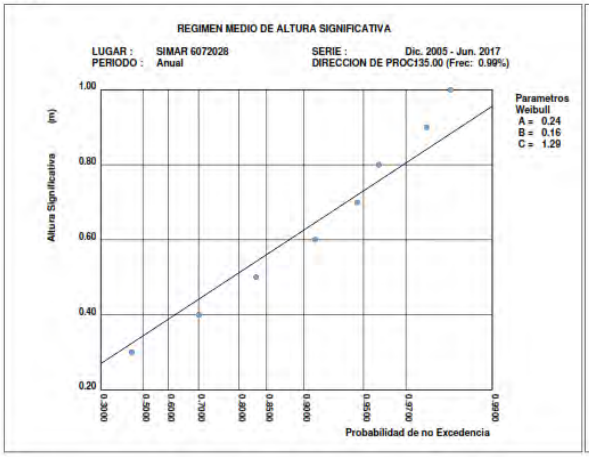


Fig. 4.7 y Fig. 4.8. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR, sectores E y ESE. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

SE



SSE

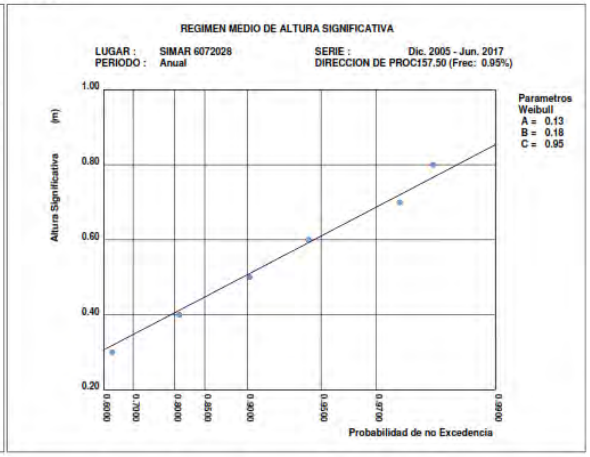
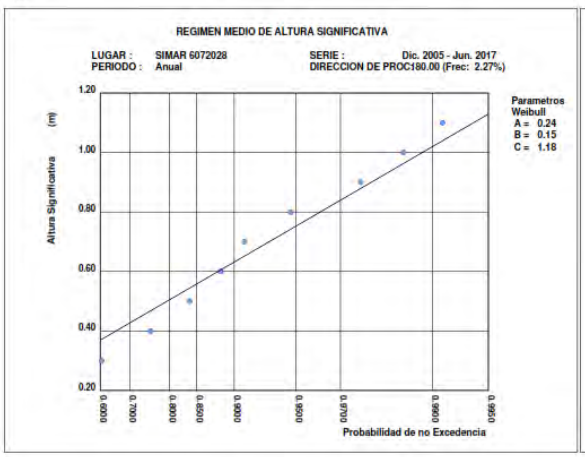


Fig. 4.9 y Fig. 4.10. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR, sectores SE y SSE. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

S



SSW

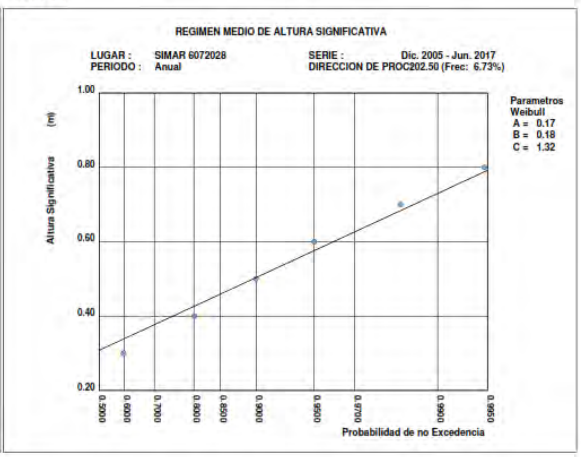


Fig. 4.11 y Fig. 4.12. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR, sectores S y SSW. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En la siguiente tabla se exponen los parámetros de la distribución triparamétrica de Weibull de las direcciones de interés (NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW). Además, se representa el valor correspondiente a la probabilidad de no excedencia correspondiente a 0,99 y 0,999, para, según el método descrito en la ROM 03.91, representar el régimen extremal escalar direccional a partir del régimen medio:

Tabla 4.3. Parámetro de los ajustes a funciones Weibull y valores de no excedencia de H.

Dirección	A	B	C	H_s (F=0,99)	H_s (F=0,999)
NE	0,21	0,19	1,02	1,12 m	1,58 m
ENE	0,28	0,17	1,11	1,27 m	1,76 m
E	0,78	0,09	1,11	3,17 m	4,53 m
ESE	0,85	-0,26	1,05	3,37 m	5,09 m
SE	0,24	0,16	1,29	0,94 m	1,23 m
SSE	0,13	0,18	0,95	0,82 m	1,17 m
S	0,25	0,15	1,18	1,06 m	1,43 m
SSW	0,17	0,18	1,32	0,72 m	0,91 m

4.1.1.2 Régimen Medio obtenido a través de boyas de la red REDCOS:

Las boyas más cercanas al punto de estudio en este caso serían las de Ceuta y la de Punta Carnero, pero no se consideran realmente representativas del oleaje incidente en la zona de las playas El Burgo y La Hacienda. Principalmente por que no coinciden, en el caso de la boya de Ceuta, los sectores incidentes de esta boya con los de estas playas, y en el caso de la boya de Punta Carnero, porque la afección de los oleajes del Atlántico sobre esta boya sí es significante, pero no existe para las playas del Mediterráneo.

Podría plantearse tomar el régimen medio de la boya REDCOS del Puerto de Málaga, que tiene una coincidencia en sectores incidentes del oleaje muy parecida, pero en este caso, los oleajes de levante son menores a los que inciden sobre las playas de El Burgo y La Hacienda, al tener un fetch de desarrollo de estos oleajes de una distancia superior en casi 60 millas náuticas. Además, en la boya de Málaga se recogen oleajes de sectores sur-oeste que no se producen en estas playas.

Por tanto, no es posible tomar datos representativos de boyas de la REDCOS para representar el régimen medio de estas playas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

(1) ➔ Emplazamiento de las playas.
(2) ➔ Boya REDCOS Ceuta.
(3) ➔ Boya REDCOS Punta Carnero.
(4) ➔ Boya REDCOS Puerto de Málaga.

Fig. 4.13. Representación de diferentes boyas REDCOS respecto al emplazamiento de la zona de aterraje. Captura de visor de la web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

Podrían tomarse datos de estas boyas tras una previa justificación de algunas consideraciones, pero existiendo otras fuentes de datos más reales, se estima mejor no hacerlo.

4.1.1.3 Régimen Medio obtenido de datos de la ROM 03-91

Por los mismos motivos antes comentados, podrían tomarse datos del Área V de la ROM 03-90, de las boyas de Ceuta y Málaga, pero se desestiman por los mismos motivos antes comentados, puesto que son las mismas boyas las que utiliza como referencia, y además en un periodo de tiempo con datos no actualizados desde la publicación de este documento.

4.1.1.4 Régimen medio obtenido del módulo ODIN del SMC

El Módulo ODIN del SMC proporciona un análisis detallado del régimen Medio del Oleaje en el entorno de las playas de El Burgo y La Hacienda:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

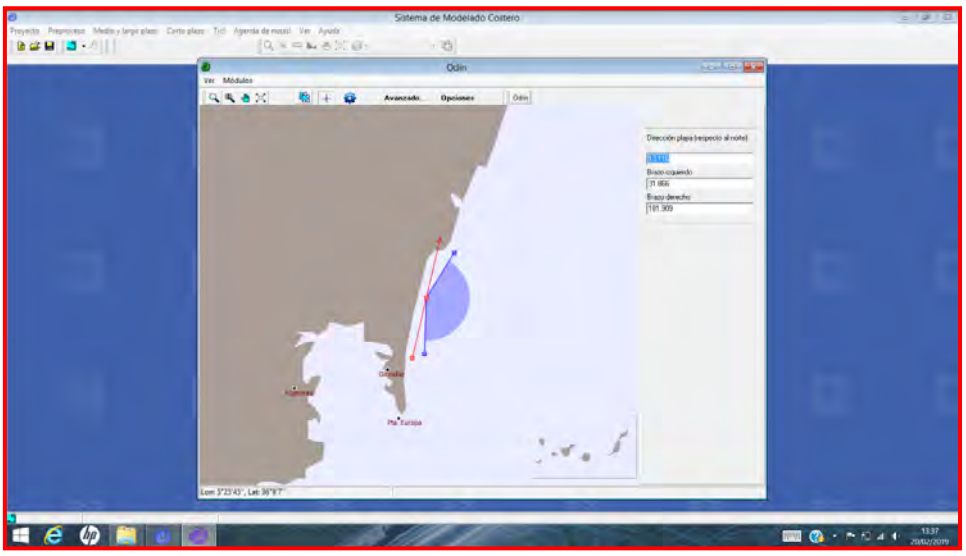


Fig. 4.14. Captura de pantalla del programa SMC, aplicado a la zona de aterraje para estimación de los sectores incidentes.

La Rosa de oleaje representativa sería:

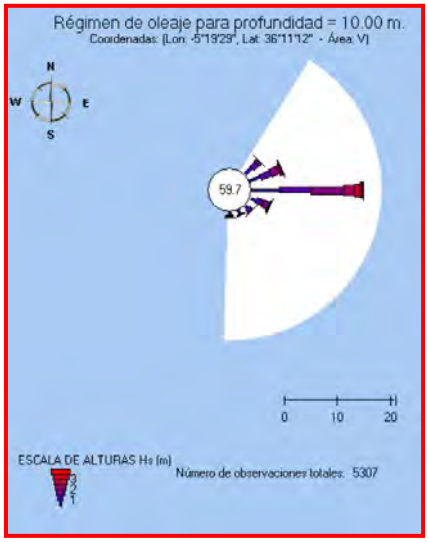


Fig. 4.15. Captura de pantalla del programa SMC, Rosa de oleaje de sectores incidentes.

El SMC no permite obtener datos de oleaje de las playas de Ceuta, y además, y como en el caso anterior, son datos de oleaje que no han sido actualizados desde la última versión SMC 2.5, hace prácticamente ya más de 10 años, por lo que no se estima como referencia válida fuente de datos.

4.1.2 Playas Ceuta Sur:

Se adjunta un esquema en la figura 4.16 donde se identifica el emplazamiento de esta playa y las boyas o puntos SIMAR más cercanos:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

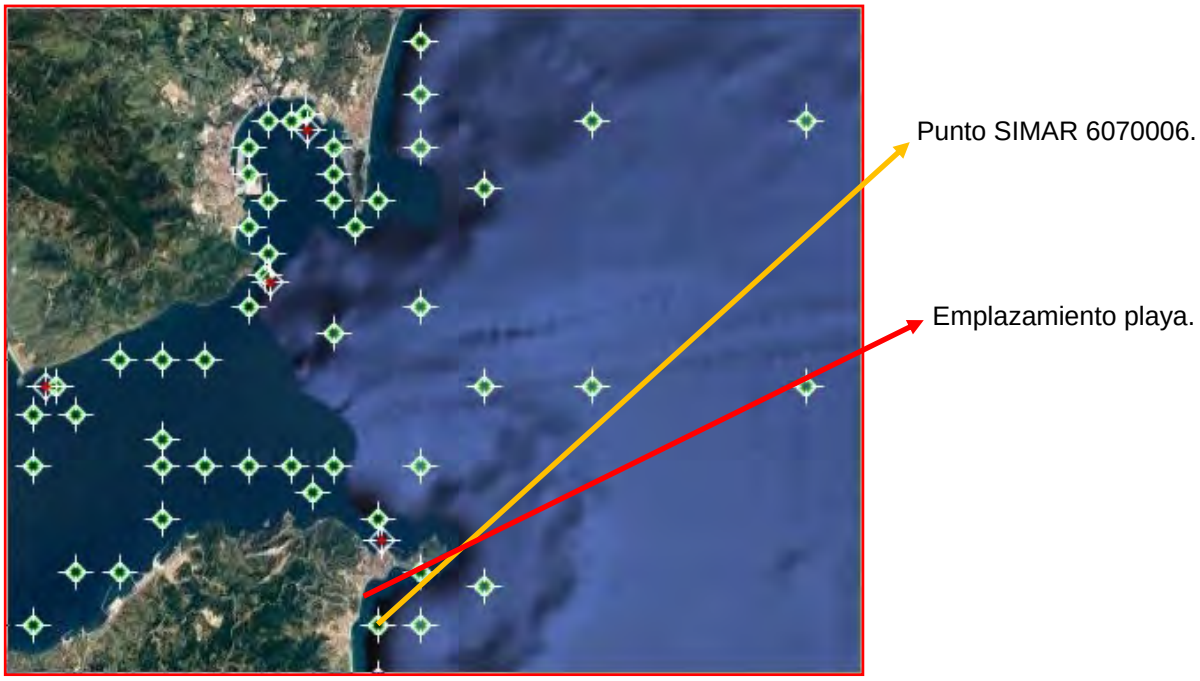


Fig. 4.16. Representación de diferentes boyas REDCOS respecto al emplazamiento de la zona de aterraje. Captura de visor de la web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

4.1.2.1 Régimen Medio del punto SIMAR 6070006:

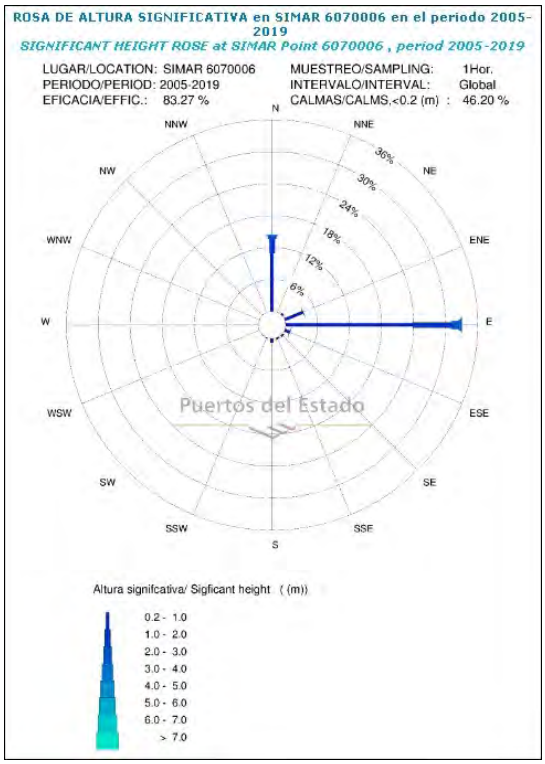
La ubicación principal de este punto es:

Tabla 4.4. Datos principales de ubicación del punto SIMAR 6070006

Longitud:	5.33° W
Latitud:	35.85° N
Cadencia:	1 h
Código:	6070006
Inicio de medidas:	13-12-2005

Los datos de Rosa de Vientos y estadísticos básicos de la altura de ola significante (H_s) y periodo de pico (T_p) asociados a este punto SIMAR son:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



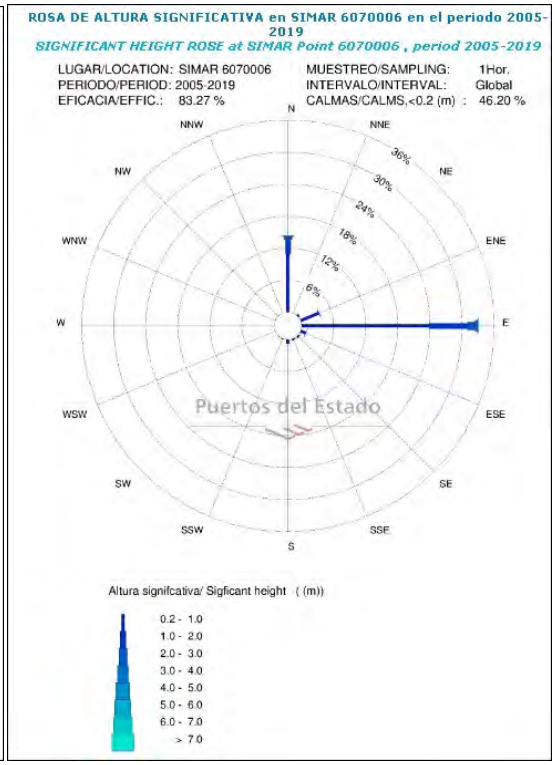


Fig. 4.17 y Fig. 4.18. Rosa de alturas de olas significantes y periodo de pico del régimen medio, punto SIMAR 6070006. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

Como se puede observar, los oleajes reinantes y dominantes son de procedencia del sector Este (levante).

La tabla 4.5 presenta la altura de ola significante (H_s) con el periodo de pico asociado:

Tabla 4.5. Ocurrencia de altura de ola significante y periodo de pico asociado. Punto SIMAR 6070006. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

Tabla Hs vs Tp / *Hs vs Tp Table*
SIMAR 6070006

EFICACIA: 83.22% AÑO/YEAR: 2005-2019		Tp (s)											
		<=1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	>10.0	TOTAL
Hs (m)	<=0.5	0.432	1.259	10.557	16.581	14.320	11.883	6.085	2.905	1.661	0.937	0.878	67.499
	1.0	---	---	0.106	2.372	5.154	5.889	4.061	0.924	0.170	0.096	0.076	18.847
	1.5	---	---	---	0.007	0.598	2.540	2.834	1.264	0.277	0.059	0.024	7.603
	2.0	---	---	---	---	0.012	0.364	1.501	0.908	0.311	0.044	0.005	3.145
	2.5	---	---	---	---	---	0.011	0.404	0.618	0.347	0.110	0.004	1.493
	3.0	---	---	---	---	---	---	0.027	0.271	0.267	0.104	0.016	0.685
	3.5	---	---	---	---	---	---	---	0.074	0.171	0.107	0.026	0.377
	4.0	---	---	---	---	---	---	---	0.006	0.039	0.097	0.061	0.203
	4.5	---	---	---	---	---	---	---	---	0.007	0.028	0.078	0.113
	5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.003	0.022	0.026
	> 5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.006	0.002	0.009
	TOTAL	0.432	1.259	10.663	18.960	20.084	20.687	14.912	6.971	3.251	1.589	1.191	100%

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Al igual que en el caso anterior, se ajusta el régimen medio de altura de ola según una distribución triparamétrica de Weibull, cuya expresión es:

$$F(H) = P(H \leq H_S) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{H - B}{A}\right)^C\right)$$

Los parámetros obtenidos en este caso en su ajuste son A = 1.01, B = -0.55 y C = 1.31

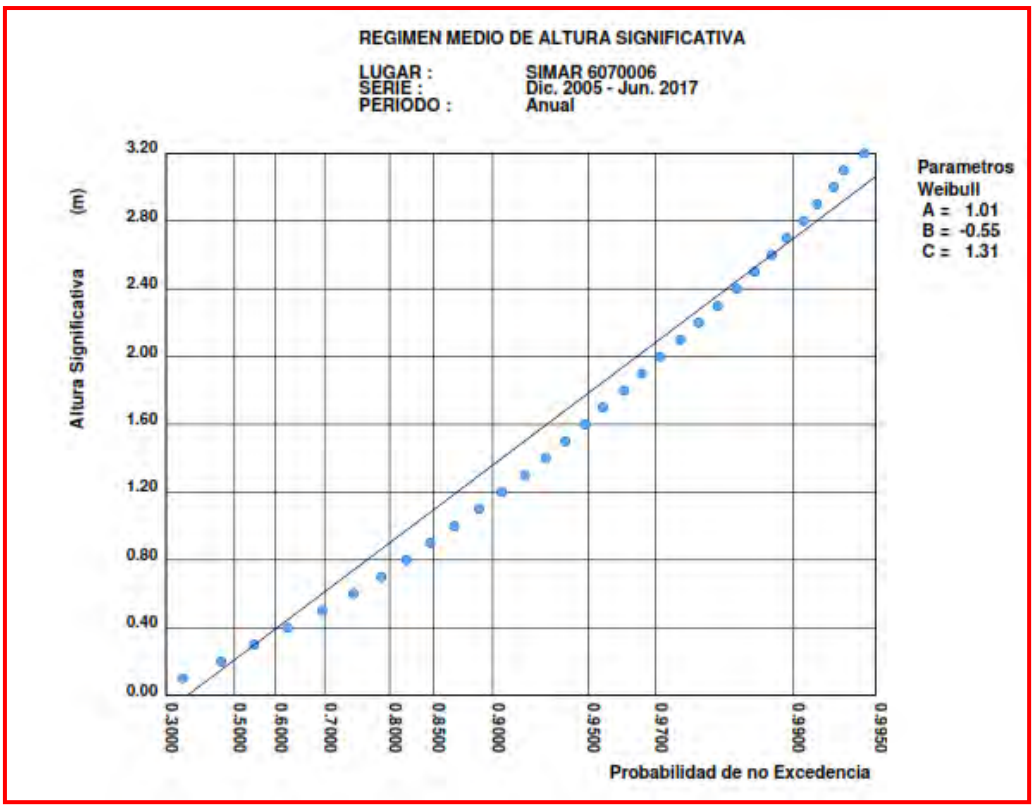
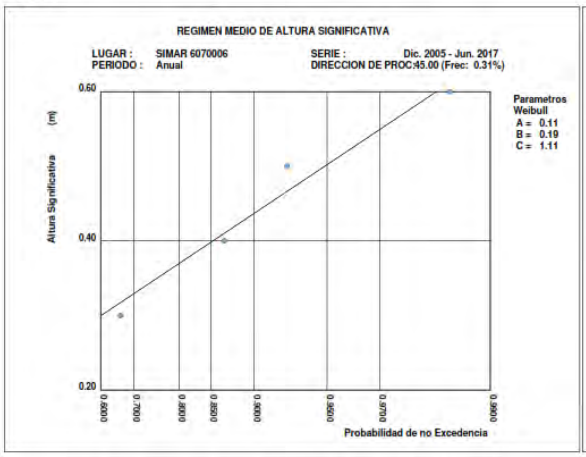


Fig. 4.19. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

Además, se aporta el régimen medio escalar y direccional para sectores cada 22,50° en el periodo de tiempo comprendido entre Diciembre de 2005 y Junio de 2017, considerado suficientemente amplio y representativo:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

NE



ENE

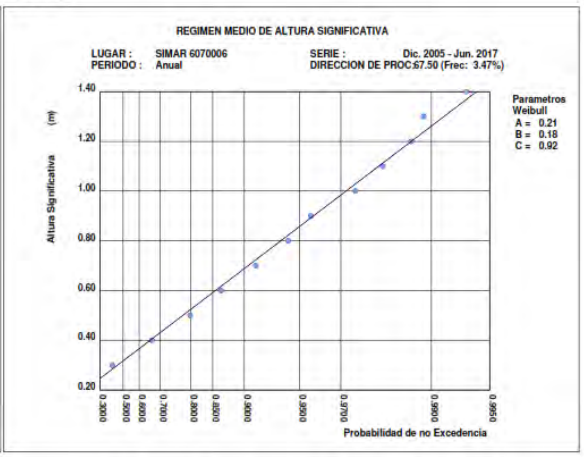
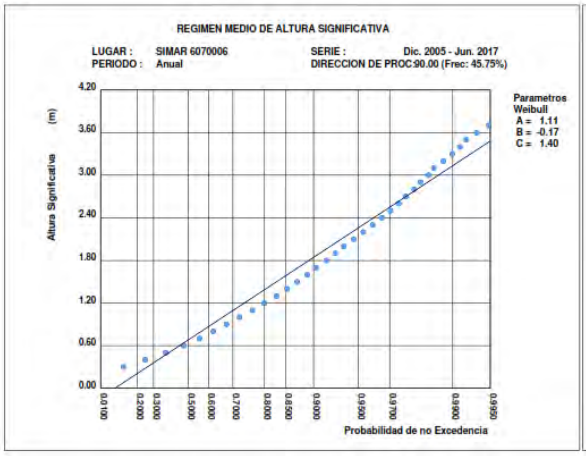


Fig. 4.20 y Fig. 4.21. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR, sectores NE y ENE. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

E



ESE

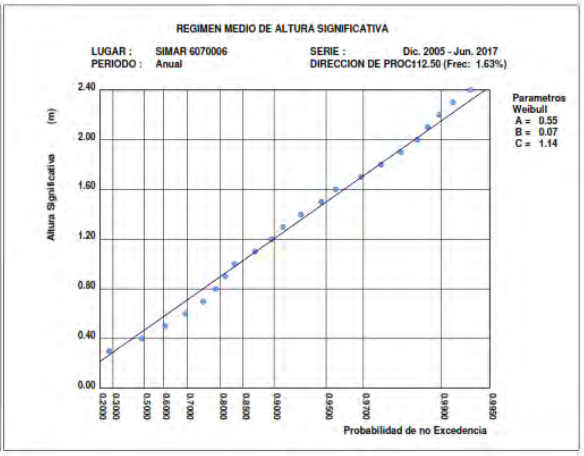
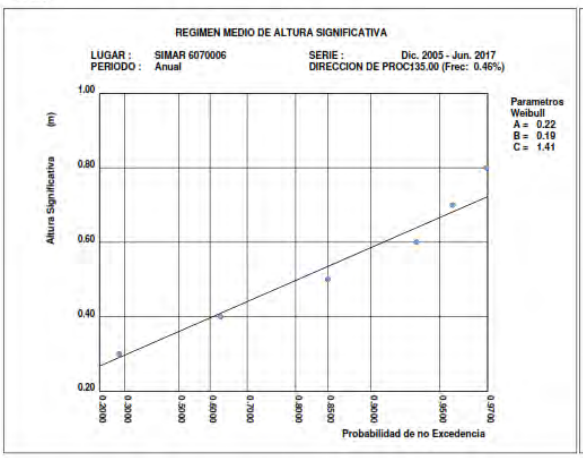


Fig. 4.22 y Fig. 4.23. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR, sectores E y ESE. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

SE



SSE

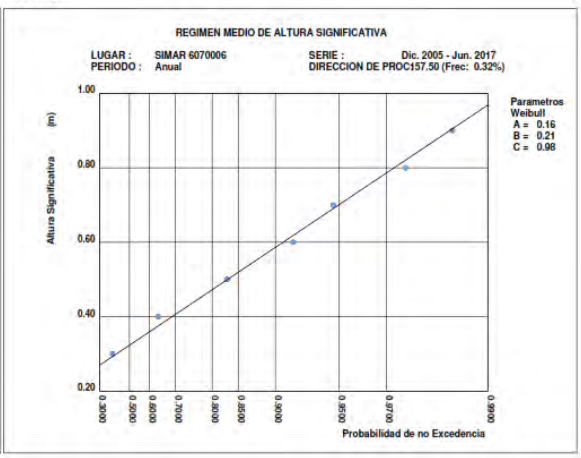


Fig. 4.24 y Fig. 4.25. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR, sectores SE y SSE. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En la tabla 4.6. se exponen los parámetros de la distribución triparamétrica de Weibull de las direcciones de interés (NE, ENE, E, ESE, SE, SSE). Además, se representa el valor correspondiente a la probabilidad de no excedencia correspondiente a 0,99 y 0,999, para, según el método descrito en la ROM 03.91, representar el régimen extremal escalar direccional a partir del régimen medio:

Tabla 4.6. Parámetro de los ajustes a funciones Weibull y valores de no excedencia de H.

Dirección	A	B	C	H_s (F=0,99)	H_s (F=0,999)
NE	0,11	0,19	1,12	0,62 m	0,80 m
ENE	0,21	0,18	0,92	1,28 m	1,89 m
E	1,11	-0,17	1,40	3,13 m	4,24 m
ESE	0,55	-0,07	1,14	2,02 m	2,92 m
SE	0,22	0,19	1,21	0,96 m	1,27 m
SSE	0,16	0,21	0,98	0,97 m	1,35 m

4.1.2.2 Régimen Medio obtenido a través de boyas de la red REDCOS:

La boya más cercana al punto de estudio en este caso sería la de Ceuta Norte, pero hay que tener en cuenta que esta boya recoge oleajes tanto de levante (este) como de norte existentes, y en las playa del Tarajal no inciden oleajes del sector norte, ya que está a resguardo de los mismos por el istmo en donde se emplaza la propia ciudad de Ceuta.

(1) ➔ Emplazamiento de la playa El Tarajal.
(2) ➔ Boya REDCOS Ceuta.
(3) ➔ Punto SIMAR 6070006.

Fig. 4.26. Representación de diferentes boyas respecto al emplazamiento de la zona de aterraje. Captura de visor de la web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/es-es.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Podrían tomarse datos parciales de algunos de los sectores de esta boya, realizando algunas series de comprobaciones previas para poder justificar su validez. Pero al existir otras fuentes de datos con posibilidad de uso de los mismos de series completas de manera directa, se estima que esta fuente de dato no es la óptima.

4.1.2.3 Régimen Medio obtenido de datos de la ROM 03-91

Por los mismos motivos antes comentados, de la ROM 03-91 podrían tomarse datos del Área V, de los datos de las boyas de Ceuta y Málaga, pero se desestiman por las consideraciones antes comentadas.

4.1.2.4 Régimen medio obtenido del módulo ODIN del SMC

No es posible la obtención de un régimen de oleaje mediante el módulo ODIN del SMC puesto que no recoge Ceuta en dicho programa.

4.1.3 Playas Ceuta Norte:

Se adjunta un esquema en la figura 4.27, donde se identifica el emplazamiento de estas playas y las boyas o puntos SIMAR más cercanos:

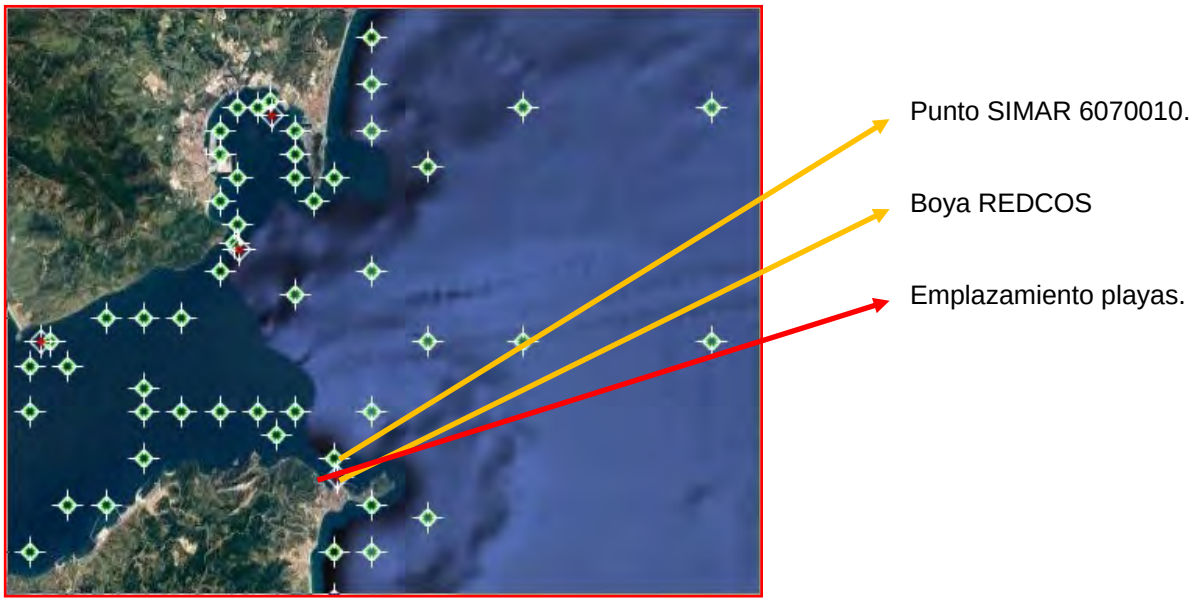


Fig. 4.27. Representación de diferentes boyas respecto al emplazamiento de la zona de aterraje. Captura de visor de la web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/es-es.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.1.3.1 Régimen Medio del punto SIMAR 6070010:

La ubicación principal de este punto, datos de Rosa de Vientos y estadísticos básicos de la altura de ola significante (H_s) y periodo de pico (T_p) asociados a este punto SIMAR son:

Tabla 4.7. Datos principales de ubicación del punto SIMAR 6070010

Longitud:	5.33° W
Latitud:	35.92° N
Cadencia:	1 h
Código:	6070010
Inicio de medidas:	13-12-2005
Fin de medidas:	20-02-2019

Las rosas de oleajes de las alturas de olas significantes y los periodos de picos serían:

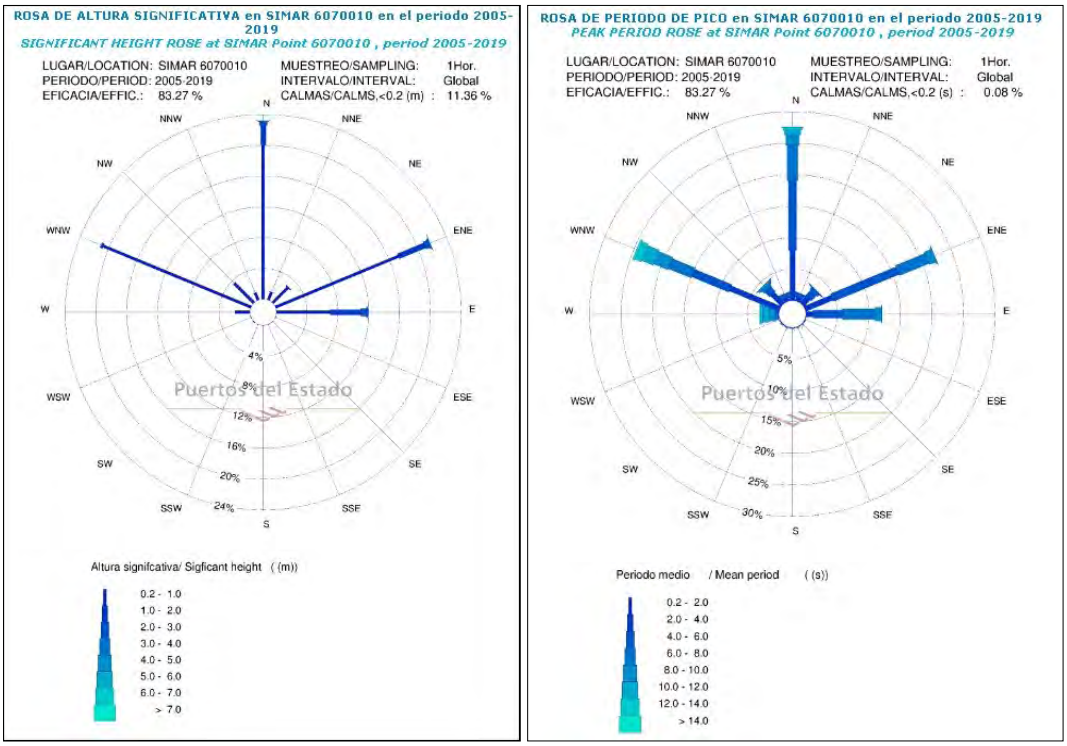


Fig. 4.28 y Fig. 4.29. Rosa de alturas de olas significantes y periodo de pico del régimen medio, punto SIMAR 6070010. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/es-es

Como se puede observar, los oleajes reinantes y dominantes son de procedencia Norte, si bien existen una presencia importante de oleajes del sector ONO y ENE. En la tabla 4.8 se presenta la altura de ola significante (H_s) con el periodo de pico asociado:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 4.8. Ocurrencia de altura de ola significante y periodo de pico asociado. Punto SIMAR 60720010. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/es-es

Tabla Hs vs Tp / *Hs vs Tp Table*
SIMAR 6070010

EFICACIA: 83.22% AÑO/YEAR: 2005-2019		Tp (s)											
		<=1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	>10.0	TOTAL
Hs (m)	<=0.5	---	0.031	4.231	19.910	11.771	8.173	4.822	2.730	2.131	2.210	5.792	61.802
	1.0	---	---	0.220	2.760	6.357	7.282	4.871	1.502	0.668	0.399	1.185	25.243
	1.5	---	---	---	0.015	0.510	2.222	2.972	1.533	0.343	0.080	0.087	7.762
	2.0	---	---	---	---	0.008	0.155	1.177	1.069	0.377	0.072	0.020	2.878
	2.5	---	---	---	---	---	0.007	0.151	0.494	0.369	0.118	---	1.141
	3.0	---	---	---	---	---	---	0.016	0.146	0.267	0.149	0.010	0.588
	3.5	---	---	---	---	---	---	---	0.028	0.092	0.140	0.027	0.287
	4.0	---	---	---	---	---	---	---	0.006	0.015	0.061	0.054	0.136
	4.5	---	---	---	---	---	---	---	0.004	0.006	0.022	0.080	0.113
	5.0	---	---	---	---	---	---	---	0.002	---	0.003	0.037	0.042
	> 5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.005	0.003	0.008
	TOTAL	---	0.031	4.452	22.684	18.647	17.839	14.008	7.515	4.270	3.259	7.295	100%

Al igual que en en los casos anteriores, se ajusta el régimen medio de altura de ola según una distribución triparamétrica de Weibull, cuya expresión es:

$$F(H) = P(H \leq H_S) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{H - B}{A}\right)^C\right)$$

Los parámetros obtenidos en este caso para su ajuste son A = 0.61 B = -0.10 y C = 1.02

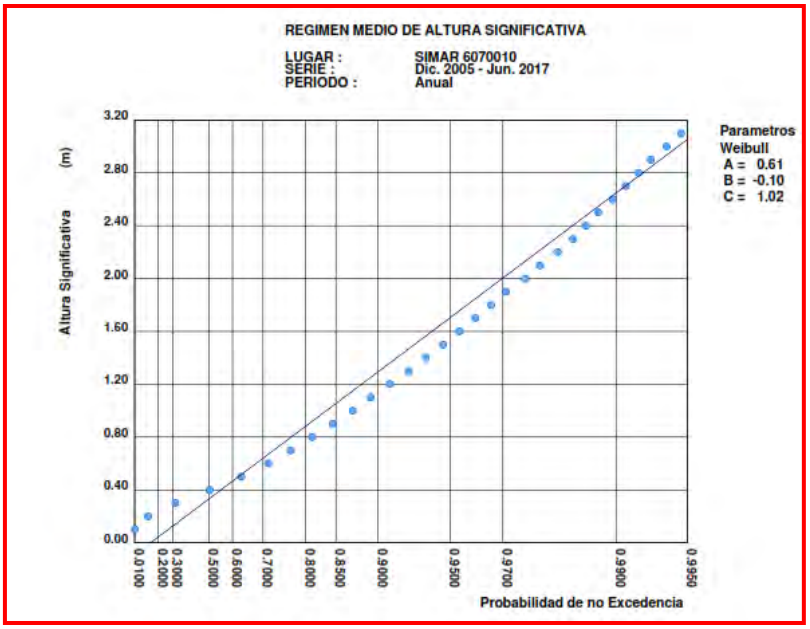
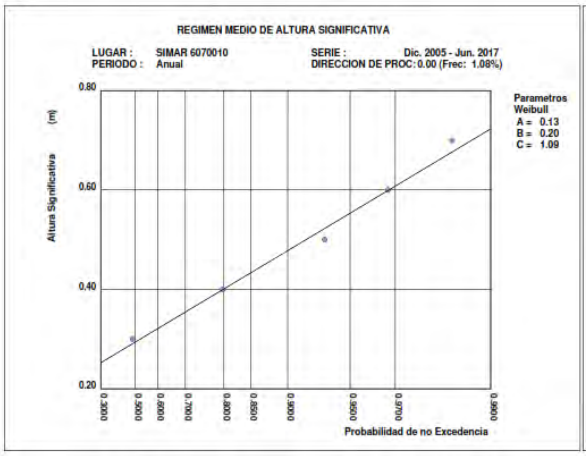


Fig. 4.30. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Además, se aporta el régimen medio escalar y direccional para sectores cada 22,50° en el periodo de tiempo comprendido entre Diciembre de 2005 y Junio de 2017, como en casos anteriores:

N



NNE

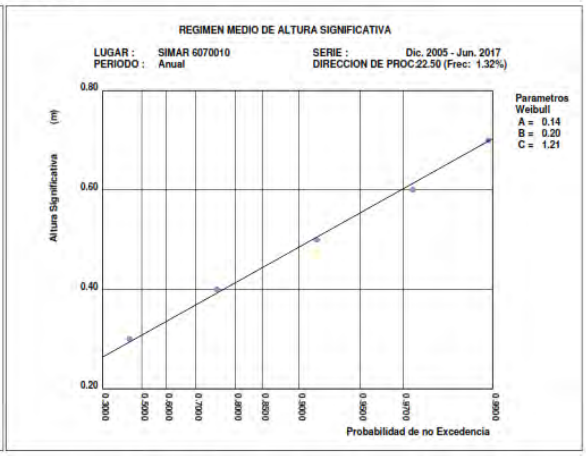
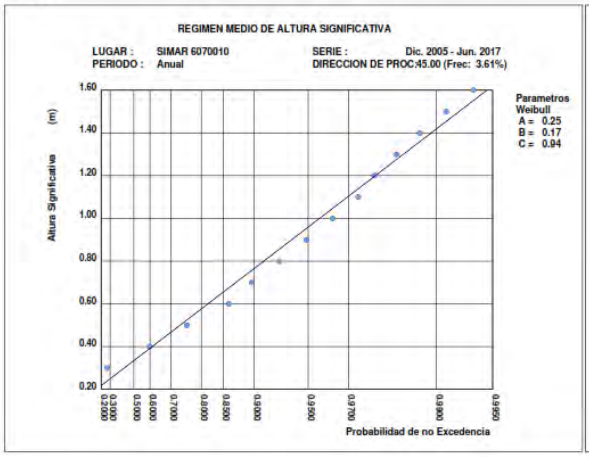


Fig. 4.31 y Fig. 4.32. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR, sectores N y NNE. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

NE



ENE

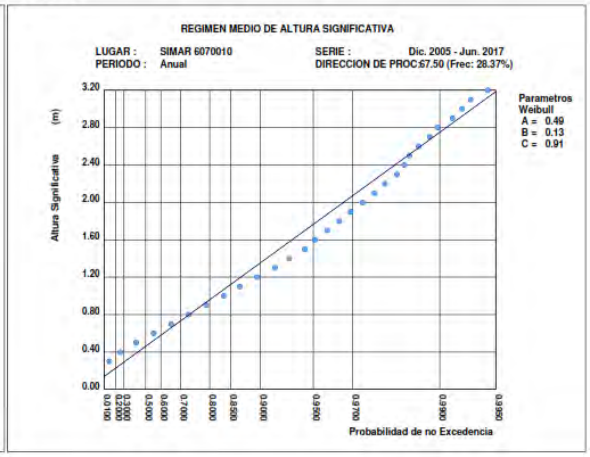
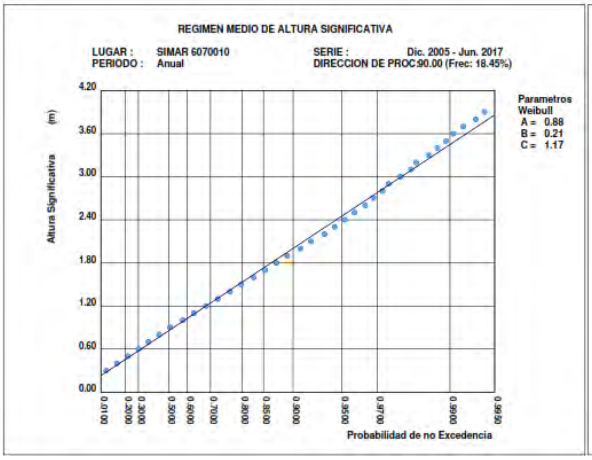


Fig. 4.33 y Fig. 4.34. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR, sectores NE y ENE. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

E



W

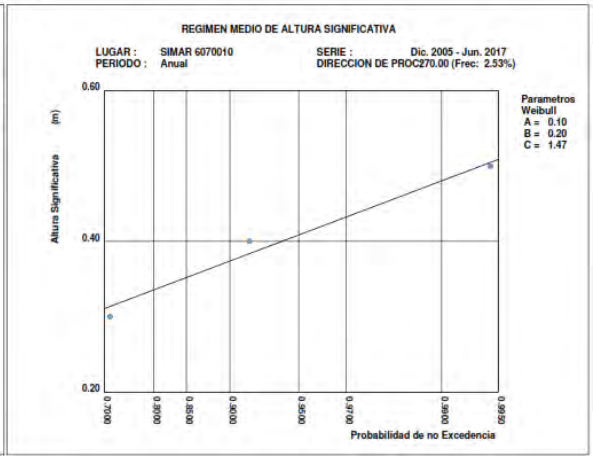


Fig. 4.33 y Fig. 4.34. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR, sectores E y W. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

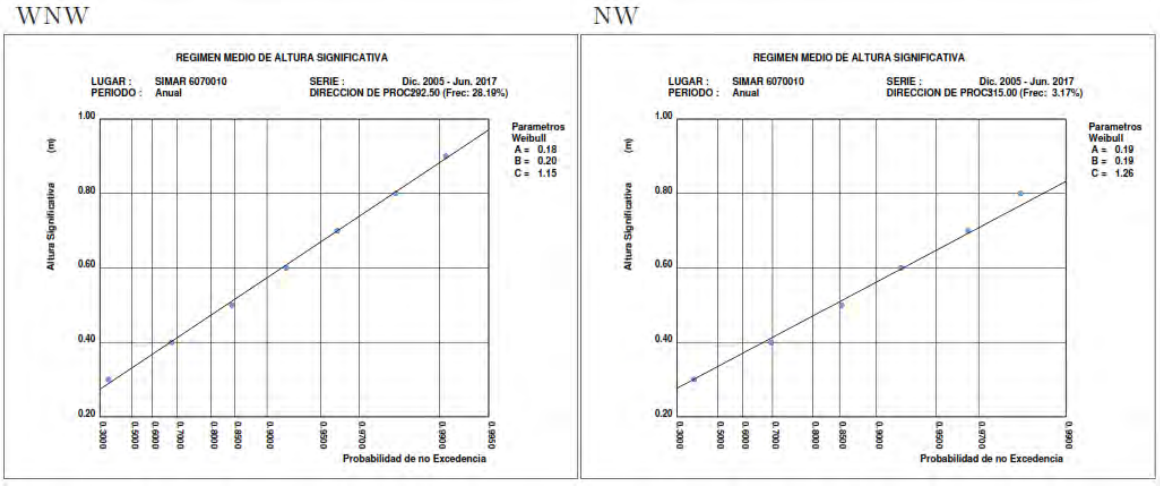


Fig. 4.35 y Fig. 4.36. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR, sectores WNW y NW. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

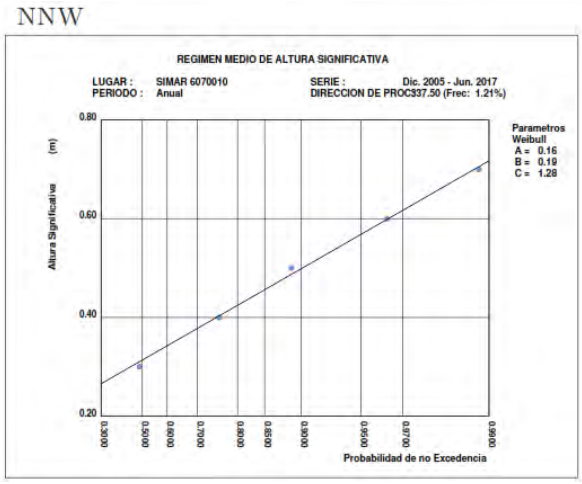


Fig. 4.37. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio del punto SIMAR, sector NNW. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

En la siguiente tabla se exponen los parámetros de la distribución triparamétrica de Weibull de las direcciones de interés (W, WNW, NW, NNW, N, NNE, NE, ENE, E). Además, se representa el valor correspondiente a la probabilidad de no excedencia correspondiente a 0,99 y 0,999, para, según el método descrito en la ROM 03.91, representar el régimen extremal escalar direccional a partir del régimen medio:

Tabla 4.9. Parámetro de los ajustes a funciones Weibull y valores de no excedencia de H

Dirección	A	B	C	H_S (F=0,99)	H_S (F=0,999)
W	0,10	0,20	1,47	0,48 m	0,57 m
WNW	0,18	0,20	1,15	0,87 m	1,16 m
NW	0,19	0,19	1,26	0,82 m	1,07 m
NNW	0,16	0,19	1,28	0,71 m	0,91 m
N	0,13	0,20	1,09	0,72 m	0,96 m
NNE	0,14	0,20	1,21	0,69 m	0,89 m
NE	0,25	0,17	0,94	1,43 m	2,12 m
ENE	0,49	0,13	0,91	2,75 m	4,22 m
E	0,88	0,21	1,17	3,45 m	4,80 m

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.1.3.2 Régimen Medio obtenido a través de boyas de la red REDCOS:

Las boyas más cercanas al punto de estudio en este caso sería la de Ceuta Norte, si bien esta está más resguardada de los oleajes de levante y poniente puros al emplazarse más hacia el interior del istmo en donde se emplaza la ciudad de Ceuta respecto al punto SIMAR.

(1) ➔ Emplazamiento de la playa
(2) ➔ Boya REDCOS Ceuta.
(3) ➔ Punto SIMAR 6070010.

Fig. 4.38. Representación de diferentes boyas respecto al emplazamiento de la zona de aterraje. Captura de visor de la web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

Por tanto, en este caso, sí procede evaluar los datos procedentes de esta boya, ya que sí son representativos los datos de la boya del tramo de costa en estudio.

Las características de su ubicación e información general y los datos de Rosa de Vientos y estadísticos básicos de la altura de ola significante (H_s) y periodo de pico (T_p) asociados a boya son:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

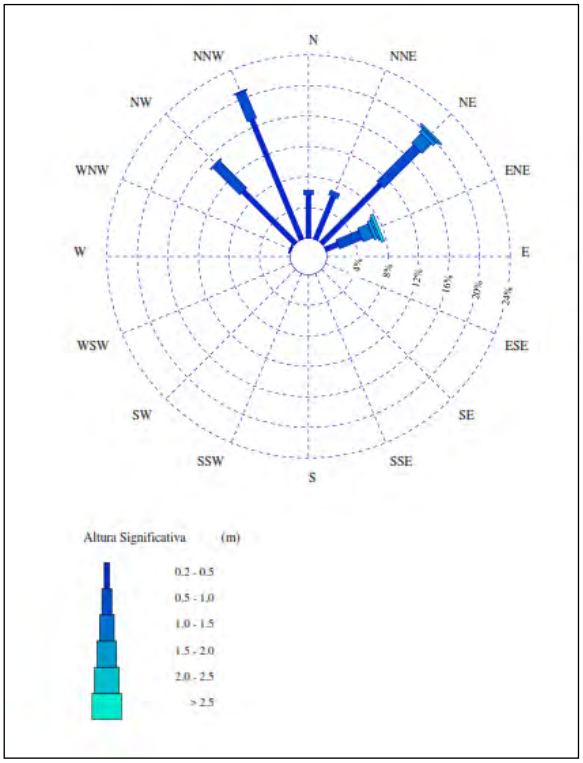


Fig. 4.39. Rosa de oleaje de alturas de ola significante obtenida de la Boya de Ceuta de la REDCOST y datos de ubicación de la boya. Fuente: http://www.puertos.es/es-es.

Como se puede observar, los oleajes reinantes y dominantes son de procedencia NNW, si bien existe una presencia importante de oleajes del sector ENE. Esta diferencia entre esta boya de Ceuta de la REDCOST y el punto SIMAR anterior, estando tan cercanos, da idea de la influencia en esta zona de accidentes geográficos como el istmo de Ceuta, la proximidad del punto SIMAR o de la boya estudiada al tramo de costa de estudio, y en relación a este asunto, la exposición a los oleajes de fetch largo tanto procedentes del Mediterráneo (levante) como del Atlántico (poniente).

La tabla 4.10 presenta la altura de ola significante (H_s) con el periodo de pico asociado es:

Tabla 4.10. Ocurrencia de altura de ola significante y periodo de pico asociado. Boya de Ceuta de la REDCOST. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/es-es

Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)										Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	0.138	8.979	10.719	9.046	11.131	9.164	9.384	5.940	4.552	4.991	74.043
1.0	-	-	0.914	3.804	1.712	3.135	5.037	3.495	1.170	0.619	0.675	20.561
1.5	-	-	0.001	0.027	0.091	0.137	0.757	1.593	0.643	0.123	0.042	3.414
2.0	-	-	-	-	0.004	0.007	0.046	0.410	0.476	0.135	0.031	1.108
2.5	-	-	-	-	-	-	-	0.068	0.210	0.162	0.032	0.473
3.0	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.066	0.133	0.032	0.233
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.019	0.029	0.047	0.095
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.015	0.029	0.046
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.015	0.017
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	0.005
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004	0.004
Total	-	0.138	9.894	14.550	10.853	14.410	15.003	14.952	8.525	5.771	5.904	100 %

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En función de los datos anteriores, se puede presentar la siguiente figura que identifica el régimen medio anual (obtenido de los datos entre 1985 – 2017, periodo de tiempo mayor al tener datos de suficiente calidad recogidos de una boya desde 1995 y tratados en profundidad hasta 2017):

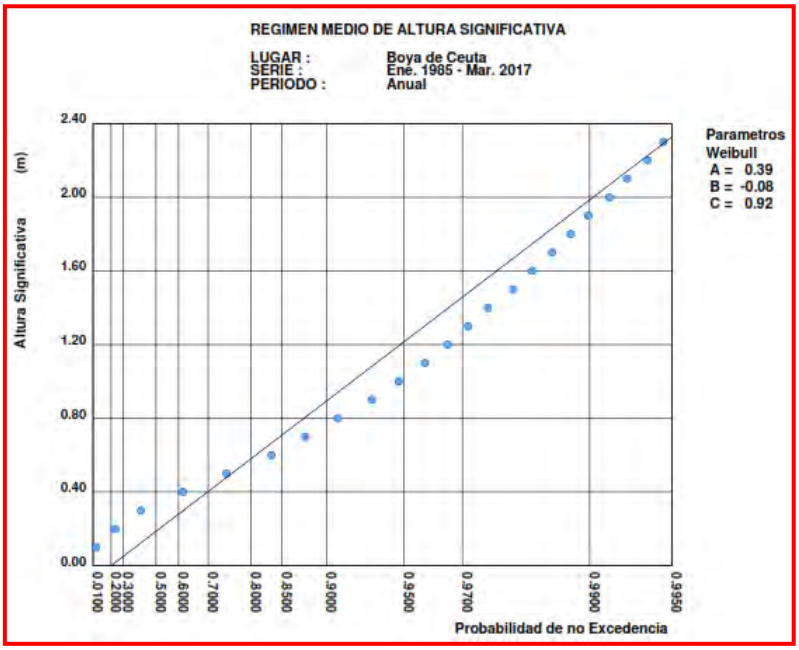
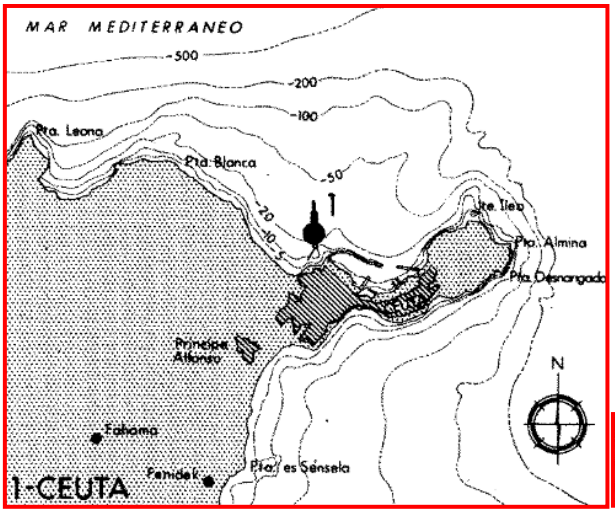


Fig. 4.40. Distribución Weibull para descripción Régimen Medio la boya de Ceuta de la REDCOST. Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

4.1.3.3 Régimen Medio obtenido de datos de la ROM 03-91

En este caso, sí son aplicables los datos obtenidos de la ROM 03-91, Área V, correspondientes a la boya de Ceuta, que no deja de ser la misma considerada anteriormente, aunque con otro periodo de tiempo de estudio y presentación de datos diferentes, menos representativo y no actualizados. En cualquier caso, se presentan dichos datos:



BOYA	SITUACION	PROF (m.)	PERIODO MEDIDA
1- CEUTA	35º 54' 10"N 5º 19' 30"W	21	1984/1990

Fig. 4.41. Emplazamiento de la boya de Ceuta según la ROM 03-91.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Direcciones significativas:

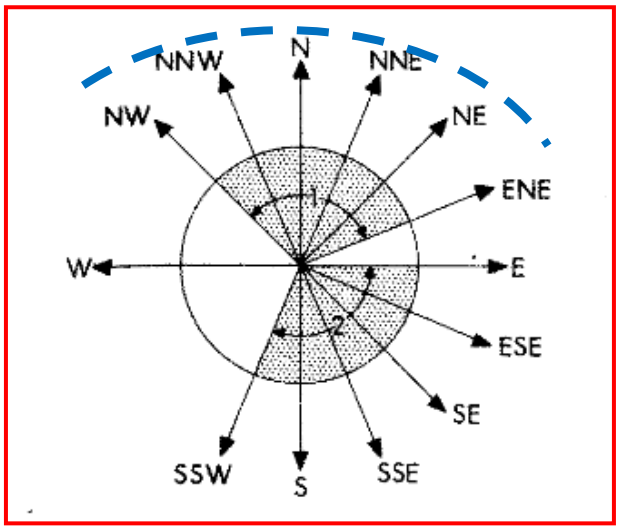


Fig. 4.42. Sectores incidentes del NW al ENE en la Rosa de Oleaje de la Boya de Ceuta, según la ROM 03-91.

Régimen medio escalar del oleaje (tabla C del Área V de la ROM 03-91):

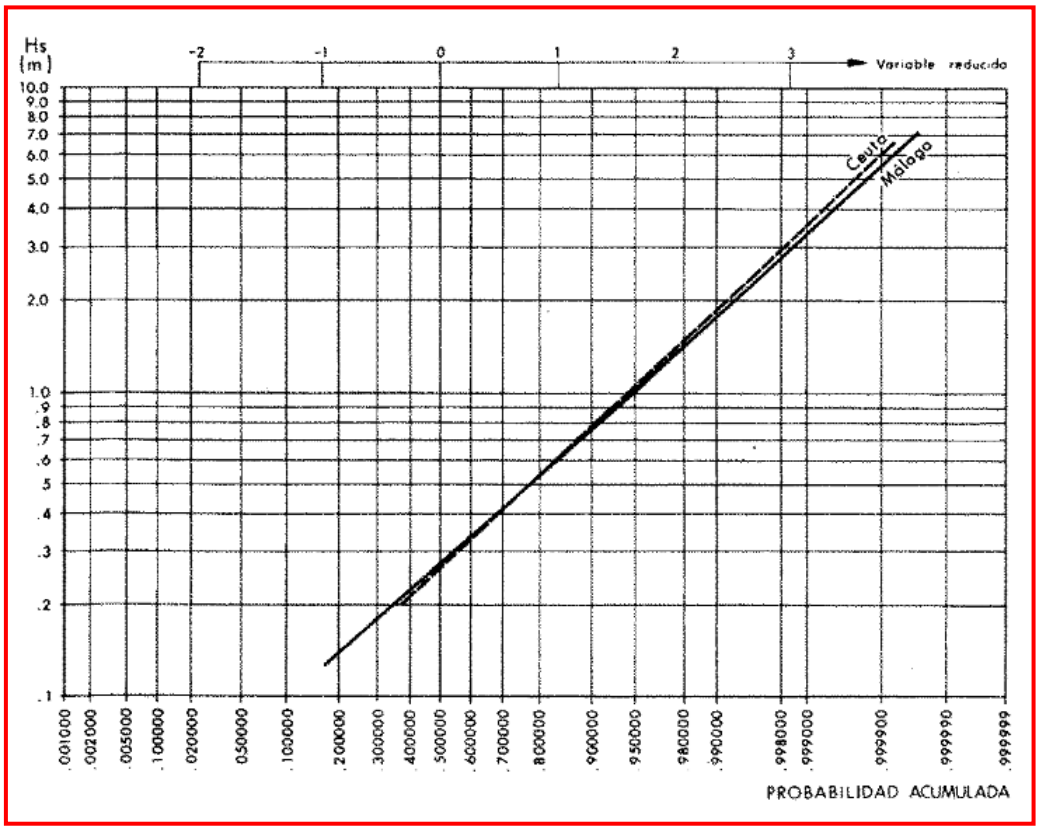


Fig. 4.43. Régimen medio escalar de la boya de Ceuta según la OM 03-91.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Régimen medio direccional del oleaje (tabla B del Área V de la ROM 03-91):

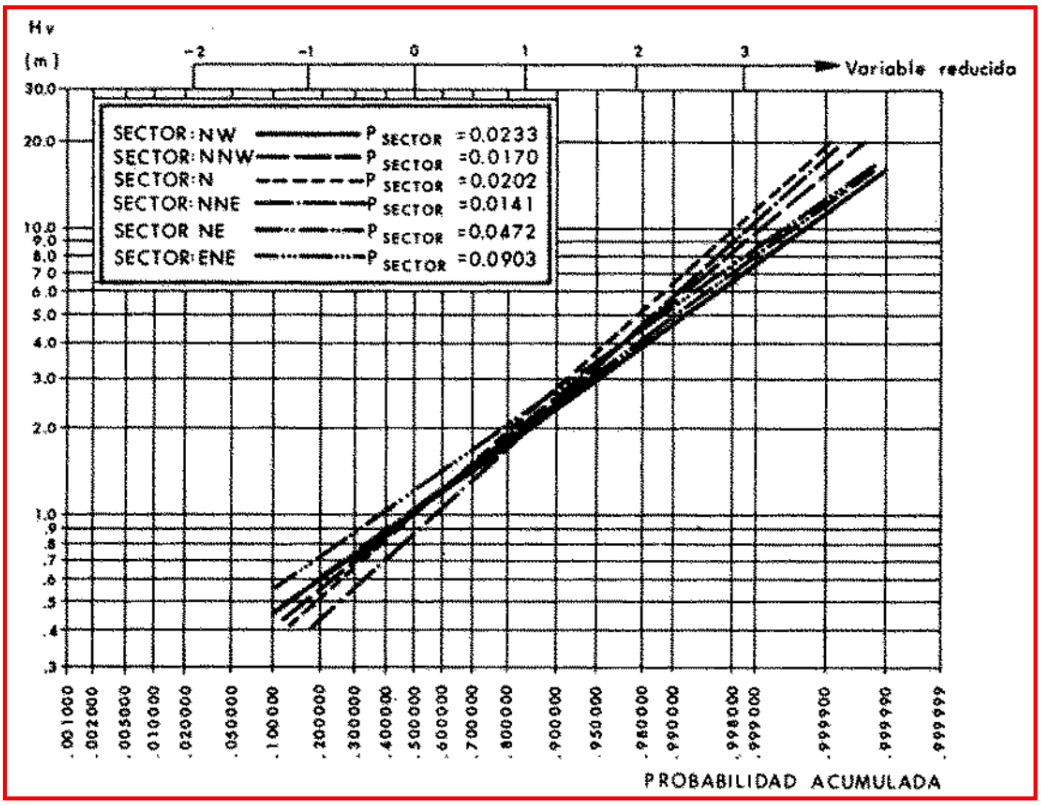


Fig. 4.41. Régimen medio direccional de la boya de Ceuta según la ROM 03-91.

Correlación entre altura de ola significante y periodo del oleaje según registros instrumentales (cuadro E del Área V de la ROM 03-91):

Tabla 4.11. Correlación entre altura de ola significante y periodo del oleaje según registros instrumentales *de la boya de Ceuta según la ROM 03-91.*

BOYA	$P = H_s / L_{\bar{T}} = \frac{2\pi H_s}{g\bar{T}^2}$	$T_p / \bar{T}$	RELACION FINAL H_s (m) T_p (s)	VALORES DE DISEÑO H_s (m)	VALORES DE DISEÑO T_p (s)
CEUTA	0.02 ~ 0.035	≃ 1.20	$T_p = (5.1\text{-}6.8)\sqrt{H_s}$	3	8.5~12
				5	11.5~15
				7	13.5~18
				9	15 ~ 20

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.1.3.3 Régimen medio obtenido del módulo ODIN del SMC

No es posible la obtención de un régimen de oleaje mediante el módulo ODIN del SMC puesto que no recoge Ceuta en dicho programa.

4.1.4 Resumen de los datos de Régimen Medio:

En el apéndice nº2 se presenta para cada una de las anteriores zonas de aterraje la relación de incidencia o ocurrencia media de cada altura de oleaje según su dirección y periodo. Se presenta en un cuadro resumen en primer lugar para el año medio completo, y posteriormente, un análisis por estaciones (invierno, primavera, verano y otoño). Sobre este apéndice y sus resultados se índice en el apartado 10 de este documento.

4.2. Régimen Extremal del Oleaje:

Se entiende por régimen extremal un modelo estadístico que describe la probabilidad con la que se puede presentar un temporal de una cierta altura de riesgo.

La seguridad y la operatividad de una instalación en la costa puede estar condicionada por la acción del oleaje en situación de temporal, es decir, en situaciones donde la altura del oleaje alcanza una intensidad poco frecuente.

Con el fin de acotar el riesgo que corre una instalación, debido a la acción del oleaje, es necesario tener una estimación de la frecuencia o probabilidad con la que se presentan temporales que superen una cierta altura significante de ola. Un régimen extremal de oleaje es, precisamente, un modelo estadístico que describe la probabilidad con la que se puede presentar un temporal de una cierta altura de ola.

En el diseño de estructuras marítimas se utilizan estados de mar extremos con una intensidad tal que solo exista una pequeña probabilidad de que esa intensidad sea superada en la vida útil prevista de la estructura.

Como la vida útil prevista suele exceder con mucho el periodo de tiempo cubierto por los datos, es necesario realizar extrapolaciones en las funciones de distribución estimadas a partir de las frecuencias de ocurrencia.

En el apartado de Metodología se ha estimado en base a las publicaciones ROM un fallo en Estado Límite Último (ELU) $Pf_{ELU} = 0.20$, y un período de retorno $R = T_R = 225$ años.

Se necesita el estimar un régimen extremal escalar y direccional de cada una de las zonas de estudio.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El problema reside en que las boyas de la red REDCOS (boya de Ceuta o Málaga) aportan una descripción direccional sólo en uno o dos de los sectores direccionales, y los puntos SIMAR no contienen información directa de descripción del régimen extremal en los datos consultables a través de la web de Puertos del Estado.

Por tanto, hay que recurrir a algún método de tratamiento de datos de oleaje consultables para estimar una red extremal fiable en las zonas de aterraje. En este contexto, para obtener información direccional del oleaje extremal es necesario recurrir, tal como recomienda la ROM 03.91, a los coeficientes de direccionalidad $K\alpha$, es decir, aquellos coeficientes que tienen en cuenta la intensidad de los temporales en cada dirección. Multiplicando el valor de H_s obtenido de la función de distribución extremal escalar por cada valor de $K\alpha$ se obtiene la altura de ola extremal en la boya para cada dirección de incidencia.

Para la obtención de dichos coeficientes $K\alpha$, la ROM 0.3 – 91 propone varios métodos. En este caso se utilizará la obtención de unas alturas de ola representativas, H_s*, de la cola superior de los regímenes medios direccionales obtenidos en el punto de la red SIMAR; en particular dicha altura de ola representativa se obtendrá como promedio de las H_s asociadas a unas probabilidades de no excedencia de 0,99 y 0,999.

Las direcciones consideradas variarán en función del tramo de costa de estudio. Según la ROM 0.3 – 91 los coeficientes de direccionalidad se obtendrán dividiendo el valor de H_s* de cada dirección entre el mayor de todos, al cual se le asignará un valor $K\alpha = 1$ (la dirección pésima), a partir de las tablas ya calculadas para cada puno SIMAR.

A continuación, se procederá a trabajar con los datos que aportan las boyas REDCOS de Ceuta y Málaga en el régimen extremal escalar. A partir de los valores de $H_{s,dir} = H_{s,R} \cdot K\alpha$ y de T_p (obtenido empleando la correlación mostrada anteriormente) se procederá a calcular el valor de $K_{R,boya}$ (interpolando los valores que aporta la tabla 2.7.1. de la ROM 03.91 para las boyas de Ceuta y Málaga, y posteriormente los valores de la altura de ola de diseño en aguas profundas ($H_{s,0}$) de acuerdo a la formulación clásica siguiente:

$$H_{s,0} = H_{s,R}^* \, K\alpha \, / K_{R,boya}$$

$H_{s,0}$: Altura de ola significante en aguas profundas asociada a un periodo de retorno, para una dirección determinada.

$H_{s,R}$: Altura de ola significante asociada a dicho periodo de retorno obtenida del régimen extremal escalar instrumental (boya).

$K\alpha$: Coeficiente de direccionalidad para la dirección considerada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

$K_{R,boya}$: Coeficiente de refracción-shoaling en el punto de medida (boya) para la dirección considerada, y el periodo de oleaje asociado a dicha altura de ola. En particular se emplearán los valores incluidos en la ROM 0.3-91

En el caso de las playas del norte de Ceuta no existe $K_{R,boya}$ para los sectores W y WNW, por lo que se tomará un valor igual a 1 para estar del lado de la seguridad, si bien se comprobará que no son los sectores con valores de altura asociado más elevados.

4.2.1. Playas del Burgo – La Hacienda (Cádiz, Europa)

Aplicamos la metodología antes descrita de la ROM 03.91. En primer lugar, completamos la tabla 4.3. anteriormente representada del punto de la RED SIMAR:

Tabla 4.12. Obtención de Hs y Kα para obtención de régimen extremal a partir del régimen normal para punto SIMAR 6072028, según metodología incluida en la ROM 03-91 (La Línea)*

Dirección	A	B	C	H_s (F=0,99)	H_s (F=0,999)	H_s*	K_α
NE	0,21	0,19	1,02	1,12 m	1,58 m	1,35 m	0,35
ENE	0,28	0,17	1,11	1,27 m	1,76 m	1,51 m	0,39
E	0,78	0,09	1,11	3,17 m	4,53 m	3,85 m	0,91
ESE	0,85	-0,26	1,05	3,37 m	5,09 m	4,23 m	1
SE	0,24	0,16	1,29	0,94 m	1,23 m	1,08 m	0,25
SSE	0,13	0,18	0,95	0,82 m	1,17 m	0,99 m	0,23
S	0,25	0,15	1,18	1,06 m	1,43 m	1,24 m	0,29
SSW	0,17	0,18	1,32	0,72 m	0,91 m	0,81 m	0,19

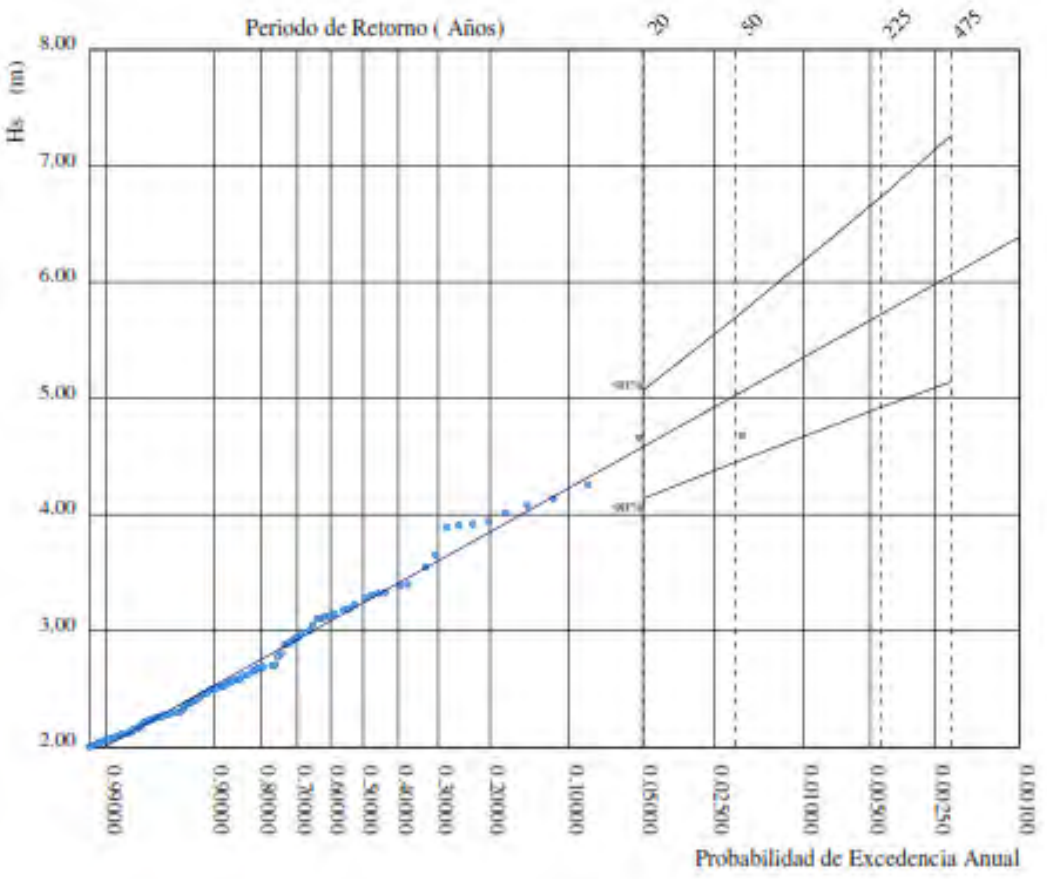
Está aceptado aplicando las funciones de distribución estadística a la ingeniería de costas qué los valores extremales de las series de oleaje se ajustan bastante bien a las funciones de distribución de probabilidad de Weibull o de Gumbel, usándose por ejemplo la de Weibull en todos informes de boyas y puntos SIMAR consultables en la red de Puertos del Estado.

En el caso de la boya de Málaga (boya que se toma como más representativa para el caso de la zona de aterraje en la zona de la península ibérica) la función de distribución y parámetros de ajustes se muestran en el siguiente cuadro (Figura 4.42), donde para un período de retorno T_r = 225 años se tiene $H_{s,R}$ = 5,73 m (se toma únicamente banda central).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

REGIMEN EXTREMAL ESCALAR DE OLEAJE

LUGAR : Málaga
PARÁMETRO : Altura Significante SERIE ANALIZADA : Nov. 1985 - Abr. 2017
PROFUNDIDAD : 22.0



P. de Retorno (Años)	20.00	50.00	225.00	475.00
Estima Central de Hs (m)	4.58	5.03	5.73	6.06
Banda Sup. 90% Hs	5.07	5.70	6.74	7.26
Valor Esperado de Tp (s)	9.16	9.44	9.85	10.03
Prob. de Exc. en 20 Años	0.64	0.33	0.09	0.04
Prob. de Exc. en 50 Años	0.92	0.64	0.20	0.10

Parametros del Ajuste POT de Altura Significante

Umbral de Excedencia	2.00 (m)	Parametros de la	Alfa = 1.92
Num. Min. de Dias Entre Picos	5.00	Distribucion Weibull	Beta = 0.75
Num. Med. Anual de Picos (Lambda)	5.00	de Excedencias	Gamma = 1.20

Relacion entre Altura Significante (m) y Periodo de Pico (s)

$$Tp = 5.59\,Hs^{0.32}$$

Fig. 4.42. Régimen extremal escalar de la Boya de Málaga. Fuente: web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/es-es

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Asimismo, a partir de los valores de $H_{s,dir} = H_{s,R} \cdot K\alpha$ y de T_p (obtenido empleando la correlación mostrada anteriormente) se ha procedido a calcular el valor de $K_{R,boya}$ (interpolando los valores de la tabla 4.13) y posteriormente los valores de la altura de ola de diseño en aguas profundas ($H_{s,0}$) en la tabla 4.14, de acuerdo a la formulación presentada al principio del apartado, y tomando los coeficientes correspondientes a la boya de Málaga y Ceuta incluidos en la ROM 03.91:

Tabla 4.13. Tabla de valores de Kα para diferentes periodos para las boyas de Ceuta y Málaga, según la ROM 03-91.

ÁREA	PUNTO DE MEDIDA	DIR T(s)	7	9	11	13	15	17	19
	MÁLAGA	E	0,93	0,91	0,91	0,93	0,93	—	—
		ESE	0,95	0,95	0,95	0,90	0,84	—	—
		SE	0,94	0,90	0,89	—	—	—	—
		SSE	0,93	0,87	0,87	—	—	—	—
		S	0,93	0,85	0,82	—	—	—	—
		SSW	0,93	0,70	0,67	—	—	—	—
	CEUTA	NW	0,94	0,91	0,82	0,72	0,66	—	—
		NNW	0,95	0,90	0,83	0,78	0,75	—	—
		N	0,95	0,92	0,93	0,94	0,97	—	—
		NNE	0,96	0,97	0,98	1,05	1,13	1,15	—
		NE	0,94	0,90	0,92	1,06	1,33	1,15	—
		ENE	—	—	0,79	0,67	0,66	0,93	—

Tabla 4.14. Obtención de Hs,0 final de diseño según los diferentes sectores de incidencia.

Dirección	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW
$H_{s,R}$ (m)	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73
Kα	0,35	0,39	0,91	1	0,25	0,23	0,29	0,19
$H_{s,dir}$ (m)	2,00	2,23	5,21	5,73	1,43	1,31	1,66	1,08
T_p (sg)	**6,97**	**7,22**	**9,47**	**9,77**	**6,26**	**6,09**	**6,57**	**5,72**
$K_{R,boya}$	0,94	0,93*	0,91	0,95	0,94	0,93	0,93	0,93
$H_{s,0}$ (m)	**2,12**	**2,23**	**5,72**	**6,03**	**1,52**	**1,40**	**1,78**	**1,16**

* No se tienen medidas direccionales para este sector en esta gama de periodos, por lo que se toma una media de los dos coeficientes de los sectores adjuntos.

4.2.2. Playas Ceuta Sur:

Al igual que antes, aplicamos la metodología ya descrita. En primer lugar, completamos la tabla anteriormente representada del punto de la RED SIMAR:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 4.15. Obtención de Hs y Kα para obtención de régimen extremal a partir del régimen normal para punto SIMAR 6070006, según metodología incluida en la ROM 03-91*

Dirección	A	B	C	H_s (F=0,99)	H_s (F=0,999)	H_s*	K_α
NE	0,11	0,19	1,12	0,62 m	0,80 m	0,71 m	0,19
ENE	0,21	0,18	0,92	1,28 m	1,89 m	1,58 m	0,42
E	1,11	-0,17	1,40	3,13 m	4,24 m	3,68 m	1
ESE	0,55	-0,07	1,14	2,02 m	2,92 m	2,47 m	0,67
SE	0,22	0,19	1,21	0,96 m	1,27 m	1,11 m	0,30
SSE	0,16	0,21	0,98	0,97 m	1,35 m	1,16 m	0,31

En el caso de la boya de Ceuta (boya que se toma como más representativa para el caso de la zona de aterraje en este caso) la función de distribución y parámetros de ajustes se muestran en el siguiente cuadro (Figura 4.43). Para un período de retorno T_r = 225 años se tiene $H_{s,R}$ = 6,69 m (se toma únicamente banda central). Igualmente, partir de los valores de $H_{s,dir} = H_{s,R} \cdot K\alpha$ y de T_p se calcula el valor de $K_{R,boya}$ (tabla 4.16) y posteriormente (tabla 4.17) los valores de la altura de ola de diseño en aguas profundas ($H_{s,0}$) de acuerdo a la formulación presentada al principio del apartado, y tomando los coeficientes correspondientes a la boya Ceuta incluidos en la ROM 03.91:

Tabla 4.16. Tabla de valores de Kα para diferentes periodos para las boyas de Ceuta y Málaga, según la ROM 03-91.

ÁREA	PUNTO DE MEDIDA	DIR $T_{(s)}$	7	9	11	13	15	17	19
	MÁLAGA	E	0,93	0,91	0,91	0,93	0,93	—	—
		ESE	0,95	0,95	0,95	0,90	0,84	—	—
		SE	0,94	0,90	0,89	—	—	—	—
		SSE	0,93	0,87	0,87	—	—	—	—
		S	0,93	0,85	0,82	—	—	—	—
		SSW	0,93	0,70	0,67	—	—	—	—
	CEUTA	NW	0,94	0,91	0,82	0,72	0,66	—	—
		NNW	0,95	0,90	0,83	0,78	0,75	—	—
		N	0,95	0,92	0,93	0,94	0,97	—	—
		NNE	0,96	0,97	0,98	1,05	1,13	1,15	—
		NE	0,94	0,90	0,92	1,06	1,33	1,15	—
		ENE	—	—	0,79	0,67	0,66	0,93	—

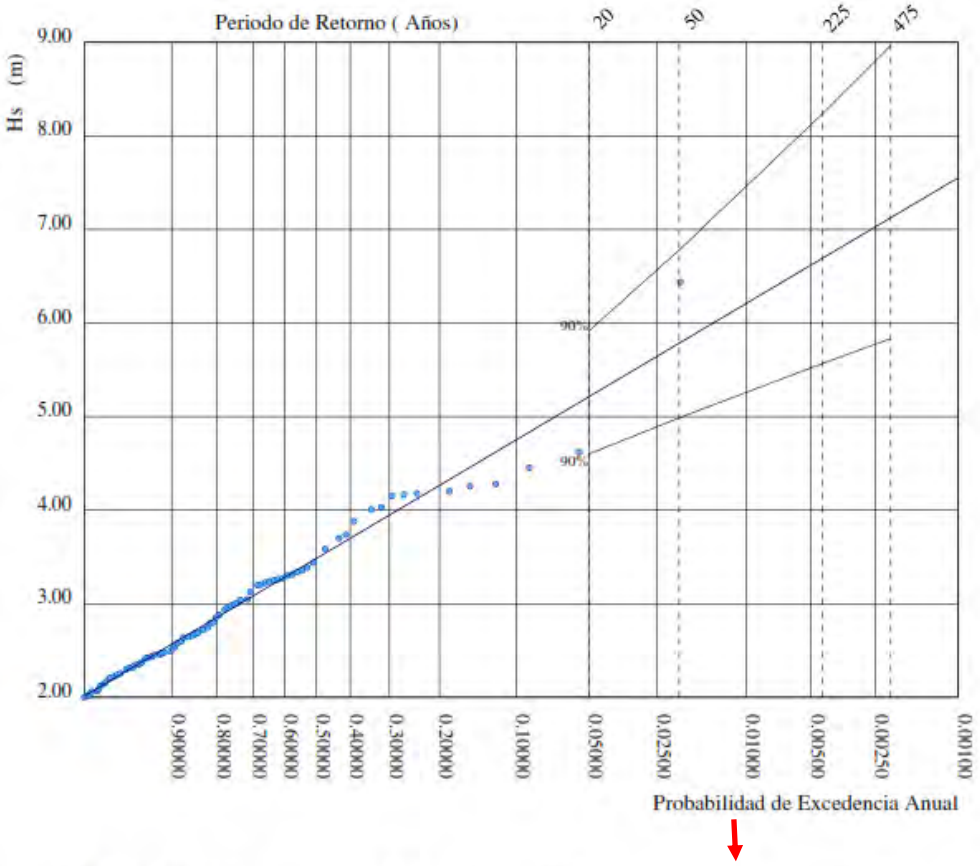
Tabla 4.17. Obtención de Hs,o final de diseño según los diferentes sectores de incidencia.

Dirección	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
$H_{s,R}$ (m)	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69
Kα	0,19	0,42	1	0,67	0,30	0,31
$H_{s,dir}$ (m)	1,27	2,80	6,69	4,48	2,00	2,07
T_p (sg)	**7,03**	**9,21**	**12,38**	**10,80**	**8,21**	**8,31**
$K_{R,boya}$	0,94	0,79	0,92	0,93	0,93	0,92
$H_{s,0}$ (m)	**1,35**	**3,54**	**7,27**	**4,81**	**2,15**	**2,25**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

REGIMEN EXTREMAL ESCALAR DE OLEAJE

LUGAR : Ceuta
PARÁMETRO : Altura Significante SERIE ANALIZADA : Ene. 1985 - Mar. 2017
PROFUNDIDAD : 21.0



P. de Retorno (Años)	20.00	50.00	225.00	475.00
Estima Central de Hs (m)	5.21	5.78	6.69	7.12
Banda Sup. 90% Hs	5.91	6.78	8.23	8.97
Valor Esperado de Tp (s)	11.39	11.81	12.41	12.68
Prob. de Exc. en 20 Años	0.64	0.33	0.09	0.04
Prob. de Exc. en 50 Años	0.92	0.64	0.20	0.10

Parametros del Ajuste POT de Altura Significante

Umbral de Excedencia	2.00 (m)	Parametros de la	Alfa = 2.00
Num. Min. de Dias Entre Picos	5.00	Distribucion Weibull	Beta = 0.91
Num. Med. Anual de Picos (Lambda)	4.11	de Excedencias	Gamma = 1.17

Relacion entre Altura Significante (m) y Periodo de Pico (s)

$$Tp = 6.49\ Hs^{0.34}$$

Fig. 4.43. Régimen extremal escalar de la Boya de Ceuta. Fuente: web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.3. Playas Ceuta Norte:

Aplicamos la metodología antes descrita. En primer lugar, completamos la tabla anteriormente representada del punto de la RED SIMAR:

Tabla 4.18. Obtención de Hs y Kα para obtención de régimen extremal a partir del régimen normal para punto SIMAR 6070010, según metodología incluida en la ROM 03-91 (Ceuta Norte)*

Dirección	A	B	C	H_s (F=0,99)	H_s (F=0,999)	H_s*	K_α
W	0,10	0,20	1,47	0,48 m	0,57 m	0,52 m	0,12
WNW	0,18	0,20	1,15	0,87 m	1,16 m	1,01 m	0,24
NW	0,19	0,19	1,26	0,82 m	1,07 m	0,94 m	0,22
NNW	0,16	0,19	1,28	0,71 m	0,91 m	0,81 m	0,19
N	0,13	0,20	1,09	0,72 m	0,96 m	0,84 m	0,20
NNE	0,14	0,20	1,21	0,69 m	0,89 m	0,79 m	0,19
NE	0,25	0,17	0,94	1,43 m	2,12 m	1,77 m	0,42
ENE	0,49	0,13	0,91	2,75 m	4,22 m	3,48 m	0,84
E	0,88	0,21	1,17	3,45 m	4,80 m	4,12 m	1

Los valores extremales de las series de oleaje se ajustan bastante bien a las funciones de distribución de probabilidad de Weibull o de Gumbel. En el caso de la boya de Ceuta (boya que se toma como más representativa para el caso de la zona de aterraje en este caso) la función de distribución y parámetros de ajustes se muestran en la Figura 4.44. Para un período de retorno T_r = 225 años se tiene $H_{s,R}$ = 6,69 m en la banda central. A partir de los valores de $H_{s,dir} = H_{s,R} \cdot K\alpha$ y de T_p (obtenido empleando la correlación mostrada anteriormente) se ha procedido a calcular el valor de $K_{R,boya}$ (interpolando los valores de la tabla 4.19) y posteriormente (tabla 4.20) los valores de la altura de ola de diseño en aguas profundas ($H_{s,0}$) de acuerdo a la formulación presentada al principio del apartado, y tomando los coeficientes correspondientes ya expuestos en la tabla 4.13:

Tabla 4.19. Obtención de Hs,0 final de diseño según los diferentes sectores de incidencia.

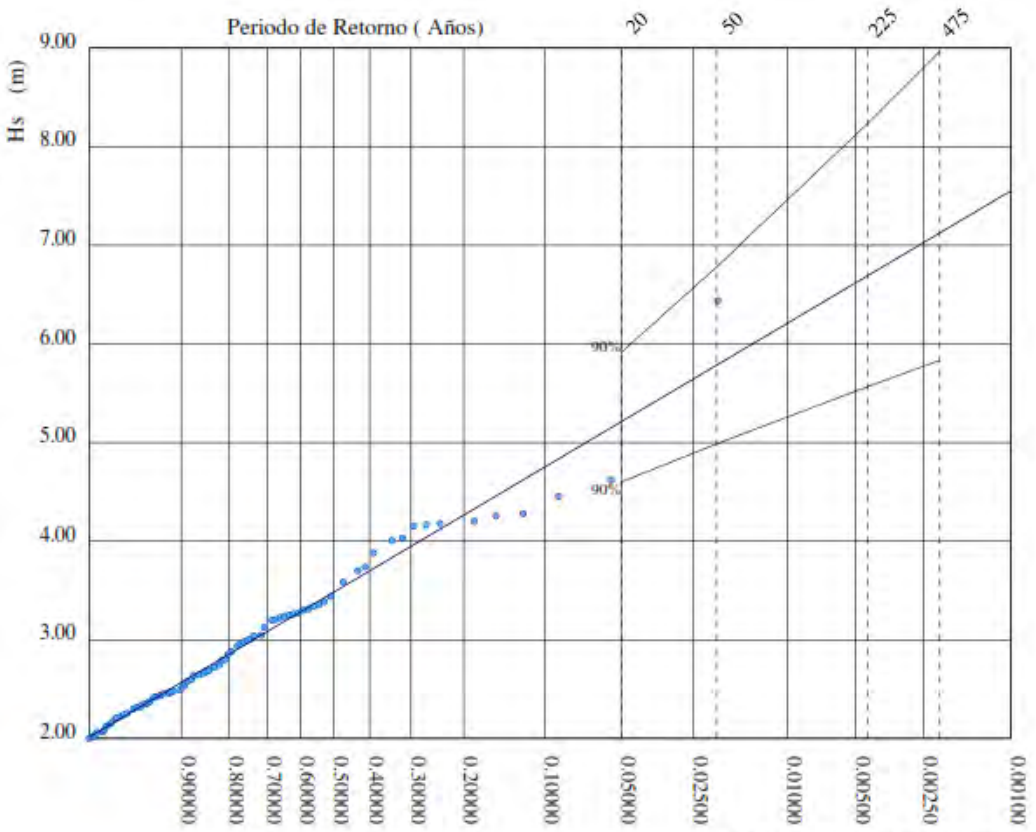
Dirección	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E
$H_{s,R}$ (m)	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69
Kα	0,12	0,24	0,22	0,19	0,20	0,19	0,42	0,84	1
$H_{s,dir}$ (m)	0,80	1,60	1,47	1,27	1,33	1,27	2,80	5,62	6,69
T_p (sg)	**6,01**	**7,61**	**7,39**	**7,03**	**7,15**	**7,03**	**9,21**	**11,67**	**12,38**
$K_{R,boya}$	1,00*	1,00*	0,94	0,95	0,95	0,96	0,90	0,76	0,92
$H_{s,0}$ (m)	**1,60**	**1,60**	**1,56**	**1,33**	**1,40**	**1,32**	**3,11**	**7,39**	**7,27**

* No se tienen medidas direccionales para este sector, pero al ser periodos bajos, y alturas bajas, se aproxima a un coeficiente igual a 1.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

REGIMEN EXTREMAL ESCALAR DE OLEAJE

LUGAR : Ceuta
PARÁMETRO : Altura Significante SERIE ANALIZADA : Ene. 1985 - Mar. 2017
PROFUNDIDAD : 21.0



P. de Retorno (Años)	20.00	50.00	225.00	475.00
Estima Central de Hs (m)	5.21	5.78	6.69	7.12
Banda Sup. 90% Hs	5.91	6.78	8.23	8.97
Valor Esperado de Tp (s)	11.39	11.81	12.41	12.68
Prob. de Exc. en 20 Años	0.64	0.33	0.09	0.04
Prob. de Exc. en 50 Años	0.92	0.64	0.20	0.10

Parametros del Ajuste POT de Altura Significante

Umbral de Excedencia	2.00 (m)	Parametros de la	Alfa = 2.00
Num. Min. de Dias Entre Picos	5.00	Distribucion Weibull	Beta = 0.91
Num. Med. Anual de Picos (Lambda)	4.11	de Excedencias	Gamma = 1.17

Relacion entre Altura Significante (m) y Periodo de Pico (s)

$$Tp = 6.49\ Hs^{0.34}$$

Fig. 4.44. Régimen extremal escalar de la Boya de Ceuta. Fuente: web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/es-es

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por tanto, como resumen de este apartado, se proponen como oleajes extremales a tener en cuenta los que figuran en la tabla 4.20 (los más altos de cada zona de aterraje):

Tabla 4.20. Oleajes finales de régimen extremal a tener en cuenta para la propagación en cada zona de aterraje (apartado 6).

Zonas	Provincia de Cádiz			Ceuta Sur			Ceuta Norte		
	Sector	**Periodo**	**Altura**	**Sector**	**Periodo**	**Altura**	**Sector**	**Periodo**	**Altura**
Oleajes	E	9,47 s	5,72 m	ENE	9,21 s	3,54 m	ENE	11,67 s	7,27 m
	ESE	9,77 s	6,03 m	E	12,38 s	7,27 m	E	12,38 s	7,27 m
				ESE	10,80 s	4,81 m			

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5. Régimen de oscilaciones del nivel del mar

Debido a la naturaleza de las obras, es necesario estudiar las oscilaciones del nivel del mar debido a la marea astronómica y la meteorológica en el entorno de la costa, asociada además al periodo de retorno calculado igual a 225 años.

En este caso, no hay definido un punto fijo aún en donde se sepa dónde se ejecuta la obra sobre cada uno de los tramos propuestos, pero se puede realizar un análisis de algunos puntos de dichos tramos que se estimen suficientemente representativos En nuestro caso:

- Playas El Burgo – La Hacienda (La Línea): 4 puntos.
- Playa El Tarajal (Ceuta Sur): 2 puntos.
- Playas Calamocarro y Punta Blanca (Ceuta Norte): 4 puntos.

Para estudiar el régimen de oscilaciones del nivel del mar por efecto de las mareas astronómica y meteorológica se va a utilizar el modelo iOLE. Este modelo, desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (“IH Cantabria”), permite calcular la estimación de la cota y la extensión de inundación asociada a diferentes periodos de retorno (10, 50, 100 y 500 años), en diferentes perfiles del litoral español con una resolución espacial de 200 m. Este modelo utiliza para ello las bases de datos de oleaje y nivel del mar generadas en el marco del Proyecto C3E del “IH Cantabria” (www.c3e.ihcantabria.es) y el modelo numérico IH-2VOF (www.ih2vof.ihcantabria.com). Así mismo, este modelo permite ajustar el régimen extremal del oleaje y de nivel del mar con una función de distribución GEV (Generalized Extreme Value), o Gumbel de máximos y determinar las bandas de confianza de las formas del IH-2VOF (90%, 80% o 68.5%).

Los perfiles incluidos en el modelo se caracterizan por estar definidos con respecto a la dirección del flujo medio de energía del temporal (θ_{FE}). La parte emergida de dichos perfiles se ha obtenido a partir de datos del Modelo Digital del Terreno y la parte sumergida a partir de un perfil teórico de Dean. No obstante, el modelo permite incluir perfiles reales definidos también respecto a θ_{FE}. Cabe destacar, que el modelo identifica aquellos perfiles de tipo acantilados para los cuales determina una inundación nula.

El modelo proporciona diferentes representaciones gráficas de los resultados de la cota de inundación y de la extensión. Para el caso de solo estudio de variaciones del Nivel del Mar, iOLE representa los datos según una banda de confianza del 90%, presentando en este estudio los valores correspondientes siempre a la banda central, equivalente al 100% por tanto, no existiendo además apenas variación por el hecho de haber mínimas diferencias al apenas existir el factor más determinante en la variación del Nivel del Mar, que son las mareas astronómicas. Además, indica la cota y la extensión de inundación para los periodos de retorno 10, 50, 100, y 500 años. En la figura 5.1 se muestra un ejemplo de representación gráfica de los resultados proporcionados por el modelo IOLE para un perfil cualquier, como ejemplo de salida gráfica de resultados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

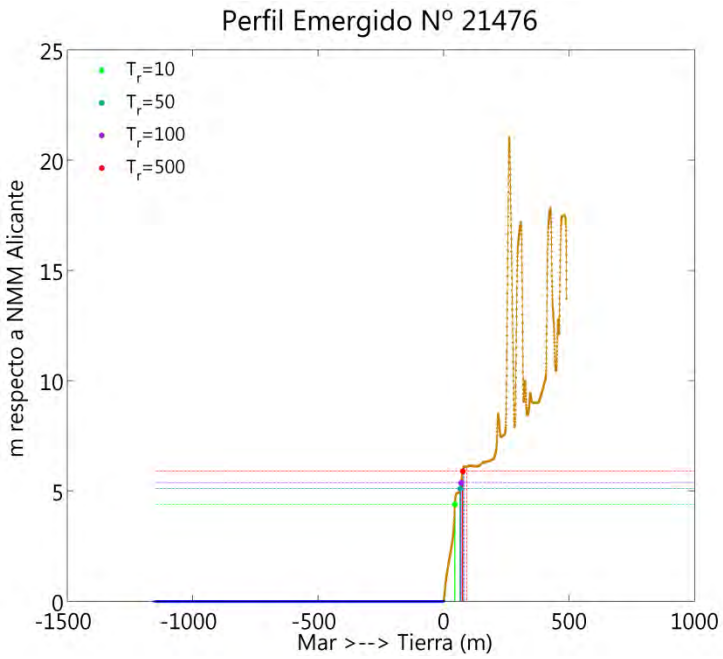


Fig. 5.1. Ejemplo de salida gráfica de resultados para un perfil cualquier del modelo iOLE.

En este caso, se procede a evaluar las cotas máximas de variación del Nivel del Mar debido solamente a la marea astronómica y meteorológica en los puntos representativos antes citados de cada tramo de costa.

Los puntos (y perfiles asociados) de estudio se muestran en las figuras 5.2 y 5.3:

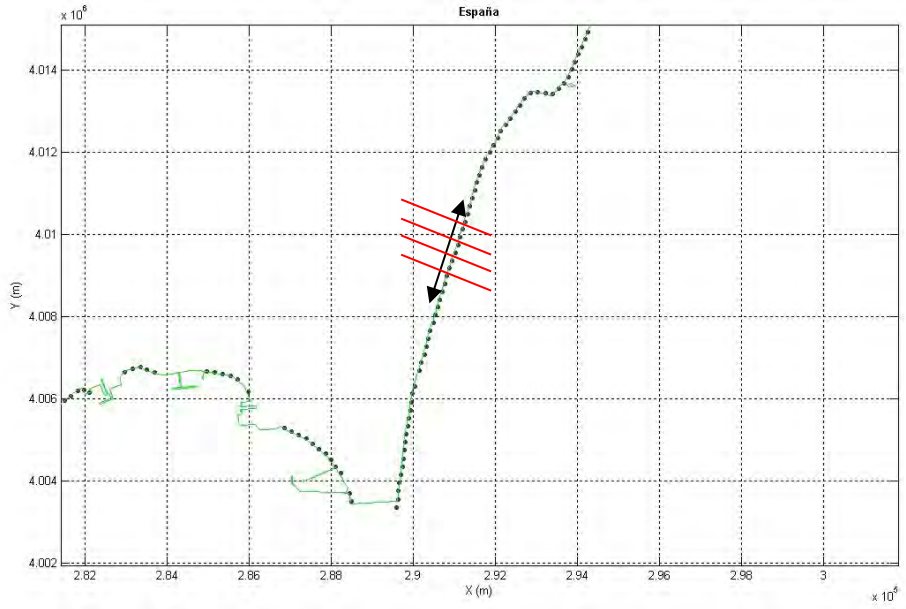


Fig. 5.2. Perfiles de estudio de oscilación del Nivel del Mar en la provincia de Cádiz según el modelo iOLE.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

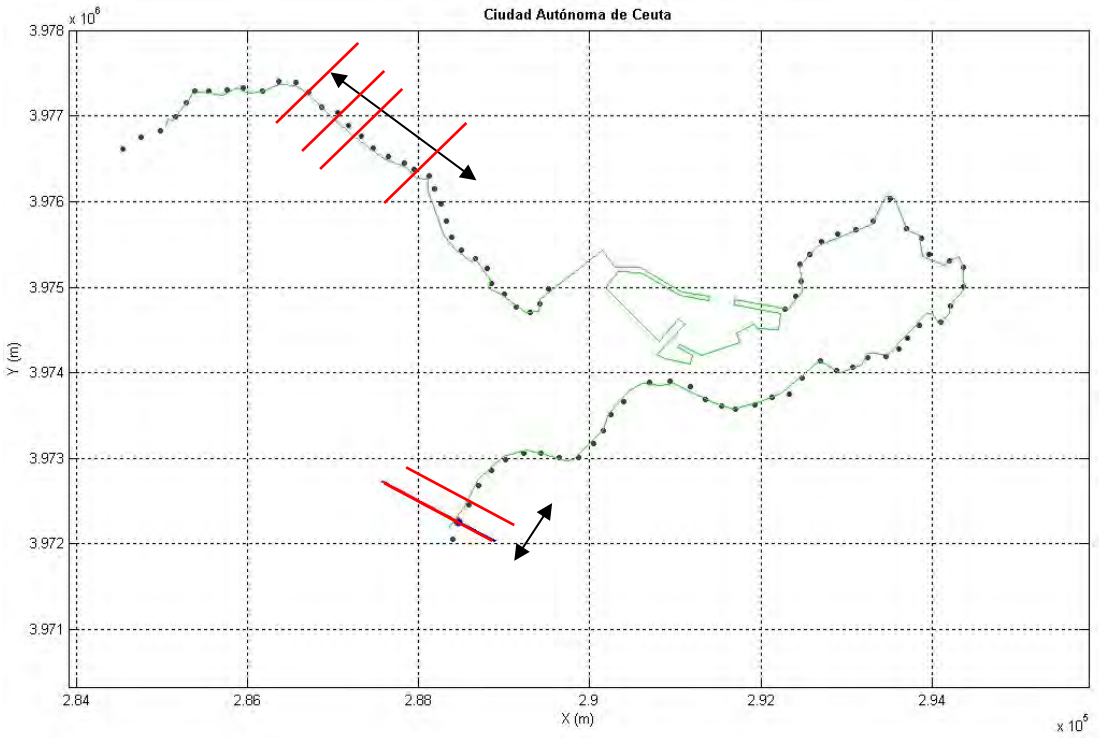


Fig. 5.3. Perfiles de estudio de oscilación del Nivel del Mar en Ceuta Norte y Sur según el modelo iOLE .

5.1 Aplicación del Modelo iOLE a 4 puntos del entorno de las playas El Burgo y La Hacienda:

Los puntos sobre los que se aplica el modelo son los numerados en el mismo como 21735, 21732, 21729 y 21726. En el apéndice 1 se observan las salidas gráficas del programa para cada uno de los puntos, con el alcance sobre la línea de orilla, exponiendo el resumen de todos los datos obtenidos en la tabla 5.1 para un periodo de retorno de 225 años.

5.2 Aplicación del Modelo iOLE a 4 puntos del entorno de las playas Calamocarro y Punta Blanca

Los puntos sobre los que se aplica el modelo son los numerados en el mismo 28388, 28390, 28392 y 28400. En el apéndice 1 siguiente se puede observar las gráficas de salida de los resultados obtenidos, con el alcance sobre la línea de orilla. De manera similar al punto anterior, en la tabla 5.1 se puede consultar el resumen de los datos obtenidos para un periodo de retorno de 225 años.

5.3 Aplicación del Modelo iOLE a 2 puntos del entorno de la playa del Tarajal:

Los puntos sobre los que se aplica el modelo son los numerados en el mismo 29979 y 29978. En el apéndice 1 siguiente se puede observar las gráficas de salida de los resultados obtenidos, con el alcance sobre la línea de orilla, y, como anteriormente se ha citado, el resumen de los datos obtenidos para un periodo de retorno de 225 años puede consultarse en la tabla 5.1.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 5.1. Resumen de datos en cota de oscilaciones del Nivel del Mar para un periodo de retorno de 225 años obtenidos con el modelo iOLE.

Zona	Punto	Cota (m)
La Línea, Provincia de Cádiz	**21735**	**1,40**
	21732	**1,25**
	21729	**1,15**
	21726	**1,02**
Ceuta Norte	**28388**	**1,05**
	28390	**1,02**
	28392	**1,02**
	28400	**1,03**
Ceuta Sur	**29979**	**0,98**
	29978	**0,98**

El valor de las costas representado corresponde con el del periodo de retorno T = 225 años. Como el modelo iOLE no representa este valor, se ha insertado en cada gráfica del apéndice 1 en alineación roja a trazos el “eje” correspondiente a T = 225 años, obteniéndose de ahí el valor de la cota representada en el cuadro anterior.

Las cotas anteriores están referidas al Nivel Medio del Mar en Alicante. La diferencia entre el NMMA y el Cero Hidrográfico es muy similar en ambas zonas y del orden de unos 60 cm. Por ello, los valores máximos aproximados de elevación del nivel del mar rondarían los 2.0 m en La Línea y 1.60 a 1.65 m en las zonas de Ceuta Sur y Norte respectivamente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6. Modelo de propagación del oleaje

6.1 Oleajes a desarrollar:

Los oleajes a desarrollar son los obtenidos en el desarrollo del apartado 4.2 Régimen Extremal del oleaje, y reflejados en la tabla:

Tabla 6.1. Resultados obtenidos del análisis del régimen extremal (anterior tabla 4.20).

Zonas	La Línea (Cádiz)			Ceuta Sur			Ceuta Norte		
	Sector	**Periodo**	**Altura**	**Sector**	**Periodo**	**Altura**	**Sector**	**Periodo**	**Altura**
Oleajes	E	9,47 sg	5,72 m	ENE	9,21 sg	3,54 m	ENE	11,67 sg	7,27 m
	ESE	9,77 sg	6,03 m	E	12,38 sg	7,27 m	E	12,38 sg	7,27 m
				ESE	10,80 sg	4,81 m			

Por tanto, son un total de siete (7) estados de oleaje los que hay que desarrollar desde condiciones de mar profundo hasta las zonas de aterraje.

6.2. Descripción general del modelo de propagación utilizado:

El modelo que se va a utilizar es el OLUCA perteneciente al S.M.C. de la Dirección General de Costas. El modelo permite:

- Propagar oleajes monocromáticos o espectrales desde profundidades indefinidas hasta zonas de playa en la costa. Incluyendo deformación debido a la refracción, asomeramiento, difracción, disipación por rotura y pos-rotura.
- Caracterización de los oleajes de una zona litoral.
- Cálculo de los regímenes medios direccionales del oleaje en zonas costeras.
- Propagación de eventos de oleaje extraordinarios, los cuales permiten definir las alturas de olas de diseño para obras en el litoral.

6.2.1 Hipótesis del modelo parabólico

Las características básicas son:

I. Fluido
    - No viscoso
    - Incompresible
    - Densidad constante
2. Flujo
    - Irrotacional

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Estacionario

3. Dinámicas
    - Presión constante en la superficie libre
    - No se considera la acción del viento
    - No se considera la acción de Coriolis
4. Contornos
    - Fondo de pendiente suave:

El desarrollo matemático de las ecuaciones del modelo se hace con la hipótesis de que las variaciones del fondo en horizontal son pequeñas en comparación con la longitud de onda (mild slope)

Para el modelo lineal, Booij (1983) realizó una comparación entre un modelo numérico exacto y el de la ecuación de pendiente suave para ondas propagándose sobre una playa. Encontró que hasta pendientes del fondo de 1:3 el modelo de la pendiente suave es exacto y que para pendientes mayores predice adecuadamente las tendencias.

5. Propagación
    - No linealidad débil:
      Dependencia débil de la ecuación de dispersión con la amplitud de ola; modelo no lineal Stokes-Hedges.
    - Aproximación parabólica:
      Las ondas se propagan principalmente en una dirección (x). Con lo cual se desprecian términos $\left(\frac{\partial^2 (\ )}{\partial x^2}\right)$. La solución es tanto más aproximada cuanto menor variación haya en la dirección x.

      Esta aproximación parabólica implica varias ventajas y desventajas:

6.2.2 Ventajas y desventajas del modelo

Ventajas:

(1) se ha mostrado como una ecuación de gobierno correcta para la propagación de ondas lineales sobre fondos de pendientes suaves en presencia de corrientes.

(2) es una ecuación de tipo parabólico y, como tal, no necesita condiciones en todo el contorno, sino que basta con una condición inicial en el límite desde el que se va a propagar y en los contornos laterales. Además, es una herramienta muy útil para reducir el esfuerzo y el tiempo de computación pues pueden utilizarse esquemas implícitos de seis puntos como el de Crank-Nicholson y obtener soluciones rápidas y estables.

Desventajas:

(1) Limitación del ángulo de propagación del oleaje a 60°, con respecto al eje principal, (x).

(2) Se desprecia el efecto de las ondas reflejadas,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

(3) Por tanto, las soluciones son tanto más aproximadas cuanto menor variación haya respecto a esa dirección principal. El segundo inconveniente no es tan importante en la práctica, pues en la propagación del oleaje hacia la costa interesan sobre todo los efectos de la refracción y dirección.

6.3. Resultados del modelo:

En el Apéndice 4 se adjuntan los resultados gráficos de salida obtenidos aplicando el modelo para cada una de las zonas de aterraje y de los sectores direccionales y oleajes asociados en cada caso.
En resumen, puede apreciarse que hay una minoración general de la altura de ola a medida que se acerca a la costa excepto en la zona Ceuta Sur donde tiene lugar un incremento debido probablemente a la morfología del fondo. Aunque se trata de la situación actual y no va a cambiar por la instalación del cable submarino, sí sería interesante tenerlo en cuenta y analizarlo con un estudio de detalle una vez se haya decidido definitivamente el punto de aterraje.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7. Sistema de corrientes derivadas de la acción de la marea y del oleaje.

7.1. Introducción:

En este apartado se va a estudiar las corrientes derivadas en la denominada zona de rotura del oleaje. Se puede definir esta zona como aquella comprendida entre el comienzo de la acción del fondo del mar sobre la onda que representa cada ola hasta la rotura completa de ésta en la playa. Las corrientes que se producen en esta zona serán por tanto las ocasionadas por dos fenómenos que suceden al mismo tiempo:

1. Las corrientes derivadas por la propia propagación del oleaje hasta la costa y su posterior rotura. Se va a realizar en este caso aun análisis de las velocidades máximas para cada altura de ola en la profundidad de rotura asociada, punto en donde se produce el máximo valor de la velocidad longitudinal que se produce.

2. Las corrientes derivadas de la acción de las mareas, con un análisis de éstas. Este apartado supone un estudio pormenorizado de qué tipo de marea se producen, y se analiza detenidamente, así como las corrientes resultantes, en el apéndice nº4.

7.2. Corrientes derivadas de la acción del oleaje:

Debido a la falta de concreción en el emplazamiento de las zonas de aterraje, siendo recomendable identificarlas en un frente de costa entre 500 a 1.000 metros máximo como se ha comentado anteriormente, se realiza un estudio de las velocidades máximas de corrientes desde la zona de mar en condiciones de mar profundo hasta la zona del punto de rotura, según la altura de ola, estimando los valores máximos esperables a priori en este punto.

Para ello, se va a aplicar una teoría de ondas ampliamente aceptada, utilizada por la comunidad científica y fácil de aplicación para las características de los datos disponibles, y que facilita para diferentes alturas de ola, conocer la velocidad de la corrientes longitudinal desde el comienzo de la interacción entre la onda y el fondo del mar (a una profundidad de $L_0/2$, siendo L_0 la longitud de onda en mar profundo) hasta el punto de rotura del oleaje, obtenido este por el criterio de Mac Cowam. En dicho punto, se puede estimar también el valor de la corriente longitudinal paralela a la costa en esta aproximación a gran escala sobre cada zona de aterraje.

7.2.1. Modelo de onda aplicado:

Una de las teorías más simples es onda es la de Airy o teoría de la onda lineal o de pequela amplitud, la cual data del año 1845, y que realiza las siguientes hipótesis simplificadoras:

1. La onda es regular y bidimensional (no evoluciona en el tiempo ni en el espacio).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.El fluido es incompresible y los efectos de la viscosidad, tensión superficial y turbulencia son despreciables.

3. El fondo es profundo y de profundidad constante.

4.La amplitud de onda es pequeña con relación a la longitud de onda y al fondo.

Las ecuaciones de la onda de Airy se obtienen integrando ecuaciones de conservación de masa y del momento. Realizando una serie de simplificaciones, y para estimar la velocidad de la corriente a una profundidad dada, se obtiene la siguiente expresión:

$$U = \pi H/T(1/\text{senh}(kd))$$

U = Velocidad.

H = Altura de ola.

T = Periodo del oleaje.

d = Profundidad.

k = 2π/L.

L = Longitud de onda.

Por tanto, con la metodología comentada, se puede obtener los resultados máximos de las corrientes generadas por los oleajes de diferentes alturas desde condiciones de mar profundo hasta el punto de rotura, aplicando como criterio de rotura el de Mac Cowan (la altura de una ola en rotura es 0,78 veces la profundidad en ese punto). Se puede observar como la velocidad de la corriente va aumentando desde valores casi despreciables en la transición de mar profundo a condiciones intermedias, hasta alcanzar su valor máximo coincidente con la zona del punto de rotura del oleaje. En dicho punto, y admitiendo que independientemente de la dirección del sector del oleaje, por efectos de la refracción, la dirección máxima con la normal a la costa del oleaje incidente no superará los 10º, se puede obtener también la corriente resultante longitudinal en rotura, multiplicando por el seno de dicho ángulo.

7.2.2 Resultados obtenidos:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En este contexto, se obtienen los siguientes resultados para diferentes alturas de ola en el entorno de la zona de aterraje de la Península y de Ceuta.

7.2.2.1 Entorno de zona de aterraje en la península:

En el apéndice 3 se puede consultar la tabla de resultados a partir de la cual se ha obtenido la siguiente gráfica:

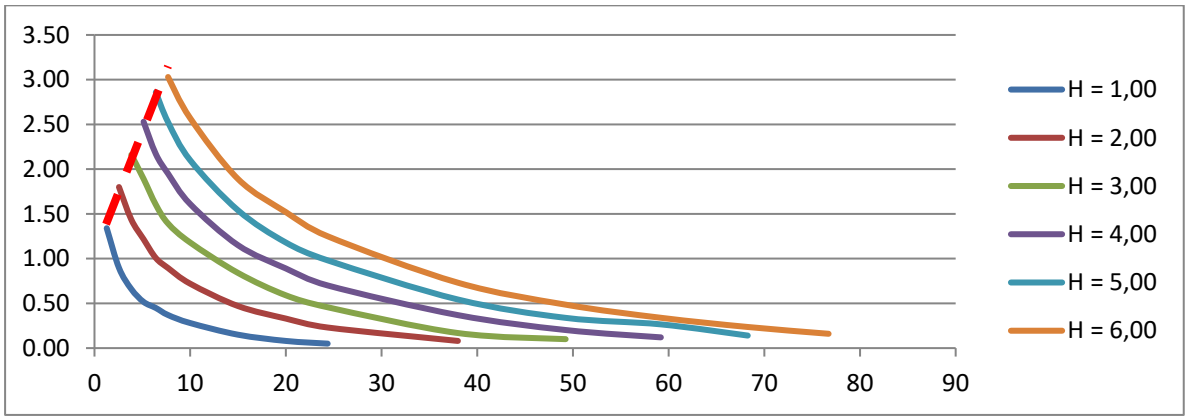


Fig. 7.1. Zona de aterraje peninsular en provincia de Cádiz. Relación entre velocidad de corriente (en ordenadas y m/s) y profundidad (en abscisas y metros) para diferentes alturas de olas (en metros). En rojo límite a partir del cual se produce rotura del oleaje.

El valor de la corriente máxima en el punto de rotura, y su componente longitudinal a la costa, serían:

Tabla 7.1. Zona de aterraje peninsular en provincia de Cádiz. Resultados máximos de velocidad de corriente en sentido normal a la costa (máximo) y paralelo a ésta (longitudinal).

Altura ola	Prof. rotura	Velocidad max.	Velocidad longitudinal
1,00 m	1,28 m	1,34 m/s	0,23 m/s
2,00 m	2,56 m	1,80 m/s	0,31 m/s
3,00 m	3,85 m	2,16 m/s	0,38 m/s
4,00 m	5,13 m	2,53 m/s	0,44 m/s
5,00 m	6,41 m	2,86 m/s	0,50 m/s
6,00 m	7,69 m	3,03 m/s	0,53 m/s

7.2.2.2 Entorno de zona de aterraje Ceuta:

Del mismo que en el caso anterior, se adjunta la siguiente gráfica de los resultados obtenidos, con un resumen en tabla de los datos de cálculo en el apéndice 3. En este caso, como la expresión que relaciona el periodo del oleaje asociado a cada altura es el mismo para la zona de Ceuta Norte y Ceuta Sur, obtenido de la ROM dicha relación, sólo se tendría una tabla de resultados común para Ceuta:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

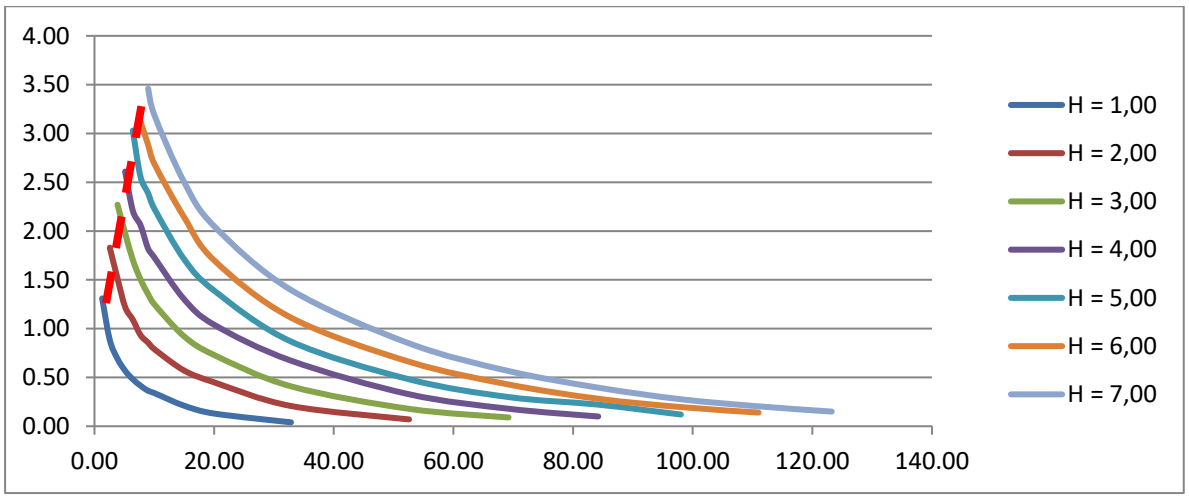


Fig. 7.2. Zona de aterraje en Ceuta. Relación entre velocidad de corriente (en ordenadas y m/sg) y profundidad (en abscisas y metros) para diferentes alturas de olas (en metros). En rojo límite a partir del cual se produce rotura del oleaje.

El valor de la corriente máxima en el punto de rotura, y su componente longitudinal a la costa, serían:

Tabla 7.2. Zona de aterraje en Ceuta. Resultados máximos de velocidad de corriente en sentido normal a la costa (máximo) y paralelo a ésta (longitudinal).

Altura ola	Prof. rotura	Velocidad max.	Velocidad longitudinal
1,00 m	1,28 m	1,31 m/s	0,23 m/s
2,00 m	2,56 m	1,83 m/s	0,32 m/s
3,00 m	3,85 m	2,27 m/s	0,39 m/s
4,00 m	5,13 m	2,61 m/s	0,45 m/s
5,00 m	6,41 m	3,03 m/s	0,53 m/s
6,00 m	7,69 m	3,12 m/s	0,54 m/s
7,00 m	8,97 m	3,46 m/s	0,60 m/s

7.3. Corrientes de la acción de las mareas:

Como se ha comentado con anterioridad, el estudio de las corrientes originado por las mareas supone un análisis preliminar más concreto y avanzado de la marea astronómica y del forzamiento atmosférico, estando definido con todo detalle en el apéndice nº4 de este documento.

8. Dinámica litoral y patrones de transporte sedimentario

8.1. Planteamiento General:

Savage (1962) propuso una ecuación para el cálculo del transporte longitudinal, que posteriormente fue adoptada por el *U.S. Army Corp of Engineers* en el *"Coastal Design Manual"* (1966) y que pasó a

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ser conocida como la fórmula CERC. Posteriormente esta fórmula fue adaptada a los datos de campo disponibles e incluida en las versiones de 1977 y 1984 del *"Shore Protection Manual"* (SPM), actualizada online en el Coastal Engineering Manual (www.publications.usace.army.mil).

De acuerdo a esta formulación, el transporte de sedimento (en términos de peso sumergido (I_l) es proporcional a la componente longitudinal del flujo de energía del oleaje (P_l) de acuerdo con la expresión

$$I_l = K \cdot P_l \qquad en\ N/s \qquad [6.1]$$

De acuerdo con la teoría de Airy, el valor de P_l se define como

$$P_l = E_{br} \cdot C_{g,br} \cdot \sin \alpha_{br} \cdot \cos \alpha_{br} \qquad en\ N/s \qquad [6.2]$$

donde

- E_{br} es la energía del oleaje evaluada en la zona de rotura: $E_{br} = \rho \bullet g \bullet H_{br}^2/8$,
- α_{br} es el ángulo entre los frentes de oleaje y la batimetría en la zona de rotura y
- $C_{g,br}$ es la celeridad de grupo en la zona de rotura: $C_{g,br} = (g \bullet d_{br})^{1/2} = (g \bullet H_{br}/\gamma_{br})^{1/2}$

siendo α_{br} el índice de rotura, es decir, la relación entre la altura de ola[1] en rotura (H_{br}) y la profundidad en la zona de rotura (d_{br}), es decir, $\gamma_{br} = H_{br}/d_{br}$. De acuerdo a Thornton y Guza (1983) para oleaje irregular definido en términos de altura de ola significante (H_s) puede considerarse $\gamma_{br} = 0{,}60$, mientras que si se trabaja con alturas de ola media cuadráticas (H_{rms}) puede tomarse $\gamma_{br} = 0{,}42$. De este modo se tiene que

$$I_l = K \cdot P_l = K \cdot E_{br} \cdot C_{g,br} \cdot \sin \alpha_{br} \cdot \cos \alpha_{br} \qquad [6.3]$$

Asumiendo la hipótesis de aguas poco profundas en la zona de rotura, esta expresión puede reescribirse como

$$I_l = K \cdot \frac{\rho \bullet g^{3/2}}{16 \bullet \gamma_{br}^{1/2}} \cdot H_{br}^{5/2} \cdot \operatorname{sen}(2 \cdot \alpha_{br}) \quad en\ Nw/s \qquad [6.4]$$

[1] Las alturas de ola que se emplean en esta formulación son o bien la altura de ola significante (H_s) o bien la altura de ola media cuadrática (H_{rms}).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Y por tanto

$$Q_l = K \cdot \frac{\rho \bullet g^{1/2}}{16 \cdot \gamma_{br}^{1/2} \cdot (\rho_s - \rho) \bullet (1-n)} \cdot H_{br}^{5/2} \cdot \text{sen}(2 \cdot \alpha_{br}) \;\; en \; m3/s \qquad [6.5]$$

que es la expresión mediante la cual se presenta habitualmente la ya conocida como fórmula del CERC. A partir del análisis de diferentes mediciones in situ, el *"Shore Protection Manual"* estableció un valor K_s = 0,39 (en el caso que se utilicen las alturas de ola significantes), que equivaldría a K_{rms} = 0,78 (si se emplean las alturas de ola medias cuadráticas).

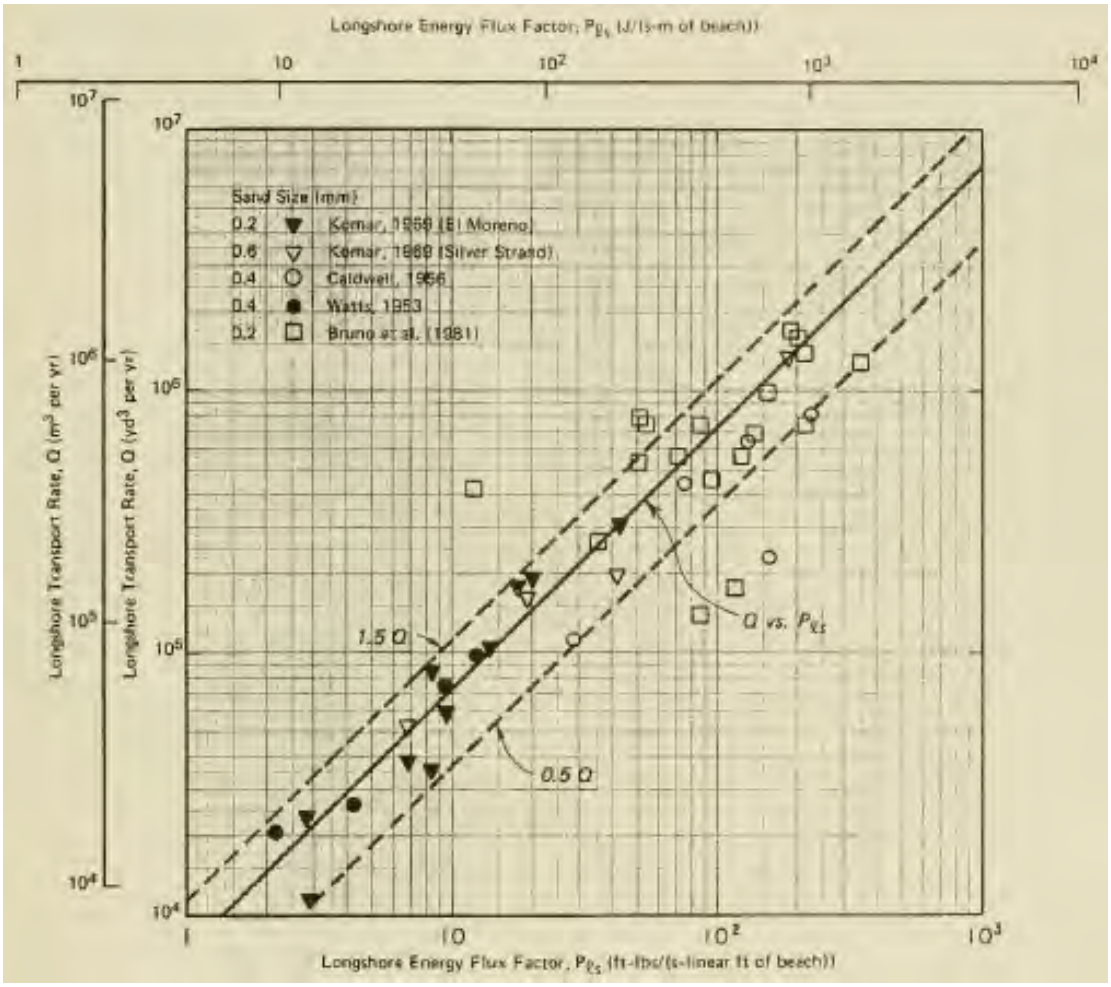


Fig. 8.1. Relación entre I_l y P_l a partir de datos de campo fuente: Shore Protection Manual, 1º versión (1984), Department of the Army, US Army Corps of Engineers).

Para una correcta aplicación de esta formulación es necesario realizar un esquema de estudio de los sectores incidentes, en donde la suma de los sectores a un lado y otro de la normal a la costa determinara el valor bruto del TSL (suma de los valores absolutos a cada lado) o el valor neto (la resta en este caso), y en donde se determina el sentido anual del mismo (Ver figura 8.2).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

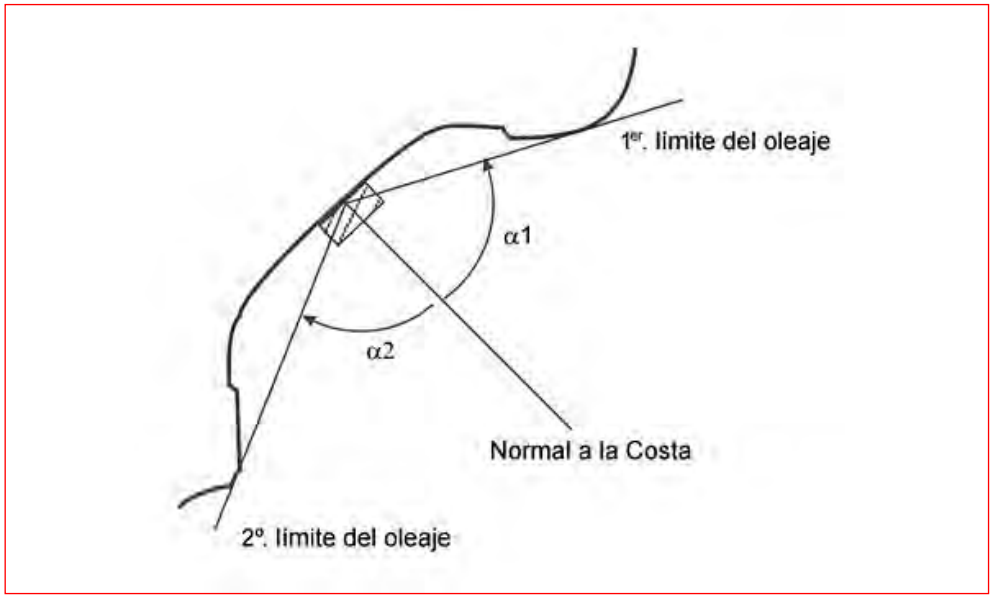


Fig. 8.2. Esquema general gráfico para el cálculo del TSL sobre un tramo de costa.

Partiendo de una idea similar a la formulación del CERC y basándose en un análisis dimensional y calibraciones con datos de laboratorio y de campo, Kamphuis (1991) propuso la siguiente expresión para el cálculo del transporte longitudinal,

$$Q_l = \frac{0.0013}{(1-n)\cdot(\rho_s-\rho_w)} \cdot \frac{\rho_w \cdot H_{s,br}^3}{T_p} \cdot \tan^{0.75}\beta_{br} \cdot \left(\frac{H_{s,br}}{L_o}\right)^{-1.25} \cdot \left(\frac{H_{s,br}}{D_{50}}\right)^{0.25} \cdot \sin^{0.6}(2 \propto_{br}) \quad en \quad {}^{m^3}/_{s} \quad [6.6]$$

donde T_p es el período pico del oleaje y el resto de parámetros los mismos que se emplean en la fórmula del CERC.

Por consiguiente, esta expresión tiene en cuenta simultáneamente la pendiente de la playa y el tamaño medio del sedimento, que como se ha visto anteriormente, son dos de los parámetros que influyen en el valor del transporte de sedimentos, por lo que sus resultados deberían ser más realistas que las anteriores fórmulas.

Se va a aplicar en este caso la formulación del CERC con un coeficiente de reducción K_c = 0,30 según los estudios realizados por el CEDEX (De la Peña, Arcilla, 1991) para adaptar esta expresión a la zona del Mar de Alborán, y la formulación de Kamphius, utilizando el Tutor de Ingenierías de Costas (TIC) del programa Sistema de Modelado Costero (SMC) versión 2.5 para la aplicación de ambas expresiones, presentando los resultados obtenidos para cada sector y cada segmento de altura de ola en una tabla EXCEL, según esquema de cálculo de la incidencia de cada sector de 22,50° sobre la playa.

8.2. Playa El Burgo – La Hacienda (zona de aterraje en la península):

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La alineación considerada de la costa es N11,25°E, y por tanto, la dirección normal o perpendicular a la misma es E11,25°S.

Los límites sectoriales de oleajes que inciden sobre el tramo de estudio de la costa son:

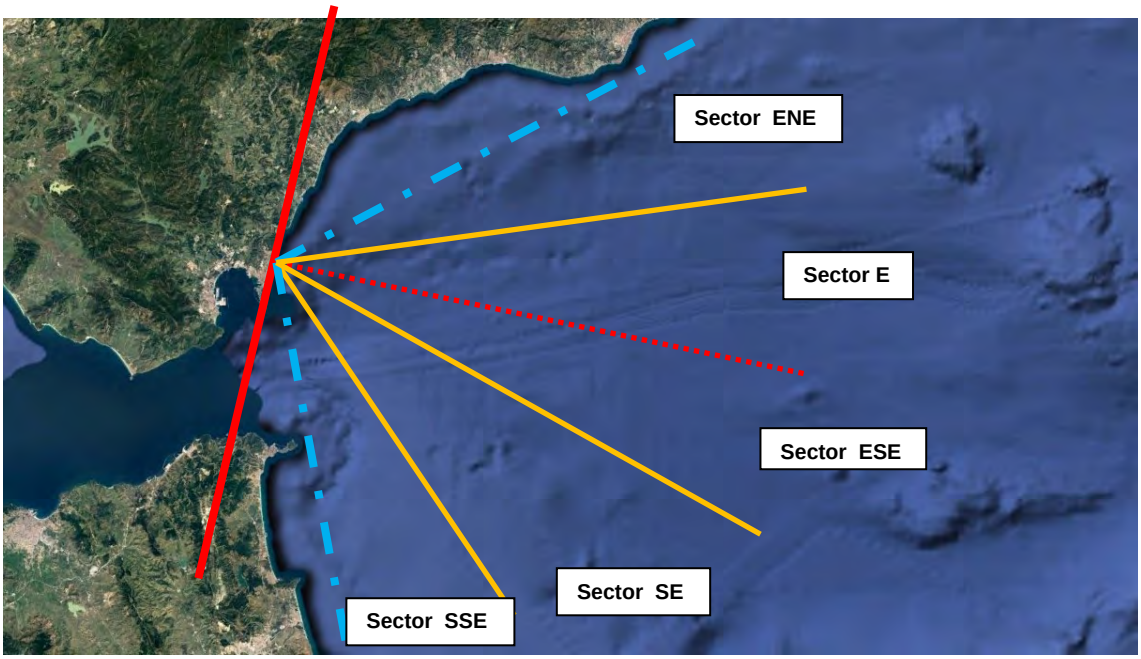


Fig. 8.3. Esquema de sectores de oleaje para el TSL.

Alineación de la costa (Dirección N11,25°E)
Perpendicular a alineación de la costa (E11,25°S)
Límites sectoriales de oleajes incidentes sobre tramo de estudio
Límite norte = E33,75°N.
Límite sur = E56,25°S.
Límites sectores direccionales

$TSL_{P\rightarrow L}$ de poniente a levante = Σ [(Sector SSE)+(Sector SE) +(Sector ESE)]

$TSL_{L\rightarrow P}$ de levante a poniente = Σ [(Sector E)+(Sector ENE)]

$TSL_{Bruto} = TSL_{P\rightarrow L} + TSL_{L\rightarrow P}$.

$TSL_{Neto} = TSL_{P\rightarrow L} - TSL_{L\rightarrow P}$.

Para la obtención del porcentaje de presencia de cada escalón de oleaje para cada sector (tomado cada 0,50 metros), se toma la distribución conjunta de dirección – altura de ola significante correspondiente al régimen medio del punto SIMAR 6072028, tomando los datos en los que representa la presencia en % de cada oleaje respecto al total de estados del mar reflejados, incluidos las calmas. Se señalan en dicha tabla 8.1. los sectores que inciden con TSL sobre la costa y además su sentido direccional sobre la misma:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 8.1. *Datos obtenidos de web de Puertos del Estado,* http://www.puertos.es/

Tabla Altura Significante (Hs) - Dirección de Procedencia en %

Dirección		Hs (m)											Total
		≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS		37.450												37.450
N	0.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NNE	22.5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NE	45.0		.250	.064	.009	.003	-	-	-	-	-	-	-	.326
ENE	67.5		3.374	1.254	.128	.027	-	-	-	-	-	-	-	4.783
E	90.0		14.779	15.845	6.994	2.734	1.309	.551	.365	.180	.082	.052	.003	42.894
ESE	112.5		2.177	.627	.308	.192	.091	.015	.009	.018	.027	.012	-	3.477
SE	135.0		.822	.149	.021	-	-	-	-	-	-	-	-	.993
SSE	157.5		.853	.088	.006	.003	-	-	-	-	-	-	-	.950
S	180.0		1.894	.335	.037	-	-	-	-	-	-	-	-	2.265
SSW	202.5		6.053	.673	.006	-	-	-	-	-	-	-	-	6.732
SW	225.0		.131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.131
WSW	247.5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	270.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WNW	292.5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NW	315.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NNW	337.5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		37.450	30.331	19.035	7.508	2.959	1.401	.566	.374	.198	.110	.064	.003	100 %

$TSL_{P \rightarrow L}$ de poniente a levante = Color verde.
$TSL_{L \rightarrow P}$ de levante a poniente = Color rojo.

Los valores del periodo de pico para cada tramo de altura de oleaje se toman de la 8.2:

Tabla 8.2. *Datos obtenidos de web de Puertos del Estado,* http://www.puertos.es/

Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)										Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.028	43.746	16.366	5.752	1.286	0.194	0.012	0.006	-	0.031	0.034	67.453
1.0	-	3.869	10.236	4.721	0.329	0.074	-	-	-	-	-	19.229
1.5	-	0.028	3.128	4.097	0.304	0.015	0.012	-	-	-	-	7.585
2.0	-	-	0.341	2.291	0.351	0.006	-	-	-	-	-	2.990
2.5	-	-	0.003	0.904	0.507	-	-	-	-	-	-	1.415
3.0	-	-	-	0.209	0.357	0.006	-	-	-	-	-	0.572
3.5	-	-	-	0.031	0.329	0.018	-	-	-	-	-	0.378
4.0	-	-	-	-	0.154	0.046	-	-	-	-	-	0.200
4.5	-	-	-	-	0.046	0.065	-	-	-	-	-	0.111
5.0	-	-	-	-	0.006	0.058	-	-	-	-	-	0.065
> 5.0	-	-	-	-	-	0.003	-	-	-	-	-	0.003
Total	0.028	47.642	30.074	18.005	3.669	0.486	0.025	0.006	-	0.031	0.034	100 %

Los resultados de la tabla anterior se pueden directamente introducir en la aplicación de cálculo del TSL del TIC (ver figuras 8.4 y 8.5):

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

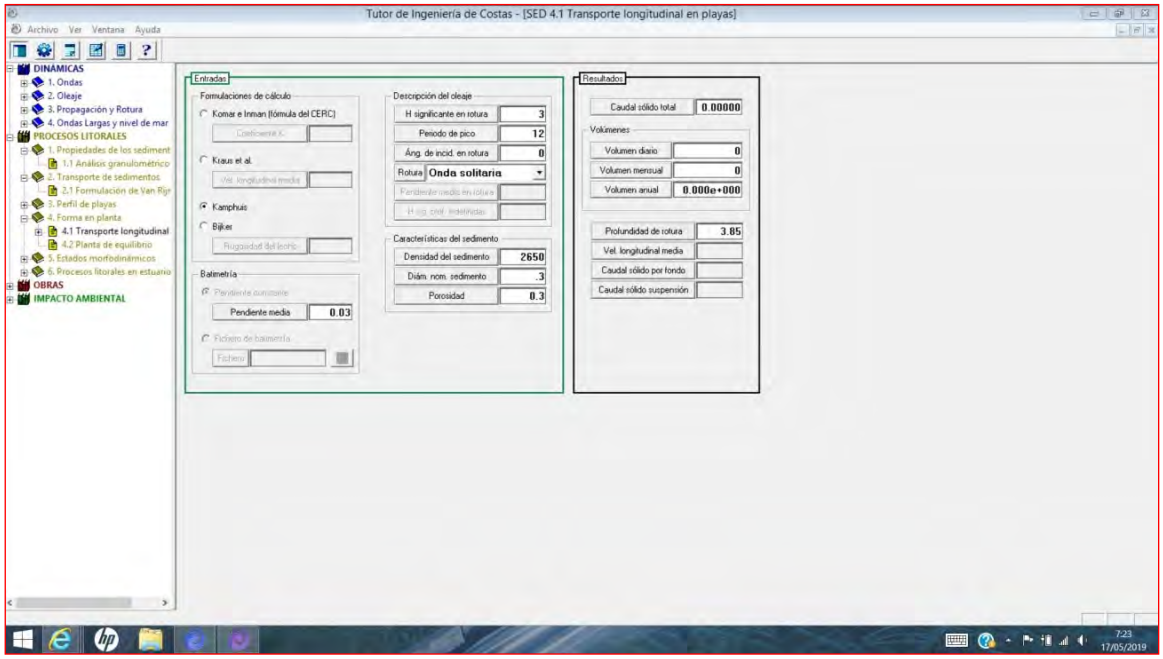


Fig. 8.4. Captura de pantalla del TIC del programa SMC.

En esta aplicación, en la pestaña de entradas, se dispone de las dos opciones a aplicar, ya sea la formulación del CERC o la de Kamphuis, presentándose ambas en este documento:

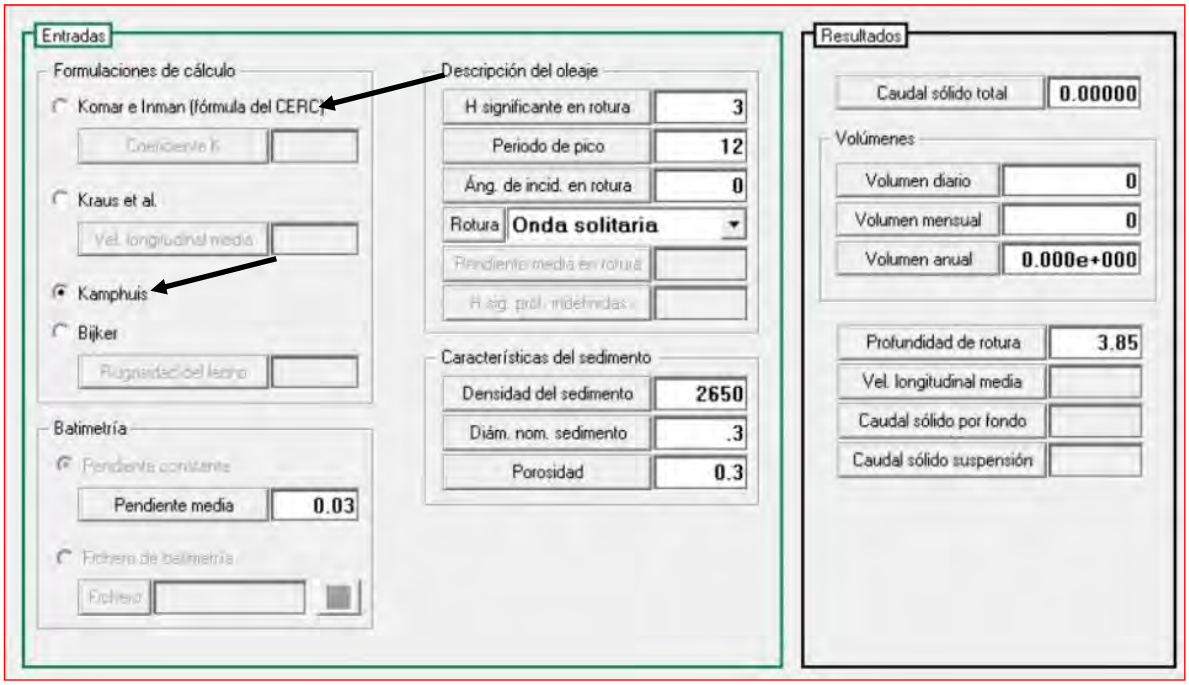


Fig. 8.5. Captura de pantalla del TIC del programa SMC.

En las tablas 8.3 y 8.4 se adjuntan los resultados obtenidos para cada sector direccional según su franja de altura de ola y tanto por ciento de presencia obtenidos de la tabla anterior, aplicando cada una de las dos formulaciones:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Formulación del CERC:

Tabla 8.3. Datos obtenidos con la formulación del CERC

Hs (m)	$TSL_{L\rightarrow P}$ (m^3/año)		$TSL_{P\rightarrow L}$ (m^3/año)		
(T asociado seg)	ENE	E	ESE	SE	SSE
0,5 (T=4,50)	11.502,30	20.876,07	3.075,12	2.802,28	2.907,96
1,0 (T=5,75)	23.832,95	124.748,47	4.936,40	2.760,03	1.672,48
1,5 (T=7,25)	6.733,75	152.402,75	6.711,47	1.104,75	315,64
2,0 (T=8,00)	2.895,10	121.435,66	8.528,03	---	321,67
2,5 (T=8,75)	---	101.061,08	7.025,63	---	---
3,0 (T=9,50)	---	67.015,54	1.824,37	---	---
3,5 (T= 10,00)	---	64.973,83	1.602,09	---	---
4,0 (T=10,75)	---	44.790,97	4.479,09	---	---
4,5 (T=11,25)	---	27.306,63	8.991,20	---	---
5,0 (T=11,75)	---	22.498,89	5.192,05	---	---
>5,0 (T=12)	---	1.638,88	---	---	---
TOTAL	44.964,10	747.748,77	52.365,45	6.667,06	5.217,75
	Total $TSL_{L\rightarrow P}$ = 792.712,87		Total $TSL_{P\rightarrow L}$ = 64.250,26		
Coef Red Kc = 0,30	**Total $TSL_{L\rightarrow P}$ = 237.813,86**		**Total $TSL_{P\rightarrow L}$ = 19.275,07**		

Por tanto, en este caso, se tendría:

TSL_{Bruto} = 257.088,93 m^3/año.
TSL_{Neto} = 218.538,79 m^3/año (de levante a poniente).

Formulación de Kamphuis:

Tabla 8.4. Datos obtenidos con la formulación de Kamphuis

Hs (m)	$TSL_{L\rightarrow P}$ (m^3)		$TSL_{P\rightarrow L}$ (m^3)		
	ENE	E	ESE	SE	SSE
0,5 (T=4,50 sg)	2.339,86	6.041,65	889,95	570,05	591,55
1,0 (T=5,75 sg)	5.016,50	37.360,92	1.478,40	596,05	352,03
1,5 (T=7,25 sg)	1.631,46	52.536,82	2.313,60	267,66	76,47
2,0 (T=8,00 sg)	709,16	42.321,36	2.972,09	---	78.79
2,5 (T=8,75 sg)	---	35.752,65	2.485,47	---	---
3,0 (T=9,50 sg)	---	24.515,91	667,40	---	---
3,5 (T= 10,00 sg)	---	23.872,58	588,63	---	---
4,0 (T=10,75 sg)	---	17.138,50	1.713,85	---	---
4,5 (T=11,25 sg)	---	10.578,75	3.483,24	---	---
5,0 (T=11,75 sg)	---	8.840,31	2.040,07	---	---
H>5,0 (5,5, T=12)	---	636,91	---	---	---
TOTAL	9.696,98	259.596,36	18.632,70	1.433,76	1.020,05
	Total $TSL_{L\rightarrow P}$ = 269.293,34		**Total $TSL_{P\rightarrow L}$ = 21.086,51**		

Por tanto, en este caso, se tendría:

TSL_{Bruto} = 290.379,85 m^3/año.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

TSL_{Neto} = 248.206,83 m^3/año (de levante a poniente).

Son valores parecidos. Se insiste en que estos valores reflejan la capacidad máxima de transporte, no siendo en todo caso valores excesivos, y dejando como principal característica la existencia de un balance sedimentario de sentido levante a poniente.

8.3. Playa Calamocarro y Punta Blanca (zona de aterraje Cauta Norte):

La alineación considerada de la costa es E33,75°S, y por tanto, la dirección normal o perpendicular a la misma es N33,75°E. Los límites sectoriales de oleajes que inciden sobre el tramo de estudio de la costa se puede apreciar en la figura 8.6:

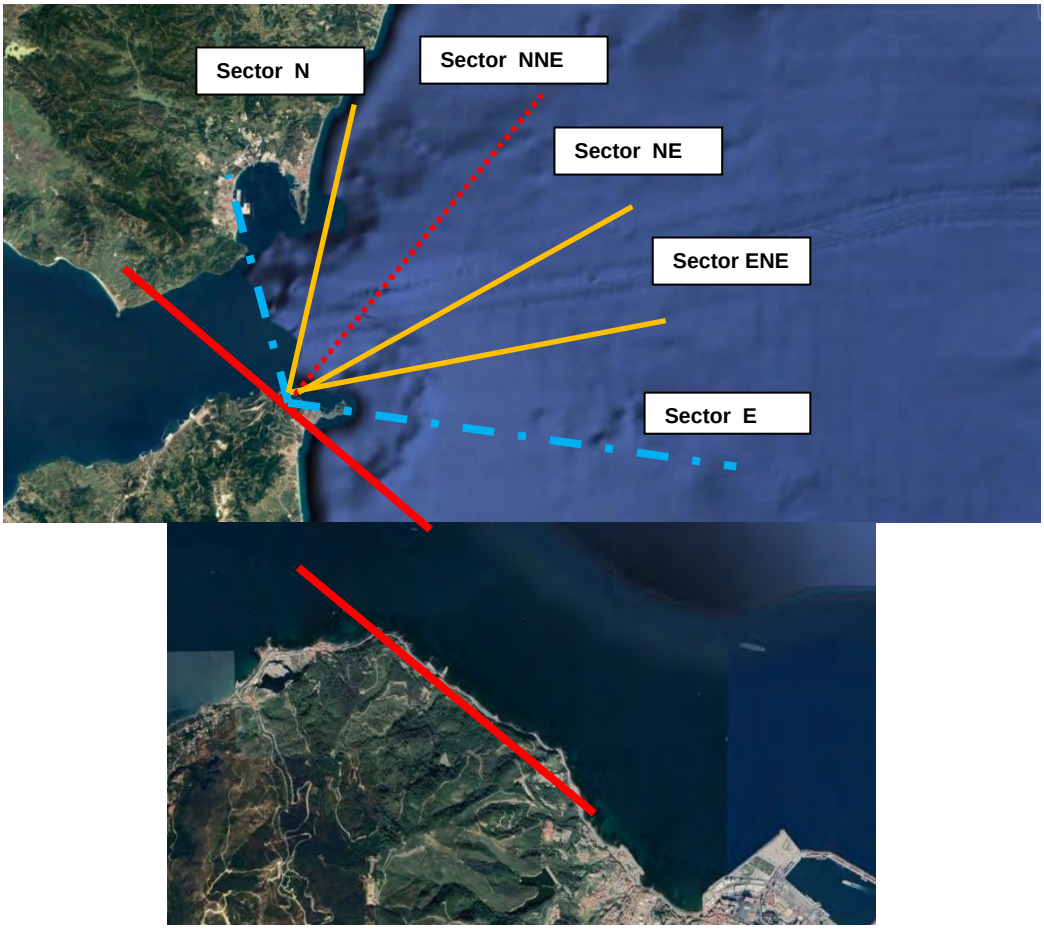


Fig. 8.6. Esquema de sectores de oleaje para el TSL. Detalle de alineación de la costa.

Alineación de la costa (Dirección E33,75°S)
Perpendicular a alineación de la costa (N33,75°E)
Límites sectoriales de oleajes incidentes sobre tramo de estudio
Límite norte = N11,25°W.
Límite sur = E11,25°S.
Límites sectores direccionales

$TSL_{P \rightarrow L}$ de poniente a levante = Σ [(Sector N)+(Sector NNE)]

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

$TSL_{L\rightarrow P}$ de levante a poniente = Σ [(Sector NE)+(Sector ENE)+(Sector E)]

$TSL_{Bruto} = TSL_{P\rightarrow L} + TSL_{L\rightarrow P}$.

$TSL_{Neto} = TSL_{P\rightarrow L} - TSL_{L\rightarrow P}$.

Se va a proceder de manera similar al punto anterior, pero esta vez tomando los datos del punto SIMAR 6070010, como punto característico del tramo de costa de Ceuta Norte. Se señalan en dicha tabla los sectores que inciden con TSL sobre la costa y además su sentido direccional sobre la misma:

Tabla 8.5. *Datos obtenidos de web de Puertos del Estado,* http://www.puertos.es/

Tabla Altura Significante (Hs) - Dirección de Procedencia en %

Dirección		Hs (m)											Total
		≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS		12.027												12.027
N	0.0		1.002	.076	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.078
NNE	22.5		1.206	.113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.318
NE	45.0		2.728	.743	.100	.027	.009	-	-	-	-	-	-	3.608
ENE	67.5		11.932	11.743	3.103	.834	.335	.201	.107	.040	.052	.018	.003	28.367
E	90.0		4.056	6.598	4.077	2.058	.892	.378	.195	.107	.064	.030	-	18.454
ESE	112.5		.021	.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.024
SE	135.0		.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.006
SSE	157.5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	180.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SSW	202.5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SW	225.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WSW	247.5		.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.009
W	270.0		2.512	.018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.530
WNW	292.5		23.819	4.247	.128	-	-	-	-	-	-	-	-	28.194
NW	315.0		2.701	.466	.003	-	-	-	-	-	-	-	-	3.170
NNW	337.5		1.075	.140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.215
Total		12.027	51.066	24.147	7.411	2.920	1.236	.578	.301	.146	.116	.049	.003	100 %

$TSL_{P\rightarrow L}$ de poniente a levante = Color rojo.
$TSL_{L\rightarrow P}$ de levante a poniente = Color verde.

Los valores del periodo de pico para cada tramo de altura de oleaje se toman de la tabla 8.6:

Tabla 8.6. *Datos obtenidos de web de Puertos del Estado,* http://www.puertos.es/es-es

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	25.614	19.064	7.857	4.643	3.723	1.800	0.286	0.082	0.003	-	63.072
1.0	-	2.891	13.428	6.373	0.950	0.378	0.134	0.006	-	-	-	24.161
1.5	-	0.003	2.498	4.451	0.399	0.061	0.003	-	-	-	-	7.415
2.0	-	-	0.158	2.257	0.481	0.015	0.009	-	-	-	-	2.921
2.5	-	-	0.006	0.713	0.518	-	-	-	-	-	-	1.237
3.0	-	-	-	0.122	0.448	0.009	-	-	-	-	-	0.579
3.5	-	-	-	0.012	0.262	0.027	-	-	-	-	-	0.302
4.0	-	-	-	-	0.088	0.058	-	-	-	-	-	0.146
4.5	-	-	-	-	0.030	0.085	-	-	-	-	-	0.116
5.0	-	-	-	-	0.003	0.046	-	-	-	-	-	0.049
> 5.0	-	-	-	-	-	0.003	-	-	-	-	-	0.003
Total	-	28.508	35.155	21.785	7.823	4.405	1.947	0.292	0.082	0.003	-	100 %

Aplicando los resultados obtenidos del uso de la tabla de cálculo del TIC, como anteriormente se ha expuesto, se tienen los resultados presentados en la tabla 8.7:

Formulación del CERC:

Tabla 8.7. Datos obtenidos con la formulación del CERC

Hs (m)	$TSL_{P\rightarrow L}$ (m^3)		$TSL_{L\rightarrow P}$ (m^3)		
(T asociado)	**N**	**NNE**	**NE**	**ENE**	**E**
0,5 (T=4,50 sg)	3.415,91	1.703,53	3.853,43	40.677,38	13.827,30
1,0 (T=5,75 sg)	1.444,42	889,65	5.849,67	223.182,17	125.398,61
1,5 (T=7,00 sg)	---	---	2.167,37	162.357,49	213.319,85
2,0 (T=8,00 sg)	---	---	1.199,25	89.426,52	220.671,21
2,5 (T=8,00 sg)	---	---	683,24	61.397,94	163.483,48
3,0 (T=10,00 sg)	---	---	---	59.523,22	119.939,20
3,5 (T= 10,00 sg)	---	---	---	45.983,74	83.802,15
4,0 (T=10,50 sg)	---	---	---	23.924,72	63.998,64
4,5 (T=12,00 sg)	---	---	---	42.280,41	52.037,43
5,0 (T=12,00 sg)	---	---	---	18.875,93	31.459,89
H>5,0 (5,5, T=12)	---	---	---	3.956,66	---
TOTAL	**4.860,33**	**2.593,18**	**13.752,97**	**771.586,18**	**1.087.937,76**
	Total $TSL_{P\rightarrow L}$ = 7.453,51		Total $TSL_{L\rightarrow P}$ = 1.873.276,91		
Coef Red Kc = 0,30	**Total $TSL_{P\rightarrow L}$ = 2.236,05**		**Total $TSL_{L\rightarrow P}$ = 561.983,07**		

Por tanto, en este caso, se tendría:

TSL_{Bruto} = 564.219,12 m^3/año.
TSL_{Neto} = 559.747,02 m^3/año (de levante a poniente).

Formulación de Kamphuis:

Tabla 8.8. Datos obtenidos con la formulación de Kamphuis

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Hs (m)	$TSL_{P\rightarrow L}$ (m^3)		$TSL_{L\rightarrow P}$ (m^3)		
	ENE	**E**	**ESE**	**SE**	**SSE**
0,5 (T=4,50 sg)	694,88	493,01	1.115,20	8.274,84	2.812,83
1,0 (T=5,75 sg)	304,03	266,44	1.751,91	46.976,69	26.394,63
1,5 (T=7,00 sg)	---	---	712,48	37.522,87	49.300,91
2,0 (T=8,00 sg)	---	---	417,95	21.905,34	54.054,19
2,5 (T=8,00 sg)	---	---	217,66	13.748,60	36.608,21
3,0 (T=10,00 sg)	---	---	---	16.601,03	31.219,85
3,5 (T= 10,00 sg)	---	---	---	12.028,54	21.921,18
4,0 (T=10,50 sg)	---	---	---	6.319,02	16.903,39
4,5 (T=12,00 sg)	---	---	---	12.702,54	15.633,91
5,0 (T=12,00 sg)	---	---	---	5.428,39	9.054,99
H>5,0 (5,5, T=12)	---	---	---	1.094,72	---
TOTAL	**998,91**	**759,45**	**4.215,20**	**182.602,58**	**263.904,09**
	Total $TSL_{P\rightarrow L}$ = 1.758,36		**Total $TSL_{L\rightarrow P}$ = 450.721,87**		

Por tanto, en este caso, se tendría:

TSL_{Bruto} = 452.480,23 m^3/año.

TSL_{Neto} = 448.963,51 m^3/año (de levante a poniente).

Son valores muy parecidos. El balance es claramente en sentido hacia poniente, con una capacidad máxima más elevada que en el tramo anterior, sin apenas influencia o aportación de transporte de poniente a levante.

8.4. Playa zona El Taraje (zona de aterraje Ceuta Sur):

La alineación considerada de la costa es N11,25°E, y por tanto, la dirección normal o perpendicular a la misma es E11,25°S.

Los límites sectoriales de oleajes que inciden sobre el tramo de estudio de la costa pueden apreciarse en la figura 8.7:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

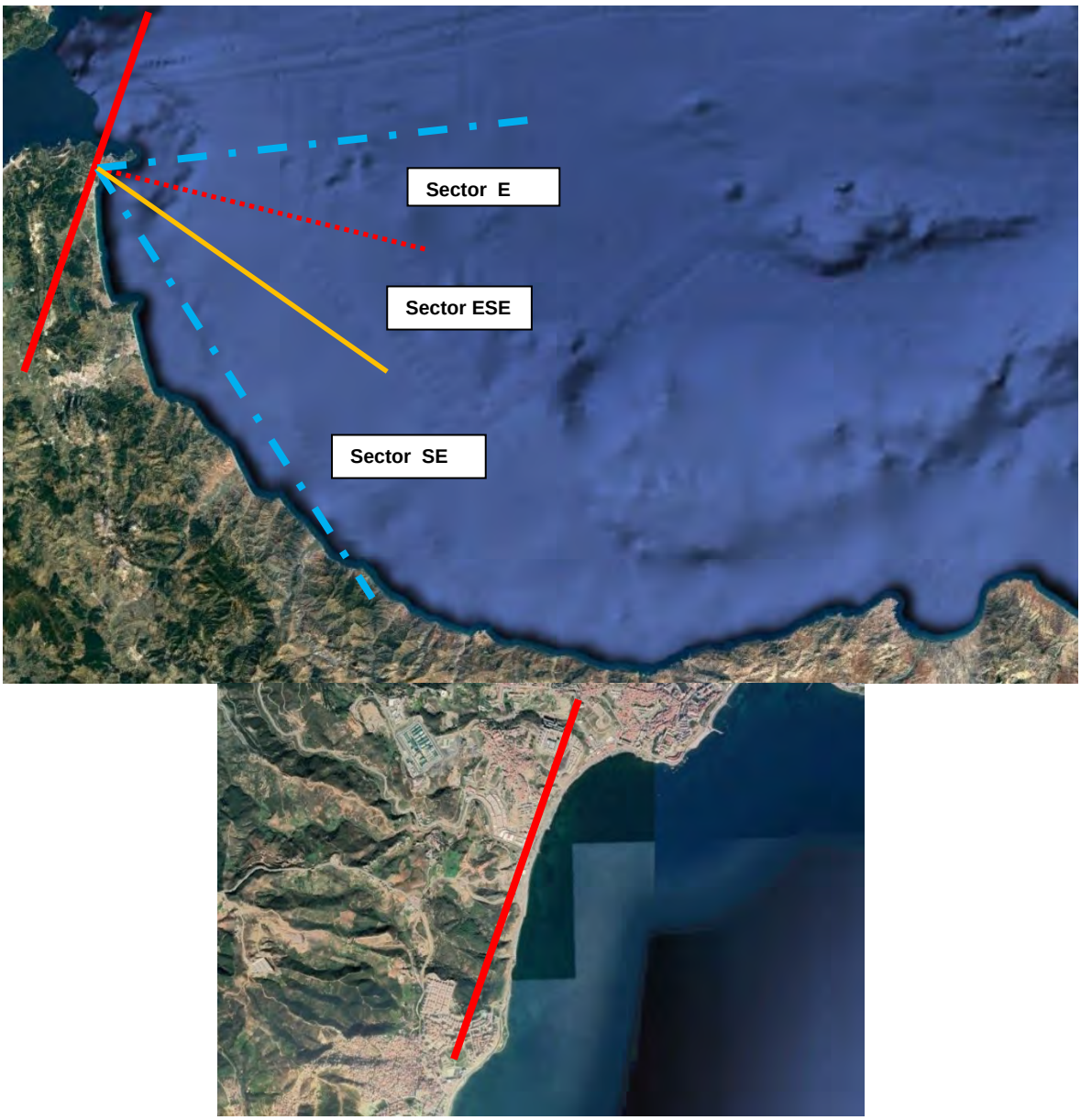


Fig. 8.7. Esquema de sectores de oleaje para el TSL. Detalle de alineación de la costa.

Alineación de la costa (Dirección N11,25°E)
Perpendicular a alineación de la costa (E11,25°S)
Límites sectoriales de oleajes incidentes sobre tramo de estudio
Límite norte = E11,25°N.
Límite sur = E67,25°S.
Límites sectores direccionales

$TSL_{N\rightarrow S}$ de norte a sur = Sector E

$TSL_{S\rightarrow N}$ de sur a norte = Σ [(Sector ESE)+(Sector SE)]

$TSL_{Bruto} = TSL_{S\rightarrow N} + TSL_{N\rightarrow S}$.

$TSL_{Neto} = TSL_{N\rightarrow S} - TSL_{S\rightarrow N}$.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se procede a realizar los mismos cálculos que en los tramos anteriores, pero con los datos de oleaje del punto SIMAR 6270010 en este caso. Se señalan en dicha tabla los sectores que inciden con TSL sobre la costa y además su sentido direccional sobre la misma:

Tabla 8.9. *Datos obtenidos de web de Puertos del Estado,* http://www.puertos.es/

Tabla Altura Significante (Hs) - Dirección de Procedencia en %

Dirección		Hs (m)												Total
		≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS		46.374												46.374
N	0.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NNE	22.5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NE	45.0		.286	.027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.314
ENE	67.5		2.765	.612	.070	.018	-	-	-	.003	-	-	-	3.468
E	90.0		17.047	16.052	6.832	2.932	1.528	.652	.344	.198	.131	.030	.003	45.750
ESE	112.5		.990	.365	.186	.064	.015	.006	.006	-	-	-	-	1.632
SE	135.0		.387	.070	.003	-	-	-	-	-	-	-	-	.460
SSE	157.5		.259	.049	.009	-	-	-	-	-	-	-	-	.317
S	180.0		1.069	.265	.015	-	-	-	-	-	-	-	-	1.349
SSW	202.5		.326	.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.329
SW	225.0		.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.009
WSW	247.5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	270.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WNW	292.5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NW	315.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NNW	337.5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		46.374	23.137	17.443	7.115	3.014	1.544	.658	.350	.201	.131	.030	.003	100 %

$TSL_{N \rightarrow S}$ de norte a sur = Color rojo.
$TSL_{S \rightarrow N}$ de sur a norte = Color verde.

Los valores del periodo de pico para cada tramo de altura de oleaje se toman de la tabla 8.10:

Tabla 8.10. *Datos obtenidos de web de Puertos del Estado,* http://www.puertos.es/

Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.125	28.099	26.870	9.334	2.723	0.571	0.119	0.035	0.003	-	-	67.879
1.0	-	2.441	10.396	5.142	0.318	0.080	-	-	-	-	-	18.376
1.5	-	-	3.006	4.119	0.343	0.016	0.013	-	-	-	-	7.496
2.0	-	-	0.366	2.422	0.382	0.006	-	-	-	-	-	3.176
2.5	-	-	0.006	1.119	0.497	0.003	-	-	-	-	-	1.626
3.0	-	-	-	0.276	0.401	0.016	-	-	-	-	-	0.693
3.5	-	-	-	0.051	0.289	0.029	-	-	-	-	-	0.369
4.0	-	-	-	-	0.151	0.061	-	-	-	-	-	0.212
4.5	-	-	-	-	0.042	0.096	-	-	-	-	-	0.138
5.0	-	-	-	-	0.006	0.026	-	-	-	-	-	0.032
> 5.0	-	-	-	-	-	0.003	-	-	-	-	-	0.003
Total	0.125	30.540	40.643	22.463	5.151	0.908	0.132	0.035	0.003	-	-	100 %

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aplicando los resultados obtenidos del uso de la tabla de cálculo del TIC, como anteriormente se ha expuesto, se tienen los resultados resumidos en la tabla 8.11:

Formulación del CERC:

Tabla 8.11. Datos obtenidos con la formulación del CERC

Hs (m) **(T asociado)**	$TSL_{N\rightarrow S}$ (m^3)	$TSL_{S\rightarrow N}$ (m^3)	
	E	**ESE**	**SE**
0,5 (T=4,50 sg)	24.079,73	1.398,42	1.319,32
1,0 (T=5,75 sg)	126.378,19	2.873,66	1.330,38
1,5 (T=7,50 sg)	149.620,80	4.073,40	158,59
2,0 (T=7,75 sg)	129.523,88	2.827,26	---
2,5 (T=8,50 sg)	117.366,59	1.152,15	---
3,0 (T=9,00 sg)	78.511,98	722,50	---
3,5 (T= 10,00 sg)	61.235,61	1.068,06	---
4,0 (T=11,00 sg)	49.471,70	---	---
4,5 (T=11,50 sg)	43.799,49	---	---
5,0 (T=12,00 sg)	13.031,15	---	---
H>5,0 (5,5, T=12)	1.638,88	---	---
TOTAL	**794.658,00**	**14.115,45**	**2.808,29**
	Total $TSL_{N\rightarrow S}$ = 794.658,00	Total $TSL_{S\rightarrow N}$ = 16.923,74	
Coef Red Kc = 0,30	**Total $TSL_{N\rightarrow S}$ = 238.397,40**	**Total $TSL_{S\rightarrow N}$ = 5.077,12**	

Por tanto, en este caso, se tendría:

TSL_{Bruto} = 243.474,52 m^3/año.
TSL_{Neto} = 233.320,28 m^3/año (de norte a sur).

Formulación de Kamphuis:

Tabla 8.12. Datos obtenidos con la formulación de Kamphuis

Hs (m) **(T asociado)**	$TSL_{N\rightarrow S}$ (m^3)	$TSL_{S\rightarrow N}$ (m^3)	
	E	**ESE**	**SE**
0,5 (T=4,50 sg)	6.968,81	404,71	268,38
1,0 (T=5,75 sg)	37.849,01	860,63	280,02
1,5 (T=7,50 sg)	48.676,63	1.352,21	36,27
2,0 (T=7,75 sg)	45.386,33	990,69	---
2,5 (T=8,50 sg)	40.473,74	397,20	---
3,0 (T=9,00 sg)	27.094,02	249,33	---
3,5 (T= 10,00 sg)	22.789,14	397,48	---
4,0 (T=11,00 sg)	19.765,12	---	---
4,5 (T=11,50 sg)	17.961,55	---	---
5,0 (T=12,00 sg)	5.331,55	---	---
H>5,0 (5,5, T=12)	645,11	---	---
TOTAL	**272.941,01**	**4,652,25**	**584,67**
	Total $TSL_{N\rightarrow S}$ = 272.941,01	**Total $TSL_{S\rightarrow N}$ = 5.236,92**	

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por tanto, en este caso, se tendría:

TSL_{Bruto} = 278.177,93 m^3/año.
TSL_{Neto} = 267.704,09 m^3/año (de norte a sur).

El balance es claramente en sentido de norte a sur, sin apenas influencia del aporte del transporte en sentido contrario.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9. Profundidad de cierre

9.1. Playas de La Hacienda – El Burgo (península).

La zonificación de las diferentes partes o tramos del perfil de playa viene determinada con el concepto de profundidad activa, que es la profundidad hasta la que existen fenómenos importantes de transporte de sedimentos paralelos a la costa (d_l), es decir, una corriente de arena lateral que se mueve paralela a la costa, y que determina de manera fundamental habitualmente la evolución de las formas en planta de una playa, y por tanto, su estabilidad o no.

Por otro lado, la profundidad denominada de cierre es aquella a partir de la cual no hay ningún tipo de transporte, bien sea paralelo o perpendicular a la costa (d_s). Es la que determina hasta donde llegan las arenas que se mueven en las variaciones estacionales de los denominados perfiles de invierno y verano. Muchos autores consideran que el tramo existente entre la profundidad activa y la de cierre se denomina “shoal zone”, y en dicha zona solo actúan fenómenos de transporte perpendiculares a la costa.

Para calcular dichas profundidades se utiliza el concepto de Hs_{12}, que es la altura de ola significante que solamente es superada o excedida sólo doce horas al año en régimen medio

p(H<Hs12) = 1 - 12 horas/(24horasx365 días) =0,9986

Este valor se puede obtener del capítulo 4 de Caracterización del Oleaje, consultando el régimen medio del punto SIMAR 6072028 que representa este tramo de playa es:

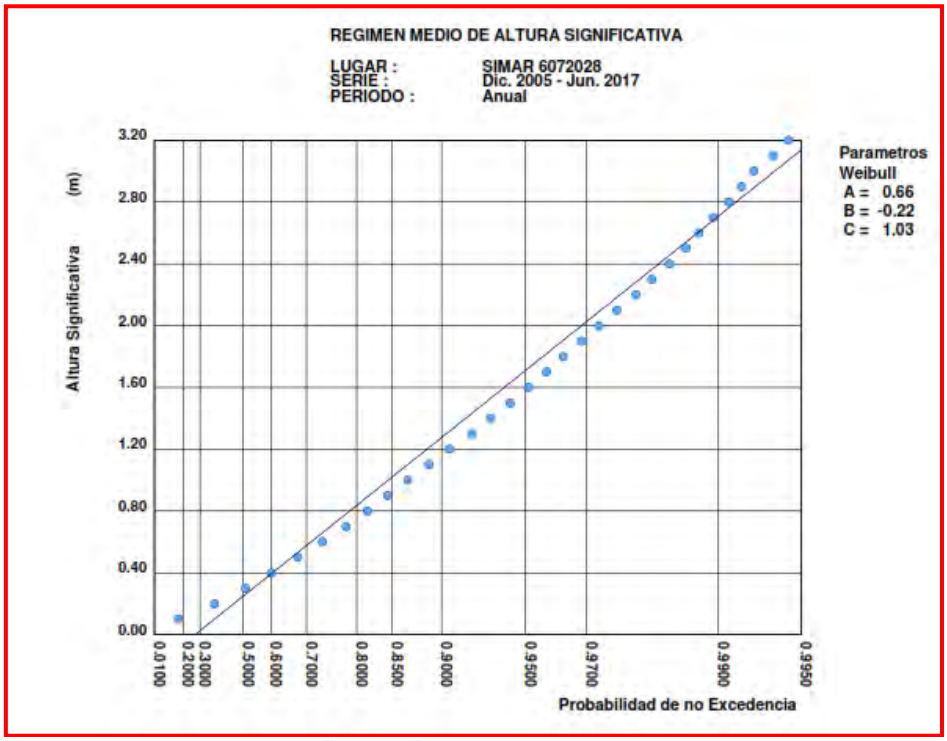


Fig. 9.1. Representación del régimen medio del punto SIMAR 6072028

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Como se puede comprobar, el valor de probabilidad de no excedencia correspondiente a p = 0,9986 se sale de la gráfica, pero puede obtenerse aplicando los parámetros de Weibull sobre la función de distribución del mismo nombre:

$$F_e(x) = 1 - exp\left(-\left(\frac{x-B}{A}\right)^C\right)$$

En este caso, para $F_e(x) = 0,9986$, el valor de x sería 3,20, y por tanto, $H_{s12} = 3,88$ metros.

Según los estudios y ensayos de campo de Hallermeier y Birkemeier (1978 y 1985), se plantea el siguiente modelo de zonificación de perfil de playa (ver figura 9.2):

·H_{12} Altura de ola significante o promedio del tercio de olas más altas, excedida doce horas al año en régimen medio.

·d_l Profundidad litoral, es decir, aquella donde existe transporte de sedimentos en sentido longitudinal o longshore y transversal, onshore - offshore.

·d_s Profundidad shoal o de asomeramiento, es decir, aquella hasta donde se puede cuantificar el transporte transversal.

·d_{off} Profundidad offshore, donde no existe actividad por efecto ondulatorio, zona neutra, próxima al punto de Cornaglia.

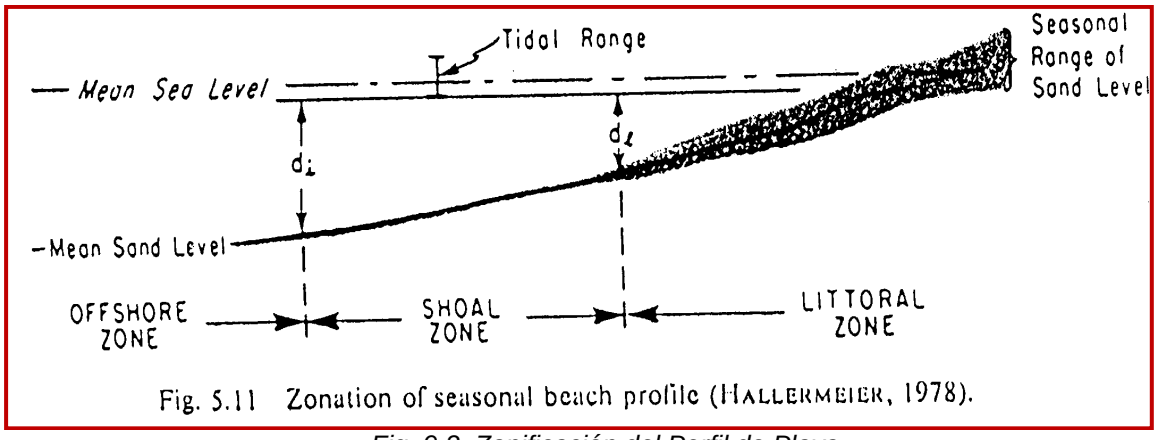


Fig. 5.11 Zonation of seasonal beach profile (HALLERMEIER, 1978).

Fig. 9.2. Zonificación del Perfil de Playa.

La clasificación habitual fue realizada por Hallermeier, 1978 y 1985, si bien, la formulación sencilla y aplicable será la de Birkemeier, 1985, que define:

$$d_l = 2.28\,H_{12} - 68{,}90 \cdot \frac{Hs_{12}^{\,2}}{g \cdot T_z^{\,2}} \qquad [9.1]$$

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

siendo,

d_l Profundidad litoral en metros

H_{s12} Altura de ola significante excedida doce horas en régimen medio en metros

g Aceleración de la gravedad, m/s^2

T_z Período del oleaje correlacionado con H_{12}, s

Empleando datos de campo, Birkemeier corrige la fórmula de Hallermeier, obteniendo:

$$d_l = 1{,}75 \cdot H_{12} - 57{,}90 \cdot \frac{Hs_{12}^{\ 2}}{g \cdot T_z^{\ 2}} \quad [9.2]$$

Corrigiendo para un espectro Jonswap, en lugar de Pierson Moskowitz, y como fórmula simplificada se obtiene:

$$d_l = 1.75 \cdot Hs_{12}\,;\, d_s = 2 \cdot d_l = 3.50 \cdot Hs_{12} \quad [9.3]$$

Por tanto, se obtienen las siguientes profundidades en este caso:

$d_l = 2.28H_{s12} - 68.90 \cdot Hs_{12}^2/gT^2$ ➔ que se puede simplificar a la expresión ➔

$d_l = 1.75H_{S12} = 1.75 \cdot 3{,}88 = 6.79$ m.

A su vez, la profundidad de cierre se calcula en base a la de fondos activos con la expresión:

$d_s = 3.50 \cdot H_{S12} = 3.50 \cdot 3.88 = 13.58$ m.

En definitiva, estos resultados quieren decir, entre otras cuestiones, que los cambios morfodinámicos en la zona de rompiente se van a producir en mayor medida hasta la batimétrica en torno a la -6,50 a -7,00 metros principalmente, y en menor medida hasta la batimétrica -13,50 aproximadamente. A partir de dicha profundidad no son previsibles modificaciones en el fondo marino.

9.2. Playas El Tarajal – Miramar (Ceuta sur).

Se procede del mismo modo que en el apartado correspondiente a la playa anterior. En este caso, el régimen medio corresponde al punto SIMAR 6070006:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

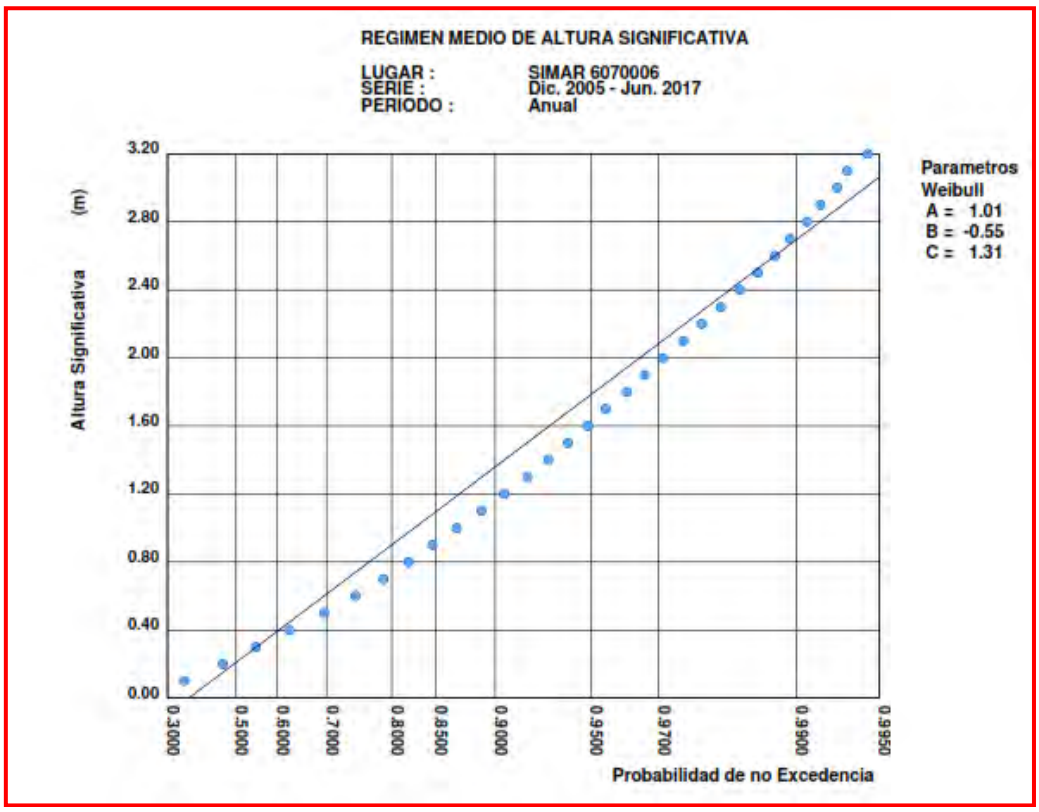


Fig. 9.3. Representación del régimen medio del punto SIMAR 6070006

$$F_e(x) = 1 - exp\left(-\left(\frac{x-B}{A}\right)^C\right)$$

En este caso, para $F_e(x)$ = 0,9986, el valor de x sería 3.70, y por tanto, H_{s12} = 3.70 metros.

Por tanto, se obtienen las siguientes profundidades en este caso:

$d_I = 2{,}28Hs_{12} - 68{,}90 \cdot Hs_{12}^2/gT^2$ ➔ que se puede simplificar a la expresión ➔

$d_I = 1{,}75H_{S12} = 1{,}75 \cdot 3{,}70 = 6.47$ m.

A su vez, la profundidad de cierre se calcula en base a la de fondos activos con la expresión:

$d_s = 3{,}50H_{S12} = 3{,}50 \cdot 3{,}70 = 12.95$ m.

Por tanto, y al igual que en el caso anterior, los cambios morfodinámicos en la zona de rompiente se van a producir en mayor medida hasta la batimétrica en torno a la -6,50 metros principalmente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9.3. Playas Punta Blanca - Calamocarro (Ceuta norte).

Se procede del mismo modo que en los apartados correspondientes a las playas anteriores. En este caso, el régimen medio corresponde al punto SIMAR 6070010:

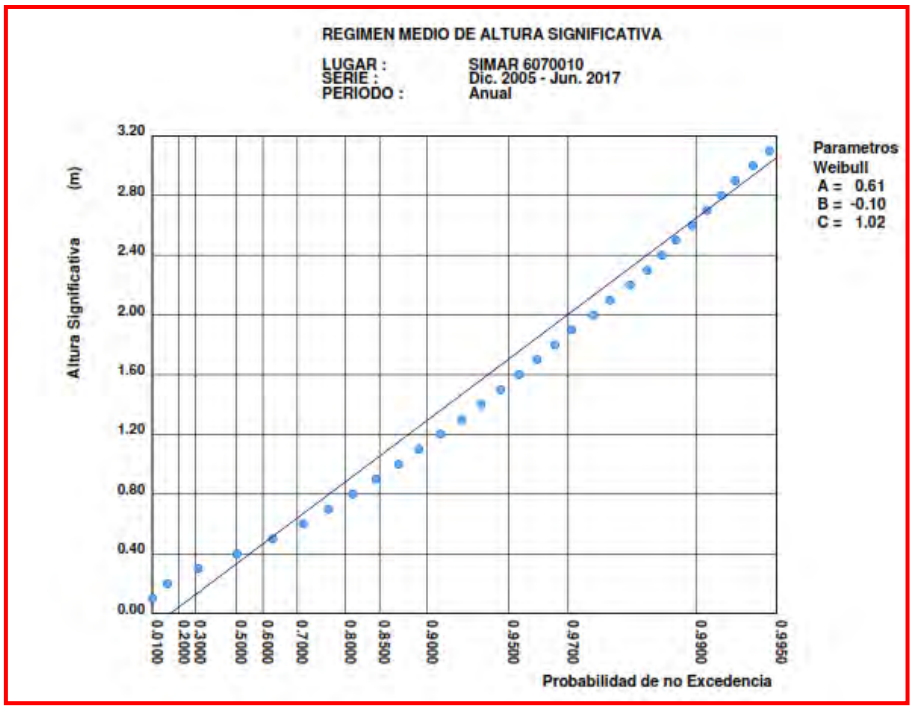


Fig. 9.4. Representación del régimen medio del punto SIMAR 6070006

$$F_e(x) = 1 - exp\left(-\left(\frac{x-B}{A}\right)^C\right)$$

En este caso, para $F_e(x)$ = 0,9986, el valor de x sería 3,76, y por tanto, H_{s12} = 3,76 metros.

Por tanto, se obtienen las siguientes profundidades en este caso:

$d_I = 2{,}28H_{12} - 68{,}90 \cdot H_{12}^2/gT^2$ ➔ que se puede simplificar a la expresión ➔

$d_I = 1.75H_{s12} = 1{,}75 \cdot 3{,}76 = 6.58$ m.

A su vez, la profundidad de cierre se calcula en base a la de fondos activos con la expresión:

$d_s = 3{,}50H_{s12} = 3{,}50 \cdot 3{,}76 = 13.16$ m.

En definitiva, estos resultados quieren decir, al igual que en las otras dos zonas, que los cambios morfodinámicos en la zona de rompiente se van a producir en mayor medida hasta la batimétrica en torno a la -6.50 metros principalmente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9.4 Resumen de los datos obtenidos de Zonificación de perfil:

Se presenta un resumen de los datos de zonificación del perfil de playa en la tabla 9.1:

Tabla 9.1. Resumen de las profundidades de zonificación de playa.

Zona	Profundidad activa	Profundidad de cierre
Provincia de Cádiz	6,79 m	13,58 m
Ceuta Norte	6,47 m	12,95 m
Ceuta Sur	6,58 m	13,16 m

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10. Estimación de la operatividad según el régimen medio del oleaje en las zonas de aterraje y en mar profundo.

Según la propuesta general de posible “pasillo” de diseño del trazado en estudio, se adjunta la estimación de no excedencia de diferentes oleajes a diferentes alturas en cada zona de trabajo, bien sea zona de aterraje o mar profundo. Dichas tablas pueden servir de guía para evaluar los días posibles de trabajo según las condiciones técnicas que se estiman adecuadas y del lado de la seguridad para la obra a ejecutar, pero no una certeza en el día a día, sólamente tendencias a lo largo del año. En el siguiente esquema se señala el pasillo de diseño y las boyas representativas del oleaje en color rojo (zona aterraje) o amarillo (mar profundidad indefinida):

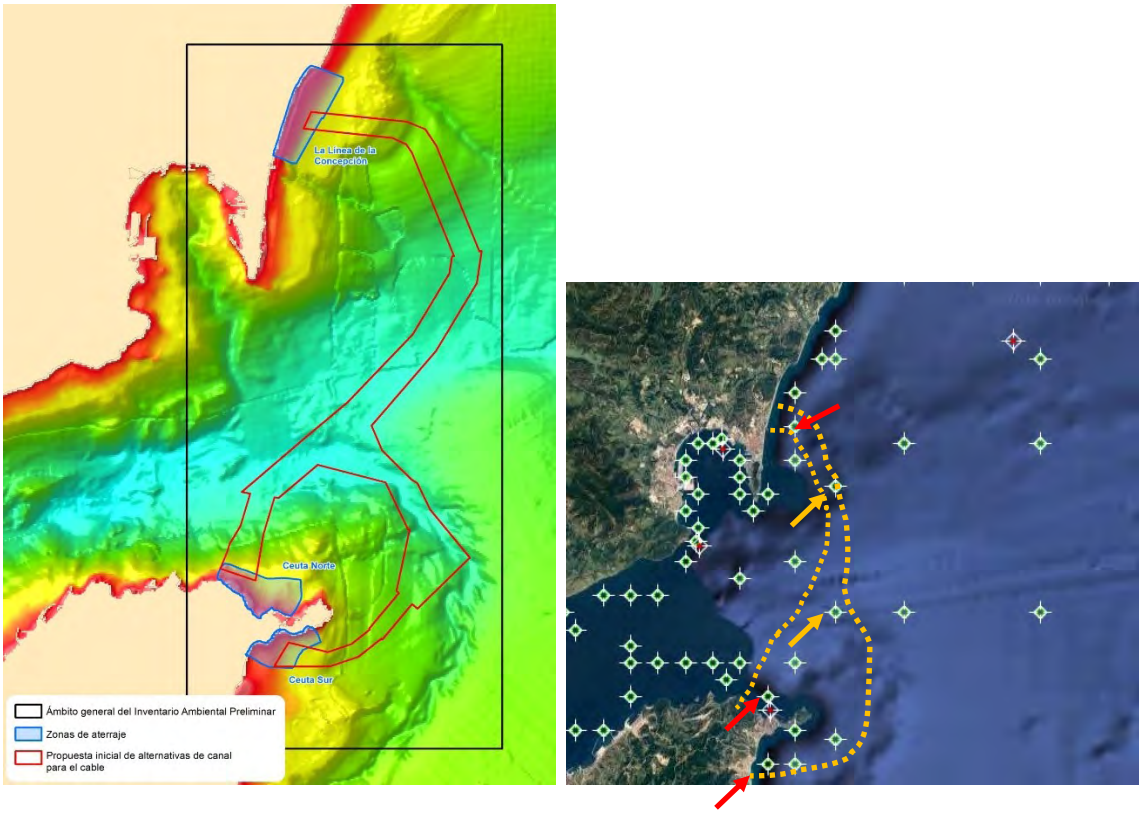


Fig. 10.1. Área de estudio y puntos SIMAR estudiados en cercanía de la costa (rojo) y en alta mar (amarillo).

10.1 Estimación días de no excedencia de oleaje medio en las zonas de aterraje

10.1.1. Playas El Burgo – La Hacienda (La Línea, Cádiz)

Se puede estudiar esta estimación con el régimen medio en este caso característico del punto SIMAR 6072028, a partir de los resultados de la tabla 8.2

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Pasando los datos de la columna de la derecha (% de ocurrencia de un estado de mar) a días al año, siendo los 365 días el 100% de dicha tabla, se tendrían los siguientes resultados:

Tabla 10.1 Estimación según un régimen medio de ocurrencia de un oleaje al cabo del año

Hs (m)	% ocurrencia	Días ocurrencia	Días no ocurrencia
Hs<0,5	67,45	246,2	118,7
1,0	19,22	70,1	294,8
1,5	7,58	27,6	337,3
2,0	2,99	10,1	354,0
2,5	1,41	5,1	359,8
3,0	0,57	2,0	362,9
3,5	0,37	1,3	363,6
4,0	0,20	0,7	364,2
4,5	0,111	0,4	364,5
5,0	0,065	0,2	364,8
Hs>5,0	0,003	0,1	364,9

10.1.2. Playas Punta Blanca - Calamocarro (Ceuta Norte):

Se puede estudiar esta estimación con el régimen medio en este caso característico del punto SIMAR 6072010, según la tabla 8.6, al igual que en el caso anterior.

Tabla 10.2 Estimación según un régimen medio de ocurrencia de un oleaje al cabo del año

Hs (m)	% ocurrencia	Días ocurrencia	Días no ocurrencia
Hs<0,5	63,07	230,2	134,7
1,0	24,16	88,1	276,8
1,5	7,41	27,0	337,9
2,0	2,92	10,6	354,3
2,5	1,23	4,5	360,4
3,0	0,57	2,1	362,8
3,5	0,30	1,1	363,8
4,0	0,14	0,5	364,4
4,5	0,116	0,4	364,5
5,0	0,049	0,2	364,8
Hs>5,0	0,003	0,1	364,9

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10.1.3. Playa El Taraje (Ceuta Sur):

Se puede estudiar esta estimación con el régimen medio en este caso característico del punto SIMAR 6072006, según la tabla 8.10. Pasando los datos de la columna de la derecha (% de ocurrencia de un estado de mar) a días al año, siendo los 365 días el 100%, de dicha tabla, se tendrían los siguientes resultados:

Tabla 10.3 Estimación según un régimen medio de ocurrencia de un oleaje al cabo del año

Hs (m)	% ocurrencia	Días ocurrencia	Días no ocurrencia
Hs<0,5	63,87	233,1	131,8
1,0	18,37	67,0	297,9
1,5	7,49	27,3	337,6
2,0	3,17	11,5	353,4
2,5	1,62	5,9	359,0
3,0	0,69	2,5	362,4
3,5	0,36	1,3	363,6
4,0	0,21	0,7	364,2
4,5	0,138	0,5	364,4
5,0	0,032	0,1	364,9
Hs>5,0	0,003	0,0	365,0

10.2 Estimación días de no excedencia de oleaje medio en zonas de mar profundidad indefinida

10.2.1. Zona mar profundidad indefinida norte:

Se puede estudiar esta estimación con el régimen medio en este caso característico del punto SIMAR 2006009:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 10.4 Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.006	27.529	8.437	1.620	0.221	0.044	-	-	-	-	-	37.857
1.0	-	23.617	13.402	4.218	0.356	0.060	-	-	-	-	-	41.653
1.5	-	0.460	7.560	4.105	0.290	0.050	-	-	-	-	-	12.466
2.0	-	0.003	1.378	2.579	0.331	0.013	0.013	-	-	-	-	4.316
2.5	-	-	0.243	1.375	0.391	0.003	-	-	-	-	-	2.011
3.0	-	-	0.016	0.463	0.372	0.003	-	-	-	-	-	0.854
3.5	-	-	-	0.079	0.312	0.006	-	-	-	-	-	0.397
4.0	-	-	-	0.019	0.208	0.019	-	-	-	-	-	0.246
4.5	-	-	-	-	0.069	0.022	-	-	-	-	-	0.091
5.0	-	-	-	-	0.038	0.032	-	-	-	-	-	0.069
> 5.0	-	-	-	-	0.009	0.028	-	-	-	-	-	0.038
Total	0.006	51.609	31.035	14.458	2.598	0.281	0.013	-	-	-	-	100 %

Pasando los datos de % de ocurrencia de un estado de mar a días al año, siendo los 365 días el 100%, se tendría la tabla 10.5:

Tabla 10.5 Estimación según un régimen medio de ocurrencia de un oleaje al cabo del año

Hs (m)	% ocurrencia	Días ocurrencia	Días no ocurrencia
Hs<0,5	37,85	138,1	226,8
1,0	41,65	152,0	212,9
1,5	12,46	45,5	319,4
2,0	4,31	15,7	349,2
2,5	2,01	7,3	357,6
3,0	0,85	3,1	361,8
3,5	0,39	1,4	363,5
4,0	0,24	0,8	364,1
4,5	0,091	0,3	364,6
5,0	0,069	0,3	364,7
Hs>5,0	0,038	0,1	364,9

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10.2.2. Zona mar profundidad indefinida sur:

Se puede estudiar esta estimación con el régimen medio en este caso característico del punto SIMAR 2006008:

Tabla 10.6 Datos obtenidos de web de Puertos del Estado, http://www.puertos.es/

Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.003	21.735	7.023	1.088	0.142	0.031	-	-	-	-	-	30.022
1.0	-	22.329	14.762	3.909	0.314	0.028	-	-	-	-	-	41.344
1.5	-	0.862	12.746	4.120	0.264	0.044	-	-	-	-	-	18.036
2.0	-	-	2.714	2.956	0.355	0.016	0.013	-	-	-	-	6.054
2.5	-	-	0.248	1.802	0.396	0.003	-	-	-	-	-	2.450
3.0	-	-	0.019	0.704	0.374	0.003	-	-	-	-	-	1.101
3.5	-	-	0.003	0.148	0.327	0.009	-	-	-	-	-	0.487
4.0	-	-	-	0.035	0.223	0.022	-	-	-	-	-	0.280
4.5	-	-	-	0.006	0.088	0.009	-	-	-	-	-	0.104
5.0	-	-	-	-	0.041	0.041	-	-	-	-	-	0.082
> 5.0	-	-	-	-	0.009	0.031	-	-	-	-	-	0.041
Total	0.003	44.926	37.516	14.769	2.535	0.239	0.013	-	-	-	-	100 %

Al igual que hasta ahora:

Tabla 10.7 Estimación según un régimen medio de ocurrencia de un oleaje al cabo del año

Hs (m)	% ocurrencia	Días ocurrencia	Días no ocurrencia
Hs<0,5	30,02	109,5	255,4
1,0	41,34	150,9	214,0
1,5	18,03	65,8	299,1
2,0	6,05	22,0	342,9
2,5	2,45	8,9	356,0
3,0	1,10	4,0	360,9
3,5	0,48	1,7	363,2
4,0	0,28	1,0	363,9
4,5	0,104	0,4	364,6
5,0	0,082	0,3	364,7
Hs>5,0	0,041	0,2	364,8

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10.3 Resumen

Es necesario señalar que los datos adjuntados y consultables corresponden con un régimen medio establecido a partir de la toma de datos de unos 12 años. Es suficientemente representativo de lo que supone un año medio, pero no son datos exactos y que impliquen que se tengan que cumplir cada año de manera similar.

Por otro lado, y como era de suponer, las condiciones del oleaje en mar abierto de profundidad indefinida implican una menor presencia de oleajes de baja altura o situaciones en calma y más presencia de situaciones de oleajes de temporales extremos respecto a las zonas de aterraje. Analizando con más detenimiento además los datos desglosados en el apéndice nº2, se puede observar como las zonas de aterraje de la península y de Ceuta Sur tiene un porcentaje de “calmas” (oleajes por debajo de 0,20 metros) bastantes altos a lo largo del año, en torno a un 35% - 40%. Pero en la zona de aterraje Norte, muy expuesta directamente a las corrientes de paso del Estrecho en cualquier condición de oleaje, este porcentaje disminuye a valores en torno al 11%, prácticamente similares a los que se producen en alta mar, que varían del 4% al 8% aproximadamente. En cualquier caso, en los meses de invierno y otoño tiende haber un porcentaje algo mayor que en los meses de primavera y verano, pero no debe ser determinante por la diferencia mínima que hay (entre un 2% al 5% como media). Además, cabe resaltar que los resultados obtenidos son una representación de la media obtenida en un periodo de estudio de unos 12 años. Si bien es un periodo suficientemente grande como para ser representativo, al corresponder a valores medios, realmente la probabilidad de cumplimiento de estos porcentajes de presencia es del 50%.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

11. Estudio del perfil de erosión para un tramo intermedio característico de cada frente de costa

11.1 Objeto del apartado:

El objeto del presente apartado es doble, por un lado identificar un perfil medio característico de cada tramo de aterraje, mediante el denominado Perfil Medio de Dean. Por otro lado, una vez determinado el anterior perfil, estimar el Perfil de Erosión mediante el modelo de Vellinga, que determinar el perfil ante un evento de temporal.

11.2 Concepto general del Perfil Medio de Dean:

Se puede determinar un perfil medio de playa de cada tramo de aterraje. Para ello, se determinará el parámetro A de Dean para un perfil batimétrico de un tramo cualquier característico de cada tramo de aterraje, mediante el cual se puede determinar el Perfil Medio de Dean de dicho tramo. Este parámetro de Dean está directamente relacionado con el D_{50} de la granulometría en el tramo de estudio, que corresponde en este caso con el tramo de playa sumergida entre la orilla y la profundidad litoral o de fondos activos (d_l calculada en el apartado 9 del estudio, también denominada h* en alguna bibliografía). Como indica el propio nombre, este perfil es un perfil medio de la playa ante los eventos de oleajes que se producen a lo largo del año en condiciones normales:

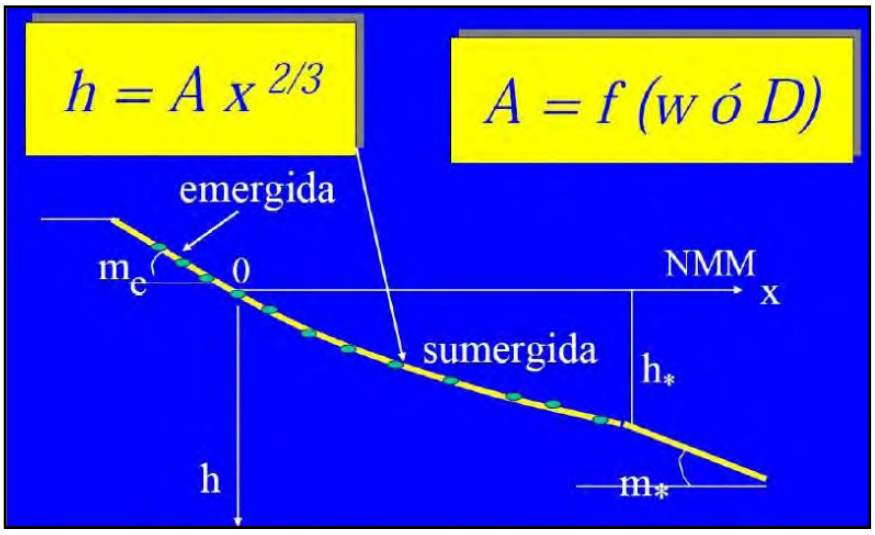


Figura 11.1. Esquema de modelo de Dean para Perfil de Equilibrio de una playa. Fuente: Apuntes de clases del Prof. Gregorio Gómez Pina

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

VALORES DEL PARÁMETRO A ($m^{1/3}$) DEL PERFIL DE DEAN										
D (mm)	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,1	0,063	0,0672	0,0714	0,0756	0,0798	0,084	0,0872	0,0904	0,0936	0,0968
0,2	0,100	0,103	0,106	0,109	0,112	0,115	0,117	0,119	0,121	0,123
0,3	0,125	0,127	0,129	0,131	0,133	0,135	0,137	0,139	0,141	0,143
0,4	0,145	0,1466	0,1482	0,1498	0,1514	0,153	0,1546	0,1562	0,1578	0,1594
0,5	0,161	0,1622	0,1634	0,1646	0,1658	0,167	0,1682	0,1694	0,1716	0,1718
0,6	0,173	0,1742	0,1754	0,1766	0,1778	0,179	0,1802	0,1814	0,1826	0,1838
0,7	0,185	0,1859	0,1868	0,1877	0,1886	0,1895	0,1904	0,1913	0,1922	0,1931
0,8	0,194	0,1948	0,1956	0,1964	0,1972	0,198	0,1988	0,1996	0,2004	0,2012
0,9	0,202	0,2028	0,2036	0,2044	0,2052	0,206	0,2068	0,2076	0,2084	0,2092
1,0	0,210	0,2108	0,2116	0,2124	0,2132	0,2140	0,2148	0,2156	0,2164	0,2172

Figura 11.2. Valores del parámetro A de Dean para D_{50} < 1,09 mm. Fuente: Apuntes Prof. Gómez-Pina

11.3 Concepto general del Perfil de Erosión de Vellinga:

Por otro lado, con el perfil medio ya determinado mediante el parámetro de Dean, y por tanto, una granulometría media característica media del tramo sumergido de la playa activa, se puede estimar el denominado Perfil de Erosión mediante el Perfil propuesto por Vellinga. Este perfil se calcula también a partir del parámetro asociada a la granulometría, pero añadiendo el valor de la Hs_{12} o altura de ola solamente superada 12 horas del año, y representa el perfil que adopta la playa ante un fenómeno concreto de temporal, siendo por tanto un perfil mucho más erosivo que el perfil medio. En este caso, se determinará el perfil de Vellinga Hs_{12} estimada en cada zona de aterraje (ver apartado 4 del estudio).

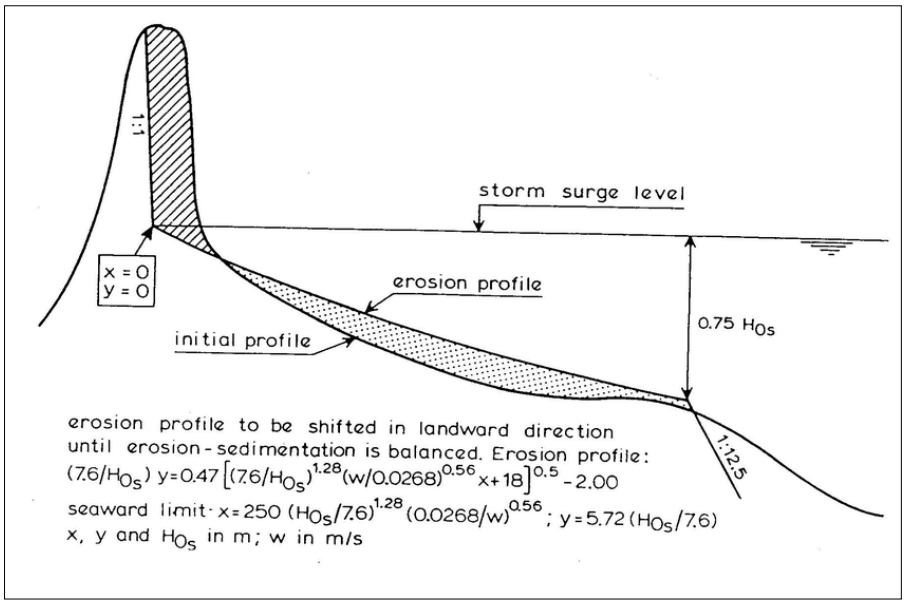


Figura 11.3. Esquema general y expresión del Perfil de Erosión de Vellinga (1983). Fuente: Manual on artificial beach nourishment (CUR)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En la anterior expresión, Ho_s se corresponde con la altura de ola superada 12 horas al año antes comentada, y el valor de w es la velocidad de caída del grano, expresada en m/sg, que se puede estimar dependiendo del tamaño del D_{50} del mismo mediante las siguientes expresiones:

$$\omega = 1.10 . 10^{6} . D^{2} \, , \; D < 0.10 \, mm$$

$$\omega = 273 . D^{1.1} \, , \; 0.10 < D < 1.00 \, mm$$

$$\omega = 4.36 . D^{0.50} \, , \; D > 1 \, mm$$

11.4 Perfil medio de Dean y de erosión de Vellinga para cada tramo de aterraje:

En total, para cada zona de aterraje se van a analizar tres tipos de perfiles:

Perfil medio de Dean, que caracteriza el perfil medio en condiciones normales, obtenido a partir del D_{50} medio de la playa sumergida estimado hasta ahora en cada tramo de aterraje.

- Perfil de erosión de Vellinga normal, que corresponde con el perfil de erosión estimado a partir de la altura de ola superada sólo 12 horas al año, y que se puede identificar con un perfil de erosión de temporales normales.
- Perfil de erosión asociado a cada altura de ola extremal de cada zona de aterraje, suponiendo que ésta se propaga con la misma altura hasta el pie de playa sumergido (lo cual, además de ser una estimación del lado de la seguridad, es bastante real en estos casos de oleajes muy frontales a la costa y con una capacidad energética que no se pierde hasta llegar precisamente a las cercanías de la costa a partir de la profundidad de fondos activos)

Estos perfiles se calcularán con la herramienta TIC del módulo SMC ya antes comentados en otros apartados del documento. Para cada tramo de aterraje, por tanto, se van a estimar un perfil medio, un perfil de erosión en condiciones de temporales normales, y un perfil de erosión para cada sector de oleaje extremal desarrollado en cada tramo (tabla 11.1).

Tabla 11.1 Sectores y valores (H y T) de oleaje extremal considerados en cada zona

Zonas	Provincia de Cádiz			Ceuta Sur			Ceuta Norte		
	Sector	**Periodo**	**Altura**	**Sector**	**Periodo**	**Altura**	**Sector**	**Periodo**	**Altura**
Oleajes	E	9,47 sg	5,72 m	ENE	9,21 s	3,54 m	ENE	11,67 s	7,39 m
	ESE	9,77 sg	6,03 m	E	12,38 s	7,27 m	E	12,38 s	7,27 m
				ESE	10,80 s	4,81 m			

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tramo de aterraje Peninsular en La Línea (provincia de Cádiz):

El emplazamiento del perfil medio sería:

Figura 11.4. Emplazamiento del perfil medio de zona aterraje peninsular.

Coordenadas UTM WG84, Huso 30 (en metros):

X = 291482,21 E

Y = 4011163,41 N

D_{50} = 0,30 mm.

Hs12 = 3,88 m.

Se obtienen los siguientes perfiles:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

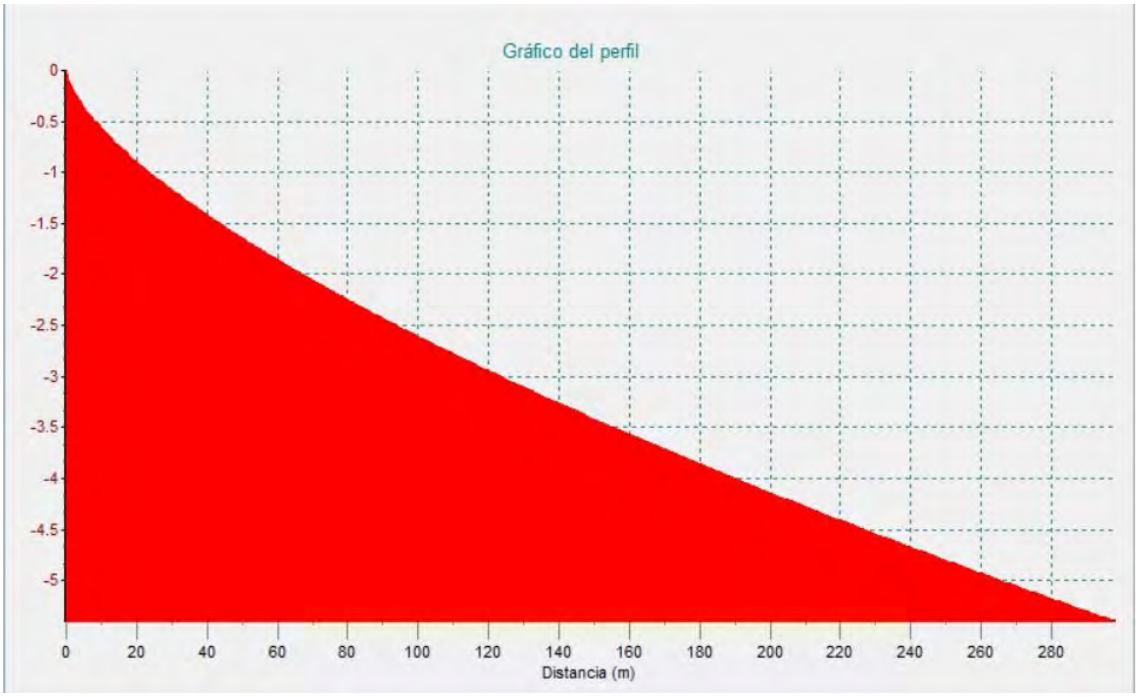


Figura 11.5. Perfil Medio de Dean.

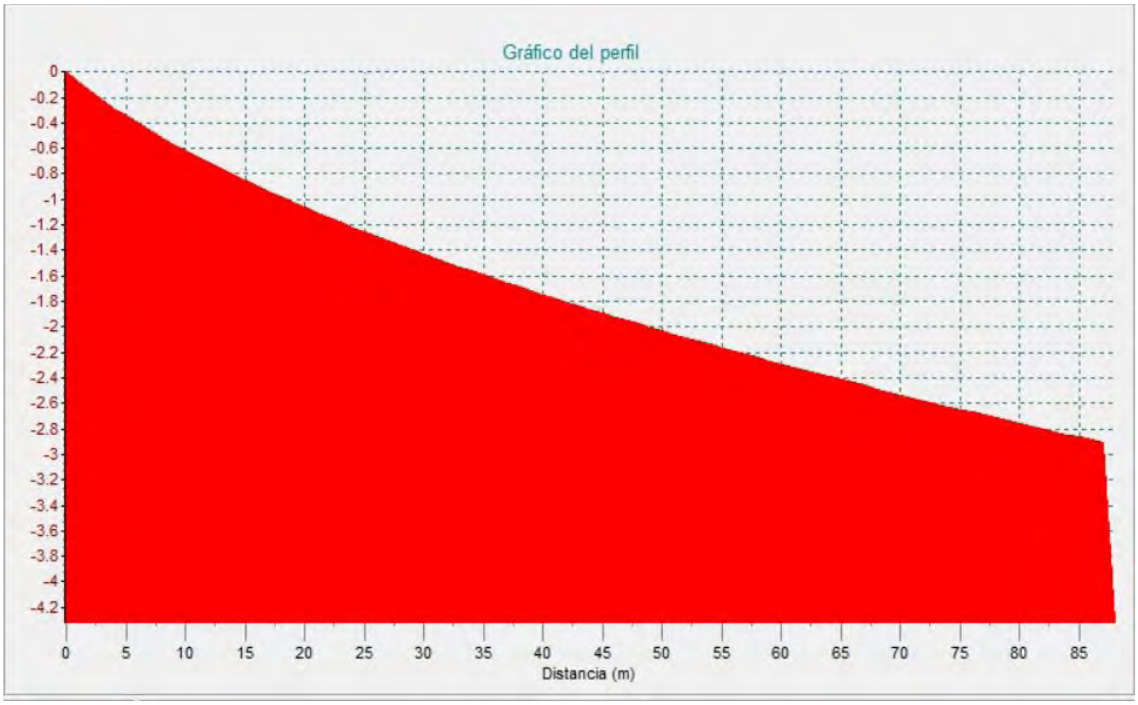


Figura 11.6. Perfil de Vellinga temporales normales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

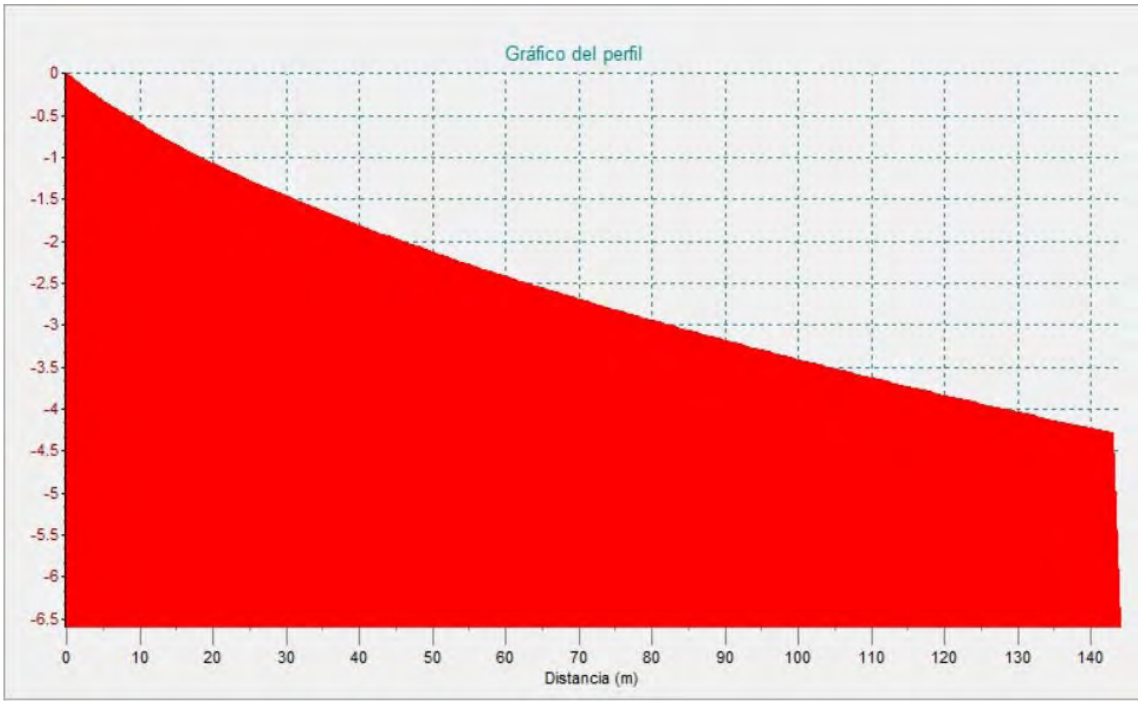


Figura 11.7. Perfil de Vellinga temporal de Este H = 5,72 m.

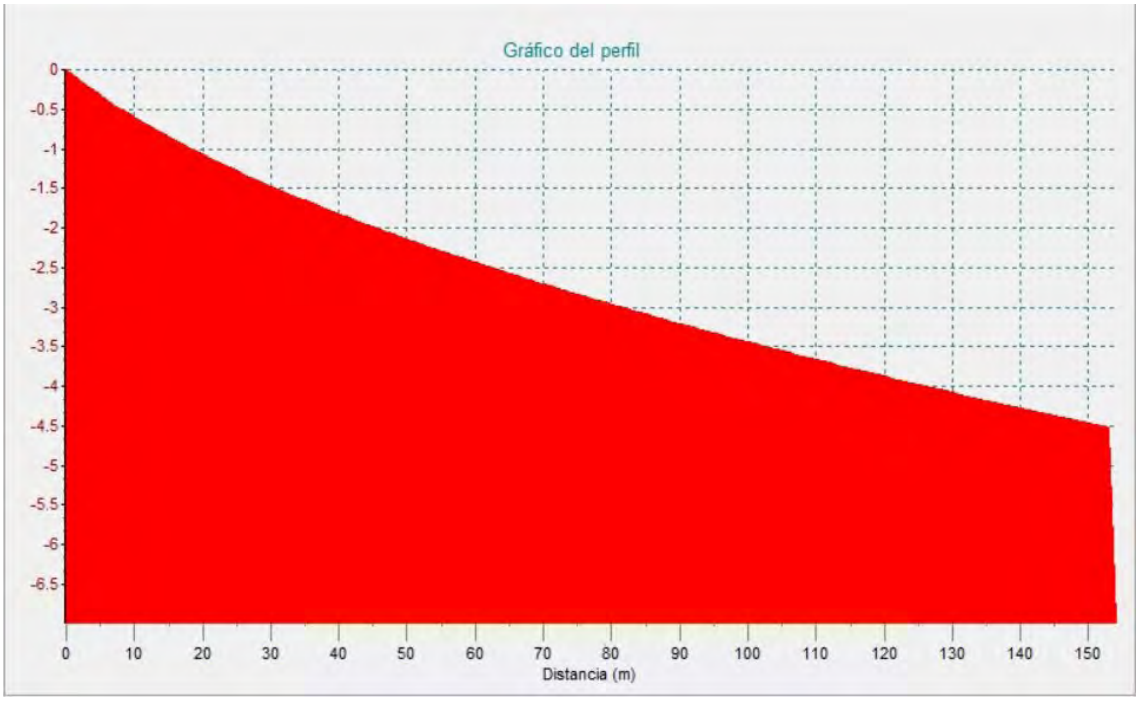


Figura 11.8. Perfil de Vellinga temporal de ESE H = 6,03 m

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tramo de aterraje Ceuta Norte (Playa de Calamocarro):

El emplazamiento del perfil medio sería:

Figura 11.9. Emplazamiento del perfil medio de zona de aterraje Ceuta Norte.

Coordenadas UTM WG84, Huso 30 (en metros):

X = 287299,11 E

Y = 3976754,90 N

D_{50} = 0,70 mm.

Hs12 = 3,76 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Figura 11.10. Perfil Medio de Dean.

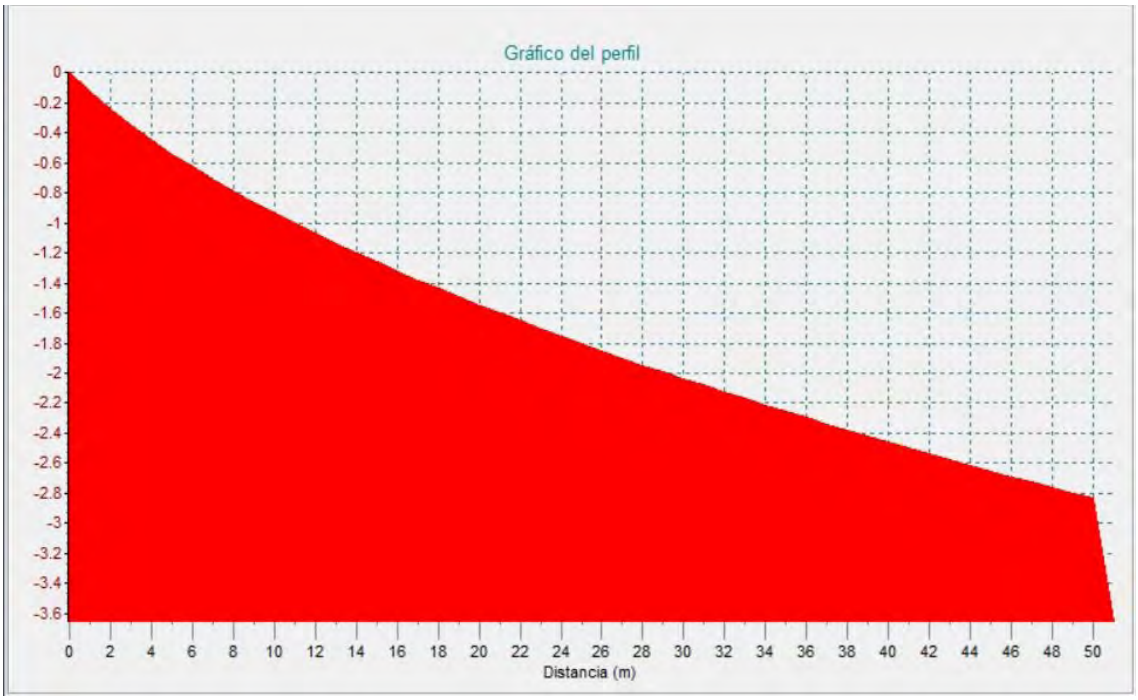


Figura 11.11 Perfil de Vellinga temporales normales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

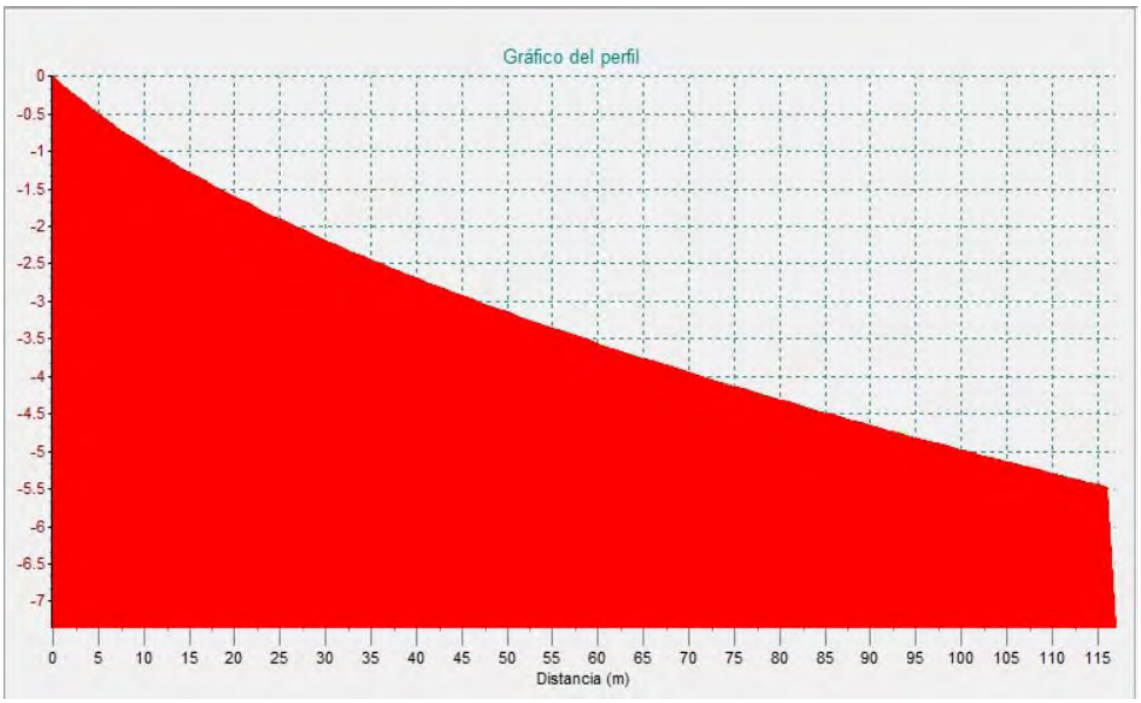


Figura 11.12. Perfil de Vellinga temporal de Este H = 7,27 m.

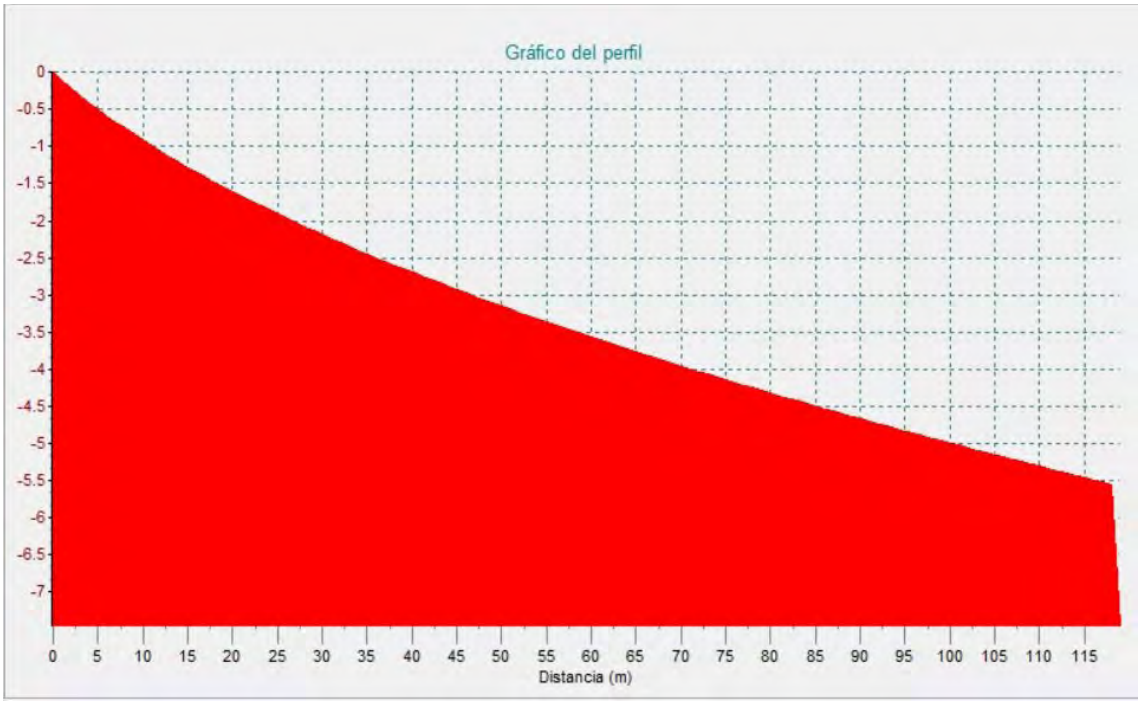


Figura 11.13. Perfil de Vellinga temporal de ENE H = 7,39 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tramo de aterraje Ceuta Sur (Playa del Chorrillo):

El emplazamiento del perfil medio sería:

Figura 11.14. Emplazamiento del perfil medio de zona de aterraje Ceuta Sur.

Coordenadas UTM WG84, Huso 30 (en metros):

X = 290157,92 E Y = 3973394,52 N D_{50} = 1,00 mm. Hs12 = 3,70 m.

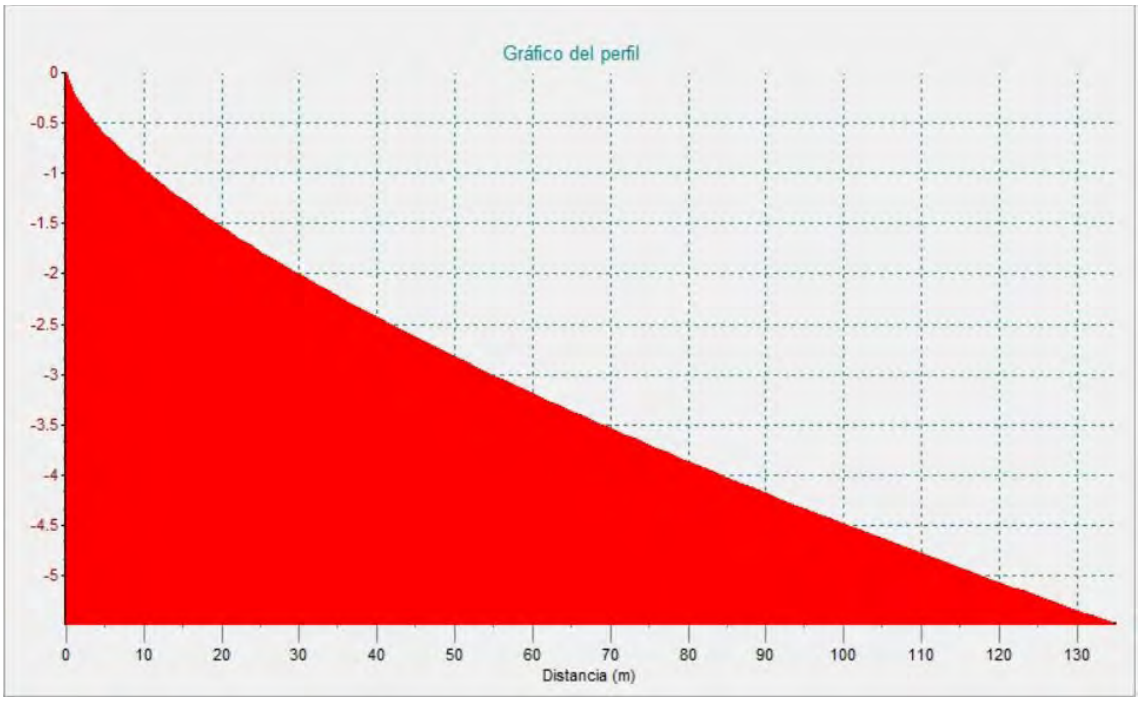


Figura 11.15. Perfil medio de Dean

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Figura 11.16. Perfil de erosión de Vellinga en temporales normales.

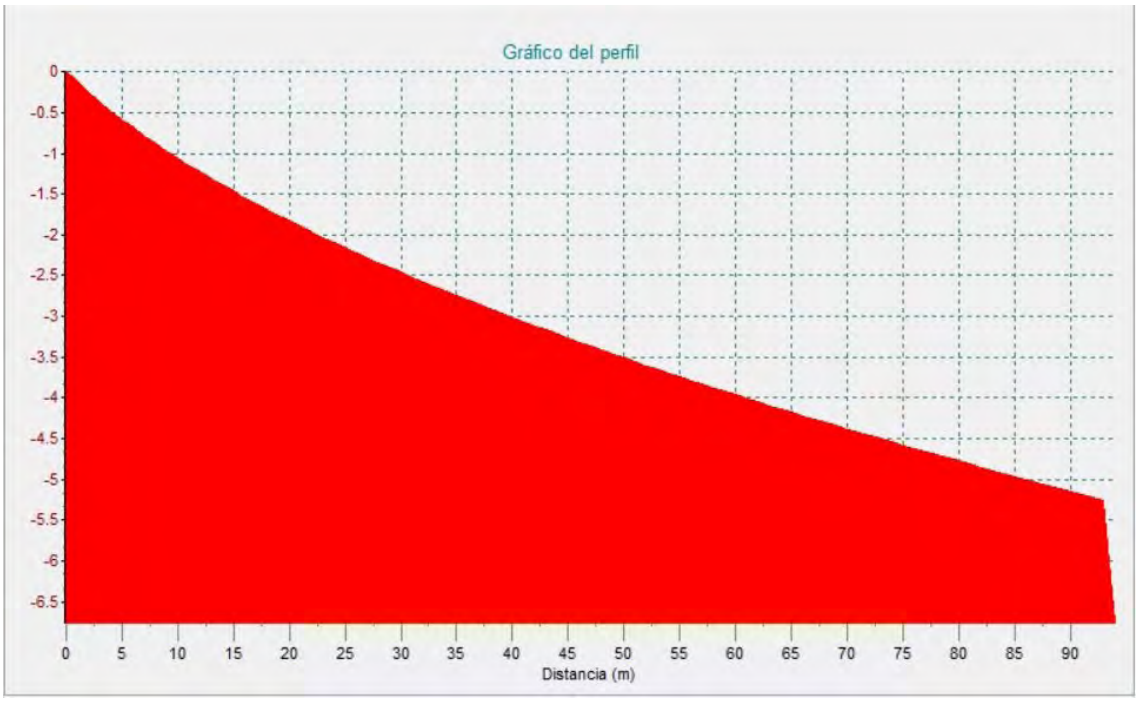


Figura 11.17. Perfil de erosión de Vellinga temporal de Este H = 7,27 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Figura 11.18. Perfil de erosión de Vellinga temporal de ENE H = 3,54 m.

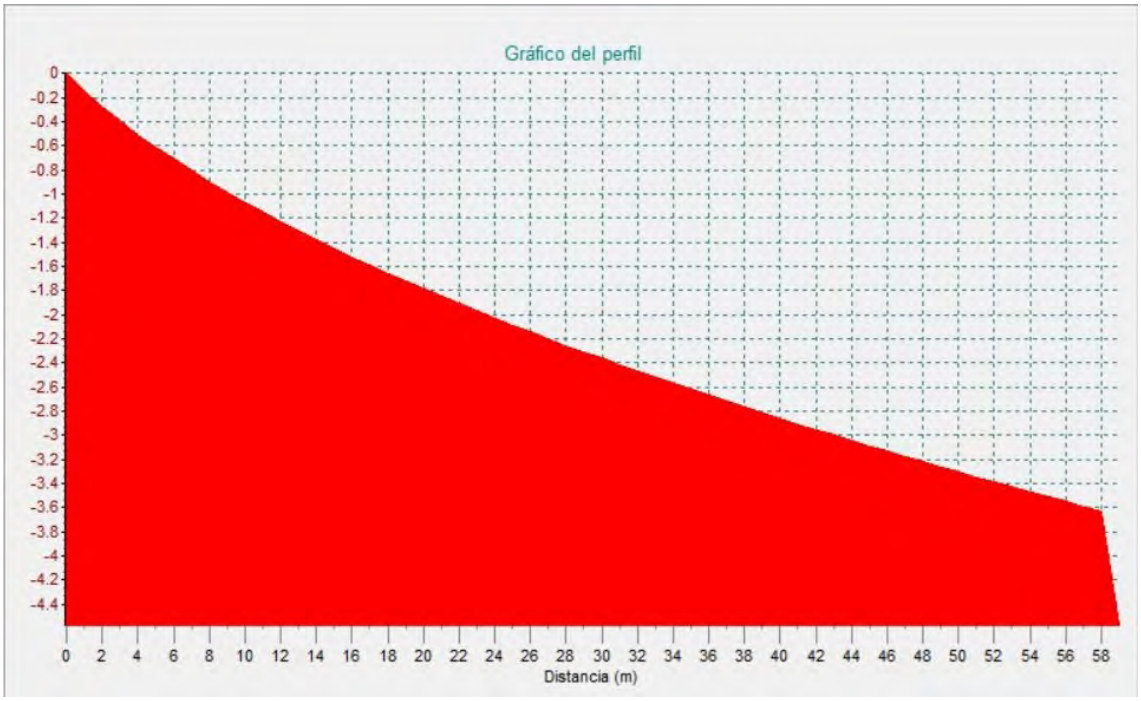


Figura 11.19. Perfil de erosión de Vellinga temporal de ESE H = 4,81 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

11.5 Resumen

Se han comparado los distintos perfiles de erosión para diferentes temporales en las tres posibles zonas de aterraje del cable (La línea, Ceuta Norte y Ceuta Sur). En ningún caso, la potencia máxima de erosión para fondo arenoso supera el metro de espesor. De este modo, para soterramientos superiores a los dos metros se garantiza que no quede al descubierto.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

12. Conclusiones sobre el posible Impacto Ambiental

Red Eléctrica Española está considerando un tendido de dos cables eléctricos entre Europa y África. El trazado propuesto cruza el Estrecho de Gibraltar enlazando la provincia de Cádiz con Ceuta. Para contemplar las posibles incidencias en el Medio Ambiente (y realizar, por tanto, el preceptivo Estudio de Impacto Ambiental), REE contacta con CEIMAR para llevar a cabo dicho estudio. Dentro de los distintos temas a tener en cuenta, el de clima marítimo y dinámica litoral se encarga al Grupo de Investigación de Ingeniería Costera de la Universidad de Cádiz.

Se han realizado estudios de clima marítimo en las tres áreas de aterraje propuestas: salida en la playa mediterránea de La Línea (al norte del puerto de la Atunara) y llegada a Ceuta por el Norte (playa de Calamocarro o zonas Aledañas) o Ceuta Sur (playa del Chorrillo). Siguiendo la ROM 0.0, dada la naturaleza e importancia de las obras y suponiendo una repercusión económica alta, se obtiene una Vida útil mínima de 50 años. Asimismo, dado lo improbable de que se produzcan daños a personas y el hecho de que no haya indicios de que se vaya a producir alarma social, se adopta un periodo de retorno de 225 años para cualquier tipo de cálculo de oleajes de temporal.

Con estas premisas, y calculando estadísticamente en base a los datos obtenidos de diferentes fuentes, se obtuvieron las alturas de ola significante máximas a tener en cuenta en los consiguientes apartados. En todos los casos, la procedencia para la Hmax es del sector de Levante, variando entre los 6.0 m para La Línea y los 7.3 m para Ceuta (norte y sur).

En lo referente a la elevación del nivel del mar, para un periodo de retorno de 225 años, oscilaría entre los 2 metros de La Línea y el 1.65 m en Ceuta.

Los modelos de propagación de oleaje desde aguas profundas hasta la orilla no indican nada destacable, aparte de la disminución de la energía por rozamiento con el fondo, salvo en la zona de Ceuta Sur donde sería interesante un estudio de detalle una vez decidido definitivamente el punto de aterraje (aunque desde el punto de vista ambiental la obra no suponga impacto ni cambio alguno).

Se han calculado las corrientes debidas al oleaje incidente y se han representado para diferentes alturas de ola y profundidades (desde offshore hasta la orilla), siendo en la zona de rompientes donde se observan los mayores valores (de hasta 3 m/s en La Línea y 3.50 m/s en Ceuta para la Hs correspondiente al periodo teórico de retorno de 225 años). Estas corrientes casi perpendiculares a la orilla tienen sin embargo una componente paralela a la misma que no suele superar el 20% del valor máximo y que es causante del transporte longitudinal. Los valores teóricos de esta capacidad de transporte tampoco se ven afectados por la instalación del cable eléctrico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La profundidad de cierre, es decir, aquella para la que se supone no hay movimiento alguno de arena alcanza los 13.5 m en La Línea y los 13.0 m en Ceuta. Asimismo, se han comparado los distintos perfiles de erosión para diferentes temporales en las tres posibles zonas de aterraje del cable (La línea, Ceuta Norte y Ceuta Sur). En ningún caso, la potencia máxima de erosión para fondo arenoso supera el metro de espesor.

Teniendo en cuenta lo anterior, los cables eléctricos a ubicar, con un diámetro no superior a los 25 cm, no suponen un obstáculo de facto para el transporte longitudinal. Igualmente, por su tamaño y su trazado perpendicular a la orilla tampoco representan una modificación de las condiciones de rotura del oleaje.

Finalmente y resumiendo, si la ubicación del cable se realizara mediante perforación horizontal dirigida (PHD) dejando un margen mínimo de 5 metros de arena por encima hasta más allá de la profundidad de cierre (entre los 13.0 y los 13.5 m con respecto al Cero Hidrográfico), puede garantizarse que el impacto medio ambiental desde el punto de vista de la dinámica litoral es despreciable.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

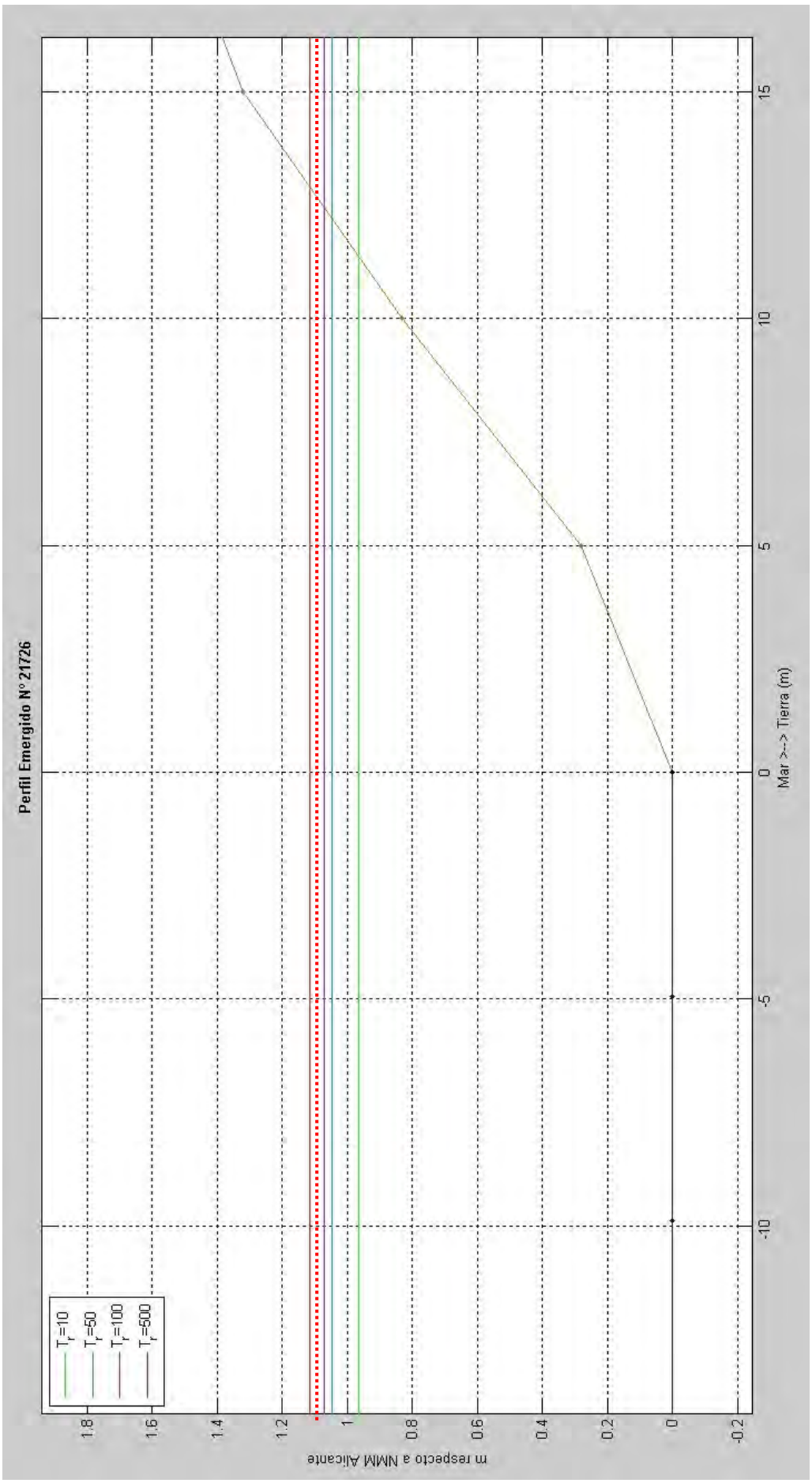
APENDICE 1: GRÁFICAS DE SALIDA DE ALCANCES DE LAS OSCILACIONES DEL NIVEL DEL MAR SEGÚN EL MODELO IOLE.

Nota: Valor correspondiente con Periodo de Retorno T = 225 años representado por alienación a trazos roja en todas las gráficas.

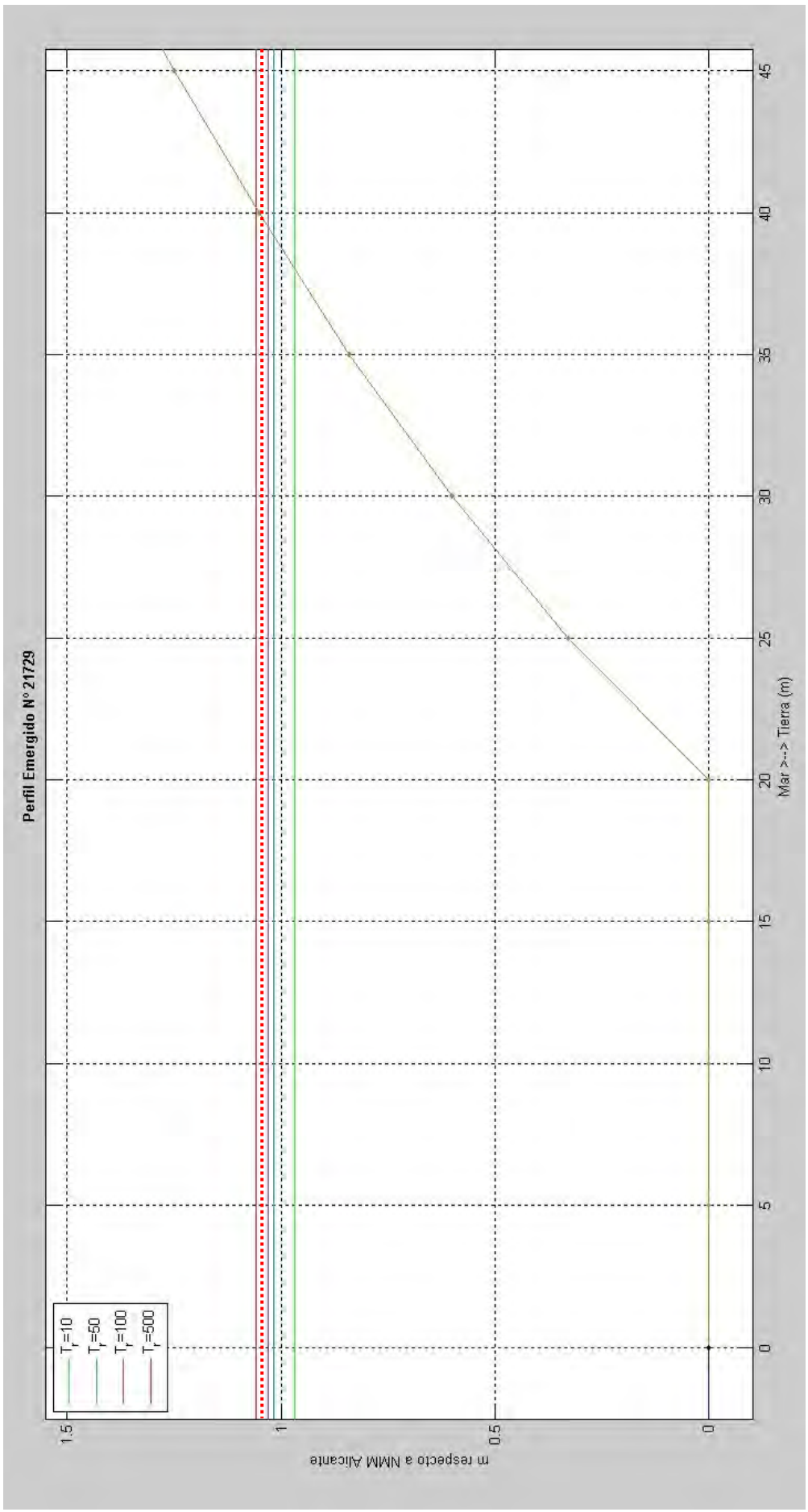
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

GRÁFICAS DE SALIDAS PARA LAS PLAYAS DE EL BURGO Y LA HACIENDA (DE SUR A NORTE)

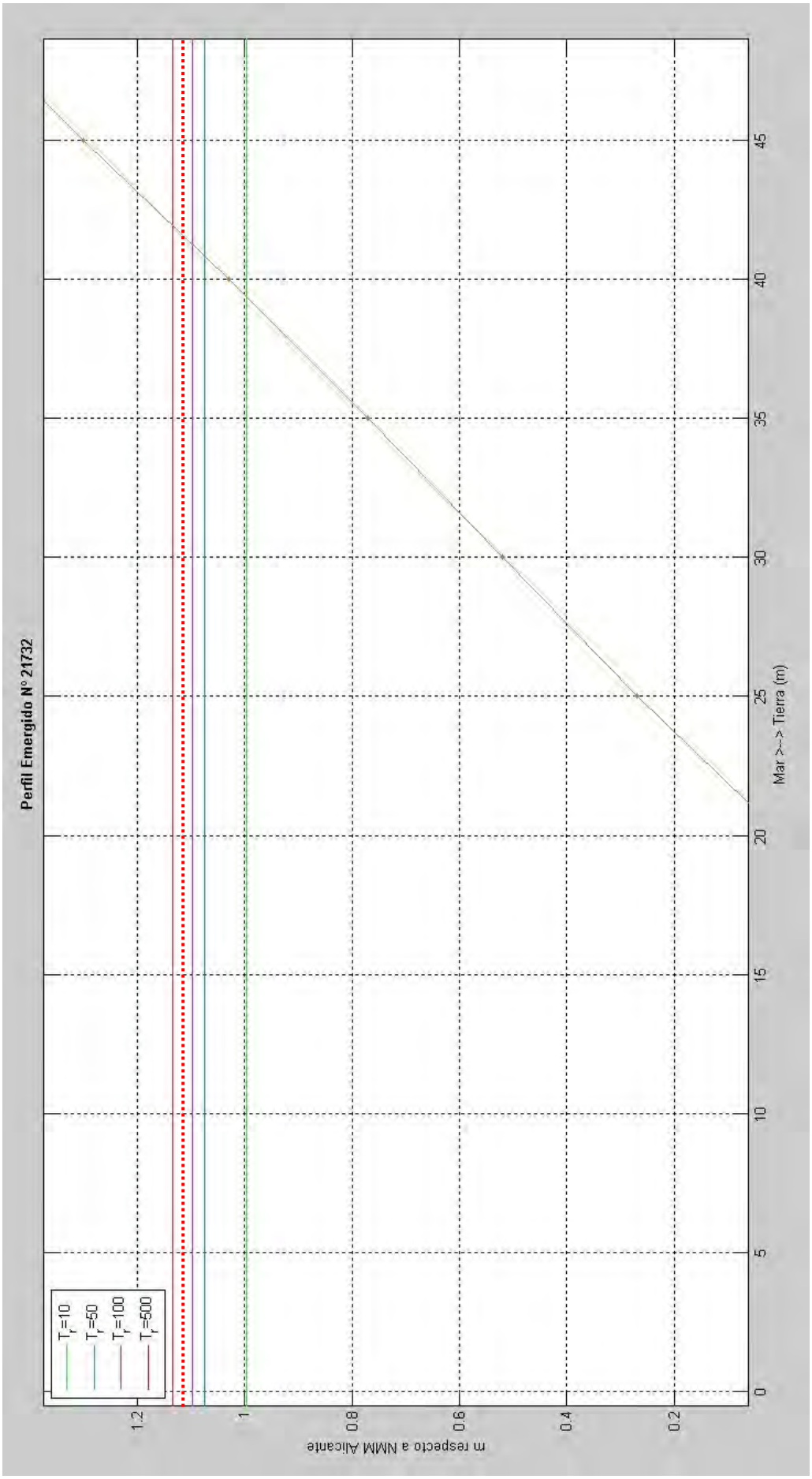
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



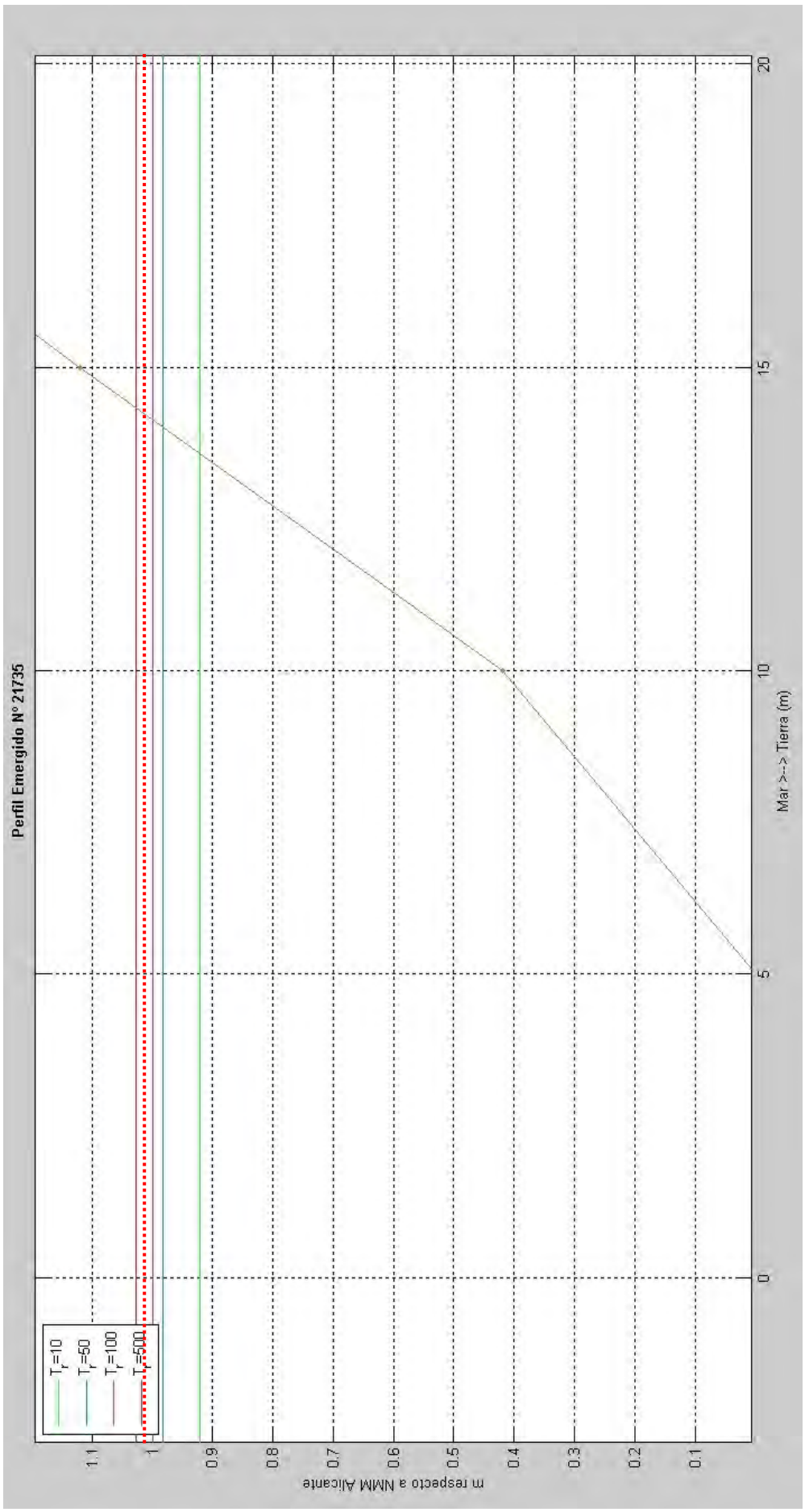
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



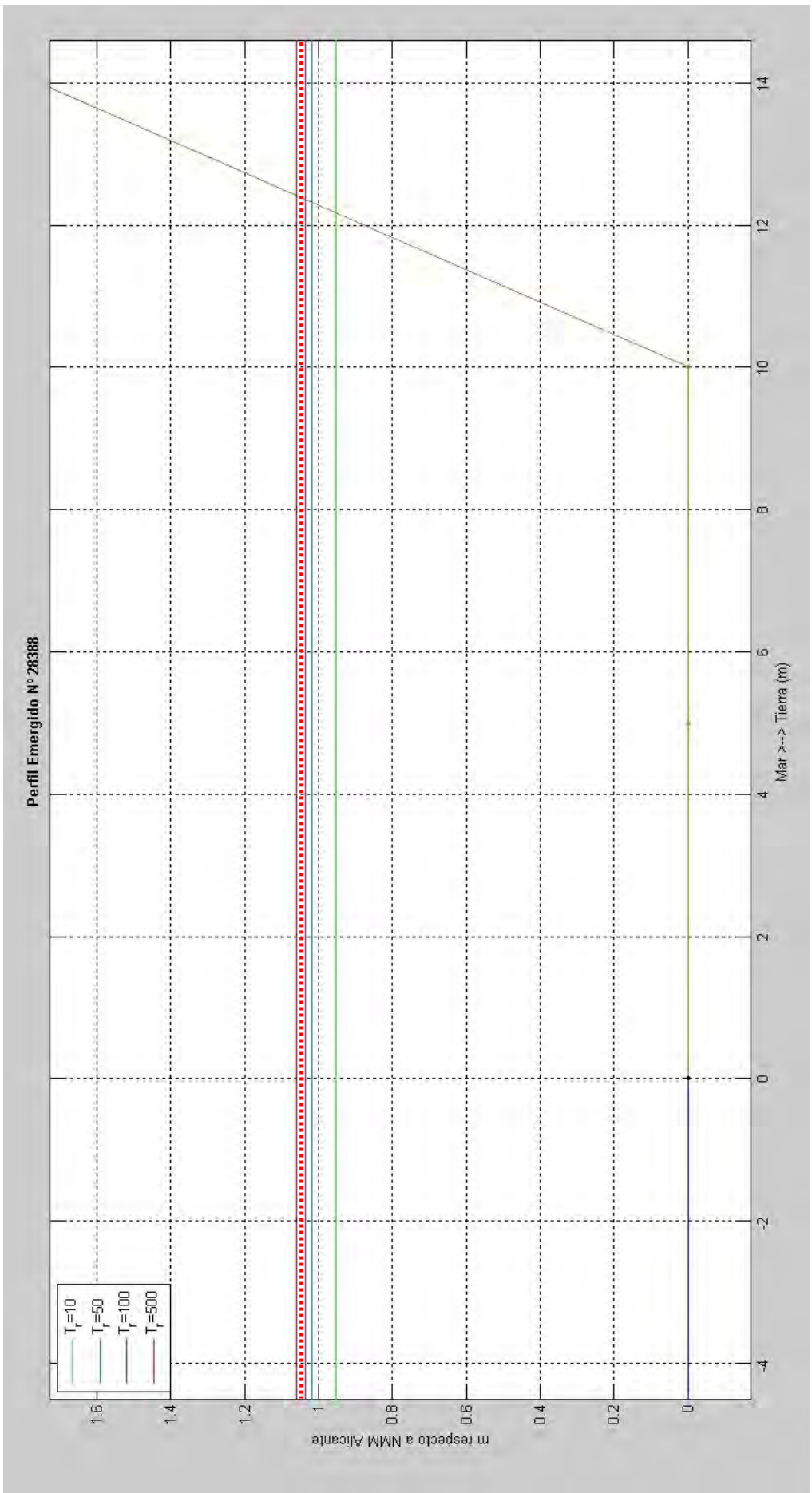
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



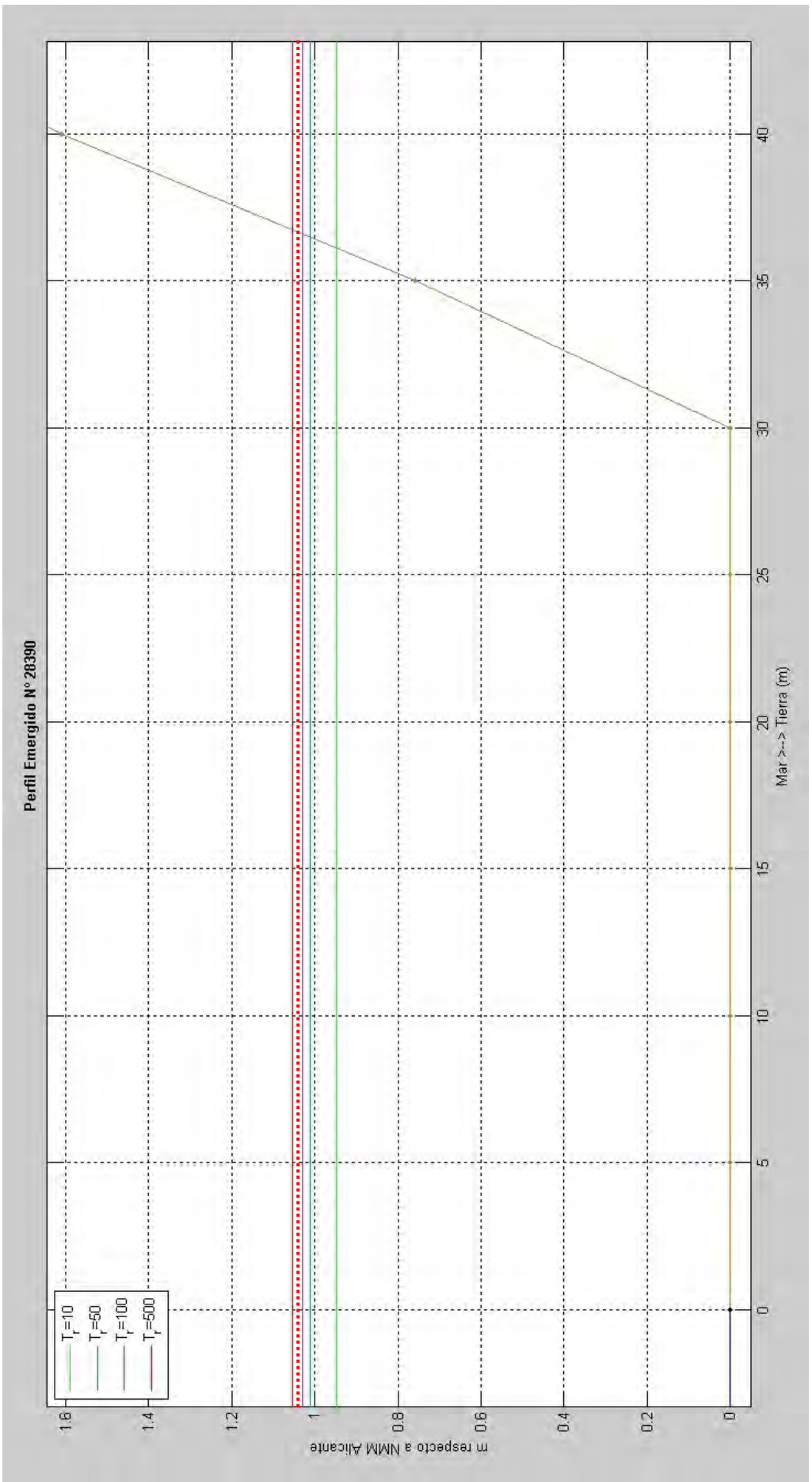
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

GRÁFICAS DE SALIDAS PARA LAS PLAYAS DE CALAMOCARRO Y PUNTA BLANCA (DE OESTE A ESTE)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

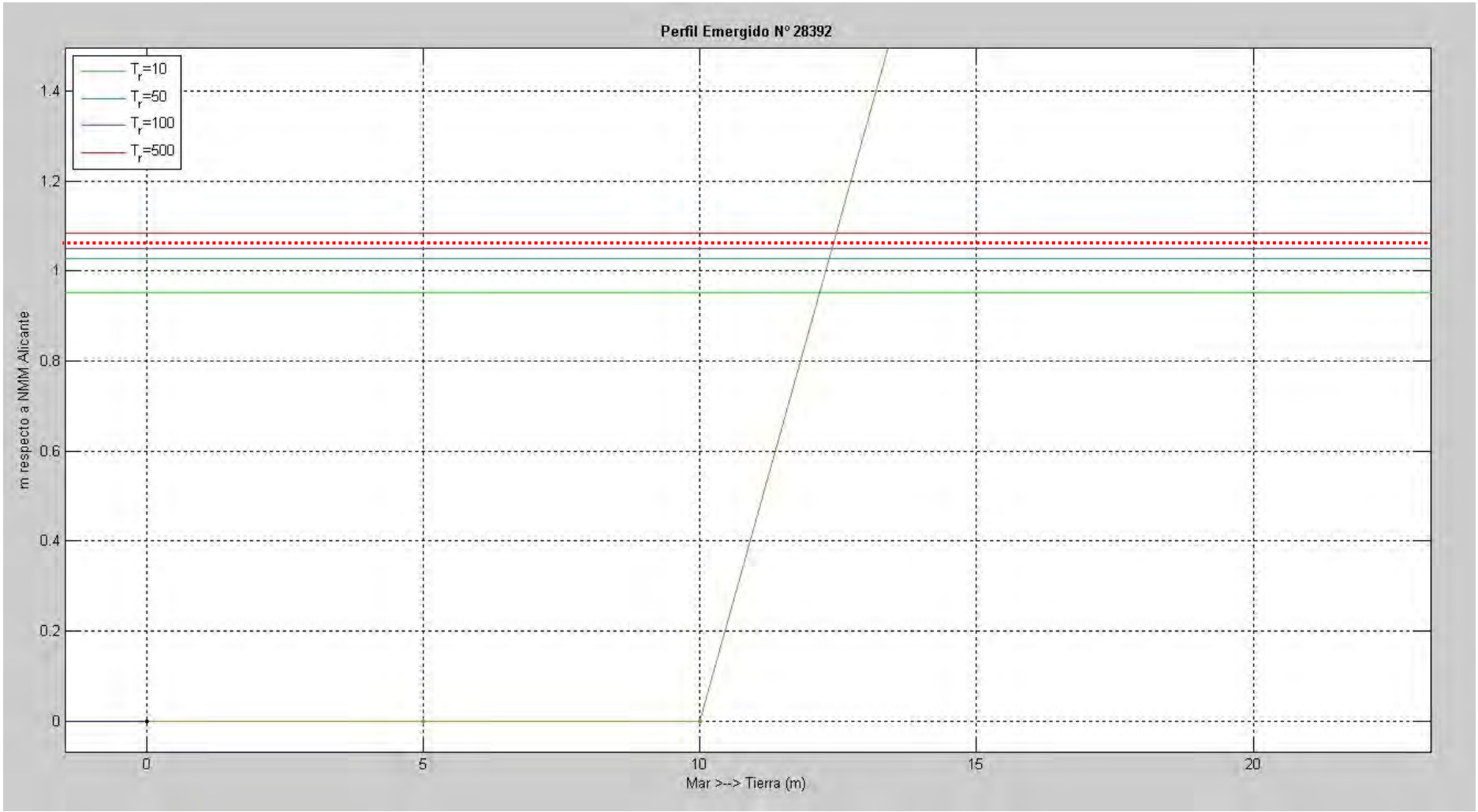


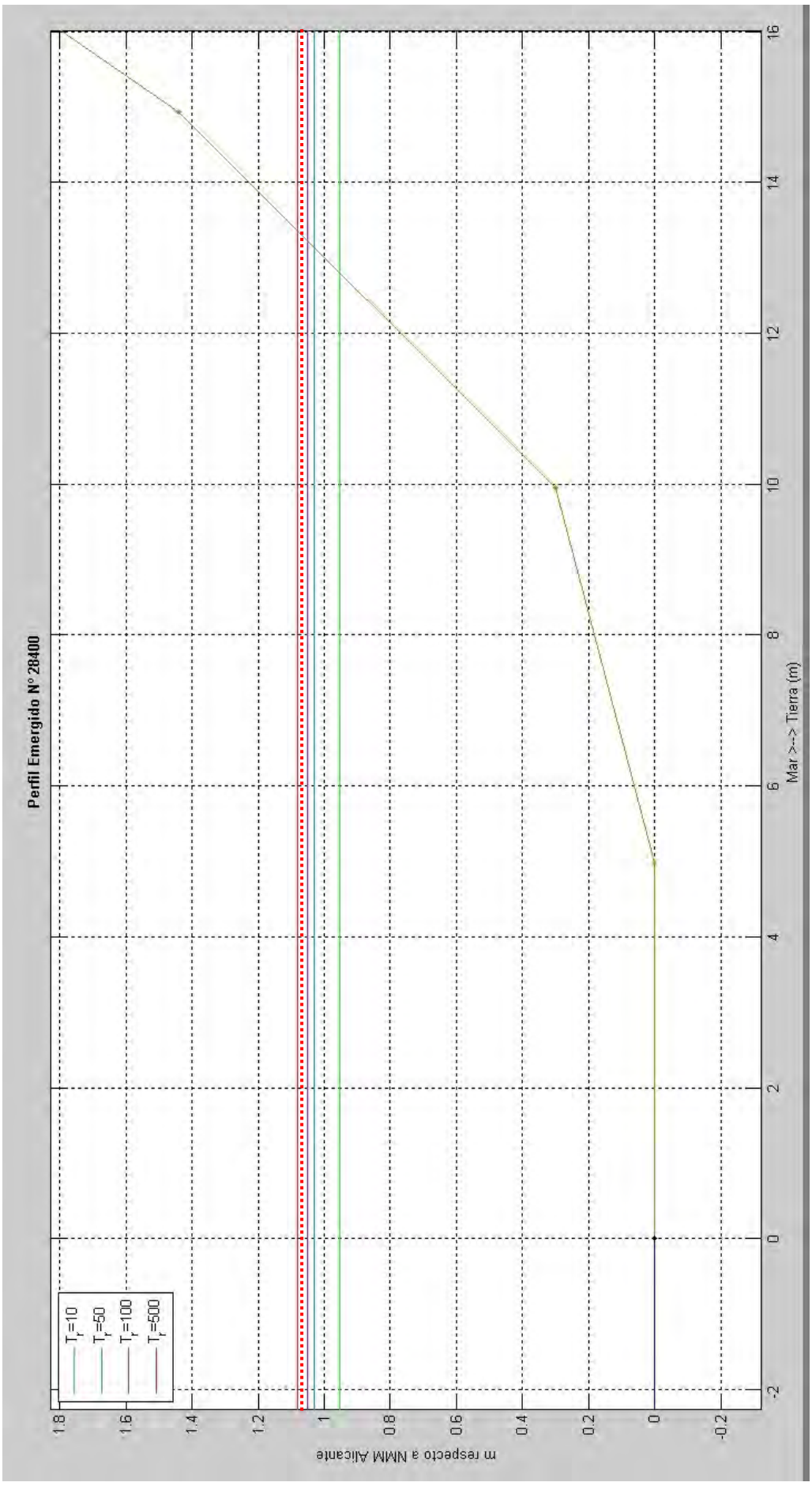
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

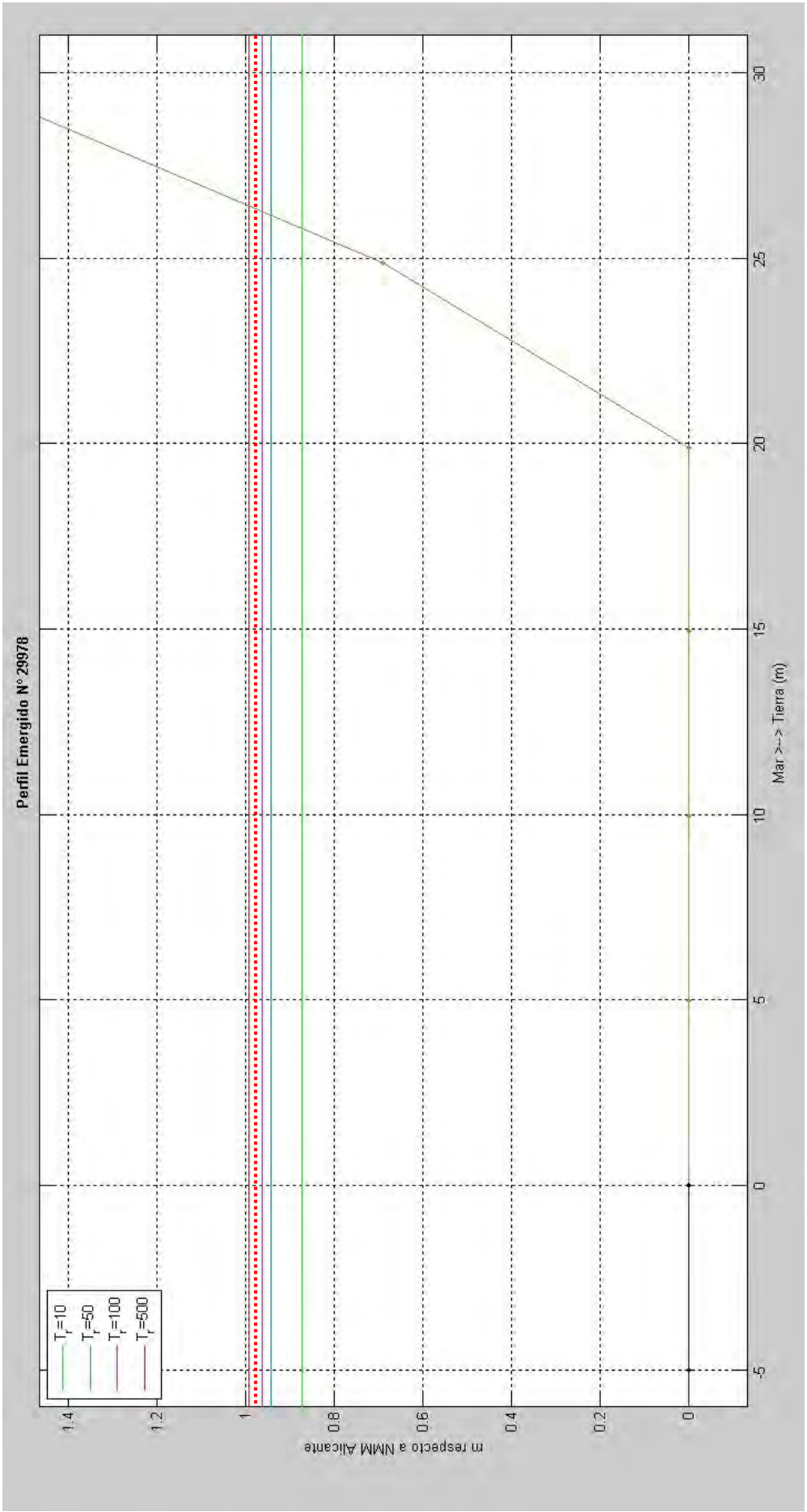




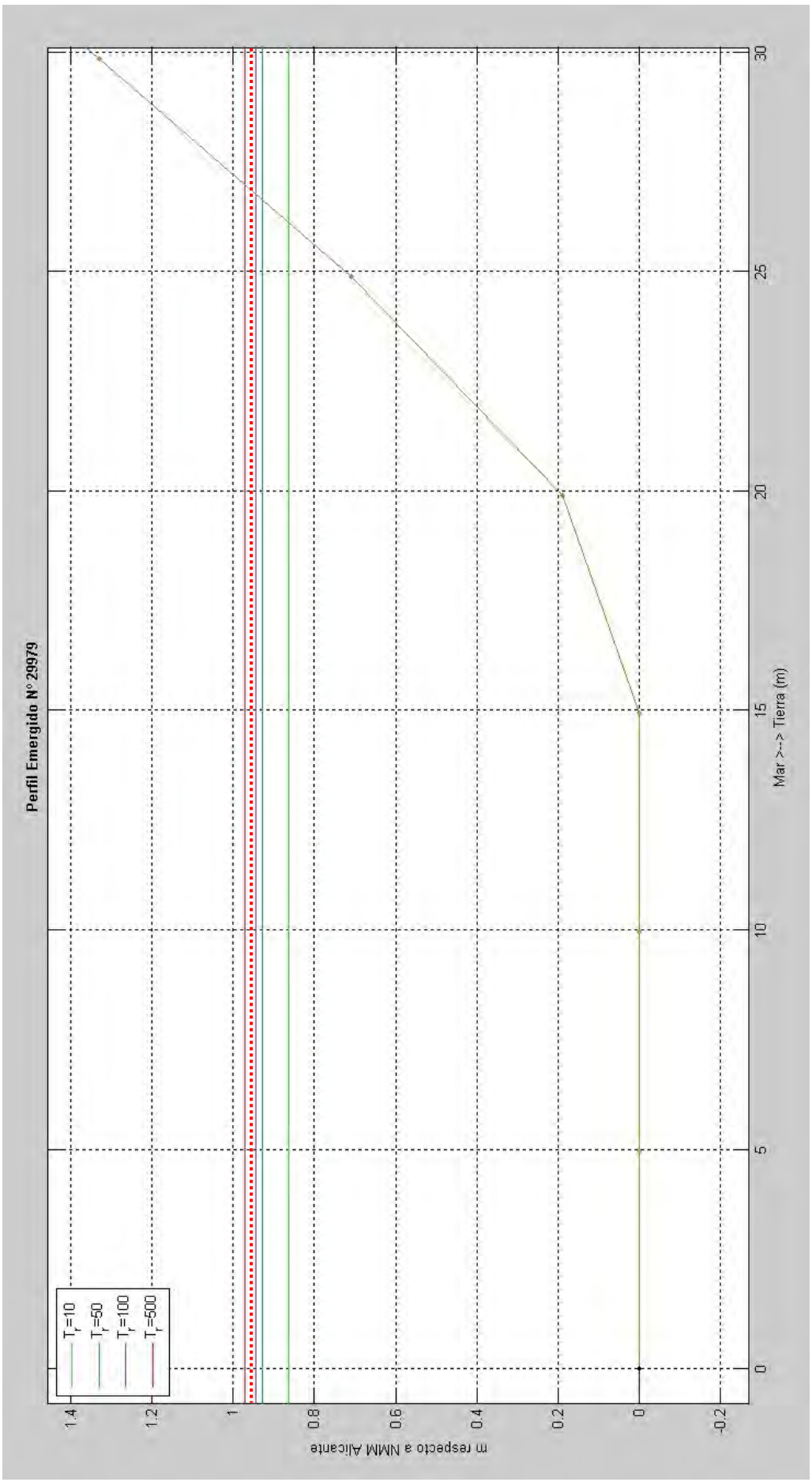
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

GRÁFICAS DE SALIDAS PARA LA PLAYA EL TARAJAL – EL CHORRILLO (DE SUR A NORTE):

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

APENDICE 2: PROPAGACIONES OBTENIDAS DE LOS TRAMOS DE ATERRAJE PROPUESTOS.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ZONA DE ATERRAJE PENINSULAR (PROVINCIA DE CÁDIZ)

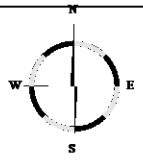
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

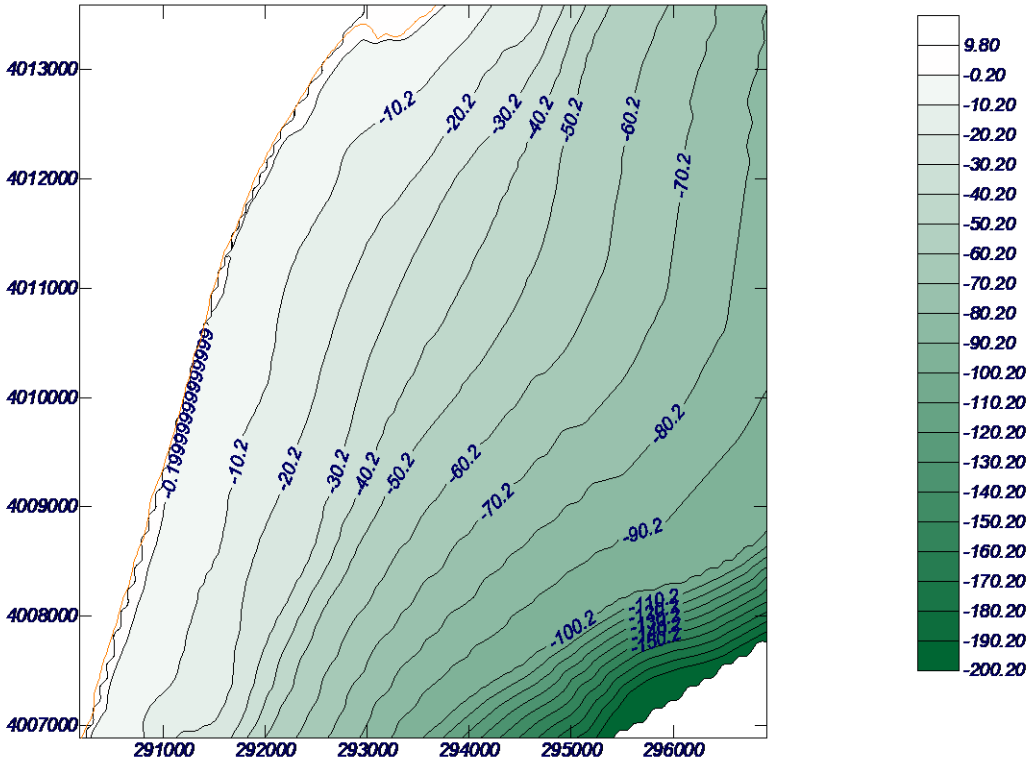
Proyecto:

Gráfico: Topografía 2D

M2: MALLA CORRECTA

Gráfico de topografía





MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

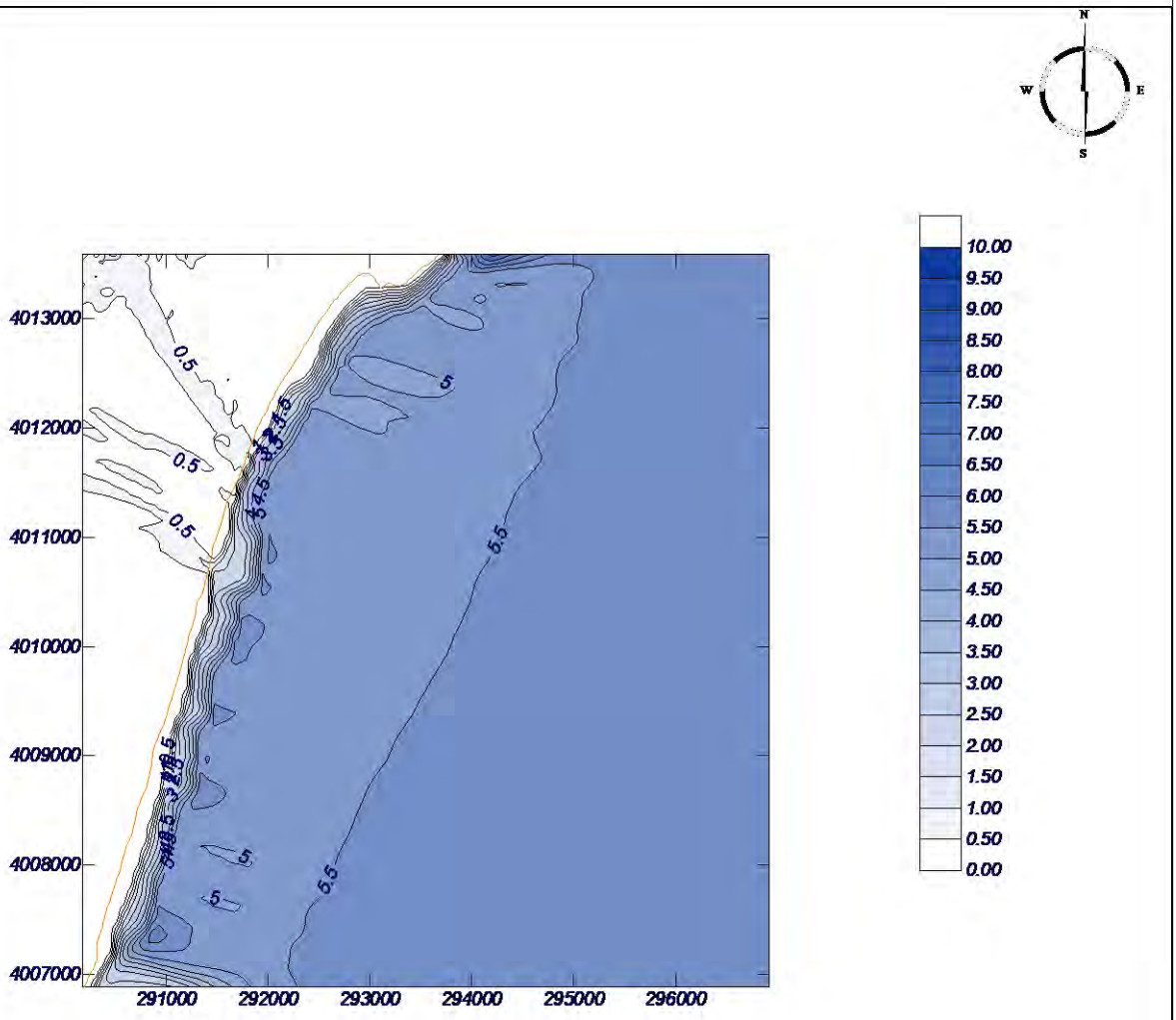
Proyecto:

Gráfico: Altura de ola

Caso monocromático: M201

M2: MALLA CORRECTA
01: ESTE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 9.47 s Altura H: 5.72 m Dirección: 0 º (E) Marea NM: 0 m		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

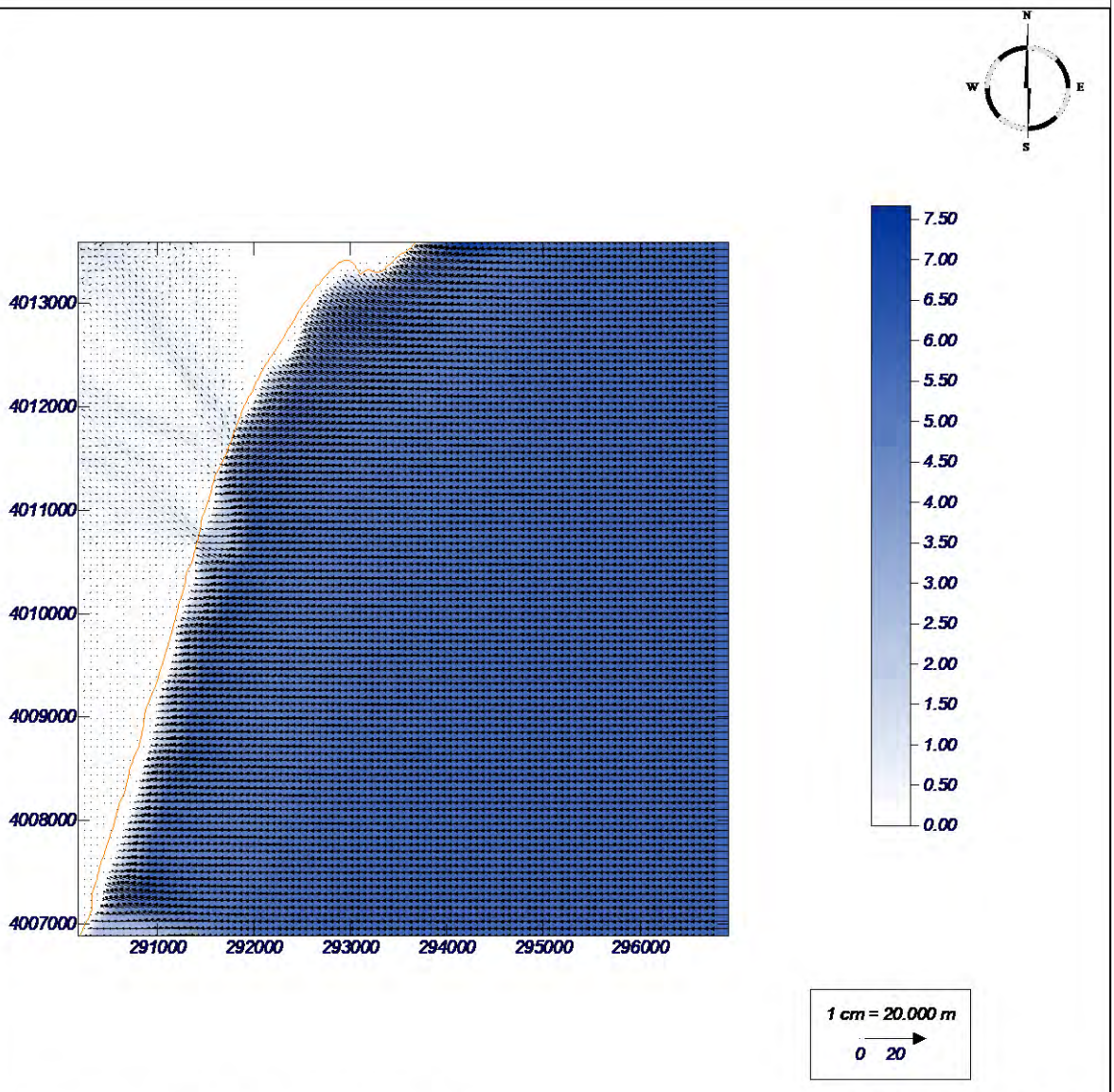
Proyecto:

Gráfico: Vectores

Caso monocromático: M201

M2: MALLA CORRECTA
01: ESTE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 9.47 s Altura H: 5.72 m Dirección: 0 º (E) Marea NM: 0 m		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

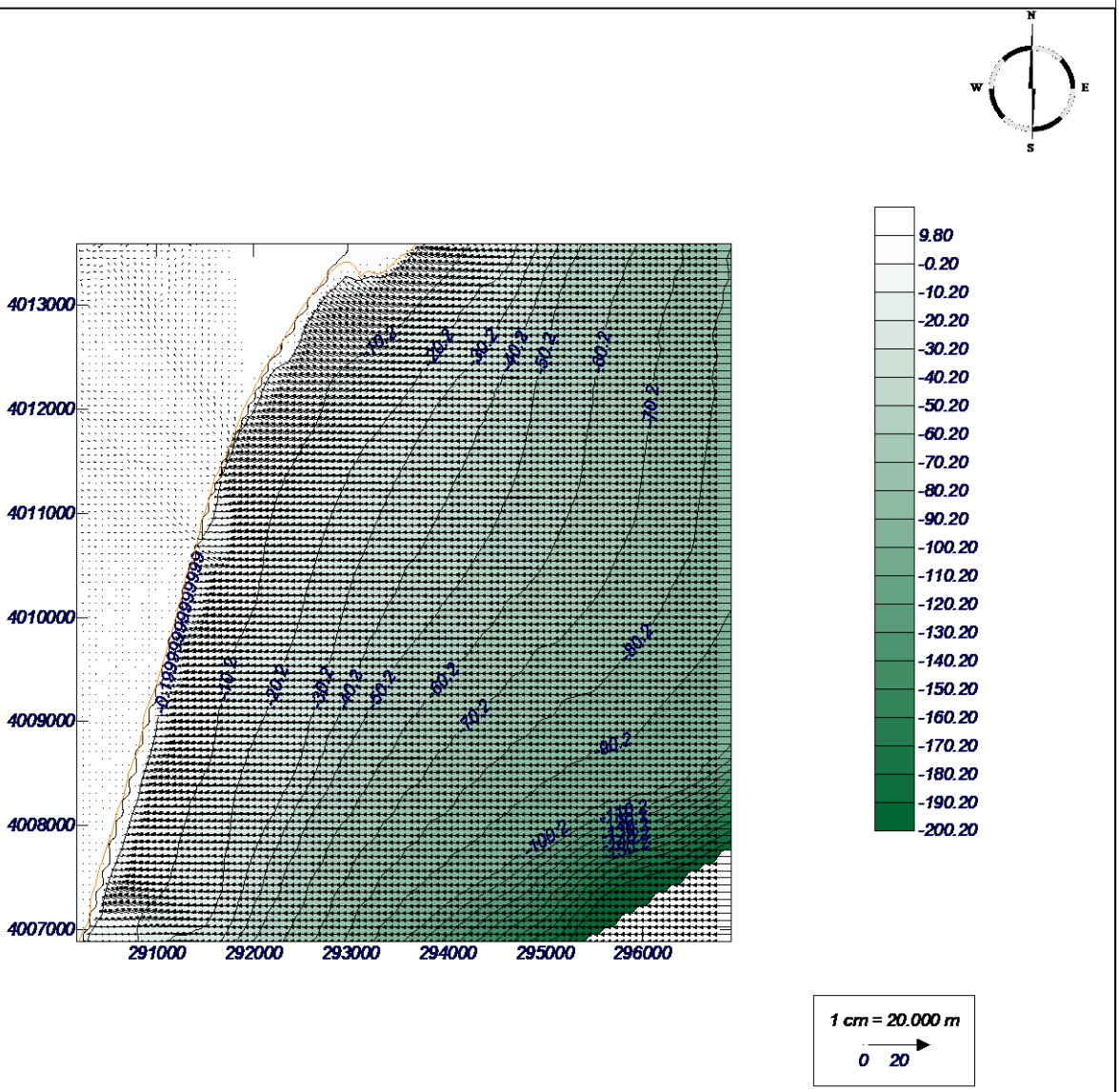
Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores

Caso monocromático: M201

M2: MALLA CORRECTA
01: ESTE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 9.47 s Altura H: 5.72 m Dirección: 0 º (E) Marea NM: 0 m		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

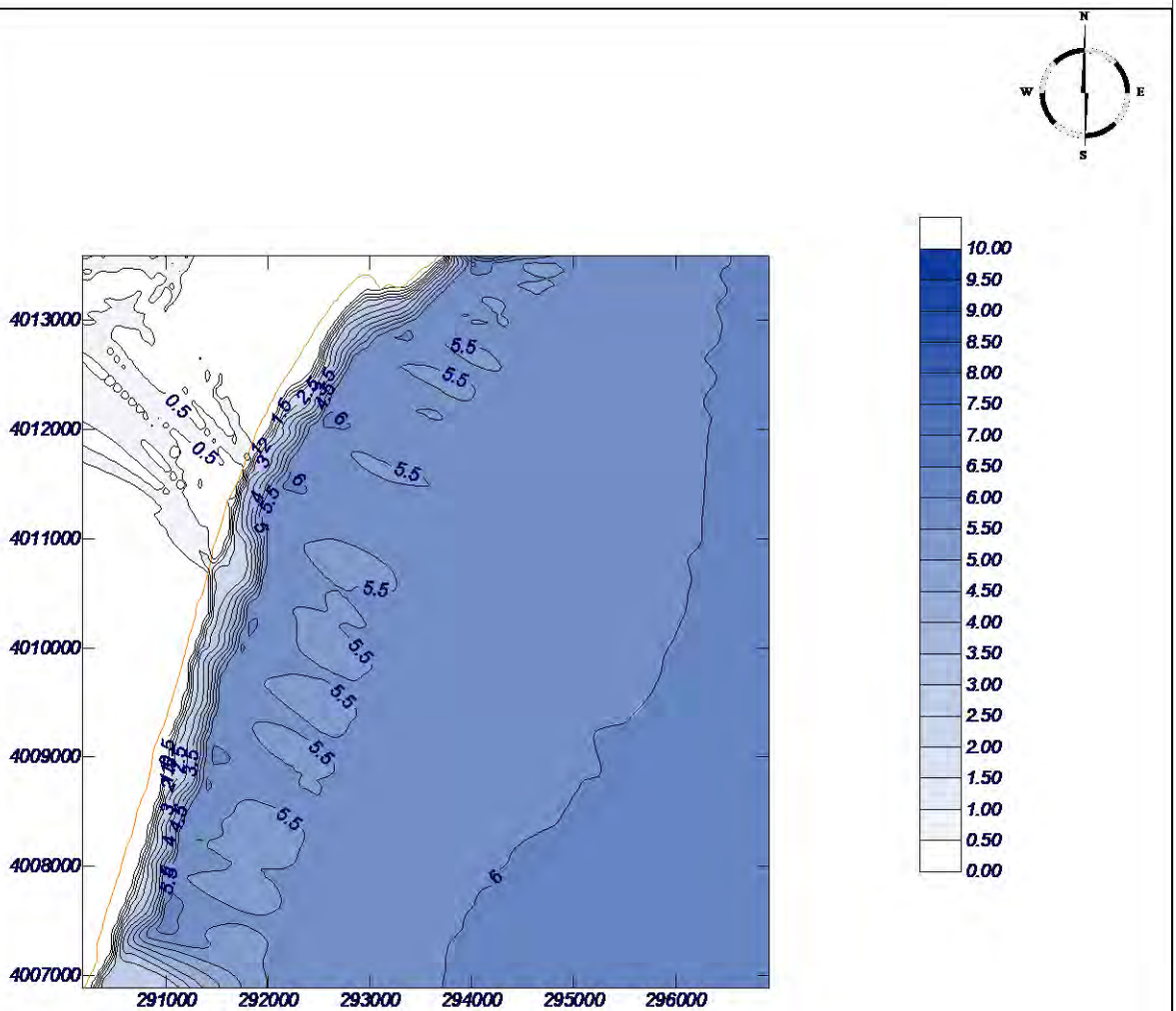
Proyecto:

Gráfico: Altura de ola

Caso monocromático: M202

M2: MALLA CORRECTA
02: ESE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 9.77 s Altura H: 6.03 m Dirección: -22.5 º (S67.5E) Marea NM: 0 m		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

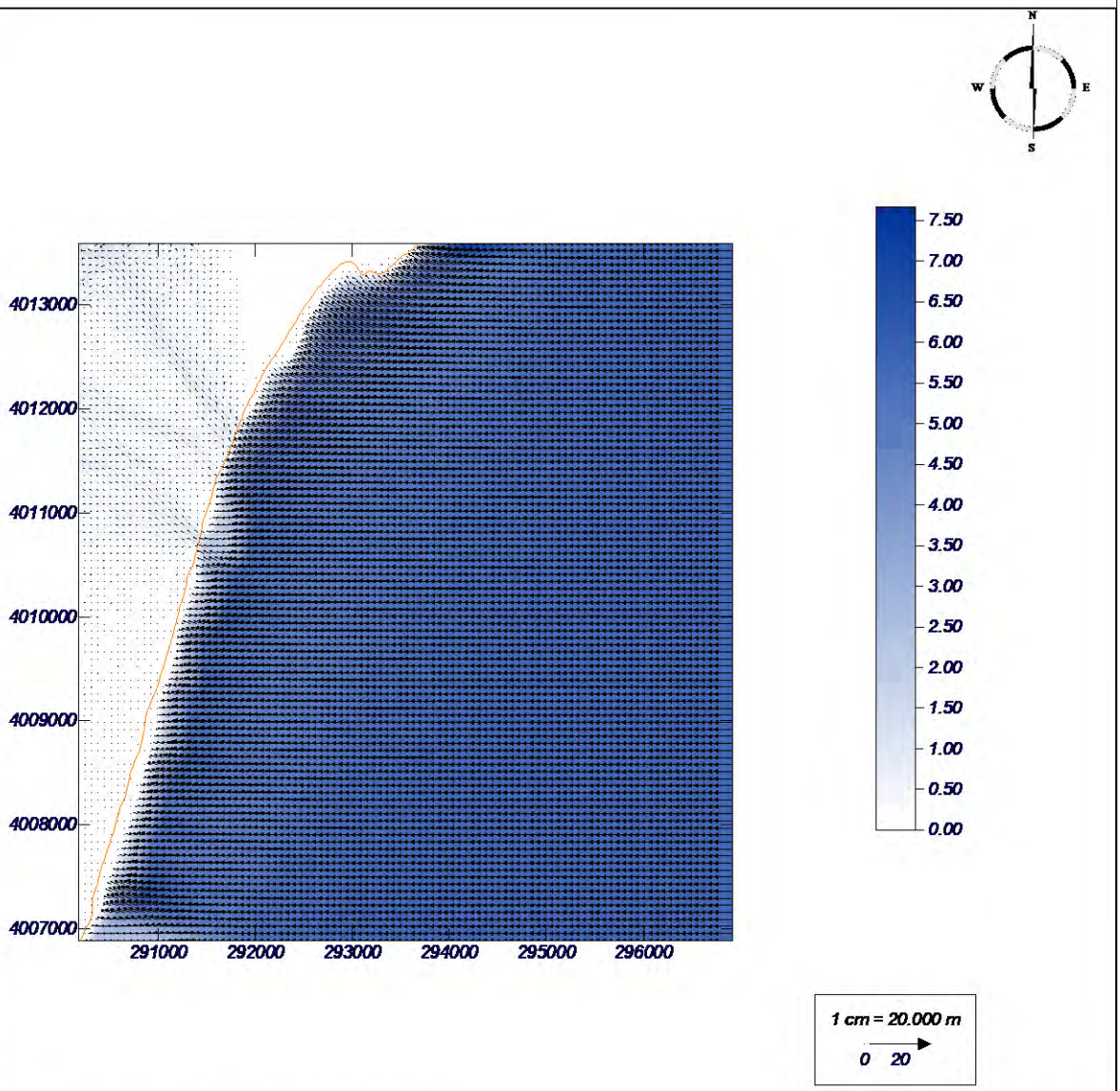
Proyecto:

Gráfico: Vectores

Caso monocromático: M201

M2: MALLA CORRECTA
01: ESTE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 9.47 s Altura H: 5.72 m Dirección: 0 º (E) Marea NM: 0 m		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

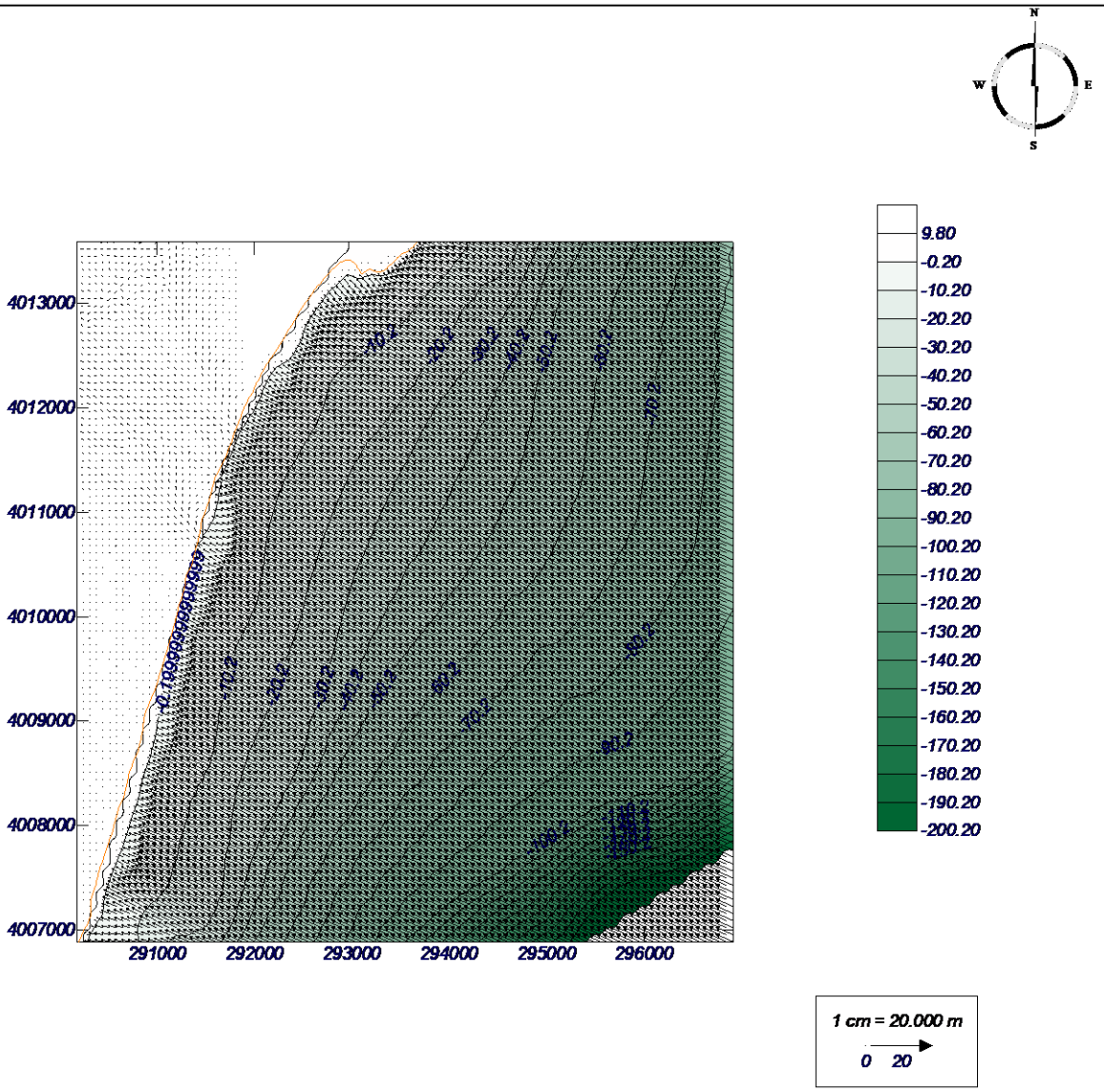
Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores

Caso monocromático: M202

M2: MALLA CORRECTA
02: ESE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 9.77 s Altura H: 6.03 m Dirección: -22.5 º (S67.5E) Marea NM: 0 m		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

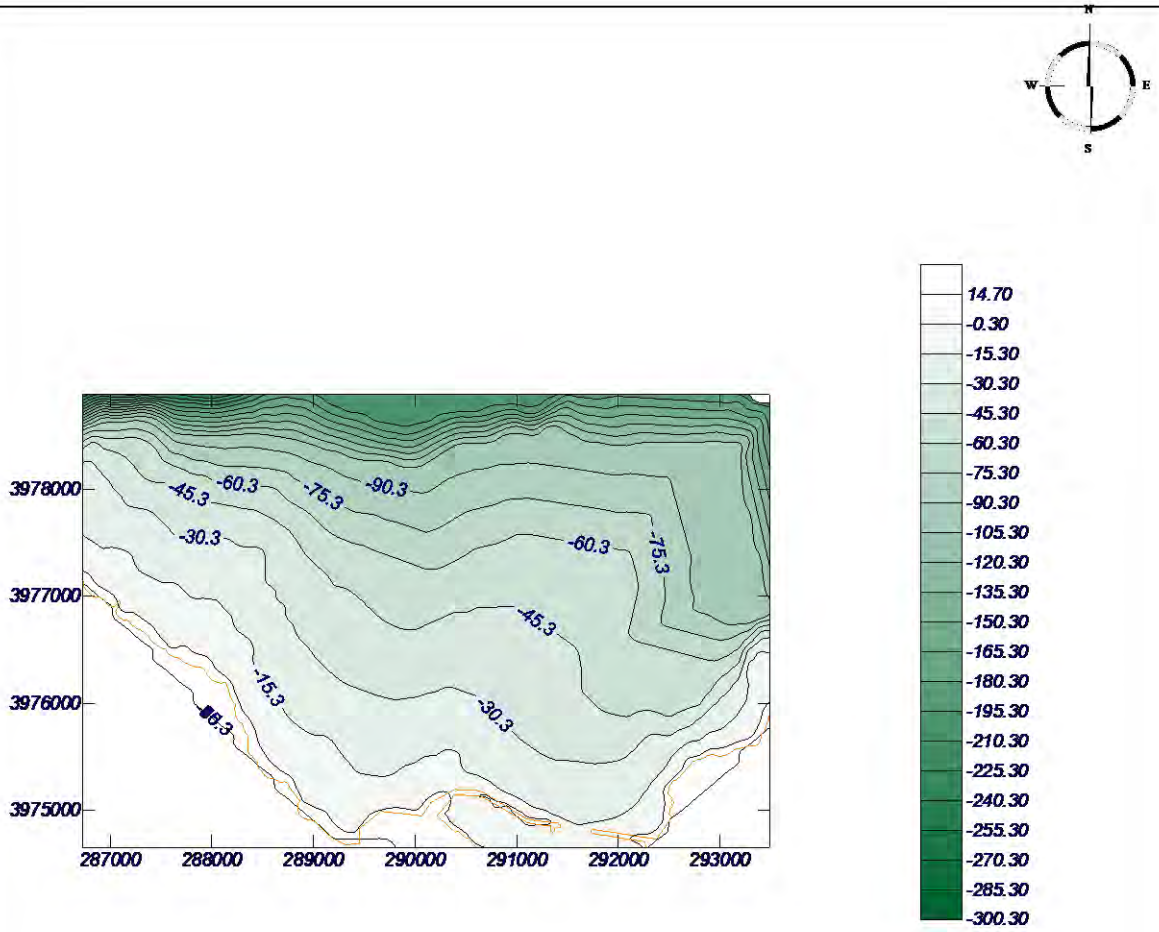
ZONA DE ATERRAJE CEUTA NORTE

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Proyecto:

Gráfico: Topografía 2D

M1:	Gráfico de topografía		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

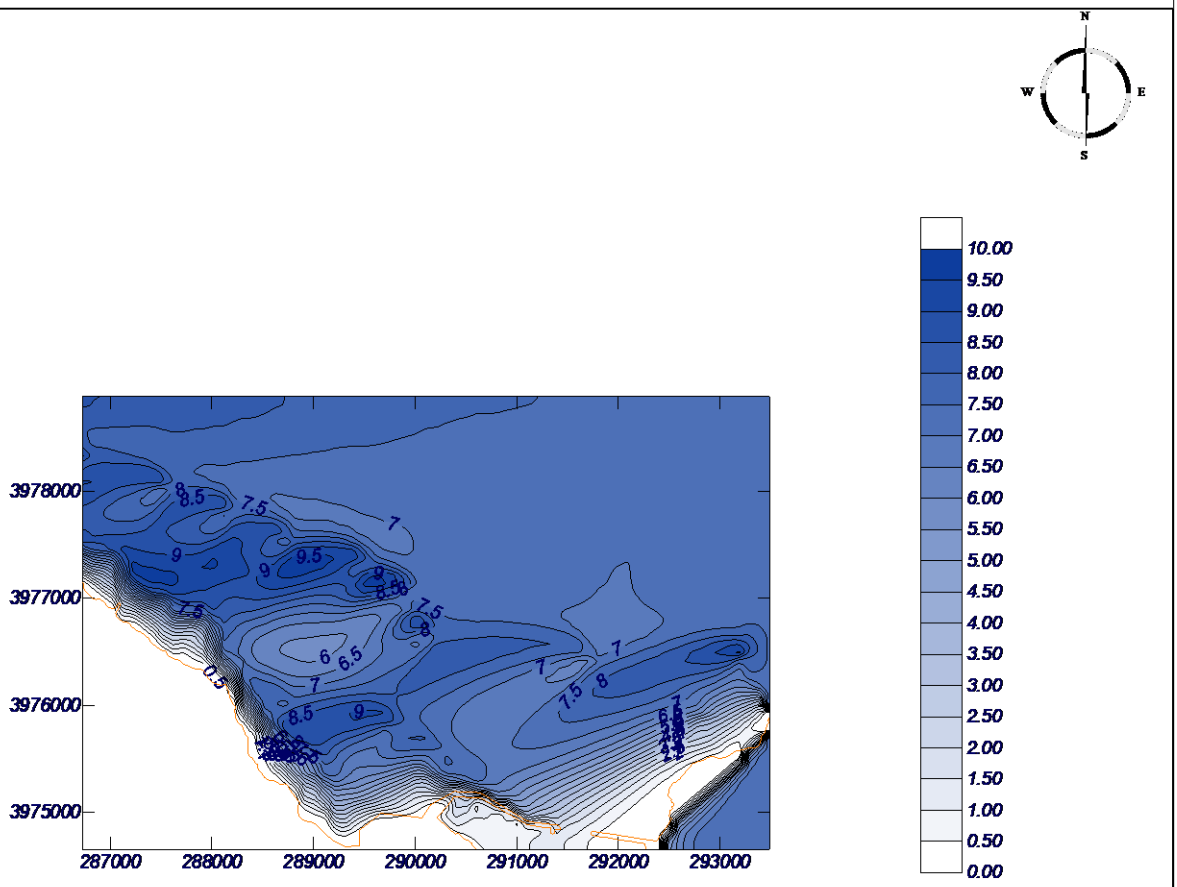
Proyecto:

Gráfico: Altura de ola

Caso monocromático: M102

M1:
02: ENE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 11.7 s Altura H: 7.39 m Dirección: 22.5 º (N67.5E) Marea NM: 0 m		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

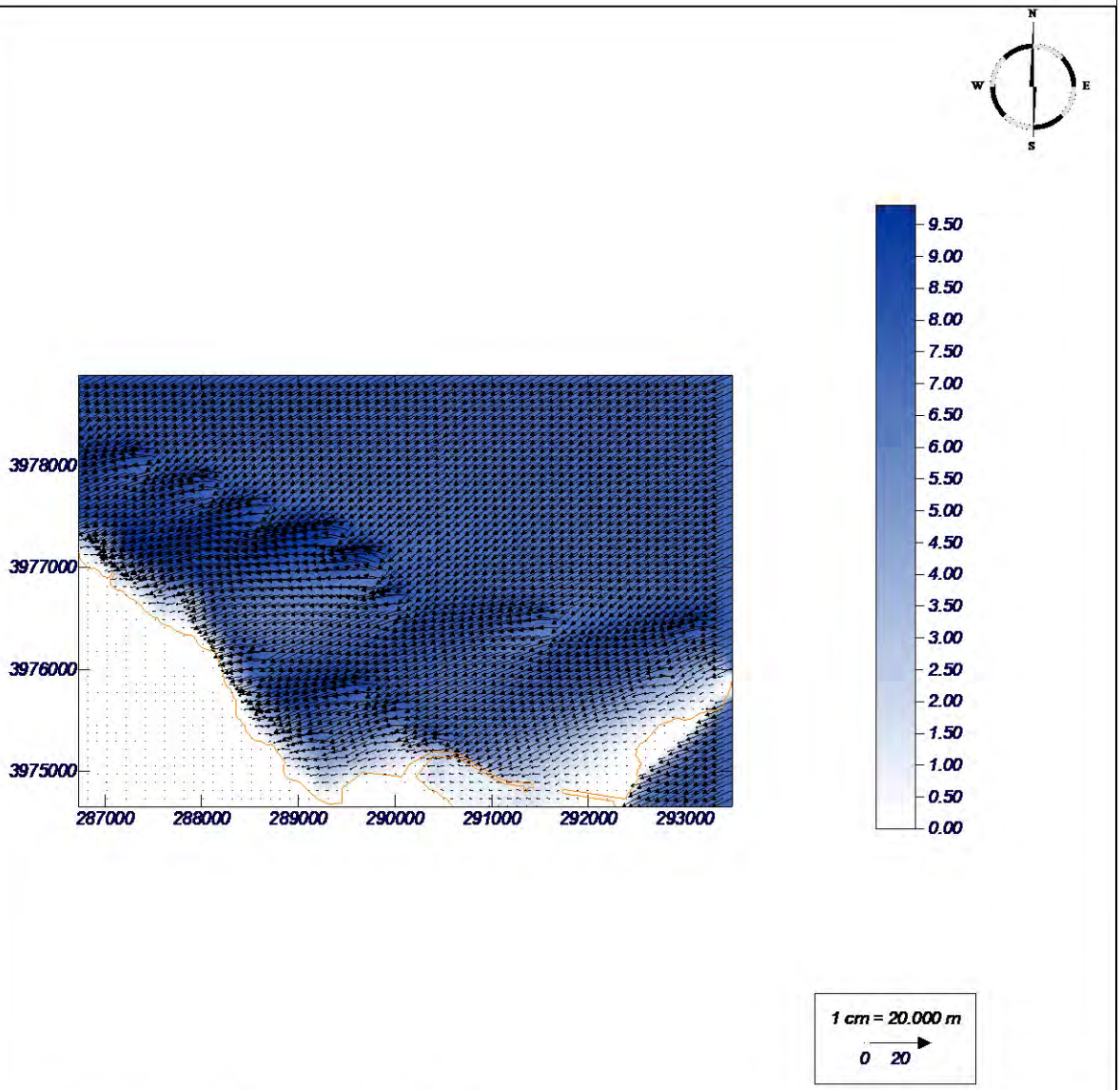
Proyecto:

Gráfico: Vectores

Caso monocromático: M102

M1:
02: ENE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 11.7 s Altura H: 7.39 m Dirección: 22.5 º (N67.5E) Marea NM: 0 m		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

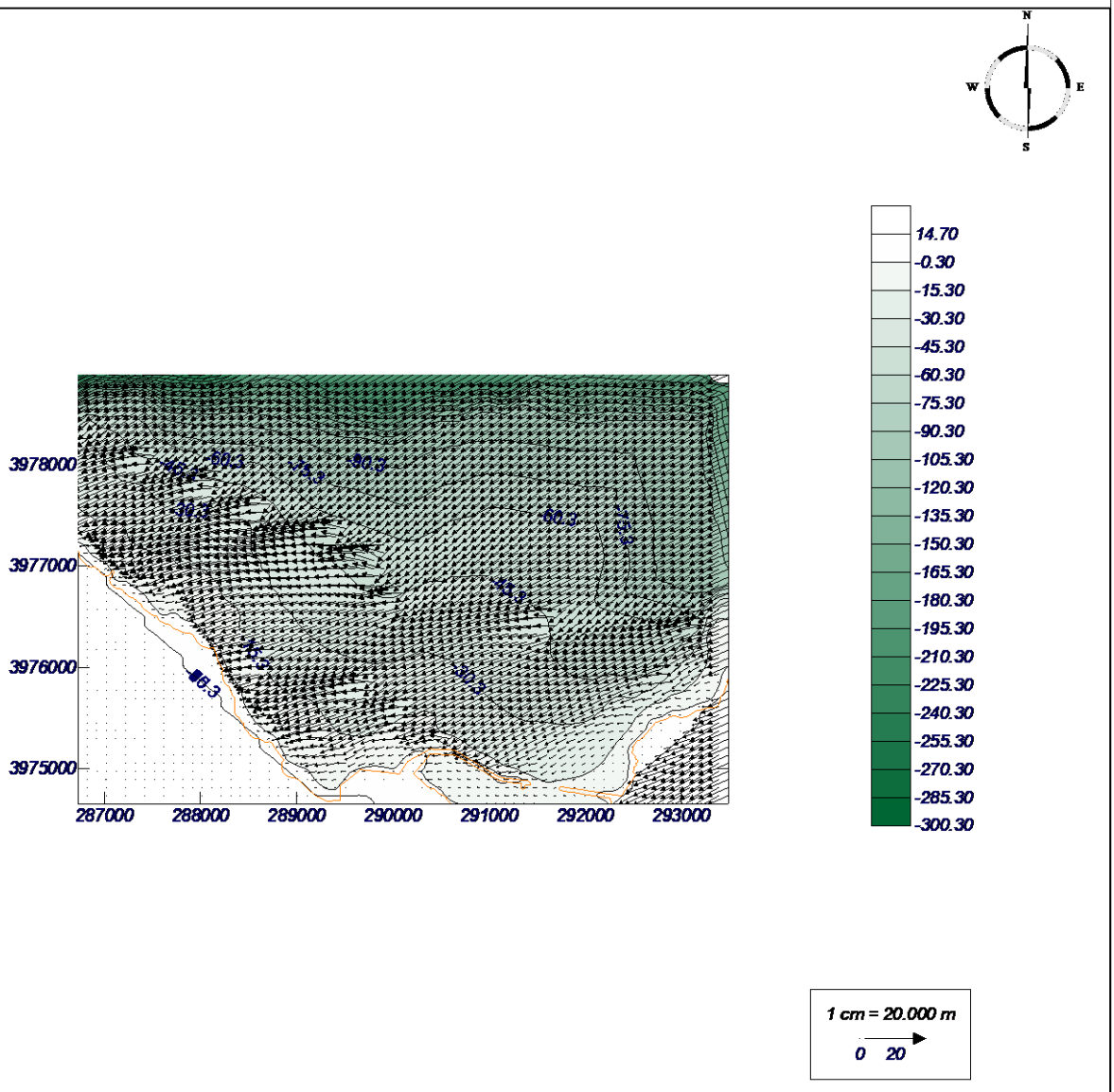
Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores

Caso monocromático: M102

M1:
02: ENE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 11.7 s Altura H: 7.39 m Dirección: 22.5 º (N67.5E) Marea NM: 0 m		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

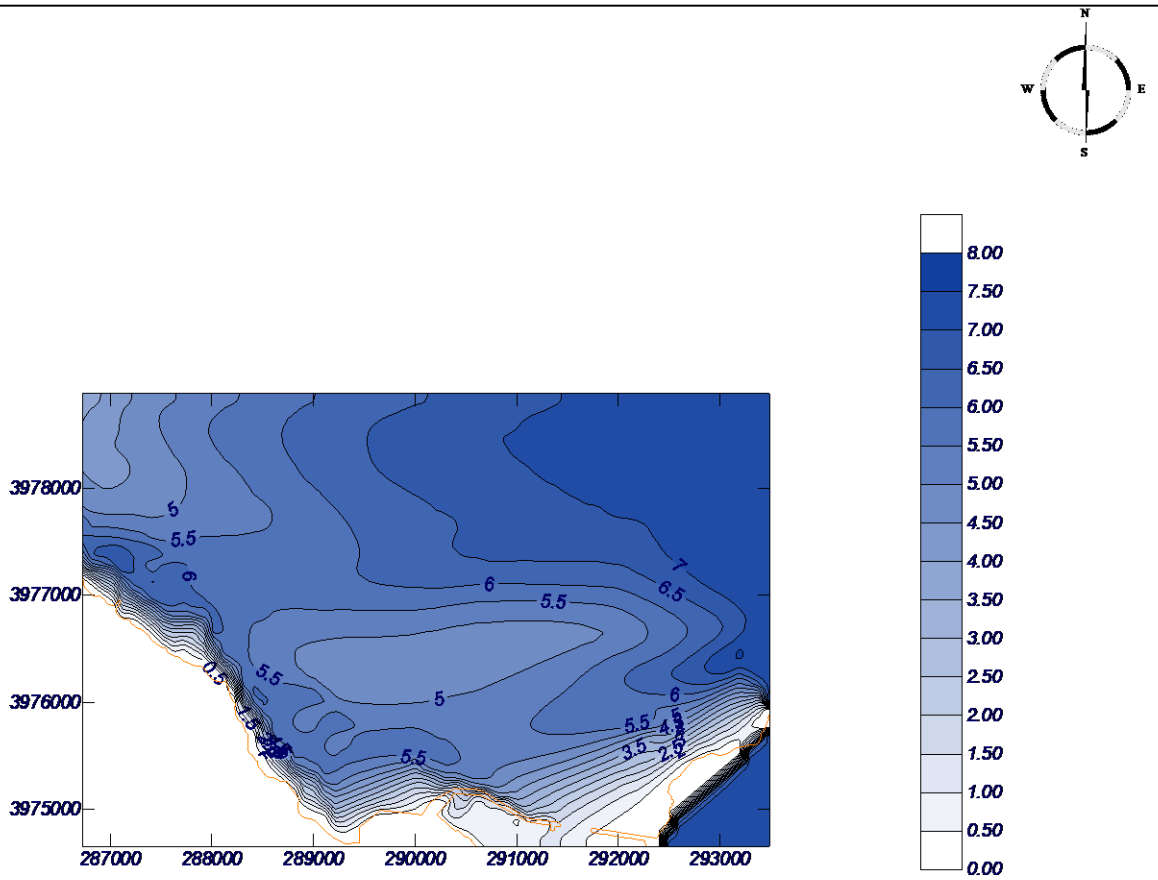
Proyecto:

Gráfico: Altura de ola

Caso monocromático: M101

M1:
01: Este

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 11.7 s Altura H: 7.27 m Dirección: 0 º (E) Marea NM: 0 m		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

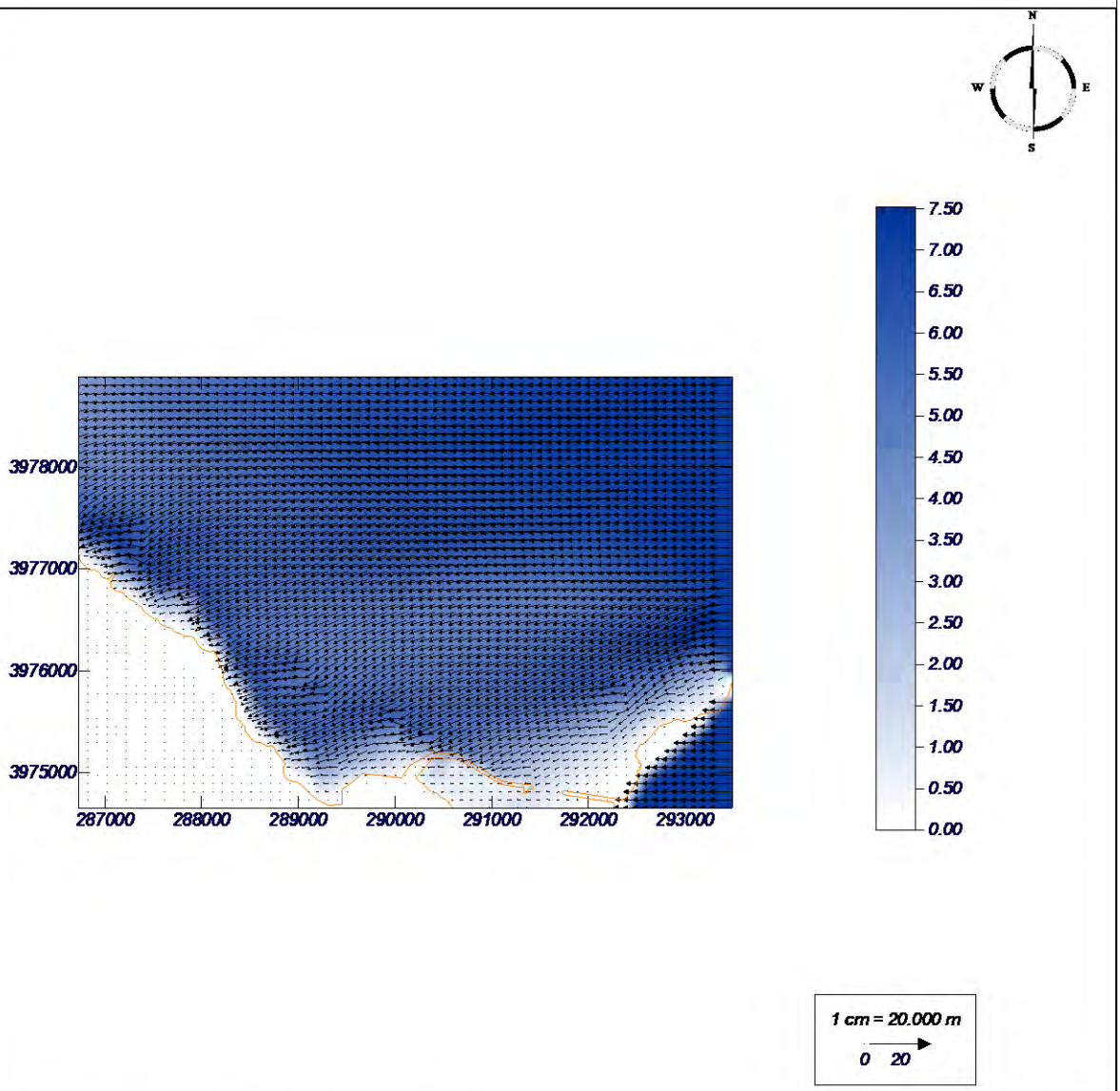
Proyecto:

Gráfico: Vectores

Caso monocromático: M101

M1:
01: Este

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 11.7 s Altura H: 7.27 m Dirección: 0 º (E) Marea NM: 0 m		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

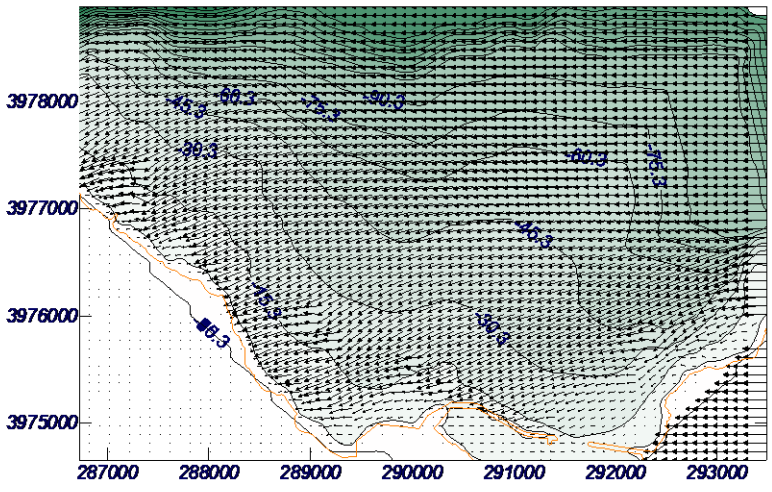
Proyecto:

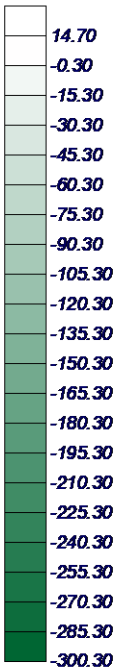
Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores

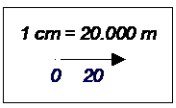
Caso monocromático: M101

M1:
01: Este

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 11.7 s Altura H: 7.27 m Dirección: 0 º (E) Marea NM: 0 m		







MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ZONA DE ATERRAJE CEUTA SUR

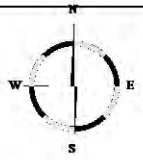
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

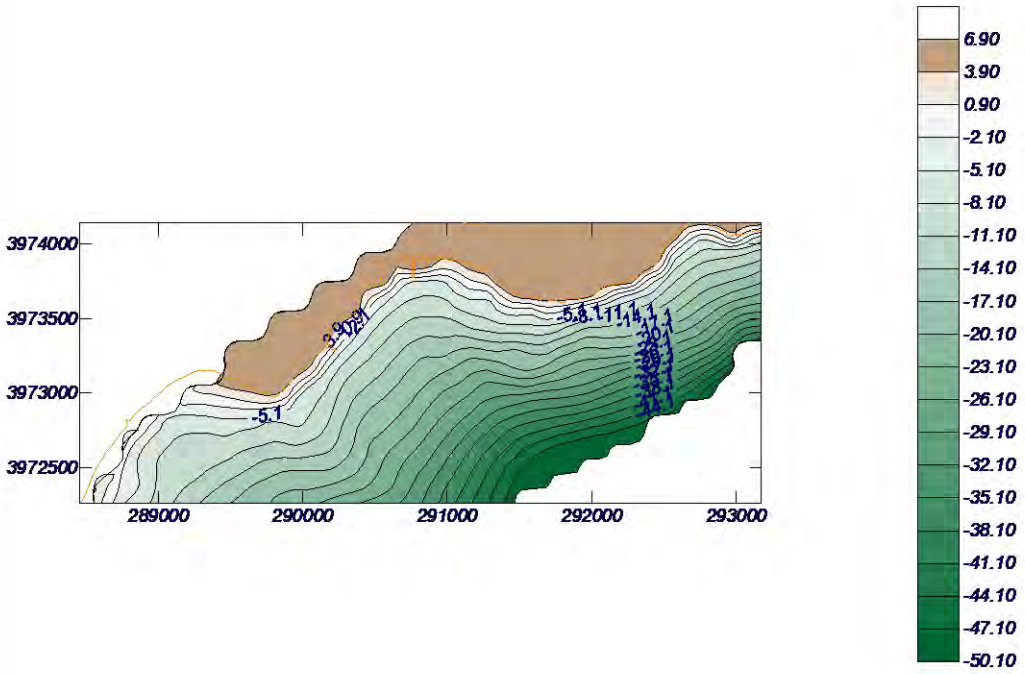
Proyecto:

Gráfico: Topografía 2D

M2:

Gráfico de topografía		





MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

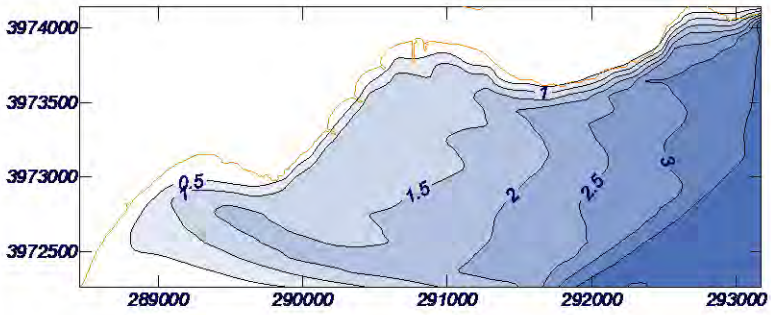
Proyecto:

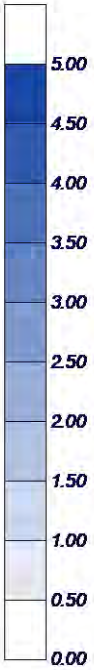
Gráfico: Altura de ola

Caso monocromático: M201

M2:
01: ENE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 9.21 s Altura H: 3.54 m Dirección: 22.5 º (N67.5E) Marea NM: 0 m		





MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

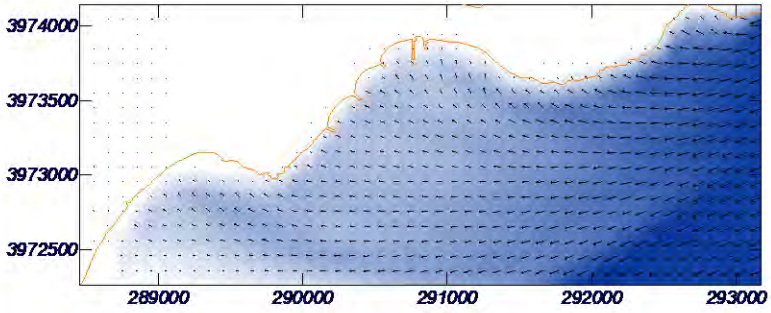
Proyecto:

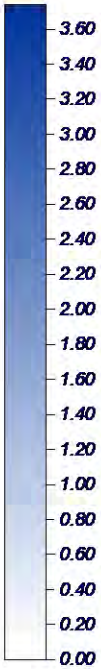
Gráfico: Vectores

Caso monocromático: M201

M2:
01: ENE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 9.21 s Altura H: 3.54 m Dirección: 22.5 º (N67.5E) Marea NM: 0 m		





1 cm = 20.000 m
0 20

MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

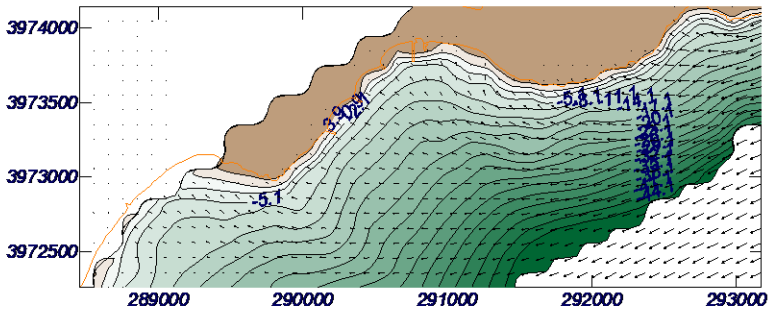
Proyecto:

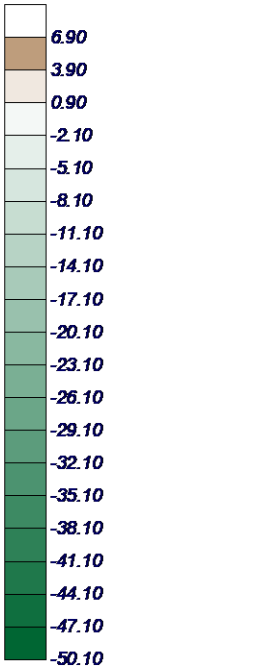
Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores

Caso monocromático: M201

M2:
01: ENE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 9.21 s Altura H: 3.54 m Dirección: 22.5 º (N67.5E) Marea NM: 0 m		





1 cm = 20.000 m
0 20

MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

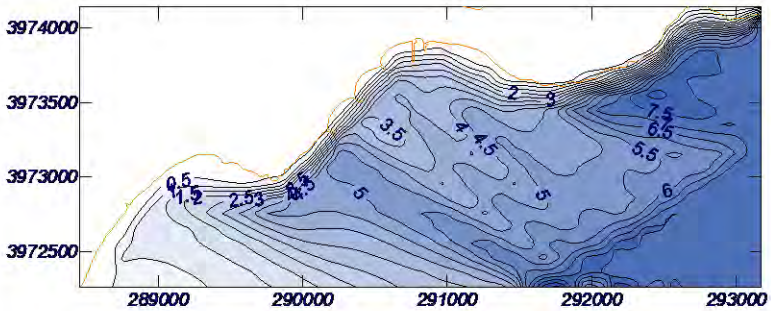
Proyecto:

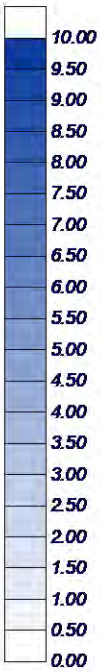
Gráfico: Altura de ola

Caso monocromático: M202

M2:
02: Este

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 12.4 s Altura H: 7.27 m Dirección: 0 º (E) Marea NM: 0 m		





MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

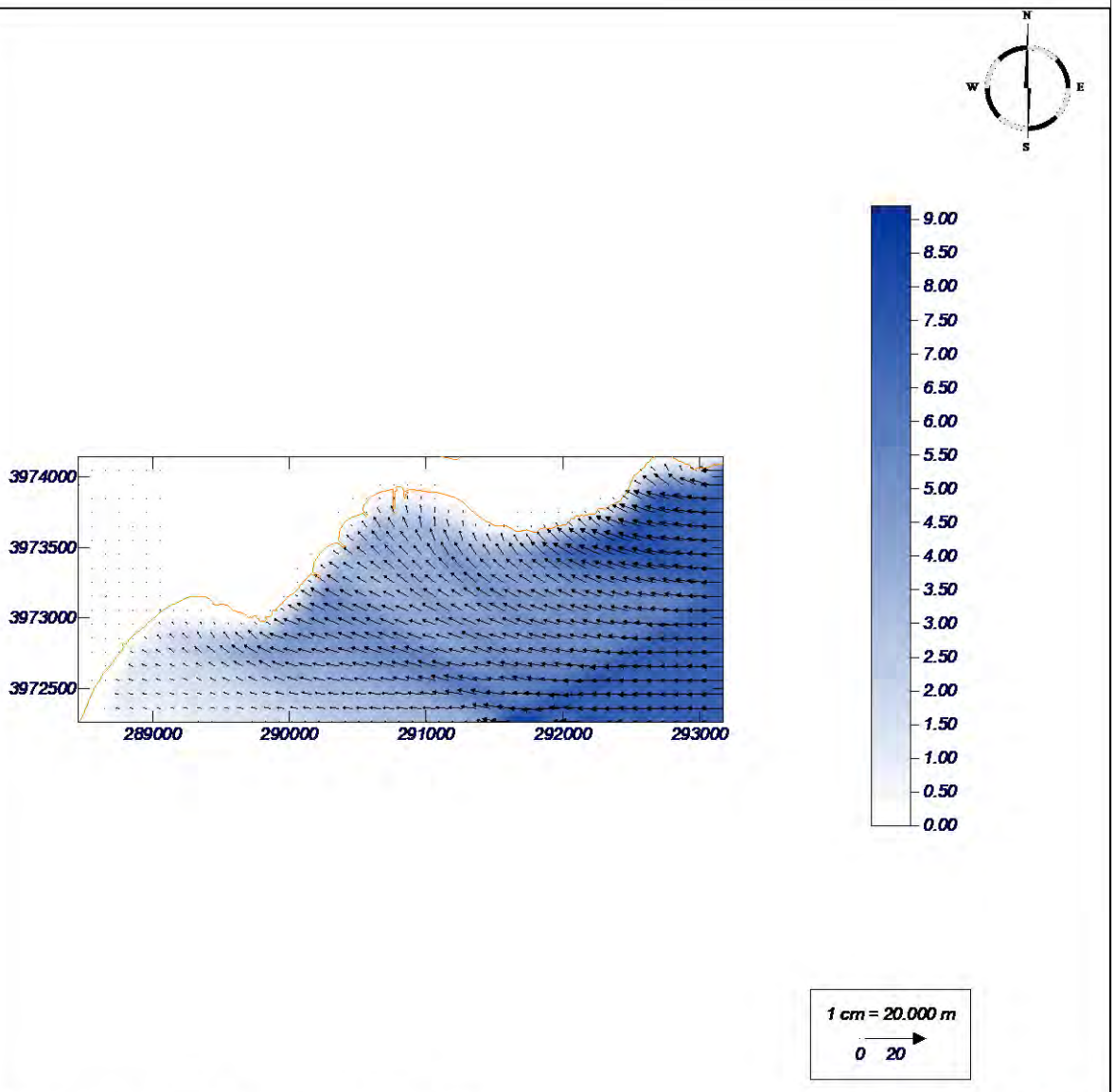
Proyecto:

Gráfico: Vectores

Caso monocromático: M202

M2:
02: Este

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 12.4 s Altura H: 7.27 m Dirección: 0 º (E) Marea NM: 0 m		



MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

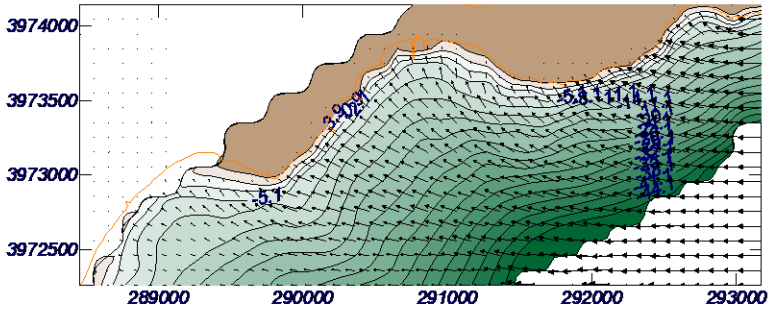
Proyecto:

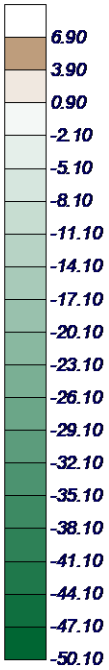
Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores

Caso monocromático: M202

M2:
02: Este

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 12.4 s Altura H: 7.27 m Dirección: 0 º (E) Marea NM: 0 m		





1 cm = 20.000 m
0 20

MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

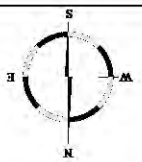
Proyecto:

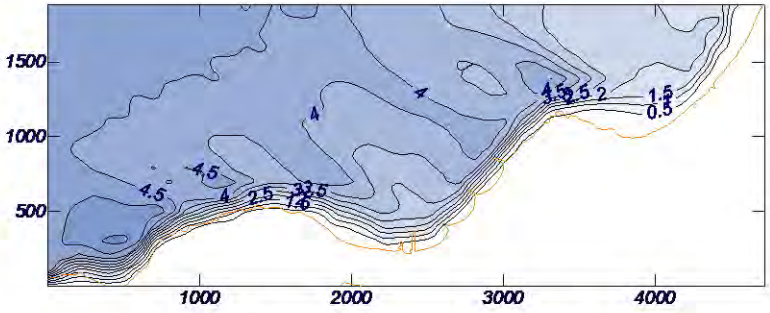
Gráfico: Altura de ola

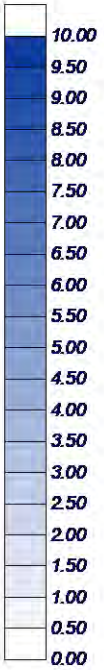
Caso monocromático: M203

M2:
03: ESE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 10.8 s Altura H: 4.81 m Dirección: -22.5 º (S67.5E) Marea NM: 0 m		







MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

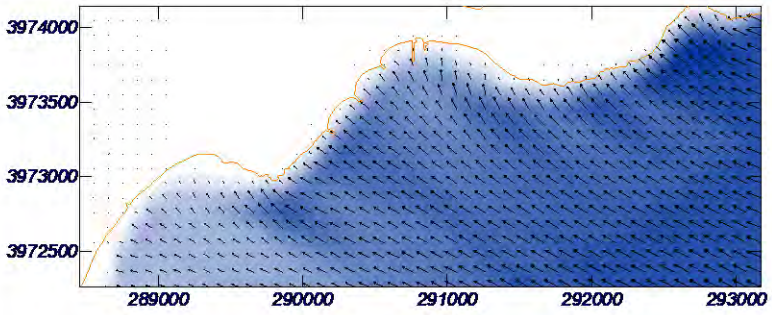
Proyecto:

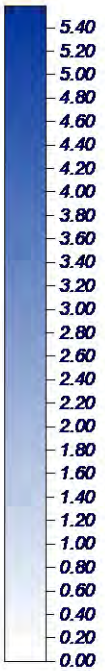
Gráfico: Vectores

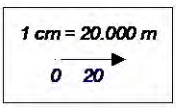
Caso monocromático: M203

M2:
03: ESE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 10.8 s Altura H: 4.81 m Dirección: -22.5 º (S67.5E) Marea NM: 0 m		







MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

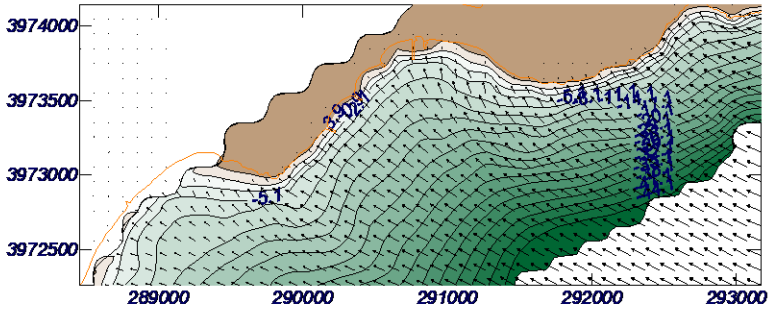
Proyecto:

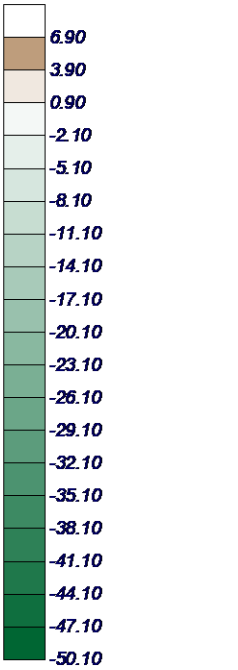
Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores

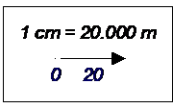
Caso monocromático: M203

M2:
03: ESE

Características de la simulación		
OLUCA-MC	**COPLA-MC**	**MOPLA-MC**
Periodo T: 10.8 s Altura H: 4.81 m Dirección: -22.5 º (S67.5E) Marea NM: 0 m		







MOPLA 2.0: Andaluza de Costas y Puertos Consultoría, S.L.

Programa desarrollado por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

APENDICE 3: TABLA AUXILIAR DE RESULTADOS PARA OBTENCIÓN DE VALORES DE VELOCIDAD DE CORRIENTES.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ZONA ATERRAJE EN PENÍNSULA (PROVINCIA DE CÁDIZ):

Tabla auxiliar 1.

Península											
$U_{max}=\pi H/T(1/senh(kd))$	H	T	L	L/2	$Prof_{rot}$	πH/T	d = L/2	d = 20	d = 15	d = 10	d = $Prof_{rot}$
Umax == Velocidad max	1	5,59	48,75	24,37	1,28	0,56	0,05	0,08	0,15	0,28	1,34
d == Profundidad	2	6,98	75,96	37,98	2,56	0,90	0,08	0,33	0,47	0,72	1,80
H == Altura de ola	3	7,94	98,47	49,24	3,85	1,19	0,10	0,59	0,84	1,18	2,16
T == Periodo de ola	4	8,71	118,38	59,19	5,13	1,44	0,12	0,89	1,15	1,61	2,53
	5	9,36	136,55	68,27	6,41	1,68	0,14	1,18	1,54	2,10	2,86
	6	9,92	153,45	76,72	7,69	1,90	0,16	1,52	1,89	2,57	3,03

Tabla auxiliar 2.

	1,28	2,56	3,85	5,13	6,41	7,69	10,00	15,00	20,00	24,37	37,98	49,24	59,19	68,27	76,72	$U_{L\,max}$
H = 1,00	1,34	0,90	0,66	0,52	0,45	0,37	0,28	0,15	0,08	0,05						0,23
H = 2,00		1,80	1,44	1,22	1,01	0,90	0,72	0,47	0,33	0,23	0,08					0,31
H = 3,00			2,16	1,89	1,60	1,39	1,18	0,84	0,59	0,46	0,17	0,10				0,38
H = 4,00				2,53	2,17	1,95	1,61	1,15	0,89	0,70	0,37	0,20	0,12			0,44
H = 5,00					2,86	2,52	2,10	1,54	1,18	0,98	0,54	0,34	0,27	0,14		0,50
H = 6,00						3,03	2,57	1,89	1,52	1,25	0,73	0,49	0,34	0,24	0,16	0,53

ZONA ATERRAJE EN CEUTA:

Tabla auxiliar 3.

Ceuta										
$U_{max}=\pi H/T(1/senh(kd))$	H	T	L	L/2	$Prof_{rot}$	πH/T	d = L/2	d = 20	d = 15	d = 10	d = $Prof_{rot}$
Umax == Velocidad max	1	6,49	65,71	32,85	1,28	0,48	0,04	0,13	0,21	0,34	1,31
d == Profundidad	2	8,21	105,15	52,58	2,56	0,77	0,07	0,45	0,57	0,79	1,83
H == Altura de ola	3	9,42	138,43	69,21	3,85	1,00	0,09	0,73	0,92	1,25	2,27
T == Periodo de ola	4	10,39	168,41	84,20	5,13	1,21	0,10	1,04	1,30	1,73	2,61
	5	11,21	196,04	98,02	6,41	1,40	0,12	1,39	1,71	2,23	3,03
	6	11,93	222,03	111,01	7,69	1,58	0,14	1,70	2,14	2,69	3,12
	7	12,57	246,49	123,24	8,97	1,75	0,15	2,05	2,50	3,19	3,46

Tabla auxiliar 4.

	1,28	2,56	3,85	5,13	6,41	7,69	8,97	10,00	15,00	20,00	32,85	52,58	69,21	84,20	98,02	111,01	123,24	$U_{L\,max}$
H = 1,00	1,31	0,88	0,69	0,57	0,48	0,42	0,36	0,34	0,21	0,13	0,04							0,23
H = 2,00		1,83	1,51	1,22	1,09	0,93	0,86	0,79	0,57	0,45	0,21	0,07						0,32
H = 3,00			2,27	1,98	1,70	1,50	1,35	1,25	0,92	0,73	0,41	0,18	0,09					0,39
H = 4,00				2,61	2,21	2,06	1,82	1,73	1,30	1,04	0,67	0,33	0,18	0,10				0,45
H = 5,00					3,03	2,56	2,39	2,23	1,71	1,39	0,87	0,48	0,30	0,22	0,12			0,53
H = 6,00						3,12	2,88	2,69	2,14	1,70	1,11	0,66	0,43	0,28	0,20	0,14		0,54
H = 7,00							3,46	3,19	2,50	2,05	1,40	0,85	0,57	0,40	0,28	0,20	0,15	0,60

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

APÉNDICE 4: RÉGIMEN DE CORRIENTES Y NIVELES DEL MAR DEBIDOS A MAREA ASTRONÓMICA Y FORZAMIENTO ATMOSFÉRICO.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1. CONCEPTOS GENERALES

En este apartado se estudian las variaciones de nivel de mar y corrientes forzadas por la marea astronómica y el forzamiento atmosférico. No se contempla en este apartado las oscilaciones del nivel del mar ni la corriente inducida por el oleaje. En el caso de las oscilaciones forzadas por la atmósfera nos centraremos en aquellas de periodicidades mayores a las 24 horas.

Las series temporales de variables que se analizan han sido proporcionadas por el modelo SAMPA. Este modelo es una implementación regional del modelo de circulación global (MITgcm) del Instituto de Tecnología de Massachusetts (Marshall et al., 1997). El dominio espacial abarca el Golfo de Cádiz - Estrecho de Gibraltar - Mar de Alborán. La resolución horizontal es más dispersa cerca de los límites abiertos (8–10 km) y es más alta en el área del Estrecho (300–500 m). La resolución vertical se determina estableciendo 46 niveles z espaciados de manera desigual con una resolución máxima de 5 m cerca de la superficie y decayendo exponencialmente hacia el fondo marino.

En los límites abiertos, el modelo se fuerza por los campos de temperatura media diaria, salinidad y velocidad del modelo de circulación a gran escala de MyOcean Med (Oddo et al., 2009). Los forzamientos de mareas y meteorológicos se prescriben en los límites abiertos del modelo de mareas global descrito en Carrère y Lyard (2003) y el modelo HAMSOM de marea meteorológica (Álvarez-Fanjul et al., 2001). En la superficie, el modelo se fuerza a partir de valores cada tres horas de estrés por viento, agua dulce y flujos de superficie de calor proporcionados por la Agencia Meteorológica Española (AEMET) a través del Sistema de Pronóstico operacional basado en el modelo HIRLAM (Cats y Wolters, 1996). Más detalles se describen en Sánchez-Garrido et al. (2013) y Sammartino et al. (2014).

Las series temporales de simulaciones corresponden al año 2018, las cuales se inician a las 00:30 del día 1-1-2018 y finalizan a las 23:30 del día 31-12-2018. Se ha elegido este año porque es a partir de esta fecha cuando se pueden tener predicciones más fiables del modelo SAMPA, tras haber superado una serie de experiencia de validación experimental en los años previos, como las que se presentan en Lorente et al., (2014) y Soto-Navarro et al. (2016) utilizando los campos de corriente superficial medidos con el sistema de radares costeros que cubren la parte oriental del Estrecho de Gibraltar. Dichas series se han extraído en los puntos que se muestran en la figura 1, uno dentro de cada zona del ámbito del estudio de aguas someras: La Línea, Ceuta Norte y Ceuta Sur. Todos los puntos se localizan en una isóbata de 20 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

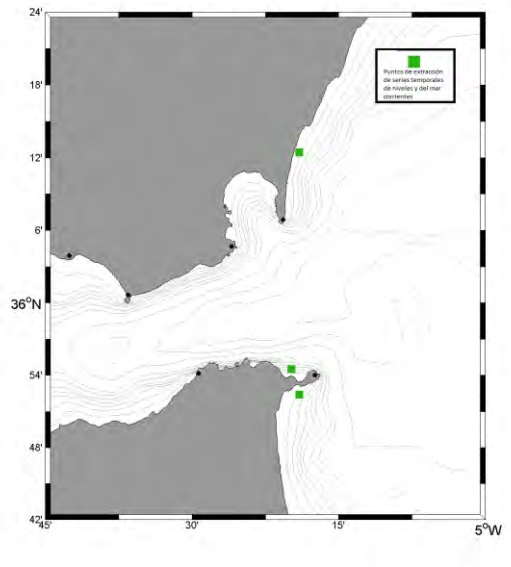


***Figura 1**. Posición de los puntos en donde se han extraído las series temporales de niveles del mar y corrientes simuladas por el modelo SAMPA.*

2. NIVELES DEL MAR.

En la figura 2 se muestra la simulación del nivel del mar para todo el año 2018, de su observación se deduce que la variabilidad principal es la debida a la marea astronómica, la cual parece presentar carreras de marea que no superan el metro de amplitud. Aunque no tan fácil de apreciar se observa cierta variabilidad con periodicidades mayores a las de la marea y que probablemente esté forzada por la variabilidad atmosférica. En los siguientes sub-apartados analizaremos más en detalle estos diferentes componentes de variabilidad.

2.1. NIVELES DEL MAR DEBIDOS A LA MAREA ASTRONÓMICA.

La señal de marea astronómica presente en las series temporales se ha caracterizado a partir de la aplicación de un análisis armónico de ajuste por mínimos cuadrados en las frecuencias de las constituyentes de marea. Las constantes armónicas obtenidas para las principales constituyentes de marea se muestran en las tablas 1, 2 y 3.

***TABLA 1**. Amplitud de las principales constituyentes de marea en el punto de La Línea.*

Componente	Amplitud (m)	Fase de Greenwich (grados)
O1	0.0263	206.94
K1	0.0147	293.87
N2	0.0556	36.66
M2	0.2514	50.68
S2	0.0923	78.15
K2	0.0249	75.48

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

***TABLA 2**. Amplitud de las principales constituyentes de marea en el punto de Ceuta Sur.*

Componente	Amplitud (m)	Fase de Greenwich (grados)
O1	0.0328	191.78
K1	0.0206	273.15
N2	0.0588	44.44
M2	0.2606	60.98
S2	0.0927	87.71
K2	0.0235	87.54

***TABLA 3**. Amplitud de las principales constituyentes de marea en el punto de Ceuta Norte.*

Constituyente	Amplitud (m)	Fase de Greenwich (grados)
O1	0.0160	190.60
K1	0.0060	209.87
N2	0.0619	40.63
M2	0.2674	52.45
S2	0.0988	80.76
K2	0.0277	75.87

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

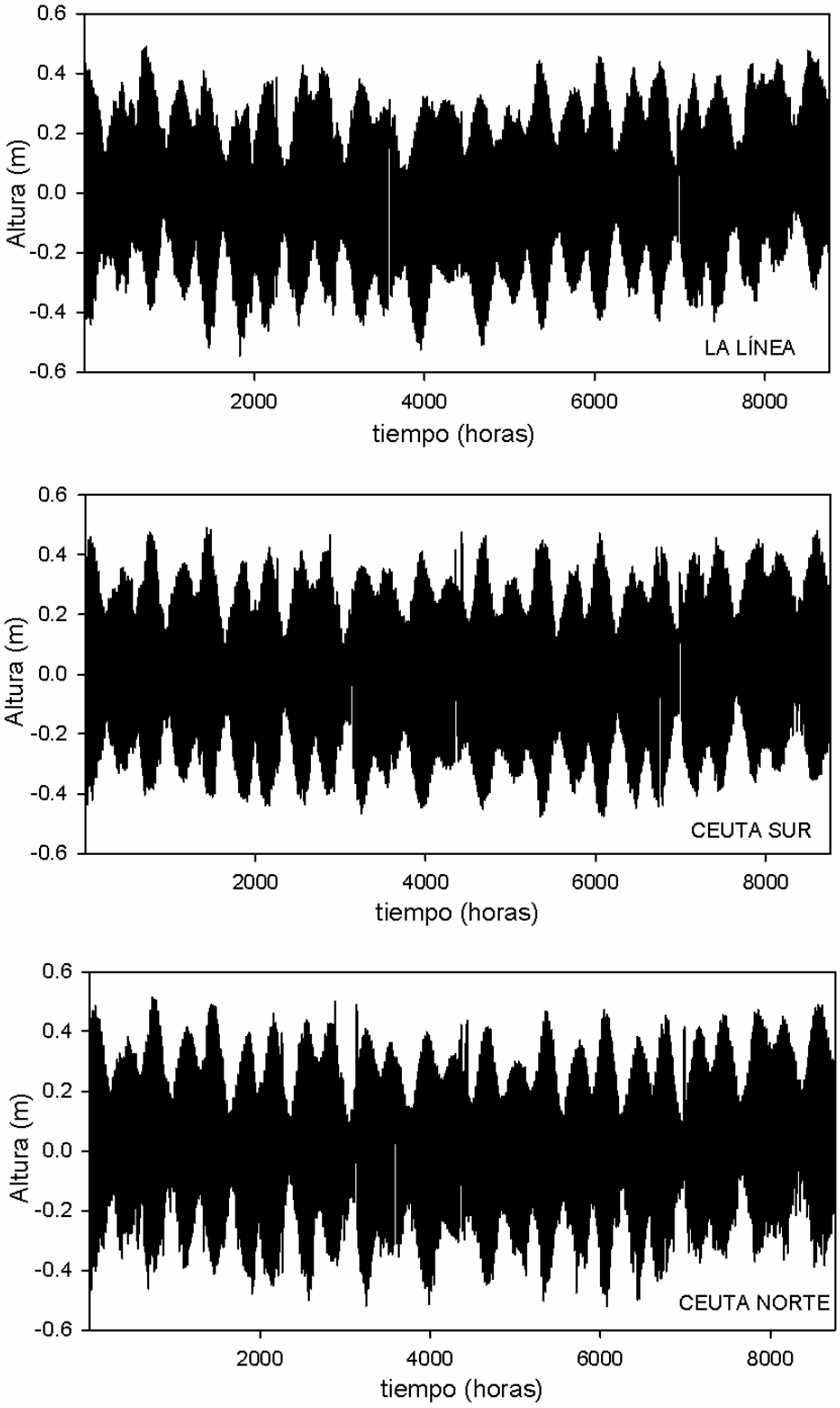


Figura 2. *Series temporales de la altura del nivel del mar simuladas con el modelo SAMPA en los tres puntos de estudio a lo largo del año 2018. Los valores se refieren al nivel medio del mar en cada punto. Los registros se inician a las 00:30 del 1 de enero de 2018 y finalizan a las 23:30 del 21 de diciembre de 2018.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Como era de esperar, las constituyentes que presentan mayor amplitud son las semidiurnas M2, S2 y N2. Las fases de Greenwich indican que la marea llega primero a La Línea y después a Ceuta Norte con una diferencia de apenas 4 minutos, mientras que a Ceuta Sur llega unos 15 minutos más tarde. En cualquier caso, se concluye como ya se había sugerido después de la inspección visual de la figura 2, que las carreras de mareas que vamos a encontrar en las tres zonas es muy similar, con carreras de marea máxima que no superan el metro de amplitud.

2.2. MAREA METEOROLOGICA DEBIDA AL FORZAMIENTO ATMOSFÉRICO DE PERÍODOS MAYORES A 24 HORAS.

Las series de nivel del mar que caracterizan a esta marea meteorológica se han obtenido a partir de la sustracción a las series originales de la predicción de marea astronómica, que se ha realizado a partir de las constantes armónicas previamente determinadas. Dichas series se muestran en la figura 3.

La zona de La Línea es la que presentan una mayor amplitud de las oscilaciones del nivel del mar de origen meteorológico. No obstante, estas oscilaciones muestran desviaciones con respecto al nivel medio que no superan los 20 cm de amplitud. En las localizaciones de Ceuta Norte y Ceuta Sur estas desviaciones no superan los 10 cm de amplitud. Por otra parte, la amplitud de la marea astronómica, que se puede estimar groseramente sumando las amplitudes de las constituyentes de marea que se muestran en las tablas 1, 2 y 3, es de unos 40 cm. Por lo tanto, 10 o 20 cm de amplitud en la marea meteorológica supone una fracción significativa de la variabilidad del nivel del mar en las zonas estudiadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

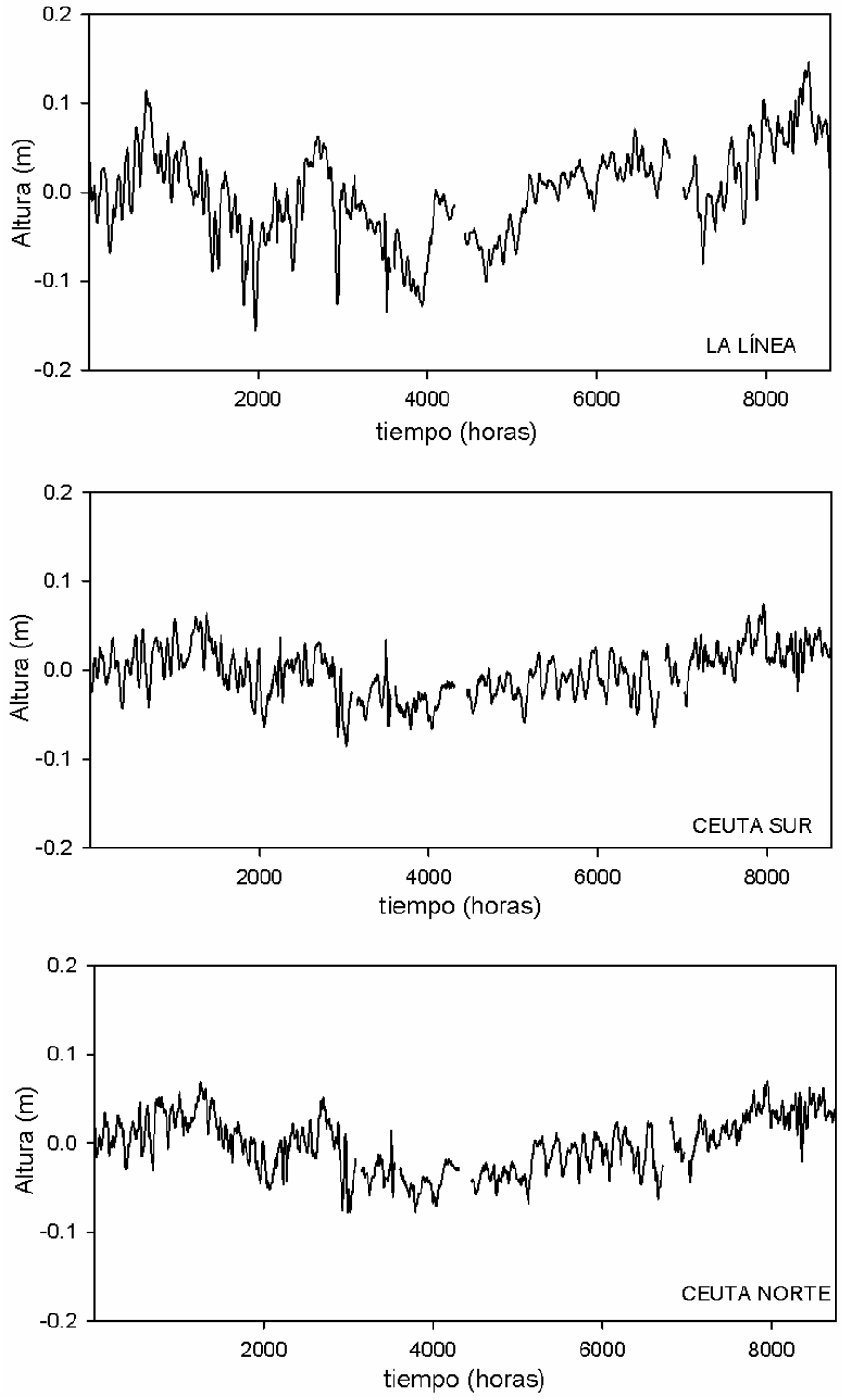


Figura 3. *Nivel del mar asociado a la marea meteorológica de largo período en cada uno de los puntos de estudio. Los valores son referidos al nivel medio del mar en cada punto. Los registros se inician a las 00:30 del 1 de enero de 2018 y finalizan a las 23:30 del 21 de diciembre de 2018.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

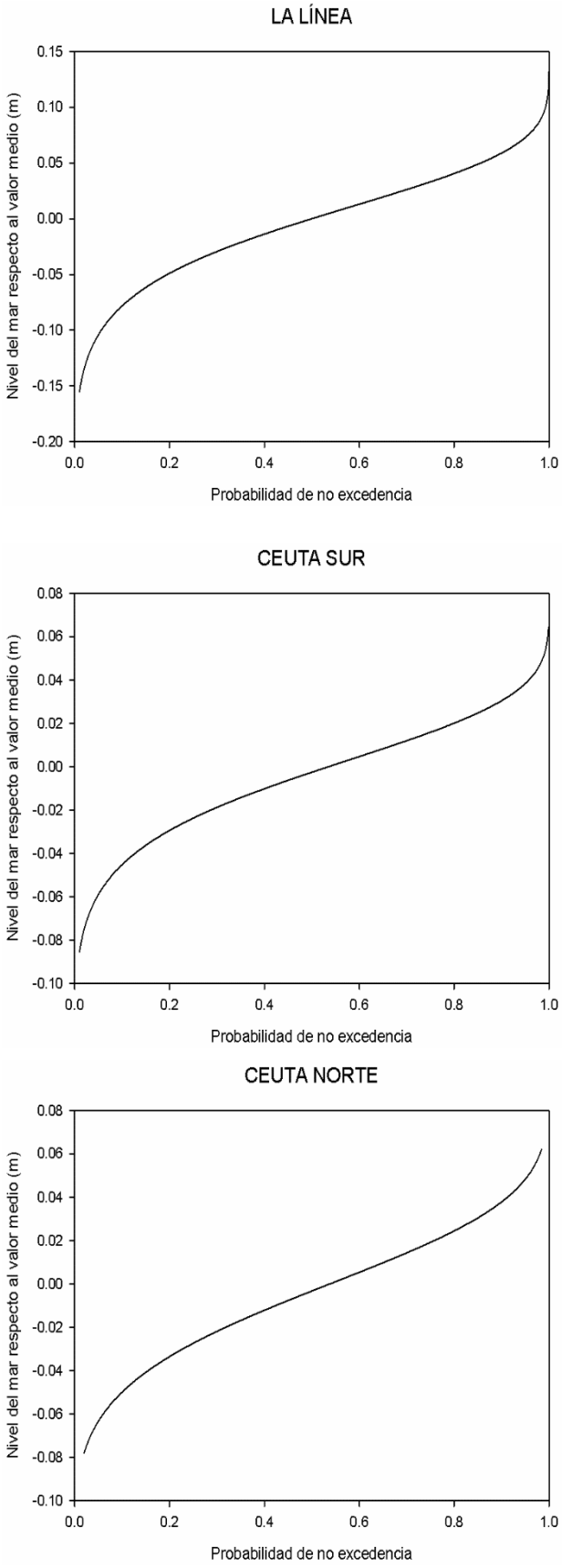


***Figura 4**. Regímenes medios de los niveles del mar asociados a la marea meteorológica en los tres puntos de estudio. Las curvas representan funciones Weibull de tres parámetros.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Finalmente, para tener una caracterización estadística de la frecuencia de presentación que pueden mostrar estas estas oscilaciones de origen meteorológico, se han calculado los regímenes medios de estas oscilaciones. Estos regímenes se presentan en la figura 4 para las tres localizaciones y permiten determinar en base al análisis estadístico del año estudiado la probabilidad de no excedencia de los niveles del mar debidos a la marea meteorológica. Nótese que estos niveles están referidos al valor medio del nivel del mar. Estos regímenes medios permiten deducir, por ejemplo, que en el 90 % del tiempo (probabilidad de 0.9) la marea meteorológica no superará los 5 cm sobre el nivel medio del mar en la zona de La Línea, mientras que en Ceuta Sur y Ceuta norte no superará los 3 cm y 3.5 cm respectivamente.

3. CORRIENTES.

Las series temporales de intensidad de la corriente simuladas por el modelo SAMPA en los tres puntos de estudio se muestra en la figura 5. Se puede ver que en las tres localizaciones la intensidad de la corriente no alcanza los 0.5 m/s. También se puede apreciar que ahora la señal de marea astronómica no resulta tan dominante como en el caso de los niveles del mar.

En la figura 6, se muestran las rosas de corriente en las tres localizaciones. De dichas rosas se puede deducir cual es la dirección predominante de las corrientes. De esta forma, en La Línea la dirección predominante es hacia el sureste, en Ceuta Norte, no está tan claro si es la dirección noroeste o la dirección sureste la que domina. Por otra parte, en Ceuta Sur la dirección dominantes es claramente la noreste.

En los siguientes sub-apartados estudiaremos con más detalle, al igual que con las series de nivel del mar, los diferentes componentes de esta variabilidad que presentan las corrientes.

3.1. CAMPO DE CORRIENTE MEDIA.

En la figura 7 se muestra el campo de corriente media (valor promedio a lo largo del año 2018) obtenido para la zona de estudio. El primer rasgo importante que hay que tener en cuenta es la reducción de intensidad de la corriente en las zonas someras en relación con los valores de intensidad que se obtienen a relativa poca distancia offshore. Especialmente llamativo es el contraste de corriente media que se desvela entre la zona de Ceuta Norte y la zona central del estrecho, en donde la variación en la intensidad de la corriente puede ser de casi 1 m/s.

En la zona de La Línea la dirección de la corriente media es hacia el suroeste, mientras que en Ceuta Norte es hacia el sureste. Por otra parte en Ceuta Sur la corriente media se dirige hacia el noreste. En general la intensidad de las corriente media en las tres zonas de estudio presenta intensidades bajas, unos 0.03 m/s en La Línea y en Ceuta Norte y unos 008 m/s en Ceuta Sur.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

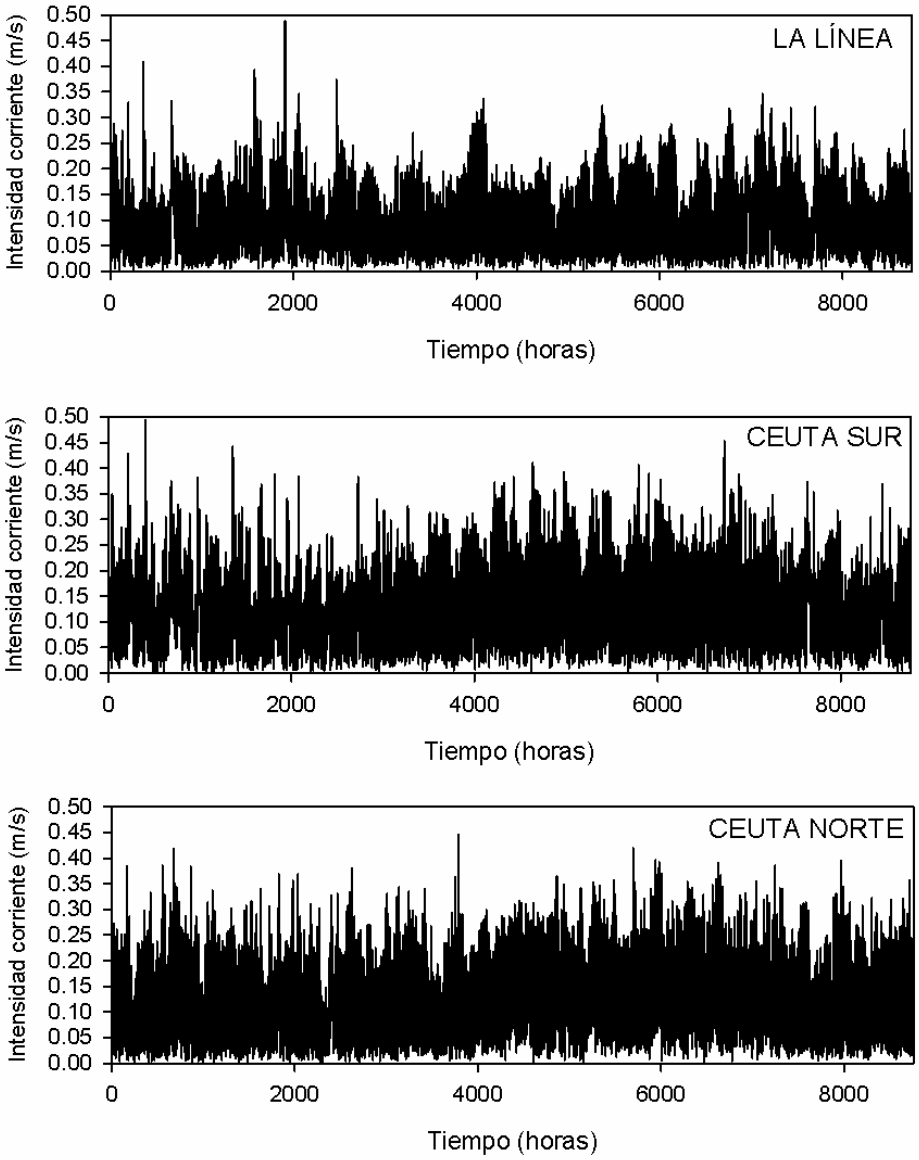


***Figura 5**. Intensidad de la corriente simulada con el modelo SAMPA en los tres puntos de estudio. Los registros se inician a las 00:30 del 1 de enero de 2018 y finalizan a las 23:30 del 21 de diciembre de 2018.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

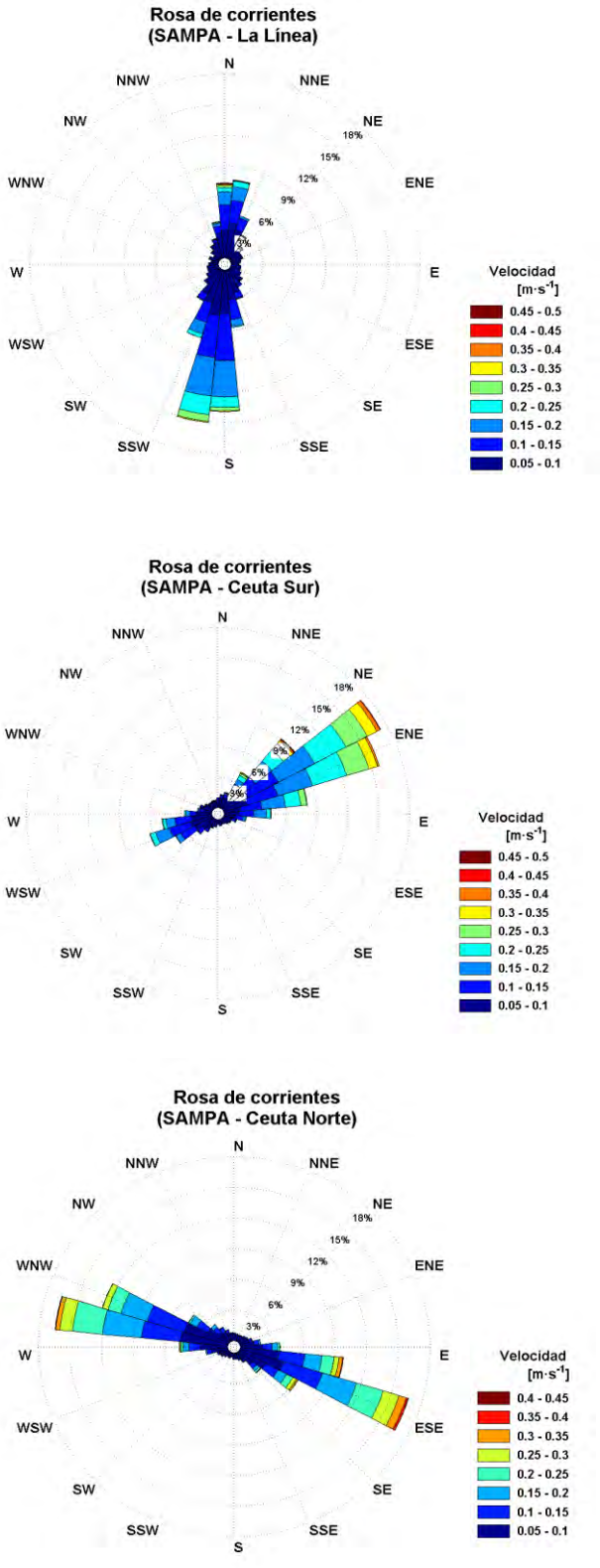


***Figura 6**. Rosas de corriente en cada uno de los puntos de estudio. El extremo más externo de cada bastón indica el sentido al que se dirige la corriente. La longitud de los segmentos en los que se divide cada bastón, indica el porcentaje de presentación del valor de velocidad de la corriente, indicado por el color de cada segmento.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

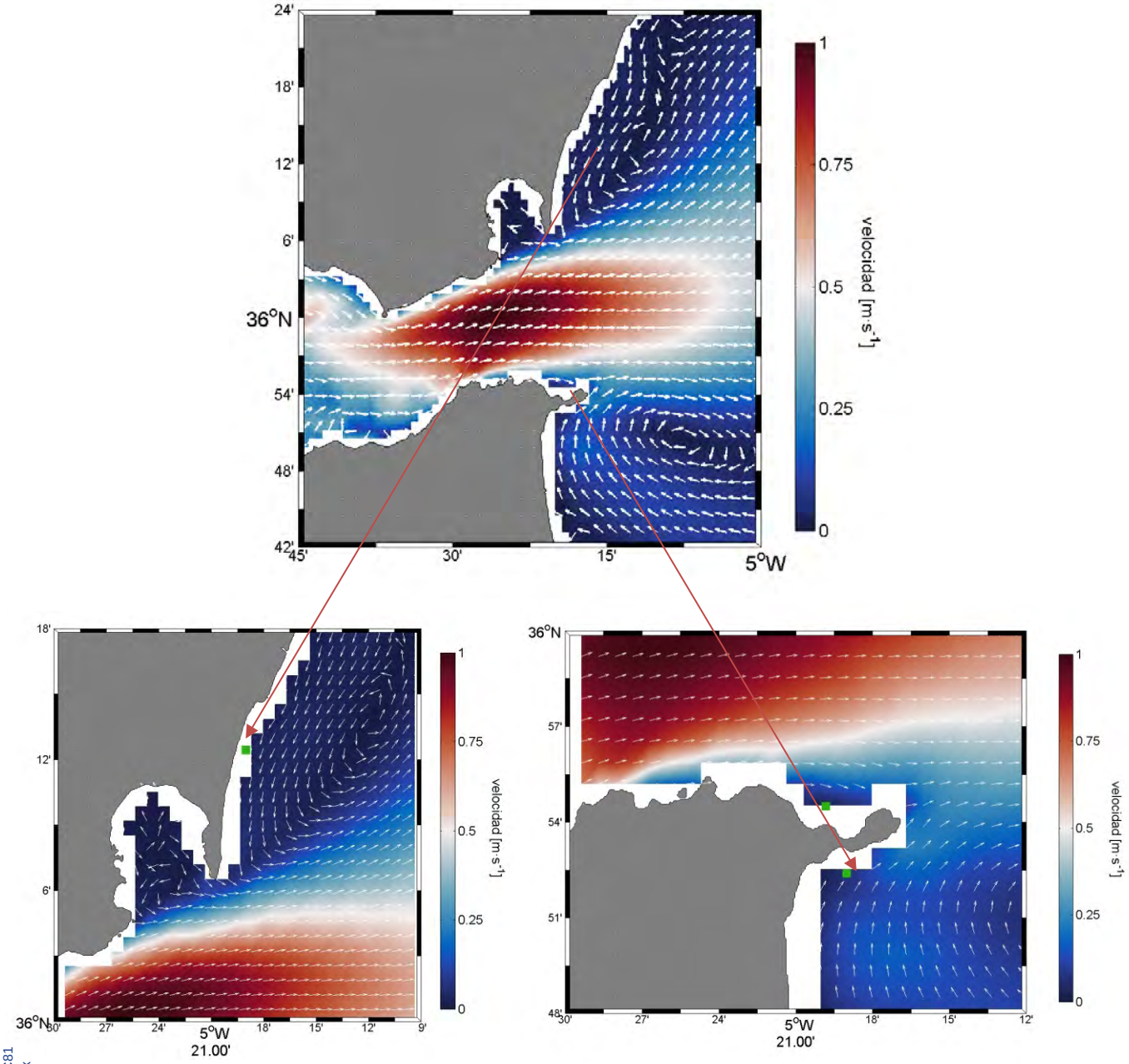


***Figura 7**. Campo de velocidad de la corriente media para el año 2018 en la zona de estudio. En los mapas inferiores se muestra una ampliación de la zona de La Línea, a la izquierda, y de Ceuta Norte y Ceuta Sur, a la derecha.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.2. CORRIENTES DE MAREA.

Al igual que en el caso del análisis de las series temporales de nivel del mar, de cara a determinar la señal de marea astronómica en las oscilaciones de las corrientes se aplicó un análisis por ajuste de mínimos cuadrados a frecuencias de marea a cada una de las componentes horizontales de la velocidad de la corriente, componente 'U' en la dirección zonal y positiva hacia el este y componente 'V' en la dirección meridional y positiva hacia el norte. Los resultados de este análisis se muestran en las tablas 4, 5 y 6.

***TABLA 4**. Amplitudes de la corriente de marea en La Línea. La variabilidad debida a marea explica el 23.3 % para U y el 56.8 % para V de la varianza de la corriente.*

CONTITUYENTE DE MAREA	AMPLITUD U (m/s)	AMPLITUD V (m/s)	AMPLITUD MÓDULO (m/s)
Corriente media	0.0032	-0.0289	0.0291
O1	0.0028	0.0181	0.0183
K1	0.0046	0.0276	0.0280
N2	0.0035	0.0247	0.0249
M2	0.0163	0.0916	0.0930
S2	0.0063	0.0372	0.0377
K2	0.0000	0.0127	0.0127

***TABLA 5**. Amplitudes de la corriente de marea en Ceuta Sur. La variabilidad debida a marea explica el 62.2 % para U y el 47.6 % para V de la varianza de la corriente.*

CONTITUYENTE DE MAREA	AMPLITUD U (m/s)	AMPLITUD V (m/s)	AMPLITUD MÓDULO (m/s)
Corriente media	0.0660	0.0450	0.0799
O1	0.0397	0.0227	0.0457
K1	0.0452	0.0245	0.0514
N2	0.0142	0.0071	0.0159
M2	0.1038	0.0512	0.1157
S2	0.0337	0.0138	0.0364
K2	0.0126	0.0061	0.0140
MO3	0.0200	0.0000	0.0200
MK3	0.0208	0.0000	0.0208

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

***TABLA 6**. Amplitudes de la corriente de marea en Ceuta Norte. La variabilidad debida a marea explica el 39.9 % para U y el 29.4 % para V de la varianza de la corriente.*

CONTITUYENTE DE MAREA	AMPLITUD U (m/s)	AMPLITUD V (m/s)	AMPLITUD MÓDULO (m/s)
Corriente media	0.0172	-0.0020	0.0173
O1	0.0308	0.0102	0.0324
K1	0.0442	0.0116	0.0457
N2	0.0178	0.0054	0.0186
M2	0.0275	0.0135	0.0306
S2	0.0328	0.0000	0.0328
MO3	0.0306	0.0000	0.0306
MK3	0.0333	0.0000	0.0333
M4	0.0539	0.0162	0.0563

Como puede verse en las tablas, la contribución de la marea astronómica en la explicación de la variabilidad de las corrientes no es tan importante como en el caso de los niveles del mar. Esta contribución en términos de porcentaje de explicación de la varianza de la señal total presenta su mayor valor en la localización de Ceuta Sur con un 62.2 %, seguida de La Línea con un 56.8 % y Ceuta Norte con un 39.9 %. Este resultado indica que entre un 40 % y 60% de la varianza dela corriente (dependiendo de la localización) se explica por un forzamiento diferente al de la marea.

En el caso de la corriente de marea, a diferencia de los niveles del mar, encontramos una gran heterogeneidad en cuanto a la importancia relativa que tienen las diferentes constituyentes de marea. En La Línea, la amplitud de las constituyentes semidiurnas (M2,S2 y K2) es mayor que las diurnas (O1 y K1) aunque ahora las diferencias no son tan grandes como las presentadas con los niveles del mar. Por otra parte, en Ceuta Sur, la importancia relativa e las constituyentes diurnas en relación a las semidiurnas se incrementa considerablemente. Finalmente, en Ceuta Norte, las constituyentes diurnas son incluso más importantes que las semidiurnas y además ganan una considerable importancia otras componentes. las llamadas de aguas someras, como MO3, MK3 y M4 que en el caso de esta última llega a superar la amplitud de la M2.

En la figura 8, se presenta la predicción de intensidad de la corriente de marea obtenida a partir de las constantes armónicas determinadas en cada localización. Se puede observar que los picos de corriente no superan los 0.30 m/s en ninguna de las series temporales, aunque picos con valores de corriente mayores o iguales a 0.20 m/s son habituales a lo largo de todo el año.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.3. CORRIENTES DEBIDAS AL FORZAMIENTO ATMOSFÉRICO.

La parte de la variabilidad temporal de las corrientes que podría estar relacionada con el forzamiento atmosférico se ha obtenido sustrayendo la predicción de la corriente de marea de las series de velocidad originales. En la figura 9 se muestran las series de intensidad de la corriente correspondientes en las tres localizaciones del estudio. Puede observarse que este tipo de variabilidad puede producir picos de corriente de más de 0.35 m/s de intensidad. La localización que ofrece los valores de intensidad más altos es Ceuta Sur seguida de Ceuta Norte, mientras que en La Línea encontramos los valores de intensidad más bajos, con picos de corriente que no superan los 0.20 m/s.

Si se tiene en cuenta la serie de componente zonal del viento (positiva hacia el este) en la parte oriental el Estrecho de Gibraltar que se presenta en la parte inferior de la figura, se podría decir que los picos de corriente comentados ocurren en momentos en los que también encontramos valores altos de la componente zonal del viento tanto en la dirección este (Levantes) como en la dirección oeste (Ponientes). También resulta evidente que los mayores picos de corriente tienden a ocurrir de forma más regular durante el otoño y el invierno, no superando por lo general los 0.20 m/s en durante la primavera y el verano.

En la figura 10 se muestran los regímenes medios para la intensidad de la corriente total simulada para las tres localizaciones. Estas curvas nos permiten justificar de forma estadística, la probabilidad de excedencia de un valor determinado de intensidad de la corriente, representado en el eje vertical del gráfico. A modo de ejemplo de aplicación de estas curvas, para una probabilidad de excedencia 0.9 (90 %) la intensidad de la corriente que no superará los 0.20 m/s en La Línea y en Ceuta Sur, mientras que en Ceuta Norte no superará los 0.15 m/s.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

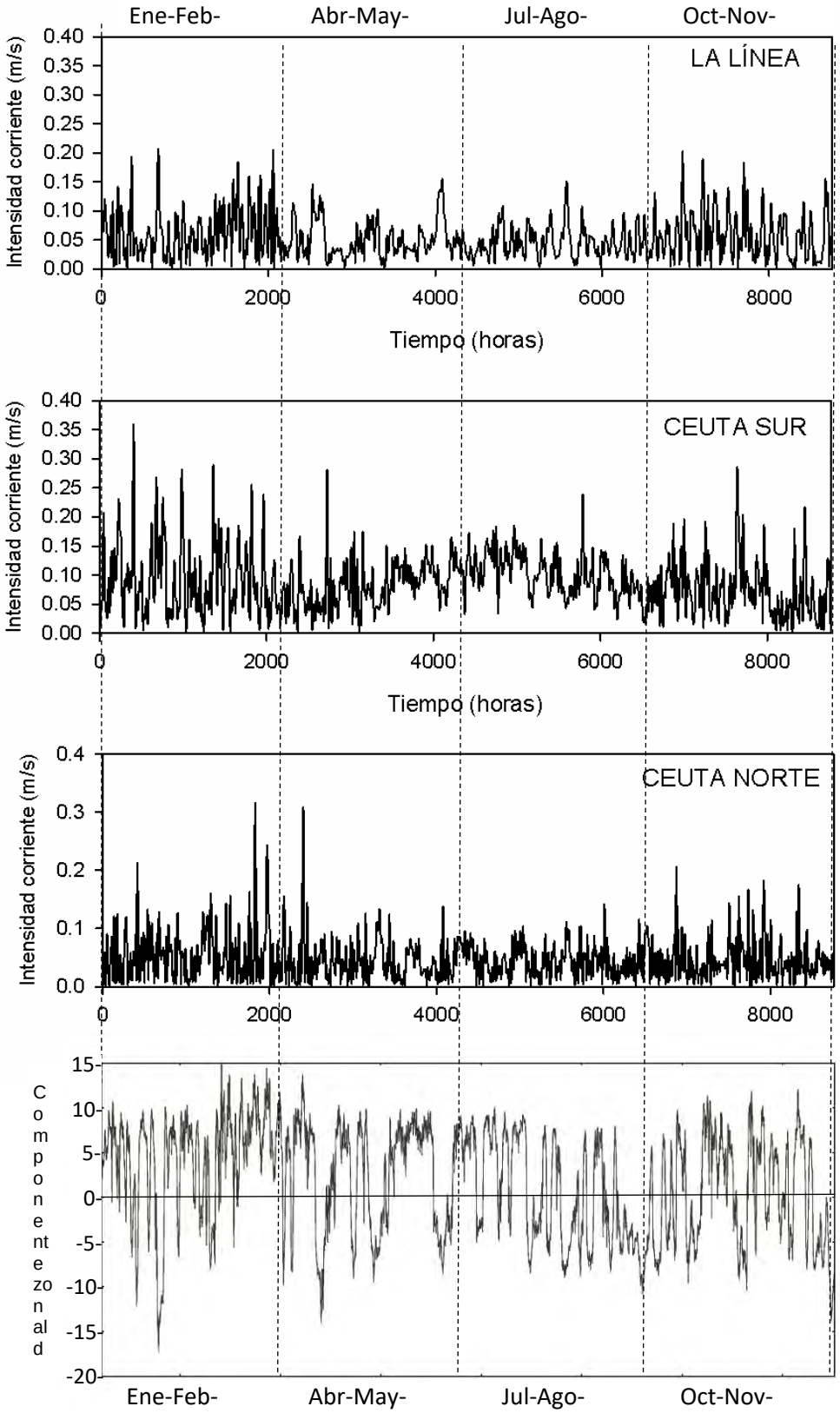


***Figura 9**. Series temporales de la intensidad de la corriente debida a la marea meteorológica de períodos mayores a las 24 horas a lo largo del año 2018. También se muestra en el gráfico del fondo la serie temporal correspondiente a la componente zonal del viento (positiva hacia el este) para el mismo año 2018 obtenida de la base de datos ERA interim. Los registros se inician a las 00:30 del 1 de enero de 2018 y finalizan a las 23:30 del 21 de diciembre de 2018.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

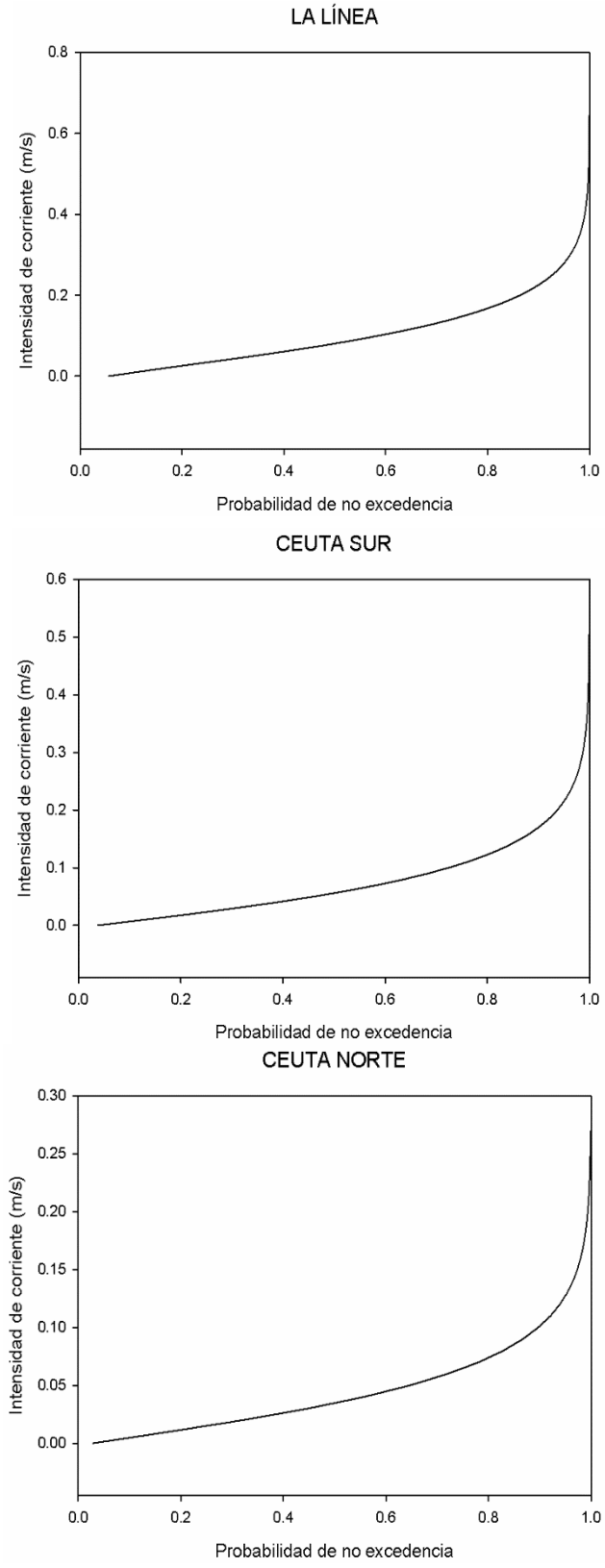


***Figura 10**. Regímenes medios para la intensidad de la corriente asociada a la marea meteorológica y marea astronómica en los tres puntos de estudio. Las curvas representan funciones Weibull de tres parámetros.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 .REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alvarez-Fanjul, E., B. Pérez-Gómez, and I. Rodríguez-Sánchez-Arévalo (2001), Nivmar: A storm surge forecasting system for Spanish waters, Sci. Mar., 65, 145–154.

Carrere, L., and F. Lyard (2003), Modelling the barotropic response of the global ocean to atmospheric wind and pressure forcing – comparisons with observations, Geophys. Res. Lett., 30(6), 1–8.

Cats, G., and L. Wolters (1996), The Hirlam project, International Journal of Computational Science and Engineering, 3, 4–7.

Lorente, P., Soto-Navarro, J., Alvarez Fanjul, E., & Piedracoba, S. (2014). Accuracy assessment of high frequency radar current measurements in the Strait of Gibraltar. Journal of Operational Oceanography, 7(2), 59–73. https://doi.org/10.1080/1755876X.2014.11020300

Marshall, J., C. Hill, L. Perelman, and A. Adcroft (1997), Hydrostatic, quasi-hydrostatic, and nonhydrostatic ocean modeling, J. Geophys. Res.,102(C3), 5733–5752.

Oddo, P., M. Adani, N. Pinardi, C. Fratianni, M. Tonani, and D. Pettenuzzo (2009), A nested atlantic-mediterranean sea general circulation model for operational forecasting, Ocean Science, 5, 461–473.

Sammartino, S., J. García-Lafuente, J. C. Sánchez-Garrido, F. J. De los Santos, E. Alvarez-Fanjul, C. Naranjo-Rosa, M. Bruno, and C. Calero-Quesada (2014), A numerical model analysis of the tidal flows in the Bay of Algeciras, Strait of Gibraltar, Continental Shelf Research, 72, 34–46, doi:10.1016/j.csr.2013.11.002.

Sánchez-Garrido, J. C., García Lafuente, J., Álvarez Fanjul, E., Sotillo, M. G., & de los Santos, F. J. (2013). What does cause the collapse of the Western Alboran Gyre? Results of an operational ocean model. Progress in Oceanography, 116, 142–153. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2013.07.002

Soto-Navarro, J., Lorente, P., Álvarez-Fanjul, E., Sánchez-Garrido, J. C., & García-Lafuente, J. (2016). Surface circulation at the Strait of Gibraltar: A combined HF radar and high resolution model study. J. Geophys. Res. Oceans, 121, 2016–2034. https://doi.org/10.1002/2016JC012335

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81 Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

APENDICE 5: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA TRIMESTRAL SOBRE CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE MEDIO EN LOS DIFERENTES PUNTOS SIMAR ESTUDIADOS EN LAS ZONAS DE ATERRAJE Y EN ALTA MAR.

Resultados obtenidos de los informes de régimenes medios obtenibles en la web de Puertos del Estado http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ZONA DE ATERRAJE PENINSULAR: PUNTO SIMAR 6072028

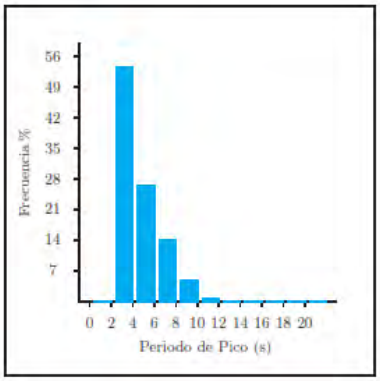
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN INVERNAL:

LUGAR : SIMAR 6072028

PERIODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Jun. 2017



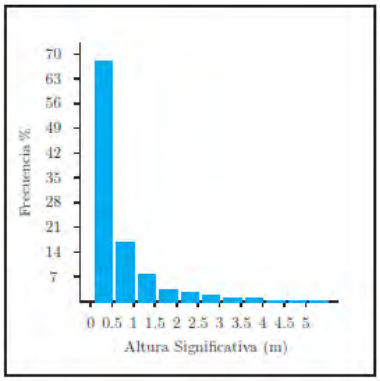
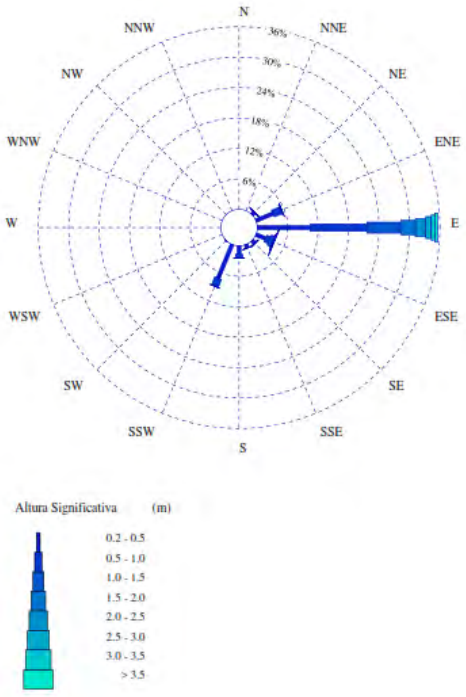


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.048	49.284	11.897	3.729	2.057	0.337	0.024	0.012	-	0.096	0.132	67.617
1.0	-	4.379	9.599	2.466	0.192	0.096	-	-	-	-	-	16.733
1.5	-	0.036	4.559	2.995	0.168	0.012	-	-	-	-	-	7.771
2.0	-	-	0.638	2.225	0.349	-	-	-	-	-	-	3.212
2.5	-	-	-	1.576	0.565	-	-	-	-	-	-	2.141
3.0	-	-	-	0.493	0.650	-	-	-	-	-	-	1.143
3.5	-	-	-	0.072	0.577	0.036	-	-	-	-	-	0.686
4.0	-	-	-	-	0.313	0.120	-	-	-	-	-	0.433
4.5	-	-	-	-	0.096	0.096	-	-	-	-	-	0.192
5.0	-	-	-	-	-	0.072	-	-	-	-	-	0.072
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	0.048	53.699	26.693	13.557	4.968	0.770	0.024	0.012	-	0.096	0.132	100%

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 41.20 %



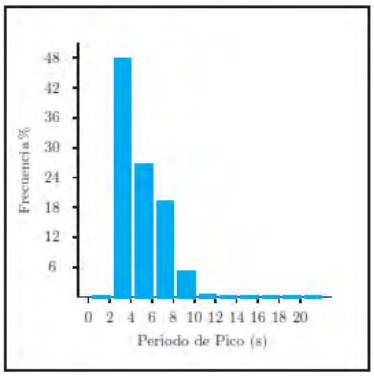
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN PRIMAVERAL:

LUGAR : SIMAR 6072028

PERIODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Jun. 2017



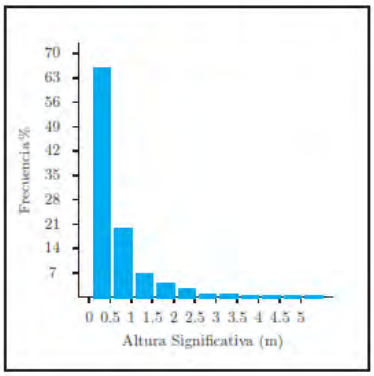
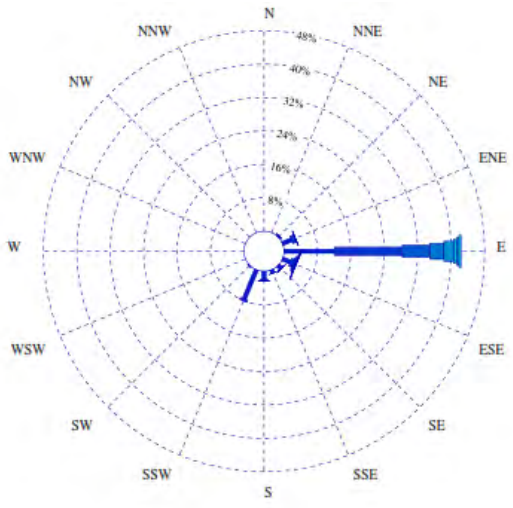


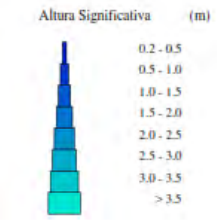
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.023	44.074	13.035	6.651	1.706	0.151	-	0.012	-	-	-	65.653
1.0	-	3.865	10.133	4.353	0.627	0.116	-	-	-	-	-	19.095
1.5	-	0.035	2.960	3.738	0.302	-	-	-	-	-	-	7.034
2.0	-	-	0.429	2.855	0.453	-	-	-	-	-	-	3.738
2.5	-	-	0.012	1.521	1.010	-	-	-	-	-	-	2.542
3.0	-	-	-	0.267	0.546	0.012	-	-	-	-	-	0.824
3.5	-	-	-	0.046	0.511	0.012	-	-	-	-	-	0.569
4.0	-	-	-	-	0.151	0.046	-	-	-	-	-	0.197
4.5	-	-	-	-	0.081	0.128	-	-	-	-	-	0.209
5.0	-	-	-	-	-	0.139	-	-	-	-	-	0.139
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	0.023	47.974	26.570	19.431	5.386	0.604	-	0.012	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 37.88 %





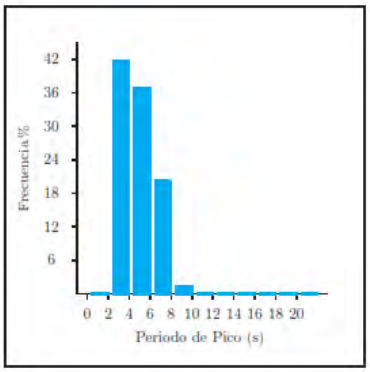
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN VERANIEGA:

LUGAR : SIMAR 6072028

PERIODO : Jun. - Ago.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Jun. 2017



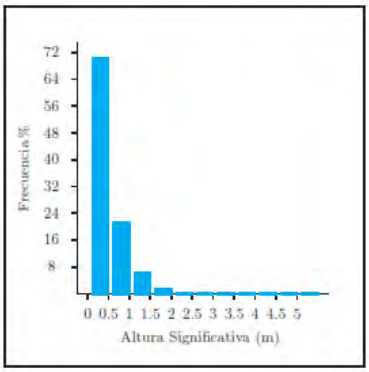
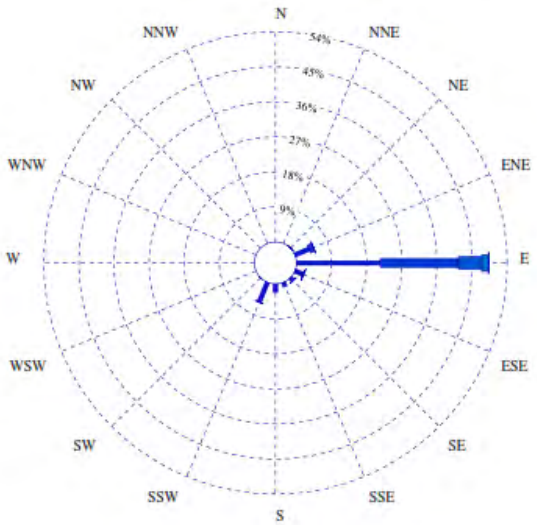


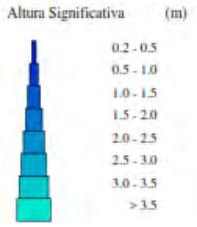
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.013	39.062	23.999	6.994	0.243	-	-	-	-	-	-	70.311
1.0	-	2.890	11.137	7.416	0.166	-	-	-	-	-	-	21.608
1.5	-	0.013	1.470	4.283	0.448	-	-	-	-	-	-	6.214
2.0	-	-	0.026	1.445	0.217	-	-	-	-	-	-	1.688
2.5	-	-	-	0.064	0.115	-	-	-	-	-	-	0.179
3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	0.013	41.964	36.632	20.202	1.189	-	-	-	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 33,06 %



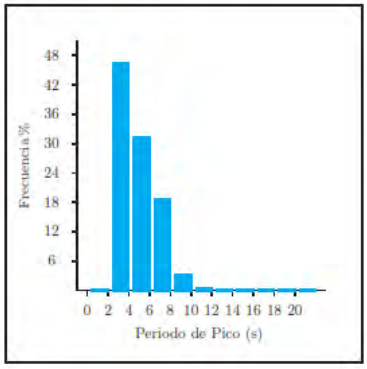


COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN OTOÑAL:

LUGAR : SIMAR 6072028

PERIODO : Sep. - Nov. SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Jun. 2017



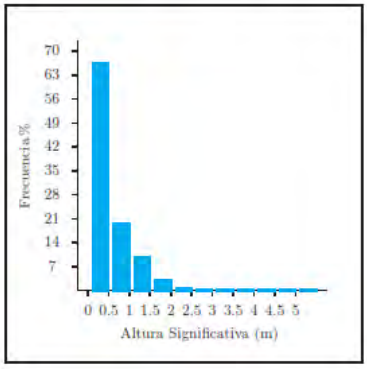
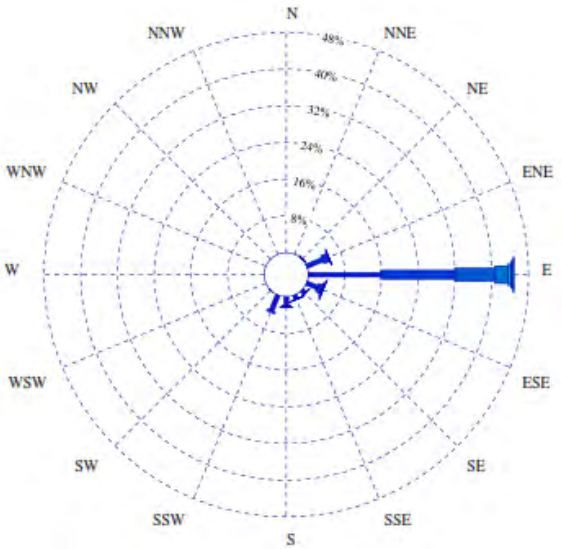
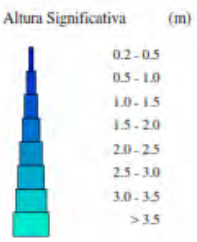


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.026	42.169	17.156	5.667	1.043	0.283	0.026	-	-	0.026	-	66.396
1.0	-	4.315	10.124	4.830	0.309	0.077	-	-	-	-	-	19.655
1.5	-	0.026	3.452	5.487	0.309	0.052	0.052	-	-	-	-	9.377
2.0	-	-	0.245	2.589	0.374	0.026	-	-	-	-	-	3.233
2.5	-	-	-	0.348	0.283	-	-	-	-	-	-	0.631
3.0	-	-	-	0.052	0.193	0.013	-	-	-	-	-	0.258
3.5	-	-	-	-	0.193	0.026	-	-	-	-	-	0.219
4.0	-	-	-	-	0.142	0.013	-	-	-	-	-	0.155
4.5	-	-	-	-	-	0.026	-	-	-	-	-	0.026
5.0	-	-	-	-	0.026	0.013	-	-	-	-	-	0.039
> 5.0	-	-	-	-	-	0.013	-	-	-	-	-	0.013
Total	0.026	46.510	30.976	18.972	2.872	0.541	0.077	-	-	0.026	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2 PORCENTAJE DE CALMAS : 37.35 %





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ZONA DE ATERRAJE CEUTA NORTE: PUNTO SIMAR 6070010

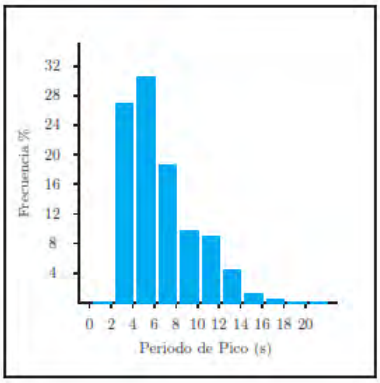
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN INVERNAL:

LUGAR : SIMAR 6070010

PERIODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Jun. 2017



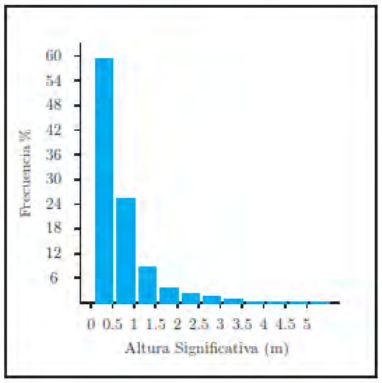
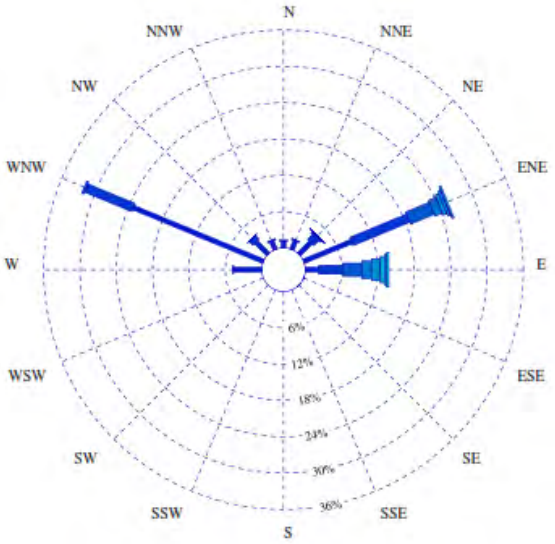


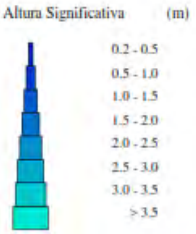
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	23.833	11.732	5.812	5.169	7.551	4.073	0.965	0.298	0.012	-	59.445
1.0	-	3.085	14.245	4.895	1.739	0.786	0.333	0.024	-	-	-	25.107
1.5	-	-	3.954	3.668	0.357	0.119	-	-	-	-	-	8.099
2.0	-	-	0.262	2.287	0.417	0.012	-	-	-	-	-	2.978
2.5	-	-	-	1.501	0.607	-	-	-	-	-	-	2.108
3.0	-	-	-	0.310	0.786	0.012	-	-	-	-	-	1.108
3.5	-	-	-	0.036	0.429	0.071	-	-	-	-	-	0.536
4.0	-	-	-	-	0.214	0.095	-	-	-	-	-	0.310
4.5	-	-	-	-	0.083	0.131	-	-	-	-	-	0.214
5.0	-	-	-	-	-	0.095	-	-	-	-	-	0.095
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	26.918	30.193	18.509	9.802	8.873	4.407	0.989	0.298	0.012	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 11.07 %





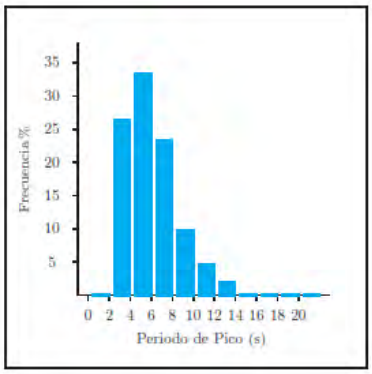
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN PRIMAVERAL:

LUGAR : SIMAR 6070010

PERIODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Jun. 2017



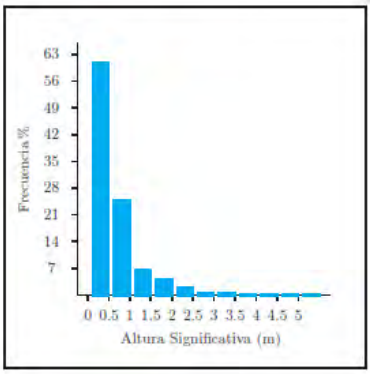
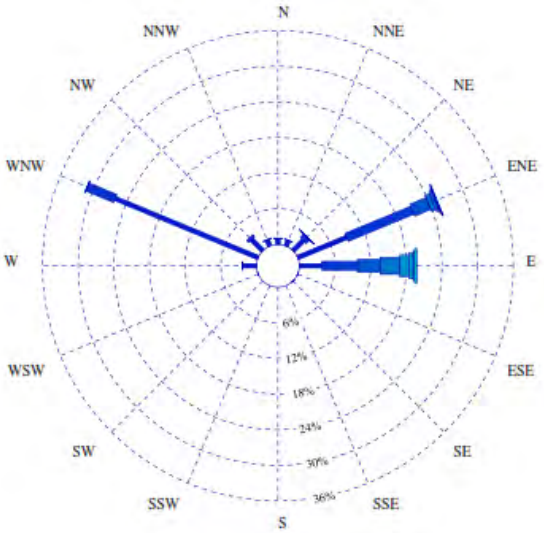


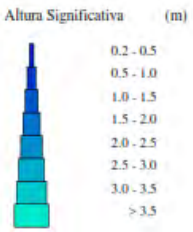
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	23.344	17.307	8.837	5.463	3.707	1.905	0.034	0.023	-	-	60.622
1.0	-	3.087	13.589	6.278	1.090	0.516	0.172	-	-	-	-	24.733
1.5	-	0.011	2.330	4.086	0.402	0.046	-	-	-	-	-	6.875
2.0	-	-	0.230	3.122	0.723	-	-	-	-	-	-	4.074
2.5	-	-	0.023	0.976	0.999	-	-	-	-	-	-	1.997
3.0	-	-	-	0.126	0.700	0.011	-	-	-	-	-	0.838
3.5	-	-	-	0.011	0.367	0.011	-	-	-	-	-	0.390
4.0	-	-	-	-	0.092	0.115	-	-	-	-	-	0.207
4.5	-	-	-	-	0.023	0.161	-	-	-	-	-	0.184
5.0	-	-	-	-	-	0.080	-	-	-	-	-	0.080
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	26.443	33.479	23.436	9.859	4.648	2.077	0.034	0.023	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 11.45 %





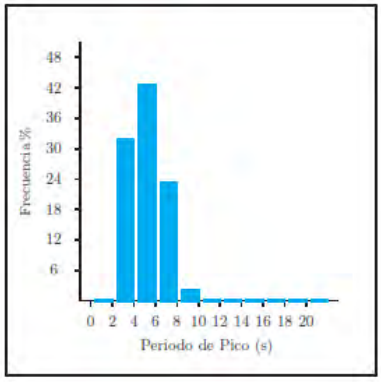
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN VERANIEGA:

LUGAR : SIMAR 6070010

PERIODO : Jun. - Ago.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Jun. 2017



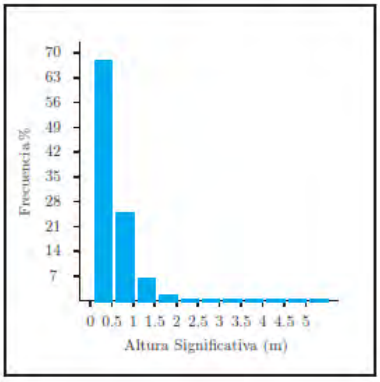
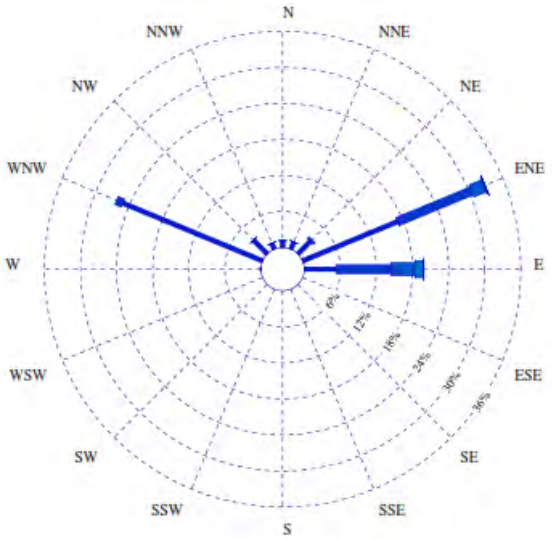


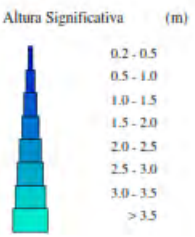
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	29.330	28.403	9.061	1.017	0.013	0.038	-	-	-	-	67.861
1.0	-	2.554	12.810	8.680	0.178	-	-	-	-	-	-	24.222
1.5	-	-	1.322	4.359	0.445	-	-	-	-	-	-	6.125
2.0	-	-	0.013	1.296	0.318	-	-	-	-	-	-	1.627
2.5	-	-	-	0.038	0.127	-	-	-	-	-	-	0.165
3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	31.885	42.547	23.434	2.084	0.013	0.038	-	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 10.72 %





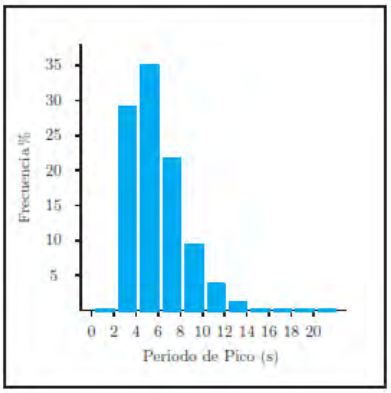
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN OTOÑAL:

LUGAR : SIMAR 6070010

PERIODO : Sep. - Nov.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Jun. 2017



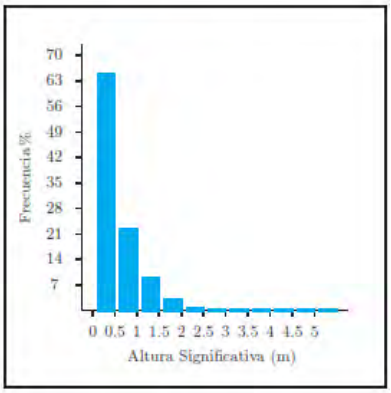
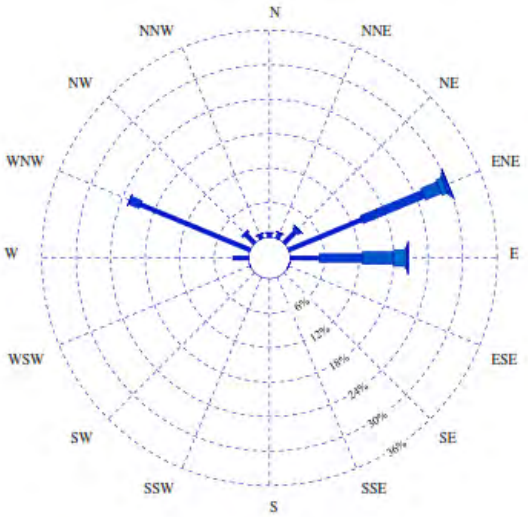


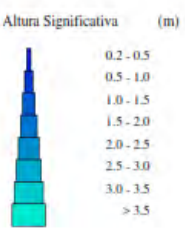
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	26.312	19.495	7.747	6.804	3.364	1.019	0.127	-	-	-	64.870
1.0	-	2.803	12.997	5.747	0.726	0.166	0.013	-	-	-	-	22.452
1.5	-	-	2.306	5.785	0.395	0.076	0.013	-	-	-	-	8.575
2.0	-	-	0.115	2.230	0.446	0.051	0.038	-	-	-	-	2.880
2.5	-	-	-	0.255	0.280	-	-	-	-	-	-	0.535
3.0	-	-	-	0.038	0.255	0.013	-	-	-	-	-	0.306
3.5	-	-	-	-	0.229	0.025	-	-	-	-	-	0.255
4.0	-	-	-	-	0.038	0.013	-	-	-	-	-	0.051
4.5	-	-	-	-	0.013	0.038	-	-	-	-	-	0.051
5.0	-	-	-	-	0.013	-	-	-	-	-	-	0.013
> 5.0	-	-	-	-	-	0.013	-	-	-	-	-	0.013
Total	-	29.116	34.913	21.802	9.200	3.759	1.083	0.127	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 15.00 %





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ZONA DE ATERRAJE CEUTA SUR: PUNTO SIMAR 6070006

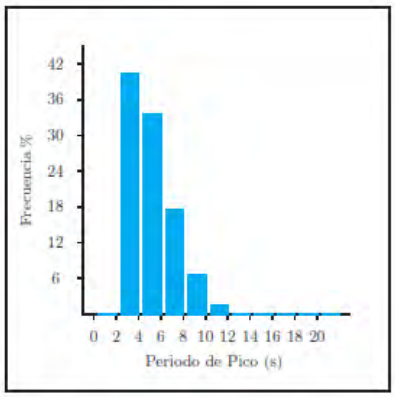
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN INVERNAL:

LUGAR : SIMAR 6070006

PERIODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Jun. 2017



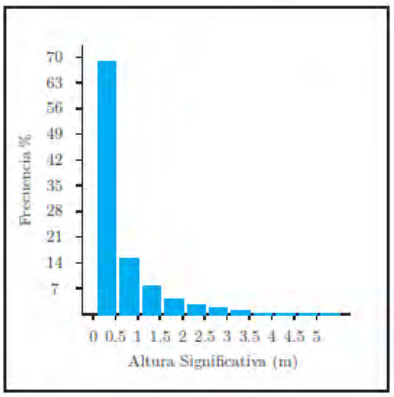
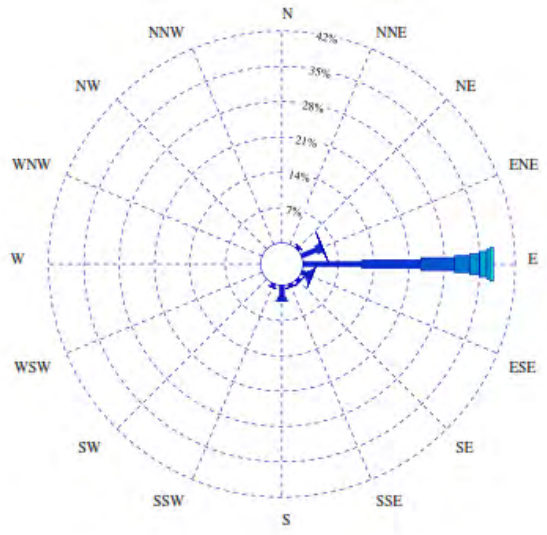


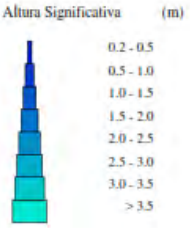
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.114	37.872	19.012	6.764	3.686	1.013	0.190	0.076	-	-	-	68.727
1.0	-	2.559	9.588	2.571	0.190	0.139	-	-	-	-	-	15.047
1.5	-	-	4.231	3.344	0.215	0.013	-	-	-	-	-	7.802
2.0	-	-	0.646	2.356	0.367	-	-	-	-	-	-	3.369
2.5	-	-	-	1.634	0.583	-	-	-	-	-	-	2.217
3.0	-	-	-	0.697	0.684	0.038	-	-	-	-	-	1.419
3.5	-	-	-	0.114	0.519	0.063	-	-	-	-	-	0.697
4.0	-	-	-	-	0.291	0.076	-	-	-	-	-	0.367
4.5	-	-	-	-	0.101	0.190	-	-	-	-	-	0.291
5.0	-	-	-	-	0.013	0.051	-	-	-	-	-	0.063
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	0.114	40.431	33.477	17.479	6.650	1.583	0.190	0.076	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 49.84 %





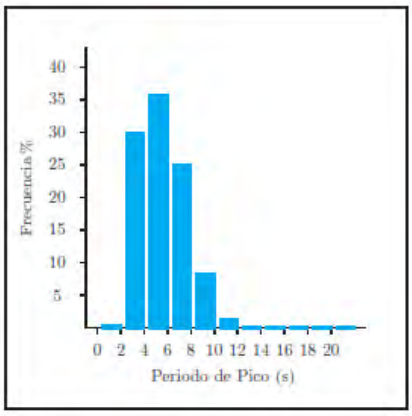
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN PRIMAVERAL:

LUGAR : SIMAR 6070006

PERIODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Jun. 2017



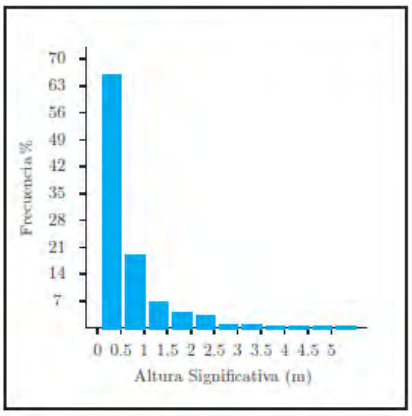
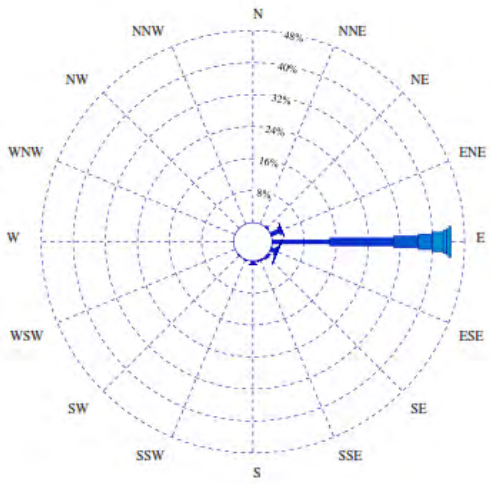


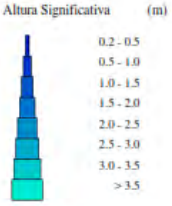
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)										Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.233	27.206	22.064	10.971	4.504	0.601	0.123	0.037	0.012	-	-	65.750
1.0	-	2.663	10.382	4.798	0.540	0.123	-	-	-	-	-	18.505
1.5	-	-	2.540	3.976	0.319	-	-	-	-	-	-	6.835
2.0	-	-	0.479	2.700	0.540	-	-	-	-	-	-	3.718
2.5	-	-	0.012	2.098	0.908	-	-	-	-	-	-	3.019
3.0	-	-	-	0.356	0.626	0.012	-	-	-	-	-	0.994
3.5	-	-	-	0.074	0.466	0.025	-	-	-	-	-	0.564
4.0	-	-	-	-	0.196	0.135	-	-	-	-	-	0.331
4.5	-	-	-	-	0.061	0.172	-	-	-	-	-	0.233
5.0	-	-	-	-	-	0.049	-	-	-	-	-	0.049
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	0.233	29.869	35.477	24.972	8.161	1.117	0.123	0.037	0.012	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 48.41 %





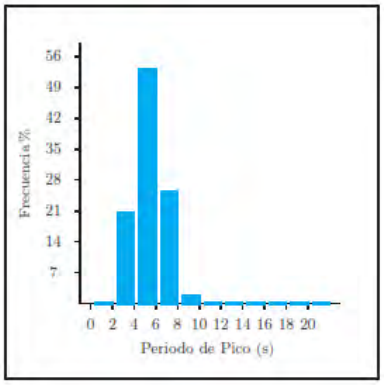
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN VERANIEGA:

LUGAR : SIMAR 6070006

PERIODO : Jun. - Ago.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Jun. 2017



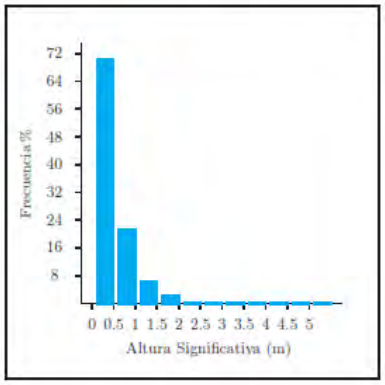
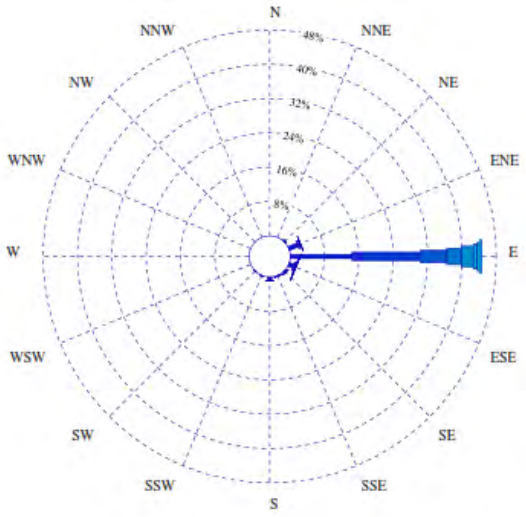


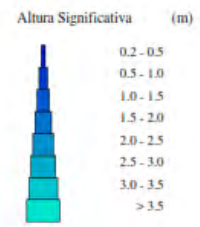
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.052	18.579	39.770	11.288	0.679	-	-	-	-	-	-	70.368
1.0	-	1.894	10.962	8.140	0.131	-	-	-	-	-	-	21.126
1.5	-	-	1.881	3.802	0.431	-	-	-	-	-	-	6.114
2.0	-	-	0.078	1.829	0.209	-	-	-	-	-	-	2.117
2.5	-	-	-	0.144	0.131	-	-	-	-	-	-	0.274
3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	0.052	20.473	52.691	25.203	1.581	-	-	-	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 48.41 %





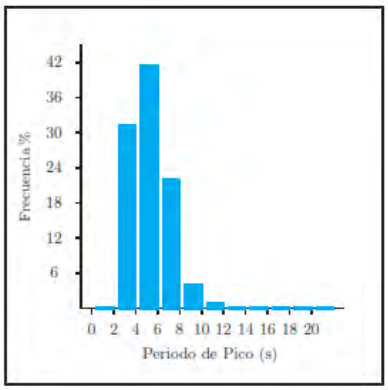
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN OTOÑAL:

LUGAR : SIMAR 6070006

PERIODO : Sep. - Nov.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Jun. 2017



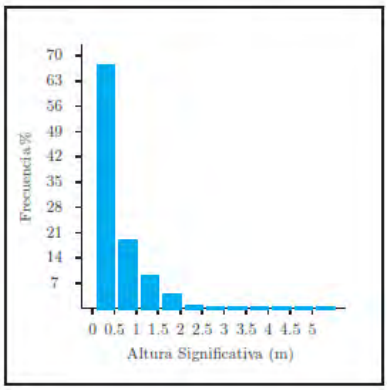
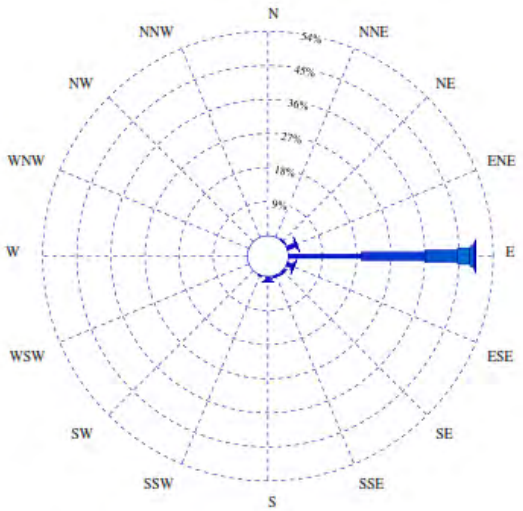
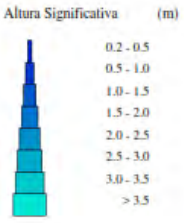


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.094	28.497	27.200	8.264	1.859	0.655	0.160	0.027	-	-	-	66.756
1.0	-	2.634	10.685	5.162	0.401	0.053	-	-	-	-	-	18.936
1.5	-	-	3.370	5.416	0.415	0.053	0.053	-	-	-	-	9.307
2.0	-	-	0.241	2.795	0.401	0.027	-	-	-	-	-	3.463
2.5	-	-	0.013	0.508	0.334	0.013	-	-	-	-	-	0.869
3.0	-	-	-	0.027	0.267	0.013	-	-	-	-	-	0.308
3.5	-	-	-	0.013	0.147	0.027	-	-	-	-	-	0.187
4.0	-	-	-	-	0.107	0.027	-	-	-	-	-	0.134
4.5	-	-	-	-	-	0.013	-	-	-	-	-	0.013
5.0	-	-	-	-	0.013	-	-	-	-	-	-	0.013
> 5.0	-	-	-	-	-	0.013	-	-	-	-	-	0.013
Total	0.094	31.131	41.508	22.185	3.945	0.896	0.214	0.027	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2 PORCENTAJE DE CALMAS : 42.95 %





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ZONA DE ALTA MAR NORTE: PUNTO SIMAR 2006009

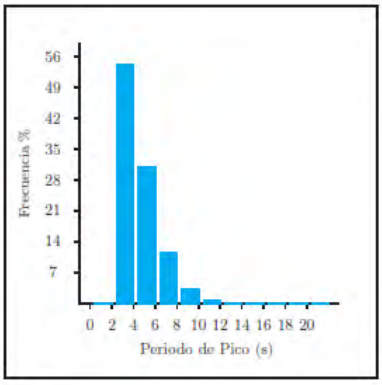
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN INVERNAL:

LUGAR : SIMAR 2006009

PERIODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Feb. 2017



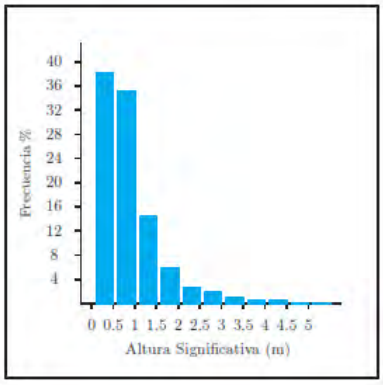
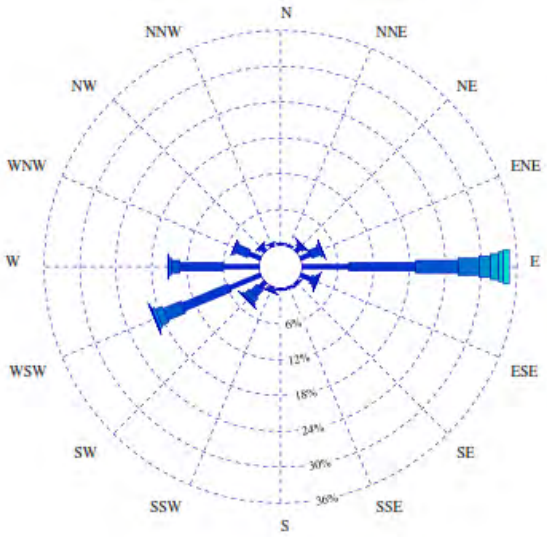
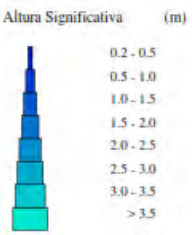


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.012	31.937	4.940	0.786	0.319	0.135	-	-	-	-	-	38.130
1.0	-	21.565	11.551	1.634	0.369	0.111	-	-	-	-	-	35.230
1.5	-	0.725	10.727	2.789	0.209	0.025	-	-	-	-	-	14.475
2.0	-	0.012	2.949	2.703	0.258	-	-	-	-	-	-	5.923
2.5	-	-	0.553	1.978	0.270	-	-	-	-	-	-	2.802
3.0	-	-	0.037	1.044	0.528	-	-	-	-	-	-	1.610
3.5	-	-	-	0.246	0.614	-	-	-	-	-	-	0.860
4.0	-	-	-	0.037	0.455	0.049	-	-	-	-	-	0.541
4.5	-	-	-	-	0.147	0.074	-	-	-	-	-	0.221
5.0	-	-	-	-	0.086	0.049	-	-	-	-	-	0.135
> 5.0	-	-	-	-	0.025	0.049	-	-	-	-	-	0.074
Total	0.012	54.239	30.757	11.219	3.281	0.492	-	-	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2 PORCENTAJE DE CALMAS : 8.65 %





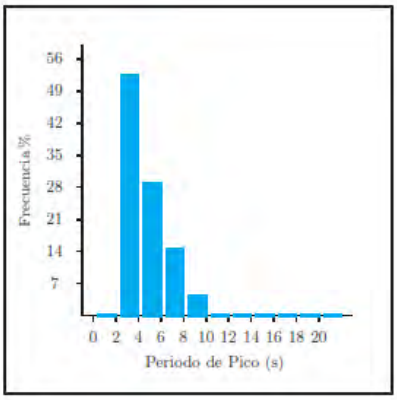
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN PRIMAVERAL:

LUGAR : SIMAR 2006009

PERIODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Feb. 2017



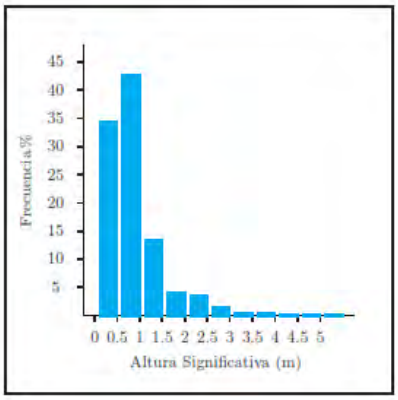
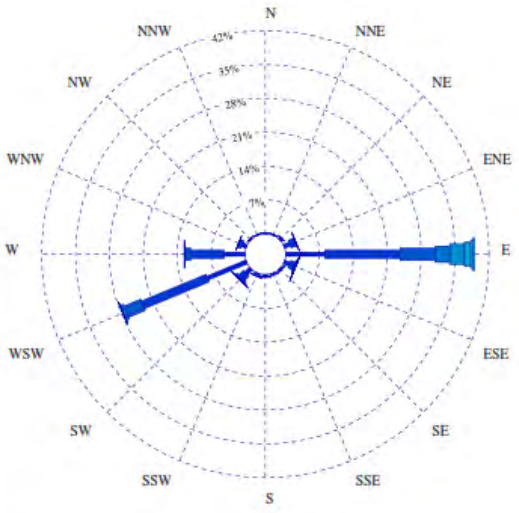


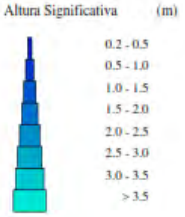
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	26.449	5.870	1.528	0.328	0.013	-	-	-	-	-	34.188
1.0	-	25.199	13.382	3.472	0.720	0.038	-	-	-	-	-	42.810
1.5	-	0.656	8.168	3.914	0.303	0.088	-	-	-	-	-	13.130
2.0	-	-	1.351	2.462	0.316	-	-	-	-	-	-	4.128
2.5	-	-	0.227	2.424	0.795	-	-	-	-	-	-	3.447
3.0	-	-	0.013	0.606	0.770	-	-	-	-	-	-	1.389
3.5	-	-	-	0.050	0.404	0.013	-	-	-	-	-	0.467
4.0	-	-	-	0.038	0.202	0.013	-	-	-	-	-	0.252
4.5	-	-	-	-	0.050	-	-	-	-	-	-	0.050
5.0	-	-	-	-	0.050	0.050	-	-	-	-	-	0.101
> 5.0	-	-	-	-	-	0.038	-	-	-	-	-	0.038
Total	-	52.304	29.011	14.493	3.939	0.252	-	-	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 6.75 %





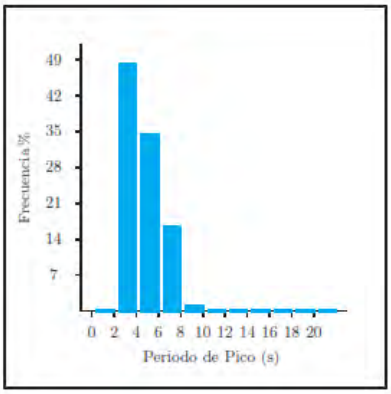
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN VERANIEGA:

LUGAR : SIMAR 2006009

PERIODO : Jun. - Ago.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Feb. 2017



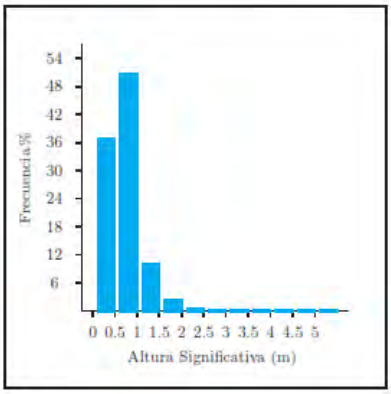
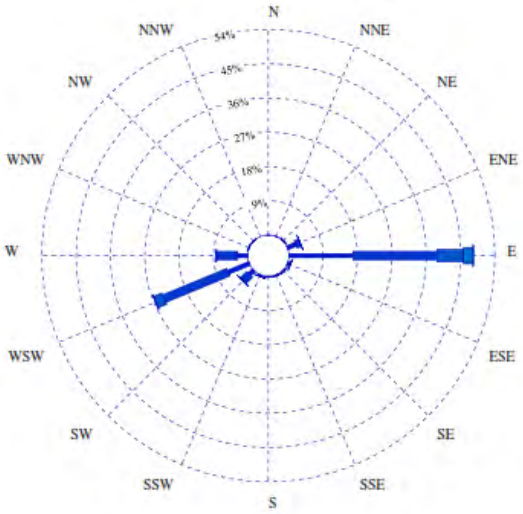


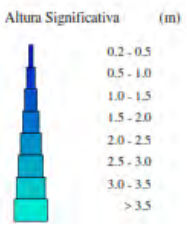
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	20.731	13.685	2.115	-	-	-	-	-	-	-	36.532
1.0	-	27.141	15.686	7.773	0.102	-	-	-	-	-	-	50.701
1.5	-	0.166	4.855	4.574	0.395	-	-	-	-	-	-	9.990
2.0	-	-	0.140	1.873	0.344	-	-	-	-	-	-	2.357
2.5	-	-	-	0.229	0.191	-	-	-	-	-	-	0.420
3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	48.038	34.365	16.565	1.032	-	-	-	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 5.77 %



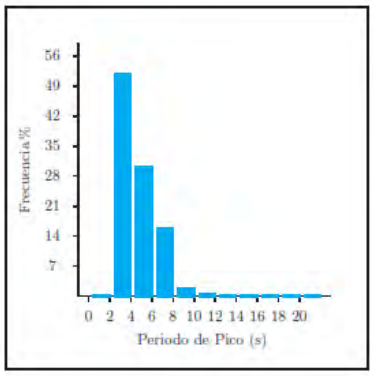


COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN OTOÑAL:

LUGAR : SIMAR 2006009

PERIODO : Sep. - Nov. SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Feb. 2017



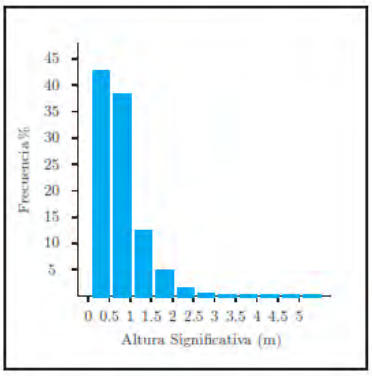
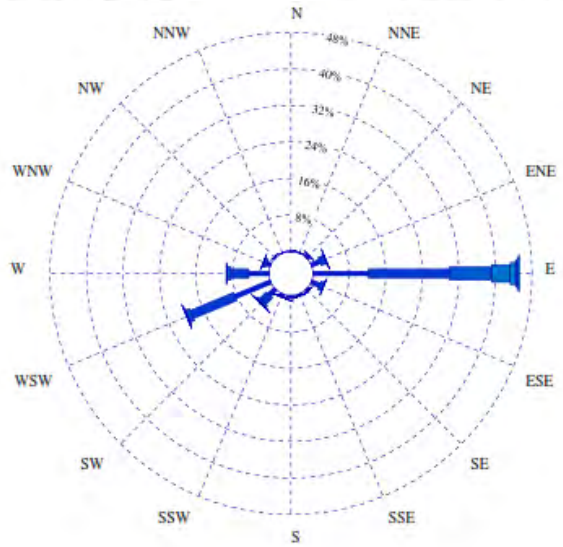
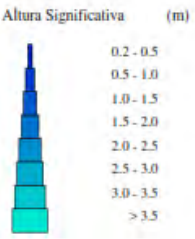


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.013	30.863	9.409	2.087	0.230	0.026	-	-	-	-	-	42.627
1.0	-	20.609	13.057	4.096	0.230	0.090	-	-	-	-	-	38.082
1.5	-	0.282	6.362	5.197	0.256	0.090	-	-	-	-	-	12.186
2.0	-	-	1.011	3.277	0.410	0.051	0.051	-	-	-	-	4.800
2.5	-	-	0.179	0.832	0.307	0.013	-	-	-	-	-	1.331
3.0	-	-	0.013	0.179	0.179	0.013	-	-	-	-	-	0.384
3.5	-	-	-	0.013	0.218	0.013	-	-	-	-	-	0.243
4.0	-	-	-	-	0.166	0.013	-	-	-	-	-	0.179
4.5	-	-	-	-	0.077	0.013	-	-	-	-	-	0.090
5.0	-	-	-	-	0.013	0.026	-	-	-	-	-	0.038
> 5.0	-	-	-	-	0.013	0.026	-	-	-	-	-	0.038
Total	0.013	51.754	30.031	15.681	2.099	0.371	0.051	-	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2 PORCENTAJE DE CALMAS : 8.98 %





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ZONA DE ALTA MAR SUR: PUNTO SIMAR 2006008

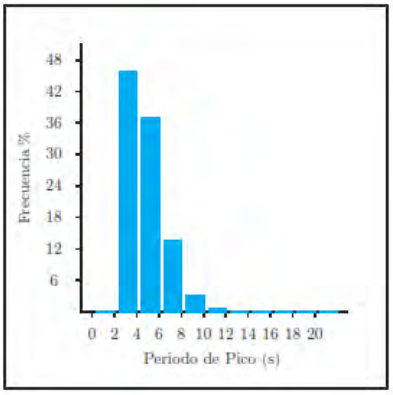
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN INVERNAL:

LUGAR : SIMAR 2006008

PERIODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Feb. 2017



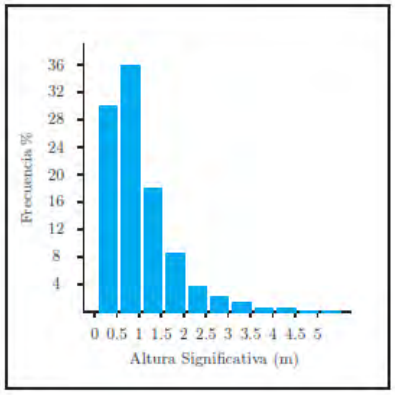
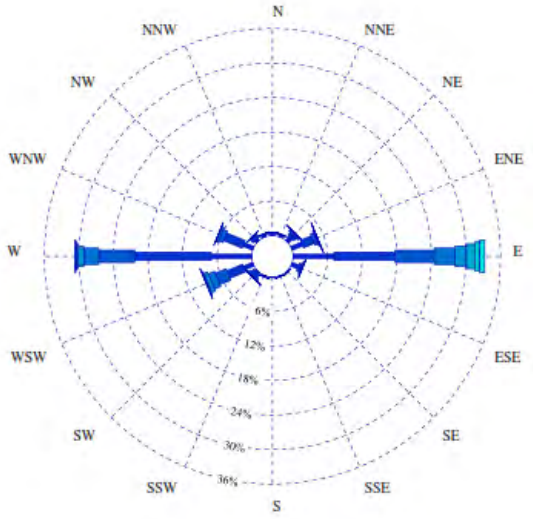


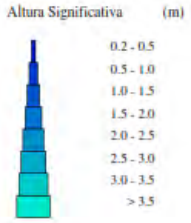
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	0.012	24.334	4.395	0.626	0.246	0.086	-	-	-	-	-	29.699
1.0	-	20.724	13.297	1.621	0.270	0.086	-	-	-	-	-	35.998
1.5	-	0.945	13.653	2.983	0.221	0.025	-	-	-	-	-	17.827
2.0	-	-	4.960	3.266	0.233	0.012	-	-	-	-	-	8.471
2.5	-	-	0.540	2.848	0.356	-	-	-	-	-	-	3.745
3.0	-	-	0.049	1.584	0.454	-	-	-	-	-	-	2.087
3.5	-	-	-	0.381	0.675	0.012	-	-	-	-	-	1.068
4.0	-	-	-	0.086	0.417	0.049	-	-	-	-	-	0.552
4.5	-	-	-	0.025	0.221	0.037	-	-	-	-	-	0.282
5.0	-	-	-	-	0.098	0.086	-	-	-	-	-	0.184
> 5.0	-	-	-	-	0.025	0.061	-	-	-	-	-	0.086
Total	0.012	46.004	36.894	13.419	3.217	0.454	-	-	-	-	-	100%

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 6.63 %





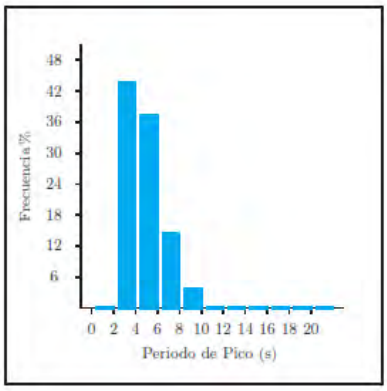
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN PRIMAVERAL:

LUGAR : SIMAR 2006008

PERIODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Feb. 2017



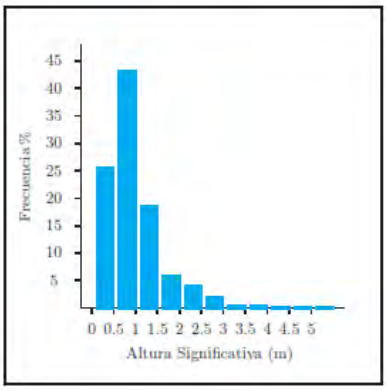
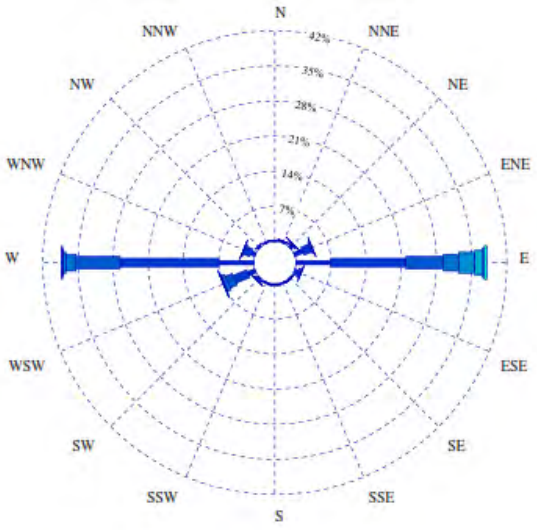


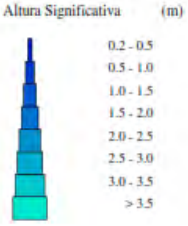
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	19.636	4.874	0.955	0.163	0.013	-	-	-	-	-	25.641
1.0	-	23.555	15.603	3.053	0.704	0.013	-	-	-	-	-	42.927
1.5	-	0.653	13.656	3.982	0.276	0.075	-	-	-	-	-	18.643
2.0	-	-	3.028	2.701	0.327	-	-	-	-	-	-	6.055
2.5	-	-	0.364	2.802	0.729	-	-	-	-	-	-	3.894
3.0	-	-	0.013	0.892	0.842	-	-	-	-	-	-	1.746
3.5	-	-	0.013	0.163	0.352	0.013	-	-	-	-	-	0.540
4.0	-	-	-	0.050	0.302	0.013	-	-	-	-	-	0.364
4.5	-	-	-	-	0.050	-	-	-	-	-	-	0.050
5.0	-	-	-	-	0.050	0.050	-	-	-	-	-	0.101
> 5.0	-	-	-	-	-	0.038	-	-	-	-	-	0.038
Total	-	43.844	37.550	14.598	3.794	0.214	-	-	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 4.69 %





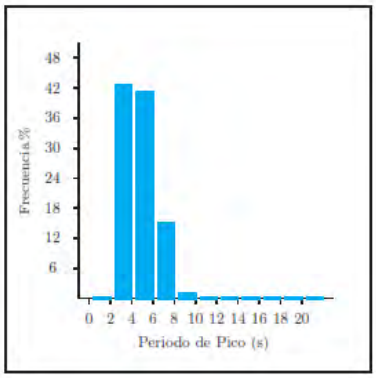
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN VERANIEGA:

LUGAR : SIMAR 2006008

PERIODO : Jun. - Ago.

SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Feb. 2017



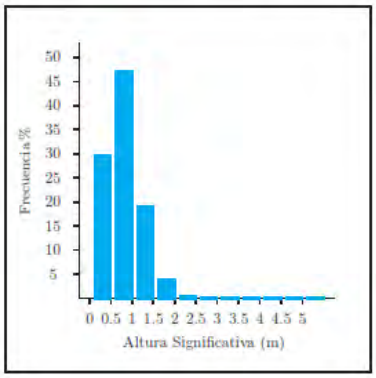
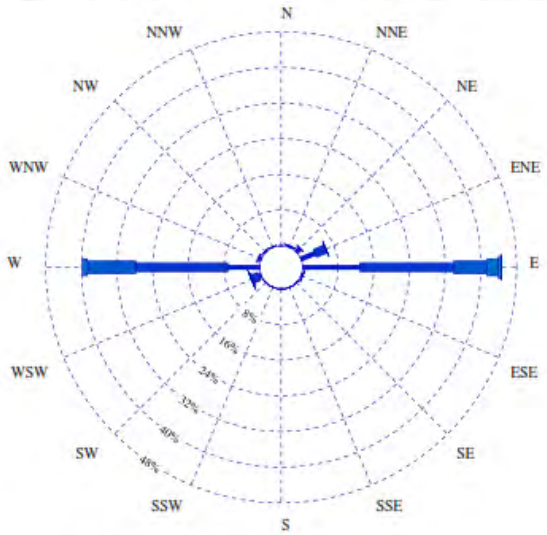


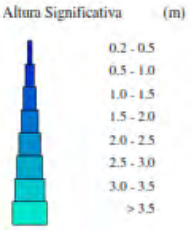
Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	17.769	10.990	1.247	-	-	-	-	-	-	-	30.005
1.0	-	23.569	16.052	7.085	0.089	-	-	-	-	-	-	46.795
1.5	-	1.221	12.783	4.503	0.356	-	-	-	-	-	-	18.863
2.0	-	-	1.336	2.048	0.369	-	-	-	-	-	-	3.752
2.5	-	-	-	0.369	0.191	-	-	-	-	-	-	0.560
3.0	-	-	-	0.013	0.013	-	-	-	-	-	-	0.025
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	42.559	41.160	15.263	1.018	-	-	-	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 3.55 %



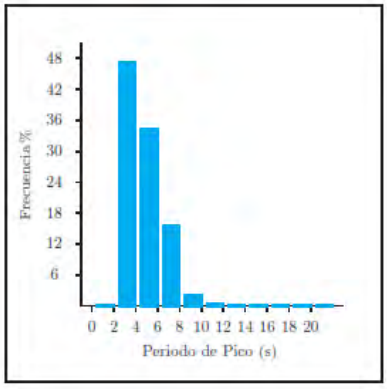


COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN OTOÑAL:

LUGAR : SIMAR 2006008

PERIODO : Sep. - Nov. SERIE ANALIZADA : Dic. 2005 - Feb. 2017



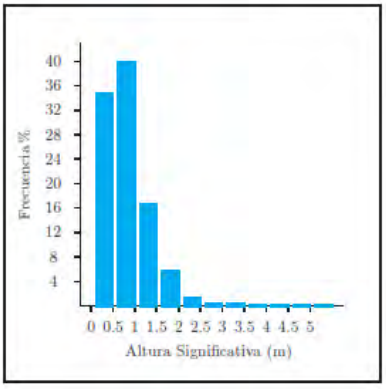
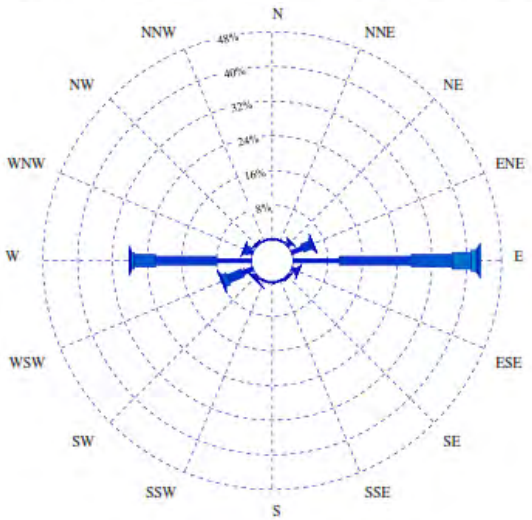
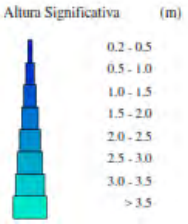


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	25.147	7.957	1.545	0.153	0.026	-	-	-	-	-	34.828
1.0	-	21.507	14.138	3.972	0.192	0.013	-	-	-	-	-	39.821
1.5	-	0.626	10.843	5.057	0.204	0.077	-	-	-	-	-	16.807
2.0	-	-	1.443	3.806	0.498	0.051	0.051	-	-	-	-	5.849
2.5	-	-	0.077	1.137	0.307	0.013	-	-	-	-	-	1.533
3.0	-	-	0.013	0.294	0.179	0.013	-	-	-	-	-	0.498
3.5	-	-	-	0.038	0.268	0.013	-	-	-	-	-	0.319
4.0	-	-	-	-	0.166	0.026	-	-	-	-	-	0.192
4.5	-	-	-	-	0.077	-	-	-	-	-	-	0.077
5.0	-	-	-	-	0.013	0.026	-	-	-	-	-	0.038
> 5.0	-	-	-	-	0.013	0.026	-	-	-	-	-	0.038
Total	-	47.280	34.470	15.849	2.069	0.281	0.051	-	-	-	-	100 %

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2 PORCENTAJE DE CALMAS : 6.66 %





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO VIII. INFORME JUSTIFICATIVO DE LA ADECUACIÓN DE LA ACTUACIÓN A LOS CRITERIOS DE COMPATIBLIDAD Y DE SU CONTRIBUCIÓN A LA CONSECUCIÓN DE LOS OBJETIVOS AMBIENTALES

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA - CEUTA

NUEVA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 132 kV, AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 220 kV, CONEXIÓN SOTERRADA 220 kV ENTRE AMBAS, LÍNEA DE INTERCONEXIÓN SUBTERRÁNEO-SUBMARINA A 132 kV, DOBLE CIRCUITO, ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA Y NUEVA SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV

Documento para la solicitud de compatibilidad con la estrategia marina de la demarcación del Estrecho y Alborán

Marzo de 2022

EMAS GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL VERIFICADA E-S-B-000013

AENOR Gestión Ambiental CGM-99/043

CLAVE

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 3
1.1 ANTECEDENTES 3
1.2 OBJETO 4
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6
2.1 DENOMINACIÓN 6
2.1 PROMOTOR 7
2.2 CARACTERÍSTICAS SIGNIFICATIVAS DE LOS ELEMENTOS PROYECTADOS 7
2.2.1 Nueva Subestación Algeciras 132 kV 7
2.2.2 Subestación 132 kV Virgen de África 13
2.2.3 Ampliación de la actual SE Algeciras 220 kV 19
2.2.4 L/132 kV Algeciras-Virgen de África 22
2.2.5 L/220 kV de Conexión de la actual SE Algeciras 220 kV con los transformadores 220/132 kV de la futura SE Algeciras 132 kV 40
2.3 PRINCIPALES MAGNITUDES DEL PROYECTO 44
2.4 CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SUBMARINO DE LA L/132 KV ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA 45
2.4.1 Perforación horizontal dirigida 46
2.4.2 Apertura de zanjas / protección del cable 49
2.4.3 Tendido del cable submarino 52
3 HÁBITATS, COMUNIDADES Y ESPECIES MARINAS DE LA ZONA DE ESTUDIO 57
4 ADECUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE COMPATIBILIDAD 58
4.1 DEMARCACIÓN MARINA AFECTADA Y OBJETIVOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS . 59
4.2 EFECTOS SOBRE LOS OBJETIVOS AMBIENTALES DE LA ESTRATEGIA MARINA DE LA DEMARCACIÓN ESTRECHO Y ALBORÁN 61
4.2.1 Objetivo ambiental A.1.1 64
4.2.2 Objetivo ambiental A.1.4 69
4.2.3 Objetivo ambiental B.1.2 71
4.2.4 Objetivo ambiental B.1.5 76
4.2.5 Objetivo ambiental B.1.9 78
4.2.6 Objetivo ambiental B.2.4 81
4.2.7 Objetivo ambiental C.2.1 84
4.2.8 Objetivo ambiental C.2.2 89
4.2.9 Objetivo ambiental C.3.5 92
5 ANÁLISIS ESPECÍFICO SOBRE LOS ESPACIOS MARINOS PROTEGIDOS 95
6 CONCLUSIÓN 97

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7 EQUIPO REDACTOR 98

8 DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS 99

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, tiene por finalidad básica "establecer la regulación del sector eléctrico garantizando el suministro de energía eléctrica con los niveles necesarios de calidad y al mínimo coste posible, asegurar la sostenibilidad económica y financiera del sistema y permitir un nivel de competencia efectiva en el sector eléctrico, todo ello dentro de los principios de protección medioambiental de una sociedad moderna".

Así la ley declara el suministro de energía eléctrica como un servicio de interés económico general estableciendo que la planificación eléctrica es una competencia de la Administración General del Estado.

La Ley 9/2006, de 28 de abril y posteriormente modificada por la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental establece la forma de evaluación ambiental de planes y programas, siendo éste el instrumento de prevención que permite integrar los aspectos ambientales en la toma de decisiones de planes y programas públicos. El procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica se establece en la Directiva Europea 2001/42/CE.

Como tal, en este proceso se analizan las diferentes alternativas del plan tanto desde el punto de vista ambiental como económico, eligiéndose aquella alternativa cuyos indicadores son más favorables.

El desarrollo futuro del sistema eléctrico la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha sido objeto recientemente de un proceso de aprobación de un nuevo ejercicio de planificación de la red de transporte de energía eléctrica para el periodo 2021-2026.

También la Ley 24/2013 establece en su artículo 6.1. d) que el transportista, (en este caso se determina como único a RED ELÉCTRICA, en su artículo 34), tiene la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

Es por ello que RED ELÉCTRICA, en el ejercicio de sus funciones, ha de construir la conexión eléctrica Península-Ceuta, incluida en la Planificación Eléctrica de la Administración del Estado y que formará parte de la red de transporte de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la mencionada Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las instalaciones y proyectos que forman parte de la interconexión eléctrica Península-Ceuta son las siguientes:

- Nueva subestación eléctrica de Transformación 220/132 kV Algeciras 132 kV.
- Nueva Subestación a 132 kV Virgen de África.
- Nueva línea de doble circuito subterráneo-submarina a 132 kV Algeciras –Virgen de África.
- Ampliación del parque de 220 kV de Algeciras dentro del edificio actual (sin ampliaciones del edificio), con dos posiciones GIS
- Conexión del parque de 220 kV con el nuevo parque de 132 kV a través de un doble circuito subterráneo a 220 kV (de aprox. 350 m) que discurrirá bajo de viales existentes y terrenos consolidados dentro del complejo petroquímico de San Roque.

Las instalaciones que componen el eje de interconexión eléctrica entre la península y Ceuta se encuentran incluidas en la “Planificación de la red de transporte de energía eléctrica con horizonte 2021-2026, aprobado en Acuerdo de Consejo de Ministros.

De conformidad con la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, el enlace subterráneo-submarino a 132 kV es una instalación de la red de transporte primario (interconexión con los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares) donde resulta órgano sustantivo y ambiental el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD). Por esta misma razón, la legislación de aplicación es la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, siendo el procedimiento aplicable al conjunto de todas instalaciones del proyecto, el de evaluación de impacto ambiental ordinaria contemplado en dichas normas.

1.2 OBJETO

De acuerdo con lo establecido en los artículos 4 y 5 y disposición transitoria única del R.D 79/2019 de 22 de febrero por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas la autorización o aprobación de las actuaciones incluidas en el ámbito de aplicación de este Real Decreto deberá contar con el informe favorable del Ministerio para la Transición Ecológica respecto de la compatibilidad de la actividad o vertido con la estrategia marina correspondiente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La presente documentación acompaña a la solicitud de compatibilidad con la estrategia marina de la Demarcación del Estrecho y Alborán del proyecto de Interconexión Eléctrica Península-Ceuta dando cumplimiento a los requerimientos establecidos en el artículo 5 del Real Decreto:

- a) Proyecto o memoria de la actuación que se pretende realizar.
- b) Documentación técnica complementaria relativa a los hábitats y especies de la zona donde se quiere realizar la actuación.
- c) Informe justificativo de la adecuación de la actuación a los criterios de compatibilidad y de su contribución a la consecución de los objetivos ambientales. En el caso de actuaciones que se desarrollen en espacios marinos protegidos, este informe deberá incluir, además, un análisis específico en relación a los valores protegidos presentes en estos espacios y una justificación de que la actuación es compatible con la conservación de estos valores.

Concretamente, los contenidos solicitados en el apartado a), son incorporados en el cuerpo del presente documento a modo de síntesis de las características del proyecto en base a los aspectos más relevantes del mismo en relación con sus posibles incidencias sobre los aspectos ambientales marinos.

Los contenidos solicitados en el apartado b) son incorporados como Documento Complementario I (DC I) al presente documento, suponiendo este DC I una extracción de los contenidos del EIA del Proyecto de Interconexión Eléctrica Península-Ceuta relacionados con los diagnósticos y evaluación de impactos del proyecto en el medio marino.

Por último, los contenidos del apartado c) son incorporados en el cuerpo del presente documento y, en relación con el desarrollo del proyecto en espacios naturales protegidos se adjunta como Documento Complementario II (DC II), el Informe de Evaluación de las Repercusiones sobre los Espacios Red Natura 2000 del Proyecto de Interconexión Eléctrica Península-Ceuta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

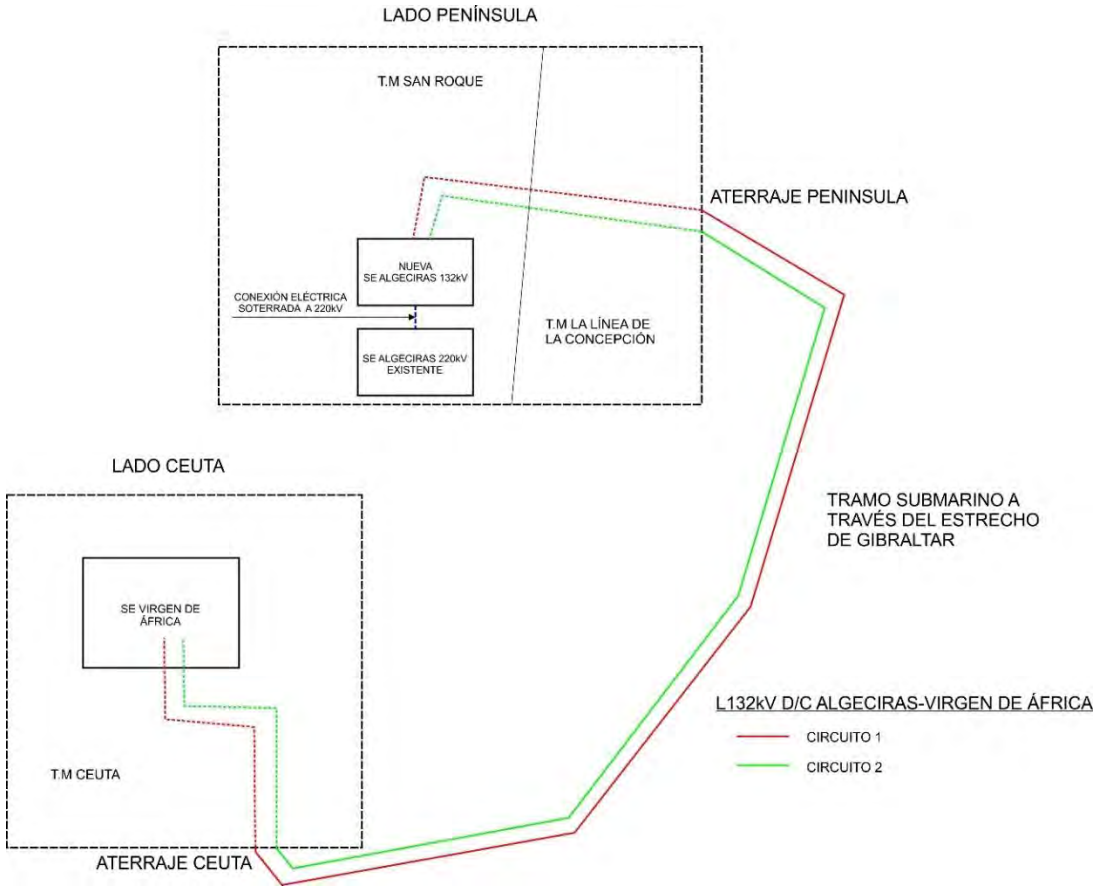
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 DENOMINACIÓN

El proyecto objeto de este informe es la Interconexión Eléctrica Submarina Península – Ceuta. Este proyecto, está constituido por las siguientes instalaciones:

- Nueva subestación eléctrica de Transformación 220/132 kV Algeciras 132 kV.
- Ampliación del parque de 220 kV de Algeciras dentro del edificio actual (sin ampliaciones del edificio), con dos posiciones GIS.
- Conexión del parque de 220 kV con el nuevo parque de 132 kV a través de un doble circuito subterráneo a 220 kV (de aprox. 350 m) que discurrirá bajo de viales existentes y terrenos consolidados dentro del complejo petroquímico de San Roque.
- Nueva Subestación eléctrica 132 kV Virgen de África.
- Nueva línea DC, soterrada y submarina a 132 kV Algeciras–Virgen de África

Esquema de las actuaciones proyectadas (sin escalar)



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.1 PROMOTOR

Se identifican a continuación a la sociedad promotora del proyecto y a la persona de contacto a efectos de comunicación:

- Promotor:
  - Red Eléctrica de España S.A.U.
  - CIF: B-85309219
  - Paseo Conde De Los Gaitanes Nº 177, CP: 28109 - (La Moraleja) Alcobendas - Madrid)

- Persona de contacto a efectos del trámite:
  - Pablo Pombo Fragero
  - Calle Inca Garcilaso 1, Isla de la Cartuja– CP: 41092 Sevilla
  - Email: pablo.pombo@ree.es
  - Teléfono: 954 46 20 12

2.2 CARACTERÍSTICAS SIGNIFICATIVAS DE LOS ELEMENTOS PROYECTADOS

2.2.1 Nueva Subestación Algeciras 132 kV

2.2.1.1 Localización y descripción general

El proyecto de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV se sitúa en el término municipal de San Roque en terrenos periféricos del Complejo Petroquímico de CEPSA, junto al arroyo de Cachón que actualmente tienen un uso como aparcamientos y vestuarios y otros servicios de las empresas de contrata del complejo. Las coordenadas centrales de la ubicación son (X: 285.379, Y: 4.007.175).

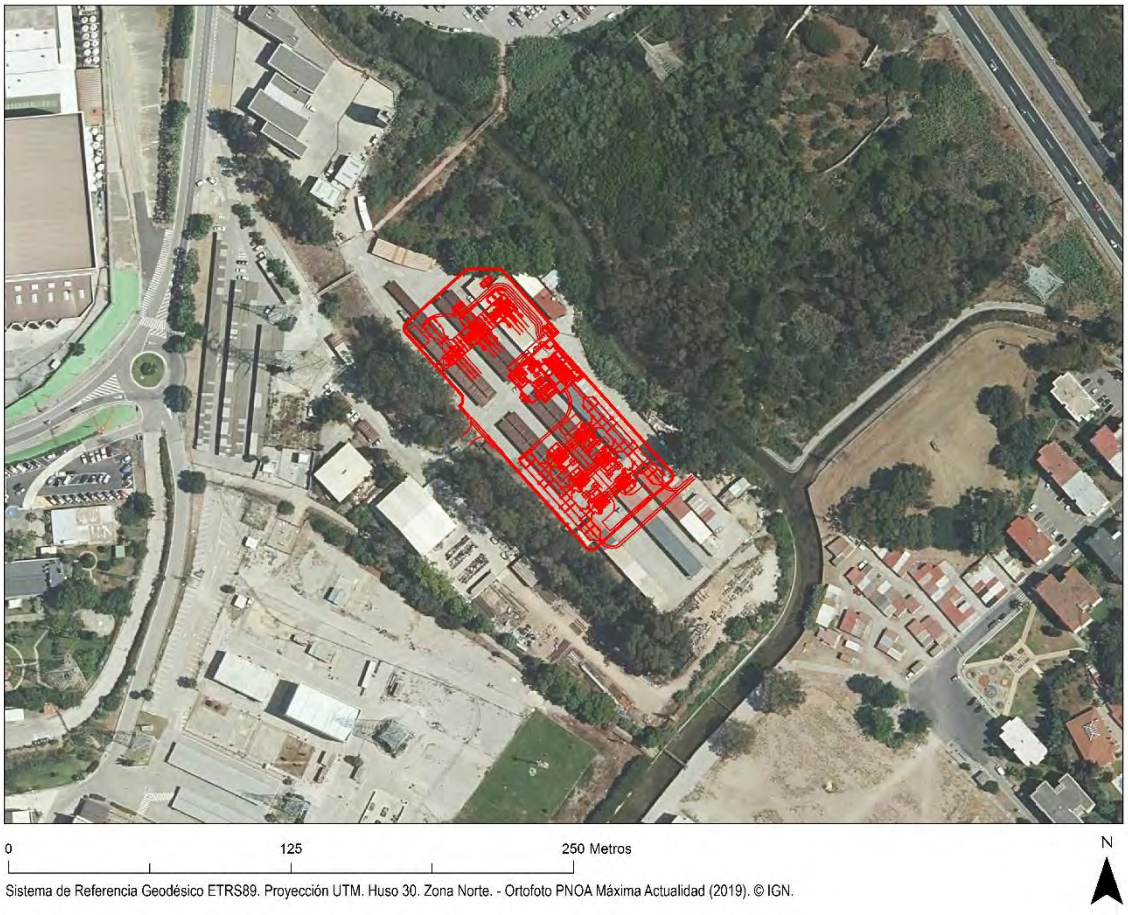
El acceso provisional se produce por vías asfaltadas del propio complejo atravesando en última instancia el puente existente sobre el antiguo cauce histórico que fue reconducido al actual arroyo del Cachón. El acceso principal a futuro se realizará a partir del futuro viario proyectado por CEPSA que discurrirá por el lateral este de la subestación.

La actuación consiste en diseñar y construir un nuevo parque denominado Algeciras 132 kV, próximo a la SE existente a 220 kV, mediante tecnología blindada de interior con envolvente metálica y aislamiento en Hexafluoruro de Azufre (SF_6), configuración de interruptor y medio,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

equipada con seis posiciones de interruptor y contando con espacio futuro para tres posiciones de interruptor no equipadas. La actuación incluye seis posiciones de interruptor AIS para reactancias asociadas a los cables del enlace submarino y una posición para reactancia asociada a las barras de 132 kV. También se incluyen 2 transformadores trifásicos 220 / 132 kV de 125 MVA de potencia cada uno que se conectarán mediante cables aislados a las posiciones GIS en las posiciones 132 kV. También se incluyen 7 reactancias regulables de 20 MVar cada una de 132 kV, 6 de las cuales se conectarán de manera solidaria al enlace submarino y una de ellas a las barras de la nueva subestación Algeciras 132 kV.

Nueva Subestación Algeciras 132 kV



Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV, REE 2021.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Atendiendo las características ambientales del emplazamiento seleccionado esta instalación se realiza con tecnología GIS en interior, excepto máquinas y la aparamenta necesaria para operar las REAS que se desarrollará en tecnología convencional.

De acuerdo con los criterios establecidos en el Procedimiento de Operación 13.3 Instalaciones de la Red de Transporte se ha proyectado que el parque de 132 kV de la subestación Algeciras se construyan con configuración de interruptor y medio al tratarse de una parte fundamental del enlace de interconexión eléctrica entre un territorio aislado y la península.

El parque GIS de 132 kV en la subestación de Algeciras responde a las siguientes características principales.

Descripción general del parque GIS

Elemento	Valor
Tecnología	GIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Blindada interior
Configuración	Interruptor y medio
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31,5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV, REE 2021.

Los parques de reactancias y transformación 132 kV en la subestación Algeciras responde a las siguientes características principales:

Descripción general del parque de reactancias

Elemento	Valor
Tecnología	AIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Intemperie
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31,5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV, REE 2021.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.2.1.2 Sistema eléctrico

Red de tierras

Con el fin de conseguir tensiones de paso y contacto seguras, la subestación está dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre, enterrada en el terreno, formando retículas que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Se conectarán a la red de tierras de la subestación todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas, como la estructura metálica, las bases del aparellaje y los neutros de transformadores de medida, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Además, con el objeto de proteger los equipos de descargas atmosféricas directas, la subestación está dotada con una malla de tierras superiores, unida a la malla de tierra de la instalación a través de robustos elementos metálicos, lo que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla y la protección frente a descargas atmosféricas de toda la instalación.

Embarrados

Los conductores del parque 132 kV estarán dispuestos en dos niveles:

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 4,5 m de altura. Se realizarán con tubo de aluminio y cable de aluminio.
- Embarrados altos, barras principales de tubo de aluminio a 7,5 m de altura en configuración apoyada sobre aisladores soporte.

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan sólo a su limpieza y montaje posterior.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En todos los tramos superiores a 6 m se ha previsto la instalación en el interior de la tubería de cables de amortiguación. Estos serán del mismo tipo y características indicados para los embarrados en cable en formación simple.

El amarre de las conexiones tendidas a los pórticos se realizará mediante doble cadena de aisladores de vidrio y contemplada con la piecería adecuada.

La unión entre conductores y entre éstos y el aparellaje se realizará mediante piezas de conexión provistas de tornillos de diseño embutido, y fabricadas según la técnica de la masa anódica.

2.2.1.3 Edificaciones

Edificio de mando y control

Se construirá un edificio de una planta que servirá de mando y control para la subestación y que dispondrá de las siguientes salas:

- Sala GIS
- Sala de control y comunicaciones
- Sala de servicios auxiliares
- Aseos
- Taller
- Almacén

Este edificio tendrá una dimensión total de unos 495 m^2, teniendo forma aproximadamente cuadrada de 25,3 x 21,6 m, con una altura máxima la sala GIS de 10,40 m y de 5 m el resto.

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto con sótano en sala GIS, cerramiento prefabricado con peto y cubierta plana con placas alveolares o vigas delta e impermeabilización. La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico.

La sala de control, de comunicaciones y servicios auxiliares contarán con falso suelo. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables.

Para la climatización del Edificio se instalarán dos equipos de aire acondicionado en la sala de control y comunicaciones, y se instalará uno más en la sala de servicios auxiliares; además se instalarán radiadores eléctricos con termostato para calefacción en todas las dependencias.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

En la sala de servicios auxiliares se instalará un extractor para ventilación y un equipo de aire acondicionado.

2.2.1.4 Otras instalaciones

- Sistema de control. El sistema de control estará formado por una unidad central, puesto de operación duplicado y unidades locales distribuidas. La unidad central es la encargada de comunicarse con el despacho eléctrico.

- Sistema de protecciones: Conforme a lo requerido en los “Criterios generales de protección del Sistema Eléctrico Peninsular” se ha previsto la instalación de sistemas de protección para todos los equipamientos eléctricos: embarrados, interruptor, posiciones de línea, posiciones de transformador de transporte y posiciones de reactancia.

- Los servicios auxiliares de la subestación se dividen en Servicios Auxiliares de Corriente Alterna (ca) y Servicios Auxiliares de Corriente Continua (cc). Las tensiones nominales serán 400/230 V, 50 Hz de c.a. y 125 V y 48 V de c.c.

- Sistema de telecomunicaciones: Se ha previsto complementar la red de telecomunicaciones existente/instalar una red de telecomunicaciones con los equipos precisos que permitan asegurar el correcto funcionamiento del telecontrol y del telemando, de los sistemas de protección y de las necesidades de telegestión remota de los equipos de la instalación.

- El alumbrado de los viales será mediante luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 lux mientras que los niveles de iluminación en las distintas áreas serán de 500 lux en salas de control y de comunicaciones, y de 300 lux en el resto de salas.

- Los alumbrados de emergencia del edificio y casetas, estarán situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal, si así estuviese seleccionado, con autonomía de una 1 hora.

- Se instalarán detectores de incendios en los todos los edificios y casetas de la Subestación. Serán del tipo analógicos ópticos, excepto en el almacén y campana exterior que serán termo-velocimétricos. También se dispondrán de los correspondientes extintores en el

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

edificio tanto de CO_2 como de polvo, así como carros extintores de 50 kg de polvo para el parque.

- El sistema anti-intrusismo estará compuesto por contactos magnéticos, detectores volumétricos de doble tecnología y sirena exterior. Se adecuará una central para controlar el sistema de incendios e intrusión, encargado de activar y transmitir las alarmas generadas. Se dispondrá de cámaras de seguridad en la subestación ubicadas según indicaciones del departamento de seguridad de Red Eléctrica.

Drenajes

En la plataforma se han previsto los tubos drenantes necesarios para evacuar las aguas en un tiempo razonable, de forma que no se produzca acumulación de agua en la instalación y se consiga la máxima difusión posible de las aguas de lluvia realizada la ampliación de la subestación.

La recogida de las aguas residuales se ha previsto con depósito estanco de poliéster reforzado con fibra de vidrio capaz de retener por un periodo determinado de tiempo las aguas servidas domésticas y equipado con tapa de aspiración y vaciado.

2.2.2 Subestación 132 kV Virgen de África

2.2.2.1 Localización y descripción general

El emplazamiento de la subestación se localiza en el término municipal de la Ceuta, sobre terrenos urbanos correspondientes al puerto comercial de Ceuta siendo la titularidad de la Autoridad Portuaria de Ceuta MOPT, concretamente en la parcela con referencia catastral 0348012TE9704N (X: 290.187, Y: 3.974.623). Esta ubicación se encuentra en la zona límite del puerto hacia la ciudad, concretamente en la calle 44, desde la que se accederá a la SE.

La instalación consta de una explanación prácticamente rectangular con unas dimensiones de 126 m x 47 m, suponiendo un total de unos 6.405 m^2 de ocupación de pleno dominio. Dentro de esta superficie se implantarán el parque de 132 kV con todos sus equipamientos eléctricos, el edificio de control y GIS y el edificio de almacén y taller.

En el marco del proyecto se realizará un acerado perimetral de 1,80 m adoquinado o con baldosa hidráulica.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El emplazamiento se encuentra justo al lado de la Central Térmica de Ceuta que alimenta actualmente a la Ciudad Autónoma con carácter de exclusividad. Es desde las barras de la propia central de generación desde donde parte la red de distribución eléctrica de Ceuta, por lo que el emplazamiento de la nueva SE al lado de la central minimizará la necesidad de nuevas infraestructuras de enlace entre la Red de Transporte y la Red de Distribución.

Localización de la Subestación 132 kV Virgen de África

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Virgen de África 132 kV, REE. 2021.

El proyecto de la nueva subestación Virgen de África 132 kV se realiza con tecnología GIS atendiendo a las características ambientales del emplazamiento seleccionado para la misma.

De acuerdo con los criterios establecidos en el Procedimiento de Operación 13.3 Instalaciones de la Red de Transporte se ha proyectado que el parque de 132 kV de la subestación Virgen de África se construya con configuración de interruptor y medio.

La nueva subestación Virgen de África se proyecta de tecnología blindada de interior con envolvente metálica y aislamiento en Hexafluoruro de Azufre (SF_6), con-figuración de interruptor y medio, equipada con seis posiciones de interruptor y contando con espacio futuro para tres posiciones de interruptor no equipadas. La actuación incluye dos posiciones de interruptor AIS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

para reactancias asociadas a las barras de 132 kV y las correspondientes 2 reactancias de 132 kV que se conectarán a las barras de la nueva subestación Virgen de África 132 kV

El parque GIS de 132 kV en la subestación de Virgen de África responde a las siguientes características principales.

Descripción del parque GIS

Elemento	Valor
Tecnología	GIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Blindada interior
Configuración	Interruptor y medio
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31.5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Virgen de África 132 kV, REE 2021.

El parque de reactancias de 132 kV AIS en la subestación de Virgen de África responde a las siguientes características principales.

Descripción del parque GIS

Elemento	Valor
Tecnología	AIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Intemperie
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31.5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Virgen de África 132 kV, REE 2021.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.2.2.2 Sistema eléctrico

Red de tierras

Con el fin de conseguir tensiones de paso y contacto seguras, la subestación está dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre, enterrada en el terreno, forman-do retículas que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Se conectarán a la red de tierras de la subestación todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas, como la estructura metálica, las bases del aparellaje y los neutros de transformadores de medida, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Con el objeto de proteger los equipos de descargas atmosféricas directas, la subestación está dotada con una malla de tierras superiores, unida a la malla de tierra de la instalación a través de robustos elementos metálicos, lo que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla y la protección frente a descargas atmosféricas de toda la instalación.

Embarrados

Los conductores del parque 132 kV estarán dispuestos en un nivel:

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 4,5 m de altura. Se realizarán con tubo de aluminio.

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan solo a su limpieza y montaje posterior.

En todos los tramos superiores a 6 m se ha previsto la instalación en el interior de la tubería de cables de amortiguación. Estos serán del mismo tipo y características indicados para los embarrados en cable en formación simple.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.2.2.3 Edificaciones

Edificio GIS y de control

Se ha previsto un edificio destinado para albergar las celdas de AT de 66 KV donde se ubican los equipos encapsulados que dispone de una planta bajo rasante, para facilitar el tendido de los cables y otro edificio que albergue las dependencias auxiliares.

Este edificio dispondrá de:

- Sala GIS con sótano
- Sala de control y comunicaciones
- Sala de servicios auxiliares
- Sala de reuniones
- Sala multiusos
- Aseo

Albergará el edificio los equipos de comunicaciones de toda la subestación, la unidad central y monitores del sistema de control digital, equipos cargador-batería cuadros de servicios auxiliares de c.c. y c.a y centralitas de alarmas de los sistemas de seguridad y anti-intrusismo.

Este edificio tendrá una dimensión total de unos 548 m^2, teniendo forma de “L” contando por un lado con la sala GIS de 268 m^2 (22,3 x 12 m) y 10,4 m de altura. Se sitúan el resto de salas con una superficie aproximada de 280 m^2 y una altura de 5 m.

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto, cerramiento prefabricado con voladizo superior y peto y cubierta plana (o inclinada con viga delta) con placas alveolares e impermeabilización. La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico.

Las salas de control, de comunicaciones y servicios auxiliares contarán con falso suelo. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables. La sala GIS incluye sótano.

Para la climatización del edificio se instalarán dos equipos de aire acondicionado solo frío en la sala de control y comunicaciones, y se instalará uno más en la sala de servicios auxiliares; además se instalarán radiadores eléctricos con termostato para calefacción en todas las dependencias.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

En la sala de servicios auxiliares se instalará un extractor para ventilación y un equipo de aire acondicionado.

Edificio de almacén-taller

Se ha previsto un edificio destinado al almacenamiento de material de repuestos y taller con unas dimensiones de 200 m^2 (20 x 10 m) y una altura de 8 m.

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto y paredes blanco Macael (si la visibilidad con el cerramiento perimetral fuese aparentemente nula las paredes se propondrán gris hormigón), cerramiento en bloque o panel sandwich con cubierta en cercha metálica e impermeabilización. Cubierta: plana y grava preferentemente de cantera local. Los acabados de Carpintería externa será RAl tipo teja/burdeos.

La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico. El edificio estará equipado con un puente grúa.

2.2.2.4 Otras instalaciones

- Sistema de control. El sistema de control estará formado por una unidad central, puesto de operación duplicado y unidades locales distribuidas. La unidad central es la encargada de comunicarse con el despacho eléctrico.

- Sistema de protecciones: Conforme a lo requerido en los “Criterios generales de protección del Sistema Eléctrico Peninsular” se ha previsto la instalación de sistemas de protección para todos los equipamientos eléctricos: embarrados, interruptor, posiciones de línea y posición de reactancia.

- Los servicios auxiliares de la subestación se dividen en Servicios Auxiliares de Corriente Alterna (ca) y Servicios Auxiliares de Corriente Continua (cc). Las tensiones nominales serán 400/230 V, 50 Hz de c.a. y 125 V y 48 V de c.c.

- Sistema de telecomunicaciones: Se ha previsto complementar la red de telecomunicaciones existente/instalar una red de telecomunicaciones con los equipos precisos que permitan

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

asegurar el correcto funcionamiento del telecontrol y del telemando, de los sistemas de protección y de las necesidades de telegestión remota de los equipos de la instalación.

- El alumbrado de los viales será mediante luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 lux mientras que los niveles de iluminación en las distintas áreas serán de 500 lux en salas de control y de comunicaciones, y de 300 lux en el resto de salas.

- Los alumbrados de emergencia del edificio y casetas, estarán situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal, si así estuviese seleccionado, con autonomía de una 1 hora.

- Se instalarán detectores de incendios en los todos los edificios y casetas de la Subestación. Serán del tipo analógicos ópticos, excepto en el almacén y campana exterior que serán termo-velocimétricos. También se dispondrán de los correspondientes extintores en el edificio tanto de CO2 como de polvo, así como carros extintores de 50 kg de polvo para el parque.

- El sistema anti-intrusismo estará compuesto por contactos magnéticos, detectores volumétricos de doble tecnología y sirena exterior. Se adecuará una central para controlar el sistema de incendios e intrusión, encargado de activar y transmitir las alarmas generadas. Se dispondrá de cámaras de seguridad en el parque ubicadas según indicaciones del departamento de seguridad de Red Eléctrica.

Instalaciones del ciclo del agua

El proyecto se conectará a la red de abastecimiento y saneamiento municipal.

2.2.3 Ampliación de la actual SE Algeciras 220 kV

El proyecto en relación con la subestación Algeciras 220 kV consiste en la ampliación de las instalaciones eléctricas de la misma para albergar dos nuevas posiciones GIS a la que conectar la nueva subestación Algeciras 132 kV.

Esta ampliación de posiciones se producirá dentro del edificio actual, sin necesidad de modificar la actual estructura del edificio y por tanto sin ampliaciones del mismo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concretamente la actuación consiste en la ampliación de la subestación ALGECIRAS 220 kV tipo AIS con configuración de Doble barra. El esquema unifilar del parque de 220 kV donde se recogen las actuaciones a realizar se muestra a continuación.

Subestación eléctrica Algeciras 220 kV (en rojo las nuevas posiciones GIS dentro del edificio)

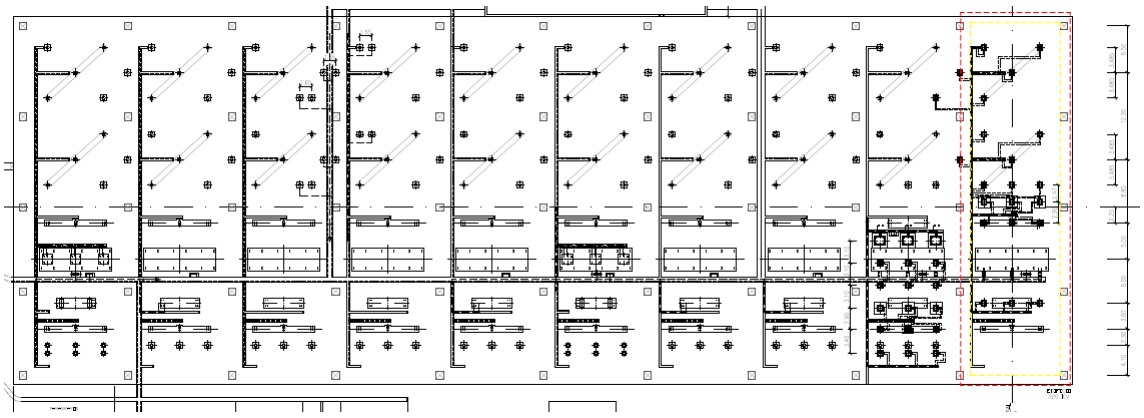
La configuración y disposición general de la SE Algeciras 220 kV responde la siguiente distribución en su estado actual y con la ampliación prevista:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Configuración y disposición general de la SE Algeciras 220 kV

Calle	Existente		Con la ampliación		
	Posición	Nº de interruptores	Posición	Nº de interruptores	Nº de interruptores nuevos
1	TM1 (G1)/TM2 (G2)	1	TM1 (G1)/TM2 (G2)	1	0
2	Puerto Real	1	Puerto Real	1	0
3	TRP1	1	TRP1	1	0
4	TRP2	1	TRP2	1	0
5	T. Nueva Casares	1	T. Nueva Casares	1	0
6	TM 3 (G3)	1	TM 3 (G3)	1	0
7	Pinar del Rey 1	1	Pinar del Rey 1	1	0
8	Pinar del Rey 2	1	Pinar del Rey 2	1	0
9	TRP3	1	TRP3	1	0
10	ACP (AIS)	1	**ACP (GIS)**	**0**	**1**
11			**Algeciras 1 (GIS)**	**0**	**1**
12			**Algeciras 2 (GIS)**	**0**	**1**

Configuración y disposición general de la SE Algeciras 220 kV



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.2.4 L/132 kV Algeciras-Virgen de África

2.2.4.1 Características globales

La L/132 kV Algeciras-Virgen de África se corresponde con una línea de interconexión subterráneo-submarina de transporte de energía eléctrica, de doble circuito a 132 kV, con una longitud aproximada de 68.919 m para el circuito 1 y 66.915 m para el circuito 2, que conectará la nueva subestación en proyecto Algeciras 132 kV, situada en el término municipal de San Roque (provincia de Cádiz), con la nueva subestación en proyecto de Virgen de África 132 kV, situada en la Ciudad Autónoma de Ceuta, que formará parte de la red de transporte primario de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la citada Ley 24/2013.

La conexión de enlace eléctrico Península-Ceuta estará compuesto por los siguientes tramos:

- Tramo subterráneo lado Península: entre la subestación de Algeciras 132 kV y la zona de la playa de Torre Nueva-La Hacienda, mediante cables subterráneos y longitud aproximada de 9,17 km el circuito 1 y 9,14 km el circuito 2 a través de zanja hormigonada en tramos de simple y doble circuito y tres tramos en perforación horizontal dirigida.

- Tramo submarino a través del Estrecho de Gibraltar: entre la costa de La Línea de la Concepción (explanada en camino de tierra de la playa de Torre Nueva) y la costa de Ceuta (aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo). Longitud aproximada de 58.144 km el circuito 1 y 56,187 km el circuito 2.

- Tramo subterráneo lado Ceuta: entre el aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo y la nueva subestación de Virgen de África, mediante cables subterráneos y longitud aproximada de 1.600 m para el circuito 1 y el circuito 2 a través de zanja hormigonada en tramos de simple y doble circuito.

El trazado subterráneo en Península se inicia desde el futuro parque de Algeciras 132 kV, en el término municipal de San Roque, en 2 zanjas hormigonadas de simple circuito desde las respectivas posiciones de la subestación, que inician una perforación horizontal dirigida desde la plataforma del parque de 132 kV de la subestación de Algeciras para cruzar por debajo del arroyo Cachón que bordea la subestación y la autovía CA-34, hasta llegar a una zona próxima a la vía de ferrocarril existente sin servicio ubicado al norte de la autovía CA-34.

A continuación, el trazado subterráneo se dirige en paralelo con la vía de ferrocarril existente sin servicio durante aproximadamente 2 km próximo al talud de dicha vía, atravesándola por debajo

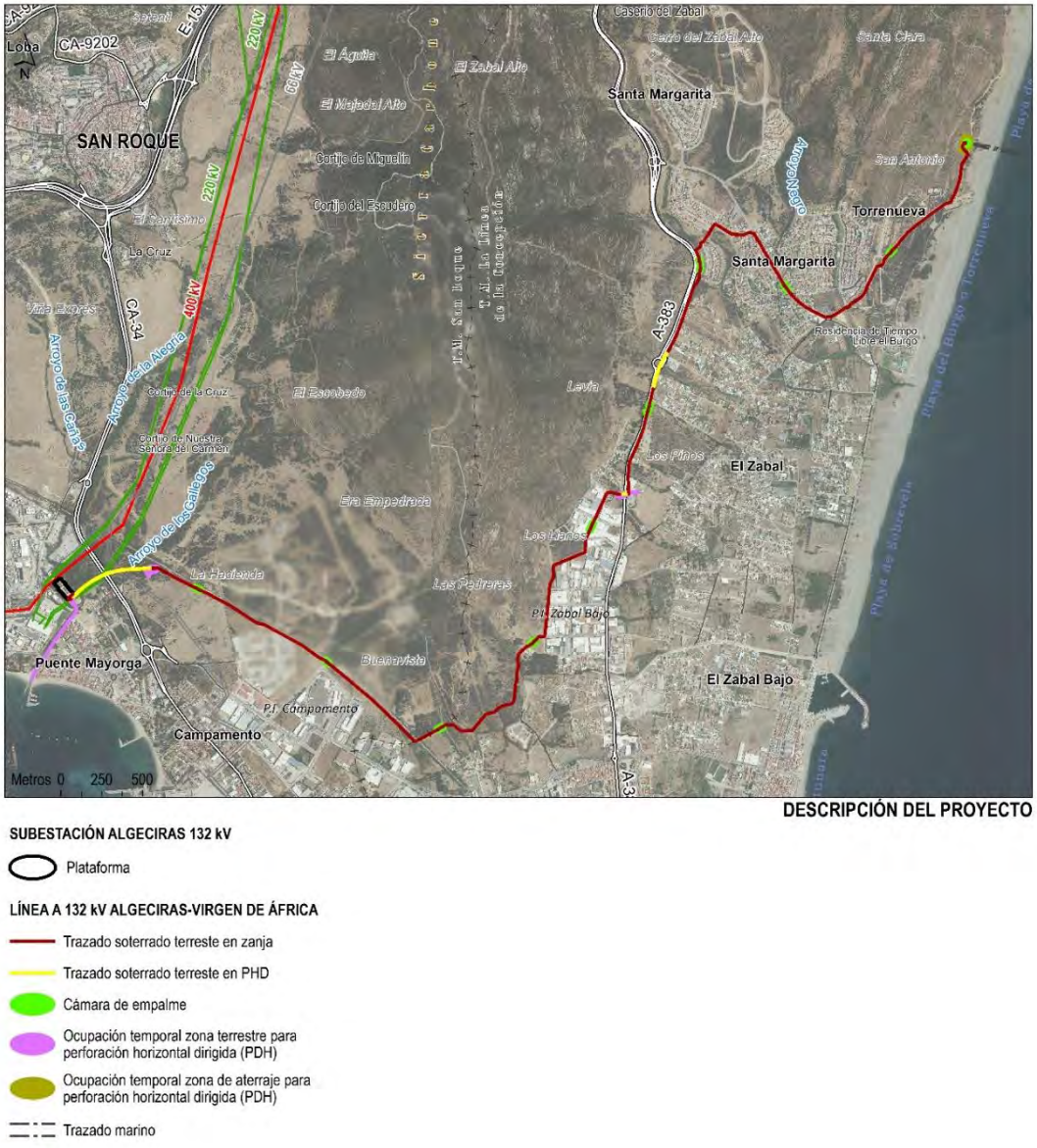
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

a través de un paso existente para dirigirse hacia el término municipal de La Línea de la Concepción. Una vez alcanzado el término municipal de La Línea de la Concepción, el trazado subterráneo recorre un camino de tierra municipal durante un tramo de aproximadamente 900 metros hasta alcanzar el polígono de El Zabal, recorriendo las calles Zabal, camino Sierra Carbonera, calle de la Traiña y calle Los Mirlos, hasta atravesar en perforación dirigida la carretera A-383, cogiendo un paralelismo con dicha carretera de aproximadamente 700 metros hasta el Camino de La Viña, donde atraviesa en una nueva perforación dirigida una rotonda de la carretera A-383, continuando posteriormente por el camino de servicio de dicha carretera hasta alcanzar la urbanización Santa Margarita a través de la calle del Arroyo.

Dentro de Santa Margarita, la zanja hormigonada recorre bajo viales asfaltados las calles del Arroyo, avenida del Estrecho y avenida de El Burgo hasta alcanzar el Camino de Estepona. Posteriormente, el trazado subterráneo recorre en zanja hormigonada por debajo del asfalto el Camino de Estepona durante aproximadamente 1,1 km hasta llegar al aparcamiento asfaltado de Torre Nueva, continuando posteriormente por debajo del Camino de Estepona en zanja bajo camino de tierra hasta el punto de aterraje, donde se ubicarán las 2 cámaras de transición de cable subterráneo a submarino en zona de servidumbre de protección de costas y fuera de la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Trazado subterráneo lado Península desde SE Algeciras 132 kV a playa Torre Nueva en zanja doble circuito



El tramo submarino tiene una longitud aproximada de 58,144 km para el circuito 1 y 56,187 km para el circuito 2, y discurre a una profundidad del fondo marino máxima de 900 metros. La profundidad del enterramiento medio en el lecho marino será de 1 metro.

En la salida de la costa de La Línea de la Concepción está previsto realizar dos perforaciones dirigidas independientes en paralelo de aproximadamente 1.038 metros de longitud cada una, con un diámetro exterior previsto de 500 mm, desde una explanada existente próxima al camino

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

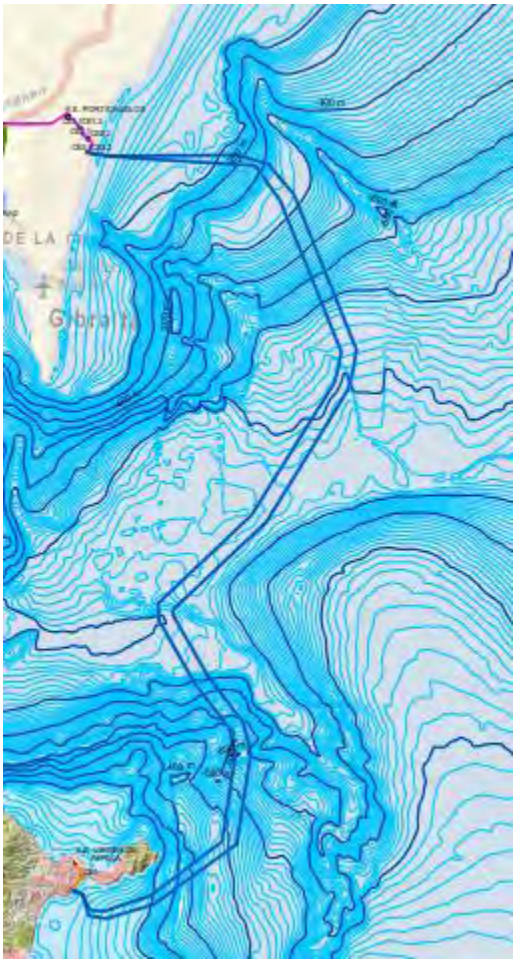
de tierra de la playa de Torre Nueva hasta la cota batimétrica de -11,4 metros bajo la superficie del agua.

Igualmente, a la llegada a la costa de Ceuta están previstas dos perforaciones dirigidas independientes en paralelo de aproximadamente 490 metros de longitud cada una, con un diámetro exterior previsto de 500 mm. Las perforaciones se ejecutarán desde el aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo hasta la cota batimétrica de -17 metros bajo la superficie del agua.

Cada uno de los cables submarinos se tenderá en una pieza o longitud única, no previéndose realizar empalmes en ninguno de los cables submarinos durante el tendido. Los empalmes internos del cable ya vendrán realizados de fábrica. Se estima que los trabajos se desarrollen en dos campañas marinas, una por cada circuito, aunque este punto está bajo análisis en función del estado del arte y desarrollo de los recursos marinos disponibles en la fecha requerida para el despliegue de los conductores en el fondo marino.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Trazado submarino enlace Península-Ceuta desde La Línea de la Concepción hasta Ceuta



Los cables submarinos llegarán a Ceuta en la zona del aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo, desde donde se dirigirán a la Avenida Martínez Catena (N-352) que recorrerán en 2 zanjas de simple circuito en paralelo a la misma por las aceras y viales existentes, hasta alcanzar el túnel de Salas. Posteriormente, el trazado de los cables continua en zanja de doble circuito por el interior del túnel hasta la salida del mismo, atravesando los jardines de Argentina para discurrir en zanja de doble circuito por los viales asfaltados de la calle 44, hasta que alcanzan la parcela donde se ubicará la futura subestación de Virgen de África 132 kV, accediendo a ella en dos zanjas de simple circuito.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Trazado subterráneo lado Ceuta desde SE Virgen de África hasta aparcamiento asfaltado playa de El Chorrillo en zanjas de simple y doble circuito.

La línea de conexión Península-Ceuta tiene como principales características globales las siguientes:

Línea 132 kV Algeciras – Virgen de África

Características técnicas generales	
Tensión nominal	132 kV
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Nº de circuitos	2
Longitud circuito 1	68.919 m
Longitud circuito 2	66.915 m

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2021

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.2.4.2 Tramo submarino

El tramo submarino de la línea de conexión Península-Ceuta tiene como principales características las siguientes:

Línea 132 kV Algeciras – Virgen de África (tramo submarino)

Características técnicas generales	
Longitud circuito 1	58.144 m
Longitud circuito 2	56.187 m
Facto de carga	100 %
Capacidad de transporte por circuito (planificada)	80 MVA
Capacidad de transporte por circuito (calculada)	85,4 MVA
Nº cables por fase	1, en configuración de cable tripolar
Tipo de cable (datos referenciales)	145 kV 3x1x500 mm^2 AL + F.O zona nearshore o poco profunda
	145 kV 3x1x300 mm^2 Cu+ F.O zona offshore o profunda
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Directamente enterrado en el fondo
Profundidad enterramiento objetivo en el fondo marino	1 m
Profundidad máxima cable submarino	900 m
Nº cámaras de empalme transición subterráneo – submarino S/C	4 (2 en Cádiz y 2 en Ceuta)
Empalmes	El cable submarino se tenderá en una única tirada siendo los empalmes de fábrica

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2021

Cable de potencia submarino

El cable de potencia submarino proyectado discurrirá por el lecho marino. Sus características se indican a continuación a modo referencial, dado que no se dispondrá de las características exactas hasta finalizar el proceso de adjudicación del material que recogerá el estado del arte de la tecnología en el momento en el que se produzca la licitación, asegurando así el uso de la tecnología más avanzada en el proyecto, siendo en cualquier caso cables de tecnología seca, libres de aceites e hidrocarburos.

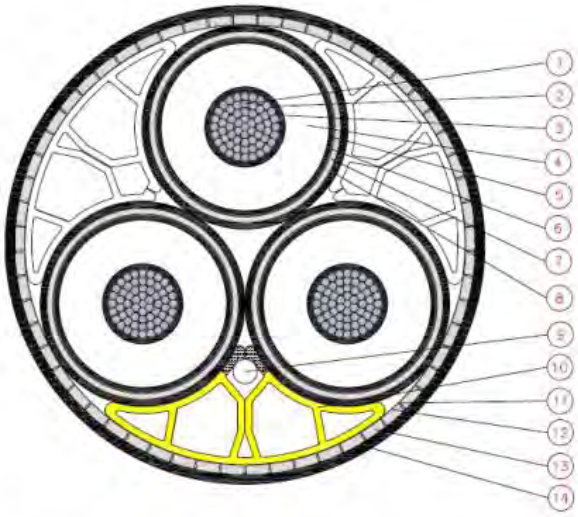
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Cable submarino en zona nearshore o aguas poco profundas:

Cable 145 kV 3x1x500 mm² AL + F.O: Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio 3 x 500 mm² de sección con pantalla constituida por aleación de plomo y armadura de acero galvanizado

Tiene un peso en aire aproximado de 50 kg/m y 26 kg/m y un diámetro exterior de 186 mm. El diámetro de cada conductor de aluminio es de 27,2 mm y entre ellos se posiciona un cable de fibra óptica.

Sección cable submarino en zona poco profunda



Cable weight in air: approx. 50 kg/m

No.	Constituents	Nominal thickness mm	Nominal diameter mm
1	Conductor, round aluminium wires, filled		27.2
2	Semi-conducting swellable tape		
3	Conductor screen, semi-conducting compound		
4	Insulation, XLPE	17.0	65.2
5	Insulation screen, semi-conducting compound		
6	Semi-conducting swellable tape		
7	Lead alloy sheath	2.1	74.4
8	Phase sheath, semi-conducting polyethylene	2.2	
9	Fibre optic cable		10
10	Filler elements of polyethylene		
11	Binder tapes		
12	Bedding tapes		
13	Armour, galvanized flat steel wires	3.0	
14	Outer serving, polypropylene yarn and bitumen, approx.		186

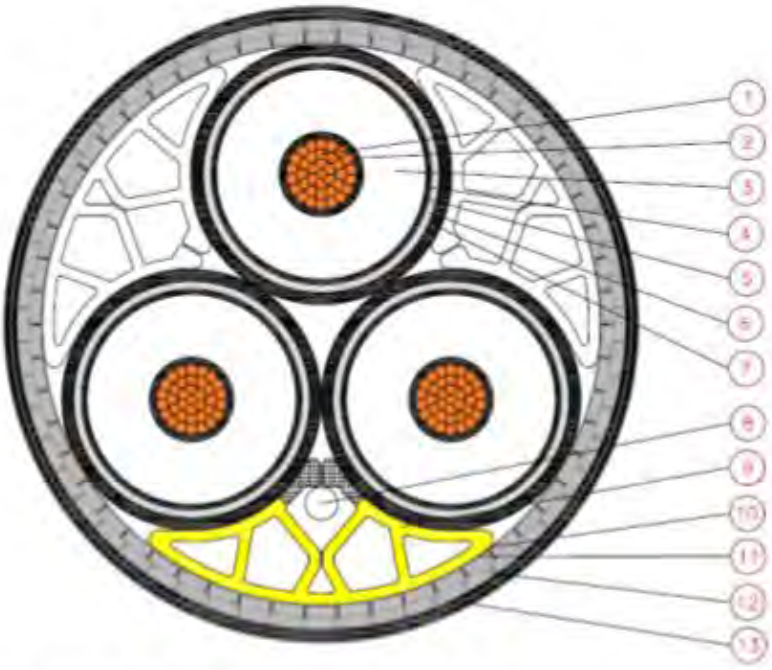
► Cable submarino en zona offshore o aguas profundas (entre 100 y 900 m de profundidad):

Cable 145 kV 3x1x300 mm² Cu + F.O: Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de cobre 3 x 300 mm² de sección con pantalla constituida por aleación de plomo y armadura de acero galvanizado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tiene un peso en aire aproximado de 62 kg/m y 39 kg/m y un diámetro exterior de 182 mm. El diámetro de cada conductor de cobre es de 20,5 mm y entre ellos se posiciona un cable de fibra óptica.

Sección cable submarino en zona profunda



Cable weight in air: approx. 62 kg/m

No.	Constituents	Nominal thickness mm	Nominal diameter mm
1	Conductor, round copper wires, filled		20.5
2	Conductor screen, semi-conducting compound		
3	Insulation, XLPE	18.0	60.1
4	Insulation screen, semi-conducting compound		
5	Semi-conducting swellable tape		
6	Lead alloy sheath	2.1	69.3
7	Phase sheath, semi-conducting polyethylene	2.2	
8	Fibre optic cable		10
9	Filler elements of polyethylene		
10	Bedding tapes		
11	Armour, galvanized flat steel wires	3.0	
12	Armour, galvanized flat steel wires	3.0	
13	Outer serving, polypropylene yarn and bitumen, approx.		182

Empalmes de fábrica

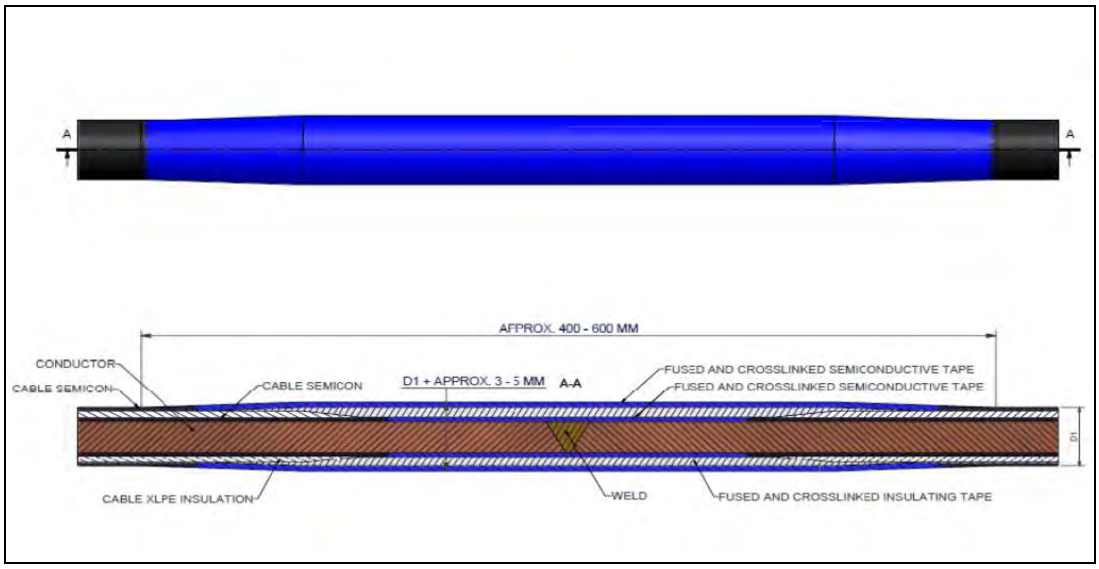
El cable submarino está conformado por empalmes que salen realizados de fábrica y se cargan en el barco formando parte de la longitud total del cable.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El conductor está soldado con cobre. La unión del conductor está constituida con el mismo diámetro que el conductor. Cada unión es revisada por rayos X que muestran vacíos o uniones de baja calidad. Los conductores de diferente sección también se pueden unir, en estos casos habrá una suave transición desde un diámetro hasta el otro.

La capa semiconductora de la unión se rehace con el mismo material que el conductor. La capa se funde, se reticula y se pule para formar una capa semiconductora continua con el mismo diámetro que la semiconductora del cable.

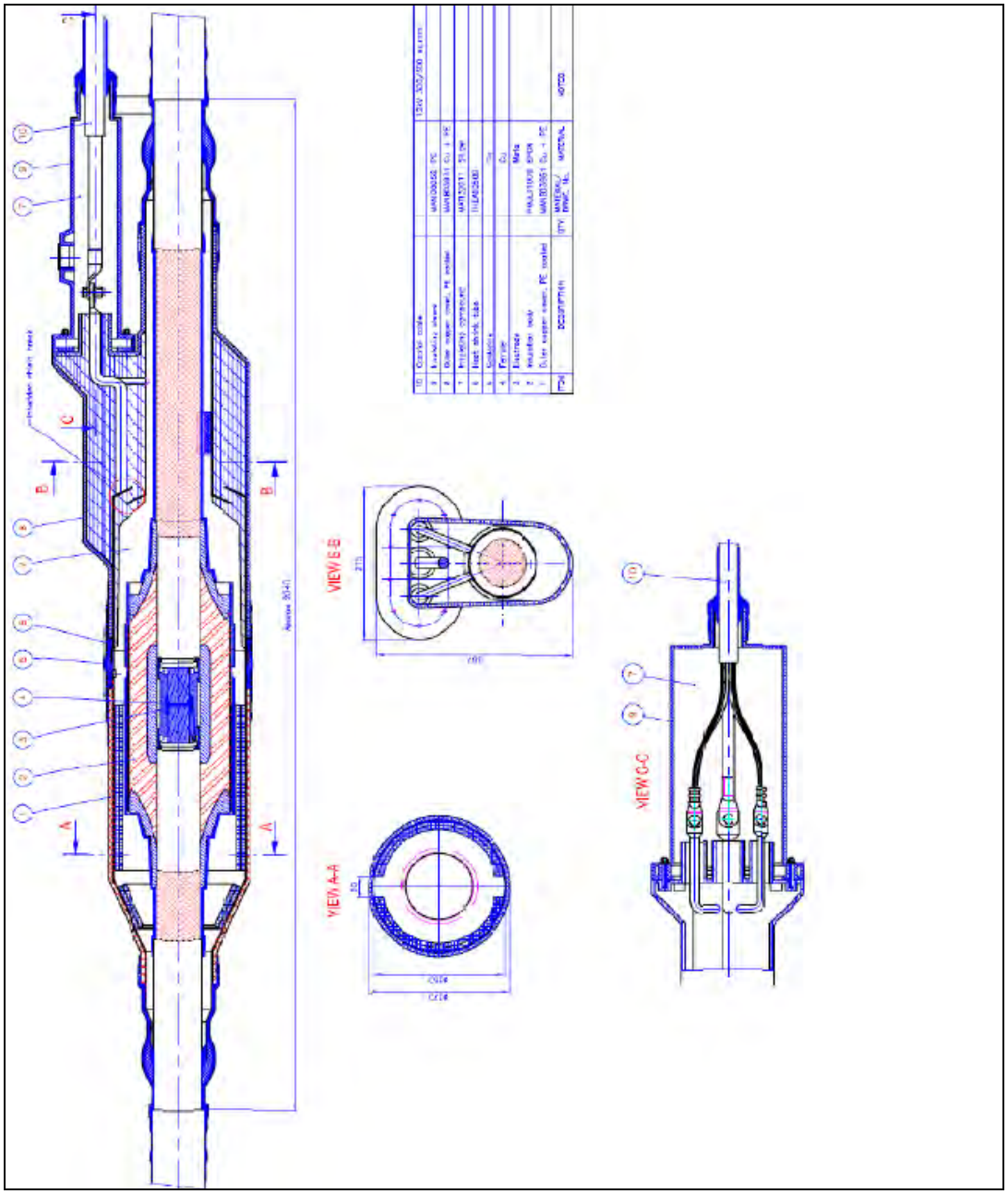
El empalme finalizado tendrá las mismas propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas que las especificadas para el cable.



Empalmes de transición cable submarino/cable subterráneo

Se incluye un esquema de un empalme de transición entre un cable submarino y uno subterráneo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



2.2.4.3 Tramos subterráneos

Los tramos subterráneos de la línea de conexión Península-Ceuta tienen como principales características las siguientes:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Línea 132 kV Algeciras – Virgen de África (tramos subterráneos terrestres)

Características técnicas generales	
Tramo en zanja SC (circuito 1)	0 m en la Península
	687 m en Ceuta
Tramo en zanja SC (circuito 2)	0 m en la Península
	673 m en Ceuta
Tramo en zanja doble circuito	8.335 m en la Península
	918 m en Ceuta
Tramo en PHD	835 m en la Península (3 tramos)
	0 m en Ceuta
Facto de carga	100 %
Capacidad de transporte por circuito (planificada)	80 MVA
Capacidad de transporte por circuito (calculada)	96 MVA
Nº cables por fase	1, en configuración de cable monopolar
Tipo de cable (a modo referencial)	• RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO, • RHZ1-RA+2OL(AS) 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO • RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x630KAL+H135 + 8FO
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Zanja hormigonada con tramo de simple y doble circuito y perforación horizontal dirigida (PHD) de simple circuito
Profundidad de zanja	1,3 m
Nº cámaras de empalme SC	20 (18 en Cádiz y 2 en Ceuta)

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2021

Cable de potencia subterráneo

Los cables a utilizar en el tramo subterráneo se dimensionan de acuerdo con las características del tramo submarino, con las características constructivas del entorno, así como atendiendo a los requerimientos mínimos indicados por el Operador del Sistema en cuanto a capacidad de transporte requerida para el enlace (80 MVA por circuito), con el fin de obtener un diseño óptimo del conjunto de instalaciones, dado que el resultado final del dimensionamiento de los cables del enlace subterráneo-submarino tendrá impacto en las necesidades de compensación y

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

equipamiento de maniobra de las subestaciones extremo, buscándose de esta forma un diseño conjunto óptimo.

Las características principales de los cables aislados de 76/132 kV requeridos para los tramos subterráneos tendrán unas características similares a las indicadas a continuación. Si bien el diseño definitivo se conocerá una vez se definan las características de los tramos marinos buscando la optimización extremo a extremo de la línea eléctrica subterráneo-submarina:

- RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO:

  Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x400 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm^2 de sección más 8 fibras ópticas integradas, y cubierta exterior de polietileno de alta densidad (HDPE) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas DME1 y sin propiedades especiales ante la reacción al fuego.

- RHZ1-RA+2OL(AS) 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO:

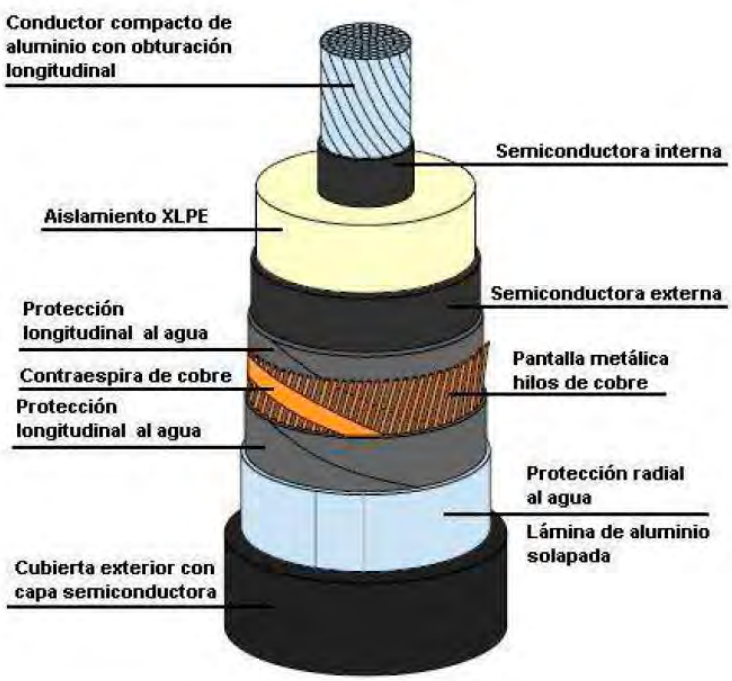
  Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x400 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm^2 de sección más 8 fibras ópticas integradas, y cubierta exterior de poliolefina (Z1) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas tipo DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS).

- RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x630KAL+H135 + 8FO:

  Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x630 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm^2 de sección más 8 fibras ópticas integradas, y cubierta exterior de polietileno de alta densidad (HDPE) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas DME1 y sin propiedades especiales ante la reacción al fuego.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Estructura del cable subterráneo



Canalización

La zanja tipo simple circuito tendrá unas dimensiones de 700 mm de anchura y 1.300 mm de profundidad. Para la zanja doble circuito las medidas serán 1.400 mm de anchura y 1.300 mm de profundidad.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 200 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad.

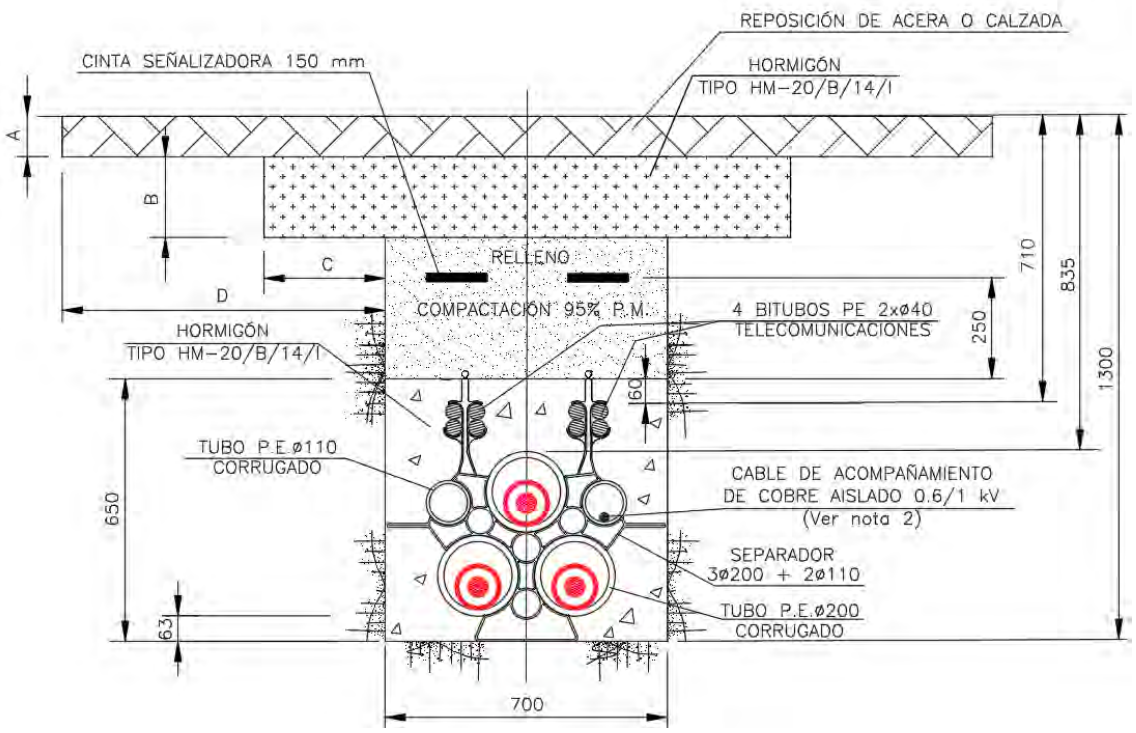
Además de los tubos de los cables de potencia, se colocarán dos tubos de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará su transposición en la mitad del tramo “Single Point” (cuando se use este tipo de conexión de pantallas). Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas “Single Point”, pero se incluirá, aunque no sea este el tipo de conexión de pantallas utilizado.

Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador existe un soporte preparado para sujetar los tubos de telecomunicaciones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

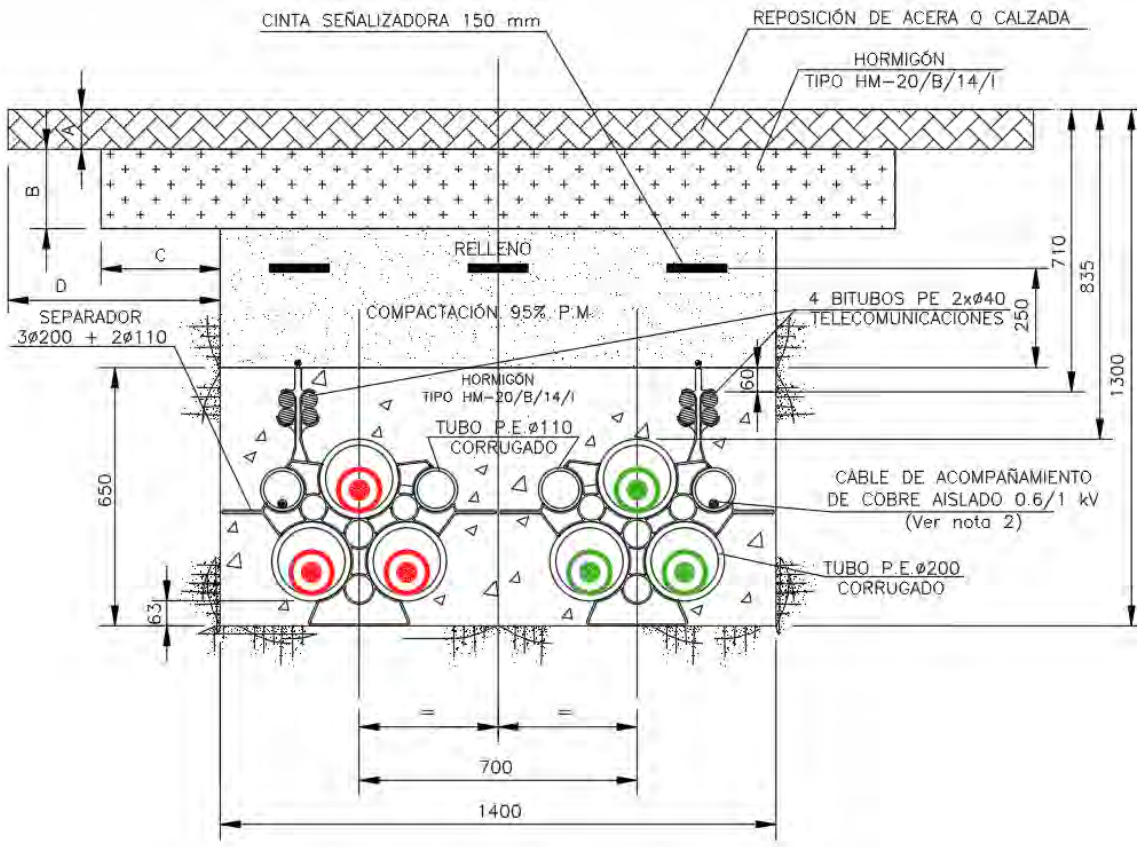
Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 10 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Detalle zanja tipo simple circuito



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Detalle zanja tipo doble circuito



Cámaras de empalme

Los cables son suministrados en bobinas de distinta longitud, de manera que es necesario unir los tramos inicial y final de cada bobina. Estas uniones se realizan en las cámaras de empalme prefabricadas registrables, construidas en hormigón, con unas dimensiones 9,8 x 3,8 m y una profundidad de 2,5 m.

En el lado de Cádiz se implantarán 20 cámaras de empalme, 10 para cada circuito, incluyendo las dos correspondientes a los puntos de aterraje.

En el lado de Ceuta se implantarán 4 cámaras de empalme, 2 para cada circuito, incluyendo las dos correspondientes a los puntos de aterraje.

Perforación horizontal dirigida

El tramo soterrado de la L/132 kV en la parte de Cádiz tendrá, en su recorrido desde la subestación Algeciras hasta el punto de aterraje y paso a marino, 3 tramos que en lugar de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

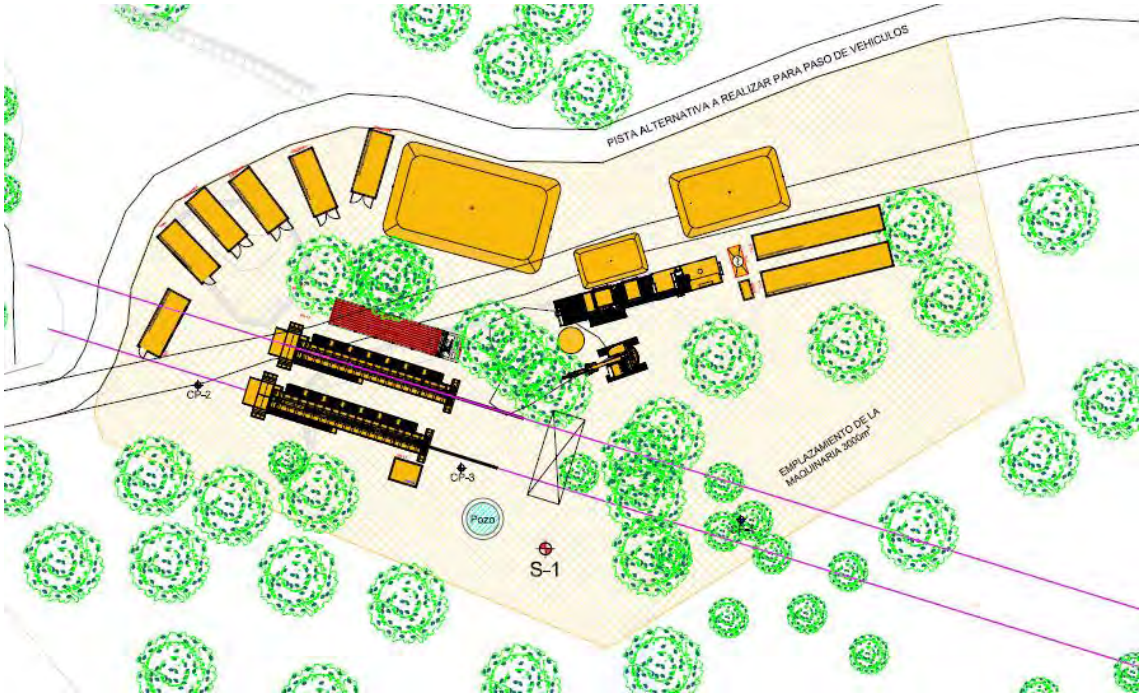
implantarse en zanja soterrada se llevarán a cabo en perforación horizontal dirigida para salvar distintos cruzamientos. Estos tres tramos son los siguientes.

- Tramo 1 en PHD: Cruzamiento del arroyo Cachón y la carretera CA-34

Tiene una longitud aproximada de 540 m cada uno de los dos circuitos que irán en perforaciones paralelas desde el lateral de la Nueva SE Algeciras 132 kV, pasando bajo el arroyo Cachón, la CA-34 y el arroyo de los Gallegos, saliendo a zanja en un punto paralelo a la plataforma de la antigua vía ferroviaria a la Línea de la Concepción. En este enclave se dispondrá de pozo de ataque y entorno al mismo toda la zona de ocupación temporal de unos 3.000 m^2 en que se implantarán la plataforma de perforación, el grupo hidráulico, la bomba de lodos, la mezcladora de lodos, etc…

Además, en este caso será necesario habilitar un acceso auxiliar de unos 165 m para facilitar el acceso a la zona de trabajo junto con el camino ya existente.

Zona de trabajo temporal para el pozo de ataque



Por su parte, la soldadura y estirado del tubo se llevará a cabo en paralelo al encauzamiento del arroyo Cachón hacia la desembocadura en el mar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Tramo 2 en PHD: Cruzamiento de la A-383

  Se lleva a cabo a la altura del PK 5,8 de la carretera A-383, partiendo de la calle Los Mirlos y cruzando a la margen oeste hasta el entorno de la gasolinera. El pozo de ataque y toda la maquinaria vinculada a esta se dispondrá en el lado de la calle de Los Mirlos.

  El circuito 1 tendrá una longitud de 53 m y el circuito 2 una de 44 m.

- Tramo 3 en PHD: Cruzamiento de la glorieta situada en el pk 5 de la carretera A-383

  Se llevará a cabo de manera paralela la perforación de ambos circuitos con una longitud aproximada de 240 m partiendo de la margen izquierda de la A-383 y finalizando en el camino de servicio de esta carretera en la proximidad de la Venta Yosu.

Arquetas de telecomunicaciones

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, y como ayuda para el tendido de los mismos, puede requerirse la instalación de arquetas de telecomunicaciones, que serían de dos tipos:

- Arqueta sencilla de poliéster reforzado con fibra de vidrio, medidas 0,905 m × 0,815 m x 1,150 m. Las arquetas sencillas se emplearán para facilitar el tendido de los cables de telecomunicaciones y tener puntos intermedios en el caso de averías. La arqueta se empleará como “encofrado perdido” rellenado sus laterales, tanto paredes como solera, con hormigón HM/20/P/20 de 20 cm de espesor mínimo.

- Arqueta doble, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, 0,900 m x 1,425 m x 1,200 m. Albergan las cajas de empalme de los cables de fibra óptica en el caso de que sean necesarias y sirven de ayuda al tendido. Se instalará una arqueta doble de telecomunicaciones en cada cámara de empalme.

Accesorios

Los tramos subterráneos contemplan además los siguientes accesorios:

- Pararrayo autoválvula: uno por fase, instalado en las crucetas de los apoyos de transición aéreo subterráneo.

- Botella terminal exterior unipolar: una por fase, para la conexión entre los cables y las líneas aéreas; se instalarán en crucetas especiales de los apoyos de paso aéreo/subterráneo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Empalmes: serán diseñados y probados para cada cable aislado en particular siendo su composición general para cables unipolares de aislamientos secos la siguiente:

- Cubierta de protección y material de protección sobre la pantalla.
- Pantalla de empalme y perfil de control de gradiente.
- Cuerpo premoldeado de aislamiento.
- Conexión de los conductores y electrodo de unión.
- Accesorios y pequeño material.

2.2.5 L/220 kV de Conexión de la actual SE Algeciras 220 kV con los transformadores 220/132 kV de la futura SE Algeciras 132 kV

2.2.5.1 Características globales

Como parte fundamental de la interconexión eléctrica Península-Ceuta, es necesaria la construcción de una línea subterránea de transporte de energía eléctrica de doble circuito a 220 kV, con una longitud aproximada de 374 m para el circuito 1 y 359 m para el circuito 2, que conectará la futura subestación de transformación Algeciras 220/132 kV con la ampliación de la subestación existente “Algeciras 220 kV”.

La ampliación del parque existente de Algeciras 220 kV junto con el enlace GIS-Trafo a 220 kV de doble circuito, tienen como función exclusiva garantizar la conexión efectiva de Ceuta en la red de transporte peninsular existente, dotando al enlace de funcionalidad eléctrica.

La línea GIS-Trafo a 220 kV al igual que la ampliación de la subestación de Algeciras 220 kV y la Nueva Subestación Algeciras 132 Kv están ubicadas en el término municipal de San Roque (provincia de Cádiz).

La línea subterránea doble circuito de enlace entre la subestación existente “Algeciras 220 kV” y los 2 futuros transformadores de “Algeciras 132 kV” discurre con el circuito 1 por una zanja de longitud total 353,2 metros y con el circuito 2 por una zanja de longitud total de 339,4 metros.

La línea parte de los terminales tipo GIS de la subestación “Algeciras 220 kV”, ubicados dentro del edificio de la subestación existente y continua en zanja hormigonada con los conductores en disposición tresbolillo bajo calzada durante aproximadamente los primeros 185 metros. A continuación, discurre bajo terrizo durante aproximadamente 35 metros y posteriormente atraviesa un canal seco de aproximadamente 10 metros, mediante zanja hormigonada en disposición capa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tras atravesar el canal los conductores vuelven a estar en disposición tresbolillo y discurren paralelamente al perímetro de la futura subestación “Algeciras 132 kV” durante aproximadamente 65 metros antes de entrar a la subestación, por la que la línea discurre durante 55 metros antes de llegar a los terminales tipo exterior dispuestos frente a los transformadores de la subestación “Algeciras 132 kV”.

Trazado de la L/220 kV de conexión de la ampliación de la SE Algeciras con los trafos 220/132 kV de la nueva subestación Algeciras 132 kV

2.2.5.2 Características técnicas

La línea de conexión a 220 kV tiene como principales características las siguientes:

Línea 220 kV Algeciras – Algeciras

Características técnicas generales	
Tensión nominal	220 kV
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Nº de circuitos	2
Longitud circuito 1	374 m

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Características técnicas generales	
Longitud circuito 2	359 m
Facto de carga	100 %
Capacidad de transporte por circuito (planificada)	160 MVA
Capacidad de transporte por circuito (calculada)	242 MVA
Nº cables por fase	1, en configuración de cable monopolar
Tipo de cable (a modo referencial)	RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 KV 1X630KAl+T375Al
Disposición de los cables	Tresbolillo/capa
Tipo de canalización	Tubular hormigonada
Profundidad de zanja	1.450 /1.150 mm
Nº cámaras de empalme	0

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2022

Cable de potencia subterráneo

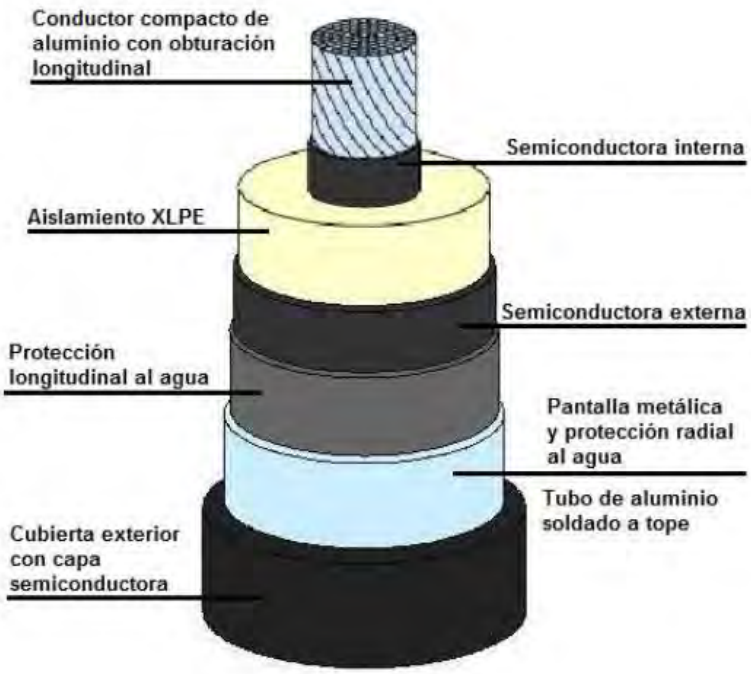
El cable de potencia a utilizar en el tramo subterráneo se dimensiona teniendo en cuenta las características del entorno y la capacidad de transporte requerida para el enlace (160 MVA por circuito).

El cable aislado de 127/220 kV requerido para el presente tramo subterráneo es el siguiente:

- RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 KV 1X630KAl+T375Al

  Cable aislado de aislamiento XLPE 127/220 kV de aluminio, cuerda tipo Aluminio compacta 1x630 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial y pantalla constituida por tubo de aluminio soldado a tope de 375 mm^2 de sección y cubierta exterior de poliolefina (Z1) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas tipo DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Canalización, arquetas de telecomunicaciones y accesorios

La zanja tipo con disposición en doble circuito tresbolillo tendrá unas dimensiones de 1.800 mm de anchura y 1.450 mm de profundidad, para simple circuito tresbolillo de 800 mm de anchura y 1.450 mm de profundidad, a excepción de la zanja tipo para el cruce del canal con disposición en capa que tendrá unas dimensiones de 2.600 mm de anchura y 1.150 mm de altura.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 250 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad, según ET140.

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones y como ayuda para el tendido de los mismos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las arquetas serán sencillas (de 815 mm x 900 mm x 1.200 mm) y dobles (de 900 m x 1425 x 1.200 mm.

Las arquetas serán, según ET202, de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o polipropileno reforzado con cargas minerales con nervaduras exteriores para soportar la presión exterior. En la base de cada arqueta se dispondrá un hueco sumidero con forma circular de 150 mm de diámetro para facilitar el drenaje de las aguas que pueda recoger el conjunto.

2.3 PRINCIPALES MAGNITUDES DEL PROYECTO

Se resumen en el siguiente cuadro las principales magnitudes del proyecto a tener en cuenta en relación con su previsible incidencia ambiental: dimensiones, superficies ocupadas, emisiones a la atmósfera, vertidos, residuos generados, consumo de materias primas, emisiones a la atmósfera y afección al ciclo del agua.

Principales magnitudes del proyecto. Fase de construcción

Características	Elemento	Magnitud
Longitudes	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (total)	68.919 m (circuito 1) 66.915 m (circuito 2)
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (trazado marino)	58.124 m (circuito 1) 56.167 m (circuito 2)
	PHD paso terrestre-marino	1.038 m (cada circuito en Cádiz)
		490 m (cada circuito en Ceuta)
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (Tramo en zanja SC - circuito 1)	0 m en la Península
		687 m en Ceuta
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (Tramo en zanja SC - circuito 2)	0 m en la Península
		673 m en Ceuta
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (Tramo en zanja doble circuito)	8.335 m en la Península
		918 m en Ceuta
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (Tramo en PHD)	835 m en la Península (3 tramos)
		0 m en Ceuta
	L/220 kV Algeciras 220 kV –Trafo 220-132 kV	374 m (circuito 1) 359 m (circuito 2)
Superficie ocupada	Subestación Algeciras 132 kV	6.634 m^2 (plataforma)
		7.130 m^2 (con taludes)
	Subestación Virgen de África	6.405 m^2 (permanente)
	Ampliación SE Algeciras 220 kV	No requiere ampliación de edificio
	Anchura de zanja 132 y 220 kV	1,4 m DC y 0,7 m SC (1,3 m de profundidad)
	Anchura ocupación temporal 132 kV y 220 kV	8-9 m
	Cámaras de empalme del trazado soterrado 132 kV	Previsto de 45,6 m^2 (12 x 3,8 m) y 2,5 m de profundidad
	Ocupación temporal zonas de trabajo PHD en Cádiz (todas)	7.630 m^2
	Ocupación temporal zonas de aterraje	3.390 m^2 (Cádiz) y 2.220 m^2 (Ceuta)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Características	Elemento	Magnitud
Emisiones a la atmósfera	Foco 1, difuso: maquinaria, camiones	CO_2, CO, NO_x, SO_2, polvo
	Maquinaria de obras públicas y de camiones de transporte	70 y 90 dB (A), emisión discontinua en periodo diurno
Vertidos	Vertidos a cauces	Ninguno en transcurso normal
Residuos generados	Excedentes de excavación	45.023 m^3
	Restos de hormigón	1.009 m^3
	Escombros	445 m^3
	Chatarras metálicas	25.997 kg
	Papel y cartón, maderas y envases y embalajes	29.128 kg
	Restos asimilables a urbanos	1.401 kg
	Residuos peligrosos*(trapos, tierras, envases etc.)	949 kg
	Residuos de podas y talas	1.162 kg
	Mezcla bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	1.216 m^3
	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	2.440 m^3
Duración de la construcción	Subestación Algeciras	14 meses (6 de obra civil)**
	Subestación Virgen de África	12 meses (6 de obra civil)**
	Ampliación SE Algeciras 220 kV	10 meses
	Línea eléctrica 132 kV (tramos terrestres)	38 meses***
	Línea eléctrica 132 kV (tramo marino)	Mínimo de 15 meses pero dependerá de los contratista, ventanas temporales que permitan los trabajos etc…
	L/220 kV	2 meses (0,6 de obra civil)
	Punta de trabajadores	10 (subestación Algeciras 132 kV) 10 (subestación Virgen de África) 8 (ampliación SE Algeciras) 50 (L/132 kV terrestre) 50 (L/132 kV marina) 25 (L/220 kV)

* Los residuos peligrosos son titularidad de las empresas contratistas de la construcción

**Serán 24 los meses desde que se inicie la obra hasta la puesta en servicio.

***Se espera reducir en buena medida simultaneando las obras con 3 equipos en Cádiz y 2 equipos en Ceuta.

2.4 CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SUBMARINO DE LA L/132 KV ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA

Se describe a continuación únicamente el procedimiento constructivo del tramo submarino de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África por ser elemento del proyecto que tendrá incidencia sobre el espacio de la Estrategia Marina del Estrecho y Alborán.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.4.1 Perforación horizontal dirigida

Los puntos de transición entre tierra firme y mar se realizarán mediante perforación horizontal dirigida (PHD) desde tierra independientes para cada uno de los circuitos.

En el caso de la salida de la Península cada una de las dos perforaciones tendrá una longitud de 1.038 m hasta llegar a la cota batimétrica -10 m. En el caso de Ceuta cada una de las dos perforaciones tendrá una longitud de 490 m para llegar a la cota batimétrica -17 m. En ambos casos cada perforación tendrá un diámetro exterior de 500 mm.

2.4.1.1 Perforación piloto

Una vez realizados los fosos o catas iniciales, se procederá a realizar la perforación piloto. Mediante esta perforación se definirá exactamente el trazo que seguirá la perforación definitiva utilizando una lanza equipada con un cabezal de perforación dirigido de 251 mm de diámetro, el cual permite conocer en todo momento la posición relativa y profundidad de la lanza y, por tanto, dirigirlo por la trayectoria deseada. Los pozos de ataque/salida serán de unas dimensiones aproximadas de 3,5 x 2,5 metros y 2,5 m de profundidad, para poder realizar las maniobras de achique y bombeo del lodo de perforación.

2.4.1.2 Sistema de guiado

Para la localización del cabezal de perforación, es necesario el tendido de un anillo exterior. Este tendido tiene una forma rectangular, y marca un rectángulo en planta, donde se quiere que transcurra la navegación.

Este cable es alimentado por corriente eléctrica (AC) para generar un campo magnético.

El cabezal de perforación, al igual que el sistema de cable, también es alimentado por un cable dentro del varillaje, de forma que también genera un segundo campo magnético. Para que este campo no se induzca hasta la máquina de perforación, se instalarán elementos metálicos amagnéticos para interrumpir la inducción.

De las interferencias de los dos campos magnéticos, es posible determinar la localización del cabezal de perforación, sin ser necesario que el navegador esté situado en la vertical del cabezal perforador.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.4.1.3 Ensanche

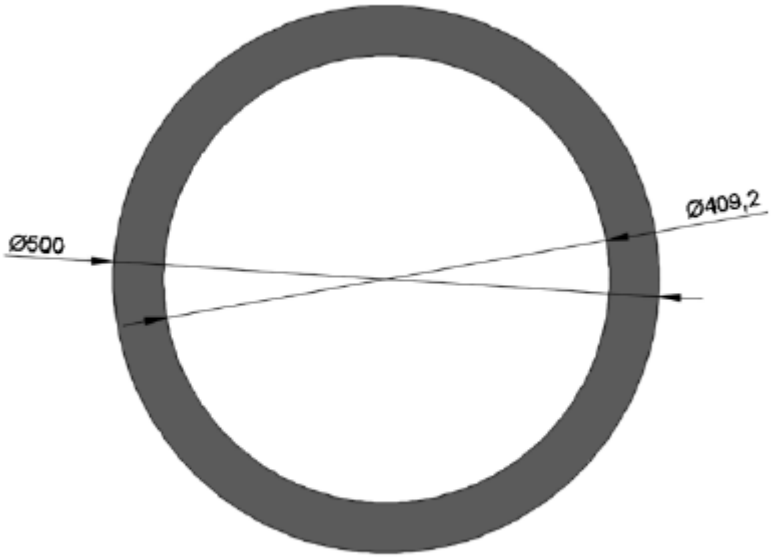
Una vez terminada la perforación piloto, se proseguirá a realizar los ensanches. Para ello, se actuará de la siguiente forma: una vez se ha dispuesto del cabezal en el exterior, concretamente en el punto de salida al final de la perforación, se colocará un retroensanchador de diámetro superior al de la perforación hasta obtener un diámetro suficiente y necesario para la colocación de las correspondientes tuberías dentro de la perforación. Se estiman realizar 2 ensanches para conseguir un diámetro de perforación adecuado.

2.4.1.4 Tuberías a instalar

Se utilizarán tuberías de polietileno de alta densidad PE 100 - AD de mejores características que el polietileno estándar. Este tipo de polietileno presenta importantes ventajas (óptima flexibilidad, resistente a agentes, atmósferas y suelos agresivos, pérdida de carga casi nula, insensibilización a la congelación y ausencia de sedimentos e incrustaciones en su interior.

Este tubo tiene un diámetro exterior de 500 mm e interior de 409 mm.

Prisma previsto para la PHD



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.4.1.5 Soldadura

El sistema de unión aplicado para las tuberías de esta perforación será la soldadura a tope. Este método se aplica preferentemente a tuberías de PE-AD y PE-MD y, está basado esencialmente en unir los dos extremos de las tuberías mediante fusión y de la posterior aplicación de presión.

El sistema convencional para realizar soldaduras en este tipo de tuberías es el siguiente: los extremos de la tubería se calientan a 210ºC±10 y a continuación se unen sometiéndolos a una presión de 1,5 Kg/cm², una vez enfriada la soldadura se colocarán las tuberías

2.4.1.6 Limpieza de la PHD

Consiste en pasar a lo largo de toda la perforación con un calibre que verifica las dimensiones del microtúnel, y a la vez limpia de detritus la perforación.

2.4.1.7 Instalación de la tubería

Las tuberías se conectarán inmediatamente detrás del escariador (ensanchador), como si se tratara del último de los ensanches de forma que, al tirar desde la máquina de perforación, el ensanchador agranda o limpia el túnel abierto previamente y, simultáneamente, se instalarán las tuberías de servicio

2.4.1.8 Gestión de lodos

Para minimizar la fabricación de lodo, se utilizarán equipos de reciclaje que reducirán al mínimo la fabricación del lodo de perforación reciclándolo.

El proceso de reciclaje consiste en recuperar el lodo, mezclado con el detritus de la perforación, que por medio de una unidad de reciclaje separa el detritus del lodo, pudiendo volver a utilizar el mismo sin necesidad de crear continuamente lodo de nuevo. De esta manera el volumen final se reduce en origen gracias a un proceso de reciclaje en obra.

2.4.1.9 Alternativas de tratamiento

Durante la ejecución de las perforaciones dirigidas se generará un volumen de detritus, un residuo consistente en el material excavado en el frente de la perforación, que estará completamente hidratado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por esta razón será necesario acopiarlo en una zona que permita un secado natural, para posteriormente utilizarlo como material de relleno y transportarlo a vertedero.

Dada la naturaleza húmeda del material, se utilizarán contenedores estancos (de obra) para el transporte.

El punto de secado se situará próximo a la obra, en el espacio utilizado como zona de acopio de materiales necesarios para la confección de la canalización.

2.4.1.10 Acopio de lodo de perforación en la obra

Los lodos bentoníticos, previamente cribados, serán almacenados en una balsa de terreno natural, para reutilizarlos para el resto de las perforaciones.

Una vez acabados los trabajos de perforación, se deberán:

- Desecar en la propia obra mezclándolos con terreno adyacente.
- Retirar y transportar a vertedero.
- Deshidratación de lodos bentoníticos

Los lodos bentoníticos, previamente cribados por la empresa perforadora, serán almacenados en un depósito (decantador).

Mediante una bomba centrífuga especialmente diseñada se procede al secado del lodo, obteniendo por una parte agua y por otra un residuo seco (tierras – arcillas), que se puede transportar al vertedero o utilizar en la misma obra (ídem para los detritus).

2.4.2 Apertura de zanjas / protección del cable

Como norma general, los cables submarinos irán enterrados a 1 metro bajo terreno arenoso.

Dependiendo de las características del fondo marino se considera el empleo de los siguientes métodos de protección:

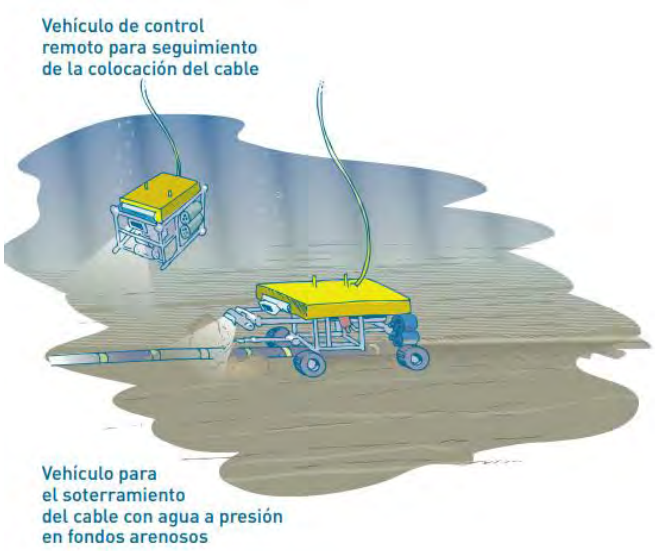
- “Jetting”. Se realiza posteriormente al tendido. Se utiliza un barco desde el que remotamente se manejará un vehículo submarino que descenderá hasta colocarse sobre el cable. El citado vehículo irá provisto de un mecanismo de chorros de agua a alta presión, que licuará el terreno ubicado bajo y alrededor del cable, permitiendo que el cable se hunda a través de los sedimentos en suspensión hacia el fondo de la zanja, según el mecanismo avanza hacia

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

adelante. Cuando la máquina se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, solidificándose de nuevo y rellenando por sí mismos la zanja.

Este método es válido para la parte del trazado con sedimentos arenosos o blandos.

Jetting



- "Trenching": En fondos con arcillas duras o rocas para alcanzar la profundidad deseada de 1 metro pueden ser necesarias operaciones de corte del fondo marino de forma puntual, es decir, la utilización de un tipo de excavadora submarina con cuchillas rotatorias.

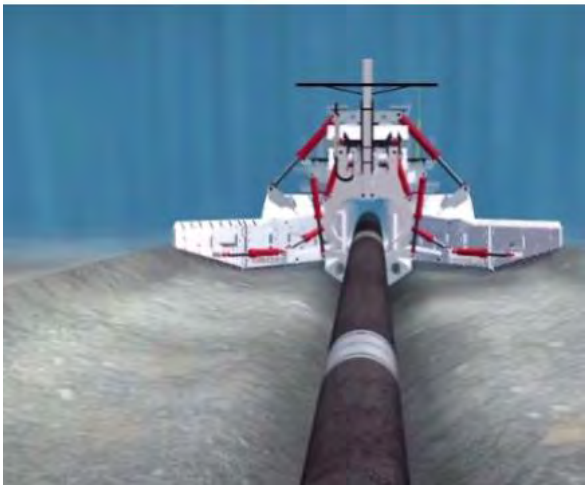
Trenching

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- "Ploughing": Se trata de una técnica de enterramiento por medio de un dispositivo de arado arrastrado por el barco de tendido de cable, que actúa simultáneamente sobre el fondo marino abriendo la zanja y enterrando el cable a la vez que avanza por el fondo.

Esta técnica es adecuada desde terrenos blandos a terrenos duros que no presentan rocas.

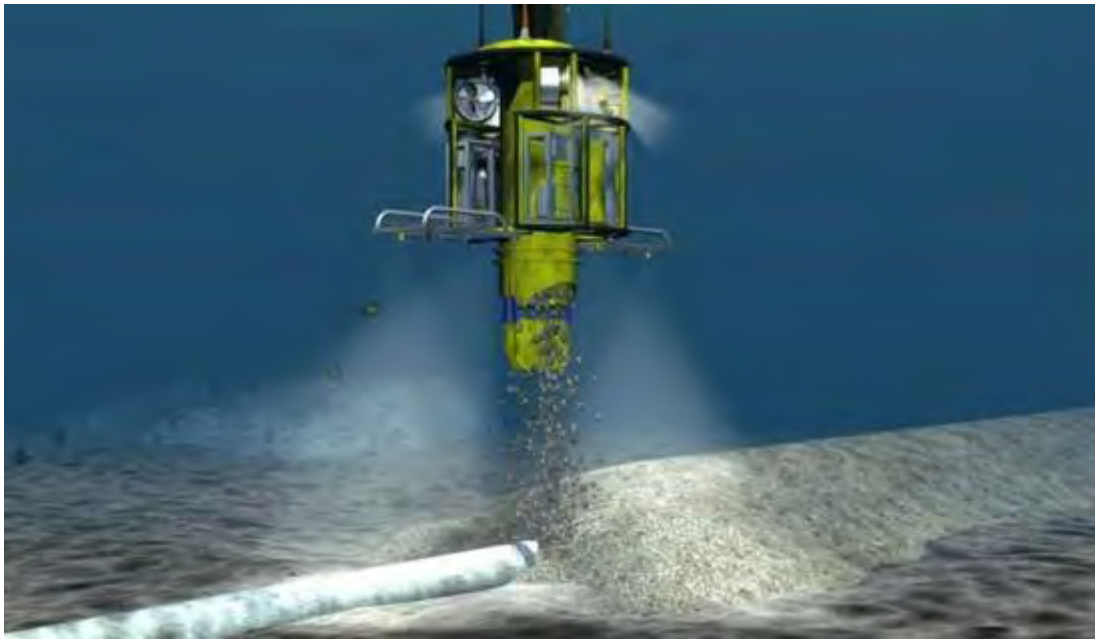
Ploughing



- "Rock dumping": en terrenos muy duros o en aquellos donde se complica mucho penetrar en el fondo marino, la protección del cable se consigue por medio de vertido de rocas de manera controlada sobre el propio cable (rock dumping). El tipo de roca deberá ser de características similares a la encontrada en la zona.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Rock dumping



- En los tramos menos profundos, cerca de las costas, debido al mayor peligro de agresión externa se utilizarán otros métodos adicionales de protección, como la instalación de conchas de acero fundido (Cast Iron Shells hasta la profundidad de 50 m en ambos extremos del enlace).

A efectos de estudio del impacto ambiental, las tecnologías viables para enterrar el cable en sedimento no consolidado (jetting, ploughing, trenching) se consideran a grosso modo equivalentes por lo que se refiere a su impacto ambiental, con la salvedad de la anchura de corredor afectada. Las implicaciones de las otras técnicas (vertido de rocas, etc.) se analizarán por separado.

2.4.3 Tendido del cable submarino

Después de la fabricación y ensayos en fábrica de los cables submarinos, éstos serán transferidos a plataformas giratorias en fábrica para ser cargados en las plataformas de los barcos encargados del tendido.

Los barcos estarán equipados con sistemas de posicionamiento GPS dinámicos para seguir exactamente las trayectorias prefijadas y mantenerse fijos cuando las condiciones del mar requieran suspender durante unas horas los trabajos de tendido.

El método de tendido, a grandes rasgos, puede describirse de la siguiente forma:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Para comenzar las operaciones de tendido el barco se situará lo más cerca posible de la costa en línea con la dirección de la ruta a seguir por los cables. El barco, para mantener la posición preestablecida sin necesidad de muertos o amarres, utilizará su propio sistema de posicionamiento dinámico.

Cuando el barco esté situado correctamente, el cable submarino será lentamente descargado desde el barco con una serie de flotadores hinchables y tendido hacia la costa por medio de botes auxiliares. Del mismo modo, desde la máquina de tiro instalada en tierra, se tenderá un cable piloto de tiro con otro bote auxiliar. El número de botes auxiliares necesarios para realizar esta operación dependerá de las condiciones atmosféricas y la distancia de flotación necesaria.

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1,5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o al cabezal del cable submarino. Entonces se empezará a tirar del cable piloto hasta la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto del empalme de transición entre el cable submarino y el cable subterráneo (B.J. Beach Joint), mientras que simultáneamente el barco va entregando más cable en los flotadores hinchables.

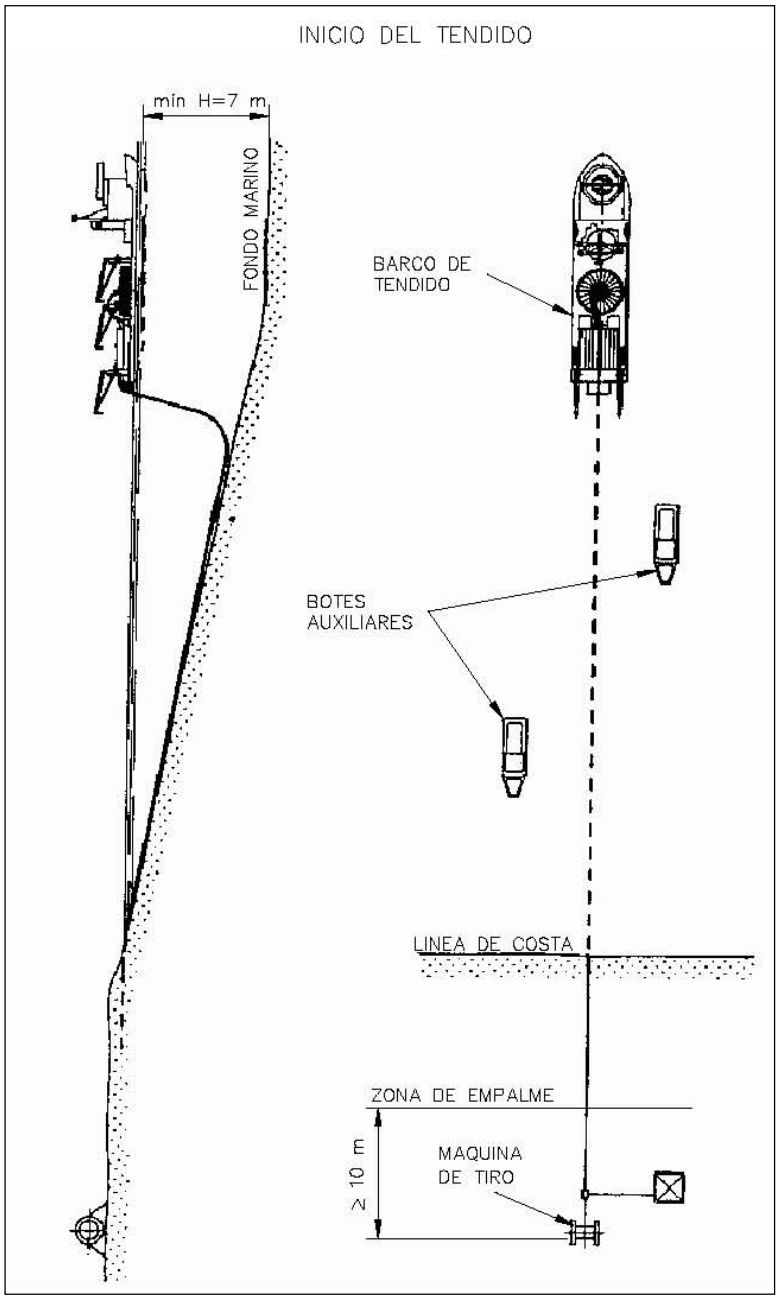
Desde el punto del empalme de transición (B. J. Beach Joint) hasta la orilla se instalará un camino provisional de rodillos, de tal forma que cuando el extremo del cable submarino llega a la orilla, se van retirando los flotadores hinchables y el cable se coloca sobre los rodillos.

Cuando haya sido tendida la longitud suficiente de cable para realizar los empalmes de transición, se retirará el cable de los rodillos y el extremo o cabezal del cable será entonces anclado a tierra.

Una vez finalizada la operación de tendido en la costa el cable será sumergido en el fondo del mar por buceadores especializados que irán retirando los flotadores hinchables del cable. La retirada de los flotadores se realizará partiendo del barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

Una vez preparada la salida del cable submarino, el barco procede a recorrer la traza del cable correspondiente hasta la llegada en la costa. Para el tendido del cable el barco avanza lentamente siguiendo la traza del mismo, desenrollando el cable desde la bodega del barco de forma paulatina y ajustada al avance del mismo. El cable abandona la bodega y siguiendo las poleas y guías dispuestas en la cubierta, cuelga por la popa y siguiendo una amplia curva, se deposita en el fondo del mar siguiendo la estela del navío. El peso del cable hace que se sitúe exactamente en la traza definida.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



En su avance el barco de tendido va depositando el cable en el fondo, siguiendo en todo momento la trayectoria prefijada, utilizando para ello el Sistema de Posicionamiento Dinámico. La navegación estará basada en el uso del DGSP (Diferencial Global Positioning System). El GPS es un sistema de medida de distancia donde el receptor, situado a bordo del barco de tendido, mide la distancia simultáneamente de todos los satélites GPS sobre el horizonte.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El tendido del cable estará basado en el perfil del fondo marino e información obtenida del informe marino desarrollado antes del tendido, y posterior estudio realizado sobre los parámetros de tendido.

Por lo tanto, para poder comparar los valores precalculados y asegurar que el cable es tendido adecuadamente sobre el fondo marino según el trazado previsto, se monitorizará desde el barco cablero con la siguiente información:

- Posicionamiento del barco de tendido
- Posición del vehículo de control remoto (ROV)
- Velocidad de suministro del cable.
- Tensión del cable y ángulo de la bobina de tendido
- Longitud del cable ya tendido
- Profundidad
- Velocidad y dirección del viento.

Durante el tendido se realizará una monitorización del posicionamiento del cable en el lecho marino (touch down monitoring), es decir, se realizará la detección del punto de contacto o posado del cable, mediante un vehículo de control remoto (ROV) para posibilitar pequeños ajustes de trazado con los que evitar apoyar sobre obstáculos aislados y evitar los “free spans” vanos libres entre apoyos del cable en irregularidades locales del fondo marino. El ROV operará desde un barco de apoyo independiente con su propio sistema de posicionamiento dinámico.

Esto se realizará de forma continua salvo en la zona de gran profundidad (y menores irregularidades), con el objeto de reducir al máximo la duración de las campañas de tendido de los cables ya que el ROV tiene mayores restricciones meteorológicas que el barco de tendido.

En las proximidades del punto de llegada a tierra y antes de comenzar las operaciones de tierra, el barco se alejará cuidadosamente de la alineación de la ruta final del cable de forma que deje su popa libre para las operaciones de tendido y será situado en su posición final utilizando su sistema de Posicionamiento Dinámico.

Cuando el barco esté correctamente asegurado en su posición final, el cable flotará en un amplio bucle con la ayuda de flotadores y buceadores hasta que haya una suficiente longitud de cable fuera del barco. Al ser el cable de mayor longitud que la necesaria para su tendido, el mismo será cortado y sellado a bordo, procediéndose entonces al tendido del lazo mediante botes auxiliares hacia tierra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1,5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o cabezal del cable submarino. Entonces, se empezará a tirar del cable piloto desde la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto de empalme entre el cable submarino y el cable subterráneo.

Desde el punto del empalme de transición (B. J. Beach Joint) hasta la orilla se instalará un camino provisional de rodillos, de tal forma que cuando el extremo del cable submarino llegue a la orilla, se irán retirando los flotadores hinchables quedando el cable sobre los rodillos. Cuando haya sido tendida la longitud suficiente de cable para realizar los empalmes, se retirará el cable de los rodillos y el extremo o cabezal será asegurado a tierra.

La retirada de los flotadores se realizará partiendo desde el barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 HÁBITATS, COMUNIDADES Y ESPECIES MARINAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

La identificación y descripción de los hábitats y las especies marinas localizadas en la zona donde implantarán los trazados de los dos cables proyectados en la Interconexión Eléctrica entre la Península y Ceuta (L/132 kV Algeciras-Ceuta) se ha obtenido de las campañas oceanográficas realizadas para la redacción del Estudio de Impacto Ambiental:

- Campaña Marina Ambiental de Aguas Someras llevada a cabo por la fundación CEIMAR los frentes litorales de aguas someras (hasta -50 m aproximadamente) en la Línea de la Concepción, Ceuta Norte, y Ceuta Sur.
- Campaña geofísica fue llevada a cabo por la empresa MMT con el objetivo de caracterizar el fondo marino en función de su batimetría, geomorfología, espesor de sedimento y presencia de elementos antrópicos para las distintas alternativas de trazado con un ancho de pasillo de 80 m.
- Campaña ambiental llevada a cabo por Tecnoambiente con el objetivo de caracterizar las aguas, los sedimentos, las comunidades bentónicas y plantónicas, el ruido ambiental y los campos electromagnéticos de la zona, igualmente para las distintas alternativas de trazado y con un ancho de 80 m.

Toda la documentación, para dar cumplimiento al requerimiento del artículo 5.2.b) (Documentación técnica complementaria relativa a los hábitats y especies de la zona donde se quiere realizar la actuación) se adjunta como Documentos Complementario I (DC I) siendo este una extracción de los contenidos del EIA del Proyecto de Interconexión Eléctrica Península-Ceuta relacionados con la caracterización física y ambiental de los fondos marinos afectados y con la evaluación de impactos del proyecto en el medio marino.

Además, con más detalle el Documentos Complementario II (DC II) que se adjunta al presente documento analiza las repercusiones sobre los Espacios Red Natura 2000 del proyecto del cable marino a L/132 kV Península-Ceuta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 ADECUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE COMPATIBILIDAD

Las estrategias marinas son la herramienta utilizada para analizar el estado de los mares y océanos y cumplir el objetivo de lograr y/o mantener su buen estado ambiental. Este objetivo, surgido de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (DMEM), Directiva 2008/56/CE, de 17 de junio de 2018, ha sido incorporado en el ordenamiento jurídico español mediante la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección de Medio Marino.

El Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, desarrolla el procedimiento de tramitación de los informes de compatibilidad y establece los criterios de compatibilidad de las actividades señaladas en el artículo 3.3 de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, con las estrategias marinas. Así mismo, se incorporan en sus Anexos I,II las actuaciones que deben contar con informe de compatibilidad con las estrategias marinas, una lista identificativa de objetivos ambientales de las estrategias marinas que deben ser considerados en el análisis de compatibilidad de las actuaciones por Demarcación Marina, y criterios específicos para evaluar dicha compatibilidad de la actuación con las estrategias marinas.

El Real Decreto 79/2019 se aplica a las actuaciones que requieran, bien la ejecución de obras o instalaciones en las aguas marinas, su lecho o subsuelo, bien la colocación o depósito de materias sobre el fondo marino, así como a los vertidos que se desarrollen en cualquiera de las demarcaciones marinas recogidas en la Ley 41/2010, de 29 de diciembre.

El Real Decreto 79/2019 también establece objetivos ambientales e indicadores asociados con el medio marino respecto a cada demarcación marina, con el objeto de conseguir un Buen Estado Ambiental (BEA), teniendo en cuenta para ello las presiones y los impactos, y en base a 11 descriptores. Cada uno de estos detalla una serie de indicadores asociados aplicables para evaluar la consecución del BEA en el medio marino. Estos 11 descriptores son:

- D1: Biodiversidad.
- D2: Especies alóctonas.
- D3. Especies explotadas comercialmente
- D4: Redes tróficas
- D5: Eutrofización
- D6: Integridad de los fondos marinos
- D7: Alteraciones de las condiciones hidrográficas
- D8: Contaminantes y sus efectos
- D:9 Contaminantes en los productos de pesca
- D10: Basuras marinas
- D11: Ruido submarino

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Con el fin de lograr el Buen Estado Ambiental (BEA) y aplicar la ley, se establecen cuatro tipos de objetivos concretos:

- Objetivos de estado: propiedades físicas, químicas y biológicas que se deben observar cuando se logra el BEA.
- Objetivos de presión: se utilizan para expresar el nivel deseado de una presión en particular.
- Objetivos de impacto: se utilizan para identificar el nivel aceptable de impacto en los componentes del medio.
- Objetivos de tipo operativo: se utilizan para contribuir a la adopción de medidas de gestión concretas.

4.1 DEMARCACIÓN MARINA AFECTADA Y OBJETIVOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS

La compatibilidad con las estrategias marinas del proyecto de Interconexión Eléctrica Península-Ceuta, se evaluará, según la demarcación marina en la que se incluye y tipología de proyecto, en función de los parámetros que el anexo II del Real Decreto 79/2019 establece, en particular en base a los objetivos ambientales específicos de las estrategias marinas de cada demarcación para cada tipo de actuación.

El proyecto que motiva la solicitud del informe de compatibilidad con las estrategias marinas se encuentra en la Demarcación Marina del Estrecho y Alborán (DMEA), y según su anexo I, es una actuación tipo D.

- Demarcación Marina Estrecho y Alborán.
- Actividad D: Instalación de cables submarinos de telecomunicaciones o transporte de electricidad, colocados en el lecho marino o enterrados bajo el mismo.
- Objetivos ambientales:

  - A) Proteger y preservar el medio marino, incluyendo su biodiversidad, evitar su deterioro y recuperar los ecosistemas marinos en las zonas que se hayan visto afectados negativamente.
  - B) Prevenir y reducir los vertidos al medio marino, con miras a eliminar progresivamente la contaminación del medio marino, para velar por que no se produzcan impactos o riesgos graves para la biodiversidad marina, los ecosistemas marinos, la salud humana o los usos permitidos del mar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- C) Garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad.

► Objetivos ambientales específicos para la actividad D en la Demarcación Marina Estrecho y Alborán:

- A.1.1: Reducir la intensidad y área de influencia de las presiones antropogénicas significativas sobre los hábitats bentónicos, con especial atención a los hábitats biogénicos y/o protegidos que representan puntos calientes de biodiversidad y clave para asegurar los servicios y funciones del ecosistema marino: praderas de fanerógamas marinas, hábitats de roca infralitoral y circalitoral, fondos de maërl, comunidades profundas de corales de aguas frías, comunidades dominadas por pennatuláceos, agregaciones de esponjas circalitorales y profundas y jardines de coral. En particular evitar la pesca con artes y aparejos de fondo sobre los hábitats y paisajes submarinos más sensibles, como los montes submarinos, comunidades de coralígeno y maerl y praderas de fanerógamas; evitar o reducir el fondeo sobre los hábitats de roca infralitoral y circalitoral y praderas de fanerógamas marinas; evitar o reducir la construcción de infraestructuras que puedan afectar a hábitats de roca infralitoral y circalitoral y praderas de fanerógamas marinas; evitar/ reducir los efectos directos e indirectos de los dragados sobre las hábitats bentónicos vulnerables; y evitar los efectos adversos de la explotación de recursos marinos no renovables sobre los hábitats biogénicos y/o protegidos.
- A.1.4: Reducir las principales causas de mortalidad y disminución de las poblaciones de grupos de especies no comerciales en la cima de la cadena trófica (mamíferos marinos, reptiles, aves marinas, elasmobranquios pelágicos y demersales), tales como capturas accidentales, colisiones con embarcaciones, ingestión de basuras marinas, depredadores terrestres introducidos, contaminación, destrucción de hábitats y sobrepesca.
- B.1.2: Reducir la frecuencia de vertidos sin tratamiento adecuado al mar desde embarcaciones y plataformas.
- B.1.5: Reducir la cantidad de basuras marinas generadas por fuentes tanto terrestres como marítimas.
- B.1.9: Garantizar que los niveles de ruido submarino no generan impactos significativos en la biodiversidad marina.
- B.2.4: Minimizar la incidencia y magnitud de los eventos significativos de contaminación aguda (por ejemplo, vertidos accidentales de hidrocarburos o productos químicos) y su impacto sobre la biota, a través de procesos adecuados de análisis de riesgos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- C.2.1: Garantizar que la superficie afectada por alteraciones físicas permanentes causadas por actividades humanas sea una proporción reducida del área total de la demarcación del Estrecho y Alborán.
- C.2.2: Garantizar que las alteraciones físicas localizadas y permanentes causadas por actividades humanas no amenacen la perdurabilidad y funcionamiento de los hábitats biogénicos y/o protegidos, ni comprometan el logro o mantenimiento del BEA para estos hábitats.
- C.3.5: Ampliar el conocimiento sobre el efecto de las actividades humanas sobre los hábitats, especialmente los biogénicos y protegidos, sus especies, poblaciones y comunidades, su sensibilidad, límites de tolerancia y capacidad adaptativa y de aclimatación, especialmente en relación a las actividades pesqueras, las construcción de infraestructuras, la extracción de recursos marinos no renovables, la contaminación y la interacción con los efectos del cambio climático (acidificación, calentamiento, etc.).

Demarcación Marina Estrecho y Alborán

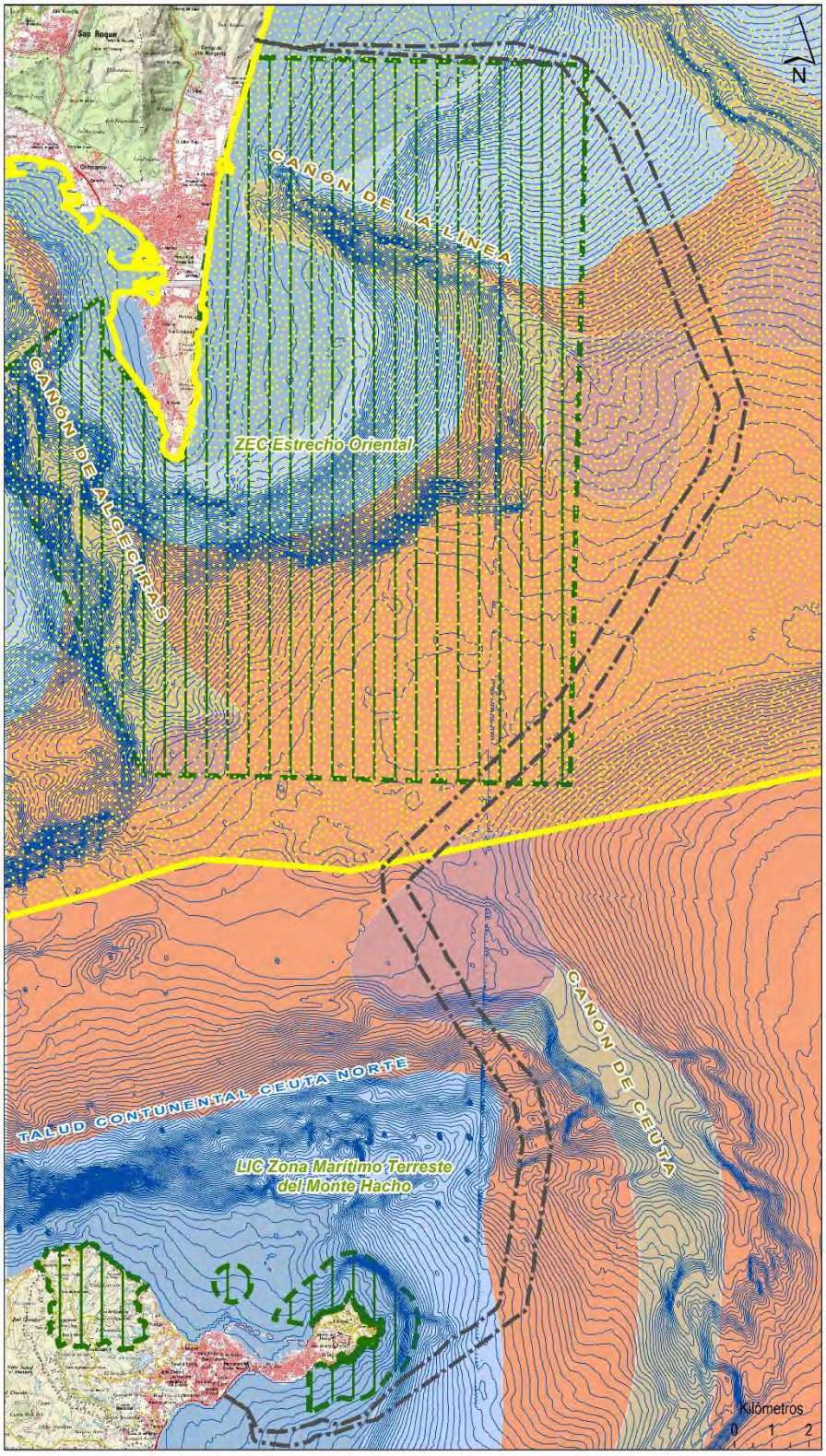
	Actuaciones	Objetivos ambientales específicos[1]														
		A				B								C		
		1.1	1.2	1.4	1.5	1.1	1.2	1.5	1.9	2.1	2.2	2.3	2.4	2.1	2.2	3.5
A	Sondeos exploratorios y explotación de hidrocarburos en el subsuelo marino.	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B	Almacenamiento geológico de gas o CO_2.	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C	Instalación de gasoductos y oleoductos, sobre el lecho marino o enterrados bajo el mismo.	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
D	Instalación de cables submarinos de telecomunicaciones o transporte de electricidad, colocados en el lecho marino o enterrados bajo el mismo.	X		X			X	X	X				X	X	X	X
E	Instalación de conducciones para vertidos desde tierra al mar o captaciones de agua de mar sobre el lecho marino o enterrados bajo el mismo.	X		X		X	X	X	X				X	X	X	X
F	Infraestructuras marinas portuarias.	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
G	Infraestructuras marinas de defensa de la costa.	X	X	X				X	X					X	X	X

► Indicadores: los asociados a los objetivos ambientales específicos.
► Objetivos ambientales concretos: los asociados a los objetivos ambientales específicos.

4.2 EFECTOS SOBRE LOS OBJETIVOS AMBIENTALES DE LA ESTRATEGIA MARINA DE LA DEMARCACIÓN ESTRECHO Y ALBORÁN

El ámbito de estudio de la evaluación de los efectos sobre los objetivos ambientales específicos para el logro del Buen Estado Ambiental (BEA) corresponde con el espacio donde se proyectan los dos cables en el interior de la Demarcación Marina del Estrecho y Alborán como se observa en el siguiente esquema. Del total de 114,3 km que supone el trazado de ambos cables (58,1 km el circuito 1 y 56,2 km el circuito 2), un total de 68,0 km (33,9 km del trazado oeste y 34,1 km del trazado este) se implantarán en los dominios de la Demarcación del Estrecho y Alborán.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

A continuación, se relacionan las tablas que recogen la evaluación del proyecto en relación con los objetivos ambientales específicos de compatibilidad con la estrategia marina, citados en el punto anterior.

Para ello, se ha tenido en cuenta información del Estudio de Impacto Ambiental (determinación de efectos, propuesta de medidas preventivas y correctoras, impactos residuales y plan de vigilancia ambiental), así como otros documentos vinculados al EIA como el informe de afección a Red Natura 2000 y todos los estudios marinos específicos realizados.

Los descriptores del BEA (buen estado ambiental) relacionados con los objetivos ambientales que conciernen a las actuaciones tipo D son los siguientes:

D1: Biodiversidad, D2: Especies alóctonas invasoras, D3: Especies explotadas comercialmente, D4: Redes tróficas, D5: Eutrofización, D6: Integridad de los fondos marinos, D7: Alteraciones de las condiciones hidrográficas, D8: Contaminantes y sus efectos, D:9 Contaminantes en los productos de pesca, D10: Basuras marinas, D11: Ruido submarino.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.1 Objetivo ambiental A.1.1

A. PROTEGER Y PRESERVAR EL MEDIO MARINO, INCLUYENDO SU BIODIVERSIDAD, EVITAR SU DETERIORO Y RECUPERAR LOS ECOSISTEMAS MARINOS EN LAS ZONAS QUE SE HAYAN VISTO AFECTADOS NEGATIVAMENTE					
A. 1. Asegurar la conservación y recuperación de la biodiversidad marina a través de instrumentos y medidas efectivos					
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	A.1.1: Reducir la intensidad y área de influencia de las presiones antropogénicas significativas sobre los hábitats bentónicos, con especial atención a los hábitats biogénicos y/o protegidos que representan puntos calientes de biodiversidad y clave para asegurar los servicios y funciones del ecosistema marino: praderas de fanerógamas marinas, hábitats de roca infralitoral y circalitoral, fondos de maërl, comunidades profundas de corales de aguas frías, comunidades dominadas por pennatuláceos, agregaciones de esponjas circalitorales y profundas y jardines de coral. En particular evitar la pesca con artes y aparejos de fondo sobre los hábitats y paisajes submarinos más sensibles, como los montes submarinos, comunidades de coralígeno y maerl y praderas de fanerógamas; evitar o reducir el fondeo sobre los hábitats de roca infralitoral y circalitoral y praderas de fanerógamas marinas; evitar o reducir la construcción de infraestructuras que puedan afectar a hábitats de roca infralitoral y circalitoral y praderas de fanerógamas marinas; evitar/ reducir los efectos directos e indirectos de los dragados sobre las hábitats bentónicos vulnerables; y evitar los efectos adversos de la explotación de recursos marinos no renovables sobre los hábitats biogénicos y/o protegidos.				
TIPO	Presión	DESCRIPTORES DEL BEA	D1, D6	INDICADOR	Superficie (o cualquier tipo de indicador apropiado) de hábitats biogénicos y/o hábitats protegidos potencialmente afectados por actividades humanas y sus tendencias.

4.2.1.1 Efectos potenciales

La implantación de los dos cables proyectados tendrá como efecto potencial sobre las comunidades bentónicas la destrucción directa de las mismas durante las obras.

4.2.1.2 Afección del proyecto

La heterogeneidad de los fondos del Estrecho obliga a que el tendido del cable se realice mediante diferentes técnicas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En el caso de fondos duros, por afloramientos superficiales o subsuperficiales de roca, el cable no puede enterrarse e irá protegido mediante una cobertura que puede ser metálica o de material plástico, que le da al cable suficiente resistencia a agresiones como anclas, artes de pesca, etc.

Sobre terreno arenoso-limoso, la zanja se abre mediante la técnica del ***jetting***, consistente en la inyección de un chorro de agua a alta presión que fluidifica el sustrato y permite que el cable penetre en la zanja hasta la profundidad deseada.

La anchura de la zona afectada es variable en función del equipo a emplear, pero entre la zona directamente afectada por la herramienta que cava la zanja más los patines sobre los que se desliza el equipo se puede estimar una huella de unos 3 m de ancho.

Sobre sustratos de mayor granulometría en el que el jetting no es factible, se utiliza el trenching o el arado o *ploughing*, que consisten en la excavación mecánica de una zanja, en la que se deposita el cable.

La “huella” de la maquinaria necesaria para el trenching o el *ploughing* es aproximadamente de 4 m de anchura, teniendo en cuenta la propia herramienta y los patines sobre los que se desliza.

Durante las labores de enterramiento de los cables en el interior de la Demarcación se va a afectar a unas 20 ha de comunidades marinas de fondos. Estas se recogen con detalle en la siguiente tabla.

Afección a comunidades bentónicas en el interior de la Demarcación Marina Estrecho y Alborán

Comunidad	Longitud trazado (m)	Superficie de afección (m^2)
MA551: Arenas supralitorales mediterráneas	33	99
MA552: Arenas mediolitorales mediterráneas	74	222
ME35: Sedimento grueso del batial superior mediterráneo	338	1.014
MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo	392	1.568
MB551: Biocenosis de arenas finas mediterráneas de superfície	608	1.824
MB552: Arenas finas bien calibradas mediterráneas	1.312	3.936
MB552+MB45: Arenas finas bien calibradas mediterráneas con sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos	1.651	4.953
MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos	4.774	14.322
ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo	5.505	16.515
MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos	6.245	18.735
ME55: Arenas del batial superior mediterráneo	20.042	60.126
ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo	27.069	81.207
TOTAL	**68.043**	**204.521**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

De estos fondos, una amplia mayoría (91,2% del total) constituyen fondos blandos de valor ecológico moderado, mientras que un 8,1 % constituyen comunidades de valor moderado-alto (ME45 sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo) y un 0,8 % de la superficie corresponde a comunidades con valor alto o muy alto correspondientes al hábitat rocoso MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo.

Los fondos blandos son ambientes eminentemente dinámicos y cambiantes, donde la fauna sésil no puede asentarse. Abundan en cambio organismos demersales y epibentónicos móviles y endobentónicos, cuya afectación por la maquinaria de excavación será nula o moderada.

En los fondos rocosos se pueden encontrar comunidades formadas por organismos sésiles, frágiles, con un potencial de crecimiento y reproducción muy bajo, que albergan abundante fauna epibionte y que pueden estructurar el medio (las llamadas engineering species).

Por lo que respecta a los HIC, son dos los que se podrían ver afectados por el proyecto son los siguientes:

- HIC no prioritario Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda (1110). Este hábitat se encuentra en una barra arenosa en la zona de aterraje de La Línea a una profundidad de entre 3 y 6 m aproximadamente. La salida de la PHD en La Línea se encuentra en la cota -11,4 m y por tanto este HIC no se verá afectado gracias a esta medida preventiva.
- HIC no prioritario Arrecifes (1170) asimilable a la comunidad MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo se encuentra únicamente en la plataforma de La Línea, siendo afectado por unos 390 m de trazado (1.568 m^2 de afección) correspondiente a la suma de la longitud de ambos cables sobre el mismo.

4.2.1.3 Medidas preventivas y medidas correctoras que se alinean con el objetivo ambiental específico

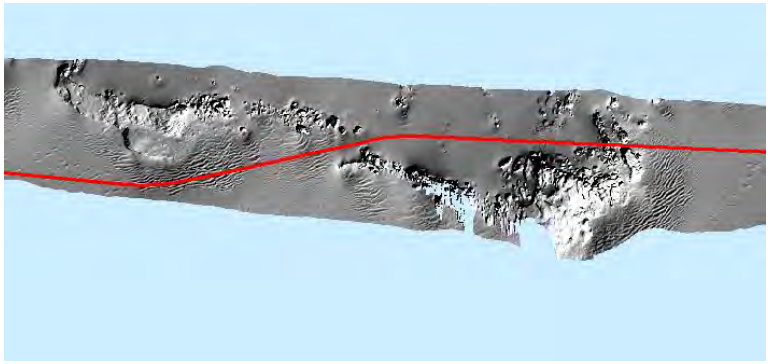
La micro-tunelación o PHD permitirá evitar afectar las comunidades someras. Esta técnica consiste en la perforación en tierra de un túnel que en el caso de la salida del proyecto en Cádiz tiene un diámetro de 0,5 m en cada uno de los cables proyectados. Por cada uno de estos túneles se introduce posteriormente el cable, que sale a gran distancia de la costa (1.038 m en el caso del presente proyecto). Es una práctica común en los tendidos de cables y permite evitar totalmente la afección a hábitats litorales e infralitorales como por ejemplo praderas de fanerógamas (inexistentes en este caso) o barras de arena.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Otra medida preventiva a llevar a cabo será el micro-routing. Mediante la técnica del micro-routing, consistente en la realización de estudios detallados de morfología del sustrato marino para posteriormente trazar un recorrido de detalle del cable para ir buscando las zonas con sustrato blando, se evitará tender el cable sobre zonas rocosas, que son las de un valor ambiental mayor.

Esta técnica se ha utilizado, dentro de la zona de la Demarcación afectada por los trazados en la plataforma de la Línea de la Concepción como se muestra en la siguiente imagen.

Microrouting en la plataforma de la Línea de la Concepción para minimizar afección a la comunidad ME151



Aun así, en el EIA se recomienda realizar una nueva caracterización del fondo marino de detalle (pre-laying survey) en estas zonas de mayor valor ambiental antes del tendido del cable para confirmar la cartografía bionómica de la zona y diseñar un micro-routing para evitar impactarlas debido a su elevado valor ecológico.

Donde técnicamente no se puedan evitar las zonas rocosas el cable se protegerá mediante técnicas alterativas al rock dumping o colchones de hormigón como por ejemplo con protecciones de hierro (iron cast shells) o de materiales plásticos.

4.2.1.4 Efecto sobre el objetivo ambiental

El proyecto evita su construcción afectando, tal y como pormenoriza el Objetivo Ambiental A.1.1 a hábitats de roca infralitoral y circalitoral y praderas de fanerógamas marinas dentro de los límites de la Demarcación Marina del Estrecho y Alborán.

Además, no serán afectados otros hábitats y comunidades también señalados por este mismo objetivo ambiental como los fondos de maërl, comunidades profundas de corales de aguas frías,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

comunidades dominadas por pennatuláceos, agregaciones de esponjas circalitorales y profundas y jardines de coral en el interior de la Demarcación Marina del Estrecho y Alborán.

La inevitable afección sobre hábitats rocosos en el interior de la Demarcación se limita a 390 m de trazado y apenas 1.570 m^2 de afección que se considera asumible para la Demarcación dada la abundancia de este tipo de hábitats en el conjunto de la misma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.2 Objetivo ambiental A.1.4

A. PROTEGER Y PRESERVAR EL MEDIO MARINO, INCLUYENDO SU BIODIVERSIDAD, EVITAR SU DETERIORO Y RECUPERAR LOS ECOSISTEMAS MARINOS EN LAS ZONAS QUE SE HAYAN VISTO AFECTADOS NEGATIVAMENTE					
A. 1. Asegurar la conservación y recuperación de la biodiversidad marina a través de instrumentos y medidas efectivos					
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	A.1.4: Reducir las principales causas de mortalidad y disminución de las poblaciones de grupos de especies no comerciales en la cima de la cadena trófica (mamíferos marinos, reptiles, aves marinas, elasmobranquios pelágicos y demersales), tales como capturas accidentales, colisiones con embarcaciones, ingestión de basuras marinas, depredadores terrestres introducidos, contaminación, destrucción de hábitats y sobrepesca.				
TIPO	Presión	DESCRIPTORES DEL BEA	D1, D3,D4	INDICADOR	Mortalidad de las poblaciones de grupos de especies en el cima de la cadena trófica

4.2.2.1 Efectos potenciales

La construcción del proyecto y su funcionamiento no van a producir acciones que puedan aumentar la probabilidad de mortalidad de especies no comerciales en la cima de la cadena trófica ya que no van a potenciar las causas de estas como pueden ser las capturas accidentales, ya que no se utilizan redes ni ningún otro elemento en el que puedan quedar atrapadas estas especies, la ingestión de basuras marinas ya que como se expone para el caso del objetivo ambiental B.1.5 el proyecto no generará, ni en tierra ni en el mar ningún tipo de basura marina.

Sin embargo, la presencia del barco cablero y embarcaciones auxiliares en la zona, y posteriormente del barco que realiza la protección del cable puede provocar accidentes con cetáceos y tortugas, ya sea por colisión o por heridas por las hélices.

4.2.2.2 Afección del proyecto

La zona de proyecto es conocida por presentar una importante abundancia y diversidad de mamíferos marinos, y en menor parte de quelonios, entre los que destaca el delfín mular (*Tursiops truncatus*), especie de Interés Comunitario según la Directiva Hábitats y la tortuga boba (*Caretta caretta*), también incluida en la Directiva Hábitats como especie prioritaria.

La abundancia de cetáceos alimenta una floreciente actividad de avistamiento desde Tarifa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las especies más vulnerables al riesgo de colisión son las tortugas y los misticetos (ballenas), por el hecho de desplazarse lentamente.

Estos impactos se consideran muy poco probables durante el tendido del cable por la baja velocidad a la que se desplazan ambos barcos especialmente el segundo de éstos (< 2 km/h) pero aumenta durante los tránsitos.

Las embarcaciones auxiliares, en concreto, que normalmente son lanchas tipo zodiac, solo se movilizan en la fase de aproximación de la punta correspondiente del cable a la costa, actividad que se circunscribe a los últimos kilómetros del tendido, en función de la profundidad de la costa en el punto de aterraje. Siendo su uso restringido a ese momento de la maniobra, que suele durar en torno a las dos-tres horas, en función de la situación que presente el mar en ese momento. Estos trabajos se restringen, además, a recorridos muy próximos a la costa, siendo actividades en las que es muy fácil la detección de ejemplares de cetáceos o quelonios en el desarrollo de los trabajos, al estar en todo momento acompañadas las lanchas por buzos que colaboran en la actividad.

4.2.2.3 Medidas preventivas y medidas correctoras que se alinean con el objetivo ambiental específico

- Durante los tránsitos, el barco cablero y las embarcaciones auxiliares empleadas en la operativa, como el barco que realiza la protección se desplazarán a baja velocidad.
- Se mantendrá siempre una vigilancia activa para avistar cetáceos durante la navegación. En caso de que se avisten especies lentas (rorcuales u otras ballenas) en rumbo de colisión se llevará a cabo una maniobra para esquivarlos.
- Las embarcaciones auxiliares a utilizar (para el despliegue del cable, flotadores, asistencia a buzos, etc.) tendrán las hélices dotadas de protectores para evitar accidentes con la fauna.

4.2.2.4 Efecto sobre el objetivo ambiental

Mediante la aplicación y el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras del proyecto se reducirán los riesgos de mortalidad de las especies de cima de la red trófica, cumpliendo, por tanto, con el objetivo A.1.4.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.3 Objetivo ambiental B.1.2

B. PREVENIR Y REDUCIR LOS VERTIDOS AL MEDIO MARINO, CON MIRAS A ELIMINAR PROGRESIVAMENTE LA CONTAMINACIÓN DEL MEDIO MARINO, PARA VELAR POR QUE NO SE PRODUZCAN IMPACTOS O RIESGOS GRAVES PARA LA BIODIVERSIDAD MARINA, LOS ECOSISTEMAS MARINOS, LA SALUD HUMANA O LOS USOS PERMITIDOS DEL MAR					
B. 1. Adoptar y aplicar las medidas necesarias para que la introducción de materia o energía en el medio marino no produzca efectos negativos significativos sobre los ecosistemas ni lo bienes y servicios provistos por el medio marino.					
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	B.1.2: Reducir la frecuencia de vertidos sin tratamiento adecuado al mar desde embarcaciones y plataformas.				
TIPO	Presión	DESCRIPTORES DEL BEA	D8 D9	INDICADOR	Frecuencia de vertidos sin tratamiento adecuado desde embarcaciones y plataformas

4.2.3.1 Efectos potenciales

La presencia y operatividad del barco cablero y del barco de protección en la instalación del cable proyectado podría potencialmente producir una disminución de la calidad de las aguas ya que cualquier tipo de embarcación de grandes dimensiones es susceptible de generar un impacto a la calidad de las aguas por el vertido ya sea intencional o accidental de:

- Sustancias peligrosas (típicamente hidrocarburos) al mar en forma de aguas de sentina, derrames, vertidos accidentales, etc.
- Contaminación orgánica por vertido de aguas negras y grises y/o restos de comida.

Esto conlleva dos potenciales efectos:

- La pérdida de calidad de calidad del agua - efecto directo
- Efectos sobre la biota debido a lo anterior - efecto indirecto;

En un barco de grandes dimensiones hay hasta 40 procesos susceptibles de generar vertidos al mar (U.S. Environmental Protection Agency: Vessel General Permit for Discharges Incidental to the Normal Operation of Vessels).

Los más importantes por su volumen son los derivados de las aguas grises, las aguas negras y las aguas hidrocarburadas, además de los vertidos directos de hidrocarburos, que son menos frecuentes, pero más peligrosos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Calcular la cantidad de desechos generados a bordo de los buques durante las operaciones normales es complejo. Cada flujo de desechos está impulsado por diferentes variables, incluida la cantidad de personas en la embarcación, la eficiencia del equipo instalado y el tipo, tamaño y peso de la embarcación.

Otro factor que complica el cálculo de los desechos generados a bordo es determinar cuántos desechos se almacenan en el buque, en lugar de descargarlos al medio ambiente, aspecto vinculado con el tiempo que pase la embarcación en la zona sin ir a puerto. Periodo muy corto en este Proyecto dada la longitud de los cables a tender, y que es normal que al inicio y final de cada maniobra se haya de embarcar o desembarcar personal ajeno a la tripulación del barco, pudiendo hacer todas las labores de mantenimiento en cada uno de los periodos que este pasa en el puerto.

- Aguas hidrocarburadas.

  Los efluentes hidrocarburados se generan a partir de la maquinaria y deben separarse de la sentina y de otros efluentes a través de un separador de hidrocarburos. Después del tratamiento, los residuos hidrocarburados se mantendrán a bordo del barco en tanques de almacenamiento y se bombearán en una instalación portuaria de recepción aprobada. El agua tratada se puede descargar por la borda del buque sólo si el contenido de aceite es inferior a 15 partes por millón (ppm).

  La cantidad de aguas hidrocarburadas que se generan depende del tipo de barco, pero corresponden aproximadamente a un 0.5 % del combustible consumido (*Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea, "Assessment of the Existing Situation and Needs of the Port of Aqaba, Jordan Regarding Port Reception Facilities for Collecting Ship-Generated Garbage, Bilge Water and Oily Wastes, Feb. 2004).*

- Aguas negras

  Se considera un promedio de 35 litros por persona y día. Un barco cablero como el necesario para llevar a cabo este proyecto puede embarcar hasta 100 personas, lo que resulta en un efluente de 3,5 m^3/día.

  Los riesgos para el ecosistema derivados de las aguas negras se deben al vertido en la zona de coliformes fecales, el agotamiento de oxígeno y el enriquecimiento excesivo de nutrientes (afectación al estado trófico de las aguas). Los moluscos pueden concentrar coliformes

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

fecales y patógenos asociados captados del agua que los rodea, que pueden transmitirse posteriormente a los humanos.

La cantidad de aguas negras, en todo caso, que se podría generar en el plazo en que los barcos vinculados al proyecto están en la zona sin ir a puerto, es pequeña, dado el tiempo que cualquiera de estos barcos va a estar en la zona, por lo que el riesgo de vertido es nulo.

- Aguas grises

Es agua de duchas, fregaderos, cocinas y lavanderías a bordo de embarcaciones. Puede terminar mezclada con aguas residuales y tratada, o bien puede ser vertida directamente al mar. En este último caso hay que asegurar que no se mezcle con aguas negras ya que se han observado concentraciones de coliformes fecales, sólidos suspendidos totales, demanda biológica y química de oxígeno, cloro residual libre o amoníaco similares a las aguas residuales sin tratar.

Se estima una producción de 150 litros por persona y día, lo que correspondería a una producción de 15 m^3/día para un barco de 100 pasajeros, que, según los datos recopilados, y para contemplar el peor escenario posible, es el máximo admisible en barcos como los que se van a utilizar en este proyecto.

El vertido de aguas y residuos desde el barco cablero o desde el de protección del cable sin las medidas preventivas adecuadas puede causar efectos sobre la calidad de las aguas y sobre el medio biótico. En todo caso, dado que el trabajo se reduce a muy pocos días, debiendo ir antes y después a puerto para incorporar o dejar en tierra a los responsables del cable, no se van a producir acumulaciones de aguas grises en los barcos que pudieran derivar en vertidos, ya que se trasladarán para su tratamiento en el puerto cada vez que se llegue a éste.

Debido a la baja probabilidad de que se produzca un vertido, y siempre que se llevan a cabo las medias preventivas que se citan a continuación, se considera que el impacto que se pueda producir será no significativo.

4.2.3.2 Medidas preventivas y medidas correctoras que se alinean con el objetivo ambiental específico

No se producirá ningún vertido intencionado de ninguna sustancia oleosa o peligrosa al medio durante la estancia del barco cablero en la zona del proyecto. Teniendo en cuenta que el Mediterráneo es un área especial MARPOL y por tanto sujeto a especiales medidas de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

prevención de vertidos por lo que refiere a los anexos MARPOL I y V: sustancias oleosas y vertido de residuos

Las descargas de aguas grises y negras quedan prohibidas a no ser que se cumplan estos requisitos:

- Aguas residuales trituradas y desinfectadas: al menos a 3 millas náuticas de la costa más próxima.
- Aguas residuales no trituradas o desinfectadas: al menos a 12 millas náuticas de la costa más próxima.
- Las aguas residuales que se hayan almacenado en tanques de retención deberán descargarse a una tasa moderada cuando el buque esté en ruta y navegue a no menos de 4 nudos (la velocidad de descarga deberá ser aprobada por la Administración teniendo en cuenta las normas elaboradas por la Organización Marítima Internacional (IMO).
- El buque tiene en funcionamiento una planta de tratamiento aprobada que ha sido certificada por la Administración.

El barco estará en perfectas condiciones de navegabilidad y llevará a cabo todas las acciones necesarias para evitar accidentes como colisiones o varamientos.

Además, es necesario establecer una serie de medidas preventivas, destinadas a minimizar la probabilidad del vertido, en caso de que este se produzca evitar que llegue al medio, y en el eventual caso que esto suceda contener al área afectada.

Estas medidas, de carácter técnico y organizativo serán responsabilidad del operador del barco, pero en caso de vertido de sustancias peligrosas al medio en cantidades significativas pueden conllevar la actuación de medios externos (Salvamento Marítimo).

El barco cablero y el de protección del cable cumplirán con las restricciones MARPOL por lo que refiere a prevención del vertido de sustancias oleosas (MARPOL I), vertido de sustancias peligrosas (MARPOL II), vertido de aguas grises y negras (MARPOL IV) y vertido de residuos (MARPOL VI).

.

.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.3.3 Efecto sobre el objetivo ambiental

Las medidas preventivas y correctoras señaladas evitarán los vertidos sin tratamiento adecuado al mar desde el barco cablero y el barco de protección dando por tanto cumplimiento al objetivo ambiental B.1.2.

De igual modo, la correcta adopción, aplicación y cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras contempladas en el EIA, el PVA y el propio proyecto, conseguirán eliminar de forma notable el riego de vertidos accidentales desde embarcaciones y cualquier otro tipo de maquinaria empleada en las labores de construcción y seguimiento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.4 Objetivo ambiental B.1.5

B. PREVENIR Y REDUCIR LOS VERTIDOS AL MEDIO MARINO, CON MIRAS A ELIMINAR PROGRESIVAMENTE LA CONTAMINACIÓN DEL MEDIO MARINO, PARA VELAR POR QUE NO SE PRODUZCAN IMPACTOS O RIESGOS GRAVES PARA LA BIODIVERSIDAD MARINA, LOS ECOSISTEMAS MARINOS, LA SALUD HUMANA O LOS USOS PERMITIDOS DEL MAR					
B. 1. Adoptar y aplicar las medidas necesarias para que la introducción de materia o energía en el medio marino no produzca efectos negativos significativos sobre los ecosistemas ni lo bienes y servicios provistos por el medio marino.					
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	B.1.5: Reducir la cantidad de basuras marinas generadas por fuentes tanto terrestres como marítimas.				
TIPO	Presión	DESCRIPTORES DEL BEA	D10	INDICADOR	Cantidad de basuras marinas en las costas y/o la plataforma continental.

4.2.4.1 Efectos potenciales

Las acciones de construcción del proyecto pueden potencialmente dar lugar a vertidos de basuras de forma accidental o deliberada tanto desde las embarcaciones y otra maquinaria empleada durante la construcción, como durante las obras en la franja costera o las labores de seguimiento con posterioridad a las obras.

El vertido de basuras al medio marino puede afectar a la calidad de las aguas y los hábitats y especies que albergan, además de a los recursos pesqueros y restos de bienes y servicios del medio marino y litoral, así como a la propia salud humana.

La probabilidad de ocurrencia de estos efectos nocivos es poco probable, y no se estima que la magnitud de potenciales situaciones indeseadas representen una amenaza real que pueda comprometer el Buen Estado Ambiental.

En todo caso, se prevén medidas preventivas específicas destinadas a minimizar los riesgos y, en su caso, actuar en consecuencia en caso de vertido de basuras. Adicionalmente, las contratas deberán establecer protocolos orientados a evitar cualquier tipo de vertido de basuras, y la supervisión ambiental velará por la toma en consideración de medidas de buenas prácticas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.4.2 Medidas preventivas y medidas correctoras que se alinean con el objetivo ambiental específico

- En todo momento se cumplirá el Convenio MARPOL y más concretamente su anexo V referido a las reglas para prevenir la contaminación por basuras.
- La gestión de residuos terrestres y marinos se llevará a cabo de acuerdo a la legislación ambiental vigente de aplicación y conforme al sistema de gestión medioambiental de Red Eléctrica.
- Durante las obras de perforación horizontal dirigida y tendido del cable se deberá contar con los medios técnicos, materiales y humanos adecuados para que, en caso de un vertido accidental, aunque sea de escasa probabilidad, el mismo pueda ser confinado y recogido a tiempo.
- En las zonas terrestres y en especial en las más próximas al mar se hará una vigilancia continua para verificar la limpieza y presencia incontrolada de cualquier tipo de residuos (escombros, basuras etc..) que pudiera acabar en el mar procediéndose a la limpieza y retira inmediata.
- Igualmente, cuando finalicen las obras en medio terrestre y con especial a atención a los puntos de aterraje se procederá a realizar una inspección general de toda el área de obras, tanto en las zonas de instalaciones, acopios o cualquier otra relacionada con la obra, verificando su limpieza, el desmantelamiento y retirada de todas las instalaciones auxiliares y cualquier residuo que puede localizarse.

4.2.4.3 Efecto sobre el objetivo ambiental

Las medidas preventivas y correctoras permitirán evitar completamente la deposición de cualquier tipo de basura en el mar, bien sea en las labores en tierra, bien sea en las labores de los propios barcos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.5 Objetivo ambiental B.1.9

B. PREVENIR Y REDUCIR LOS VERTIDOS AL MEDIO MARINO, CON MIRAS A ELIMINAR PROGRESIVAMENTE LA CONTAMINACIÓN DEL MEDIO MARINO, PARA VELAR POR QUE NO SE PRODUZCAN IMPACTOS O RIESGOS GRAVES PARA LA BIODIVERSIDAD MARINA, LOS ECOSISTEMAS MARINOS, LA SALUD HUMANA O LOS USOS PERMITIDOS DEL MAR					
B. 1. Adoptar y aplicar las medidas necesarias para que la introducción de materia o energía en el medio marino no produzca efectos negativos significativos sobre los ecosistemas ni lo bienes y servicios provistos por el medio marino.					
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	B.1.9: Garantizar que los niveles de ruido submarino no generan impactos significativos en la biodiversidad marina.				
TIPO	Estado	DESCRIPTORES DEL BEA	D11	INDICADOR	Casos registrados de impacto del ruido sobre la biodiversidad marina.

4.2.5.1 Efectos potenciales

Consecuencia de la presencia de los barcos responsables del tendido del cable y de la protección de este, así como durante las labores de apertura de la perforación horizontal dirigida se producirá un incremento de los niveles de ruido submarino.

4.2.5.2 Afección del proyecto

El ruido puede afectar a la fauna, especialmente a los mamíferos marinos en su capacidad de comunicarse, detectar presas y evitar peligros (p.e. colisiones con barcos).

El Estrecho es una zona con gran abundancia de mamíferos marinos (ver Documento Complementario I), entre las que estacan las especies de interés comunitario *Tursiops truncatus* (delfín mular), *Phocoena phocoena* (marsopa común).

La zona del Estrecho, básicamente debido a la gran cantidad de tráfico marítimo presenta una calidad del ambiente acústico baja (ver DC I).

Generalmente, los niveles de máxima presión sonora asociados a la instalación de cables son de bajos a moderados (Guidelines of Best Environmental Practices on Cable laying and protection. OSPAR 2012).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El ruido producido por un barco cablero en operación normal (tránsito y manteniendo posición mediante el uso de las hélices azimutales y de proa) presenta picos de cerca de 170 dB re 1µ Pa sobre las frecuencias de 160-1600 Hz a 1 m de distancia de la fuente.

El incremento del ruido se mantiene durante toda la estancia de los barcos en la zona de proyecto y se estima aproximadamente a total de en torno a 30 días.

Según el Plan de Gestión de la ZEC Estrecho Oriental la mala calidad acústica del Estrecho es una de las amenazas para las especies de interés comunitario de la zona, como el delfín mular o las marsopas.

4.2.5.3 Medidas preventivas y medidas correctoras que se alinean con el objetivo ambiental específico

- Se planificará en tendido del cable de manera que dure el menor tiempo posible.
- Se aplicarán las buenas prácticas recogidas en las *Guidelines for the reduction of underwater noise from comercial Shipping to adress adverse impacts on marine life* (IMO Abril 2014).
- Durante los tránsitos el barco irá a baja velocidad, y en todo caso siempre por debajo de la velocidad de cavitación de las hélices.
- Se evitarán aceleraciones bruscas.
- Tanto el casco como la maquinaria estarán correctamente mantenidos.
- No se llevarán a cabo actividades ruidosas, como por ejemplo voladuras de rocas.
- Se dimensionarán los medios a utilizar para que sean los menos ruidosos posible. Se evitará la utilización de medios sobredimensionados en peso, potencia o capacidad.
- Si es posible, se iniciarán las tareas de enterramiento del cable a baja intensidad (baja velocidad, baja presión de agua en el caso de jetting, poca potencia de la zanjadora en caso de trenching), para ir aumentando la intensidad paulatinamente. Con esto se pretende dar tiempo a los animales sensibles al ruido a abandonar la zona antes de llegar al nivel máximo de ruido.
- En el marco del PVA con el objetivo de determinar los posibles impactos que la ejecución de las obras generaría sobre las especies de cetáceos, se instalarán dos sistemas de monitorización acústica pasiva (PAMs) para la detección del ruido submarino en la zona de ejecución de operaciones.

4.2.5.4 Efecto sobre el objetivo ambiental

Atendiendo a lo anteriormente expresado, no se considera que el aumento puntual de los niveles sonoros pueda alcanzar durante la construcción de la línea proyectada, magnitud suficiente como

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

para afectar significativamente a la biodiversidad marina, dándose cumplimiento por tanto al objetivo B.1.9. La correcta aplicación de las medidas preventivas y del seguimiento ambiental en fase de construcción mitigará el alcance de los efectos por ruidos sobre la biodiversidad marina.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.6 Objetivo ambiental B.2.4

B. PREVENIR Y REDUCIR LOS VERTIDOS AL MEDIO MARINO, CON MIRAS A ELIMINAR PROGRESIVAMENTE LA CONTAMINACIÓN DEL MEDIO MARINO, PARA VELAR POR QUE NO SE PRODUZCAN IMPACTOS O RIESGOS GRAVES PARA LA BIODIVERSIDAD MARINA, LOS ECOSISTEMAS MARINOS, LA SALUD HUMANA O LOS USOS PERMITIDOS DEL MAR					
B. 2. Adoptar y aplicar las medidas necesarias para lograr que las concentraciones de contaminantes se encuentren en niveles que no produzcan efectos de contaminación					
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	B.2.4: Minimizar la incidencia y magnitud de los eventos significativos de contaminación aguda (por ejemplo, vertidos accidentales de hidrocarburos o productos químicos) y su impacto sobre la biota, a través de procesos adecuados de análisis de riesgos.				
TIPO	Operativo	DESCRIPTORES DEL BEA	D8	INDICADOR	Existencia de procesos de análisis de riesgos

4.2.6.1 Efectos potenciales

Como se ha expuesto para el caso del objetivo ambiental B.1.2 resultado de la propia presencia y operatividad del barco cablero y del barco de protección en la instalación del cable proyectado se podría producir algún tipo de accidente o incidencia que dé lugar a vertidos accidentales de hidrocarburos o productos químicos que alteren la calidad del agua y con ello de las comunidades marinas.

Un barco cablero como el que se pretende utilizar para el proyecto puede llevar hasta 2.000 m^3 de combustible. El barco de protección es sensiblemente de menor tamaño y, por tanto, transporta un volumen de combustible muy inferior.

Los vertidos de hidrocarburos al mar básicamente se producen por dos motivos:

- Accidentes durante el repostaje en alta mar (proceso llamado bunkerinng)
- Accidentes por pérdida de estanqueidad de los tanques por accidente grave, ya sea abordaje, varamiento, incendio o hundimiento.

Por el tipo de trabajos a desarrollar, y tomando en consideración la longitud del cable en cada tendido y protección, se desprende que en estos trabajos no se van a producir repostajes en alta mar, por lo que este impacto potencial no se dará.

Los impactos ambientales del combustible vertido serán diferentes según el tipo de producto, dónde y cuándo se derrame y de cómo se desplace.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El fuel se clasifica en ligero, medio y pesado. Los fuels livianos como la gasolina y el combustible diésel son más volátiles y se evaporan con relativa rapidez, generalmente en unos días. Los fuels pesados, como el combustible búnker que utilizan algunos buques, pueden persistir en el medio ambiente durante meses o incluso años. Los combustibles ligeros son sumamente tóxicos, lo que significa que su impacto se sentirá relativamente rápido después de la exposición, mientras los petróleos pesados pueden sofocar o cubrir la vida silvestre y provocar problemas ambientales a largo plazo.

En todo caso estos barcos llevan sistema de protección para evitar este tipo de vertidos, por lo que debería ser un accidente muy grave el que pudiera derivar en una pérdida de este tipo de efluentes, siendo en ese caso un problema más del conjunto de efectos que se generarían. Se ha de tener en consideración que estos barcos tienen unas tripulaciones muy especializadas con un número importante de técnicos muy cualificados en las tripulaciones, y suelen ser muy modernos, por lo que este tipo de vertidos está muy controlado, en cumplimiento de la normativa existente.

Debido a la baja probabilidad de que se produzca un vertido, y siempre que se llevan a cabo las medidas preventivas que se citan a continuación, se considera que el impacto que se pueda producir será no significativo.

4.2.6.2 Medidas preventivas y medidas correctoras que se alinean con el objetivo ambiental específico

Como ya se ha citado para el caso del Objetivo ambiental B.1.2 es necesario establecer una serie de medidas preventivas, destinadas a minimizar la probabilidad del vertido, en caso de que éste se produzca evitar que llegue al medio, y en el eventual caso que esto suceda contener al área afectada.

Estas medidas, de carácter técnico y organizativo serán responsabilidad del operador del barco, pero en caso de vertido de sustancias peligrosas al medio en cantidades significativas pueden conllevar la actuación de medios externos (Salvamento Marítimo).

En todo caso el barco cablero y el de protección del cable cumplirán con todas las restricciones MARPOL.

Además, el barco estará en perfectas condiciones de navegabilidad y llevará a cabo todas las acciones necesarias para evitar accidentes como colisiones o varamientos:

- Vigilancia activa de la navegación, visual por radar y AIS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Disposición de cartas náuticas actualizadas
- Estudio de la ruta y posibles peligros para la navegación
- AIS y radar conectado en todo momento e indicando buque con maniobra restringida.
- Contacto con radio con las autoridades de tráfico del Estrecho, capitanía Marítima de Algeciras y Ceuta y con los otros buques de la zona

El barco dispondrá de un plan de emergencia que incluya el vertido de grandes cantidades de hidrocarburos por accidente grave, ya sea colisión, hundimiento o incendio. Se dispondrá de los medios humanos (equipos de intervención), materiales y organizativos (formación, simulacros, etc.) para que los protocolos de emergencia se apliquen correcta, segura y eficazmente.

En caso de que el incidente no pueda ser controlado por medios propios se contactará inmediatamente por radio con las autoridades para que movilicen los medios anticontaminación (barreras, absorbentes, etc.) que consideren necesarios. Se colaborará en todo momento con las autoridades facilitando de manera inmediata información veraz y relevante sobre el tipo de accidente, tipo y cantidad de productos involucrados, etc.

Se dará cumplimiento a la International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Cooperation (OPRC) por lo que refiere a comunicación en caso de accidente, medios anticontaminación y los simulacros de accidente

4.2.6.3 Efecto sobre el objetivo ambiental

La correcta adopción, aplicación y cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras contempladas en el EIA, el PVA y el propio proyecto, conseguirán eliminar de forma notable el riego de vertidos accidentales desde embarcaciones y cualquier otro tipo de maquinaria empleada en las labores de construcción y seguimiento dando, por tanto, cumplimiento al objetivo ambiental B.2.4.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.7 Objetivo ambiental C.2.1

C. GARANTIZAR QUE LAS ACTIVIDADES Y USOS EN EL MEDIO MARINO SEAN COMPATIBLES CON LA PRESERVACIÓN DE SU BIODIVERSIDAD					
C. 2. Adoptar y aplicar la medidas necesarias para minimizar el impacto de las actividades humanas en las condiciones físicas del medio marino					
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	C.2.1: Garantizar que la superficie afectada por alteraciones físicas permanentes causadas por actividades humanas sea una proporción reducida del área total de la demarcación del Estrecho y Alborán.				
TIPO	Estado	DESCRIPTORES DEL BEA	D1,D4 D6 D7	INDICADOR	Superficie alternada por alteraciones físicas permanentes causadas por actividades humanas.

4.2.7.1 Efectos potenciales

En relación con el objetivo ambiental citado el proyecto tendrá como efecto potencial la ocupación permanente de los dos cables que conforman el trazado sobre el lecho marino.

4.2.7.2 Afección del proyecto

Del total de 114,1 km que supone el trazado de ambos cables, un total de 68,0 km (33,9 km del trazado oeste y 34,1 km del trazado este) se implantarán en los dominios de la Demarcación del Estrecho y Alborán.

En relación con la ocupación, un primer dato a considerar es que la zanja tiene una anchura de 0,20 a 0,25 m) escasamente superior al diámetro del cable (0,182 m en tramo offshore y 0,186 m en el tramo nearshore), con la profundidad precisa en cada tramo, determinada en función de los usos a los que se dedica cada zona y a la dureza del sustrato. Por lo tanto, el ancho de ocupación de la zanja va a ser muy reducido.

Por tanto, la ocupación de la zanja de los dos cables enterrados en los dominios de la Demarcación del Estrecho y Alborán, considerando un ancho para la misma de 0,25 m será de unos 17.000 m^2, o lo que es lo mismo 1,7 ha.

Así, la realización de la zanja, y sus dimensiones en cuanto a la profundidad, difiere en función del método de protección utilizado, ya que en suelos sedimentarios blandos y arenosos, como son la mayor parte de los cruzados por el trazado en el interior de la Demarcación (55,5 km de los 68 km discurrentes en la Demarcación), la apertura de la zanja se realiza mediante el jetting,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

procedimiento en el que el enterramiento del cable se realiza mediante la inyección de agua a alta presión hasta la profundidad requerida, en el propio punto en el que se va a realizando la protección.

Con este método, el cable va penetrando, a través del medio arenoso, fluidizado por esas inyecciones, hasta depositarse de acuerdo al proyecto. Para ello, se utiliza un robot, que discurre por el fondo marino (deja una huella de afección de unos 3 m de ancho), siguiendo el cable, previamente depositado por el barco cablero, que dispone de los equipos para inyectar el agua a presión, que toma de su entorno inmediato. El robot está dirigido desde el barco que realiza la protección, desde el que se verifica, en continuo, la maniobra, mediante cámaras de video que lleva el propio robot. En las zonas costeras se utiliza un aparato diferente, formado por una estructura rígida con ruedas, controlada desde una embarcación en la superficie, desde la que se alimentan los chorros de agua.

De acuerdo con ello, se produce una zanja, de la profundidad requerida, que permanece durante todo el proceso llena de ese medio arenoso fluidizado, que permite que el cable, con un peso apreciable por metro lineal (48,3 kg/m), penetre a través del mismo, hasta depositarse en el fondo.

Una vez el aparato avanza, y con él la inyección de agua a presión, el sedimento se deposita en la propia zanja o en su entorno inmediato, quedando expuesta a la dinámica del fondo.

En sustratos algo más duros, en los que el jetting no permite excavar la zanja, se utiliza otro tipo de aparato (Plough), con un peso propio de algunas toneladas, basados en un método mixto en los que, a la inyección de agua a presión, se le acompaña de un sistema que dispone de un artilugio a modo de arado, que penetra en el sustrato sedimentario de mayor consistencia, permitiendo igualmente la disposición del cable a la profundidad requerida.

Con este método, la zanja permanece abierta algo más tiempo que con el anterior, al desmenuzar con el avance del aparato el fondo rocoso, produciendo un detrito pulverulento de grueso tamaño, que, por su propio peso, se depositará en la zanja a poco que se avance. En todo caso, queda una depresión en la zanja.

Si el sustrato es aún más duro se ha de recurrir a sistemas que abren la zanja mediante excavación, por aparatos con sistemas de corte de la roca (trenching), que pueden discurrir por el fondo mediante ruedas o patines, en función de la rugosidad del mismo. La “huella” de la maquinaria necesaria para el trenching o el *ploughing* es aproximadamente de 4 m de anchura, teniendo en cuenta la propia herramienta y los patines sobre los que se desliza. El picado de la

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

roca, producirá una pluma de sedimentos triturados por el aparato, que son lanzados hacia arriba por el sistema de corte. Los sedimentos producidos, en general de tamaño milimétrico, caen rápidamente al fondo por su propio peso.

Este método es más agresivo, pero presentan una clara diferencia dado que no profundizan lo mismo en el fondo, ya que el sustrato duro en el que se excava la zanja, por su propia consistencia, representa por sí mismo una protección del cable ante agentes externos, por lo que la profundidad puede ser menor, que en los fondos más blandos en los que el cable debe quedar mucho más profundo. En todo caso, para proteger le superficie y los bordes de la zanja, e impedir que una ancla o aparejo se introduzca en la misma y pueda dañar al cable, una vez depositado este en el fondo, se procede al relleno de la parte superior con grava o bloques de hormigón que se depositan en la superficie sobre la zanja.

A consecuencia de la apertura de la zanja con los dos primeros métodos, jetting y plough, se forma una depresión artificial en el terreno. Esta depresión será corregida a corto plazo por el transporte sedimentario generado por las corrientes presentes en la superficie del fondo, dado que la excavación se produce en un medio extraordinariamente dinámico. La capacidad de desplazamiento y transporte del sedimento es inversamente proporcional al tamaño de grano y directamente proporcional a la energía de la corriente, por lo que es probable que justo en el borde de la zanja queden almacenados los sedimentos de mayor granulometría que no son tan fácilmente transportables por la corriente.

El transporte se efectuará preferentemente en el sentido de la corriente predominante (de este a oeste), siendo en este margen de la zanja donde mayores modificaciones topográficas se puedan observar.

Las variaciones morfológicas del fondo esperadas consisten en la generación de un ligero relieve negativo en la zanja y otro positivo, menos acusado y más difuso, por acumulación de los materiales excavados en el lado oeste de la misma.

En general, estos efectos no revisten un valor reseñable, salvo en aquellos casos en los que las características dinámicas de la zona provoquen el desplazamiento de los materiales puestos en suspensión por la excavación. Esto provocaría que el hundimiento superficial de la zanja permaneciera un periodo de tiempo más amplio, ya que los materiales habrían sido trasladados fuera del área, y la pérdida de finos podría afectar a las comunidades de importancia ecológica, colindantes a la zona de los trabajos. Este efecto ha sido valorado en relación con el objetivo ambiental A.1.1 su apartado específico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.7.3 Medidas preventivas y medidas correctoras que se alinean con el objetivo ambiental específico

- Una de las principales medidas para minimizar la ocupación sobre los fondos marinos y con ello sobre los dominios de la Demarcación ha consistido en la definición de la solución global de trazado de conexión entre la Península y Ceuta. De este modo desde los primeros estudios realizados para el Proyecto (Documento Inicial de Proyecto presentado ante el órgano ambiental en 2016) se seleccionó como punto de conexión de la península con Ceuta la zona de la playa de La Hacienda, en la Línea de la Concepción, la cual no siendo la solución más próxima a Ceuta en línea recta se trataba de la solución que tenía menos implicaciones globales en el análisis conjunto tierra-mar. Esta solución fue refrendada por las distintas administraciones en esta fase consultas previas.
- Dentro de la citada anterior solución de conexión desde la zona de la playa de la Hacienda se ha diseñado, no en línea recta sino con mayor longitud debido a la necesidad de evitar condicionantes de primer orden desde el punto de vista técnico, desde el punto de vista de la seguridad del trazado y desde el punto de vista ambiental. Estos han sido fundamentalmente:

  - La presencia de la ZEC Estrecho Oriental, zona por la cual, se intenta transcurrir el mínimo posible.
  - Una geomorfología submarina compleja, con sistemas de cañones submarinos importantes como los de Ceuta, la Línea o Guadiaro, dritfs (zonas de acumulación de materiales) y conos deltaicos profundos y un talud continental de importante pendiente en Cádiz. Todos estos elementos deben evitarse ya que suponen un riesgo para la integridad del cable.
  - La presencia de hábitats bentónicos relevantes, cuya afección debe minimizarse.
  - La presencia de zonas UXO.
  - La presencia de cable de fibra óptico con el mismo origen (La Línea de la Concepción) y destino (Ceuta).

- Para minimizar la afección a los fondos marinos en la zona de contacto tierra-mar, una de las más sensibles alteraciones el proyecto ha optado por la selección de la técnica de perforación horizontal dirigida para cada uno de los primeros 1.038 m de trazado de sendos cables de manera que en el frente litoral de la Línea de la Concepción se evita la afección a la barrera litoral dispuesta en paralelo a la costa.
- Además, dentro de los pasillos o corredores alternativos analizados en campaña geofísica y ambiental sobre los que se ha levantado información en un ancho de 80 m se han realizado como medida preventiva para minimizar las afecciones a afloramientos rocosos técnicas de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Micro-routing. Estas han consistido en reperfilados de los trazados al máximo detalle con el fin de evitar localizaciones puntuales de afloramientos

- Entre las técnicas de apertura de zanja y enterramiento del cable se ha descartado la utilización de explosivos para implantar en cable en zonas rocosas (unos 390 m lineales en el interior de la Demarcación.

4.2.7.4 Efecto sobre el objetivo ambiental

Resultado del tipo de actuación que se trata y gracias a las medidas y técnicas adoptadas, la superficie de afección de ocupación del proyecto será de 0,017 km^2, superficie muy reducida (0,000688 %) en comparación al área total de la demarcación marina del Estrecho y Alborán (24.990 km^2), considerando además que se trata de dos cables que se dispondrán enterrados sobre el lecho y en perforación horizontal dirigida en sus primeros 1.038 m de cada uno ellos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.8 Objetivo ambiental C.2.2

C. GARANTIZAR QUE LAS ACTIVIDADES Y USOS EN EL MEDIO MARINO SEAN COMPATIBLES CON LA PRESERVACIÓN DE SU BIODIVERSIDAD					
C. 2. Adoptar y aplicar la medidas necesarias para minimizar el impacto de las actividades humanas en las condiciones físicas del medio marino					
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	C.2.2: Garantizar que las alteraciones físicas localizadas y permanentes causadas por actividades humanas no amenacen la perdurabilidad y funcionamiento de los hábitats biogénicos y/o protegidos, ni comprometan el logro o mantenimiento del BEA para estos hábitats.				
TIPO	Estado	DESCRIPTORES DEL BEA	D1,D4 D6 D7	INDICADOR	Afección de hábitats.

4.2.8.1 Afección del proyecto

Tal y como se ha descrito con anterioridad el 91% (18 ha) de las comunidades marinas bentónicas afectadas por el proyecto en el interior de la Demarcación se corresponden con fondos blandos de valor ecológico moderado y alta capacidad de recuperación de manera que es previsible que se produzca su recuperación poco después de las obras.

Las comunidades biogénicas mixtas (ME45) afectadas en una superficie de 1,6 ha en el interior de la demarcación se prevé igualmente que tengan una pronta regeneración.

La afección a comunidades más desarrolladas se corresponde con la afección a MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo, equiparable al HIC 1170 arrecifes. Mediante microrouting se ha diseñado un trazado que minimiza en gran medida la afección a este hábitat y a su vez entre las medidas propuestas antes de las obras se volverán a llevar a cabo nuevas filmaciones y análisis con el objeto de minimizar aún más la afección, establecida en unos 390 m de recorrido de cable y unos 1.568 m^2 alteración de fondos por la maquinaria que abrirá la zanja.

En relación con la RN2000 el espacio ZEC Estrecho Oriental se verá afectado puntualmente por:

- Cruzamiento en la esquina nororiental de la ZEC
  - Cruzamiento de 1.220 m del circuito oeste.
  - El circuito este bordea este espacio sin adentrarse en el mismo.
- Cruzamiento en la esquina suroriental de la ZEC

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Cruzamiento de 3.970 m del circuito oeste.
- Cruzamiento de 2.260 m del circuito este.

De los 4 hábitat que son objetivo de conservación de esta ZEC, ni las fuentes de información documentales existentes ni las zonas determinadas por el plan de gestión establecen la presencia de ninguno de estos HIC se verán afectadas por el proyecto.

Además, resultado de las campañas marinas realizadas en el marco del presente proyecto, tanto en ámbitos de aguas someras como a lo largo de las variantes alternativas para el trazado final de los dos cables que conforman el proyecto ha descartado la presencia de estos en las zonas afectadas por el proyecto dentro de los límites de la ZEC Estrecho Oriental. Para mayor detalle se puede consultar el Documento Complementario II relativo al Informe de Evaluación de las Repercusiones sobre los Espacios Red Natura 2000 del Proyecto de Interconexión Eléctrica Península-Ceuta.

4.2.8.2 Medidas preventivas y medidas correctoras que se alinean con el objetivo ambiental específico

- Se ha procurado limitar al mínimo imprescindible la afección a los espacios naturales protegidos del entorno marino.
- En relación con la Red Natura se han realizado campañas marinas sobre trazados alternativos sin invadir la ZEC Estrecho Oriental y afectando marginalmente a la misma. Resultado de la comparativa de las afecciones se decide afectar a las esquinas nororiental y suroriental de la ZEC ya que se concluye que el fondo de los pasillos analizados fuera y dentro del espacio RN 2000 son de la misma naturaleza bentónica y propia de sustratos blandos. Por ello, no afectando a especies ni HIC objetivo de conservación se considera más favorables esta solución que las que no invaden la ZEC más limitantes para el cable por los mayores riesgos que implican su proximidad al cañón del Guadiaro en la zona nororiental de la ZEC y al drift de Ceuta en el caso de la esquina suroriental.
- Se realizarán los primeros 1.038 m de trazado en Cádiz mediante perforación horizontal dirigida para evitar las afecciones a comunidades marinas en el intermareal.
- Los ya comentados micro-routings minimizaran la afección a las comunidades rocosas de mayor valor ambiental.
- En el marco del PVA se realizarán vídeos para el control ambiental del estado de las zanjas realizados en el fondo marino sobre el trazado definitivo del cable, un video en las zonas de interés previo al comienzo de las obras y 1 video en la zona de interés posterior al tendido y protección del cable.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Durante el período de obras se realizarán campañas oceanográficas para el control de la calidad de la columna de agua receptora, en unas estaciones prestablecidas con carácter previo al comienzo de las obras, durante la realización de las mismas y una vez terminados los trabajos de instalación de los cables submarinos.
- Para el estudio de la calidad de los sedimentos marinos se seguirá un protocolo de muestreo específico (muestreos y analíticas). Dichos muestreos serán realizados, de forma previa al comienzo de las obras, durante la ejecución de las actuaciones y una vez terminados los trabajos de construcción.
- Se realizarán muestreos de las comunidades bentónicas asentadas sobre el lecho marino previo al comienzo de las obras, durante la realización de las obras y una vez terminados los trabajos de construcción desde la superficie de la embarcación.
- En el marco del PVA con el objetivo de determinar los posibles impactos que la ejecución de las obras generaría sobre las especies de cetáceos, se instalarán dos sistemas de monitorización acústica pasiva (PAMs) para la detección del ruido submarino en la zona de ejecución de operaciones.

4.2.8.3 Efecto sobre el objetivo ambiental

Las medidas preventivas y correctoras garantizan que las alteraciones físicas localizadas y permanentes causadas por el proyecto no amenacen la perdurabilidad y funcionamiento de los hábitats presentes en la zona dando por ello cumplimiento al objetivo ambiental específico C.2.2.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.9 Objetivo ambiental C.3.5

C. GARANTIZAR QUE LAS ACTIVIDADES Y USOS EN EL MEDIO MARINO SEAN COMPATIBLES CON LA PRESERVACIÓN DE SU BIODIVERSIDAD					
C. 3. Promover un mejor grado de conocimiento de los ecosistemas marinos españoles y de su respuesta ante las actividades humanas, así como un mejor acceso a la información ambiental disponible					
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	C.3.5: Ampliar el conocimiento sobre el efecto de las actividades humanas sobre los hábitats, especialmente los biogénicos y protegidos, sus especies, poblaciones y comunidades, su sensibilidad, límites de tolerancia y capacidad adaptativa y de aclimatación, especialmente en relación a las actividades pesqueras, las construcción de infraestructuras, la extracción de recursos marinos no renovables, la contaminación y la interacción con los efectos del cambio climático (acidificación, calentamiento, etc.).				
TIPO	Operativo	DESCRIPTORES DEL BEA	D1, D6 D8 D10	INDICADOR	Número de estudios y proyectos científicos sobre estas materias.

4.2.9.1 Efectos potenciales

El presente objetivo ambiental específico no guarda relación con ningún efecto potencial del proyecto por el que pueda ser afectado, sino que guarda relación con una ampliación de los conocimientos de las afecciones del mismo sobre el medio marino.

4.2.9.2 Afección del proyecto

No aplica.

4.2.9.3 Medidas preventivas y medidas correctoras que se alinean con el objetivo ambiental específico

Se señala a continuación los estudios que han permitido conocer la naturaleza del medio marino afectada por el proyecto, así como su entorno que han permitido caracterizar el Inventario Ambiental Preliminar de la zona de Estudio y diseñar las alternativas de trazado que supongan una menor afección sobre las comunidades marinas.

- Informes Campaña Marina Ambiental de Aguas Someras:

  Se han llevado a cabo estudios marinos en los frentes litorales de aguas someras (hasta -50 m aproximadamente) en la Línea de la Concepción, Ceuta Norte, y Ceuta Sur. Estas han sido llevadas a cabo por la Fundación CEIMAR y han consistido en exhaustivas campañas marinas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

para analizar los posibles puntos de aterraje permitiendo estas campañas caracterizar la morfología de los fondos, conocer el espesor de sedimentos, identificar zonas de riesgo, describir la calidad de las aguas y los sedimentos, identificar las comunidades biológicas e identificar estructuras o elementos antrópicos y aquellos considerados elementos patrimoniales:

- 1.1 Estudio de Fondo y Subsuelo Marino (GEHYM)
- 1.2 Estudio de Clima Marítimo (CEIMAR)
- 1.3 Estudio de Calidad de Aguas y Sedimentos (CEIMAR)
- 1.4 Estudio de Biocenosis Costera y Marina (CEIMAR)
- 1.5 Informe de Clasificación de los Tipos de Hábitats con Arreglo a la Base de datos de Biodiversidad EUNIS (Tecnoambiente)
- 1.6 Informe sobre Patella ferruginea (CEIMAR)
- 1.7 Estudio Acústico Submarino (CEIMAR)
- 1.8 Memoria Final de Prospección Arqueológica Subacuática (CEIMAR)
- Anexo 7. Inventario de Patella ferruginea en el Extremo Sur de la Playa de El Chorrillo en Ceuta (Tecnoambiente).

Además, la propia fundación CEIMAR ha llevado a cabo otra serie de estudios documentales que han permitido enmarcar las características del Estrecho en su conjunto y han sido de gran utilidad en el análisis de corredores alternativos para el cable.

- 1.9 Informe sobre la ZEC Estrecho Oriental (CEIMAR)
- 1.10 Informe sobre la Zona Marítima del LIC Monte Hacho (CEIMAR)
- 1.11. Caracterización Geológica del Corredor Oriental del Estrecho de Gibraltar (CEIMAR)
- 1.12 Informe sobre la Situación Actual de la Actividad Pesquera en la Línea de la Concepción (CEIMAR-ADEME)

Una vez seleccionado el corredor más favorable se llevaron a cabo dos campañas marinas, la primera de ellas, de carácter geofísico fue llevada a cabo por la empresa MMT entre diciembre de 2019 y enero de 2020 con el objetivo de caracterizar el fondo marino en función de su batimetría, geomorfología, espesor de sedimento y presencia de elementos antrópicos.

La segunda campaña, de carácter ambiental fue llevada a cabo por Tecnoambiente entre mayo y junio de 2020 con el objetivo de caracterizar las aguas, los sedimentos, las comunidades bentónicas y plantónicas, el ruido ambiental y los campos electromagnéticos de la zona.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En ambos casos se llevaron a cabo las campañas tanto para el trazado proyectado como para sus variantes alternativas para un ancho de 80 m de corredor. Los resultados están plasmados en el Documento Complementario I.

Por su parte en anexo al Documento Complementario I están recogidos los Anexos de resultados de la campaña marina llevada a cabo por Tecnoambiente.

- Anexo I: Perfiles de la columna de agua
- Anexo II: Resultados analíticos de aguas
- Anexo III: Resultados de fitoplancton
- Anexo IV: Resultados de zooplancton
- Anexo V: Resultados de sedimento
- Anexo VI: Resultados de bentos
- Anexo VII Estudio de dispersión de la pluma de turbidez
- Anexo VIII Anexo de calidad del ambiente acústico
- Anexo IX Anexo de patrimonio arqueológico.
- Anexo X Estudio batimétrico y geomorfológico llevado a cabo por MMT

A partir de todos los estudios y análisis realizados el Estudio de Impacto Ambiental ha llevado a cabo la identificación y valoración de los impactos ambientales del proyecto del cable marino mediante un análisis estratificado de las relaciones causa/efecto, con la finalidad de cuantificar el cambio que experimentan las variables ambientales como consecuencia de las actividades contempladas en el proyecto.

4.2.9.4 Efecto sobre el objetivo ambiental

El Estudio de Impacto Ambiental del proyecto y toda la documentación generada anexa al mismo permite ampliar el conocimiento sobre el efecto de las actividades humanas sobre los hábitats, comunidades y especies, en concreto los resultantes de la instalación de un cable submarino, dando, por tanto, cumplimiento al presente objetivo ambiental.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 ANÁLISIS ESPECÍFICO SOBRE LOS ESPACIOS MARINOS PROTEGIDOS

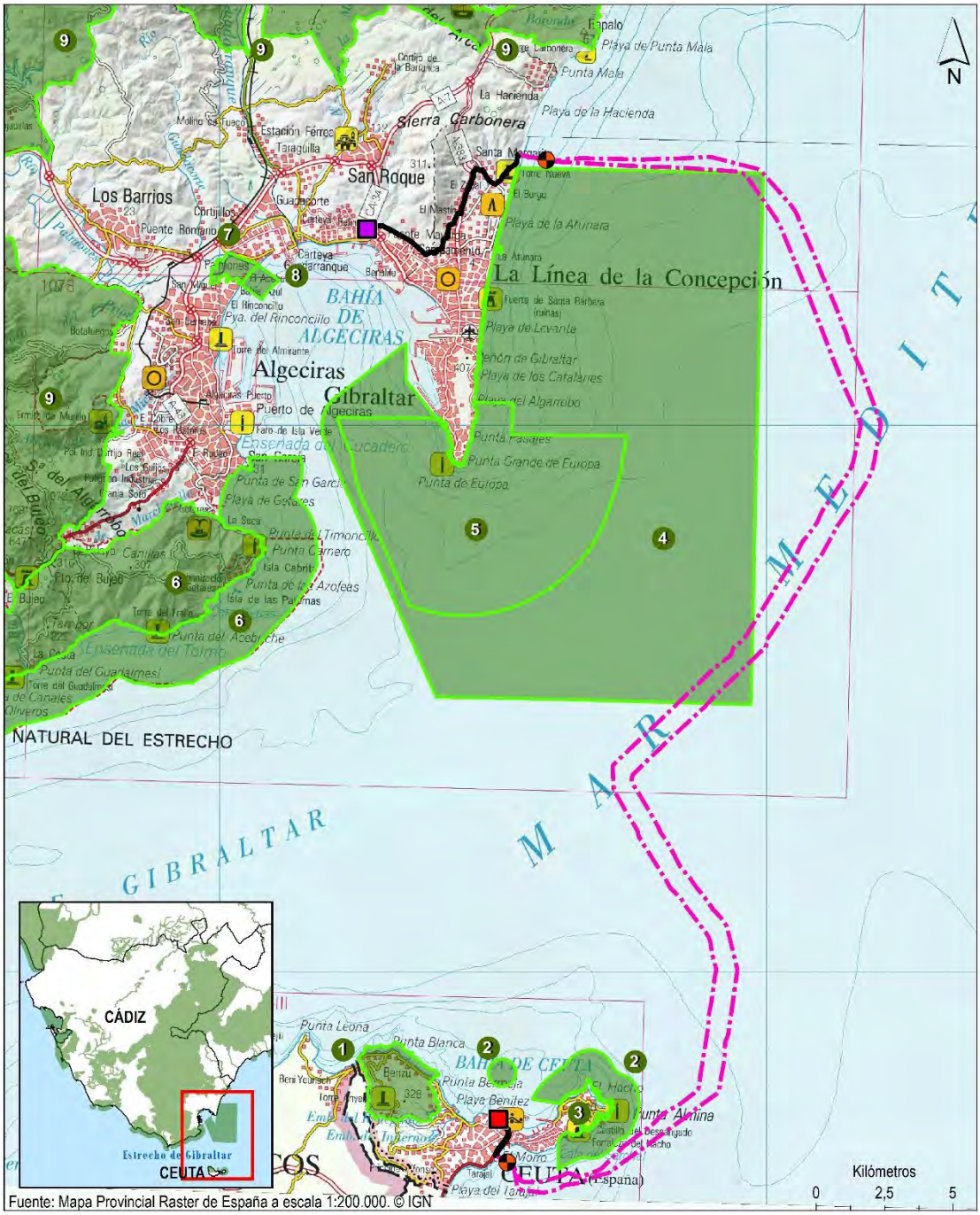
La afección global a espacios de la Red Natura marinos por parte de las actuaciones del proyecto de Interconexión Eléctrica Península-Ceuta se resume en la siguiente tabla:

Figuras de protección	Elemento del proyecto	Longitud (m) en RN 2000 y % respecto del total de la línea	Actuación y superficie en m^2 a afectar	Afección respecto a la totalidad de la superficie del espacio de la RN
ZEC Estrecho Oriental– ES6120032– 23.641,82 ha	Trazado de los cables este y oeste de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África	7.450 m (6,5 % respecto al total de trazado marino)	Ocupación para la apertura de la zanja (ancho 3 m): 2,23 ha Ocupación de la zanja (ancho 0,25 m): 0,19 ha	0,0094 %

Las afecciones sobre la ZEC Estrecho Oriental son muy reducidas, y de una naturaleza igualmente poco significativas, sin que los efectos directos por ocupación de los cables ni indirectos por discurrir estos fuera del mismo a relativa proximidad tengan capacidad de incidir sobre los valores de conservación de este espacio ni sobre su integridad.

Para ampliar la información sobre las afecciones a este espacio marino protegido dentro de la Demarcación Marina del Estrecho y Alborán puede consultarse el Documento Complementario II “Informe de Evaluación de las Repercusiones sobre los Espacios Red Natura 2000 del Proyecto de Interconexión Eléctrica Península-Ceuta”.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Nueva subestación Algeciras 132 kV

Nueva subestación Virgen de África 132 kV

Línea a 132 kV Algecirass-Virgen de África

Trazado terrestre soterrado en túnel, zanja o PHD

Trazados marinos

Puntos de salida de la perforación horizontal dirigida (PHD)

Red Natura 2000

1. LIC y ZEPA Calamocarro-Benzú (ES6310001)
2. LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho (ES6310002)
3. ZEPA Acantilados de Monte Hacho (ES0000197)
4. ZEC Estrecho Oriental (ES6120032)
5. ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar (UKGIB0002)
6. ZEC Estrecho (ES0000337)
7. ZEC y ZEPA Marismas del Río Palmones (ES6120006)
8. ZEC Fondos Marinos Marismas del Río Palmones (ES6120033)
9. ZEC y ZEPA Los Alcornocales (ES0000049)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6 CONCLUSIÓN

En aplicación de las medidas preventivas y correctoras, las actuaciones del Plan de Vigilancia Ambiental, las contempladas en el propio proyecto y las que puedan resultar de aplicación tras la evaluación ambiental del Ministerio, se estima la COMPATIBILIDAD FAVORABLE con los objetivos ambientales específicos definidos en la Estrategia Marina de la Demarcación del Estrecho y Alborán.

En cuanto los espacios protegidos, se considera la afección sobre el espacio de Red Natura 2000 Estrecho Oriental por parte de los trazados previstos no alcanza una magnitud apreciable, no afectando a sus hábitats ni especies objetivos de conservación ni a la integridad de la misma, no afectando igualmente a la conectividad ecológica entre los espacios protegidos existentes en su entorno, ni entre estos y espacios forestales externos a los mismos, y por lo tanto de afectar a la coherencia ecológica de la Red Natura 2000.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7 EQUIPO REDACTOR

La realización de este informe vinculado al Proyecto de Interconexión Eléctrica Península-Ceuta, ha sido elaborado por personal técnico cualificado integrado en el equipo de trabajo de la empresa Asistencias Técnicas CLAVE S.L., y por el Departamento de Medio Ambiente de RED ELÉCTRICA a partir de la información incluida en el Estudio de Impacto Ambiental aportada por Tecnoambiente

Por parte de Asistencias Técnicas CLAVE, S .L.	Por parte de Red Eléctrica de España S.A.U.
Dirección	Pablo Pombo Fragero Licenciado en CC Ambientales Leopoldo Moro López Ingeniero Agrónomo
Álvaro Pereda García. Lcdo. Ciencias Ambientales	
Realización	
Alfonso Lazo Contreras. Doctor en Biología. Antonio Hernández Verges. Lcdo. Geografía Luís Sierra Pindado. Lcdo. Geografía	

En Sevilla, a 28 de marzo de 2022

Fdo.: Álvaro Pereda García
(director del equipo redactor)

Fdo.: Juan Requejo Liberal
(Director-gerente de AT Clave)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8 DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

- DC I:
  - Extracto de los contenidos del EIA de la Interconexión Eléctrica Península-Ceuta relacionados con el medio marino.
- DC II:
  - Informe de Evaluación de las Repercusiones sobre los Espacios Red Natura 2000 del Proyecto de Interconexión Eléctrica Península-Ceuta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

“INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA – CEUTA”

NUEVA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 132 kV, AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 220 kV, CONEXIÓN SOTERRADA 220 kV ENTRE AMBAS, LÍNEA DE INTERCONEXIÓN SUBTERRÁNEO-SUBMARINA A 132 kV, DOBLE CIRCUITO, ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA Y NUEVA SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV

Documento complementario 1

Extracto de los contenidos del EIA de la Interconexión Eléctrica Península-Ceuta relacionados con el medio marino

Marzo de 2022

EMAS GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL VERIFICADA E-SB-000013

AENOR Gestión Ambiental CGM-99/043

CLAVE

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 INVENTARIO AMBIENTAL DE DETALLE 3
1.1 CORREDORES MARINOS 7
1.1.1 Caracterización del fondo marino 7
1.1.2 Caracterización de la columna de agua 56
1.1.3 Resultados analísticos en aguas 64
1.1.4 Conclusiones generales del vector aguas 93
1.1.5 Plancton 96
1.1.6 Caracterización del sedimento marino 105
1.1.7 Análisis de las comunidades macrobentónicas 123
1.1.8 Comunidades observadas en la zona de estudio 135
1.1.9 Patella ferruginea 196
1.1.10 Cetáceos y tortugas 204
1.1.11 Especies protegidas y hábitats de interés comunitario en la zona de estudio 230
1.1.12 Caracterización del ruido ambiental 243
1.1.13 Campos electromagnéticos 260
1.1.14 Patrimonio arqueológico 263
2 EFECTOS AMBIENTALES POTENCIALES EN MEDIO MARINO 269
2.1 INTRODUCCIÓN 269
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS POTENCIALES 274
2.2.1 Aspectos ambientales 274
2.2.2 Vectores ambientales 275
2.2.3 Matriz de identificación de potenciales efectos del proyecto 276
2.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS EFECTOS AMBIENTALES 278
2.3.1 Fase de construcción 278
2.3.2 Fase de funcionamiento 298
3 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS MEDIO MARINO 301
3.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN 301
3.1.1 Medidas relativas a la afectación sobre la calidad de las aguas por parte del barco cablero (EP3 y 4) 301
3.1.2 Medidas relativas a la afectación al medio biótico por introducción de especies invasoras (EP5) 302
3.1.3 Medidas relativas a la afectación del ambiente acústico (EP6) 303
3.1.4 Medidas relativas a la afectación de las comunidades bentónicas por la excavación de la zanja de los cables (EP10 y EP14) 303
3.1.5 Medidas relativas a la alteración de la calidad del agua durante la excavación de la zanja (EP11 y 12) 305

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.2 FASE DE FUNCIONAMIENTO 306
4 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS EN MEDIO MARINO 307
4.1 IMPACTOS EN EL MEDIO FÍSICO 307
4.1.1 Disminución de la calidad de las aguas marinas por presencia del barco cablero. 307
4.1.2 Disminución de la calidad del agua por excavación de la zanja de los cables 308
4.1.3 Disminución de la calidad acústica del medio. 309
4.2 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIÓTICO 310
4.2.1 Introducción de especies invasoras 310
4.2.2 Afectación a hábitats bentónicos por la excavación de las zanjas 310
4.2.3 Afectación a especies protegidas y HIC 314
5 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL EN MEDIO MARINO 316
5.1 INTRODUCCIÓN 316
5.2 FASES DEL PVA 316
5.3 VECTORES AMBIENTALES OBJETO DEL PVA 317
5.3.1 Control ambiental de la realización de zanjas sobre lecho marino 317
5.3.2 Control de la calidad de las aguas 317
5.3.3 Control de la calidad de los sedimentos superficiales 317
5.3.4 Control del macrobentos 318
5.3.5 Control del ruido submarino 318
5.4 EMISIÓN DE INFORMES Y MODO DE SEGUIMIENTO DE LAS ACTUACIONES 318
6 EQUIPO REDACTOR DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 320

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 INVENTARIO AMBIENTAL DE DETALLE

En el caso del ámbito marino, con el objetivo de diseñar el trazado más favorable en aguas profundas para los dos cables que conforman la interconexión eléctrica a 132 kV Península-Ceuta se han llevado a cabo dos campañas marinas, tanto para los corredores principales como para potenciales alternativas a los mismas ya presentadas en el análisis de alternativas del presente EIA. Hay que recordar que previamente para la selección de los posibles puntos de aterraje en La Línea de la Concepción, Ceuta Norte y Ceuta Sur se llevaron a cabo exhasutivas campañas marinas en los frentes someraos de estas costas para identificar los posibles puntos de aterraje permitiendo estas campañas caracterizar la morfología de los fondos, conocer el espesor de sedimentos, identificar zonas de riesgo, describir la calidad de las aguas y los sedimentos, identificar las comunidades biológicas e identificar estructuras o elementos antrópicos y aquellos considerados elementos patrimoniales.

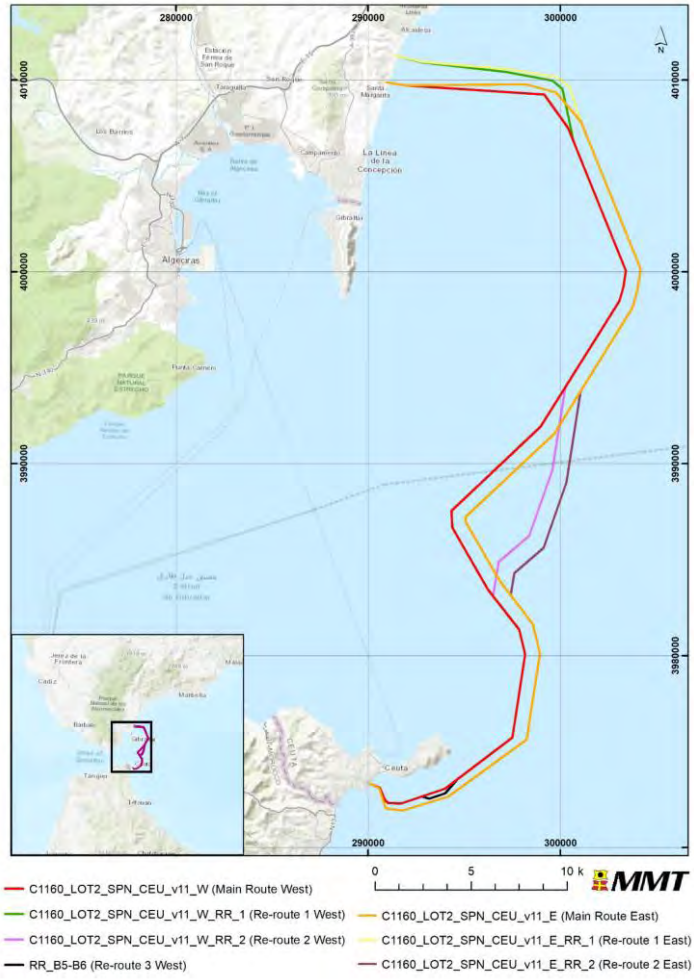
La primera de ellas, la **campaña geofísica** fue llevada a cabo por la empresa MMT entre diciembre de 2019 y enero de 2020 con el objetivo de caracterizar el fondo marino en función de su batimetría, geomorfología, espesor de sedimento y presencia de elementos antrópicos.

La caracterización geofísica realizada por MMT, se realizó en base a la subdivisión de los tramos en primera instancia, es decir, se estudiaron dos rutas denominadas Ruta Principal "Oeste" y "Este". Las rutas son de aproximadamente 56 km y 58 km de longitud respectivamente. También se estudiaron tres desvíos o redireccionamiento (“Re-Route”) como parte del proyecto:

- Re-Route 1 (Este y Oeste): cambio de ruta en las rutas oeste y este, para un aterraje alternativo en la parte continental española.
- Re-Route 2 (Este y Oeste): cambio de ruta en las rutas oeste y este para evitar el área protegida Natura 2000
- Re-Route 3 (Oeste): cambio de ruta en la ruta oeste para evitar afloramientos de roca.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Rutas estudiadas en campaña



En las tablas siguiente se presentan los tramos o bloques en los que se ha subdividido la zona de estudio con los PK (puntos kilométricos) detallados para cada uno y que ayudan a presentar los resultados obtenidos. La totalidad de los tramos tiene un ancho de estudio de 160 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 8. Resumen de los bloques de la ruta principal (Este y Oeste)

WEST			EAST		
BLOCK	KP START	KP END	BLOCK	KP START	KP END
B1	0.000	2.145	B1	0.000	2.189
B2	2.145	10.395	B2	2.189	10.895
B3	10.395	18.430	B3	10.895	19.201
B4	18.430	34.158	B4	19.201	35.308
B5	34.158	51.517	B5	35.308	53.127
B6	51.517	54.589	B6	53.127	54.589
B7	54.589	56.038	B7	56.481	58.083

Resumen de los bloques de la Re-Route 1 (Este – Oeste)

West_RR_1			East_RR_1		
BLOCK	KP START	KP END	BLOCK	KP START	KP END
B2	0.000	11.287	B2	0.000	11.601

Resumen de los bloques de la Re-Route 2 (Este – Oeste

West_RR_2			East_RR_2		
BLOCK	KP START	KP END	BLOCK	KP START	KP END
B4	0.000	11.601	B4	0.000	11.891

Resumen de los bloques de la Re-Route 3 (Oeste)

RR_B5-B6		
Block	KP START	KP END
B5-B6	0.000	2.349

La campaña para la caracterización de los fondos marinos a nivel geofísico, realizada por MMT, se llevó a cabo a bordo de los buques M/V Stril Explorer y M/V Puma. Se llevaron a cabo diferentes técnicas geofísicas; batimetría multihaz, geomorfología con sonar de barrido lateral, sísmica de reflexión y magnetometría.

La segunda campaña, la **campaña ambiental** fue llevada a cabo por Tecnoambiente con el Buque Oceanográfico SOCIB entre mayo y junio de 2020 con el objetivo de caracterizar las

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

aguas, los sedimentos, las comunidades bentónicas y plantónicas, el ruido ambiental y los campos electromagnéticos de la zona.

Las tareas que se llevaron a cabo fueron:

- Perfilado de la columna de agua mediante sonda CTD
- Toma de muestras de agua en superficie (-10m), media profundidad (media aritmética) y fondo (90% de la profundidad), para la posterior determinación de: Nutrientes orgánicos e inorgánicos; nitrógeno total, nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, fosforo total, clorofila, Carbono Orgánico Total, metales, sólidos en suspensión, sulfatos, hidrocarburos totales del petróleo, microplásticos, sólidos disueltos totales y pH.
- Muestreo de fito y zooplancton
- Muestreo de sedimentos para la posterior determinación de granulometría, hidrocarburos totales, metales, policloruros, materia orgánica y fauna bentónica.
- Toma de imágenes mediante cámara fija (drop cámara)
- Registro de ruido de fondo mediante un hidrófono sumergido (PAM)
- Avistamiento de mamíferos marinos y quelonios
- Determinación de valores de fondo de campos electromagnéticos

Las actividades anteriores se llevaron a cabo en un total de 24 estaciones de muestreo, que se muestran en el Plano 2 del inventario de detalle marino.

La ubicación de las estaciones se diseñó para cubrir al máximo los diferentes tipos de fondo detectados en la campaña geofísica de MMT para así poder caracterizar ecológicamente dichos ambientes. En la siguiente tabla se detallan los puntos de muestreo y los trabajos realizados en cada uno de ellos. Las coordenadas son ETRS 1989 UTM Zona 30N.

Estaciones de muestro de la campaña marina

Código punto	Aguas y plancton	Sedimento y bentos	Vídeo	Campos electro-magné-ticos	Micro-plasticos	PAM	Cord. X	Coord. Y	Prof. aprox (m)
M01	X	X	X				295.411	4.010.673	64
M02	X	X	X	X			295.169	4.009.619	83
M03	X	X					300.275	4.008.782	320
M04	X	X	X				302.657	4.002.818	696
M05	X	X					302.245	3.996.482	807
M06	X	X					299.576	3.992.291	850
M07	X	X					296.735	3.989.322	850
M08	X	X	X				299.783	3.988.545	752

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Código punto	Aguas y plancton	Sedimento y bentos	Vídeo	Campos electro-magné-ticos	Micro-plasticos	PAM	Cord. X	Coord. Y	Prof. aprox (m)
M09	X	X	X		X (s y f)		294.814	3.986.614	894
M10	X	X					296.666	3.984.288	877
M11	X	X (1)	X				298.326	3.981.082	550
M12	X	X					297.904	3.976.113	400
M13	X	X	X				296.621	3.974.738	368
M14	X	X	X				294.742	3.973.347	160
M15	X	X					293.170	3.972.543	81
M16		X		X			291.892	3.972.145	60
M17		X		X			291.067	3.972.830	28
V1			X				295.983	4.010.657	50
V2			X				295.936	4.009.762	62
V3			X				295.904	4.009.455	80
V4			X				299.509	4.008.759	282
V5			X				298.353	3.990.874	854
V6			X				294.019	3.973.068	75
V7			X			X	293.070	3.972.319	84

(1): no se puede extraer muestra por falta de finos en el sedimento

La metodología y equipos utilizados en ambas campañas se describen en el Anexo 2 que acompaña al EIA (Apéndices del Informe de Campaña Marinas de Aguas Profundas) y los resultados se muestran a continuación.

1.1 CORREDORES MARINOS

1.1.1 Caracterización del fondo marino

A modo de resumen, a continuación, se incluyen los resultados obtenidos y descritos por MMT en su informe de caracterización geofísica de la zona de estudio para todas las metodologías usadas.

Tal y como se ha comentado con anterioridad, los resultados se presentan según la técnica geofísica usada y se dividen por ruta o redireccionamiento (Re-Route) de la denominación inicial. Los resultados incluyen una descripción general que describe grandes superficies, pero también describe los puntos más significativos a lo largo de las trayectorias estudiadas. Además, se incorporan imágenes descriptivas que presentan detalles a tener en cuenta para la descripción o valoración de alternativas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los resultados presentados incluyen en la batimetría, la geomorfología, la estructura sedimentaria superficial (poco profunda), y los elementos antrópicos hallados en las trayectorias o rutas planteadas.

1.1.1.1 Batimetría

Descripción general

Se presenta a continuación la descripción de cada una de los tramos de las rutas propuestas, con las características batimétricas de la zona de estudio, así como una descripción de los elementos orográficos más destacados y que pueden tener influencia en las rutas propuestas.

La zona de estudio se enmarca, como se ha comentado con anterioridad, en el extremo oeste del denominado Mar de Alborán (cuenca oeste del Mar de Alborán), junto al Estrecho de Gibraltar y presenta importantes accidentes orográficos tales como cañones submarinos, taludes y bordes de plataforma más o menos pronunciados y sistemas turbidíticos, entre otros.

A continuación, se puede hallar la situación de las rutas propuestas con una vista general de la batimetría de la zona:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Batimetría general de la zona de estudio y las rutas propuestas – GEBCO. (fuente: elaboración propia. Tecnoambiente SLU.)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Ruta principal – Oeste

La ruta principal – Oeste, discurre sobre un fondo predominantemente llano con pendientes ocasionalmente pronunciadas (10-15º) y muy pronunciadas (>15º). Generalmente, hacia la plataforma continental (zonas de aterraje) se hallan pendientes suaves o muy suaves, suaves y moderadas en la zona de talud continental y pendientes suaves dentro de la cuenca del Estrecho de Gibraltar. Como punto significativo, entre los PK 42.352 y 43.434 se encuentra el eje de un cañón submarino encajado en el talud a una profundidad de 102.7 metros que presenta el punto de mayor pendiente de todo el perfil (57. 6º) en el PK 42.473 (siguiente imagen).

A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características batimétricas para cada tramo o sección:

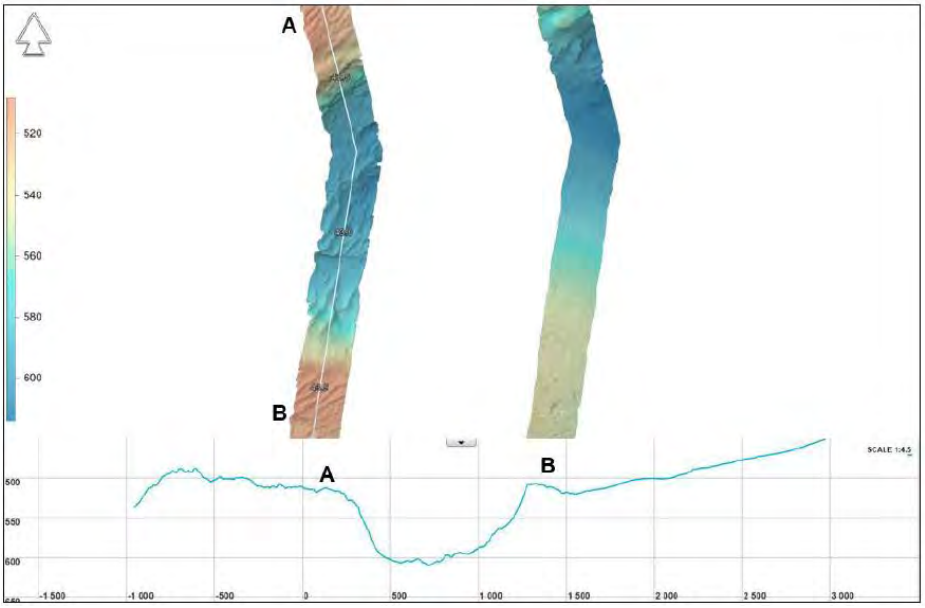
Características batimétricas por tramos

PK	Batimetría
0-6.614 (plataforma continental)	Fondo marino predominantemente liso y plano con ondulaciones, marcas de arrastre, áreas onduladas y afloramientos rocosos. La profundidad aumenta con el PK. La profundidad del fondo en el PK 0.000 es de -9.7m. La maxima profunidad es de 114.9m en el PK 6.614, dentro de un fondo marino plano. El gradiente del fondo marino varía entre suave y moderado, pendientes ocasionalmente elevadas. La pendiente máxima es de 35,4 ° en un afloramiento rocoso entre el PK 4.920 y PK 5.453.
6.614-17.130 (zona de talud continental)	El lecho marino es bastante plano en esta zona y cuenta alguna depresion y marcas de pesca de arrastre. Se hallan ripples y megaripples. Como anteriormente se ha comentado, la profundidad aumenta con el PK. La profundidad es de 114,9 m en el PK 6.614. La profundidad máxima es de 760,7 m y se encuentra en el final del tramo, en el PK 17.130, dentro de un área de fondo marino plano. Las pendientes a lo largo de la ruta son moderadas y ocasionalmente muy pronunciadas con un gradiente máximo de 21,8° en el PK 6.792, dentro de una zona del lecho marino ondulada.
17.130-38.024 (cuenca)	Fondo marino generalmente plano y homogéneo con depresiones ocasionales y zonas de rocas y bolos sueltos. Entre el PK 20.500 y el PK 23.000, el fondo marino se ondula y posteriormente se halla un montículo aislado entre el PK 32.630 y el PK 32.820. La profundidad del fondo es de 760,7 m en el PK 17.130 y la profundidad máxima de 900 m se encuentra en el PK 34.811. Ambas profundidades se encuentran dentro de áreas de fondos marino sin rasgos distintivos ni formas de fondo apreciables. Las pendientes son generalmente inferiores a 5 °, pero aumentan después del PK 32.130. El maximo gradiente (22°) se halla el el PK 32.633 y está asociado al montículo aislado comentado anteriormente.
38.024 – 46.301	Fondo marino ondulado con ripples, megaripples y dunas. La profundidad disminuye con el PK. La profundidad máxima (883,6 m) se encuentra en el PK 38.027, en una socavación de rocas. Al final del tramo, en el PK 46.301,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PK	Batimetría
(talud continental)	la profundidad hallada es de 396,4 m. Existe una amplia variación en la pendiente, que va desde muy suave a muy pronunciada. El gradiente máximo de 57,6 ° se encuentra en el borde de un cañón submarino, en el PK 42.473. Este cañón submarino se halla a 102.7 m encajado en el talud continental entre los PK 42.352 a PK 43.488.
46.301 – 51.478 (talud continental)	El lecho marino es predominantemente liso con ondulaciones, megaripples y ondulaciones asociadas a los afloramientos rocosos. La profundidad disminuye con el PK. La profundidad al final de la sección (PK 51.475) es de 72,1 m y se correlaciona con un afloramiento rocoso. La profundidad máxima es de 396,4 m en el PK 46.301. En general, la batimetría tiene pendientes muy suaves, suaves y moderadas con algunas pendientes ocasionalmente muy pronunciadas. El gradiente máximo es de 45.0° en el PK 48.666 sobre un fondo marino ondulado.
51.478 – 56.038 (Plataforma continental)	Fondo marino plano predominantemente liso con afloramientos rocosos hacia el principio y final de la sección. La profundidad disminuye con el PK. La profundidad es de -6,5 m, al tocar el aterraje en el PK 56.037. El punto más profundo de la sección es de 74,7 m en el PK 51.557, dentro de una depresión en el lecho. Existe una amplia variación en la pendiente, que va desde muy suave a muy pronunciada. La pendiente máxima es de 29,3º en el PK 55.868 y está asociada con un afloramiento rocoso.

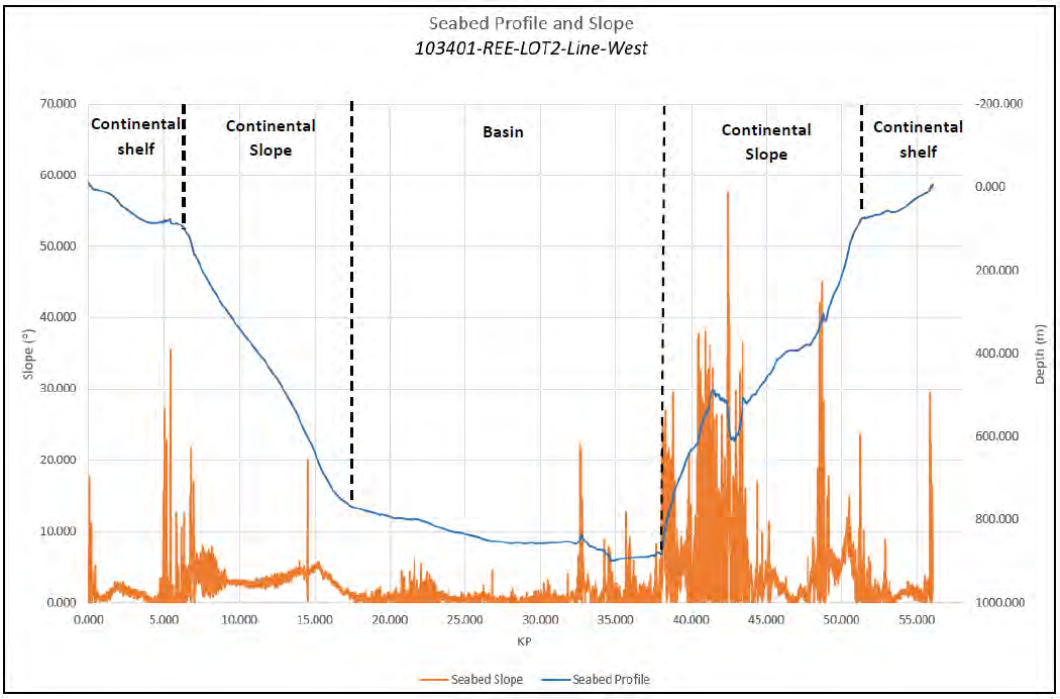
Plano de batimetría multihaz mostrando la estructura del cañón submarino. Perfil batimétrico (línea azul) a lo largo de la trayectoria principal



A continuación, se muestra en forma de gráfico el perfil batimétrico a lo largo de toda la ruta, donde se pueden apreciar las características descritas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perfil batimétrico longitudinal de la Ruta Principal Oeste



Ruta Principal – Este

La ruta principal – Este, discurre en un fondo predominantemente llano, con zonas de pendientes suaves y pendientes y desniveles ocasionalmente pronunciados (10-15º) y muy pronunciados (>15º). El lecho marino generalmente tiene pendientes muy suaves a moderadas en las zonas de plataforma continental, pendientes suaves a pronunciadas en el talud continental y pendientes suaves dentro de la cuenca del estrecho de Gibraltar. El punto más profundo es de 895,4 m dentro de la cuenca (PK 35,479).

La pendiente máxima en la ruta principal - Este es de 41,7 ° en PK 40,539 sobre un lecho marino ligeramente ondulado. Como en la anterior ruta, se presenta un cañón submarino de 62,6 m de profundidad encajado en el talud continental entre los PK 43,075 y PK 44,164. La pendiente más pronunciada hallada dentro del cañón es de 38,8 ° en el PK 43,170.

A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características batimétricas para cada tramo o sección:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

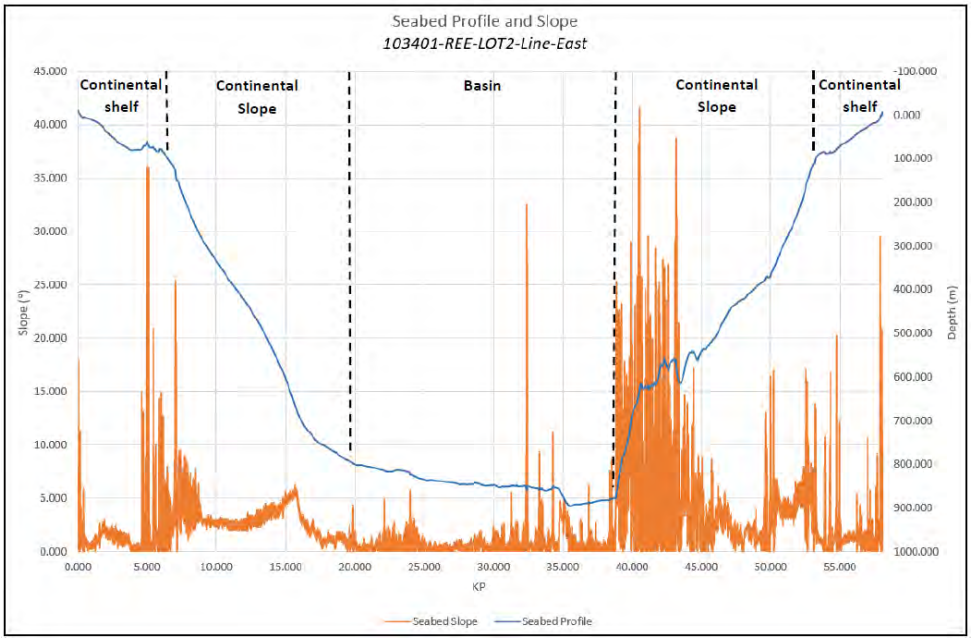
Características batimétricas por tramos

PK	Batimetría
0.000 – 7.002 (plataforma continental)	Fondo marino predominantemente liso y plano con ondulaciones, marcas de arrastre, áreas con ripples y afloramientos rocosos. La profundidad aumenta con el PK. La profundidad es de -9,7 m en el PK 0,000. La profundidad máxima es de 127,1 m en el el PK 7.001 dentro de un área de fondo marino ondulado. El gradiente del lecho marino varía de muy suave a moderado con pendientes localmente muy pronunciadas. La pendiente máxima a lo largo de la ruta es de 36,1 ° sobre un afloramiento rocoso en el PK 4.990.
7.002 – 19.192 (talud continental)	El lecho marino es liso con marcas ocasionales de arrastre. La profundidad aumenta con el PK. La profundidad de 127,1 m se encuentra al inicio del tramo en el PK 7.002. La profundidad máxima de 786,3 m se encuentra en el PK 19.192. Las dos profundidades se hallan dentro de áreas con fondos suaves y homogéneos. Las pendientes son en su mayoría de suaves a moderadas con pendientes pronunciadas localizadas. La pendiente máxima es 25,4° en el PK 7,014.
19.192 – 38.790 (cuenca)	Es un fondo marino generalmente plano y homogéneo con campos de rocas y bolos sueltos en algunas zonas. Se hallan grandes depresiones (aprox. 10 m de profundidad y tamaño variable entre 25m x 65m a 50m x100m) desde el PK 32.340 hasta el PK 32.540, y desde el PK 33.320 hasta el PK 33.470. Se halla una profundidad de 786,3 m al comienzo de la sección en el PK 19.192. La profundidad máxima es de 895,4 m en el PK 35.479. Ambas profundidades se encuentran en áreas de fondo marino plano. Las pendientes son muy suaves a suaves, con pendientes localizadas moderadas y muy pronunciadas en las depresiones. La pendiente máxima de 32,5° se encuentra en el PK 32.398 dentro de una gran depresión.
38.790 – 49.967 (talud continental)	Es un fondo marino ondulado con ripples, megaripples y dunas. La profundidad disminuye con el PK. La profundidad máxima de 878,1 m se halla en el PK 38.790 y se encuentra dentro de un área plana y suave del lecho, mientras que la menor profundidad se halla en el PK 49.719 con 369,3m en una zona de bolos y rocas sueltas. La pendiente varía desde pendientes suaves hasta muy pronunciadas. La pendiente máxima de 41,7 ° esta ubicada en el PK 40.539, dentro de un área de fondo marino ondulado.
49.967 – 53.872 (talud continental)	El fondo marino es predominantemente liso y plano. La profundidad disminuye con el aumento de el PK. La profundidad máxima de 371,5 m se encuentra en el PK 49.967 dentro de un área con un fuerte desnivel. La profundidad mas baja, de 84,0 m, se encuentra al final de la sección en el PK 53.872. Las pendientes varían de suaves a moderadas con ocasionalmente pronunciadas y muy pronunciadas. La pendiente máxima de 17.0° se encuentra en el PK 52.545.
53.872 – 58.083 (plataforma continental)	Fondo marino plano predominantemente liso con afloramientos rocosos hacia el principio y final de la sección. La profundidad disminuye con el PK. La profundidad máxima de 88,0 m se encuentra en el PK 53.948. La profundidad minima, de -6,5 m, se encuentra en el el PK 58.083 en el aterraje de Ceuta. La pendiente es generalmente suave con algunos pendientes moderados a muy pronunciados. La pendiente máxima es de 29,3° en el PK 57.911, asociada con un afloramiento rocoso.

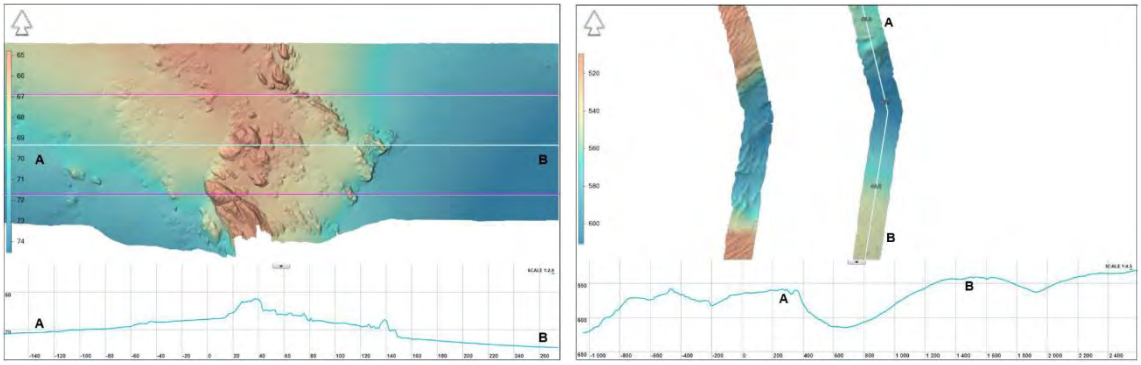
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

A continuación, se muestra en forma de gráfico el perfil batimétrico a lo largo de toda la ruta, donde se pueden apreciar las características descritas.

Perfil batimétrico longitudinal de la Ruta Principal Este



Plano de batimetría multihaz mostrando los afloramientos rocosos que aparecen en las zonas de trayectoria (izq.) y estructura del cañón submarino (dcha.). Perfil batimétrico (línea azul) a lo largo de la trayectoria principal



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Re-Routing 1-Oeste

El cambio de ruta o Re-Routing 1 – Oeste, la batimetría cruzada consiste en un fondo marino plano y predominantemente liso, con una pendiente suave generalizada, pero con pendientes ocasionalmente fuertes y muy fuertes, asociadas a afloramientos rocosos. La profundidad máxima es de 396.2 m, y se halla al final de la Re-Route 1 en el PK 11.882. Por otro lado, la máxima pendiente se halla en el PK 4.815, asociada con un afloramiento rocoso y llega a los 54.3º. A continuación, se muestra en forma de gráfico el perfil batimétrico a lo largo de toda la ruta, donde se pueden apreciar las características descritas: Con esta disposición la traza evita el cañón descrito en las opciones anteriores, que suponía un problema para el tendido del cable.

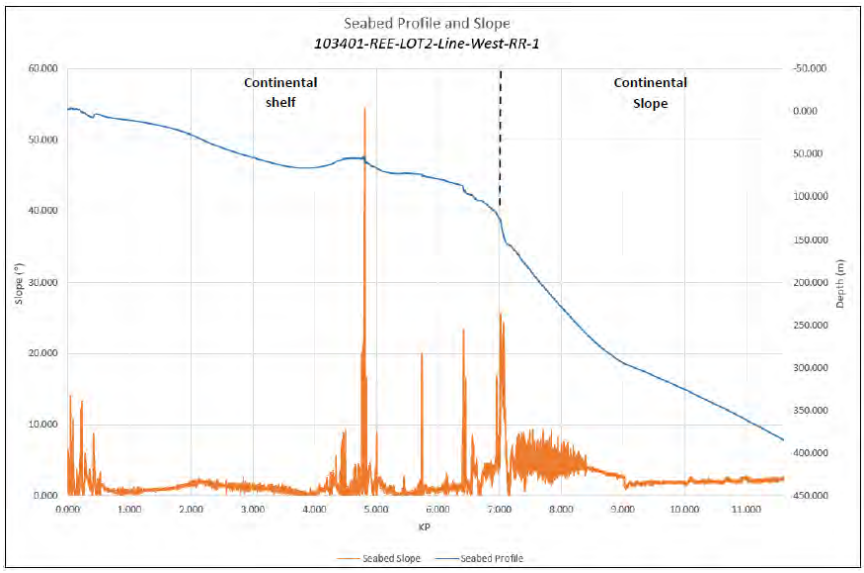
A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características batimétricas para cada tramo o sección:

Características batimétricas por tramos

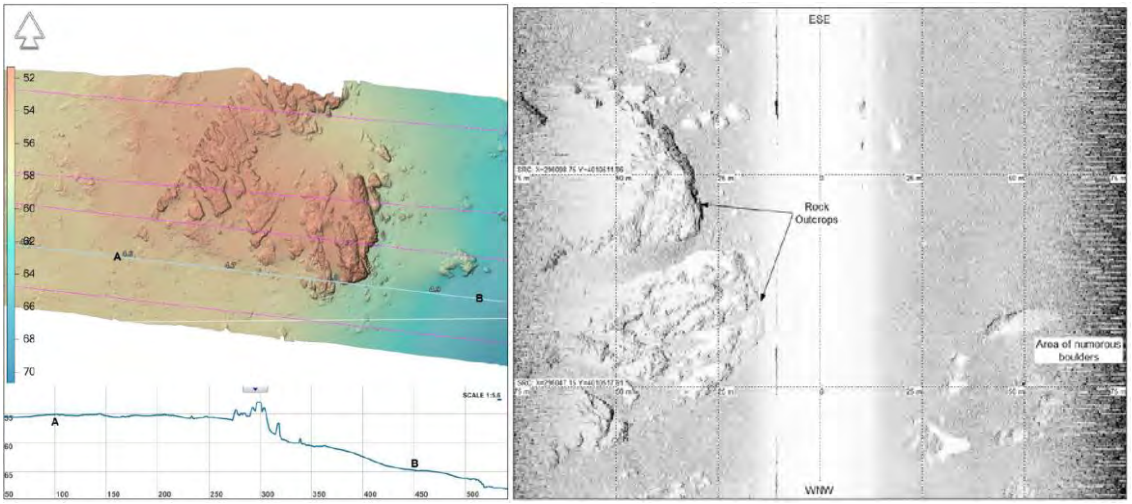
PK	Batimetría
0.000 – 6.397 (plataforma continental)	Fondo marino predominantemente liso y plano con marcas de arrastre, áreas con ripples y afloramientos rocosos. La profundidad aumenta con el PK. La profundidad más baja es de -3,8 m y se encuentra en el PK 0,048. La profundidad máxima de 87,7 m es ubicada al final de la sección en el PK 6.397. Las pendientes son suaves con pendientes ocasionales moderadas, pronunciadas y muy pronunciadas. La pendiente máxima de 54,3° se encuentra en el PK 4.815 asociada con un afloramiento rocoso.
6.397 – 11.882 (talud continental)	Fondo marino ondulado con marcas de arrastre y afloramientos rocosos. La profundidad aumenta con el PK. La profundidad más baja es de 87,7 m y se encuentra al inicio de la ruta en el PK 6.397. La profundidad máxima de 396,2 m y se halla en el PK 11.882. Las pendientes son predominantemente suaves, con pendientes de moderadas a muy pronunciadas entre el PK 6.397 y el PK 8.390. La pendiente máxima de 25,6° se encuentra en el PK 7.014.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perfil batimétrico longitudinal de la Re-Route 1 Oeste



Plano de batimetría multihaz mostrando los afloramientos rocosos que aparecen en las zonas de trayectoria (izq.) Perfil batimétrico (línea azul) a lo largo de la trayectoria principal. Sonografía de SSS donde se muestra la estructura rocosa (dcha.) que origina el cambio de pendiente (PK:4.790)



Re-Routing 1 – Este

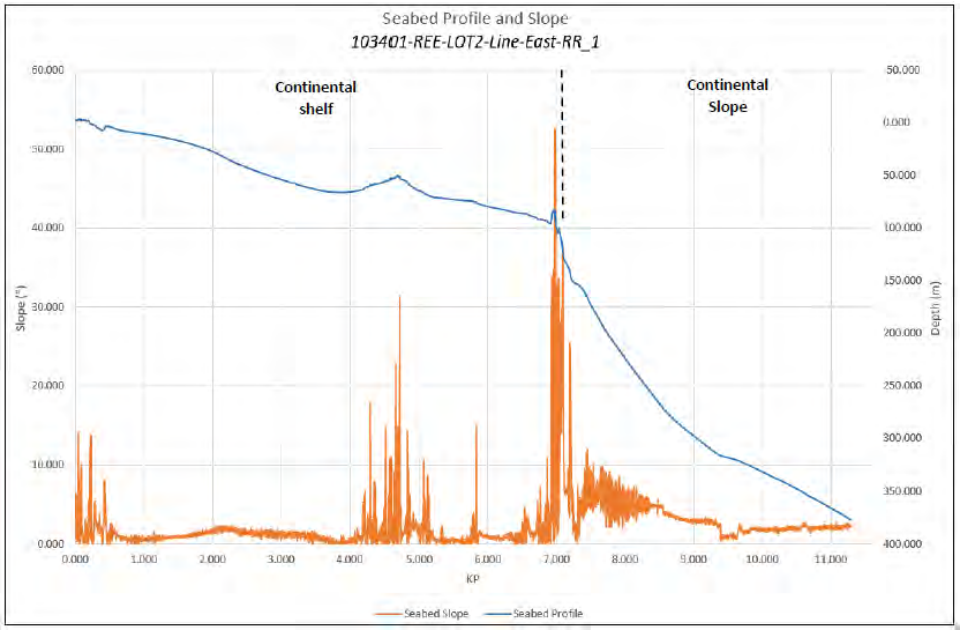
El cambio de ruta o Re-Route 1 – Este, consiste en un fondo marino plano y predominantemente liso, con una pendiente suave generalizada, pero con pendientes ocasionalmente fuertes y muy fuertes, asociadas a afloramientos rocosos. La profundidad máxima es de 376,7 m, y se halla al final de la Re-Route 1 en el PK 11,286. Por otro lado, la máxima pendiente se halla en el PK

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

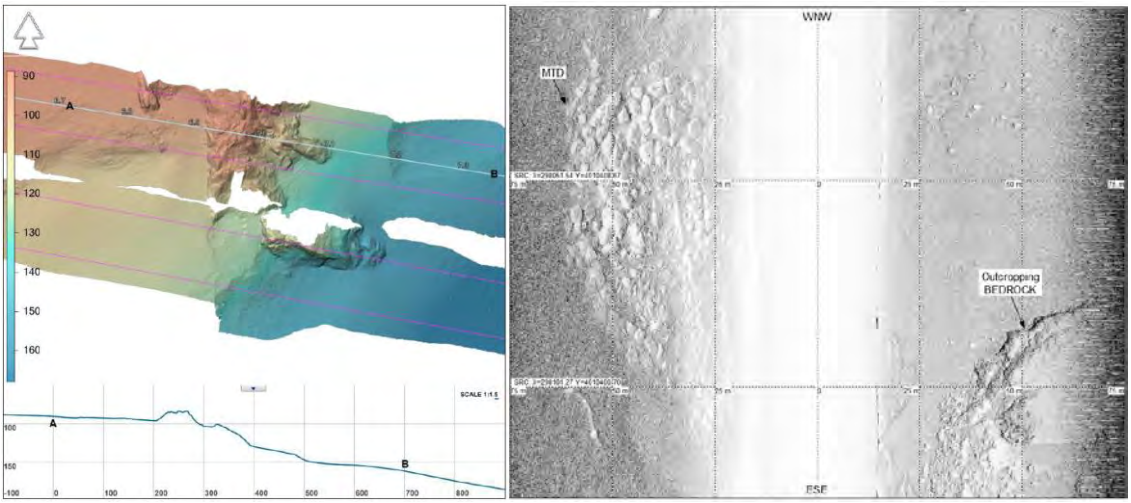
6,977, asociada con un afloramiento rocoso y llega a los 52,3º. A continuación, se muestra en forma de gráfico el perfil batimétrico a lo largo de toda la ruta, donde se pueden apreciar las características descritas: Como en el caso anterior, con esta disposición la traza evita el cañón descrito en las opciones anteriores, que suponía un problema para el tendido del cable.

:

Perfil batimétrico longitudinal de la Re-Route 1 Este



Plano de batimetría multihaz mostrando los afloramientos rocosos que aparecen en las zonas de trayectoria (izq.) Perfil batimétrico (línea azul) a lo largo de la trayectoria principal. Sonografía de SSS donde se muestra la estructura rocosa y los MDT asociados que origina el cambio de pendiente (PK:6.830) (dcha)



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las caracteristicas batimétricas para cada tramo o sección:

Características batimétricas por tramos

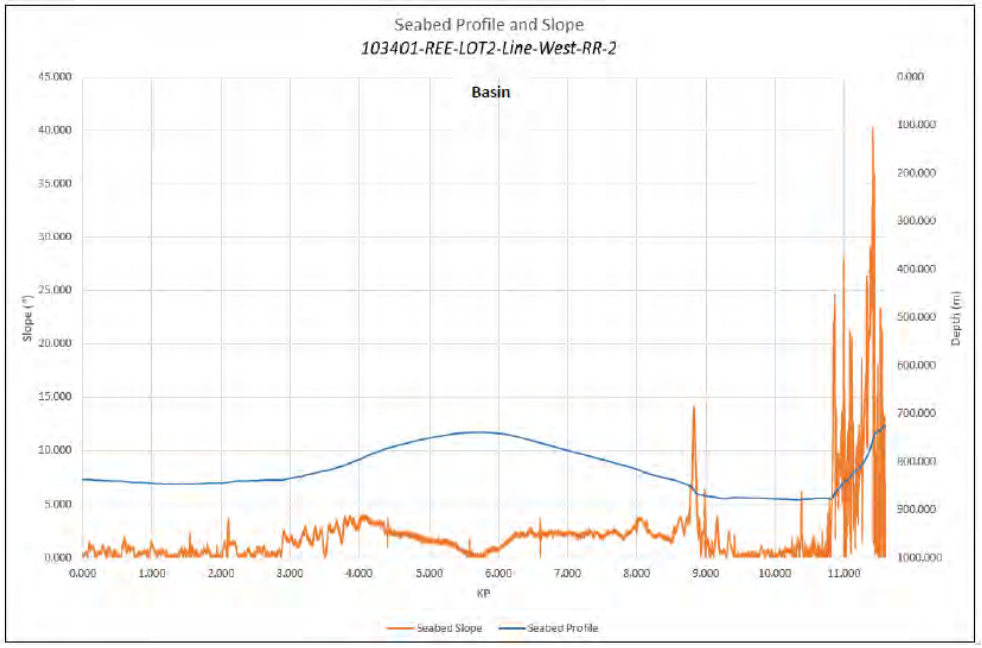
PK	Batimetría
0.000 – 6.911 (plataforma continental)	Fondo marino predominantemente liso y plano con marcas de arrastre, ripples y afloramientos rocosos. La profundidad aumenta con el PK. La profundidad mínima es de -3,8 m y se encuentra en el PK 0,048. La profundidad máxima de 95,9 m se halla al final de la sección, en el PK 6.911. Las pendientes son suaves con pendientes ocasionalmente moderadas a muy pronunciadas. La pendiente máxima de 31.6 ° se halla en el PK 4.712 asociada a un afloramiento rocoso.
6.911 – 11.286 (plataforma continental)	El fondo marino es liso y ocasionalmente ondulado con marcas de arrastre y afloramientos rocosos. La profundidad aumenta con el PK. La profundidad más baja es de 82,7 m y se encuentra en el PK 6.957, dentro de un área de afloramientos rocosos. La profundidad máxima es de 376,7 m y se encuentra al final de la sección, en el PK 11.286. Las pendientes son predominantemente suaves, con pendientes de moderadas a muy pronunciadas entre el PK 6.911 y el PK 8.480. La pendiente máxima de 52,3° se encuentra en el PK 6.977, asociada a un afloramiento rocoso.

Re-Route 2 – Oeste

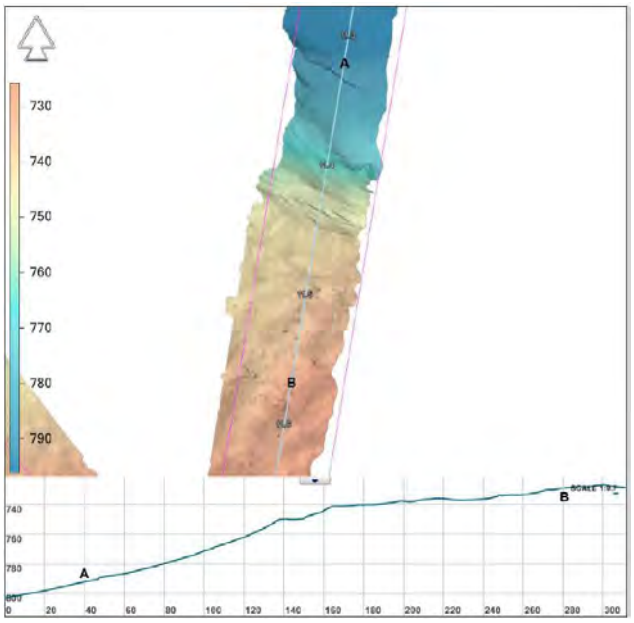
El cambio de ruta o Re-Route 2 – Oeste, consiste en un fondo marino plano y predominantemente liso, con una pendiente suave generalizada, pero con pendientes ocasionalmente fuertes y muy fuertes, hacia el final de la ruta. La profundidad máxima es de 880,6 m y se halla en el PK 10,349. Por otro lado, la máxima pendiente se halla en el PK 11,416 sobre un lecho marino ondulado y llega a los 40,2º. A continuación, se muestra en forma de gráfico el perfil batimétrico a lo largo de toda la ruta, donde se pueden apreciar las características descritas:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perfil batimétrico longitudinal de la Re-Route 2 Oeste



Plano de batimetría multihaz mostrando el lecho marino ondulado o rugoso hallado sobre el PK 11.300 y 11.600. Perfil batimétrico (línea azul) a lo largo de la trayectoria principal



A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características batimétricas para cada tramo o sección:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Características batimétricas por tramos

PK	Batimetría
0.000 – 2.881 (cuenca)	Fondo marino predominantemente liso y plano con una profundidad generalmente constante alrededor 840 m. La profundidad mínima es de 837,4 m y está en el PK 0,068 y la profundidad máxima de 847,6 m en el PK 1.195. Ambas profundidades se encuentran dentro de áreas de fondos marinos suaves. Las pendientes son de muy suaves a suaves. La pendiente máxima de 3,6° se encuentra en el PK 2.107.
2.881 – 9.180 (cuenca)	Fondo marino predominantemente liso y plano. La profundidad mínima es 739,4 m y está en el PK 5.759 y la profundidad máxima de 876,2 m en el PK 9.180. Las pendientes suelen ser de muy suaves a suaves. La pendiente máxima de 14,2° se encuentra en el PK 8.825.
9.180 – 10.809 (cuenca)	Fondo marino predominantemente liso y plano con una profundidad constante de alrededor de 877 m. La mínima profundidad (de 875,1 m) se halla en el PK 9.413 y la profundidad máxima (de 880,6 m) en el PK 10.349. Ambas profundidades se encuentran dentro de áreas de fondos marinos planos y con pendientes suaves. Las pendientes son muy suaves a suaves, con una pendiente máxima de 6.2° en el PK 10.388.
10.809 – 11.890 (plataforma continental)	Fondo marino ondulado cuya profundidad disminuye con el aumento del PK. La profundidad máxima es de 878.0 m y se encuentra al comienzo de la sección en el PK 10.809. La profundidad mínima es de 707.0 m y se encuentra al final de la ruta en el PK 11.890. Las pendientes varían de muy suaves a muy pronunciadas, con una pendiente máxima de 40,2 ° en el PK 11.416.

Re-Route 2 – Este

El cambio de ruta o Re-Route 2 – Este, consiste en un fondo marino plano y predominantemente liso, con una pendiente suave generalizada, pero con pendientes ocasionalmente fuertes y muy fuertes, hacia el final de la ruta. La profundidad máxima es de 870.0 m y se halla en el PK 10.522. Por otro lado, la máxima pendiente se halla en el PK 11.423 sobre un lecho marino ondulado y llega a los 33.3º.

A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las caracteristicas batimétricas para cada tramo o sección:

Características batimétricas por tramos

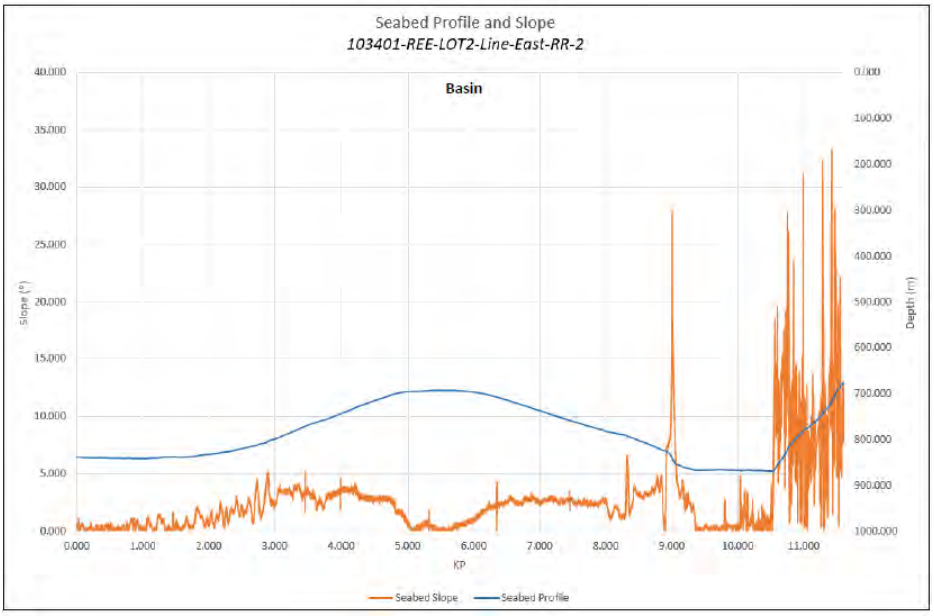
PK	Batimetría
0.000 – 1.785 (cuenca)	Fondo marino predominantemente liso y plano con una profundidad generalmente constante de alrededor de 840 m. La profundidad mínima es de 837,4 m y se halla en el PK 1.785 y la profundidad máxima es de 841,9 m en el PK 0,939. Ambas profundidades se encuentran dentro de áreas de fondos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PK	Batimetría
	marinos suaves. Las pendientes son de muy suaves a suaves. La pendiente máxima es de 1,6° y se encuentra en el PK 1.456.
1.785 – 9.407 (cuenca)	Fondo marino predominantemente liso y plano. La profundidad mínima es de 693,6 m y se halla en el PK 5.477, mientras que la profundidad máxima es de 876,2 m y se halla en el PK 9.180. Las pendientes son de muy suaves a suaves, con una pendiente pronunciada máxima de 28,0° localizada en el PK 9.005, dentro de un área de fondo con ripples.
9.407 – 10.527 (cuenca)	Fondo marino predominantemente liso y plano con una profundidad constante de alrededor de 867 m. La profundidad mínima es de 866,5 m y se halla en el PK 9.712 y la profundidad máxima de 870,0 m en el PK 10.522. Ambas profundidades se encuentran dentro de áreas de fondos marinos suaves. Las pendientes son de muy suaves a suaves, con una pendiente máxima de 4.8° en el PK 10.039.
10.527 – 11.601 (talud continental)	Fondo marino ondulado con profundidad decreciente al aumentar el el PK. La profundidad máxima es de 870.0 m y se encuentra al comienzo de la sección, en el PK 10.527. La profundidad mínima es de 677,9 m y se encuentra al final de la ruta en el PK 11.601. Las pendientes varían de muy suaves a muy pronunciadas con una pendiente máxima de 33,3 ° en el PK 11.423.

A continuación, se muestra en forma de gráfico el perfil batimétrico a lo largo de toda la ruta, donde se pueden apreciar las características descritas:

Perfil batimétrico longitudinal de la Re-Route 2 Este.

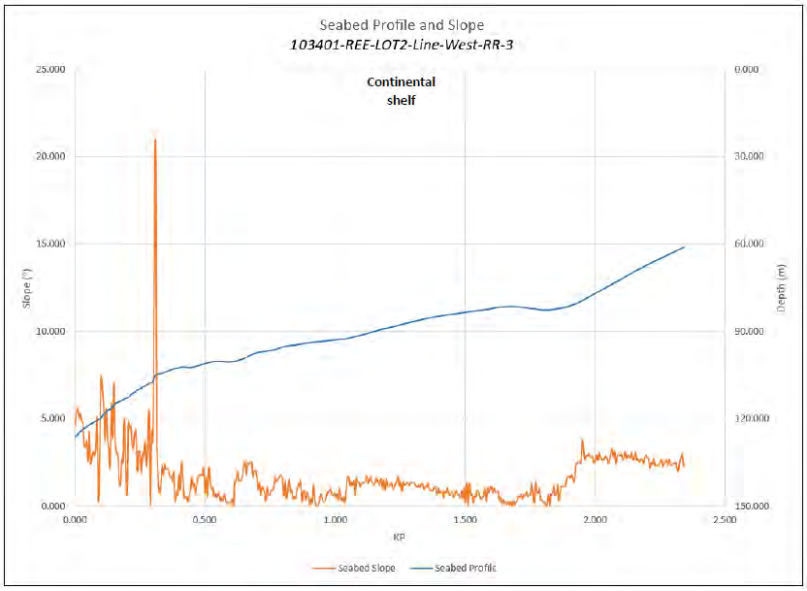


COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Re-Route 3 – Oeste

El cambio de ruta o Re-Route 3 – Oeste, consiste en un fondo marino plano y predominantemente liso, con una pendiente suave generalizada, pero con pendientes ocasionalmente moderadas y una localmente muy fuerte. La profundidad máxima es de 126,3 m y se halla al inicio de la ruta, en el PK 0,000. Por otro lado, la máxima pendiente se halla en el PK 0,310 sobre un lecho marino ondulado y llega a los 20,8º. A continuación, se muestra en forma de gráfico el perfil batimétrico a lo largo de toda la ruta, donde se pueden apreciar las características descritas:

Perfil batimétrico longitudinal de la Re-Route 3 Oeste



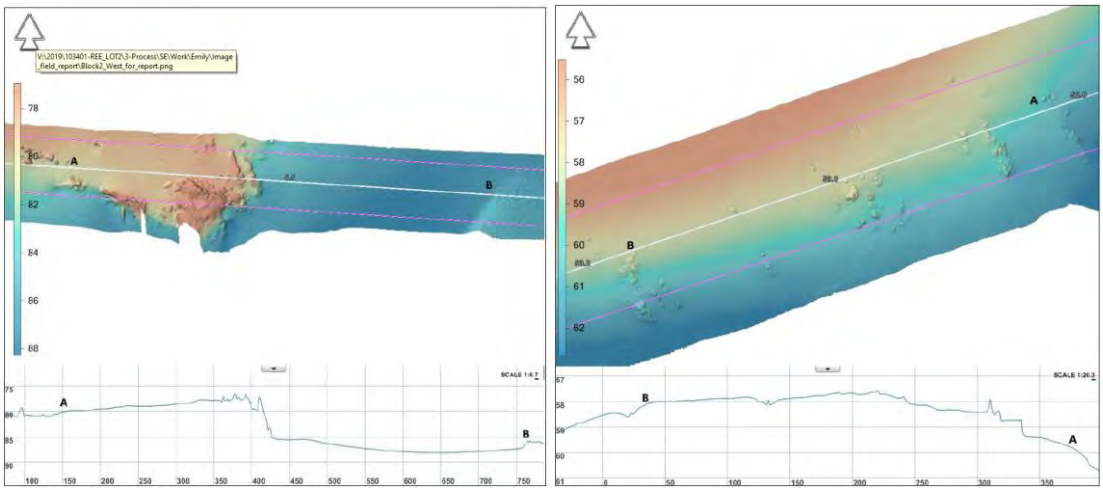
1.1.1.2 Geomorfología

Ruta Principal - Oeste

Los materiales predominantes comprenden varias granulometrías, desde fangos a gravas, siendo las arenas y las arenas con gravas los materiales con principal predominancia tanto en la plataforma continental de la península (de PK 0,271 a PK 5,950) como para la plataforma continental y talud de la zona de Ceuta (de PK 34,692 a PK 55,857). La zona de talud y la base de la cuenca en la parte peninsular, predominan los materiales como fangos, arenas y arenas con gravas. Se observaron afloramientos rocosos dentro de la plataforma continental y el talud y, asociados a ellos, se hallan numerosas zonas con rocas y bolos sueltos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Plano de batimetría multihaz mostrando los afloramientos rocosos cerca del PK 5.5 (izq.) y PK 53.000 (dcha.) Perfiles batimétricos (en azul) a lo largo de la trayectoria principal

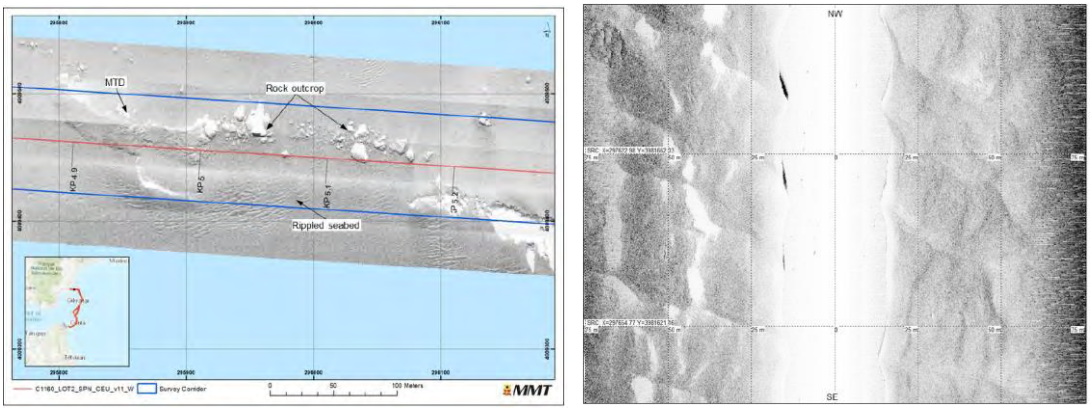


En toda la trayectoria o ruta principal oeste se hallan formas de fondo, es decir, estructuras sedimentarias típicas de fondos con gran hidrodinamismo, como son fondos de ripples asimétricos, megaripples y sandwaves o dunas, principalmente en las zonas de plataforma continental y de cuenca. Las sandwaves o dunas se hallan solamente en la zona de cuenca (entre los PK 40,455 y 43,657). Las formas de fondo están generalmente orientadas de suroeste a noreste, excepto cerca del final de la ruta, en el área cercana a la costa, donde los ripples están presentes orientados de norte a sur.

Cabe tener en cuenta otras morfologías del fondo halladas como son las marcas de arrastre en extensas áreas de la plataforma continental española y el talud (PK 0,271 a PK 4,060 y PK 9,603 a PK 14,561) y también las zonas de depósito de material transportado (mass transport deposits).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Sonografías obtenidas mediante SSS mostrando depósitos de material transportado (MTD), afloramientos rocosos y ripples (izq.), y Sandwaves o dunas (dcha.)



Debido a las corrientes, el fondo marino del talud continental de Ceuta es, en ocasiones, irregular y erosionado. Los datos geofísicos muestran estrías en el lecho marino dentro de estas áreas, orientadas perpendicularmente a las crestas de los ripples hallados. Estas morfologías características se han mapeado como "Current lineations" entre los PK 45,488 y PK 46,770).

Además, se hallan depresiones semicirculares (65 en total) que se encuentran principalmente en áreas donde el sedimento del lecho marino se ha cartografiado como arcillas y potencialmente podrían ser pequeños pockmarks. Sin embargo, no se ha identificado ningún registro caótico típico de facies sísmicas relativas a la presencia de gas en sedimentos en los registros de SBP (capítulo siguiente). El tamaño de las depresiones varía entre 0,4 m a 4,5 m, pero generalmente tienen menos de 2 m de largo en cualquier dirección y no muestran un patrón de distribución.

A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características geomorfológicas para cada tramo o sección:

Geomorfología por tramos

PK	Geomorfologia
0-6.614 (plataforma continental)	El lecho marino consiste en arenas limosas con grava, arenas arcillosas con gravas y afloramientos rocosos. También se interpreta un pequeño parche de arcilla areno-gravosa entre el PK 5.950 y el 6.102 (respaldado por muestreo geotécnico). Los afloramientos rocosos están presentes entre el PK 4.920 y el PK 5.443. En las proximidades de los afloramientos rocosos se interpreta la presencia de numerosas zonas de rocas y piedras sueltas. En la presente sección también se hallan numerosas zonas con formas de fondo tipo ripples. Los MTD (mass transport deposits) están presentes

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PK	Geomorfologia
	desde PK 4.920 hasta el PK 5.135, PK 5.789 hasta Pk 5.950 y PK 6.102 a PK 6.322. El lecho marino está fuertemente impactado por marcas de arrastre entre los PK 0.271 y el PK 4.060.
6.614-17.130 (zona de talud continental)	El lecho marino en esta zona consiste en arenas limosas con grava y arenas arcillosa con gravas desde el inicio de la sección hasta el PK 10.457, donde la litología superficial cambia a arcilla arenosa con grava. A partir del PK 11.500 está presente la arcilla arenosa limosa. Se producen extensas áreas de ripples y megaripples desde el PK 6.614 hasta el PK 9.146. Los MTD están presentes desde el PK 6.733 hasta el PK 6.850 y el PK 6.949 hasta el PK 9.146. El lecho marino está fuertemente impactado por marcas de arrastre entre el PK 9.603 y el PK 14.561
17.130-38.024 (cuenca)	El lecho marino en esta zona consiste en arenas limosas y arcillas arenosas con grava, desde el inicio del tramo a PK 34.637. Se puede ver una sección de arcilla arenosa desde el PK34.637 hasta PK 35.570. Más allá del PK 35.570 hasta el final de la sección, el sedimento superficial es reemplazado por gravas arenosas y limos. Ente el PK 35.637 y el PK 38.024 se hallan diversas zonas con rocas y bolos sueltos. Entre el PK 20.462 y el PK 22.867 se halla un posible MTD. Se halla, entre el PK 32.398 y el PK 32.443 un área con numerosas depresiones, en las cuales no se observan señales de escapes de gas, ni en sus proximidades.
38.024 – 46.301 (talud continental)	El lecho marino en esta zona consiste predominantemente de arenas con grava a gravas arenosas. Dentro de este tramo o sección se han hallado diversos campos de rocas y bolos sueltos. Además, se hallan morfologías de fondo móviles, que incluyen ripples, megaripples y dunas, concretamente, estas últimas se hallan de manera regular entre el PK 40.454 y el PK 43.656. Se hallan numerosos depósitos de transporte de masa o MTD entre los PK 38.052 y PK 43.745. Se hallan estrías o "current lineations" entre los PK 45.488 y PK 46.301
46.301 – 51.478 (talud continental)	El lecho marino en esta zona consiste en arenas, arenas con gravas, gravas arenosas y afloramientos rocosos. Las áreas de arena están presentes desde el PK 48.167 hasta el PK 49.752. Los afloramientos rocosos están presentes entre el PK 51.116 hasta el final de la sección. Un campo de rocas y bolos sueltos se halla entre el PK 47.721 y el PK 47.835. Además, se hallan numerosas zonas dentro del tramo descrito con ripples y megaripples. Los MTD están presentes desde el PK 48.167 hasta el PK

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PK	Geomorfologia
	48.871, el PK 50.466 hasta el PK 50.513 y el PK 50,887 a el PK 50,899. se halla una "current lineation" o estría en el lecho marino entre el PK 46.301 y el PK 46.770.
51.478 – 56.038 (Plataforma continental)	El lecho está constituido por arenas con gravas, gravas arenosas y afloramientos rocosos. Predominan estas litologías desde el inicio de la sección hasta el final de la interpretación superficial (el PK 55.881). Hay afloramientos intermitentes de roca en toda la sección y asociados a ellos, numerosos campos de rocas sueltas y bolos. Las áreas con ripples se registran hacia la llegada a tierra (aterraje) desde el PK 55.418.

Ruta Principal - Este

Igual que en la anterior ruta, los materiales predominantes comprenden varias granulometrías, desde fangos a gravas, siendo las arenas y las arenas con gravas los materiales con principal predominancia tanto en la plataforma continental de la península. La zona de talud y la base de la cuenca en la parte peninsular, predominan los materiales como fangos, arenas y arenas con gravas. Se observaron afloramientos rocosos dentro de la plataforma continental y el talud y, asociados a ellos, se hallan numerosas zonas con rocas sueltas.

En toda la trayectoria se hallan formas de fondo como ripples, megaripples y sandwaves, principalmente en las zonas de plataforma continental y de cuenca. Las sandwaves o dunas se hallan solamente en la zona de cuenca (entre los PK 22.284 a PK 23.864 y PK 32.339 a PK 32.586). Las formas de fondo están generalmente orientadas de suroeste a noreste, excepto cerca del final de la ruta en el área cercana a la costa, donde los ripples están presentes orientados de norte a sur.

Se hallan también marcas de arrastre en áreas extensas en la plataforma continental española y el talud (PK 0.272 a PK 3.947 y PK 9.767 a PK 15.037) y también zonas de depósito de material transportado (mass transport deposits). En esta Ruta también se hallan las comentadas estrías en el lecho marino, con características idénticas a las halladas en la ruta Oeste (en este caso entre el PK 46.005 y PK 52.535).

También se han detectado, como en el caso anterior, las depresiones semicirculares que potencialmente podrían ser pequeños pockmarks (46 detectadas). Como también se ha descrito

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

con anterioridad, estas depresiones no se identifican en los registros de SBP. El tamaño de las depresiones varía entre 0.4 m a 6.4 m, pero generalmente tienen menos de 2 m de largo en cualquier dirección y no muestran un patrón de distribución.

A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características geomorfológicas para cada tramo o sección:

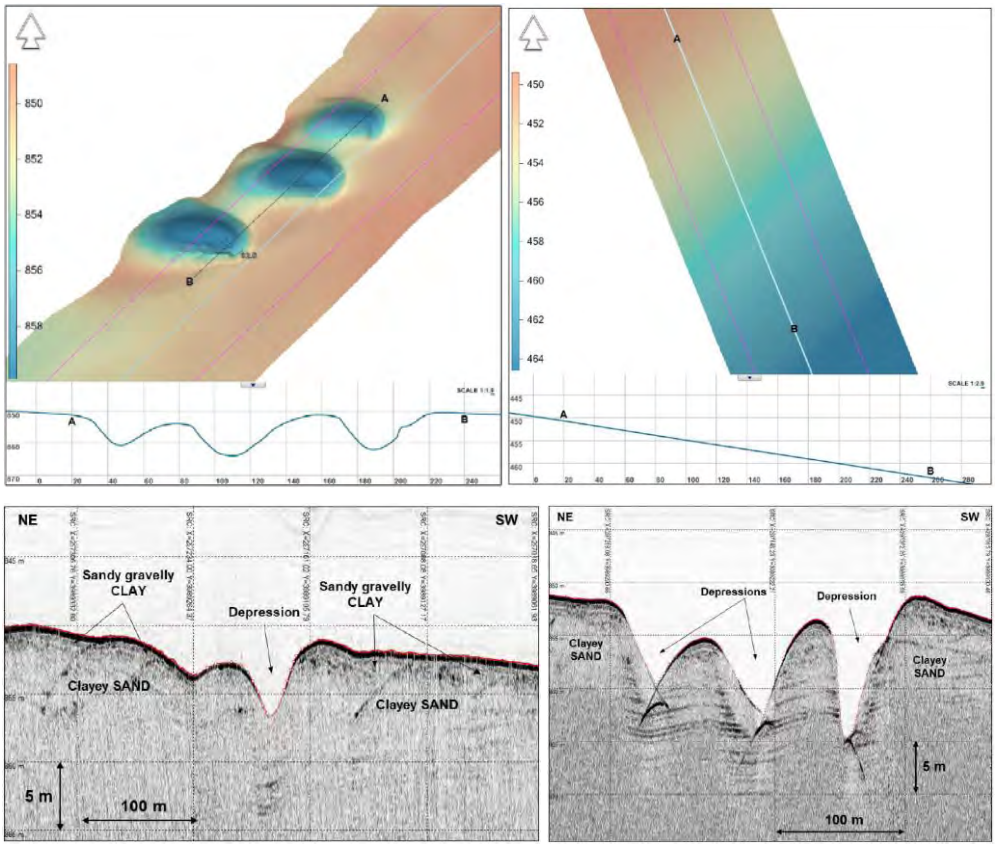
Geomorfología por tramos

PK	Geomorfologia
0.000 – 7.002 (plataforma continental)	La superficie consta de arenas, arenas limosas con grava, arenas arcillosas con gravas y afloramientos rocosos. Un área aislada de arenas está presente entre el PK 0.271 a el PK 0.380. Los afloramientos rocosos están presentes desde el PK 4.957 hasta el PK 5.101, el PK 5.388 hasta el PK 5.487 y el PK 5.603 a el PK 5.640. En las proximidades de los afloramientos rocosos se hallan numerosas zonas con rocas sueltas y bolos. Se hallan varias zonas con ripples en el presente tramo descrito. Los MTD están presentes en el PK 5.581 y el PK 6.147. El lecho marino está fuertemente marcado por marcas de arrastre entre el PK 0.272 y el PK 3.947.
7.002 – 19.192 (talud continental)	La superficie consta de arenas limosas y gravas y arenas arcillosa y gravas desde el inicio de la sección a el PK 10.459 donde la litología pasa a arcillas arenosas con alguna gravas seguida de arcillas limosas y arcillas arenosa limosas. Entre el PK 7.192 y el 8.844 se hallan extensas áreas de ripples y megaripples Los MTD están presentes desde el PK 7.003 hasta el PK 7.116 y el PK 7.192 hasta el PK 8.844. El lecho marino está fuertemente impactado por marcas de arrastre entre el PK 9.767 y el PK 15.037.
19.192 – 38.790 (cuenca)	La geología superficial consiste en arcillas arenosas con limos o arenas gravosas con limos desde el inicio del tramo hasta el PK 19.867. Del PK 19.867 al PK 28.772 se interpreta un área de arenas limosas y gravas. Del 28.772 al PK 34.270, el sedimento superficial se describe como arcillas limosas que pasan a arcillas arenosas con gravas. Se halla una sección de arena limosa y grava desde el PK 34.270 hasta el PK 35.959. Desde el PK 35.959 hasta el PK 36.484 se hallan arcillas arenosas. Desde aquí hasta el final del tramo, el sedimento superficial se reemplaza por arenas con gravas a gravas arenosas. Se hallan numerosas zonas con rocas sueltas y bolos entre el PK 36.851 y el PK 37.066. Se halla un MTD entre el PK 22.284 y el PK 23.864. Las áreas de dunas se hallan desde el PK 22.284 a el PK 23.864 y desde el PK 32.352 a el PK 32.482.
38.790 – 49.967 (talud continental)	Los tipos de fondo consisten predominantemente en gravas arenosa y limosa y gravas arenosas y arcillosas hasta el final del tramo. ocasionalmente, se hallan campos de rocas y bolos sueltos dentro del tramo. Los fondos con morfologías móviles que incluyen ripples, megaripples y dunas también se hallan dentro del tramo descrito, pero son estas últimas las que se hallan en mayor extensión entre el PK 40.459 y el PK 43.092. Se hallan numerosos depósitos MTD entre el PK 38.981 y el PK 45.368. Se producen también las llamadas estrías o "current lineations" entre el PK 46.005 y el PK 47.602.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

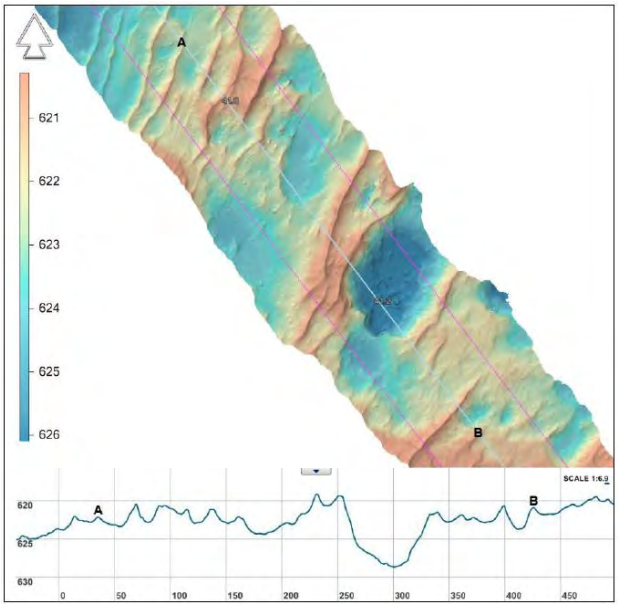
PK	Geomorfologia
49.967 – 53.872 (talud continental)	Los tipos de fondo consisten en arenas limosas y gravas. Del PK 49.991 a el PK 50.062 y el PK 51.514 a el PK 51.577 se hallan dos pequeñas áreas con arenas. Se halla un gran campo de rocas y bolos entre el PK 49.738 y el PK 49.947. Se identifican varias áreas con ripples y megaripples dentro de la sección. Los MTD están presentes desde el PK 52.535 hasta el PK 52.763, el PK 53.017 hasta el PK 53.118, el PK 53.163 a el PK 53.230 y el PK 53.872 a el PK 53.924. Se producen también las llamadas estrías o "current lineations" entre el PK 51.954 y el PK 52.535.
53.872 – 58.083 (plataforma continental)	La superficie consiste en arenas limosas y gravas, arenas limosas y afloramientos rocosos. Hay afloramientos rocosos entre el PK 54.207 y el PK 54.330 e intermitentes desde el PK56.640 hasta el final de la interpretación superficial. Se hallan numerosas zonas con rocas sueltas y bolos en las cercanías de los afloramientos rocosos. Las áreas con ripples se registran hacia el aterraje desde el PK 57.031.

Plano de batimetría multihaz mostrando tres depresiones (arriba izq.) y marcas de pesca de arrastre (arriba dcha.). Perfil batimétrico (línea azul) a lo largo de la trayectoria principal. Datos de perfilador de fondo (SBP) mostrando la estructura de una depresión (PK 32.411 Izq. y PK32.411)



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Plano de batimetría multihaz mostrando el relieve ondulado del lecho marino entre los PK 40.94 y 41.320. Perfil batimétrico (línea azul) a lo largo de la trayectoria principal

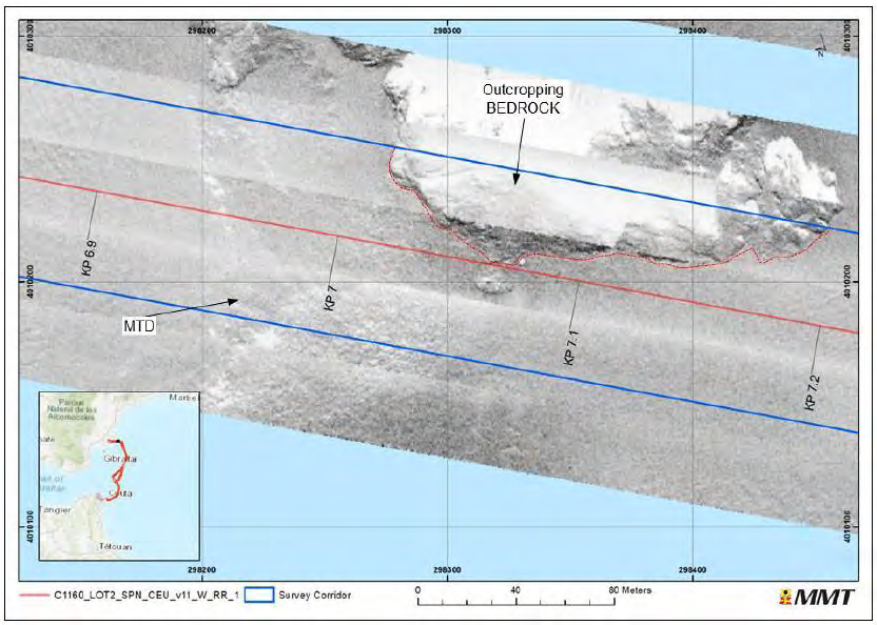


Re-Route 1 – Oeste

Los sedimentos del lecho marino consisten en arenas limosas con gravas en la plataforma continental española hasta el PK 6.100. Se observaron afloramientos ocasionales de roca cruzando la ruta y numerosas zonas de rocas sueltas asociadas a los afloramientos rocosos. También hay megaripples y marcas de arrastre. Entre los PK 6.100 y PK 8.435 se hallan zonas de arenas gravosas con limos, un área de afloramiento rocoso y varios depósitos de transporte de masa (MTD), así como ripples y megaripples. Desde el PK 8.435 hasta el PK 11.060, el lecho marino se compone por arenas gravosas con limos y arcillas limosas con arenas y hasta el final de la ruta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Mosaico de Sonografías de SSS mostrando los depósitos de transporte de masa asociados al pie de los afloramientos rocosos cruzado la trayectoria principal de la Re-route1-Oeste. (PK 6.900 – 7.200)



También se han detectado, como el caso anterior, las depresiones semicirculares que potencialmente podrían ser pequeños pockmarks (7 detectadas). Como también se ha descrito con anterioridad, estas depresiones no se identifican en los registros de SBP. El tamaño de las depresiones varía entre 0,4 m a 5 m, pero generalmente tienen menos de 2 m de largo en cualquier dirección y no muestran un patrón de distribución.

A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características geomorfológicas para cada tramo o sección:

Geomorfología por tramos

PK	Geomorfologia
0.000 – 6.397 (plataforma continental)	El fondo consiste en arenas limosas y gravas o arenas gravosa y limosas con afloramientos rocosos. Hay dos pequeñas manchas de arenas entre el PK 0.487 a el PK 0.599 y el PK 6.056 hasta el PK 6.102. Se halla un afloramiento rocoso entre el PK 4.598 y el PK 4.818. Se interpretan numerosos campos de rocas y bolos sueltos en las proximidades de los afloramientos rocosos. Se observan megaripples entre el PK 0,411 y el PK 0,546. Los MTD se hallan al final del tramo. El lecho marino está fuertemente impactado por marcas de pesca de arrastre entre el PK 2.167 y el PK 3.895.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PK	Geomorfologia
6.397 – 11.882 (talud continental)	Los fondos de este tramo consisten en arenas limosas con gravas y afloramientos rocosos hasta el PK 11.100. Desde el PK 11.100 hasta el final del recorrido el sedimento se interpreta como arcillas arenosas con limos. Ocasionalmente se hallan ripples y megaripples entre el PK 6.648 y el PK 8.415. Los MTD se interpretan entre el PK 6.397 y el PK 8.415.

Re-Route 1 – Este

Los sedimentos del lecho marino consisten en arenas limosas con gravas en la plataforma continental española hasta el PK 6.390. Se observaron afloramientos ocasionales de roca cruzando la ruta y numerosas zonas de rocas sueltas asociadas a los afloramientos rocosos. También hay megaripples y marcas de arrastre. Entre los PK 6.390 y PK 8.350 se hallan zonas con arenas gravosas con limos, un área de afloramiento rocoso y varios depósitos de transporte de masa (MTD), así como ripples y megaripples. Desde el PK 8,350 el lecho marino se compone por arenas gravosas con limos y, arcillas limosas con arenas, hasta el final de la ruta.

También se han detectado, como en los casos anteriores, las depresiones semicirculares que potencialmente podrían ser pequeños pockmarks (7 detectadas). Como también se ha descrito con anterioridad, estas depresiones no se identifican en los registros de SBP. El tamaño de las depresiones varía entre 0.6 m a 7.6 m y no muestran un patrón de distribución general.

A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características geomorfológicas para cada tramo o sección:

Geomorfología por tramos

PK	Geomorfologia
0.000 – 6.911 (plataforma continental)	El tipo de fondo consiste en arena limosa con grava o arenas con gravas limosas, además de afloramientos rocosos. Se hallan dos pequeñas zonas con arenas entre el PK 0.488 a el PK 0.600 y el PK 6.134 hasta el PK 6.206. Los afloramientos rocosos se hallan entre el PK 4.651 a el PK 4.844 y del PK 5.049 a el PK 5.067. Se interpretan numerosos campos de rocas y bolos sueltos en las proximidades de los afloramientos rocosos además de varias zonas con ripples y megarriples. Se hallan, también, depósitos MTD entre el PK 6.717 y el PK 6.911. El lecho marino está fuertemente impactado por marcas de pesca de arrastre entre el PK 2.178 y el PK 3.866.
6.911 – 11.286 (plataforma continental)	El tipo de fondo consiste arena limosa grava con afloramientos rocosos hasta el PK 10.755. Los afloramientos rocosos se hallan entre el PK 6.913 y el PK 7.100. Se halla una arcilla arenosa con gravas des del PK 10.755 hasta el final de la ruta. Se registran megaripples en algunas zonas de manera ocasional en

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PK	Geomorfologia
	la sección. Los MTD se interpretan entre el PK 7.188 y el PK 8.349. El lecho marino está fuertemente impactado por marcas de pesca de arrastre entre el PK 8.731 y el final de la ruta.

Re-Route 2 – Oeste

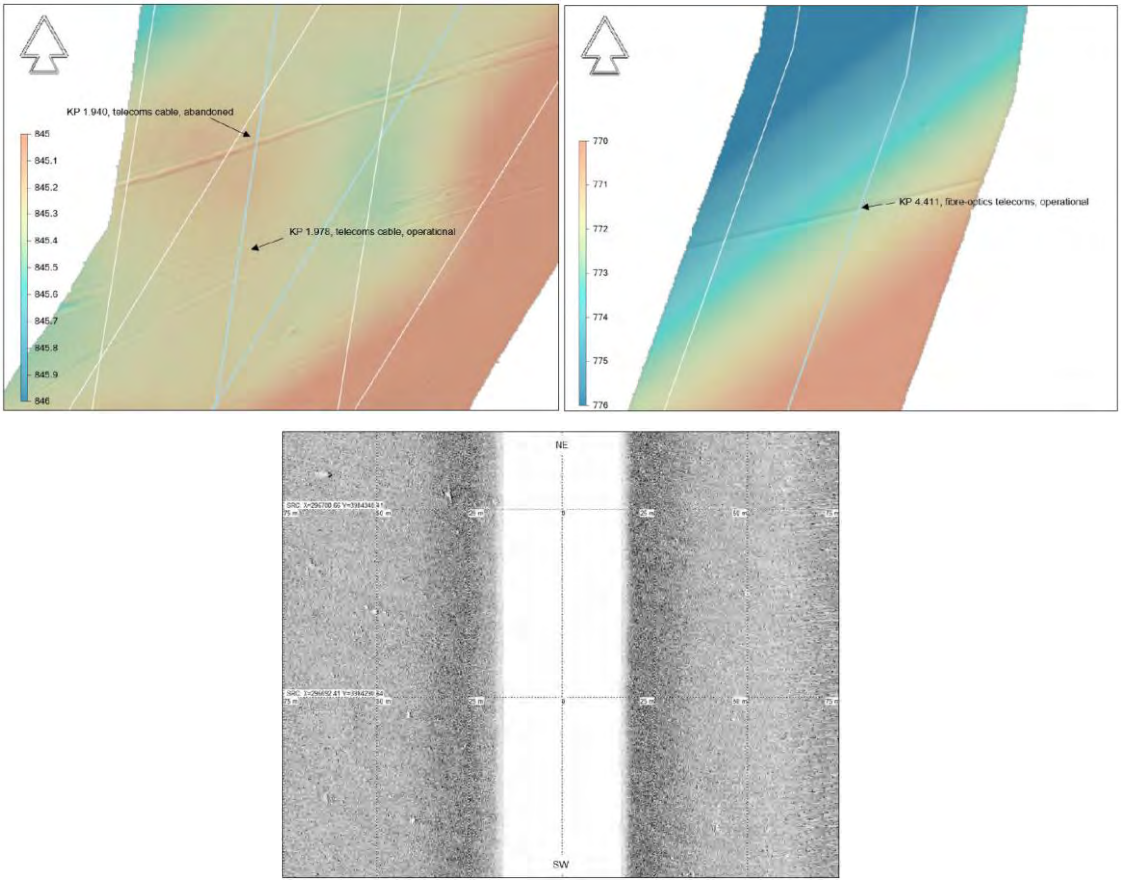
Los sedimentos del lecho marino tanto al inicio como al final de la ruta consisten en arenas limosa a arenas gravosas con limos y localmente gravas arenosas. El centro de la ruta (entre PK 2,124 y 8,483) se compone de arcillas limosas.

Cerca del final de la ruta se observan zonas con depósitos MTD, zonas de ripples y grandes extensiones con rocas sueltas. Cabe señalar que se hallan pequeñas estrías o lineaciones, alguna marca de pesca de arrastre y cables que cruzan la trayectoria escogida.

También se han detectado, como el caso anterior, las depresiones semicirculares que potencialmente podrían ser pequeños pockmarks (5 detectadas). Como también se ha descrito con anterioridad, estas depresiones no se identifican en los registros de SBP. El tamaño de las depresiones en todos los casos es inferior a 1 metro.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Plano de batimetría multihaz mostrando los cables que cruzan la trayectoria o ruta (PK 1,940 – 1,978 arriba izq. y PK4,411 arriba dcha.). Sonografía obtenida mediante SSS, mostrando algunas rocas aisladas sobre el PK 10,700 (abajo centro)



A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características geomorfológicas para cada tramo o sección:

Geomorfología por tramos

PK	Geomorfologia
0.000 – 2.881 (cuenca)	Los tipos de fondo son predominantemente de arenas limosas y arenas hasta el PK 2.104, seguidas de arcillas limosas hasta el final de la sección.
2.881 – 9.180 (cuenca)	Los tipos de fondo son predominantemente de arcilla limosa desde el inicio de la sección hasta el PK 8.483. El resto consiste en arenas. En el PK 8.901 se halla una marca de cicatriz en el lecho, que cruza la trayectoria propuesta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PK	Geomorfologia
9.180 – 10.809 (cuenca)	Los tipos de fondo son predominantemente de arenas con gravas a gravas arenosas. ocasionalmente se hallan campos de rocas y bolos sueltos entre los PK 10.280 y PK 10.798
10.809 – 11.890 (plataforma continental)	Los tipos de fondo son predominantemente de arenas con gravas a gravas arenosas. Los MTD están presentes desde el PK 10.992 hasta el final de la sección. Se observó un área ripples con numerosos campos de rocas y bolos sueltos dentro de la sección.

Re-Route 2 – Este

Los sedimentos del lecho marino al inicio de la ruta consisten en arenas gravosas limosas. Del PK 0,794 al 9,39 la arena es reemplazada por arcillas. Del PK 9.390 hasta el final de la ruta, se interpretan como zonas de gravas areno-limosas a arenas gravosas con limos y localmente gravas arenosas. El centro de la ruta (entre PK 2.124 y 8.483) se compone de arcillas limosas.

Cerca del final de la ruta se observan zonas con depósitos MTD, zonas de ripples y grandes extensiones con rocas sueltas. Cabe señalar que se hallan pequeñas estrías o lineaciones, alguna marca de pesca de arrastre y cables que cruzan la trayectoria escogida.

También se han detectado, como en los casos anteriores, las depresiones semicirculares que potencialmente podrían ser pequeños pockmarks (5 detectadas). Como también se ha descrito con anterioridad, estas depresiones no se identifican en los registros de SBP. El tamaño de las depresiones varía entre 0,3 m a 1,6 m y no muestran un patrón de distribución general.

A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características geomorfológicas para cada tramo o sección:

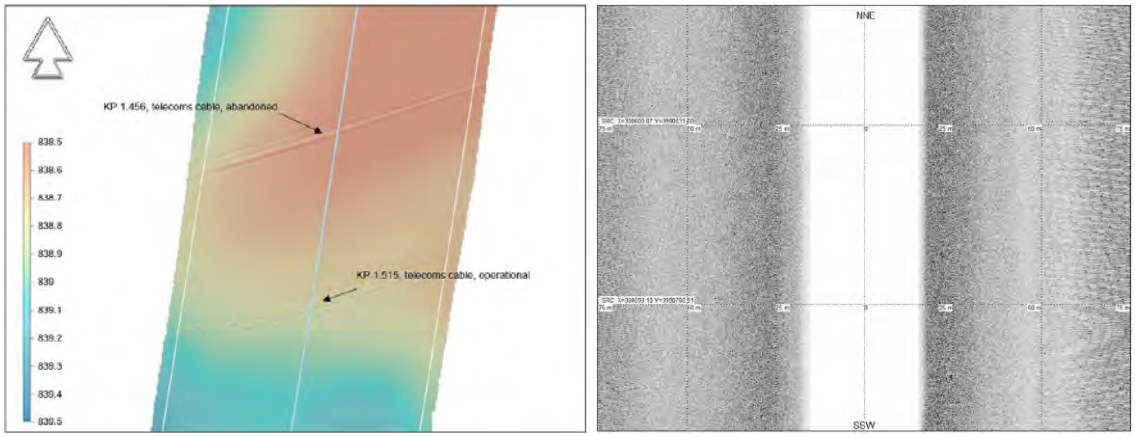
Geomorfología por tramos

PK	Geomorfologia
0.000 – 1.785 (cuenca)	Los tipos de fondo se caracterizan por tener arenas limosas con gravas en el PK 0.794, seguidas de arcillas arenosas con gravas hasta el final de la sección.
1.785 – 9.407 (cuenca)	Los tipos de fondo consisten principalmente en arcillas arenosas y gravas y arcillas limosas en el PK 6.000. Ocasionalmente, las marcas por pesca de arrastre cruzan la ruta propuesta.
9.407 – 10.527 (cuenca)	La geología superficial consiste predominantemente de ARENA y ARENA de grava. Un campo de rocas ocasional cruza la ruta entre el PK 10.302 y el PK 10.325

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PK	Geomorfologia
10.527 – 11.601 (talud continental)	Los tipos de fondo consisten principalmente en gravas arenosas con limos. Los MTD se hallan presentes desde el PK 10.576 hasta el final de la sección. Se hallan ocasionalmente ripples, megaripples, y campos de rocas y bolos sueltos, además de MTD dentro de la sección.

Plano de batimetría multihaz mostrando los cables que cruzan la trayectoria o ruta (PK 1.456 – 1.515 arriba izq.). Sonografía obtenida mediante SSS, mostrando las arcillas limosas cerca del PK 3.000. (dcha.)

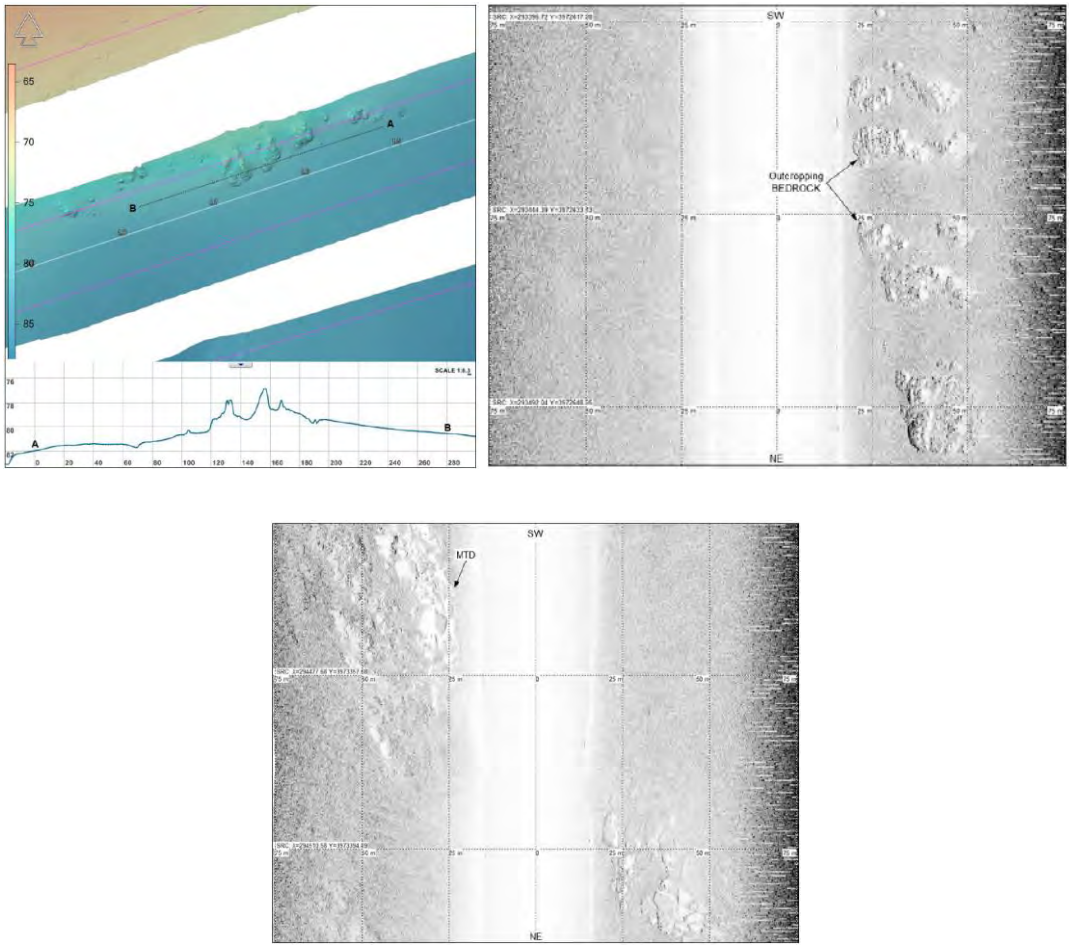


Re-Route 3 – Oeste

Los sedimentos del lecho marino al inicio de la ruta consisten en arenas gravosas limosas y localmente gravas arenosas. Ocasionalmente los afloramientos rocosos se presentan en el centro de la sección, cerca de los bordes de la ruta. Adicionalmente, se hallan MTD al inicio de la ruta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Plano de batimetría multihaz mostrando los afloramientos rocosos entre los PK 1,500 y 1,780 (arriba izq.). Sonografía obtenida mediante SSS, mostrando los afloramientos rocosos cerca del PK 1,500. (arriba dcha.) y sonografía mostrando los MTD entre los KP 0,299 y 0,329.(centro abajo)



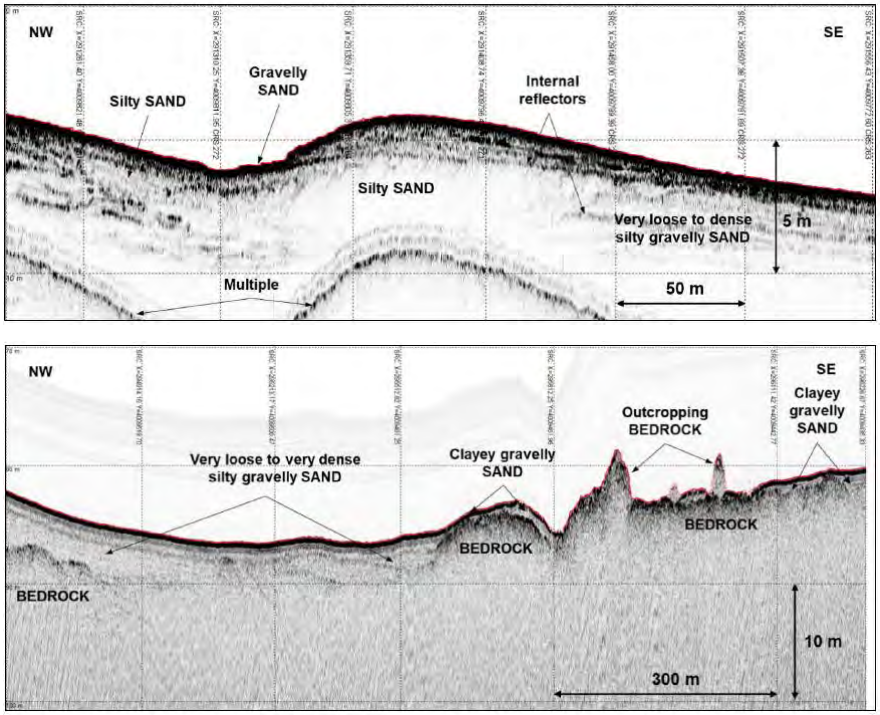
1.1.1.3 Estructura sedimentaria superficial

Ruta Principal – Oeste

La estructura sedimentaria superficial, a lo largo de las rutas Oeste y Este se caracteriza generalmente por contener arenas y arcillas en superficie, que se superponen depósitos grano-crecientes (de arenas gruesas - gravosas a gravas arenosas). Tanto en la plataforma continental española como en la de Ceuta, PK 3,400 a PK 6,614 y PK 50,756 a PK 56,038 respectivamente, se presentan afloramientos rocosos con una fina capa de arenas en superficie que se detecta sobre todo entre afloramientos. A continuación, se muestran dos perfiles ejemplo obtenidos mediante SBP, donde se hallan las estructuras características comentadas:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perfiles SBP ejemplo, con características sísmicas descritas



Las áreas de talud continental, PK 6.614 a PK 17.130 y PK 38.024 a PK 51.478 para España peninsular y Ceuta respectivamente, se caracterizan por tener pequeños depósitos y capas de arena, grava y arcillas, así como, presentar sedimentos caóticos (reflectores caóticos de impedancia acústica variable) interpretados y asociados con los depósitos de masa (MTD) o también a los afloramientos de roca.

La parte más profunda de la ruta, PK 17,130 a PK 38,024, tiene la sucesión típica de arena superficial y arcillas que se superponen a depósitos de arena gruesa y gravas con algunos depósitos pequeños de arcillas.

A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características sedimentarias para cada tramo o sección.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Estructura sedimentaria por tramos

PK	Estructura sedimentaria superficial
0-6.614 (plataforma continental)	Desde el inicio de la interpretación sísmica (PK 0.217) hasta el PK 3.462, la estructura sedimentaria superficial se interpreta como: Arenas limosas seguidas de arenas limo-gravosas que se extienden desde el 1.5 m hasta 8 m bajo el lecho marino. Se halla una capa de arena gravosa entre el PK 0.387 y PK 0.416 superponiendo la arena limosa. Del PK 3.462 a PK 5.460 se interpreta un reflector de afloramiento rocoso de alta amplitud. Las áreas de afloramiento rocoso ocurren entre el PK 4.920 y el PK 5.460 con zonas de arenas arcillo-gravosas entre afloramientos. Los MTD y las rocas procedentes de los afloramientos rocosos continúan desde el PK 5.791 hasta el final de la sección con zonas de arcillas con gravas y arenas en la superficie.
6.614-17.130 (zona de talud continental)	Desde el inicio de la sección hasta el PK 6.984, la estructura sedimentaria superficial consta de una capa de arena limosa y grava superpuesta a un MTD. El material del MTD es compuesto por arenas arcillosas y gravas y se halla del PK 6.984 a el PK 9.271 con un espesor de 2 a 3 m bajo el lecho marino. Más allá del PK 9.271 hasta el final de la sección, se hallan unos reflectores correspondientes intercalación de arenas y arcillas con un espesor de entre 2 y 10 m bajo el lecho marino.
17.130-38.024 (cuenca)	Desde el inicio de la sección hasta el PK 18.358, se hallan unos reflectores interpretados como arenas limosas que se superponen las arcillas arenosas y arcillas arenosa con grava, marcados por un reflector interno de alta amplitud a 1.5 m bajo el lecho marino. El reflector muestra horizontes sub-paralelos bien estratificados tanto arriba (de la arena limosa) como más abajo (de la arcilla arenosa con grava). La estratificación es visible a 8 m bajo el lecho marino. Desde el PK 18.358 hasta el PK 20.269 el sedimento debajo de este horizonte se vuelve caótico, enmascarando la señal del perfilador de fondo (SBP). Entre el PK 20.462 y el PK 22.867, se puede distinguir un reflector discontinuo de amplitud media y se interpreta como la base de un depósito de arena limosa transportada (MTD). La base de la del MTD, entre 2 y 3 m bajo el lecho marino, marca el límite de la penetración de la señal del perfilador de fondo (SBP). Del PK 22.867 a el PK 29.438 se halla una arena limosa con un espesor de 3 a 4 m (la señal SBP se atenúa por debajo de 4 m bajo el lecho marino). Entre el PK 29.438 y el PK 31.994 se hallan parches de arcilla arenosa con gravas de entre 1 y 2 m de espesor, que se superponen a las arenas limosa con gravas que presentan un registro sísmico caótico (interpretado el límite de penetración de la señal del SBP de entre 4 a 7 m bajo el lecho marino). Desde el PK 31.994 hasta el PK 34.653 se hallan reflectores horizontales y subparalelos de amplitud media a alta dentro de la unidad de arenas limosas con gravas hasta los 8 - 10 m bajo el lecho marino. Desde el PK 34.653 hasta el final de la sección, la unidad subyacente se reemplaza por gravas arenosas con limos. Entre el PK 34.653 y el final de la sección, la unidad de gravas arenosas con limos incrementa la atenuación de la señal y limita las interpretaciones desde 2,5 m bajo el lecho marino en el PK 34.653 a el PK

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PK	Estructura sedimentaria superficial
	34.915, y entre 3 y 4 m entre el PK 35.727 y el PK 38.024 (fuera de estas áreas la interpretación se extiende a aproximadamente 7 m bajo el lecho marino).
38.024 – 46.301 (talud continental)	La estructura sedimentaria en esta sección se caracteriza por capas y pequeños depósitos de gravas arenosas con limos y gravas arenosa con arcillas superpuestos a unos depósitos de transporte de masa (MTD). La base de los depósitos sedimentarios se interpreta entre 1 y 2 m bajo el reflector lecho marino.
46.301 – 51.478 (talud continental)	Desde el inicio de la sección hasta el PK 47.720, el paquete sismoestratigráfico de entre 1 y 2 m, se interpreta como arenas y gravas que se superponen a depósitos de transporte de masa (MTD), mientras que entre el PK 47.720 y el PK 47.835 el MTD subyacente aflora en superficie. Del PK 47.835 a el PK 48.871 una capa de arena limosa y con gravas a grava arenosa con arcillas se superpone a los MTD. Desde el PK 48.871 hasta aproximadamente el PK 49.300, la estructura sedimentaria consta de 1 a 4 m de gravas arenosas con arcilla. Desde el PK 49.300 hasta el PK 49.886, el segmento subyacente es reemplazado por arenas. Del PK 49.886 a el PK 50.786 se hallan capas de arena limosa y grava en la parte superior de los MTD. Se hallan, entre el PK 50.786 y el PK 51.478, áreas de lecho rocoso con depósitos de arenas con gravas y limos (entre ellas) con espesores de entre 2 y 3 metros.
51.478 – 56.038 (Plataforma continental)	Desde el inicio de la sección hasta el PK 53.155, la estructura sedimentaria consiste en afloramientos rocosos con depósitos de arena con gravas y limos entre los afloramientos de espesor variable entre 0 y 2 metros. Del PK 53.155 al PK 55.366 se hallan arenas limosas con grava que se superponen al lecho rocos, con espesores de 1 a 7 metros. Entre el PK 55.366 y el PK 55.888, los sedimentos suprayacentes se adelgazan y aflora el lecho rocoso (0,5 a 3,0 m bajo el lecho marino) hasta el final del tramo.

Ruta Principal Este

Como se ha comentado con anterioridad la estructura sedimentaria superficial sigue un mismo patrón en ambas rutas. Se hallan afloramientos rocosos en ambas plataformas continentales entre el PK 3.466 y 6.810 para la plataforma continental español, y entre el PK 53,872 y PK 58,083 para la zona de Ceuta.

Las áreas de talud continental, PK 6,810 a PK 8,700 y PK 37,790 a PK 53,872 para España peninsular y Ceuta respectivamente, se caracterizan por tener pequeños depósitos y capas de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

arena, grava y arcillas, así como, presentar sedimentos caóticos interpretados y asociados con los depósitos de masa (MTD) o también a los afloramientos de roca.

La parte más profunda de la ruta, PK 19,192 a PK 37,790, tiene la sucesión típica de arena superficial y arcillas que se superponen a depósitos de arena gruesa y gravas con algunos depósitos pequeños de arcillas.

A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características sedimentarias para cada tramo o sección.

Estructura sedimentaria por tramos

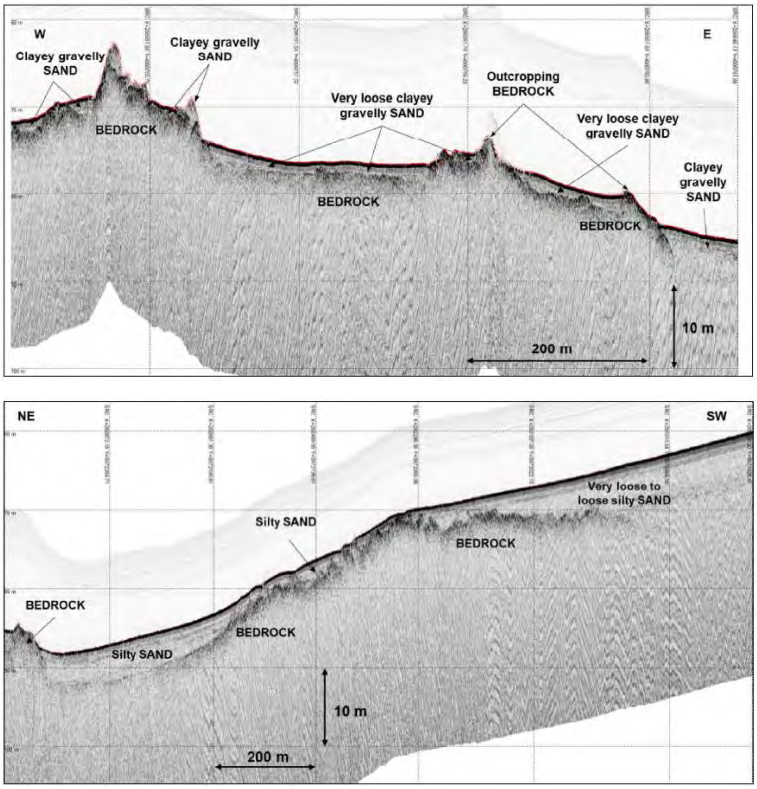
PK	Estructura sedimentaria superficial
0.000 – 7.002 (plataforma continental)	Desde el inicio de la interpretación sísmica en el PK 0.217 hasta el PK 3.427, los registros son interpretados como arenas limosas en transición a arenas limosas con gravas con espesores que se extienden entre 1,5 a 8 m bajo el lecho marino. Se registra una capa de arena gravosa entre el PK 0.388 a 0.416 superponiéndose a la arena limosa. Del PK 3.427 a 5.460, se interpreta un reflector tipo lecho rocoso, de gran amplitud. Las áreas de afloramiento rocoso se hallan entre el PK 4.617 y 5.480 con depósitos de arena arcillosa con gravas entre afloramientos. Se hallan también depósitos MTD desde el PK 5.480 hasta el final de la sección con depósitos de arena arcillosa y gravas y arenas limosas con grava en la superficie.
7.002 – 19.192 (talud continental)	Desde el inicio de la sección hasta el PK 7.374, la estructura sedimentaria superficial se caracteriza por tener una capa de arenas limosas con gravas superpuestas a MTD's. Los depósitos de sedimento de los MTD se componen por arenas arcillosas con gravas y se hallan entre el PK 7.374 al 8.622, con un espesor de 2 a 4 m bajo el lecho marino. Del PK 8.622 al PK 14.467 la zona se caracteriza por contener arenas limosas con grava recubiertas por arcillas arenosas con gravas a arcillas limosas con un espesor de 2 a 10 m bajo el lecho marino. Desde el PK 14.467 hasta el PK 18.610, el sedimento subyacente es reemplazado por arenas limosas a arcillas. que se vuelven menos profundas a lo largo de la ruta y se superponen a una unidad de arena limosa al final de esta sección.
19.192 – 38.790 (cuenca)	Desde el inicio de la sección hasta el PK 20.121 se hallan unas arcillas areno-limosas que pasan a arenas con gravas y limos que se superponen a una unidad de arena limosa y unas arenas con gravas y limos con un reflector interno fuerte a 1,5 m bajo el lecho marino. Los reflectores muestran una buena estratificación con horizontes sub-paralelos, tanto arriba (arcilla/arena) como abajo (arena limosa y grava). La estratificación es visible a 12 m bajo el lecho marino. Desde el PK 20.121 a el PK 21.837 el sedimento debajo de este horizonte se vuelve caótico enmascarando la señal sísmica del perfilador. Entre el PK 21.100 a el PK 23.456, se puede seguir un reflector discontinuo de amplitud media que se interpreta como la base de una arena con gravas y limos que compone un depósito de transporte en masa (MTD). La base del MTD, de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PK	Estructura sedimentaria superficial
	2 a 3 m bajo el lecho marino, marca el límite de la penetración de la señal SBP. Desde el PK 23.456 hasta el PK 28.000, se hallan unas arenas con gravas y limos con un espesor de 2 a 3 m (la señal SBP se atenúa por debajo de 3,0 m bajo el lecho marino). Entre el PK 28.000 y el PK 32.569 se hallan depósitos de arcilla limosa o arcilla arenosa con gravas de 1 a 2 m de espesor que se superponen a unas arenas arcillosas caótica (interpretada como límite de penetración de la señal SBP a 4 m bajo el lecho marino). Se ha hallado una fuerte hipérbola en el PK 28.485 a 1,8 m bajo el lecho marino, no correlacionable con la presencia de ningún cruce de cable conocido. Del PK 32.569 a el PK 35.448 se hallan reflectores horizontales y sub-paralelos de amplitud media a alta dentro de la unidad subyacente que se reemplaza por arenas con gravas y arcillas a arenas con gravas y limos de 8 a 11 m bajo el lecho marino. Desde el PK 35.448 hasta el final del tramo, en el PK 38.790, se hallan arenas con gravas y limos que pasan a arenas con gravas. Hacia el final del intervalo se hallan gravas arenosas. Se desconoce el grosor de la unidad debido a la atenuación de la señal. Se hallan depresiones de hasta 10 metros de profundidad desde el PK 32.340 al PK 32.540, y del PK 33.320 al PK 33.470.
38.790 – 49.967 (talud continental)	El inicio de la sección, en el PK 45.368, se caracteriza por contener depósitos de gravas limosas y arenosas. En el PK 42.402 los MTD son recubiertos por una capa de gravas arenosas y arcillas. Desde el PK 45.368 hasta el PK 49.967, las capas y depósitos se componen de arenas con gravas y limos. La base de los depósitos sedimentarios son distinguibles entre 1 y 3 m bajo el lecho marino.
49.967 – 53.872 (talud continental)	Desde el PK 49.967 hasta el PK 50.510, la estructura sedimentaria es definida por arenas limosas con gravas o depósitos MTD con espesores variables de 1 a 4 m, sobre también depósitos de transporte de masa. De el PK 50.510 a el PK 52.275 se interpreta como un paquete de arenas limosas y gravas. Desde el PK 52.275 hasta el PK 53.872 se hallan depósitos arenas limosas y gravas con espesores de 1 a 2 m superponiéndose a los depósitos MTD. Entre el PK 53.363 y el PK 53.845 se interpreta como la erosión de una posible capa endurecida a 1 m bajo el lecho marino.
53.872 – 58.083 (plataforma continental)	Desde el inicio de la sección hasta el PK 54.943, la estructura sedimentaria superficial comprende parte de un afloramiento intermitente de lecho rocoso con arenas gravosas con limos y depósitos de arena limosa entre los afloramientos. El espesor de los sedimentos en estos depósitos varía de 0 a 4 m. Des del PK 54.943 a el PK 56.669 las arenas limosas y arenas limosas con gravas cubren el lecho rocoso con un espesor de 1 a 6. Entre el PK 55.366 y el final de la interpretación sísmica (el PK 58.083) la capa de sedimentos se adelgaza y el lecho rocoso fluctúa en su afloramiento hasta el final de la sección (de 0,5 a 3 m bajo el lecho marino).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perfiles SBP ejemplo, con características sísmicas descritas.

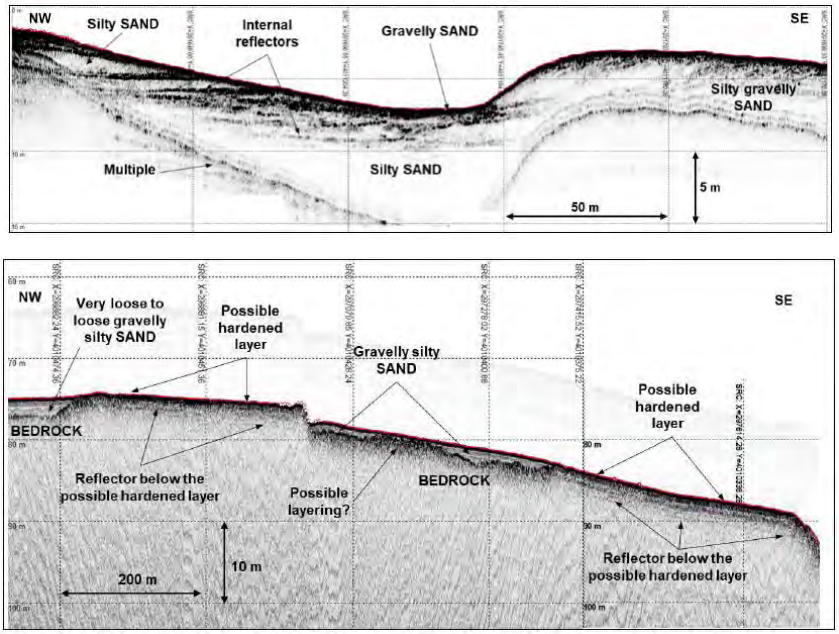


Re-Route 1 – Oeste

La estructura sedimentaria superficial a lo largo de la ruta se caracteriza por depósitos de arenas con gravas limosas y Arcillas con arenas limosas superponiéndose a las arenas gravosas más gruesas. En la plataforma continental española, los afloramientos rocosos están presentes entre el PK 3,090 y el PK 6,960 con depósitos de arenas con gravas limosas entre ellos. El talud continental entre PK 6,960 y PK 8,525 se caracteriza por mostrar pequeños depósitos y capas de arenas con gravas limosas, así como, presentar sedimentos caóticos interpretados y asociados con los depósitos de transporte en masa (MTD). La parte más profunda de la ruta se caracteriza por comprender arenas y gravas limosas a arcillas con arenas limosas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perfiles SBP ejemplo, con características sísmicas descritas.



A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características sedimentarias para cada tramo o sección.

Estructura sedimentaria por tramos

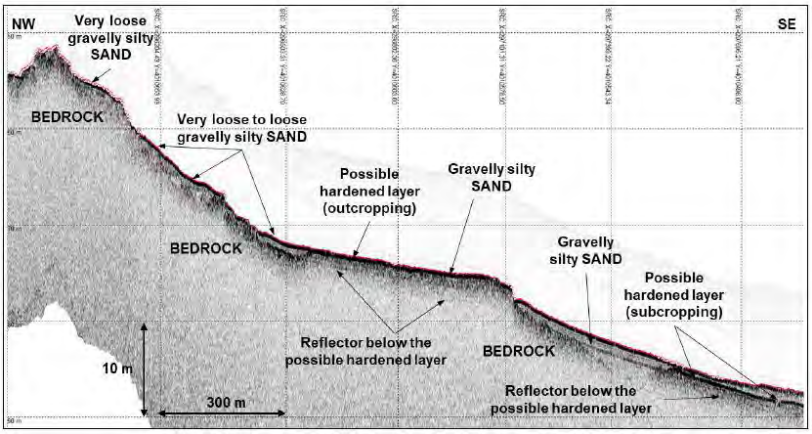
PK	Estructura sedimentaria superficial
0.000 – 6.397 (plataforma continental)	Desde el inicio de la interpretación sísmica (el PK 0.226) hasta el PK 3.087 la estructura sedimentaria comprende arenas limosas y arenas limosas con gravas con potencias de entre 1 y 11 metros bajo el lecho marino. Se registra una capa de arena gravosa entre el PK 0.387 y el PK 0.400. Del PK 3.087 al PK 6.114 se superpone, a un afloramiento rocoso, una capa de arena limosa con gravas. Los afloramientos de roca ocurren entre el PK 4.598 y el PK 4.818 con capas intercaladas de arenas con gravas limosas. Entre el PK 6.114 y el PK 6.640 existe una posible capa endurecida en la superficie del lecho marino.
6.397 – 11.882 (talud continental)	Entre el PK 6.397 y el PK 6.702 se halla una posible capa endurecida relacionada con el lecho rocoso a 0 y 2 m bajo el lecho marino. En la capa endurecida hay una capa de arena limosa con gravas hasta el PK 6.643. Desde ese punto hasta el PK 7.012 se interpreta un MTD (arenas limosas y gravas) de 0 a 5 m bajo el lecho marino. Entre el PK 7.012 y el PK 7.191 se halla un depósito de MTD con una capa de arena limosa con gravas. Desde el PK 7.191 hasta el PK 8.415 se encuentra presente un MTD de 1 a 6 m de espesor. Entre el PK 8.415 y el PK 11.882 se interpreta un paquete sedimentario formado por arena limosa y gravas estratificada hasta el PK 11.100 donde se reemplaza por arcilla limosa arenosa (3 a 10 m bajo el lecho marino).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Re-Route 1 – Este

La estructura sedimentaria superficial a lo largo de la ruta se caracteriza por depósitos de arenas con gravas limosas y Arcillas con arenas limosas superponiéndose a las arenas gravosas más gruesas. En la plataforma continental española, los afloramientos rocosos están presentes entre el PK 3.160 y el PK 6.950 con depósitos de arenas con gravas limosas entre ellos. El talud continental entre PK 6.960 y PK 8.355 se caracteriza por mostrar pequeños depósitos y capas de arenas con gravas limosas, así como, presentar sedimentos caóticos interpretados y asociados con los depósitos de transporte en masa (MTD). La parte más profunda de la ruta se caracteriza por comprender arenas y gravas limosas a arcillas con gravas arenosas.

Perfiles SBP ejemplo, con características sísmicas descritas



A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características sedimentarias para cada tramo o sección.

Estructura sedimentaria por tramos

PK	Estructura sedimentaria superficial
0.000 – 6.911 (plataforma continental)	Desde el inicio de la interpretación sísmica (el PK 0.227) hasta el PK 3.163 la estructura sedimentaria se caracteriza por tener arenas limosas y arenas limosas y gravas, extendiéndose en profundidad desde 1 a 10 m bajo el lecho marino. Se registra una capa de arena gravosa alrededor del PK 0.400. Desde el PK 3.163 hasta el PK 6.911 se hallan arenas limosas con gravas que se extienden desde 0 a 11 m bajo el lecho marino, situadas en la parte superior del basamento rocoso entre el PK 4.651 y el PK 5.245. Del PK 5.245 a el PK 5.831 se interpreta una posible capa endurecida. Entre el PK 5.831 y el PK 6.636 se extiende una arena limosa con grava que se

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PK	Estructura sedimentaria superficial
	extiende de 0,5 a 3 m bajo el lecho marino que se superpone a la capa endurecida y al basamento rocoso. A partir del PK 6.636, la capa endurecida se cubre con una fina capa de arena con grava limosa hasta el PK 6.911 donde haya afloramiento de roca.
6.911 – 11.286 (plataforma continental)	Desde el PK 6.911 hasta el PK 7.100 está presente el afloramiento de roca. A lo largo de la pronunciada pendiente entre el PK 7.100 y el PK 7.821, la estructura sedimentaria consiste en una capa rocosa con una capa de arena limosa y grava, o un MTD. Del PK 7.821 a el PK 8.349 se interpreta como un MTD que se extiende desde 2 a 3 m bajo el lecho marino. Entre el PK 8.349 y el PK 11.286 se interpreta una capa estratificada de arena limosa con grava hasta el PK 10.500, donde se reemplaza por arcillas arenosas (2 a 10 m bajo el lecho marino).

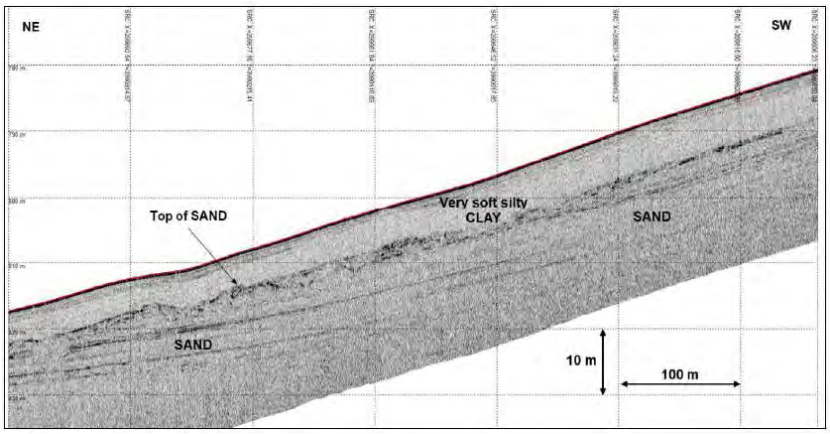
Re-Route 2 – Oeste

La estructura sedimentaria superficial, a lo largo de la ruta se caracteriza generalmente por contener arenas, arcillas y gravas con arenas limosas en superficie, que se superponen a depósitos de gravas arenosas de granulometría más gruesa y a unos afloramientos rocosos con una capa superficial sedimentaria.

Del PK 0,000 al PK 9,180, la estructura se caracteriza por una capa gruesa de arenas (de 3 a 10 m de espesor), que presenta varios reflectores internos de alta impedancia acústica. Esta capa de arena está cubierta por una capa discontinua de arcillas limosas muy blandas, con un espesor variable, entre 1 y 7m. La cuenca, del PK 9.180 a PK 10.809 se caracteriza por contener arenas y gravas arenosas-limosas. Por otro lado, el talud continental, (entre PK 10,809 y PK 11,890), se caracteriza por contener pequeñas capas y depósitos de gravas arenosas limosas, así como, presentar sedimentos caóticos interpretados y asociados con los depósitos de transporte en masa (MTD).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perfiles SBP ejemplo, con características sísmicas descritas. Se muestra la capa de Arcillas discontinua que se superpone a la capa gruesa de arenas bien estratificadas (PK 3,620 a ,.280)



A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características sedimentarias para cada tramo o sección.

Estructura sedimentaria por tramos

PK	Estructura sedimentaria superficial
0.000 – 2.881 (cuenca)	Desde el PK 0.000 hasta el PK 2.124 se interpretan paquetes sedimentarios compuestos por arena limosa y arenas con un espesor de 3 m hasta 4 m (donde la señal del SBP se atenúa por debajo de los 4 m bajo el lecho marino). Se halla una fuerte hipérbola en el PK 2.035, a 1,7 m bajo el lecho marino sin ninguna correlación con el cruce de algún cable. Del PK 2.124 a el PK 2.881 se superpone una capa muy fina de arcillas limosa de 1 a 2 m de espesor a una arenas (la señal SBP se atenúa por debajo de 4,0 m bajo el lecho marino).
2.881 – 9.180 (cuenca)	Del PK 2.881 al PK 3.425 se halla una capa de 1 a 7 m de espesor de arcillas limosas que se superponen a una capa de arena de 4 metros de espesor (señal del SBP queda atenuada por debajo de 4 m bajo el lecho marino). Desde el PK 3.425 hasta el PK 8.490 las arcillas limosas (de 0.50 a 7 m de espesor) recubren las arenas. Se detectan algunos reflectores sub-paralelos horizontales de amplitud media a alta, dentro de la unidad de arenas, truncada en la base de la unidad de arcillas limosas. Desde el PK 8.490 hasta el PK 9.180, la unidad de arenas presente en el lecho marino.
9.180 – 10.809 (cuenca)	Desde el PK 9.180 hasta el PK 10.809 los registros marcan la presencia de gravas arenosas con limos con un espesor de 2 a 4 m (la señal del SBP se atenúa por debajo de los 4 m bajo el lecho marino).
10.809 – 11.890 (plataforma continental)	Desde el PK 10.809 hasta el PK 11.890, la estructura sedimentaria superficial se caracteriza por capas y depósitos de gravas arenosas con limos superponiéndose a MTD.

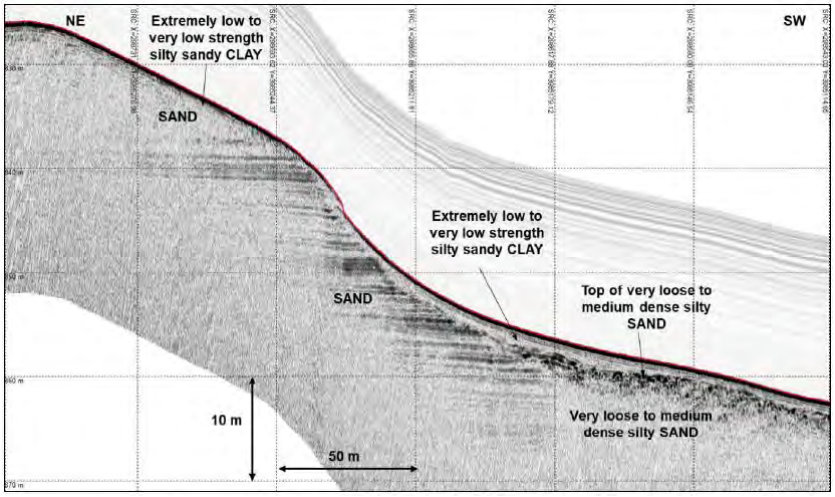
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Re-Route 2 – Este

La estructura sedimentaria superficial, a lo largo de la ruta, se caracteriza generalmente por contener Arenas gravosas-limosas, Arcillas gravosas-areno/limosas o gravas areno-limosas en superficie, que se superponen a depósitos de arenas gravosas de granulometría más gruesa y a unos afloramientos rocosos con una capa superficial sedimentaria.

Del PK 0,000 al PK 9,407, la estructura se caracteriza por una capa gruesa de arenas (de 3 a 10 m de espesor), que presenta varios reflectores internos de alta impedancia acústica. Esta capa de arena está cubierta por una capa discontinua de arcillas limo-arenosas de espesor variable, entre 1 y 7 m. La cuenca, del PK 9,1407 a PK 10,527 se caracteriza por contener arenas y arenas gravosas. Por otro lado, el talud continental, (entre PK 10,527 y PK 11,601), se caracteriza por contener pequeñas capas y depósitos de gravas areno-limosas, así como, presentar sedimentos caóticos interpretados y asociados con los depósitos de transporte en masa (MTD).

Perfiles SBP ejemplo, con características sísmicas descritas



A nivel de detalle, en la tabla siguiente, se describen las características sedimentarias para cada tramo o sección.

Estructura sedimentaria por tramos

PK	Estructura sedimentaria superficial
0.000 – 1.785 (cuenca)	Desde el PK 0.000 hasta el PK 1.785, los datos de SBP muestran arenas limosas y grava, arcillas arenosas con gravas de 2 a 4 m de espesor (la señal del perfilador o SBP se atenúa por debajo de 4 m bajo el lecho marino).

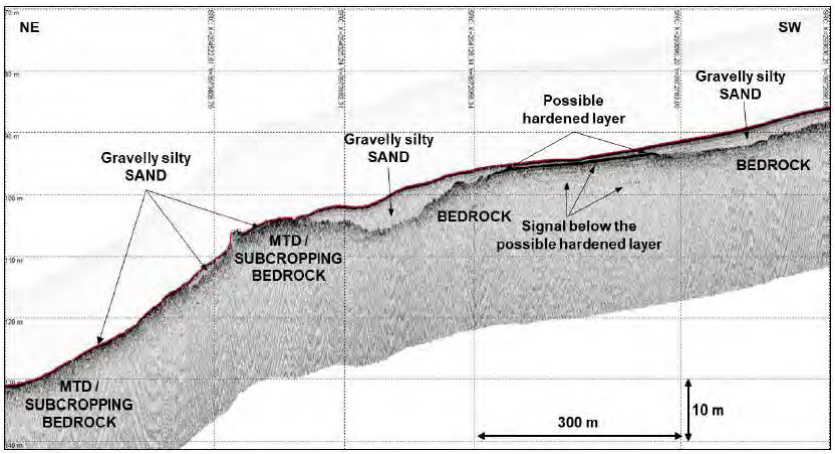
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PK	Estructura sedimentaria superficial
1.785 – 9.407 (cuenca)	Desde el PK 1.785 hasta el PK 9.407 se halla una capa de arcillas arenosas con grava y una arcilla arenosa limosa discontinua y con un espesor variable de entre 1 y 8 m que se superpone a una capa de arenas de 4 m de espesor (La señal del perfilador o SBP se atenúa por debajo de 4 m bajo el lecho marino). Se detectan reflectores sub-paralelos horizontales de amplitud media a alta, donde la unidad de arenas es truncada en la base de la unidad de arcillas limosas.
9.407 – 10.527 (cuenca)	Des del PK 9.407 a el PK 10.527 se halla una capa de arenas gravosas con espesor de entre 2 y 3 metros. (La señal del perfilador o SBP se atenúa por debajo de 4 m bajo el lecho marino).
10.527 – 11.601 (talud continental)	Desde el PK 10.809 hasta el PK 11.890 la estructura sedimentaria se caracteriza por contener capas y depósitos de gravas arenosas limosas que se superponen a los depósitos MTD y a las zonas de basamento rocoso.

Re-Route 3 – Oeste

La estructura sedimentaria superficial, a lo largo de la ruta, se caracteriza generalmente por contener Arenas gravosas y arcillas limosas superpuestas a unos afloramientos rocosos y MTD. Cabe señalar que se observa una posible capa a la misma profundidad que la roca o basamento acústico (0,5 a 1 m bajo el lecho marino) entre los PK 0,903 y 1,135.

Perfiles SBP ejemplo, con características sísmicas descritas



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1.1.1.4 Otros elementos detectados

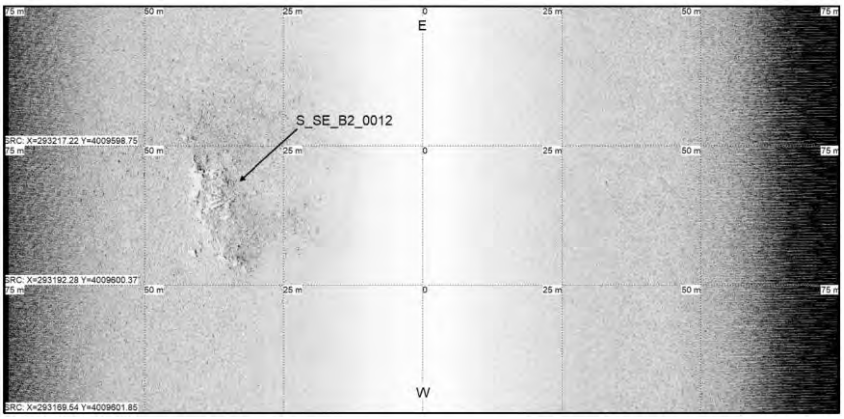
Ruta Principal - Oeste

Se identificaron un total de 402 contactos con el Sonar de Barrido Lateral, (Side Scan Sonar -en adelante, SSS) dentro de la ruta principal oeste y se clasificaron como: 286 rocas aisladas, 50 escombros, 65 depresiones (descritas en el apartado geomorfología) y un pecio.

Las rocas, los escombros y las depresiones no muestran una patrón o distribución general. El tamaño de las rocas aisladas varía de 0.5 m a 9.6 m. El tamaño de los escombros varía entre 0.5 m a 46.9 m. Aproximadamente el 50% de los desechos se han interpretado como posibles artes de pesca o posibles cables, siendo estos los elementos más grandes. El otro 50% de los escombros no ha podido ser identificado.

Se halla un posible pecio (contacto S_SE_B2_0012) o área de escombros de un pecio. En la figura siguiente, se puede observar la sonografía obtenida con SSS:

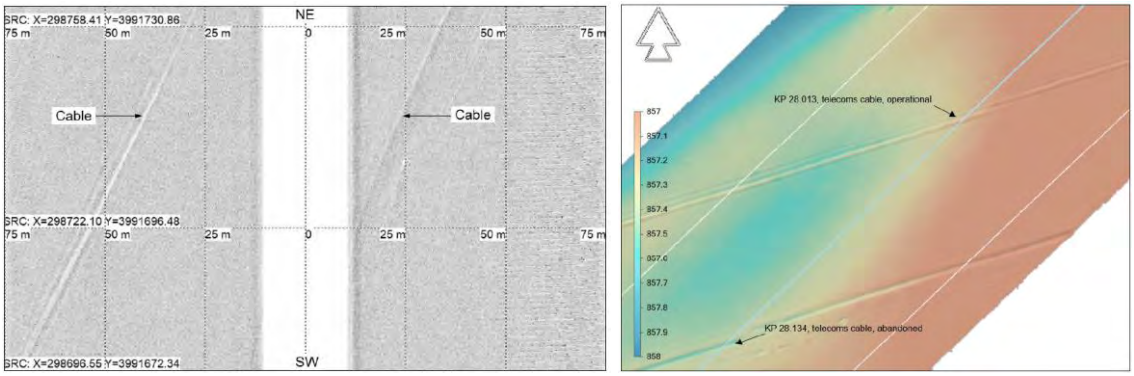
Sonografía obtenida mediante SSS mostrando el área del posible pecio hallado o la zona de restos



Además, a lo largo de la ruta principal – Oeste, se han reportado mediante documentación previa, un total de 14 cables susceptibles de cruzar la ruta o trayectoria mencionada, 3 de los cuales han sido detectados o bien por los datos de batimetría multihaz o SSS en los PK 28.013, 28.134 y 36.867. Los 11 restantes no han podido ser detectados mediante las técnicas geofísicas aplicadas. Todas las infraestructuras lineales que son susceptibles a ocasionar cruces en las trayectorias propuestas se hallan en la tabla 51 del documento realizado por MMT.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Izq. Sonografía obtenida mediante SSS, dcha. Registro MBES. Ejemplo de los cables hallados que cruzan la ruta principal oeste



Por otro lado, en la misma ruta principal - Oeste se han hallado 3 estructuras lineales no reportadas en la información previa. En el PK 51.216 a 15 metros de profundidad, se halla dentro de la sección, cerca de la trayectoria, una estructura lineal clasificada como posible cable (no listada en los datos de antecedentes). Además, se han identificado dos estructuras lineales similares a la anterior en los PK 51.535 a 24 m de profundidad y en el PK 51.702 a 9 metros de profundidad.

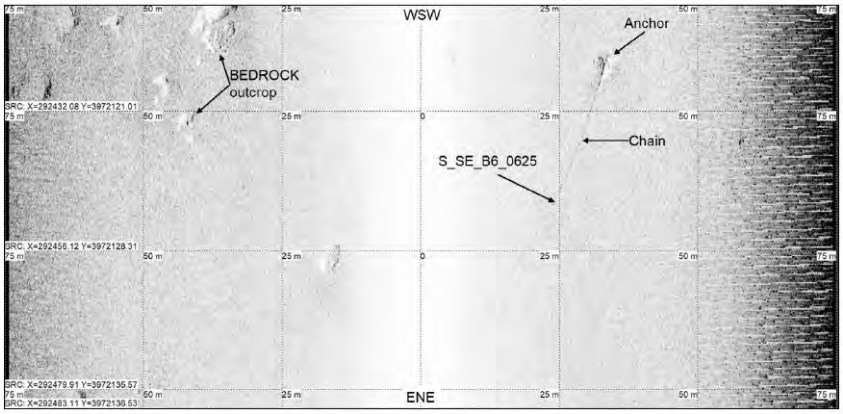
Ruta Principal Este

Se identificaron un total de 394 contactos con el Sonar de Barrido Lateral, (SSS) dentro de la Ruta Principal Este y se clasificaron como: 273 rocas aisladas, 74 escombros, 46 depresiones (descritas en el apartado geomorfología) y un pecio. Las rocas, los escombros y las depresiones no muestran una patrón o distribución general.

El tamaño de las rocas aisladas varía de 0.5 m a 8.6 m. El tamaño de los escombros varía entre 0.5 m a 17.5 m. Se ha detectado un escombro como una ancla y cadena de 65.8 m de largo definido como el contacto S_SE_B6_0625 (Listado entre otros muchos en el anejo C del documento original de MMT), que se muestra a continuación:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

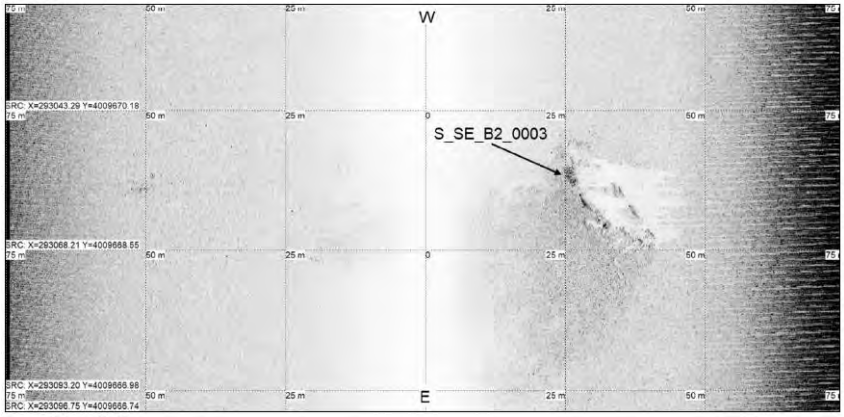
Sonografía obtenida mediante SSS mostrando la ancla y cadena de 65.8 m de largo (S_SE_B6_0625)



Aproximadamente el 70% de los escombros o desechos se han interpretado como posibles artes de pesca o posibles anclas. El 30% restante de los escombros no ha podido ser identificado.

Se halla un posible pecio (contacto S_SE_B2_0003) desplazado a 28.5 m a estribor de la ruta principal. El posible pecio mide 18,3 m x 8,1 m x 5,3 m (Largo – ancho- alto) y se encuentra a 40,3 m de profundidad. En la figura siguiente, se puede observar la sonografía obtenida con:

Sonografía obtenida mediante SSS mostrando el área del posible pecio hallado o la zona de restos.

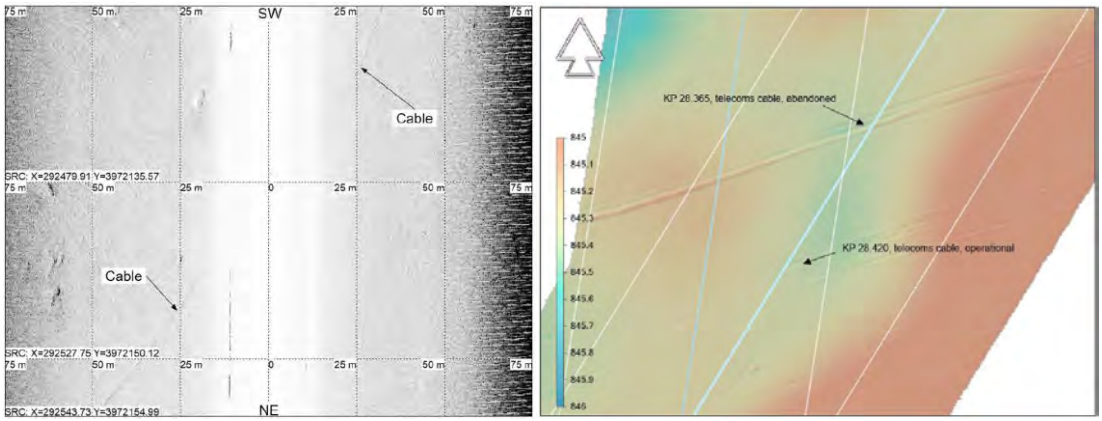


Además, a lo largo de la ruta principal – Este, se han reportado mediante documentación previa, un total de 13 cables susceptibles de cruzar la ruta o trayectoria mencionada, 4 de ellos han sido detectados o bien por los datos de batimetría multihaz o SSS en los PK 28.3650, 28.420, 37.594 y 54.870. Los 9 restantes no han podido ser detectados mediante las técnicas geofísicas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

aplicadas. Todas las infraestructuras lineales que son susceptibles a ocasionar cruces en las trayectorias propuestas se hallan en la tabla 51 del documento realizado por MMT.

Sonografía obtenida mediante SSS, dcha. Registro MBES. Ejemplo de los cables hallados que cruzan la ruta principal oeste



Por otro lado, en la misma ruta principal – Este, se han hallado 5 estructuras lineales no reportadas en la información previa y que se presentan dentro de la sección de trayectoria e incluso pueden llegar a cortarla, 3 de ellas, en los PK 30.164, 55.6498, 55.373.

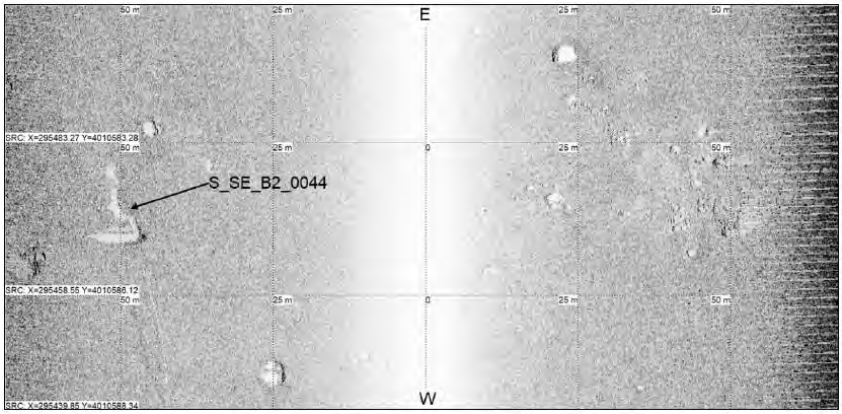
Re-Route 1 – Oeste

Se identificaron un total de 31 contactos con el Sonar de Barrido Lateral, (SSS) dentro de la ruta Re Route 1-Oeste y se clasificaron como: 18 rocas aisladas, 6 escombros y 7 depresiones (descritas en el apartado geomorfología). Las rocas, los escombros y las depresiones no muestran una patrón o distribución general.

El tamaño de las rocas aisladas varía de 0.5 m a 6.9 m. El tamaño de los escombros varía entre 1.8 m a 10.2 m. Se ha detectado un escombro identificado como un posible cable o conducto (S_SE_B2_0044 - Listado entre otros muchos en el anejo C del documento original de MMT), que se muestra a continuación:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Sonografía obtenida mediante SSS mostrando la posible porción de cable o conducto (contact: S_SE_B2_0044)



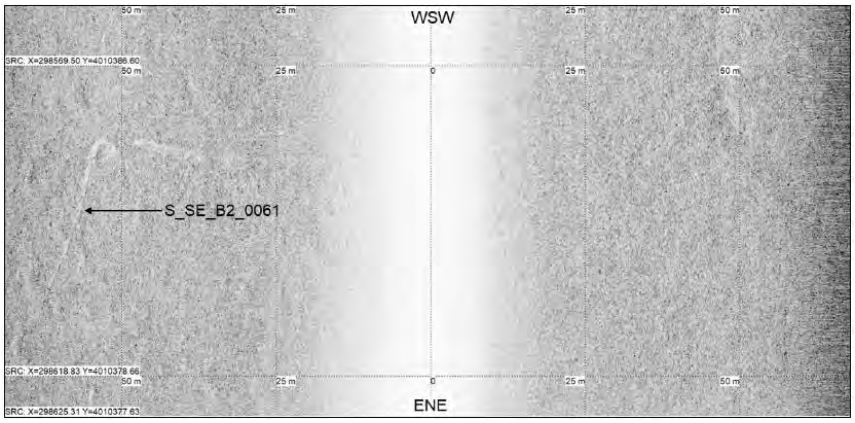
Cabe destacar que, en el caso de esta ruta, no se han detectado ni pecios ni cables a lo largo de la campaña geofísica, así como tampoco se han detectado cruces de cables reportados existentes.

Re-Route 1 – Este

Se identificaron un total de 68 contactos con el Sonar de Barrido Lateral, (SSS) dentro de la ruta Re Route 1 -Este y se clasificaron como: 58 rocas aisladas, 2 escombros y 7 depresiones (descritas en el apartado geomorfología) y 1 pecio. Las rocas, los escombros y las depresiones no muestran una patrón o distribución general. El tamaño de las rocas aisladas varía de 0.5 m a 10.5 m. Uno de los escombros u objetos antrópicos detectados es interpretado como una marca de arrastre de 2 metros de longitud. El otro, (contact:S_SE_B2_0061) se interpreta como un arte de pesca o porción de cable o tubería y mide 55 m de largo por 0.3 m de ancho con una altura de 0.2 m:

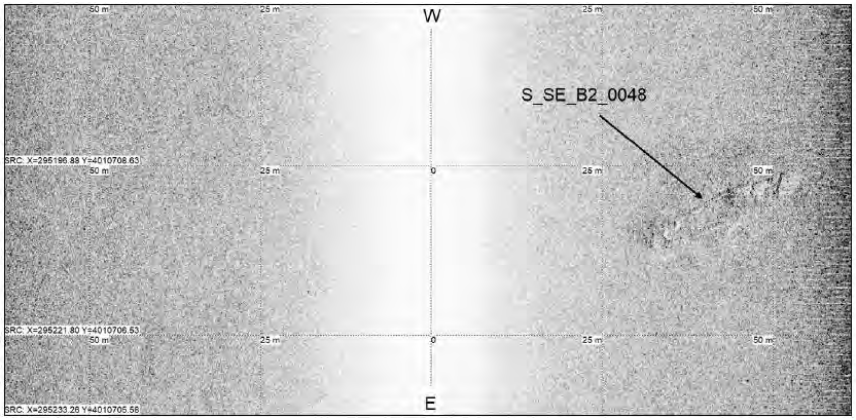
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Sonografía obtenida mediante SSS mostrando la posible porción de cable/tubería o arte de pesca (contact: S_SE_B2_0061)



Se halla un posible pecio (contacto S_SE_B2_0048) en el PK 3.914, desplazado a 10.5 m a babor de la ruta principal. El posible pecio mide 24.5 m x 3.7 m x 0.7 m (Largo – ancho- alto) y se encuentra a 65.4 m de profundidad. En la figura siguiente, se puede observar la sonografía obtenida con SSS:

Sonografía obtenida mediante SSS mostrando el área del posible pecio hallado (contact: S_SE_B2_0048)



Cabe destacar que, en el caso de esta ruta, no se han detectado cables a lo largo de la campaña geofísica, así como tampoco se han detectado cruces de cables reportados existentes.

Re-Route 2 – Oeste

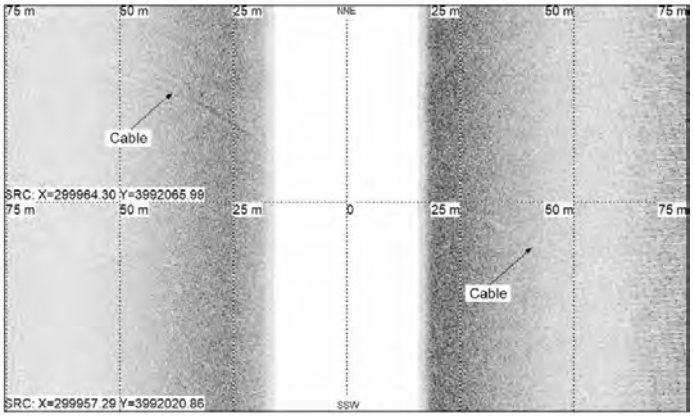
Se identificaron un total de 35 contactos con el Sonar de Barrido Lateral, (SSS) dentro de la ruta Re Route 2 -Oeste y se clasificaron como: 20 rocas aisladas, 10 escombros y 5 depresiones (descritas en el apartado geomorfología). Las rocas, los escombros y las depresiones no muestran una patrón o distribución general. El tamaño de las rocas aisladas varía de 0.5 m a 3.4

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

m. Uno de los escombros u objetos antrópicos detectados es interpretado como un arte de pesca, mientras que los otros no se han podido identificar.

Además, a lo largo de la ruta, se han reportado mediante documentación previa, un total de 8 cables susceptibles de cruzar la ruta o trayectoria mencionada, 3 de ellos han sido detectados o bien por los datos de batimetría multihaz o SSS en los PK 1.940,1.978 y 4.411. Los 5 restantes no han podido ser detectados mediante las técnicas geofísicas aplicadas. Todas las infraestructuras lineales que son susceptibles a ocasionar cruces en las trayectorias propuestas se hallan en la tabla 51 del documento realizado por MMT.

Sonografía obtenida mediante SSS mostrando el cable que cruza la trayectoria en el PK 1.940



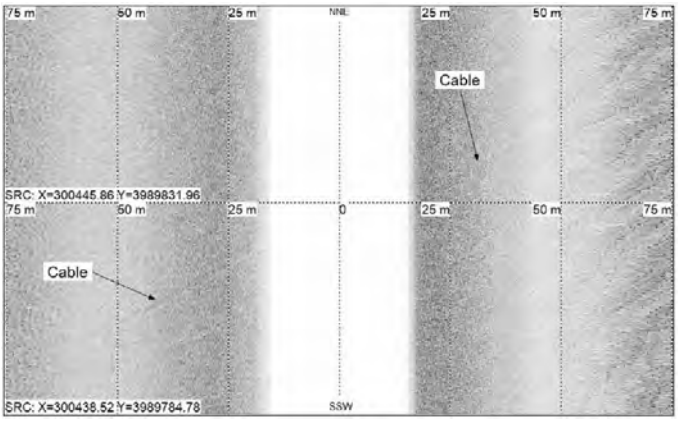
Re-Route 2 – Este

Se identificaron un total de 47 contacts con el Sonar de Barrido Lateral, (SSS) dentro de la Re Route 2 - Este y se clasificaron como: 41 rocas aisladas y 6 depresiones (descritas en el apartado geomorfología). Las rocas y las depresiones no muestran una patrón o distribución general. El tamaño de las rocas aisladas varía de 0.5 m a 2.9 m.

Además, a lo largo de la ruta, se han reportado mediante documentación previa, un total de 8 cables susceptibles de cruzar la ruta o trayectoria mencionada, 3 de ellos han sido detectados o bien por los datos de batimetría multihaz o SSS en los PK 1.456,1.515 y 3.995. Los 5 restantes no han podido ser detectados mediante las técnicas geofísicas aplicadas. Todas las infraestructuras lineales que son susceptibles a ocasionar cruces en las trayectorias propuestas se hallan en la tabla 51 del documento realizado por MMT.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Sonografía obtenida mediante SSS mostrando el cable que cruza la trayectoria en el PK 3.995



Re-Route 3 – Oeste

Se identificaron un total de 20 contacts con el Sonar de Barrido Lateral, (SSS) dentro de la Re Route 3 - Oeste y se clasificaron como: 16 rocas aisladas y 4 escombros. Las rocas y los escombros no muestran una patrón o distribución general. El tamaño de las rocas aisladas varía de 0.5 m a 2.6 m. El tamaño de los escombros varía entre 1.4 y 8.3 m, 3 de los escombros hallados corresponden a anclas o posibles anclas y el 4º no se ha podido definir.

Además, a lo largo de la ruta, se ha reportado, mediante documentación previa, un 1 cable susceptible de cruzar la ruta o trayectoria mencionada, el cual no ha podido ser detectado mediante las técnicas geofísicas aplicadas. Todas las infraestructuras lineales que son susceptibles a ocasionar cruces en las trayectorias propuestas se hallan en la tabla 51 del documento realizado por MMT.

1.1.2 Caracterización de la columna de agua

1.1.2.1 Salinidad y temperatura

Los perfiles de salinidad y temperatura para cada estación de muestreo se encuentran en el Anexo I: Perfiles de la columna de agua A continuación, se hace una breve descripción de los mismos, agrupados por zonas:

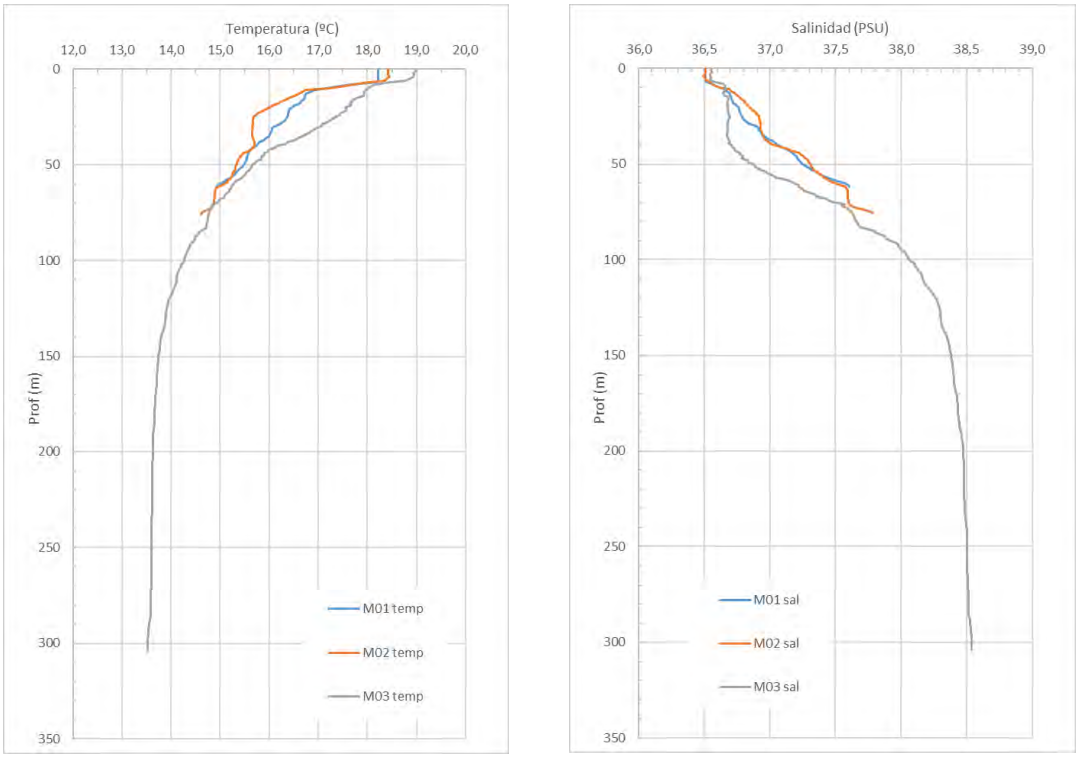
- Plataforma continental y talud de La Línea (estaciones M01 a M03)
- Estaciones del canal central del Estrecho (M04 a M10)
- Plataforma y talud de Ceuta (M11 a M15)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Plataforma continental y talud en La Línea

Los perfiles de salinidad y temperatura obtenidos en la plataforma y talud en el tramo norte del cable (estaciones de muestreo M01 a M03) son los siguientes:

Perfiles de salinidad y temperatura en La Línea



La temperatura superficial es de entre 18,2 y 19ºC. Existe una termoclina superficial a los 7-10 m, que es más acusada en las estaciones más someras (M01 y M02). Por debajo de esta termoclina la temperatura desciende gradualmente de los 17-18ºC a los 13,8ºC a los 140 m. A partir de allí la temperatura es prácticamente constante hasta el fondo (320 m).

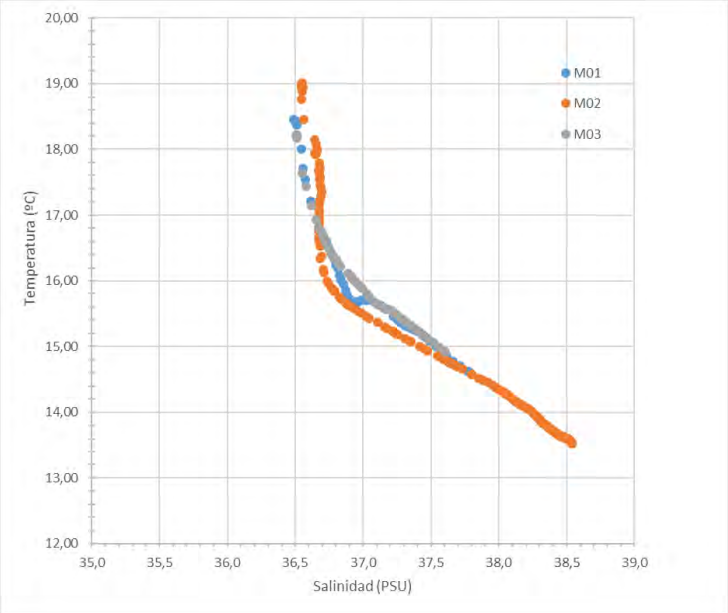
La salinidad en todas las estaciones en superficie es de alrededor de 36,5 PSU, con tendencia a aumentar progresivamente con la profundidad, hasta 38,5 PSU en el fondo de M03 (300 m).

La transición (isohalina 37,5 PSU) entre el agua superficial de procedencia atlántica (ASW) y la profunda mediterránea (MIW) se produce sobre los 60-70 m, y es más profunda cuanto más lejos de la costa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Diagrama T/S

A continuación. se presenta un diagrama de Temperatura y Salinidad de las 3 estaciones donde se aprecian las dos masas de agua existentes en la zona estudiada.

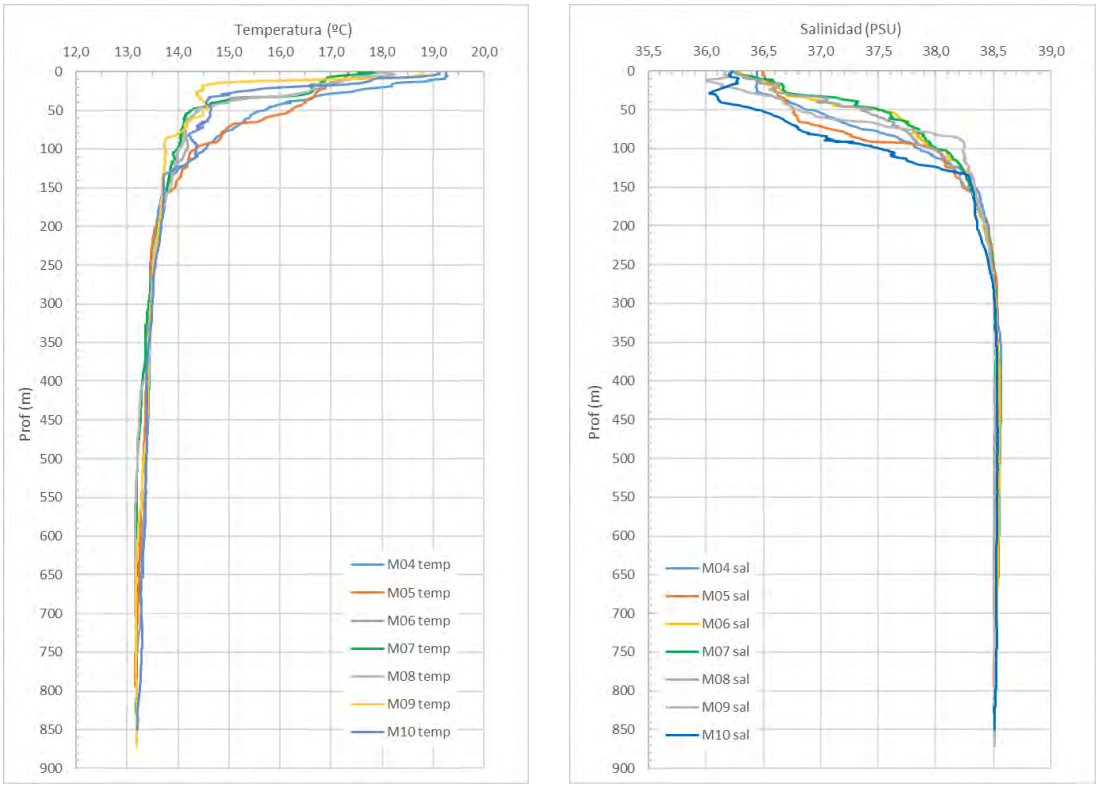


Canal central

Los perfiles de salinidad y temperatura de las estaciones de muestreo del canal central (M04 a M10) obtenidos son los siguientes.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perfiles de salinidad y temperatura en el canal central



Se distinguen claramente dos masas de agua, una más superficial (de 0 a ≈150 m) formada por agua Atlántica Superficial (ASW) y otra más profunda (de 150 m a 870) formada por Agua Mediterránea Intermedia (MIW).

En la masa de agua superficial (de 0 a 100-150 m) los cambios con la profundidad son bruscos. La temperatura desciende rápidamente desde los 17-19 ºC de superficie a los 13,7 - 13,8ºC a 150 m y la salinidad aumenta de los 36,0-36,5 PSU en superficie a 38,2 PSU a los 150 m.

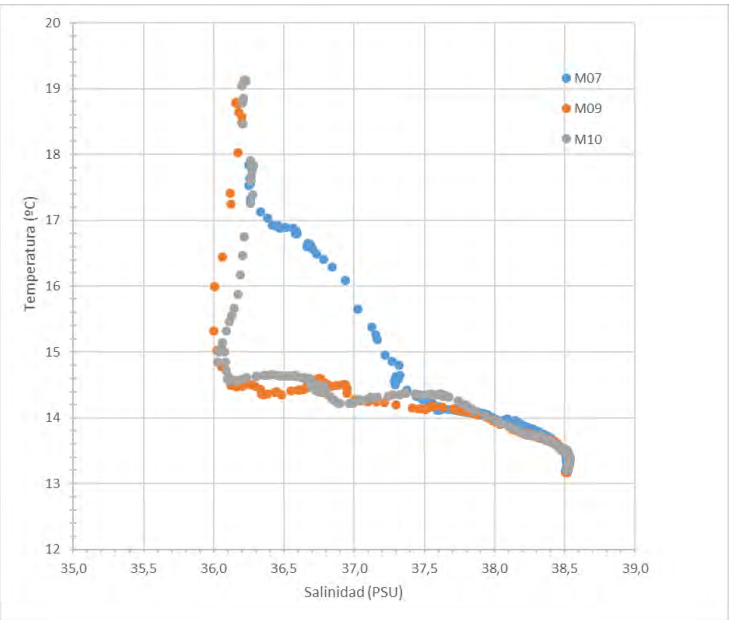
En la masa de agua profunda las características se mantienen mucho más constantes. La temperatura desciende muy lentamente hasta los 13,2ºC a 870 m y la salinidad aumenta también muy lentamente hasta los 250 m (donde alcanza los 38,5 PSU) y a partir de allí es constante hasta el fondo (870 m).

Diagrama T/S

A continuación, se presenta un diagrama de Temperatura y Salinidad de las 3 estaciones más profundas del canal central donde se aprecian las dos masas de agua existentes en la zona estudiada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

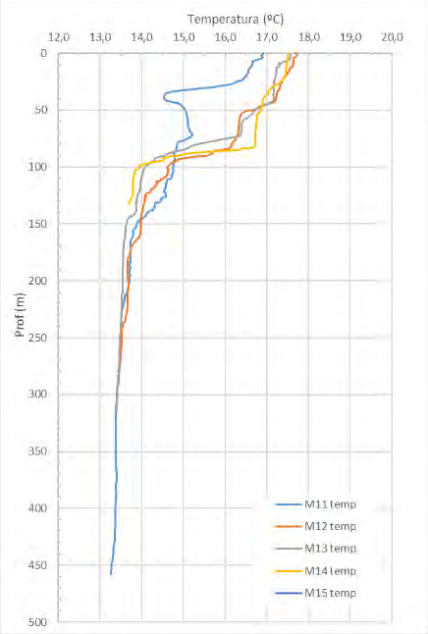
Diagrama T/S de las estaciones del canal

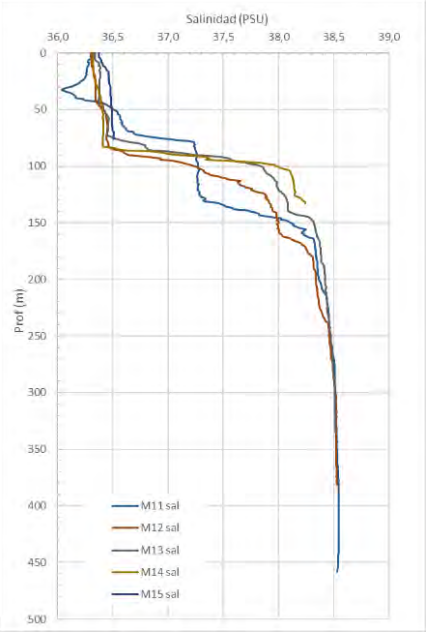


Plataforma y talud de Ceuta

A continuación se muestran los perfiles de temperatura y salinidad de los puntos M11 a M15.

Perfiles de Temperatura y salinidad en la zona de Ceuta





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El límite entre el agua atlántica superficial (ASW) y la profunda agua mediterránea intermedia (MIW) se encuentra en los 70-90 m.

La masa de agua superficial tiene una temperatura de 16,3 y 17,7 ºC y una salinidad de entre 36,3 y 36,5 PSU.

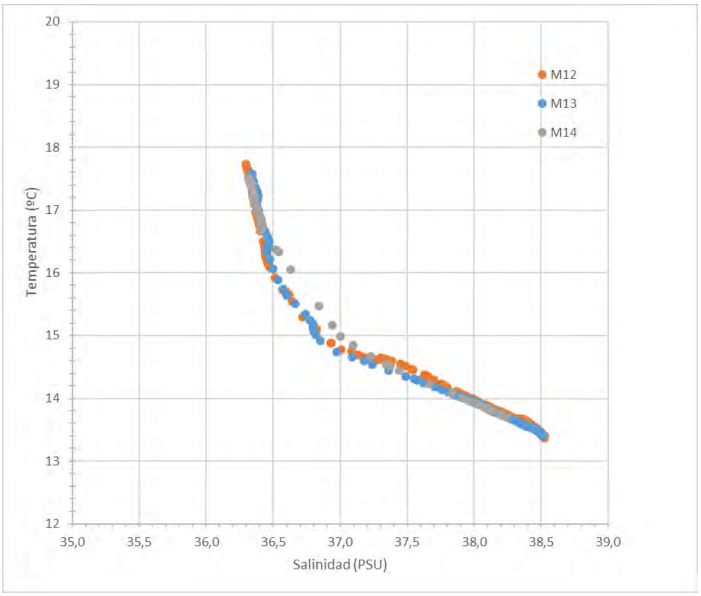
Entre los 80 y los 130 m se produce un cambio brusco en las características del agua, con una marcadas termoclina e hialoclina.

La masa de agua profunda es más homogénea, con temperaturas entre los 14 y 15ºC en el techo de la masa de agua, descendiendo suavemente hasta los 13,26ºC en fondo La salinidad en la capa profunda está entre los 38 y 38,5 PSU.

El perfil del punto M11 es una excepción a lo descrito anteriormente, con agua más fría y más salina en superficie, posiblemente por afloramiento de aguas más profundas.

A continuación se muestra un diagrama T/S de los puntos representativos del talud y plataforma africanos (M12 a M14), en el que se aprecia la presencia de las dos masas de agua descritas.

Diagrama T/S de los perfiles termohalinos de la zona de Ceuta



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1.1.2.2 Otros parámetros

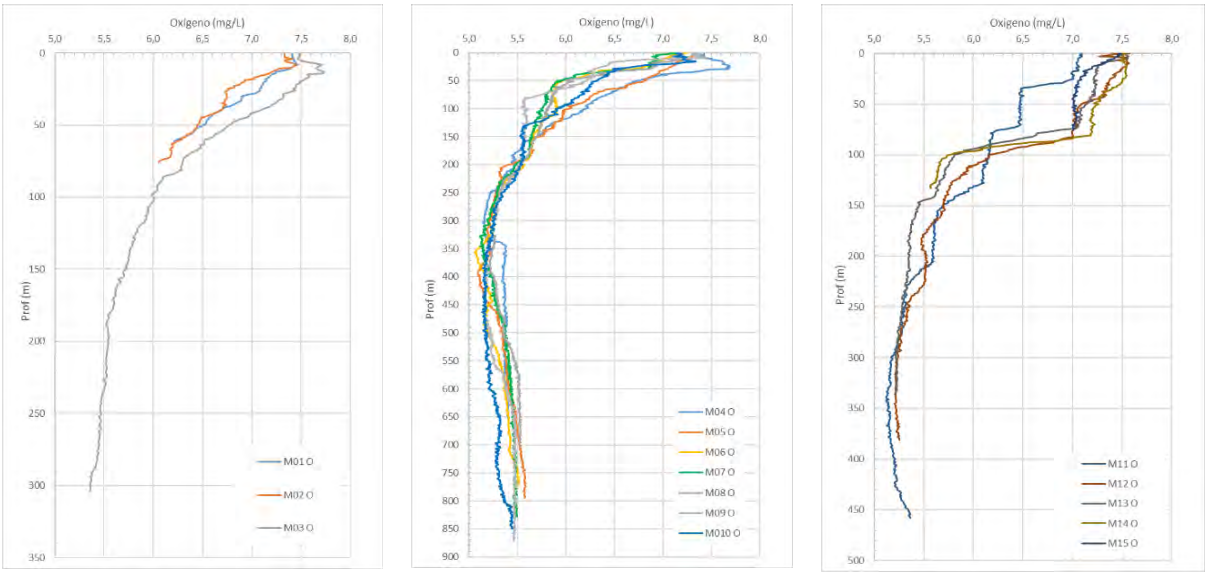
Oxígeno disuelto

Su concentración en el agua de mar depende de multitud de factores como la relación entre fotosíntesis y respiración, reacciones de oxidación de sulfuros de hierro y de manganeso, intercambio entre agua y atmosfera, paroxismo (desaparición de oxígeno, por sustitución de organismos aerobios por anaerobios que expelen gases sulfurosos), temperatura, etc.

Los perfiles de oxígeno disuelto y saturación de oxígeno en % por estación se encuentran en el Anexo I: Perfiles de la columna de agua.

Las siguientes figuras representan los perfiles de la concentración de oxígeno disuelto (en mg/L) para la zona de la plataforma y talud de La Línea, canal central y plataforma y talud de Ceuta.

Perfiles de oxígeno disuelto en la columna de agua en las diferentes zonas



En todas las estaciones la columna de agua se encuentra muy bien oxigenada en toda su profundidad, con valores entre 5,1 y 7,8 mg/L.

Los valores máximos de oxígeno se encuentran sobre los 10-20 m. El mínimo de oxígeno se encuentra sobre los 350-400 m.

Es destacable la fuerte oxiclina que se encuentra en la zona del talud y plataforma de Ceuta, con una caída de la concentración de 1 mg/l en unos 20 m de profundidad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En la zona de Ceuta el perfil de la estación M11 muestra una capa de agua superficial (0-100 m) menos oxigenada que el resto de estaciones, sugiriendo la intrusión de agua más profunda y menos oxigenada, coherente con los parámetros de temperatura y salinidad.

Según los resultados del *Estudio de la situación de las aguas y sedimentos del mar territorial andaluz* en cuanto a niveles de concentración de contaminantes de origen antrópico, en la zona de Algeciras-Estrecho, las concentraciones de oxigeno van de 5,9 a 8,5 mg/L, valores coherentes con los observados en la campaña.

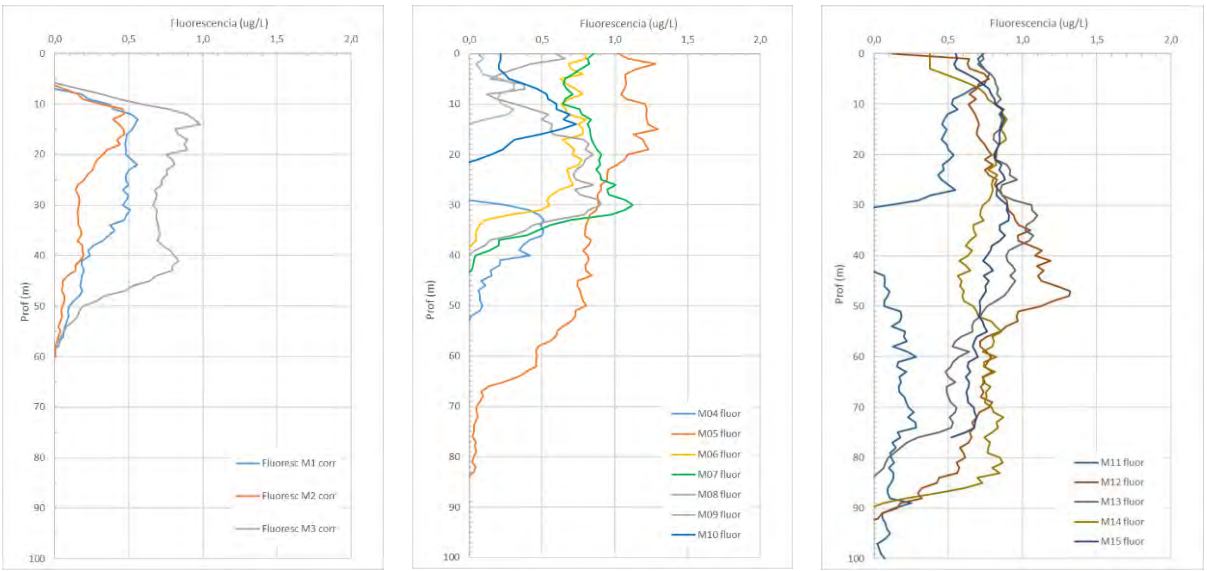
El oxígeno es considerado también un indicador del buen estado ambiental de las aguas según la Evaluación del Estado del Medio Marino y Definición del Buen Estado Ambiental de la Estrategia Marina del Estrecho-Alborán, siendo su umbral de 5 mg/L en el 90% de las mediciones, condición que se cumple holgadamente en todas las zonas del proyecto.

Fluorescencia

La fluorescencia de la molécula de clorofila es un indicador de la cantidad de ésta presente en el agua y, por tanto, de la abundancia de fitoplancton. Los valores obtenidos sirven para determinar tendencias temporales o espaciales, pero deben ser tomados con prudencia, ya que la fluorescencia no es siempre proporcional a la cantidad de fitoplancton de la misma manera, ya que influyen factores como el estado fisiológico de las células o factores ambientales.

Los perfiles obtenidos se presentan individualmente en el Anexo I: Perfiles de la columna de agua A continuación se presentan agrupados en las tres zonas anteriormente descritas.

Perfiles de fluorescencia en la columna de agua en las diferentes zonas



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las mayores concentraciones de clorofila se encuentran entre los 10 y los 50 m. Los valores observados en Ceuta son ligeramente mayores que los de La Línea y el canal, en coherencia a los valores de clorofila obtenidos.

1.1.3 Resultados analísticos en aguas

Los resultados obtenidos se encuentran en el Anexo II: Resultados analíticos de aguas. A continuación se hace un breve resumen de los aspectos más significativos.

Para cada parámetro se hace una breve explicación incluyendo sus potenciales afectos ambientales si los tiene, y se da un rango de los valores típicos en agua de mar.

Posteriormente se hace una sucinta descripción de los valores obtenidos y se discute si son dependientes de la profundidad o no y si hay diferencias significativas entre zonas.

Para cada parámetro se presenta un gráfico de cajas o box plot en el que se muestra la mediana, el cuartil 25, cuartil 75, los valores máximos y mínimos y los valores considerados outliers (los valores que difieren en más de 1,5 veces la diferencia entre el cuartil 25 y el 75).

Los datos se han agrupado en zonas geográficas y profundidades de la siguiente manera:

La Línea:	Estaciones M01, M02, M03	Superficie:	Muestras entre 0 y 50m de profundidad (agua superficial atlántica)
Canal central:	Estaciones M04 a M10	Medio:	Muestras entre 50 y 150 m de profundidad (zona de mezcla)
Ceuta:	Estaciones M11 a M15	Profundas:	Muestras a más de 150 m de profundidad (agua profunda mediterránea)

Es importante remarcar que para la clasificación de muestras en superficiales, medias y profundas se ha seguido la caracterización de las masas de agua (ver apartado de Caracterización de la columna de agua) y no a la codificación de las muestras en Superficie, Medio y Fondo.

Siempre que se aplican test estadísticos para valorar resultados se muestra el resultado del estadístico utilizado (p). Se utiliza un nivel se significancia de 0.05.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El código de colores utilizado en los gráficos es siempre el siguiente: Estaciones de plataforma y talud de La Línea en verde, canal central del Estrecho en azul y plataforma y talud de Ceuta en negro.

Para valorar los resultados obtenidos se han comparado los valores con resultados y umbrales de calidad ambiental de diferentes fuentes:

- Estudio de la situación de las aguas y sedimentos del mar territorial andaluz en cuanto a niveles de concentración de contaminantes de origen antrópico (2000), en la zona de Algeciras-Estrecho.
- Valores umbrales para la consecución del buen estado ecológico según los documentos de las Estrategia Marina Mar de la Demarcación del Estrecho y Alborán, parte IV, evaluación del estado del medio y definición del buen estado ambiental (2019), basados en datos de seguimiento de la Directiva Marco del Agua y campañas del Instituto Español de Oceanografía.
- Valores de referencia y umbrales según el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental (Aguas costeras mediterráneas influenciadas por aguas atlánticas - código AC-T-10)

No es objetivo de este apartado valorar el estricto cumplimiento de los umbrales definidos, si no comparar los resultados con niveles de referencia para ver si los valores entran dentro de la normalidad y dar indicaciones generales del posible grado de eutrofización o contaminación de las aguas.

1.1.3.1 Solidos disueltos totales y sulfatos

Los sólidos disueltos totales (TDS) son una medida del contenido combinado disuelto de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas presentes en un líquido en forma suspendida molecular, ionizada o microgranular (solución coloidal). Habitualmente se expresa en partes por millón (ppm).

Los dos métodos principales para medir los sólidos disueltos totales son el análisis gravimétrico y la conductividad. La conductividad eléctrica del agua está directamente relacionada con la concentración de sólidos ionizados disueltos. Los iones de los sólidos disueltos en el agua crean la capacidad de que el agua conduzca una corriente eléctrica, que se puede medir utilizando un medidor de conductividad convencional o un medidor TDS. Los valores de TDS en agua de mar rondan los 35.000 ppm.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

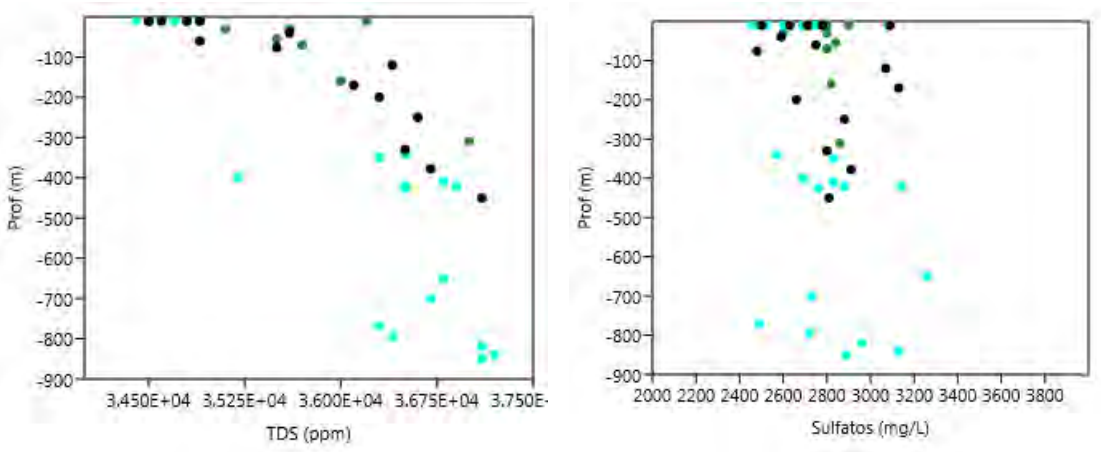
Los valores de TDS obtenidos en la zona de estudio van de los 34.400 a los 37.200 ppm y son dependientes de la salinidad y, por tanto, son dependientes de la profundidad ($p<0,05$) y aumentan con la misma. La media de las muestras de superficie, medio y fondo es de 34.786, 36.060 y 36.533 ppm respectivamente.

Por su parte, el ion sulfato (SO_4^{-2}) es el cuarto ion más frecuente en el agua de mar, representando un 7,75% del total de iones del agua, después del cloro, sodio y manganeso.

Como el resto de los iones que no intervienen directamente en fenómenos biológicos es un ion conservativo, es decir, su proporción siempre es igual en el agua de mar y dependiente de la salinidad total, por lo que tiende a aumentar con la profundidad.

El siguiente gràfico muestra los resultados totales de TDS y sulfatos medidos durante los trabajos de campo

Concentración de TDS y sulfatos en la columna de agua (verde La Línea, azul Canal y negro Ceuta



1.1.3.2 Sólidos en suspensión totales

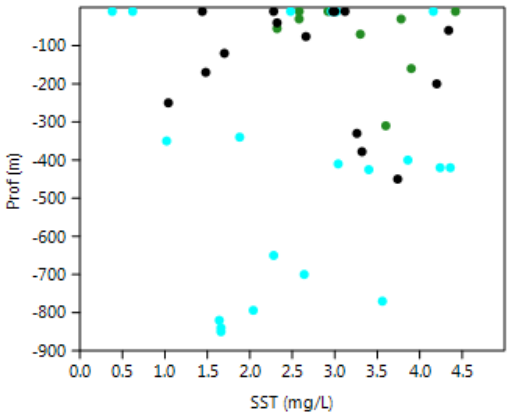
Se entiende por Sólidos en Suspensión Totales o SST a un parámetro utilizado en la calificación de la calidad del agua que indica la cantidad de sólidos (medidos habitualmente en miligramos por litro), presentes en suspensión y que pueden ser separados por medios mecánicos, como por ejemplo la filtración. Se asocian a la turbidez del agua. Una concentración elevada de sólidos en suspensión impide la penetración de luz en las masas de agua, limitando la calidad del agua y el desarrollo de la vida acuática.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los valores obtenidos oscilan entre 0,38 de M09 Superficie y 4,4 mg/L de M10 Medio.

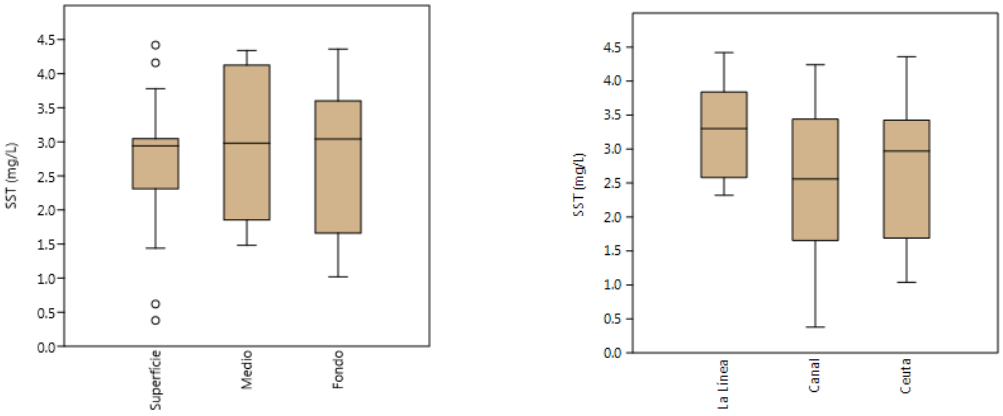
Las concentraciones medidas no están relacionadas con la profundidad (p=0,59). Las medias en Superficie, Medio y Fondo son 2,6, 3,0 y 2,6 mg/L respectivamente.

Concentración de SST en la columna de agua (verde La Línea, azul Canal y negro Ceuta)



El presente gráfico presenta un diagrama de cajas con las medianas, percentiles 25 y 75 y máximos y mínimos de las muestras obtenidas segregadas por profundidad y por localización.

Sólidos en suspensión totales en agua por profundidad y localización



En él se aprecia la gran variabilidad de los resultados en las muestras superficiales y que los valores son ligeramente más altos en La Línea. A pesar de ello, la dispersión de los valores existentes hace que no haya diferencias significativas entre las concentraciones en diferentes zonas (La Línea, Canal central y Ceuta) (ANOVA p=0,1999).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Para conocer el valor medio normal en la zona se han consultado los datos de la Red de Control de Calidad de las Aguas de las Demarcaciones Hidrológicas Intracomunitarias (https://laboratorioredíam.cica.es/Visor_DMA/?urlFile=http://laboratorioredíam.cica.es/Visor_DMA/service_xml/capas_dma.xml), concretamente, los datos de la estación 61C0050 situada frente a La Línea y 950 m al sur de la zona de proyecto.

Para la serie temporal disponible (2010-2015) las concentraciones medidas oscilan entre los 1,6 y 9 mg/L, con un promedio de 3,23. Por otra parte, según el documento Estudio de Caracterización del Mar Territorial Andaluz, los valores en la zona del estrecho son de entre 2 y 27 mg/L.

Estos datos están completamente alineados con los obtenidos en la zona durante la campaña.

1.1.3.3 Turbidez

La turbidez es la medida de la claridad relativa del agua. Es una característica óptica que representa la cantidad de luz que se dispersa por el material contenido en el agua cuando se hace pasar una luz a través de la muestra. Cuanto mayor sea la intensidad de la luz dispersa, mayor será la turbidez. Los materiales que hacen que el agua sea turbia incluyen arcillas, limos, compuestos orgánicos disueltos, plancton, etc. Se mide en unidades de turbidez nefelométrica (NTU). Elevados valores de NTU pueden representar pérdida de productividad, valores recreativos y calidad del hábitat.

En el informe sobre el Mar Territorial Andaluz se reportaron valores en el Estrecho de entre 0,2 y 1,3 NTU.

Por su parte, según los datos de la Red de Control de Calidad de las Aguas de las Demarcaciones Hidrológicas Intracomunitarias (estación 61C0050 situada a frente a La Línea), los valores en esta zona son entre 2 y 5,3 NTU.

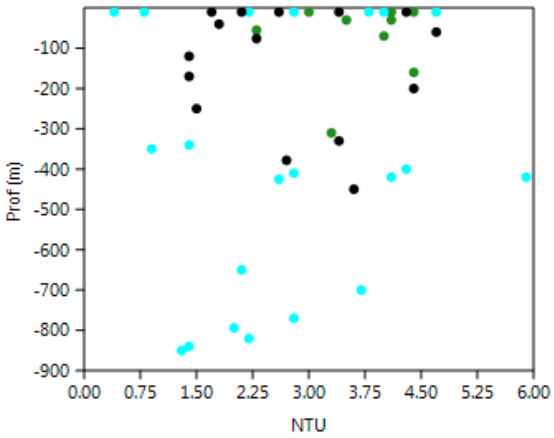
En el caso del lado de Ceuta, los objetivos de calidad los establece el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Ceuta (2015-2021), que no incluye la turbidez. No obstante, en los anexos de dicho plan se cita que durante el PVA de la ampliación del puerto de Ceuta se tomaron medidas de turbidez en el exterior del mismo con valores entre 0 y 9 NTU.

Los resultados obtenidos se incluyen en el Anexo 2 del presente Estudio de Impacto Ambiental.

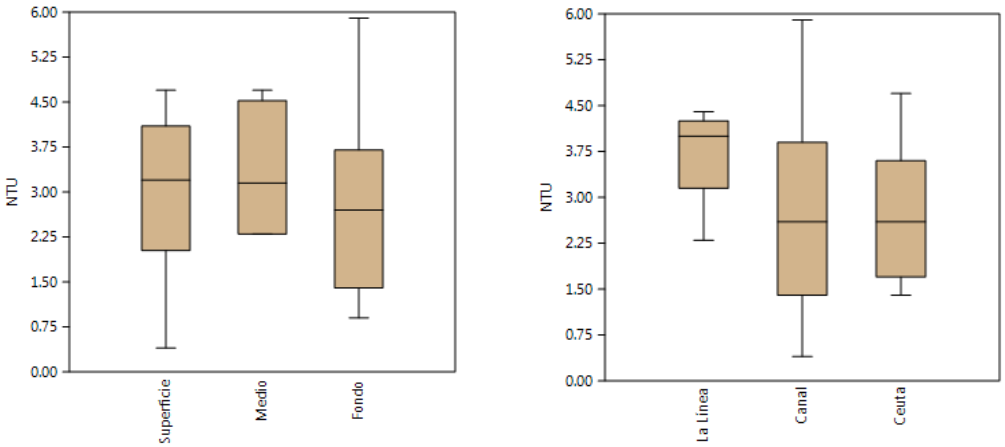
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los valores medidos en la zona oscilan entre los 0,4 y 5,9 NTU y no hay diferencias significativas entre zonas ni profundidades, como se aprecia en los gráficos adjuntos.

Turbidez en la columna de agua (verde La Línea, azul Canal y negro Ceuta



Turbidez en agua por profundidad y localización



Los resultados obtenidos están alineados con los valores de referencia

1.1.3.4 pH

El pH del agua de mar abierto oscila típicamente entre ≈ 8,5 uds. en superficie y ≈7,5 uds. en fondo.

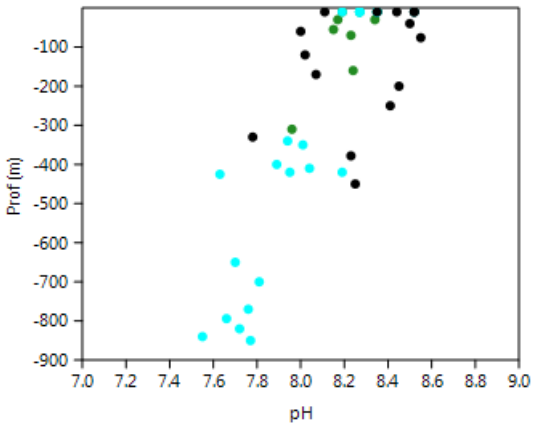
En la Caracterización del Mar Territorial Andaluz se registraron valores en el Estrecho entre 7,54 y 8,28 uds.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los resultados obtenidos se incluyen en el Anexo 2 del presente EIA.

Los valores de pH medidos en la zona de estudio (entre 8,11 y 8,52 en superficie descendiendo con la profundidad hasta 7,5 - 7,8 en fondo) son típicos de agua de mar y coherentes con los valores esperados.

pH en la columna de agua (verde La Línea, azul Canal y negro Ceuta)



1.1.3.5 Microplásticos

La denominada basura marina, y en particular los microplásticos (MP) y los nanoplásticos (NP) se distribuyen de forma ubicua en el mar y se consideran un riesgo emergente para el medio ambiente y la salud humana.

Los microplásticos son partículas sólidas pequeñas (normalmente de menos de 5 mm) compuestas por mezclas de polímeros plásticos y aditivos funcionales. También pueden contener impurezas residuales de cuando se fabricaron. Pueden formarse involuntariamente a través del desgaste de piezas de plástico más grandes, incluidos los textiles sintéticos o también se pueden fabricar deliberadamente y agregar intencionalmente a productos para un propósito específico, por ejemplo, como exfoliantes o abrasivos o para dar consistencia a ciertos productos.

Una vez en el medio, los microplásticos se acumulan en los animales, incluidos el pescado y los mariscos, y en consecuencia se consumen como alimento.

El Mediterráneo está considerado actualmente uno de los puntos calientes de contaminación por microplásticos en el mundo, como consecuencia del elevado número de actividades generadoras de basura plástica marina y su morfología característica de mar semicerrado. Se han detectado microplásticos y nanoplásticos no solo en aguas superficiales y columnas de agua, sino también

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

en sedimentos, fondos marinos profundos y biota, incluidos pescados y mariscos para consumo humano.

Se han analizado microplásticos en la estación M09 en muestras de fondo y de superficie.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Resultados de microplásticos

Muestra	Nº fibras / 1,5 L	Naturataleza de las fibras	Concentración de microplásticos
M09 Superficie	10	Poliamida y Polietileno Teraftalado (PET)	< 0,5 mg/L
M09 Fondo	4	Poliamida y Polietileno Teraftalado (PET)	< 0,5 mg/L

Detalle de las fibras observadas al microscopio óptico

Actualmente no existen valores de referencia legales de microplásticos en agua de mar.

Everaert en 2018 y 2020 propuso un límite para no tener efectos toxicológicos de 6,65 microplásticos /L. Los resultados obtenidos para aguas de superficie (6,6 MP/L) están justo en el umbral, mientras que en aguas de fondo el valor obtenido es inferior (2,6 MP/L).

1.1.3.6 Nutrientes, Carbono orgánico total y clorofila

Consideraciones generales

Los nutrientes esenciales para la producción primaria en el medio marino son principalmente nitrógeno, fósforo y silicio (aunque este último no se adapte estrictamente a la definición de nutriente).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La concentración de estos compuestos es decisiva para la regulación de las poblaciones de fitoplancton, ya que la concentración mayor o menor de éstos es la causa de los episodios de eutrofia y oligotrofia, respectivamente.

En general, las concentraciones de estos compuestos en el agua de mar suelen ser muy bajas en toda la columna de agua, aumentando con la profundidad.

El nitrógeno está presente en el agua de mar como gas N_2 disuelto y en moléculas orgánicas, amonio (NH_4^+), nitritos (NO_2^-) y nitratos (NO_3^-). El N_2 no puede usarse para la producción primaria, excepto en el caso de las cianobacterias. La principal forma de nitrógeno utilizada por el fitoplancton es el nitrato y, en menor medida, el amonio. Este último es el primer producto de la mineralización de la materia orgánica y es considerado un indicador de enriquecimiento orgánico de las aguas.

Las concentraciones de nitrato en la columna de agua varían debido a su consumo por parte de los productores primarios. Así en la zonas menos profundas y más iluminadas, donde hay una mayor producción, los niveles de nitratos son más bajos, y aumentan en profundidad, donde no son consumidos por los productores primarios y a la vez se generan mediante la oxidación de compuestos nitrogenados de la materia orgánica en descomposición, que va sedimentando.

Los nitritos son una forma intermedia entre las formas oxidadas de nitrógeno (nitratos) y las más reducidas (amonio) y tienden a acumularse en la base de la capa eufótica. Las concentraciones de nitritos oscilan típicamente entre los 0,05 y 0,25 µM.

El amonio es una fuente de nitrógeno importante en aguas litorales superficiales, sobre todo en aguas cercanas al fondo de lugares confinados como estuarios y puertos. Se trata de la típica fuente de nitrógeno reciclado, es decir, reutilizado a partir de la excreción de los organismos heterótrofos. Es muy abundante en las aguas residuales urbanas, donde constituye la forma mayoritaria de nitrógeno disuelto (concentraciones cercanas a los 3.000 µM son normales) y, por tanto, es un buen trazador de aportaciones de esta naturaleza.

El fósforo se presenta en varias formas inorgánicas en el agua de mar, aunque a pH 8 (típico en aguas intermedias) el ion fosfato (PO_4^{2-}) representa la mayoría de las formas de fósforo y es el más biodisponible para el fitoplancton.

En aguas marinas superficiales, en verano, es prácticamente indetectable, mientras que en aguas profundas mediterráneas alcanza valores cercanos a 0,4 µM. Por el contrario, su abundancia indica peligro de eutrofia. Abunda mucho en aguas residuales urbanas (alrededor de 300 µM) por lo que resulta también un buen indicador de su influencia. En Mediterráneo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

occidental los valores habituales de fosfatos en superficie se encuentran alrededor de 0,28 µM y en profundidad sobre los 0,4 µM.

Como el resto de nutrientes, el fosfato presenta una marcada variabilidad en profundidad, con bajas concentraciones en la zona fótica donde es absorbido por los productores primarios y mayores concentraciones en profundidad, al no ser consumido y por la mineralización de materia orgánica que está sedimentando.

El fosforo total incluye el ion fosfato y el fosforo orgánico. No es tan susceptible a las variaciones temporales del fosfato y es considerado un buen indicador de la eutrofización de las aguas.

Carbono Orgánico Total o TOC es un indicador de la carga orgánica del agua. Esta carga orgánica puede presentarse en forma disuelta (Carbono Orgánico Disuelto o COD) o particulada (Carbono Orgánico Particulado o COP).

El COP está formado por bacterio, fito y zooplancton y detritus orgánicos. El COD está formado por una amplia gama de productos de degradación orgánica.

Los valores de TOC en el Mediterráneo occidental oscilan típicamente entre 60-80 µM en superficie y los 40 µM en fondo.

La clorofila a es el principal pigmento encargado de realizar la fotosíntesis, y está presente en todos los organismos fotosintéticos, desde cianobacterias a plantas superiores, pasando por todas las formas de fitoplancton. Es por esto que se utiliza la concentración de clorofila como un indicador de la presencia de fitoplancton en la columna de agua.

La concentración de clorofila depende de la disponibilidad de nutrientes y luz solar y es variable estacionalmente y geográficamente. En el mediterráneo occidental las concentraciones máximas se dan en primavera (con un segundo pico muy importante a principios de invierno) y cerca de la costa debido al aporte de nutrientes de los ríos.

A lo largo de la columna de agua la clorofila presenta un marcado perfil. En superficie los valores son habitualmente moderados, por el agotamiento de nutrientes y en algunas épocas del año por la fotoinhibición de la fotosíntesis por exceso de radiación solar. En capas a media profundidad, donde los nutrientes son más abundantes y aún hay suficiente radiación solar se produce un máximo de clorofila, llamado Depth Clorophyl Maximum o DCM. En profundidad la disminución de radiación solar limita el crecimiento del fitoplancton.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por su relación con la disponibilidad de nutrientes como nitratos o fosfatos, se utiliza la clorofila como un indicador del nivel de eutrofización de las aguas.

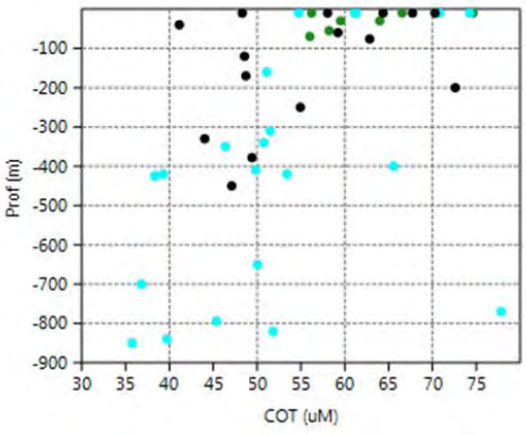
Los valores de carbono orgánico total, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos, fosforo total y clorofila se encuentran en el Anexo 2 del presente EIA.

Carbono orgánico total

Los valores medidos oscilan entre los 35,74 µM de M09 Fondo y los 77,82 µM de M06-Fondo.

Los valores son dependientes de la profundidad ($p<0,05$) y disminuyen en las muestras más profundas, con medianas en superficie, medio y fondo de 62, 47 y 48 µM respectivamente.

Distribución de COT en profundidad (verde La Línea, azul Canal y negro Ceuta)

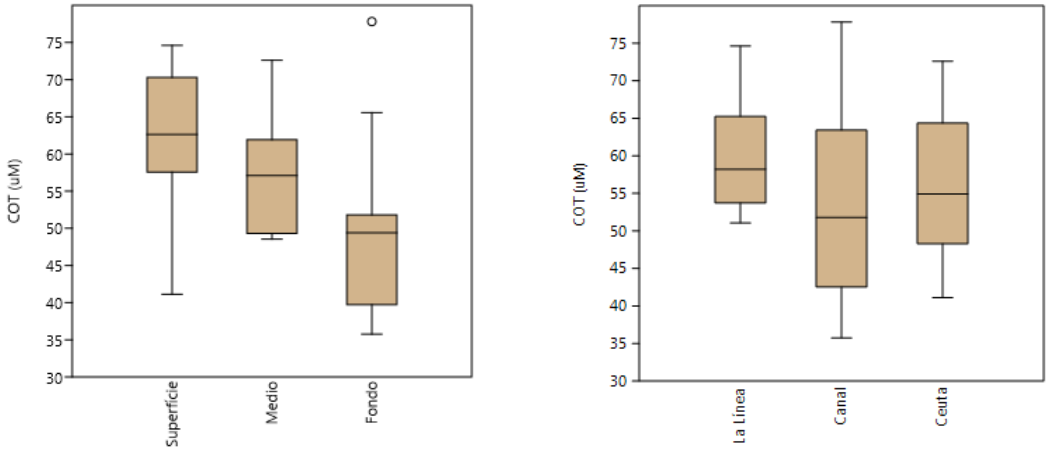


Por lo que se refiere a la distribución geográfica, los valores observados en La Línea (promedio de 59.7 µM) son ligeramente mayores que los observados en Ceuta (promedio 55,8 µM) y en el Canal (promedio de 54.0 µM), si bien la alta variabilidad de los datos hace que no haya diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes zonas (ANOVA p=0,44).

El siguiente gráfico muestra las medianas, percentil 25 y 75 y los valores máximos y mínimos agrupados por profundidad y área geográfica.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de COT en aguas por profundidad y localización



Los valores obtenidos son ligeramente superiores a los habituales en el Mediterráneo occidental. (promedios de 60 en superficie y de 40 µM en fondo) y más bajos que los reportados en el informe de Caracterización del Mar Territorial Andaluz para las aguas del estrecho (80-130 µM).

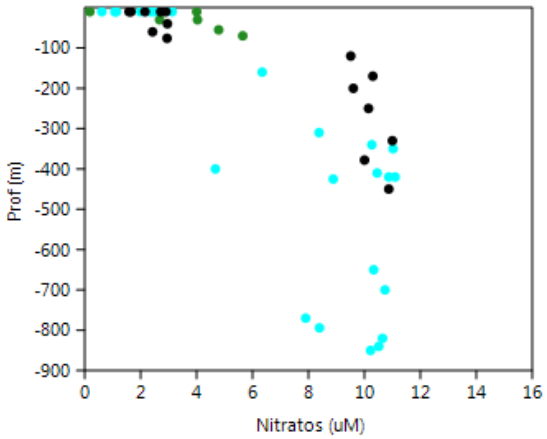
Es destacable el resultado obtenido en la muestra M06 Fondo, de 77,82 µM.

Nitratos

Los valores obtenidos oscilan entre los 0,18 µM de M-03 Superficie y los 11,09 de M08 Medio. La concentración es dependiente de la profundidad ($p<0,05$) y aumenta claramente con la misma. En los primeros 100 m de la columna de agua los valores son bajos (inferiores a 6 µM), ya que los nitratos son consumidos por el fitoplancton. A partir de los 150-200 m los valores son mayores (sobre los 8-11,5 µM) al no haber producción primaria.

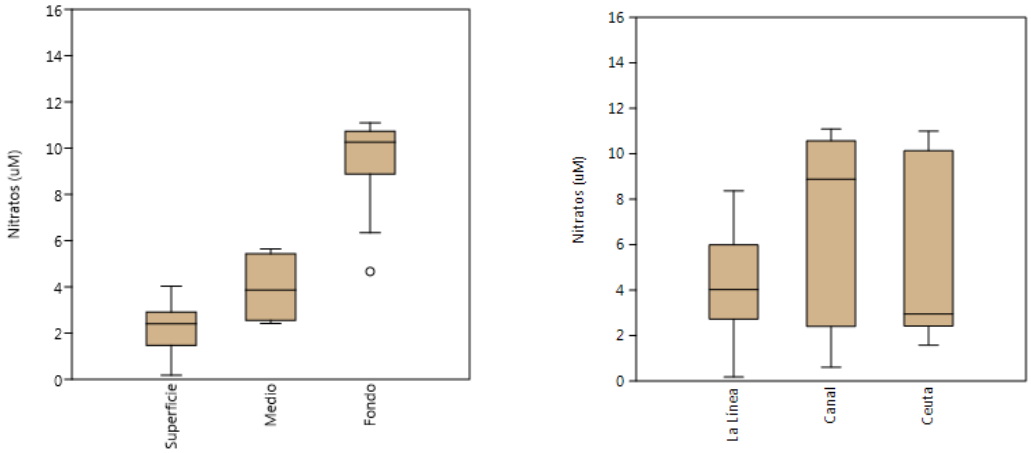
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de nitratos en la columna de agua (verde La Línea, azul Canal y negro Ceuta



El siguiente gráfico muestra las medianas, percentil 25 y 75 y valores máximos y mínimos agrupados por profundidad y área. Los valores están en el rango bajo de las concentraciones obtenidas en los muestreos para la Caracterización del Mar Territorial Andaluz (de 1,6 a 38,7 µM, con un promedio de 14,0 µM).

Concentración de Nitratos en agua de mar por zonas y profundidades



Las muestras de superficie (mediana de 2,4 µM) y fondo (mediana de 10,3) son significativamente diferentes entre si ($p<0,05$) pero no de las muestras de media profundidad (mediana 3,86 µM). Por su parte, no hay diferencias significativas entre localidades ($p=0,299$).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Según el documento de Estrategia Marina Estrecho-Alborán, para conseguir el buen estado ambiental los valores de nitrato superficiales en las zonas costeras deben estar por debajo de 7,7 µM, mientras que para zonas no costeras los valores tienen que ser menores a 2,55 µM.

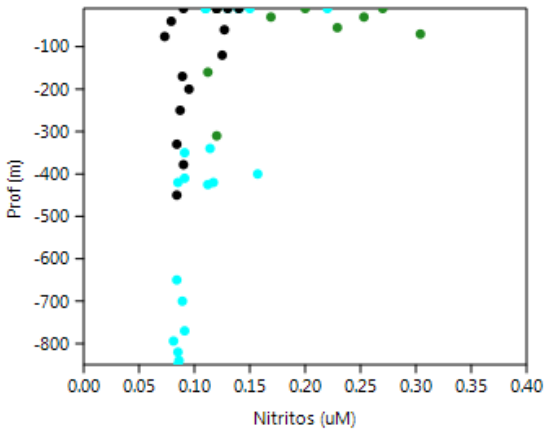
Por su parte, la Directiva Marco del Agua marca el límite entre estado ecológico bueno y moderado en 7,74 µM para las *Aguas Costeras Mediterráneas con influencia Atlántica*.

De los valores obtenidos se deduce que la concentración promedio de las muestras costeras (M01 a M03 y M11 a 15) es de 2,3 µM y el promedio en superficie de las estaciones del centro del Estrecho (M4 a M10) de 1,8 µM, es decir, por debajo del umbral que determina el buen estado ambiental por contenido en nitratos de las masas de agua según la Estrategia Marina y la DMA.

Nitritos

Las concentraciones medidas de nitritos van de los 0,07 µM de M15 Fondo a los 30 µM de M02 Fondo. Son dependientes de la profundidad ($p<0,05$) y presentan tendencia a disminuir ligeramente con la misma, con promedios en superficie, medio y fondo de 0,15, 0,12 y 0,11 µM respectivamente.

Valores de nitritos en la columna de agua. (Verde La Línea, azul canal y negro Ceuta)

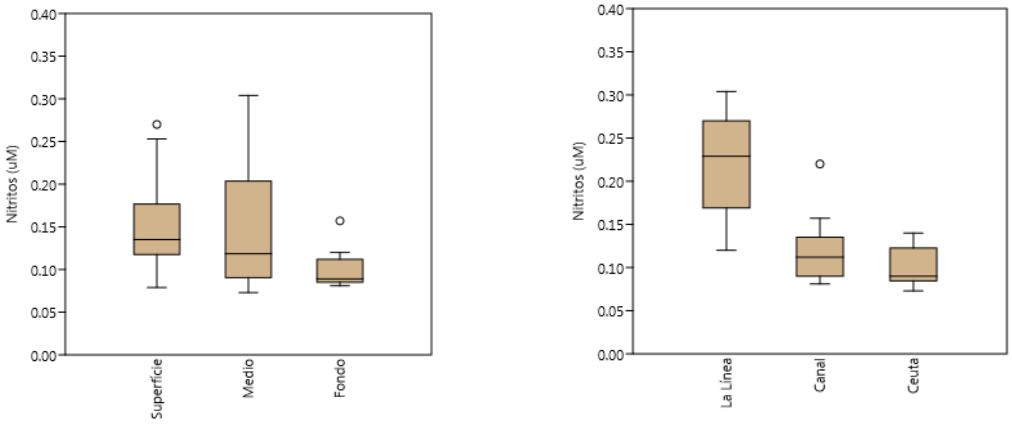


Por lo que refiere a las diferentes zonas, las concentraciones más altas entre (0,17 y 0,32 µM) se encuentran en las estaciones más próximas a La Línea (M01 y M02).

El siguiente gráfico muestra las medianas, percentil 25, 75 y los máximos y mínimos de los valores agrupados por zonas y profundidades.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de nitritos en agua



Existen diferencias significativas ($p<0,05$) entre los resultados de La Línea (mediana de 0,2 µM) y los resultados del Canal y Ceuta (medianas de 0,11 y 0,9 µM respectivamente).

Los valores obtenidos en todas las zonas están alineados con los medidos en la Caracterización del Mar Territorial Andaluz (entre 0,04 y 0,9 µM con un promedio de 0,2 µM) y corresponden a estado ecológico “Bueno” según el Real Decreto por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental (valores inferiores a 0,87 µM para aguas costeras mediterráneas influenciadas con aguas atlánticas).

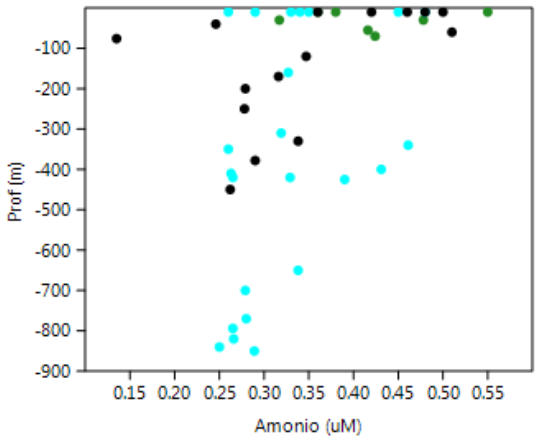
Amonio

Los valores medidos están entre los 0,14 de M15 Fondo y 0,55 µM de M01 Superficie y son dependientes de la profundidad ($p<0.05$), con tendencia a decrecer con la misma.

Los valores de superficie (entre 0 y 50 m) son muy variables, entre 0,25 y 0,55 µM, mientras que los valores de media profundidad (50-200m) oscilan entre 0,14 y 0,51 µM y los de aguas profundas (>200m) son menos variables, entre 0,26 y 0,46 µM.

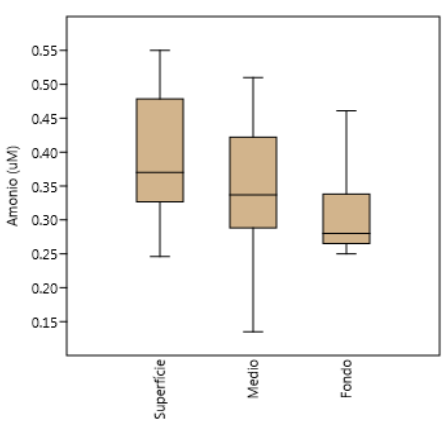
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

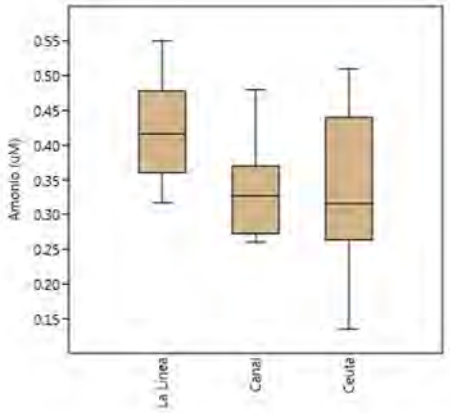
Concentración de amonio en la columna de agua (La Línea Verde, canal azul y Ceuta negro)



El siguiente gráfico muestra las medianas, percentil 25, 75 y los máximos y mínimos de los valores agrupados por zonas y profundidades.

Concentración de amonio por zonas y profundidades





Las concentraciones en superficie (mediana de 0,37 µM) son significativamente mayores que las de fondo (mediana de 0,29 µM), pero no hay diferencia entre ambas y las de medio (mediana de 0,42 µM) debido a la gran variabilidad de éstas.

Las concentraciones en La Línea (mediana de 0,38 µM) son mayores que las del Canal y Ceuta (medianas de 0,29 y 0,33 µM) pero la dispersión de datos hace que estas diferencias no sean significativas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tal como se ha indicado en la introducción, el contenido en amonio es indicador del aporte e aguas residuales y de eutrofización. Los valores observados corresponden a estado ecológico "Bueno" según el Real Decreto por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental (valores inferiores a 3,98 µM para aguas costeras mediterráneas influenciadas por aguas atlánticas).

Según la Estrategia Marina Estrecho-Alborán, el buen estado ambiental para este indicador es por debajo de 3,68 µM para aguas costeras y 0,31 µM para aguas no costeras (aguas de plataforma de la bahía de Estepona).

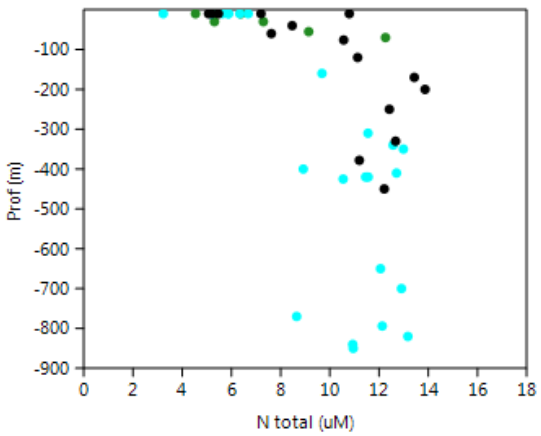
En las aguas costeras de ambos aterrajes el máximo es de 0,55 µM, indicando un buen estado ambiental, mientras que en la zona del canal el máximo de concentraciones superficiales es de 0,48 µM con un promedio de 0,36 µM, es decir, ligeramente por encima del umbral de buen estado ambiental para el amonio.

Nitrógeno total

El nitrógeno total es la suma de las concentraciones de nitratos, nitritos y amonio más el nitrógeno orgánico.

En la zona de estudio los valores oscilan entre los 3,23 µM de M08 Superficie y los 13,17 µM de M07 fondo. Es un parámetro dependiente de la profundidad ($p<0,05$) de la misma manera que lo hacen los nitratos, que son la especie que más contribuye al N total.

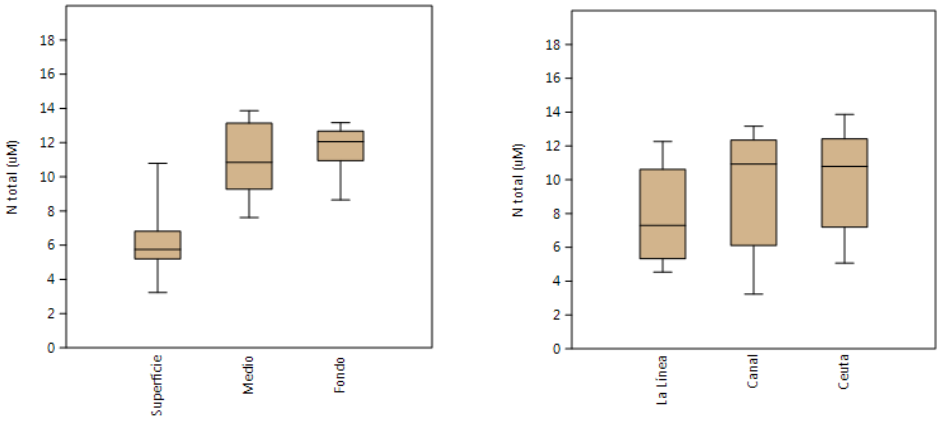
N total en la columna de agua (La Línea verde, canal azul y Ceuta negro)



La siguiente figura muestra las medianas, percentil 25 y 50 y los valores máximos y mínimos de los valores obtenidos por profundidad y por zonas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

N total por áreas y por zonas



Existen diferencias significativas ($p<0.05$) entre las muestras de superficie (mediana de 5,75 µM) y las de medio y fondo (medianas de 9,8 y 12,1 µM), pero no hay diferencias significativas entre las diferentes localizaciones ($p=0,32$).

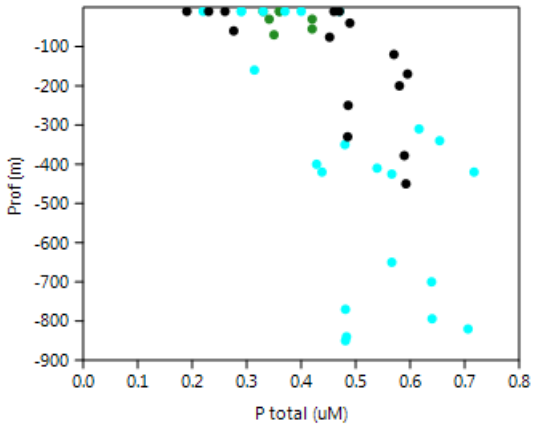
Según los criterios para la evaluación del estado ambiental de la Estrategia Marina Estrecho-Alborán para zonas costeras, los valores medidos en toda el área del proyecto corresponden a un estado ambiental *Muy Bueno* (<22,9 µM) para este indicador. No hay criterios de evaluación para N total en la DMA.

Fosfatos

Los valores medidos van de los 0,04 µM en M08 Superficie a 0,55 µM en M-11 Fondo, son dependientes de la profundidad ($p<0.05$) y tienen una clara tendencia a disminuir con la misma, ya que al igual que los nitratos, son consumidos en la zona eufótica.

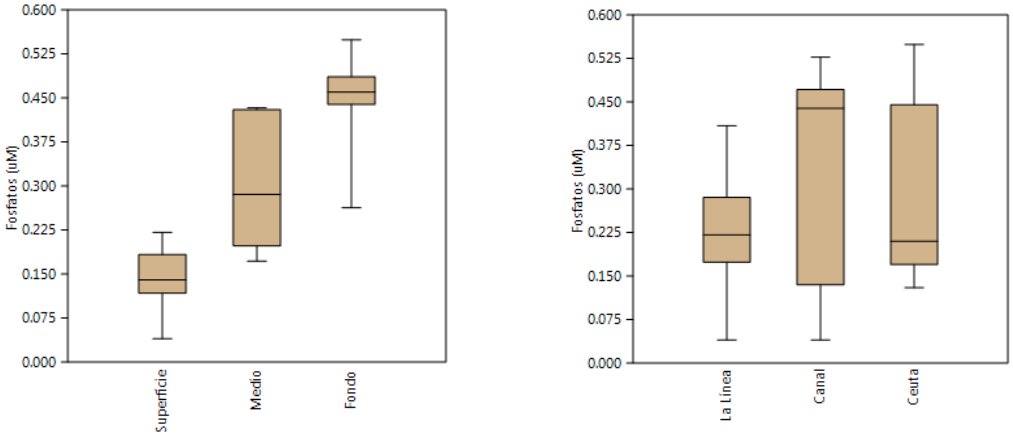
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de fosfatos en la columna de agua (verde La Línea, azul canal y negro Ceuta)



El siguiente gráfico muestra las medianas, percentil 25 y 75 y los valores máximos y mínimos de las concentraciones obtenidas agrupadas por profundidad y por áreas.

Concentración de fosfatos en aguas por profundidades y zonas



Las diferencias entre profundidades son significativas ($p<0.05$), con medianas en superficie, medio y fondo de 0,14, 0,22 y 0,45 µM respectivamente, mientras que no hay diferencias significativas entre localidades ($p=0,31$).

Los valores de fosfatos en superficie observados corresponden a un estado ecológico “Bueno” según el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental (valores inferiores a 0,53 µM para aguas costeras Mediterráneas influenciadas por aguas Atlánticas).

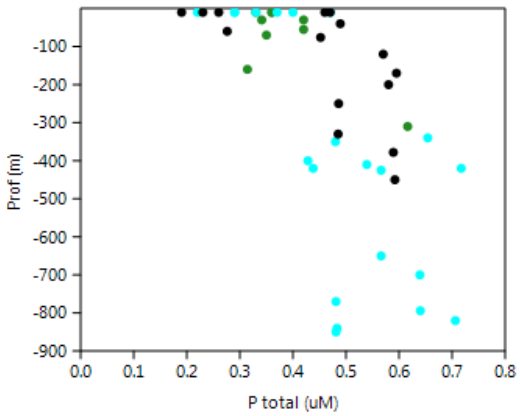
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por su parte, el documento de Estrategias Marina Estrecho-Alborán marca un límite de 0,4 µM para aguas costeras (para una clasificación de calidad ambiental muy buena) y de 2,55 µM para aguas no costeras (plataforma y periferia de giros anticiclónicos). Los valores superficiales obtenidos son menores a estos umbrales y por tanto se cumple el objetivo de calidad ambiental referente a la concentración de fosfatos.

Fósforo total

Los valores obtenidos oscilan entre los 0,19 µM de M15 Superficie y los 0,72 µM de M06 Medio y son dependientes de la profundidad ($p<0.05$) como lo son los fosfatos, que son el principal contribuyente al P total.

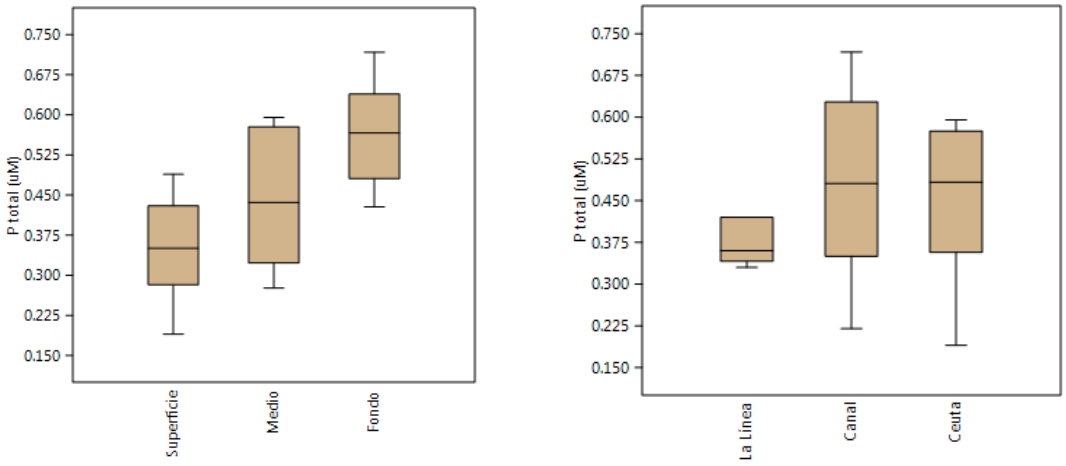
Concentración de P total en la columna de agua (verde La Línea, azul canal y negro Ceuta)



El siguiente gráfico representa las medianas, percentiles 25 y 75 y los máximos y mínimos obtenidos en cada zona de muestreo y profundidad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de P total en aguas por profundidades y zonas



Las diferencias entre superficie (mediana de 0,35 µM) y fondo (mediana de 0,56 µM) son significativas ($p<0.05$), pero no lo son respecto las muestras de media profundidad (mediana de 0,38 µM). Tampoco son significativamente diferentes las muestras de las tres localidades ($p=0,17$)

Los valores observados son ligeramente menores a los reportados en el informe sobre el Mar Territorial Andaluz en la zona del estrecho (entre 0,3 y 1,28 µM), y muy por debajo del umbral para la consecución del *Muy Buen* estado ambiental para aguas costeras según la Estrategia Marina Estrecho-Alborán (1,9 µM). No hay valores umbral para P total en aguas no costeras en las Estrategia Marina ni en la DMA.

Clorofila

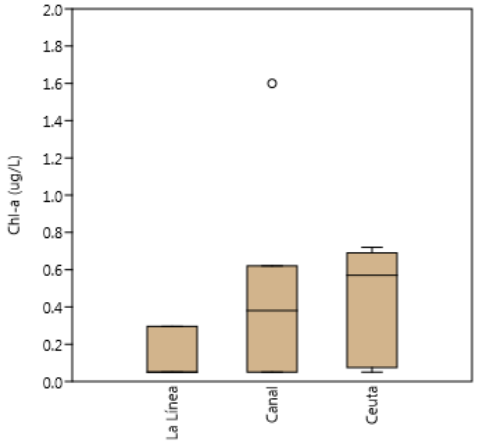
La clorofila-a es el pigmento fotosintético mayoritario de los productores primarios y permite hacer una estimación de la biomasa fitoplanctónica de una masa de agua. La biomasa fitoplanctónica es un indicador que se utiliza en la mayor parte de normativas, internacionales y nacionales, relativas a los mares y océanos, siempre relacionada con posibles problemáticas originadas por enriquecimiento con nutrientes o eutrofización.

En la zona de estudio los valores de clorofila observados van de inferior al límite de detección (0,01 µg/L) a 1,6 µg/L.

El siguiente gráfico representa las medianas, percentiles 25 y 75 y los máximos y mínimos obtenidos en cada zona de muestreo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de clorofila en las diferentes zonas del proyecto



Como se observa en el gráfico, los valores en la zona de Ceuta son ligeramente superiores a los medidos en el canal y en La Línea.

Los valores de clorofila obtenidos (<3 µg/L) corresponden a un nivel de calidad de las aguas *Muy Bueno* según el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

Por lo que respecta a los objetivos de calidad de la Estrategia Marina Estrecho-Alborán, los valores medidos están por debajo del umbral del *Muy Buen* estado ambiental para aguas costeras. No hay valores de referencia para aguas no costeras.

1.1.3.7 Metales

Consideraciones generales

Los metales presentes en el agua de mar tienen dos orígenes: uno natural, por re-suspensión desde el sedimento, aporte por ríos, aporte por viento, etc. (llamado enriquecimiento natural) y otro a partir de ciertas actividades humanas (enriquecimiento antropogénico).

Aparte de los aportes naturales o antropogénicos, el contenido de metales en el agua de mar viene determinado por diversos parámetros ambientales, especialmente el potencial REDOX y el pH. Las condiciones oxidantes y ácidas favorecen la solubilidad de algunos metales (cobre, zinc, níquel, plomo, cadmio, cobalto y mercurio) y la disolución de óxidos (principalmente hierro y manganeso).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La dinámica de ciertos metales en la zona del Estrecho es compleja. Se han observado concentraciones inusualmente altas de ciertos elementos (Cu, Cd, Zn) en aguas del golfo de Cádiz (agua atlántica entrante) y en el Mar de Alborán, atribuibles al drenaje del cinturón pirítico ibérico por parte de los ríos Tinto y Odiel que desembocan en el golfo de Cádiz.

Los resultados obtenidos se incluyen en el Anexo 2 del presente EIA: Resultados analíticos de aguas.

A continuación, se hace un breve resumen de cada parámetro y se comparan los resultados con:

- Estándares internacionales de calidad ambiental de aguas recopilados en *Buchman, M. F., 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables y USEPA Criteria for Water Golden Book*. Estos valores de calidad ambiental definen dos umbrales, uno para efectos crónicos y uno para efectos agudos.
- Para las aguas costeras, con las Normas de Calidad Ambiental para las sustancias prioritarias y otros contaminantes del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental (*Aguas Costeras Mediterráneas con influencia Atlántica)*

Aluminio

El Al solo tiene efectos negativos sobre los organismos a niveles muy altos y generalmente no se considera un contaminante si no un indicador del enriquecimiento natural de metales en el agua.

Los valores de aluminio disuelto aumentan en profundidad y en el Mediterráneo oscilan típicamente en valores del orden de entre 1,5 y 4 µg/L.

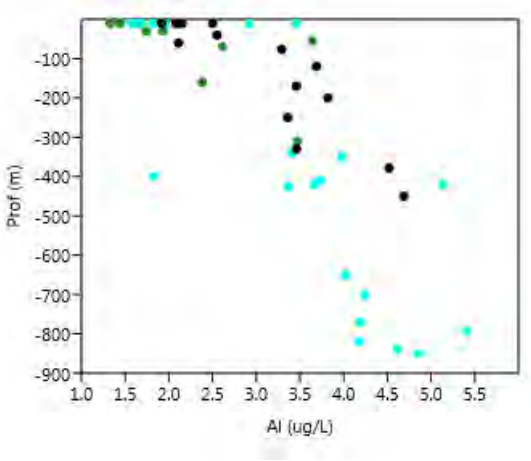
No hay niveles de referencia toxicológicos para Al en los criterios de calidad ambiental del agua considerados.

Los valores obtenidos oscilan entre los 1,33 µg/L de M01-Superficie y los 5.4 µg/L de M05-Fondo (en la muestra M13 Fondo se ha registrado una concentración de 25,6 µg/L, más de 5 veces el promedio de las otras muestras. Se considera un artefacto -posiblemente a la presencia de partículas naturales de arcilla en la muestra- y no se tendrá en cuenta para el análisis de los resultados obtenidos).

Los valores son claramente dependientes de la profundidad ($p<0.05$), aumentando con la misma.

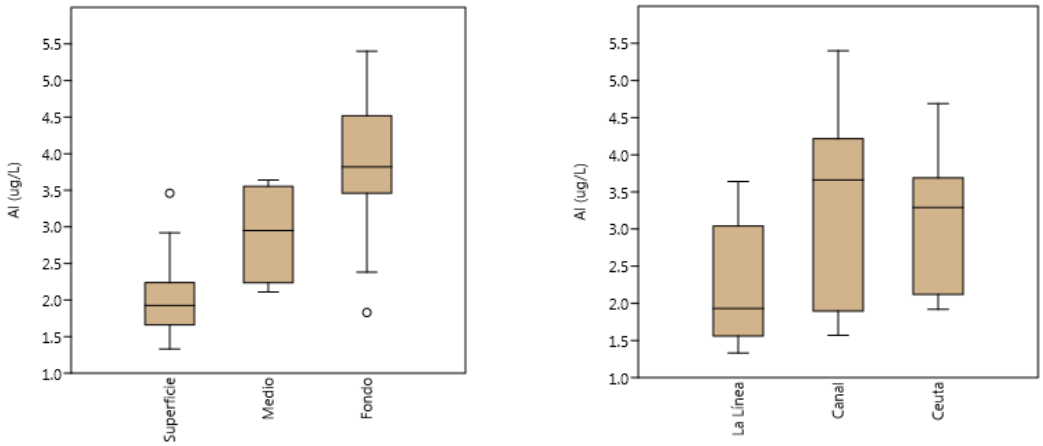
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de aluminio en la columna de agua (verde La Línea, azul canal y negro Ceuta)



En los siguientes gráficos se muestra la mediana, el percentil 25 y 75, y lo máximos y mínimos de los valores obtenidos representados por zonas y por profundidades.

Concentración de Al en agua por zonas y por profundidades



El test estadístico realizado muestra que existen diferencias entre las muestras de superficie, medio y fondo (ANOVA $p<0.05$) y también entre las muestras de La Línea y las del Canal, si bien estas son debidas al efecto de la profundidad sobre la concentración.

No hay niveles de referencia toxicológicos para Al en los criterios de calidad del agua ambiental considerados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Arsénico

El arsénico se libera al medio de forma natural por la meteorización de rocas que lo contienen y por la actividad volcánica, y también de manera antrópica.

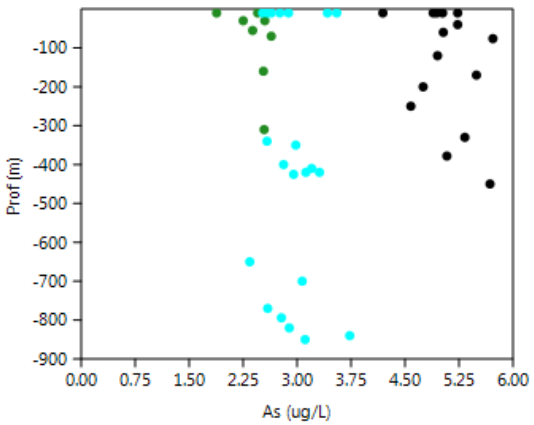
Existen varias formas de arsénico en aguas naturales, dependiendo del potencial redox y el pH, siendo las dos más comunes el arsénico (III) y el arsénico (V).

Las concentraciones de arsénico en aguas abiertas son típicamente del orden de 3 µg/L.

En la zona de estudio los valores observados oscilan entre los 1,88 µg/L de M01 Superficie y los 5,72 µg/L de M15 Fondo y no son dependientes de la profundidad (p=0,356)

A continuación, se muestra la variación de la concentración de As en profundidad.

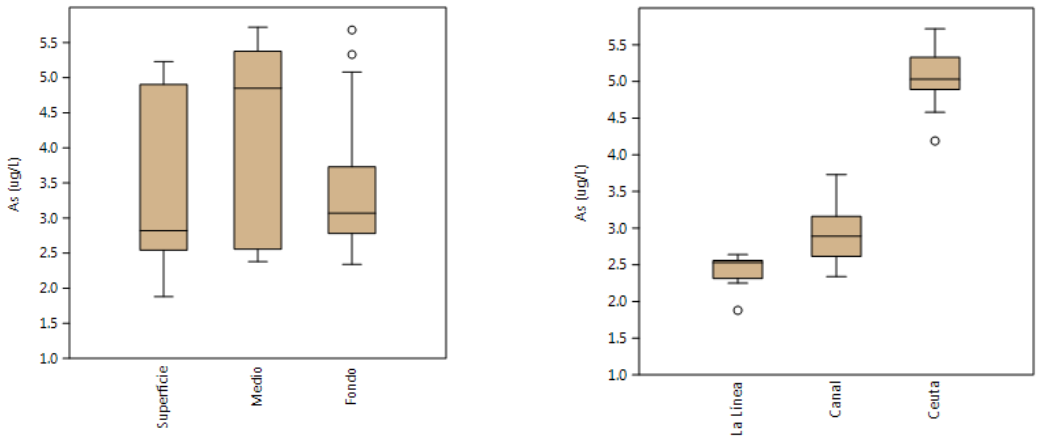
Variación del As en la columna de agua. (La Línea verde, canal azul y Ceuta negro)



La siguiente figura muestra las medianas, percentiles 25 y 75 y máximos y mínimos de los datos obtenidos, organizados por zonas y por profundidades.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Variación del As disuelto en zonas y profundidades



Tal como se aprecia en las figuras anteriores, las concentraciones obtenidas en Ceuta son mayores que las obtenidas en La Línea y en el canal. Análisis estadísticos realizados demuestran que existen diferencias significativas entre las tres zonas (ANOVA $p<0,05$).

Las concentraciones obtenidas están muy por debajo de los valores de calidad ambiental considerados (69 µg/L para efectos agudos y 36 µg/L para efectos crónicos).

Cobre

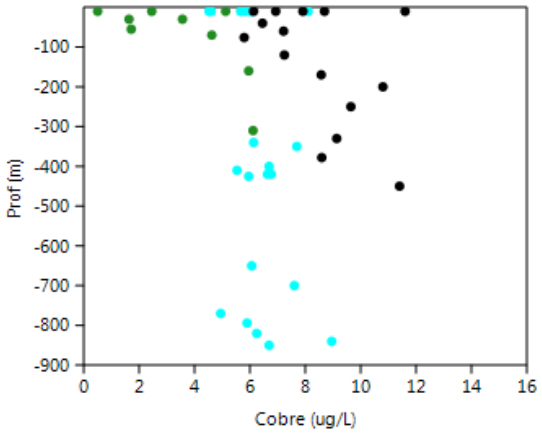
El cobre es un micronutriente esencial que puede ser tóxico en concentraciones sólo ligeramente más altas que las que permiten una producción primaria óptima.

El Cu tiene un perfil similar a los nutrientes, con concentraciones superficiales relativamente bajas aumentando con la profundidad. Esta distribución se explica por la absorción de plancton en la superficie, re-mineralización a profundidades intermedias y acumulación en aguas profundas.

En la zona de estudio los valores registrados van de inferior al límite de detección M01-Superfifie a 11,6 µg/L en M12 Superficie y no están relacionadas con la profundidad ($p=0,14$), debido sobre todo a los valores altos someros en Ceuta, como se aprecia en la siguiente figura.

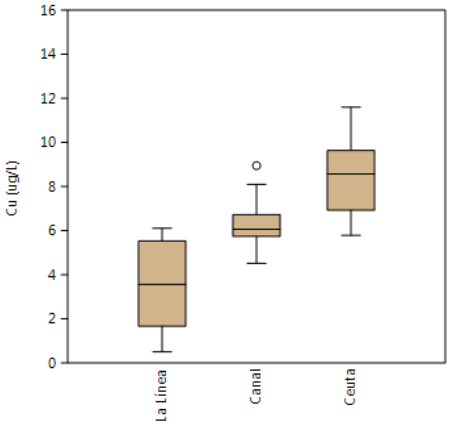
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

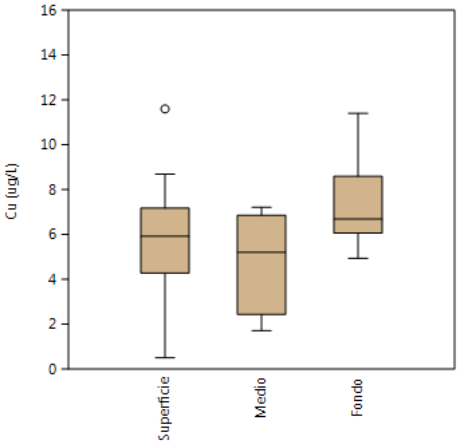
Concentración de cobre en la columna de agua. (verde: La Línea, azul canal y negro Ceuta)



A continuación se muestran las medianas, percentiles 25 y 75 y máximos y mínimos de los datos obtenidos, organizados por zonas y por profundidades.

Concentración de cobre en agua por zonas y profundidades





El test estadístico realizado muestra que, tal como se observa en las figuras anteriores, existen diferencias significativas ($p<0,05$) entre las concentraciones en la Línea, canal y en Ceuta, siendo las medianas de cada área de 3,56, 6,06 y 8,57 µg/L respectivamente.

Los valores de calidad ambiental de Cu considerados son 3,1 µg/L para efectos crónicos y 4,8 µg/L para efectos agudos.

Esto indicaría que en todas las estaciones menos M01 y M02 cabe esperar efectos adversos por presencia de Cu en las aguas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los valores registrados de Cu disuelto son altos para aguas de mar abiertas. Es conocido el enriquecimiento natural en Cu y otros elementos traza en la zona del Estrecho debido al aporte de agua atlántica influenciada por las desembocaduras de los ríos Odiel y Tinto en el golfo de Cádiz, que drenan una importante cuenca pirítica, pero incluso teniendo en cuenta este enriquecimiento natural, los valores son altos, por lo que se sugiere su seguimiento en fases posteriores del proyecto.

Cromo

En aguas naturales, el cromo está presente principalmente en las formas trivalente Cr (III) y hexavalente, Cr (VI). El Cr (III) es generalmente menos tóxico que el Cr (VI).

En el Mediterráneo, las concentraciones en mar abierto de cromo total típicamente oscilan entre 0,15 y 0,30 µg/L.

En la zona de estudio las concentraciones de todas las muestras han sido por debajo del límite de cuantificación.

No hay valores de referencia para cromo total en las guías de calidad ambiental consideradas.

Mercurio

Entre los metales traza, el mercurio (Hg) es uno de los contaminantes más preocupantes debido a su alta toxicidad, persistencia y comportamiento acumulativo en el medio ambiente y la biota.

La forma química de Hg en los sistemas acuáticos depende en gran medida de las condiciones ambientales que determinan su movilidad y reactividad. En el agua de mar, el mercurio tiene un muy química reactiva. Puede estar presente en diferentes formas, ya sean disueltas o ligadas a partículas.

El mercurio se encuentra en las aguas como mercurio (II) y compuestos organomercuriales. Estos últimos son particularmente tóxicos y pueden bioacumularse. El mercurio es fuertemente adsorbido por partículas y se asocia más a menudo con sedimentos que con aguas.

En la zona de estudio, todas las muestras de todas las estaciones y profundidades han dado por debajo del límite de cuantificación (0,5 µg/L). Los valores de la zona de estudio están por debajo de los valores de calidad ambiental parta efectos crónicos y agudos; 1,8 y 0,94 µg/L respectivamente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Níquel

El Ni, al igual que el Cu, es un micronutriente esencial para la producción primaria, pero puede resultar tóxico a partir de ciertas concentraciones.

En la zona de estudio todas las muestras de todas las estaciones y profundidades han dado por debajo del límite de cuantificación (< 1µg/L). Los valores de la zona de estudio están muy por debajo de los valores de calidad ambiental parta efectos crónicos y agudos; 8,2 y 74 µg/L respectivamente.

Plomo

La principal vía de entrada del plomo en el mar es por deposición aérea seca. Históricamente, la principal fuente de Pb ha sido el aditivo de gasolinas. Desde su prohibición a principios de los años 90 el contenido de Pb en el agua del Mediterráneo ha decrecido.

Las concentraciones en aguas abiertas mediterráneas superficiales son del orden de 0,03 -0,06 µg/L.

En la zona de estudio todas las muestras han dado concentraciones por debajo del límite de cuantificación y muy por debajo de los valores de calidad ambiental para efectos crónicos (8,1 µg/L) y para efecto agudos (210 µg/L).

Zinc

Las principales vías de entrada de zinc al mar son la deposición sólida y el vertido desde ríos. Las concentraciones de Zn en el mar varían con la distancia a la costa y con la profundidad. En el Atlántico noreste los valores se encuentran en el rango de 0,01 µg/L en superficie y 0,15 µg/L en el fondo y en el mar de Alborán se han registrado máximos de 0,6 µg/L.

En la zona de estudio todas las muestras han dado concentraciones por debajo del límite de cuantificación excepto en la estación M04 y las muestras M06 superficie y medio, con valores entre 1,14 y 2,67 µg/L.

Los valores registrados están muy por debajo de los umbrales de calidad ambiental para efectos crónicos (81 µg/L) y para efecto agudos (90 µg/L).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1.1.3.8 Hidrocarburos totales del petróleo

Hidrocarburos totales del petróleo o TPH es un término utilizado para describir una amplia familia de varios cientos de compuestos químicos que originalmente provienen del petróleo crudo. Todos los valores, para todas las muestras están por debajo del límite de cuantificación

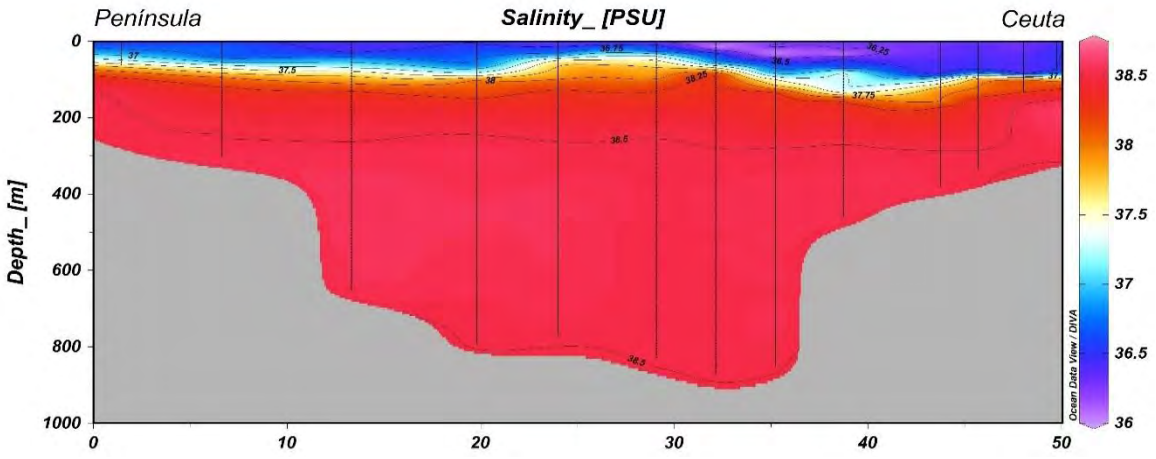
1.1.4 Conclusiones generales del vector aguas

Los perfiles de salinidad y temperatura obtenidos muestran la ya conocida presencia de una masa de agua superficial atlántica entrante (ASW) de unos 50 a 150 m de grosor en función de la distancia a la costa y una masa de agua profunda saliente mediterránea (MIW). Se aprecia también como la intrusión de agua superficial atlántica es más profunda cerca de Ceuta.

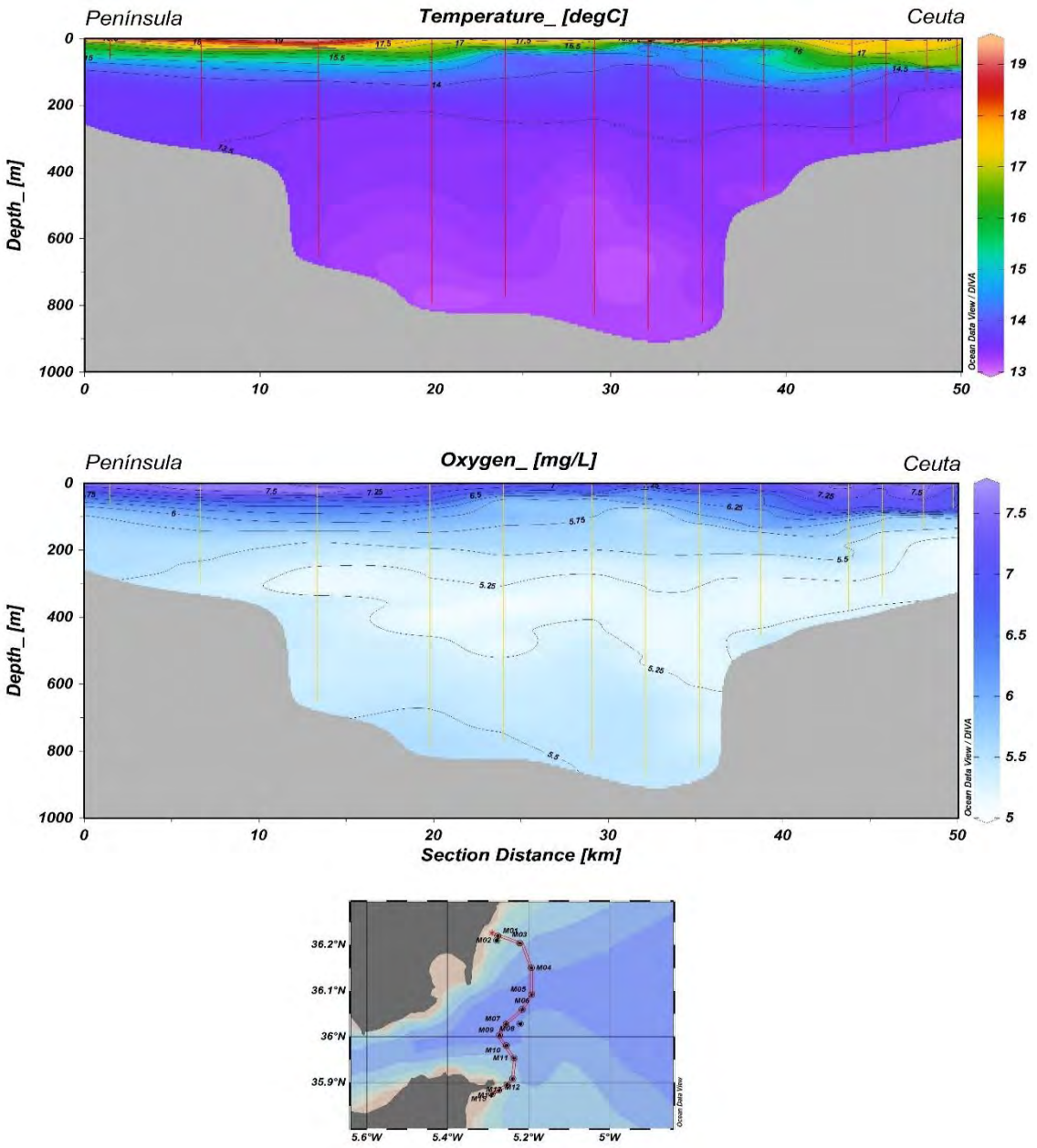
Toda la columna de agua se encuentra muy bien oxigenada, con valores por encima de los 5 mg/L.

Esta disposición de observa claramente en las siguientes figuras que sintetizan los perfiles de salinidad, temperatura y oxigeno obtenidos.

Síntesis de perfiles de salinidad y temperatura en la zona de estudio



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



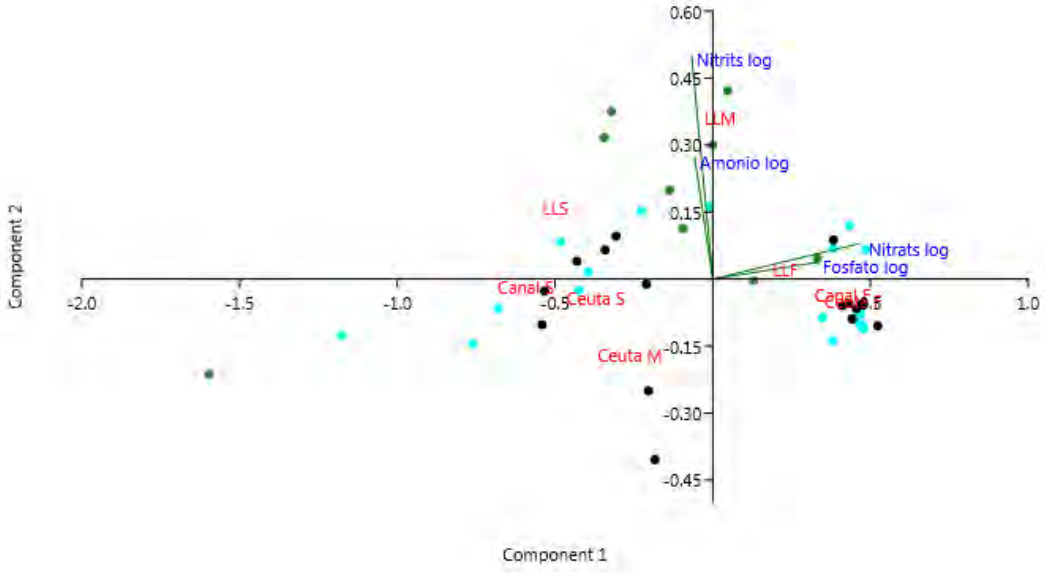
La calidad de las aguas en la zona de estudio es buena. Los niveles de nutrientes y clorofila no indican riesgo de eutrofización.

El análisis de componentes principales o PCA realizado con los resultados de la concentración de nutrientes (log de concentración) segrega las muestras por localización y por profundidad. Todas las muestras profundas se agrupan juntas, debido a su concentración relativamente alta de fosfatos y nitratos. Por su parte, las muestras superficiales se diferencian entre las de Ceuta, con valores de nutrientes menores y parecidas a las muestras superficiales de mar abierto y las muestras superficiales de La Línea, con contenidos mayores de nitritos y amonio. La presencia

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

de estos compuestos en las estaciones de La Línea podría indicar la influencia del aporte de aguas residuales, si bien como se ha comentado la calidad de las aguas es buena.

Análisis de componentes principales del contenido de nutrientes



Los niveles de metales de la zona son en general bajos y por debajo de los niveles de calidad ambiental considerados (Estudio de la situación de las aguas y sedimentos del mar territorial andaluz en cuanto a niveles de concentración de contaminantes de origen antrópico en la zona de Algeciras-Estrecho, Valores umbrales para la consecución del buen estado ecológico según los documentos de las Estrategia Marina Mar de la Demarcación del Estrecho y Alborán, Valores de referencia y umbrales según el Real Decreto 817/2015 y estándares de calidad ambiental internacionales :NOAA Screening Quick Reference Tables y USEPA Criteria for Water Golden Book).

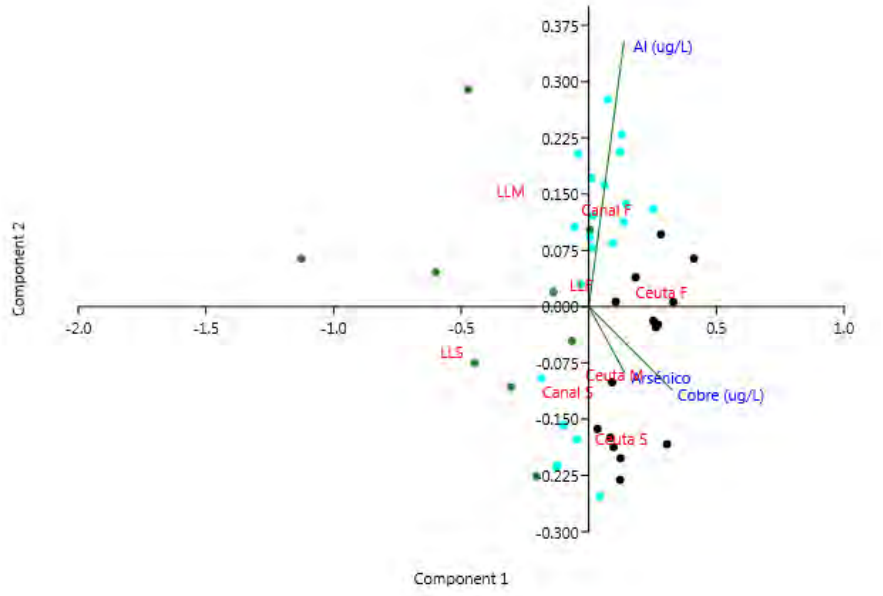
Sin embargo, son remarcables las altas concentraciones de cobre detectadas. La zona del estrecho es conocida por sus altas concentraciones de algunos metales, entre ellos el Cu, debido al aporte de aguas procedentes de la Bahía de Cádiz e influenciadas por las desembocaduras de los ríos Odiel y Tinto, que drenan cuencas piríticas muy importantes. También es importante recalcar que los organismos más sensibles a las altas concentraciones de Cu han desarrollado mecanismos para mitigar su toxicidad, por ejemplo, eliminándolo coaligándolo a moléculas orgánicas, que son excretadas. Por tanto, altas concentraciones de este elemento no tienen por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

qué causar obligatoriamente efectos adversos. Se recomienda el seguimiento de los valores de Cu disuelto en aguas en posteriores fases del proyecto.

El análisis de componentes principales (PCA) realizado para los resultados de Al, As y Cu (log de concentración) refleja como las muestras del fondo del canal se caracterizan sobre todo por su relativamente alta concentración de aluminio, mientras que las de Ceuta se caracterizan por la relativamente alta concentración de Cu y As. Por su parte, las de La Línea presentan una concentración de metales menor.

Análisis de componentes principales del contenido en metales



Los contenidos en Hidrocarburos totales del petróleo son bajos en toda la zona de estudio.

1.1.5 Plancton

1.1.5.1 Fitoplancton

Identificación y recuento de fitoplancton marino

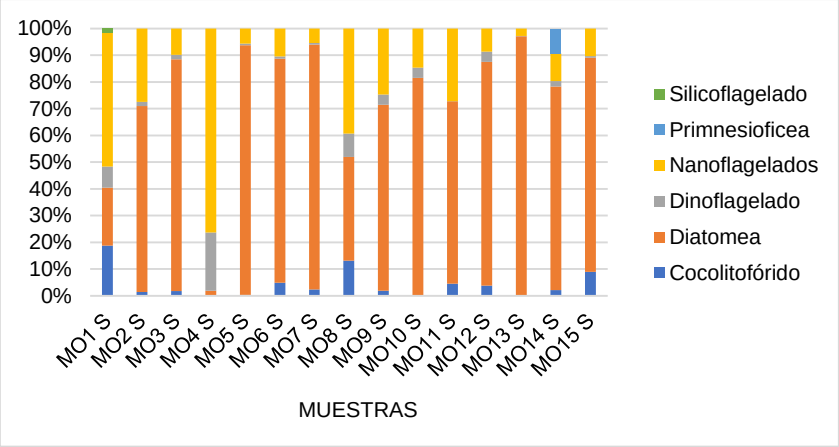
Los resultados obtenidos por grupos y muestras se adjuntan en el Anexo 2 Apartado 3 Resultados de fitoplancton.

Los resultados de las identificaciones y recuentos muestran que la mayoría de las especies presentes pertenecen al grupo de las diatomeas, seguido del grupo de los dinoflagelados. Esta

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

situación se produce en condiciones normales durante la época primavera-verano. La muestra MO4 S, es la única que presenta un patrón diferente con un predominio de dinoflagelados y nanoflagelados, pudiendo indicar condiciones hidrológicas distintas en esa zona, no obstante, no es concluyente.

Porcentaje de grupos taxonómicos



Los cambios cualitativos y cuantitativos de la población fitoplanctónica se producen como consecuencia de una compleja interacción entre distintos factores ambientales como son la temperatura, concentración de nutrientes, condiciones lumínicas, herbivorismo y ratios de sedimentación.

Las diatomeas suelen dominar la población cuando la disponibilidad de silicatos es mayor, situación que se da normalmente cerca de la costa. Los dinoflagelados suelen dominar cuando la concentración de nutrientes baja, situación que se produce en zonas más alejadas de aportes de nutrientes naturales o antropogénicos, y también durante el final de la época estival, cuando las diatomeas han consumido los silicatos disponibles.

Se ha detectado algunas especies con antecedentes por producir espumas o cambios en la coloración del agua cuando proliferan (*Asterionellopsis glacialis, Cerataulina pelágica, Cylindrotheca closterium, Leptocylindrus danicus, Leptocylindrus minimus, Phaeocystis cf pouchetii* y *Skeketonema cf costatum*), no obstante, ninguna de ellas ha alcanzado concentraciones celulares lo suficientemente elevadas como para que se presenten sus efectos negativos sobre el medio marino. También se han detectado dos especies de diatomea tóxicas (*Pseudo-nitzschia delicatissima complex* y *P. seriata complex*). Estas diatomeas son potencialmente productoras de ácido domoico, una toxina que puede producir intoxicación amnésica por marisco (ASP). Hay que señalar que en ninguna muestra se alcanzan

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

concentraciones celulares lo suficientemente elevadas como para que se muestren sus efectos tóxicos.

Estadísticos descriptivos

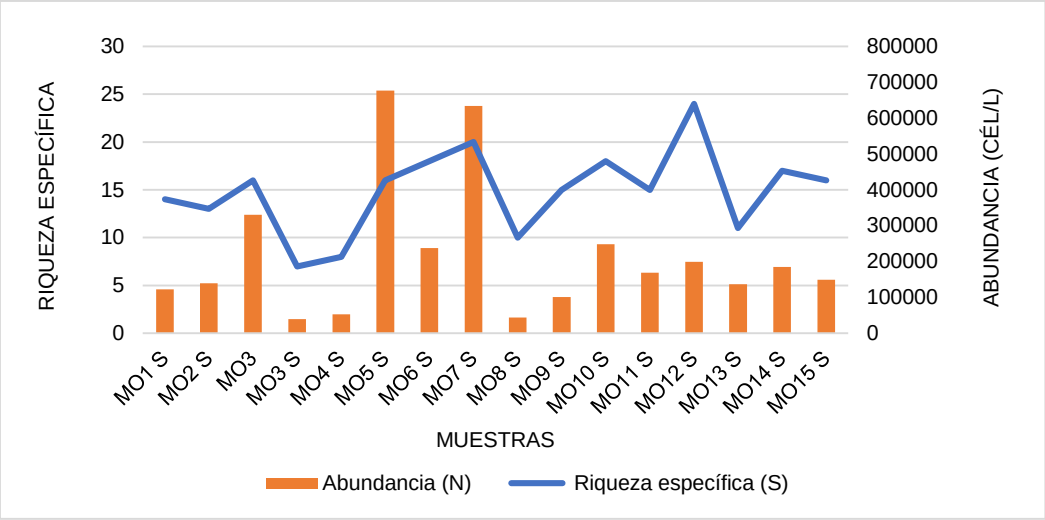
A continuación, se presentan los resultados de los principales estadísticos descriptivos calculados.

Resultados del cálculo de los estadísticos descriptivos

Muestra	Riqueza específica (S)	Abundancia (N)	Equitatividad (J')	Diversidad (H'(log2))
MO1 S	14	122139	0,59	2,26
MO2 S	13	139.210	0,61	2,24
MO3 S	16	330.710	0,64	2,54
MO4 S	8	52.570	0,36	1,07
MO5 S	16	676.540	0,77	3,07
MO6 S	18	237.610	0,68	2,83
MO7 S	20	634.430	0,71	3,05
MO8 S	10	43.710	0,70	2,33
MO9 S	15	100.610	0,65	2,55
MO10 S	18	248.580	0,72	3,02
MO11 S	15	168.750	0,67	2,63
MO12 S	24	199.250	0,73	3,34
MO13 S	11	136.310	0,74	2,56
MO14 S	17	184.660	0,83	3,39
MO15 S	16	148.980	0,76	3,03

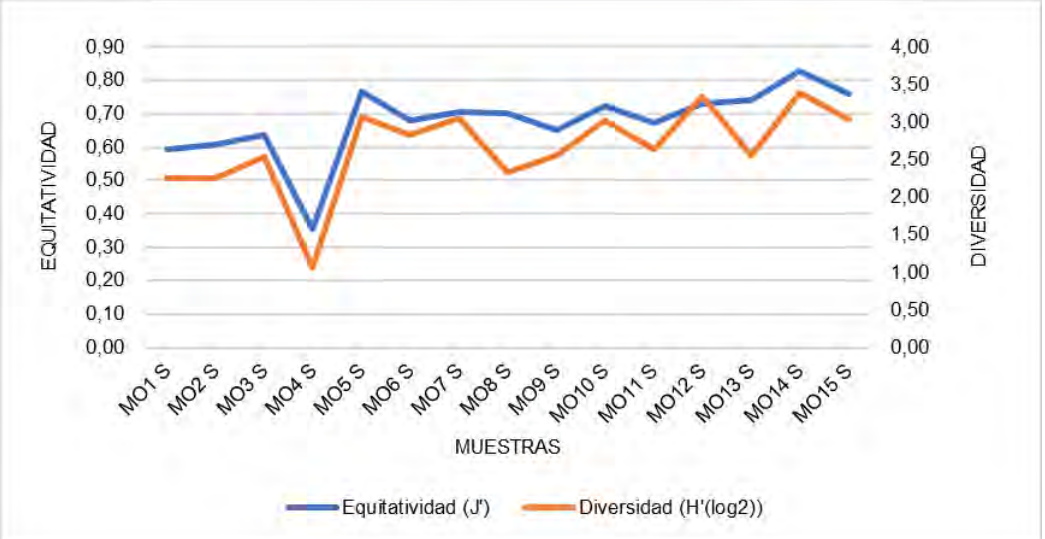
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Resultados de los estadísticos descriptivos



La riqueza específica varía entre 8 (MO4 S) y 24 (MO12 S). La abundancia oscila entre 43.710 en M08S y 676.540 cél/l en MO5S. La abundancia se considera elevada en las muestras MO5 S y MO7 S, no obstante, no se ha detectado Proliferación Algal Nociva (PAN) o “marea roja” (<1.000.000 cél/L) en ninguna de las muestras analizadas. El aumento de abundancia en estos puntos de muestreo podría es consecuencia de un aumento de la concentración de nutrientes y/o debido a una acumulación de células fitoplanctónicas por corrientes.

Resultados de los estadísticos descriptivos



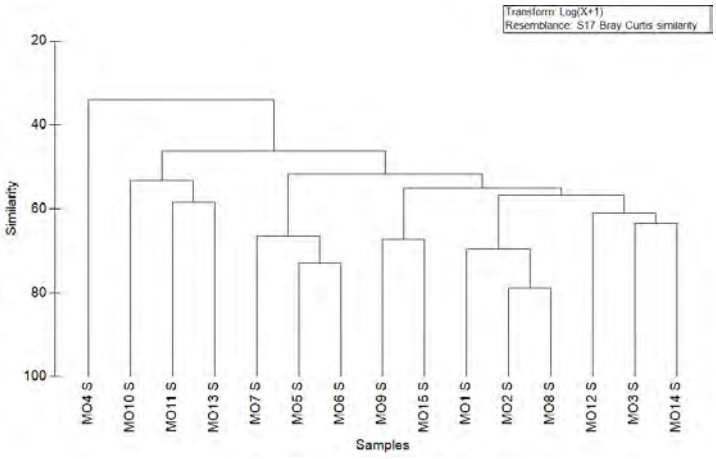
La diversidad varía entre 1.07 de MO8 S y 3.39 de MO14 S. La equitatividad oscila entre 0.36 de MO4 S y 0.83 de MO14 S.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

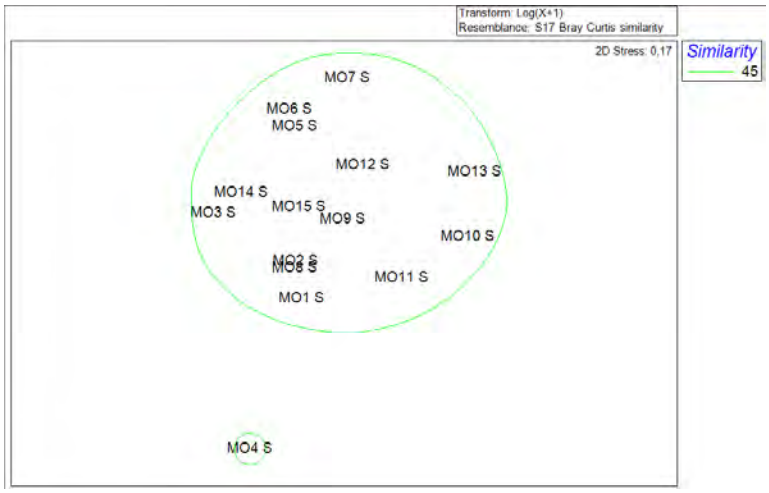
Análisis comparativo

Para el análisis comparativo de las muestras, se ha realizado un análisis Clúster y MDS a partir de los datos de abundancia obtenidos en las distintas muestras analizadas, previa transformación de los mismos. A continuación, se detalla gráficamente los resultados obtenidos.

Análisis Clúster realizado a partir de la matriz de abundancias



Análisis MDS realizado a partir de la matriz de abundancias



En general todas las muestras son bastante similares entre sí, desde el punto de vista de su composición taxonómica. Destaca la muestra MO4 S por presentar la mayor diferencia en cuanto a su composición taxonómica respecto a las demás muestras analizadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Conclusiones

A partir de los resultados de los análisis fitoplanctónicos se puede concluir lo siguiente:

- La abundancia es normal en todas las muestras, excepto en el caso de MO5 S y MO7 S que presentan valores elevados, aunque sin llegar a proliferar masivamente.
- Ausencia de indicadores de eutrofización, proliferación algal o “marea roja”.
- En todas las muestras domina el grupo de las diatomeas, excepto en las muestras MO4 en la que dominan los dinoflagelados, pudiendo indicar condiciones hidrológicas distintas en este punto.
- Los resultados de riqueza, equitatividad y diversidad son en general normales, excepto en la muestra MO4 S que ha presentado los valores más bajos.
- Desde el punto de vista taxonómico todas las muestras se consideran muy similares entre sí, excepto la muestra MO4 S.
- Se han detectado especies potencialmente causantes de discoloración de la masa de agua, así como especies potencialmente productoras de biotoxinas. La presencia de estas especies es normal. Ninguna de estas especies ha alcanzado concentraciones celulares lo suficientemente elevadas como para que exista riesgo sobre el medioambiente marino y/o la salud humana

1.1.5.2 Zooplancton

Identificación y recuento de fitoplancton marino

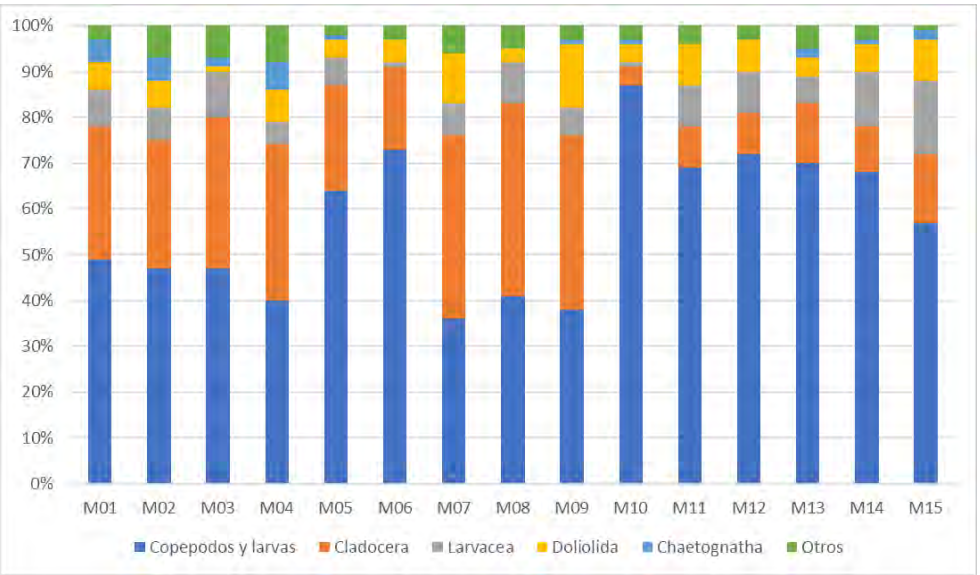
Los resultados del análisis de las muestras se adjuntan en el Anexo 2 Apartado 4 Resultados de zooplancton del presente EIA.

Los análisis taxonómicos han permitido identificar las diferentes especies y grupos mesozooplanctónicos presentes en la zona de estudio.

La siguiente figura muestra los porcentajes de cada taxón identificados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Composición de las muestras de mesozooplancton



Como puede apreciarse el grupo más numeroso identificado en las muestras han sido los copépodos y sus larvas, que suponen un promedio del 57 % en todas las muestras. El segundo grupo es el de los cladóceros (géneros *Penilia*, *Evadne* y *Podon)* con un promedio del 23% y el tercero el de los larváceos, con el 7%.

En las estaciones de la plataforma y talud de la Línea y el canal (M01 a M10), el promedio de copépodos y cladóceros es relativamente constante de 50 y 30 % respectivamente. En las estaciones del talud y plataforma Ceutí estas proporciones cambian, haciéndose aún más abundantes los copépodos y sus larvas (promedio de ≈70%) y disminuyendo los cladóceros (promedio ≈10%).

Los otros grupos presentes son *Doliolida* (tunicados) y *Chaetognatha* con el 6 y el 2% respectivamente y finalmente *Euphausiacea*, larvas de cirrípedos, larvas de decápodos, larvas de equinodermos, larvas de moluscos, larvas de phoronida, larvas de poliquetos y larvas de teleósteos que en total suman el 4% de promedio en todas las muestras.

Estadísticos descriptivos

A continuación, se detallan los principales estadísticos descriptivos obtenidos en las diferentes muestras de mesozooplancton.

A continuación, se presentan los resultados de los principales estadísticos descriptivos calculados.

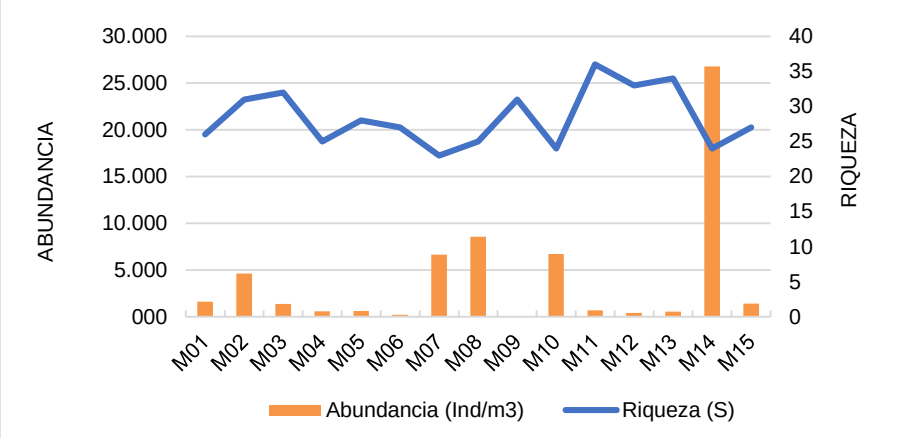
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Resultados del cálculo de los estadísticos descriptivos para mesozooplancton

Estación	Riqueza (S)	Abundancia (Ind/m^3)	Equitatividad (J')	Diversidad (Log$_2$)
M01	26	1602	0,75	3,516
M02	31	4624	0,78	3,864
M03	32	1380	0,68	3,413
M04	25	583	0,75	3,500
M05	28	630	0,66	3,166
M06	27	205	0,71	3,360
M07	23	6642	0,66	2,993
M08	25	8575	0,59	2,741
M09	31	3	0,63	3,117
M10	24	6709	0,64	2,925
M11	36	696	0,65	3,352
M12	33	415	0,70	3,515
M13	34	549	0,73	3,712
M14	24	26790	0,77	3,544
M15	27	1424	0,76	3,611

La abundancia en las diferentes estaciones de la zona de estudio oscila entre 3 y 26790 ind/m^3, de las estaciones M09 y M14, respectivamente.

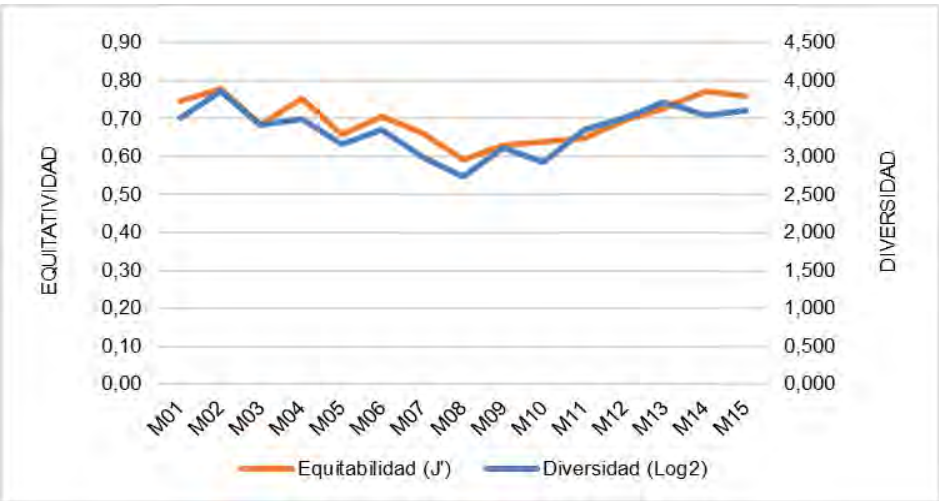
Evolución de la abundancia y riqueza en las muestras de mesozooplancton



Los valores de abundancia junto con los del resto de estadísticos descriptivos estudiados (riqueza, equitatividad y diversidad), no evidencian una tendencia común entre las estaciones más cercanas a la costa y las que se encuentran situadas en el canal.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

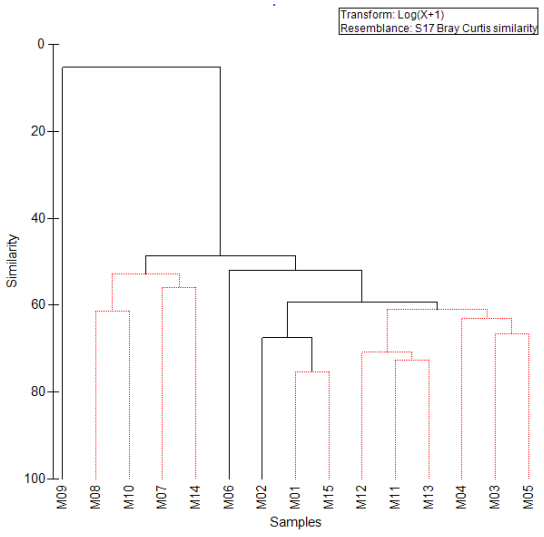
Resultados de los estadísticos descriptivos



Análisis comparativo

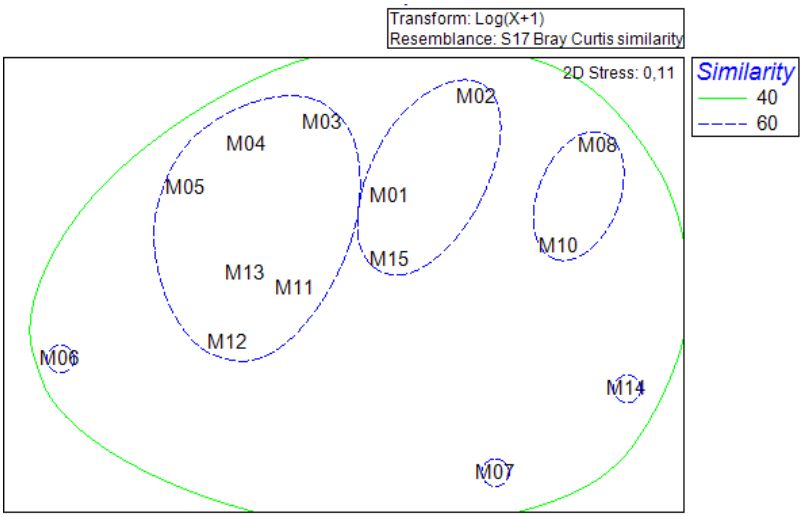
Para el análisis comparativo de las muestras, se ha realizado un análisis Clúster y MDS a partir de los datos de abundancia obtenidos en las distintas muestras analizadas, previa transformación de los mismos. A continuación, se detallan gráficamente los resultados obtenidos.

Análisis Clúster realizado a partir de la matriz de abundancias de mesozooplancton



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Análisis MDS realizado a partir de la matriz de abundancias



Los resultados obtenidos muestran un agrupamiento de todas las estaciones de la zona de estudio, exceptuando M09, con una similitud mayor del 40%, lo que indica que no existe un agrupamiento específico entre las estaciones más costeras y las emplazadas en el canal. La mayor distancia respecto al agrupamiento (menos del 10%) de la estación M09, podría deberse a su baja abundancia, 3 ind/m^3.

Conclusiones

Existe un agrupamiento de todas las estaciones de la zona de estudio, excepto la muestra M09, con una similitud mayor al 40 %. La similitud de M09 con respecto al agrupamiento, es menor al 10%, esto podría deberse a su baja abundancia (3 ind/m3).

La posible influencia de la surgencia de verano localizada en la bahía de Algeciras, podría ser responsable de la ausencia de un gradiente negativo costa-océano en la zona de estudio. El resto de estadísticos descriptivos estudiados (riqueza, equitatividad y diversidad), no evidencian una tendencia común entre las estaciones más cercanas a la costa y las que se encuentran situadas en el canal.

1.1.6 Caracterización del sedimento marino

A lo largo de los siguientes apartados se describen las características fisicoquímicas del sedimento marino de la zona de estudio. Dicha descripción se basa en los resultados analíticos de los distintos parámetros estudiados en las 16 muestras de sedimento obtenidas durante la campaña oceanográfica, que se adjuntan en el Anexo V: Resultados de sedimento

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las características fisicoquímicas del sedimento marino dependen, entre otras variables, de la proximidad a costa, la batimetría o la hidrodinámica. En cuanto a las muestras estudiadas 3 (M-1 a M-3) corresponden a la zona de la plataforma continental más próxima a la Península Ibérica, 6 muestras (M-4 a M-10) corresponden al propio lecho batial ubicado entre la Península y África y las 7 muestras restantes (M-12 a M-17) corresponden al talud y a plataforma continental de África, en Ceuta. En la estación M11 y debido a la naturaleza del fondo, con abundantes bolos de gran tamaño (10-20 cm de diámetro), no se pudo obtener muestra.

Los resultados analíticos completos pueden consultarse en el anexo 2 Apartado V del presente EIA.

1.1.6.1 Granulometría

La granulometría es el principal parámetro físico de análisis del sedimento marino. Describe la distribución, en función de las dimensiones de las partículas, de los materiales que componen una muestra. El análisis granulométrico de las muestras separa los materiales en 7 categorías distintas, asignando el porcentaje, en peso, que supone cada una de las categorías respecto al peso total de la muestra.

Las distintas categorías granulométricas, así como el tamaño de grano correspondiente a cada una de ellas, se muestran en la tabla siguiente:

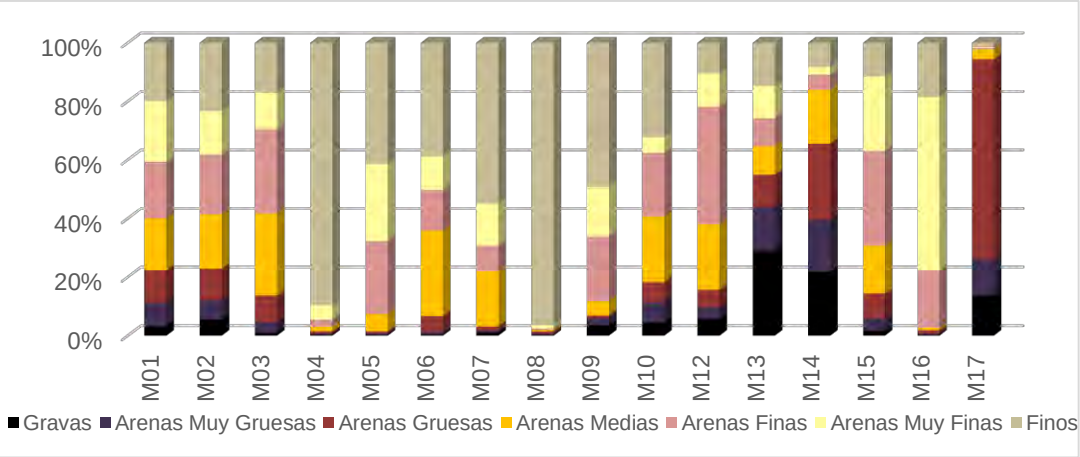
Distribución granulométrica del sedimento

Categoría granulométrica	Tamaño
Gravas (G)	> 2,00 mm
Arenas muy gruesas (AMG)	2.00 mm-1.00 mm
Arenas gruesas (AG)	1.00 mm-0.50 mm
Arenas Medias (AM)	0.50 mm-0.25 mm
Arenas Finas (AF)	0.25 mm-0.12 mm
Arenas muy finas (AMF)	0.12 mm-0.063 mm
Finos (F)	< 0.063 mm

A continuación, se muestra gráficamente la distribución granulométrica individual de cada una de las muestras analizadas:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Granulometría del sedimento



Como puede observarse los resultados granulométricos muestran una gran heterogeneidad, indicadora de los complejos fenómenos hidrodinámicos y geológicos que ocurren en el Estrecho.

Las muestras ubicadas en la plataforma continental de la Península (M1-M3) presentan bajos contenidos en gravas (entre el 1,0 y el 5,5 %) y contenidos en finos que oscilan entre el 17,1 y el 23,4 %. No obstante, la fracción mayoritaria en dichas muestras consiste en arenas de diferente granulometría, que suponen entre el 71,1 y el 81,9 % de los materiales.

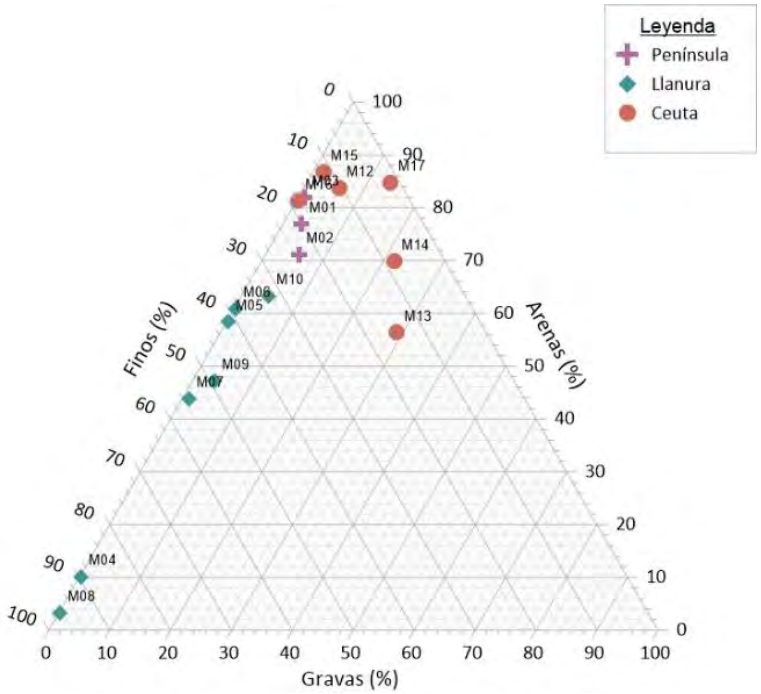
Por otro lado, las muestras de la zona batial (M04-M10) muestran una dominancia de los materiales finos, con porcentajes situados entre el 90.6 y el 32.2 %, y valores de gravas bajos, entre <0.5 y el 4.5 %. El conjunto de la fracción arenosa de dichas muestras se sitúa entre el 3.3 y el 63.2 % de los materiales.

Por último, las muestras ubicadas en la plataforma continental africana, (M12-M17), presentan similitudes, en cuanto a la distribución granulométrica, con las muestras de la plataforma continental de la península. Ello se ve claramente en cuanto al porcentaje de finos, que se sitúa entre en el 1,5 y el 18,5 % y el porcentaje de las distintas fracciones arenosas que oscila entre el 57,0 y el 86,8%. No obstante, las muestras de la plataforma próxima a Ceuta presentan los valores de gravas más elevados del conjunto, con valores que llegan al 29,3 %.

La figura que se muestra a continuación permite ver como las muestras se agrupan, en función de la granulometría. Se observa claramente como las muestras de ambas plataformas, a pesar de sus diferencias, se ubican en una zona del gráfico con dominancia de las arenas (con más gravas en Ceuta), mientras que las muestras ubicadas en la llanura batial tienden a agruparse en la zona que representa la dominancia de los materiales más finos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Diagrama PSD del sedimento en la zona de estudio



1.1.6.2 Características químicas

A lo largo de los siguientes apartados se describen las características químicas de los sedimentos estudiados: metales pesados, materia orgánica, policlorobifenilos (PCBs) e hidrocarburos totales del petróleo (TPHs).

Los resultados de metales pesado y policlorobifenilos (PCBs) se valoran en relación a los límites de referencia empleados por la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) norteamericana, y la *Canadian Environmental Quality Guidelines* (CEQGs) ambos recogidos en las *Screening Quick Reference Tables* (SQuiRTs) y los límites establecidos en las *Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo terrestre* (DCMD 2017).

Por otra parte, los resultados de hidrocarburos totales del petróleo (TPHs) se han comparado con los límites de los *Dutch Environmental Values*. La tabla siguiente resume los límites considerados, así com

o su interpretación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Objetivos de calidad ambiental del sediento considerados para el análisis

Umbral	Fuente	Interpretación
Effects Range Low (ERL)	NOAA	Efectos biológicos raramente observados por debajo de dicho límite
Effects Range Median (ERM)	NOAA	Efectos biológicos generalmente o siempre observados por encima de dicho límite
Treshold Effect Level (TEL)	CEQGs	Efectos biológicos raramente observados por debajo de dicho límite
Probable Effect Level (PEL)	CEQGs	Efectos biológicos frecuentemente observado por encima de dicho límite
Nivel de Acción A (NAA)	DCMD	Efectos químicos y/o bioquímicos sobre la flora y fauna marina son nulos o prácticamente insignificantes
Nivel de Acción B (NAB)	DCMD	Concentración moderada de contaminantes
Nivel de Acción C (NAC)	DCMD	Concentración elevada de contaminantes
Dutch Target Value	DTV	Valor deseable
Dutch Intervention Value	DEV	Valor a partir del cual se requiere la toma de medidas

Para mercurio, plomo y cadmio también se hace referencia a las concentraciones basales para evaluación (Background Assessment Concentrations o BAC) definidas en la Estrategia Marina Estrecho-Alborán.

Materia organica

Las fuentes de la materia orgánica en el mar son tanto de origen externo (descarga de ríos, vertidos de emisarios submarinos, etc.) como interno (básicamente producción primaria, pero también excreciones animales y vegetales y descomposición de organismos muertos).

La mayor parte de esta materia orgánica acaba sedimentando poco a poco sobre el lecho marino. Sin embargo, no sedimenta ni se acumula igual en todos los tipos de fondos; en aquellos con mayor porcentaje de partículas finas acostumbra a sedimentar más (por efecto del bajo hidrodinamismo) y a acumularse más, debido a que la fracción fina del sedimento presenta más afinidad para la materia orgánica a través de procesos de adsorción.

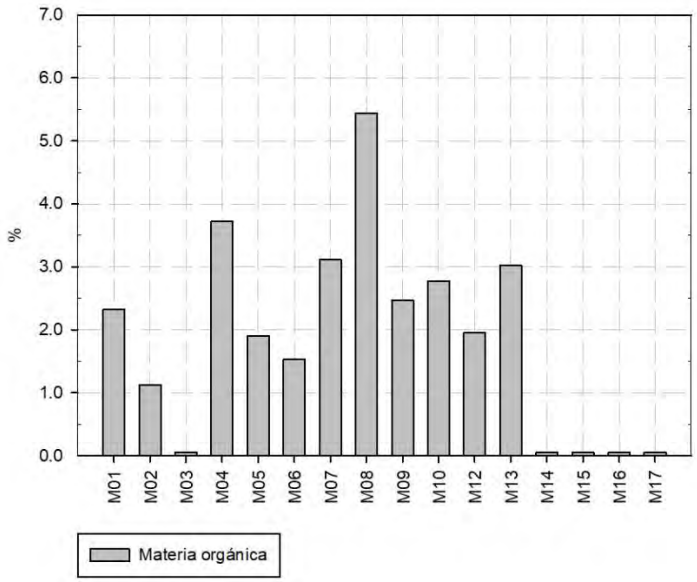
En los sedimentos marinos se encuentran (en condiciones normales) concentraciones de materia orgánica del rango de entre 0,1 y 10%. Altas concentraciones de materia orgánica se producen en sitios con alta productividad, baja renovación del agua y déficit de oxígeno en la interfase agua-sedimento.

Los resultados de concentración de materia orgánica en las muestras estudiadas se sitúan entre valores inferiores al 1 % y el 5.4%, con un promedio del 1,9%. La concentración es dependiente

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

del contenido en finos de las muestras ($p<0.05$). La figura siguiente muestra la concentración de materia orgánica individual de las muestras analizadas:

Concentración de materia orgánica del sedimento



La mayor concentración de materia orgánica se observa en las muestras M04, M07 y M08, con un 3,7, un 3,1 y un 5,4 % respectivamente. Estas muestran son las que contienen mayores porcentajes de finos, el 90,6, el 55,0 y el 97,9 % respectivamente.

Por otra parte, las muestras M03 y M14 a M17 presentan los resultados de materia orgánica más bajos analizados, con valores inferiores al 1 %. Estas muestras presentan porcentajes de finos entre el 18,5 y el 1,5 % muy por debajo del porcentaje promedio de finos del conjunto de muestras, que se sitúa en el 33,2 %.

Metales pesados

La presencia de metales en los sedimentos marinos se debe a su existencia de manera natural en los componentes del sedimento o su aportación de fuentes terrestres naturales vía ríos, partículas del aire, etc. (proceso llamado enriquecimiento natural) y por la acción antrópica en forma de vertidos directos al mar o indirectos a través de ríos, deposición seca, etc. (enriquecimiento artificial).

La toxicidad de los metales depende en primer lugar de su concentración, pero también se su forma química y de las características del sustrato que los contiene que determinarán su movilidad y la capacidad de los seres vivos de incorporarlos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La concentración de metales es habitualmente mayor en zonas de sedimento fino ya que se trata de zonas con hidrodinamismo bajo y a fenómenos de adsorción y atracción de cargas eléctricas entre los metales y las arcillas y la materia orgánica habitualmente presente en este tipo de sedimentos.

Cadmio

El cadmio es un metal pesado no esencial para la vida. Se halla en el medio de manera natural, formando parte de la litosfera y se libera a partir de la descomposición de las menas que lo contienen, la actividad volcánica e incendios forestales. Es ampliamente empleado a nivel industrial en la fabricación de baterías, pilas, en aleaciones, soldaduras, como parte de semiconductores, como estabilizadores de plásticos, en herbicidas, en fertilizantes entre otros.

El cadmio presenta toxicidad a concentraciones relativamente bajas y entre otros, puede producir efectos negativos sobre la fertilidad, daño celular, afección de órganos como el corazón, el hígado y los riñones aparte del efecto carcinogénico.

Los valores de Cd oscilan entre <0,04 mg/kg de M17 y los 0,11 mg/kg de M14, ambas en Ceuta.

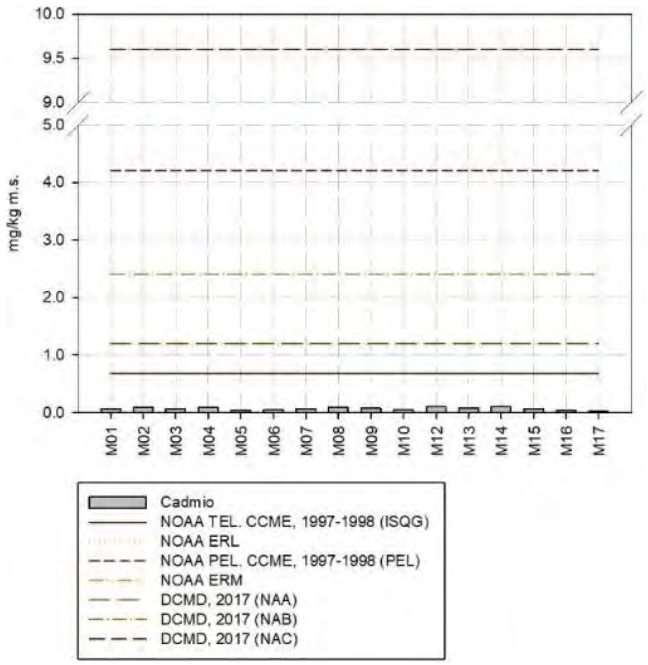
Los valores medidos son relativamente constantes y no presentan correlación con la cantidad de finos ni con la presencia de materia orgánica ni con la presencia de ningún otro metal ($p<0,05$).

La concentración de cadmio en las muestras analizadas se halla por debajo de todos los límites considerados, como se aprecia en la figura siguiente y, por tanto, no se esperan efectos ecotoxicológicos adversos.

Los valores están también por debajo del Background Assessment Criteria para Cd definido en la Estrategia Marina Estrecho-Alborán (0,15 mg/kg).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de Cd en el sedimento



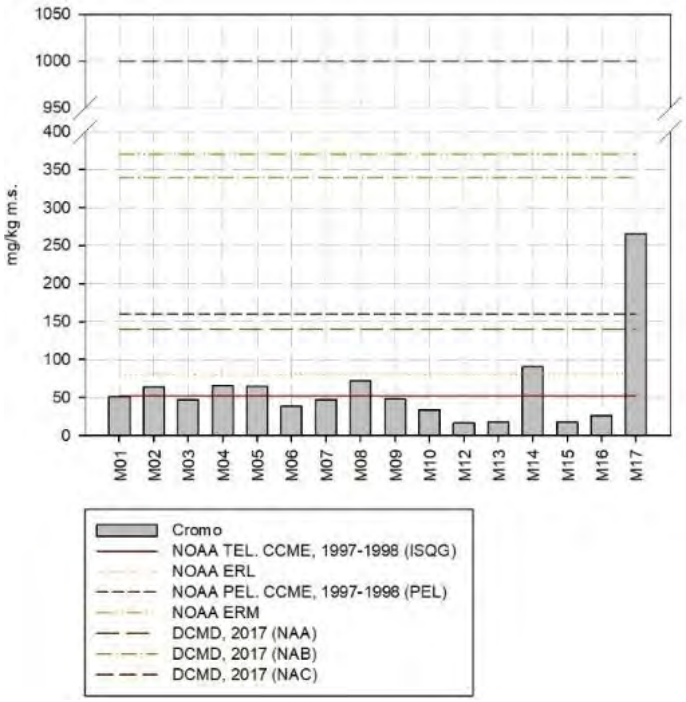
Cromo

El cromo es un metal pesado no esencial para la vida, con la posible excepción de su estado de oxidación +3, del cual no se conocen exactamente sus funciones. Puede producir un efecto toxicológico a elevadas concentraciones y dependiendo su forma química, con efecto carcinogénico y mutagénico, así como efectos perjudiciales sobre el sistema inmunológico, y provocar daño a órganos como los riñones e hígado.

La figura siguiente describe la concentración de cromo medido en la totalidad de muestras de sedimento analizadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de Cr en el sedimento



Los resultados de cromo de las muestras estudiadas oscilan entre 16,9 y 266 mg/kg.

Los valores no son dependientes ni del contenido en finos ni del contenido en materia orgánica ni de cualquier otro metal (p>0,05).

Por lo que se refiere a la comparación con los valores de referencia se observa que:

- 9 de las muestras (M03, M06, M07, M09, M10, M12, M13, M15 y M16) están por debajo del umbral TEL (Threshols Effects Level) y por tanto no se prevén efectos negativos.
- Las muestras M02, M04, M05, M08 y M14 se encuentra por encima del TEL y por debajo del umbral de efectos probables (Probable Effects Level o PEL), por los que los efectos negativos, aunque no ocurren frecuentemente, no se pueden descartar.
- Destaca la muestra M17 en Ceuta, que supera el supera el valor del Probable Effects Level (PEL), lo que implica la concentración de cromo en dicha muestra provocaría efectos adversos sobre la biota.

Es importante recalcar que en el estudio realizado por la Fundación CEIMAR en la zona (Estudio de calidad de aguas y sedimentos de febrero de 2020) se detectaron también valores altos de cromo en la zona de aterraje en Ceuta (entre 177 y 205 mg/kg).

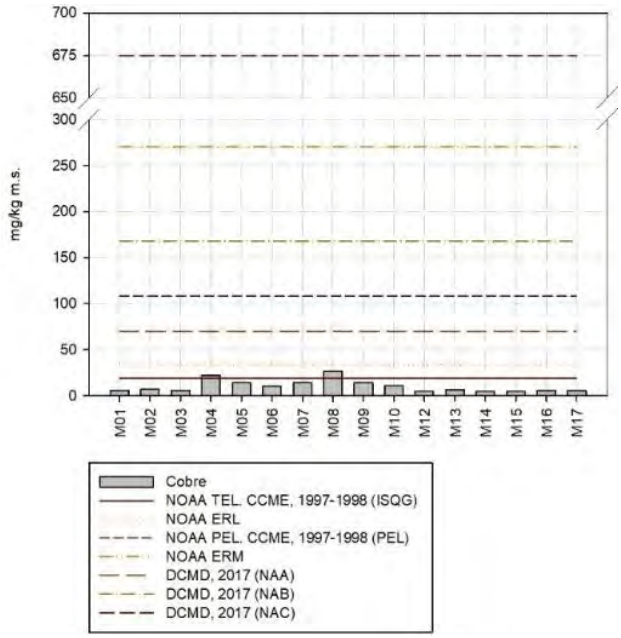
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cobre

El cobre es un metal considerado oligoelemento necesario entre otras cosas en la síntesis de la hemoglobina, formando parte de enzimas y como elemento esencial para la fotosíntesis. De manera natural se halla como metal libre o como compuestos diversos algunos de los cuales forman parte de organismos. Las fuentes antropogénicas de cobre del medio ambiente se relacionan muy estrechamente con la industria de la metalurgia, así como con su uso en cables y componentes electrónicos, o en formas no metálicas, como parte de abonos, pesticidas, pinturas y conservantes de la madera entre otros.

El cobre puede presentar efectos toxicológicos a elevadas concentraciones y determinadas condiciones del medio. Además, es un elemento que se bioacumula en los tejidos y se biomagnifica a lo largo de la cadena trófica.

La figura siguiente muestra la concentración de cobre de las muestras analizadas mostrando los límites considerados:



Concentración de Cu en el sedimento

Las concentraciones de cobre de las muestras de sedimento estudiadas oscilan entre 4,58 mg/kg de M14 y 26,7 mg/kg de M08.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los valores en el canal (mediana de 14 mg/kg) son más altos que en las zonas de plataforma y talud, (medinas de ≈5,5 mg/kg) debido a la correlación que tiene el contenido en Cu con la materia orgánica y los finos ($p<0,05$), que son más abundantes en las estaciones profundas del canal.

La concentración de cobre en 14 de las estaciones de muestreo estudiadas ha resultado inferior al límite umbral de efectos ecotoxicológicos (TEL) por lo que no se prevén efectos negativos. Únicamente las muestras M04 y M08 en el canal presentan concentraciones de cobre por encima del TEL, sin alcanzar el límite ERL (effects range low), por lo que los efectos negativos, sin ser probables, no pueden descartarse.

Mercurio

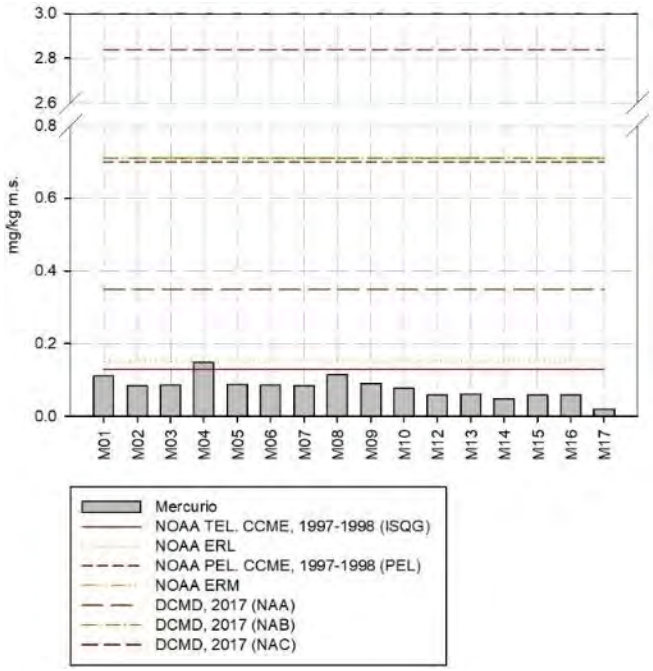
El mercurio es un oligoelemento no esencial que puede ser tóxico para la biota acuática en concentraciones elevadas. El mercurio existe en el medio ambiente en una amplia variedad de formas inorgánicas y orgánicas. La alta afinidad de Hg por ligandos orgánicos en partículas y coloides hace que Hg se transporte fácilmente a los sedimentos del lecho desde la columna de agua. Los sedimentos pueden actuar como una ruta importante de exposición a los organismos acuáticos.

A nivel toxicológico el mercurio presenta neuro y nefrotoxicidad, una alta capacidad de envenenamiento, capacidad de dañar el sistema inmunológico y órganos como la piel, ojos, pulmones o el tracto intestinal.

A continuación, se muestran las concentraciones de mercurio de las muestras estudiadas:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de mercurio en sedimentos



La concentración de mercurio en las muestras estudiadas oscila entre <0,04 mg/kg en M17 y 0,15 mg/kg en M04.

Los valores observados en Ceuta (mediana de 0,06 mg/kg) son significativamente ($p<0,05$) menores que los presentes en La Línea y el canal (medianas de 0,09 mg/kg en ambas localidades).

Todas las muestras estudiadas presentan concentraciones de mercurio inferiores al límite umbral de efectos (TEL), por lo que no se esperan efectos ecotoxicológicos negativos, excepto la muestra M04 que sobrepasa ligeramente dicho límite sin llegar a sobrepasar el ERL (effect range low) por lo que los efectos negativos, pese a no ser probables, no se pueden descartar.

Todos los valores excepto uno (M17) están por encima del Background Assessment Concentrations para Hg (0,045 mg/kg) definido en la Estrategia Marina Estrecho-Alborán.

Plomo

El plomo es un metal pesado no esencial, que puede hallarse en el medio ambiente de manera natural o antropogénica. De manera natural forma parte de minerales, principalmente la galena, y se halla en suelos, plantas y animales que lo han incorporado a través de la dieta. No obstante, la fuente principal de plomo al medio ambiente ha constituido históricamente en deposiciones

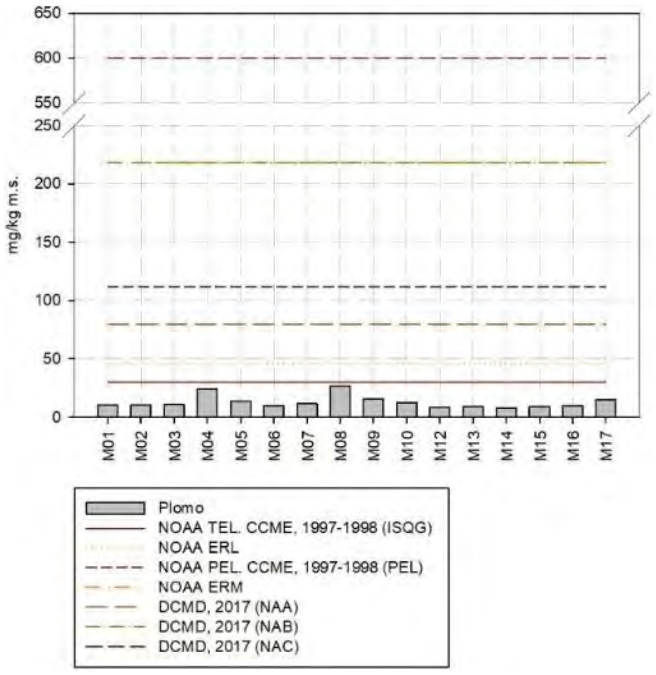
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

atmosféricas debido a su uso como aditivo de combustibles. Otras fuentes antropogénicas de plomo son la minería, o pinturas y baterías de las que forma parte. Como el caso del mercurio, el empleo de plomo se ha ido reduciendo en las últimas décadas al irse conociendo sus efectos sobre la salud humana.

A nivel toxicológico el plomo puede producir daños al sistema nervioso, a la fertilidad, los riñones, daño cerebral y, en humanos, enfermedades como la anemia, así como efectos mutagénicos.

A continuación, se muestra la concentración de plomo de las muestras analizadas.

Concentración en plomo del sedimento



La concentración de plomo de las muestras analizadas varía entre 8,0 en M14 y 27,1 mg/kg en M08.

Las concentraciones en La Línea son constantes, alrededor de 10,5 mg/kg. En el canal las concentraciones son en general mayores (mediana de 14 mg/kg) pero muy variables (entre 10 y 27 mg/kg) y en Ceuta los valores son parecidos a los de La Línea (mediana de 9 mg/kg) y se aprecia una concentración creciente a medida que nos acercamos a la costa.

Las concentraciones de plomo presentan buena correlación con el contenido de finos, excepto en la estación M17 en Ceuta, que presenta un enriquecimiento en plomo mayor del esperado por su contenido en finos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Todos los resultados obtenidos se hallan por debajo del límite umbral de efectos (TEL) por lo que no se prevén efectos eco toxicológicos negativos.

Todos los valores están por debajo del Background Assessment Concentrations para Pb (30 mg/kg) definido en la Estrategia Marina Estrecho-Alborán.

Zinc

El zinc es un metal traza esencial, ya que juega un papel importante en la producción de enzimas y proteínas, pero se vuelve tóxico a altas concentraciones.

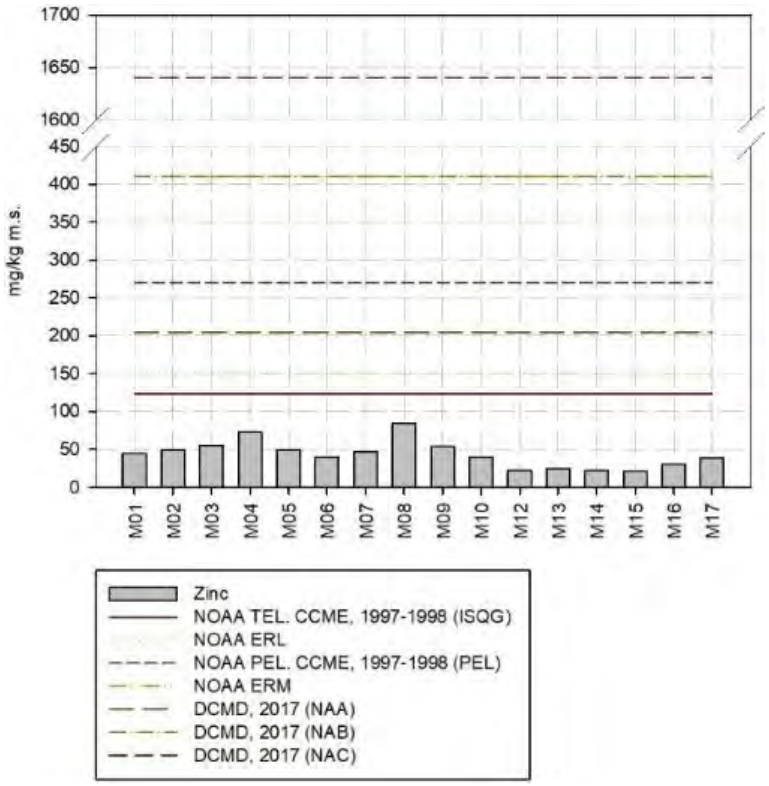
Llega a los sistemas acuáticos mediante deposición aérea o escorrentía superficial y presenta una fuerte afinidad por las partículas, particularmente los óxidos de hierro y manganeso y la materia orgánica, lo que facilita su deposición en sedimentos en asociación con estos materiales. Por lo tanto, los sedimentos actúan como una ruta importante de exposición al zinc para los organismos acuáticos.

A nivel toxicológico altas concentraciones de zinc pueden provocar daños nefrológicos, hemológicos, así como problemas cutáneos, oculares o respiratorios.

A continuación, se muestran los resultados analíticos relativos a la concentración de zinc en las muestras estudiadas:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de zinc en sedimentos



La concentración de zinc oscila entre 21,8 mg/kg de M15 y 84,5 mg/kg de M08 y presenta un patrón muy parecido al del plomo, elemento con el que está estadísticamente correlacionado ($p<0,05$). Así pues, presenta concentraciones en La Línea sobre los 50 mg/kg, valores en general mayores pero variables en el canal y valores menores, pero con tendencia a aumentar hacia la costa en Ceuta (mediana de 24 mg/kg).

Al igual que el Pb, el Zn está correlacionado ($p<0,05$) con el contenido en finos. Destacan las muestras M03 y en menor medida la M17 por su contenido relativamente alto de Zn en relación al contenido en finos.

Todos los resultados obtenidos se hallan por debajo del límite umbral de efectos (TEL) por lo que no se prevén efectos eco toxicológicos negativos.

Policlorobifenilos (PCBs)

Los Policlorobifenilos o PCB´s son usos de los principales compuestos representantes de la gran variedad de moléculas organohalogenadas elaboradas sintéticamente. Por tanto, no se hallan en el medio ambiente de manera natural, y su presencia indica claramente actividad humana. Su

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

biodegradabilidad es extremadamente baja, por lo que su persistencia en el medio es muy elevada.

Su incorporación en la red trófica provoca la bioacumulación y biomagnificación. Están clasificados como contaminantes orgánicos persistentes y pertenecen a la lista se sustancias prioritarias aprobada por el parlamento europeo (Decisión 2455/2001/CE)

Tradicionalmente han sido utilizados para distintos fines industriales como agentes plastificantes, ignífugos y aislantes. Se emplean también como insecticidas en la agricultura. A pesar de que actualmente su uso en ciertos sectores está prohibido, siguen formando parte de determinados equipos, fabricados de manera previa a la prohibición de su uso (p.e. como aditivos en aceites dieléctricos). La presencia de estos compuestos se relaciona principalmente con la actividad portuaria y al extenso uso de estos compuestos como lubrificantes y refrigerantes para motores.

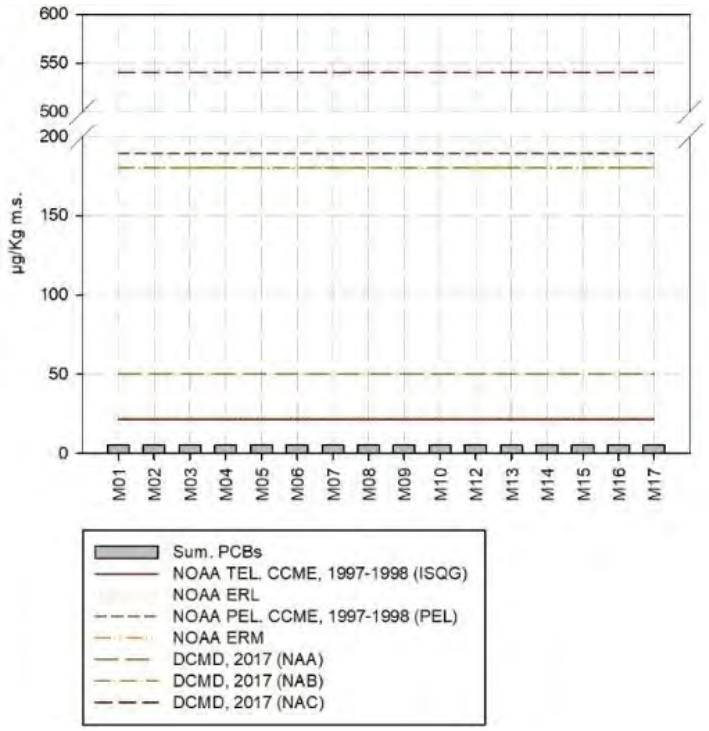
Los PCBs presentan efectos toxicológicos a nivel inmunitario, neurológico, reproductivo además de tener efecto carcinogénico y como disruptores endocrinos.

La concentración de PCBs en las muestras estudiadas se halla por debajo del límite de cuantificación del laboratorio para todas las muestras y congéneres estudiados y muy por debajo de los umbrales ecotoxicológicos considerados, como se puede ver en la figura siguiente.

La estrategia marina del Estrecho-Alborán utiliza también el TEL de la NOAA como valor de referencia eco toxicológico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de PCB en el sedimento



Hidrocarburos totales del petróleo (TPH)

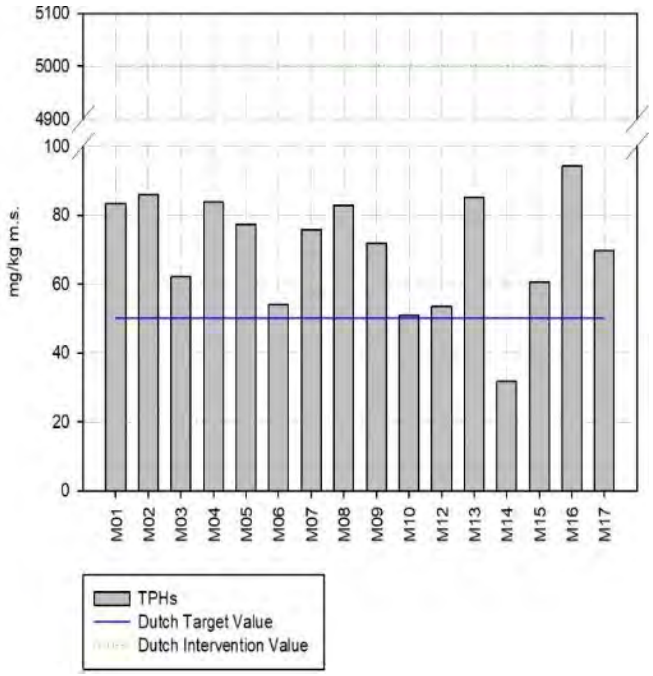
Los hidrocarburos del petróleo son un grupo extenso de compuestos orgánicos derivados del petróleo crudo. Pueden hallarse de manera natural en el medio, no obstante, elevadas concentraciones se relacionan con un origen antropogénico, generalmente por el uso de combustibles basados en el petróleo, que a causa de fugas o vertidos se incorporan al medio y acaban habitualmente sedimentando debido a su hidrofobicidad.

Los hidrocarburos del petróleo, tienen potencial efecto toxicológico a nivel del sistema nervioso, el sistema reproductivo, el sistema inmunológico, el hígado y los riñones además de efecto carcinogénico. La toxicidad depende de la duración e intensidad de la exposición y el componente exacto al que se está expuesto.

A continuación, se muestran los resultados de la concentración de TPHs en las muestras analizadas:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concentración de TPH en sedimento



La concentración de TPHs en las muestras analizadas oscila entre 31,7 mg/kg de M14 y 94,2 mg/kg de M16. Todas las muestras, a excepción de la muestra M14 superan el Dutch Target Value, pero se mantienen muy lejos del Dutch Intervention Value.

1.1.6.3 Conclusiones generales al vector sedimentos

El análisis de correlaciones realizado ha puesto de manifiesto que el % de finos y las concentraciones de m.o., Cu, Hg, Pb i Zn están significativamente correlacionadas ($p<0,05$) mientras que las concentraciones de Cr i Cd no correlacionan con ninguna otra variable.

El análisis detallado de las correlaciones del % de finos con las concentraciones de metales muestra que:

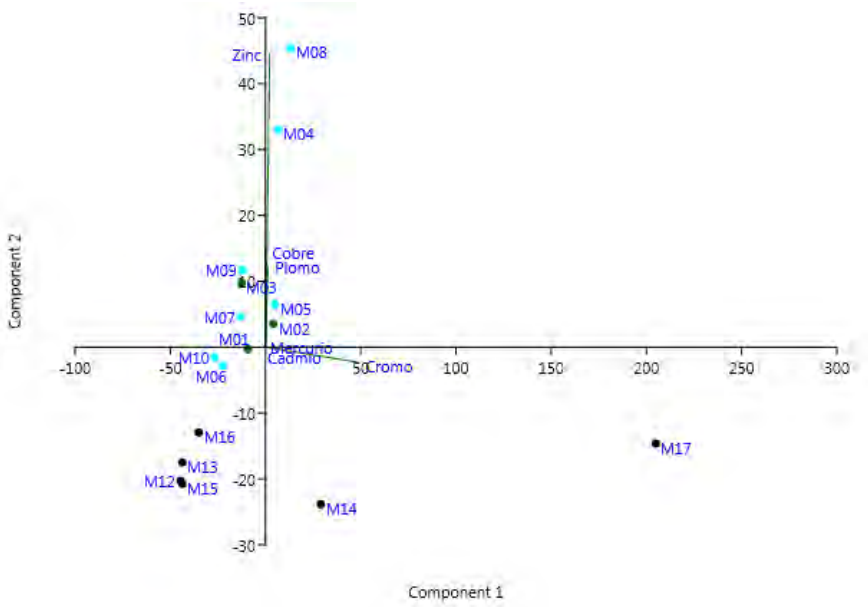
- La muestra M17 en Ceuta muestra una concentración relativamente alta de todos los metales excepto Cd y Hg.
- Las muestras M01 a M03 en La Línea muestran las concentraciones relativamente altas de Zn y Hg.

El análisis de componentes principales realizado muestra como las muestras del canal y La Línea se agrupan sobre todo en base al contenido en finos, que correlaciona muy bien con el contenido en Zn, Hg, Cu y Pb. Por su parte las muestras de Ceuta se caracterizan en general por una baja

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

concentración de metales (M12, M13, M15 y M16), y destacan M14 y sobre todo M17 por su alta concentración en Cr.

Análisis de componentes principales para metales en sedimento



Las concentraciones de m.o. son proporcionales al contenido en finos ($p<0,05$) y son las típicas para estas profundidades y no se evidencian casos de enriquecimiento por aportes desde la costa. Los valores de TPH registrados son variables a lo largo de la zona de estudio y no correlacionan ni con el contenido en m.o. ni en el de finos ($p>0,05$).

Por lo que refiere a la comparación con los límites ecotoxicológicos considerados, las concentraciones observadas son en general bajas, con excepción del Cromo en la muestra M17, en Ceuta que se encuentra en una concentración para la que se esperan efectos ecotoxicológicos adversos. Se recomienda realizar un seguimiento de este parámetro a lo largo de las fases del proyecto.

1.1.7 Análisis de las comunidades macrobentónicas

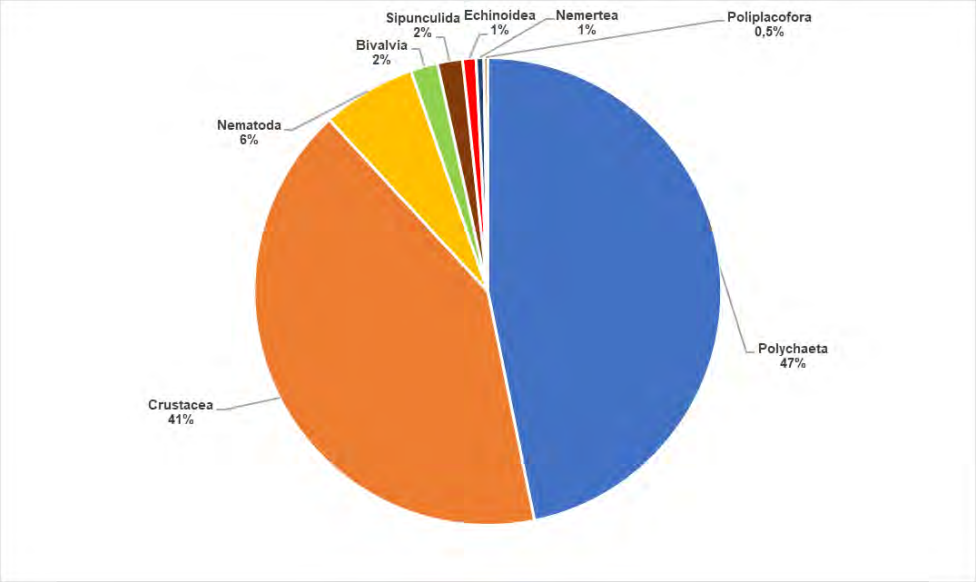
1.1.7.1 Identificación taxonómica

En el análisis taxonómico de la macrofauna bentónica se han separado e identificado un total de 737 organismos distribuidos entre 173 taxones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Como se observa en la siguiente figura, los dos grupos más importantes son los poliquetos y los crustáceos con el 47% y 41% del total de los organismos identificados. Entre los otros grupos destacan los nematodos que alcanzan el 6% del total de la abundancia. Los restantes grupos presentan una abundancia próxima o inferior al 2%.

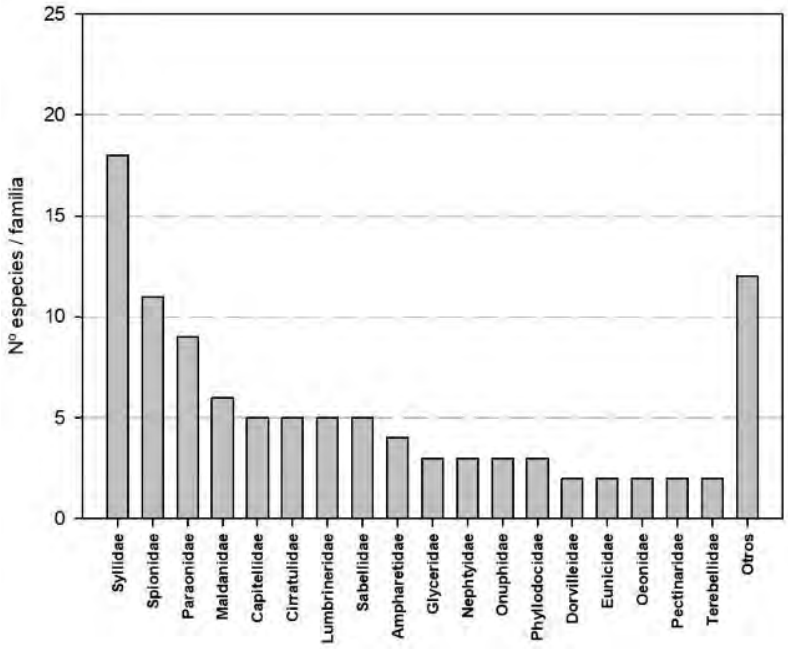
Composición taxonómica del conjunto de las estaciones



Entre los poliquetos (figura siguiente) la familia Syllidae, presenta el mayor número de especies o dicho de otra forma es la familia con más diversidad. Las familias Capitellidae, Spionidae, y Paraonidae son respectivamente la segunda, tercera y cuarta familia más importante, relativamente al número de especies.

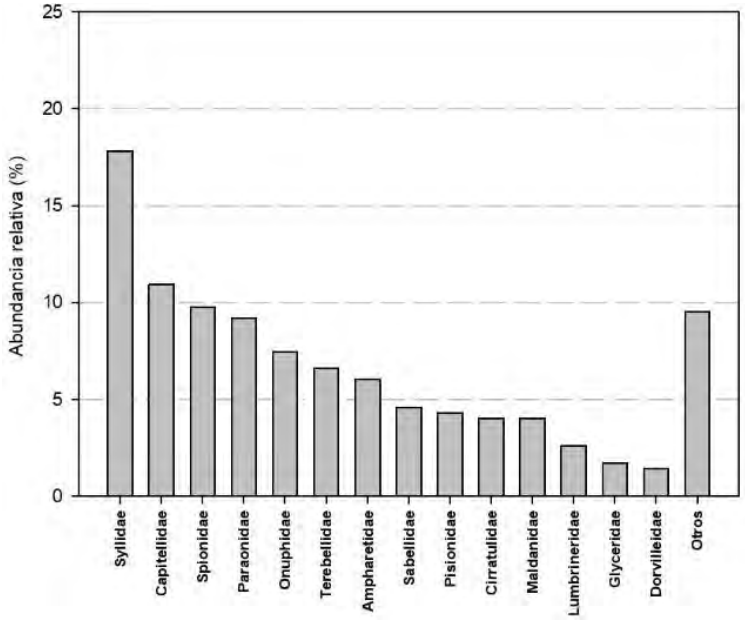
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Número de especies por familia de poliquetos



En cuanto a la abundancia relativa de cada familia, se observa que los sillidos alcanzan casi el 20% del total de los poliquetos, seguidos por los capitellidos (12%) y spionidos con poco menos del 10%. Cabe destacar que la mayoría de familias no alcanzan el 1% del total de la abundancia de los poliquetos.

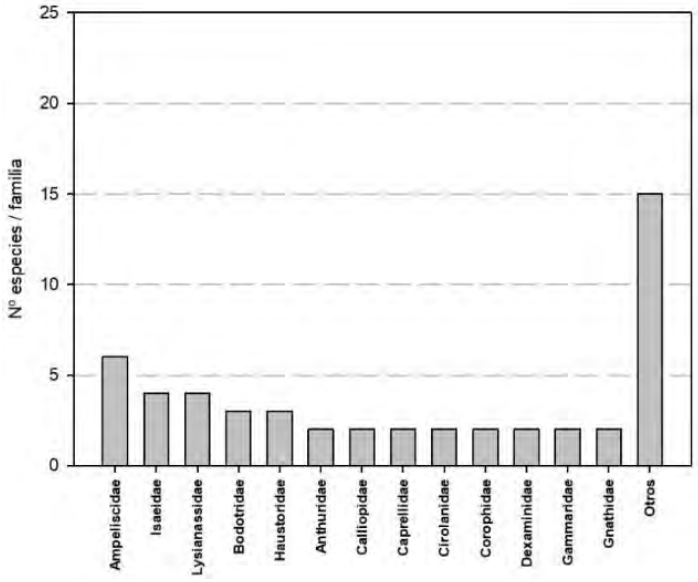
Abundancia relativa de cada familia de poliquetos



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Entre los crustáceos (figura siguiente), la familia Ampeliscidae ha resultado ser la más diversa, con 6 especies. Las familias Isaeidae y Lysianissidae incluyen cada una 4 especies. Cabe destacar que la mayoría de familias solo incluyen una especie y han sido representadas gráficamente en el grupo “otros”.

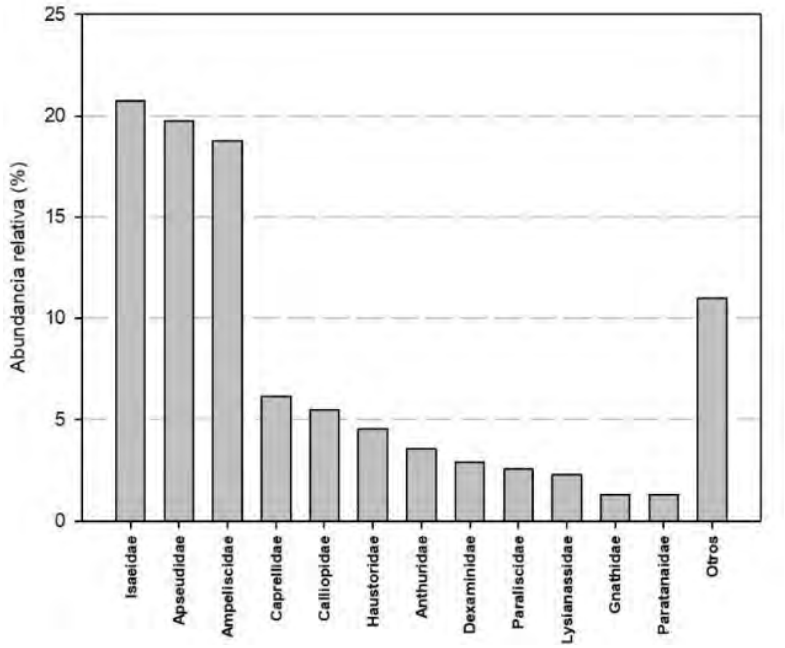
Número de especies por familia de crustáceos



En cuanto a la abundancia relativa de cada familia, se observa una clara dominancia de tres familias: Isaeidae, Apseudidae y Ampeliscidae (figura siguiente), qua alcanzan valores próximos cada una al 20% del total de los crustáceos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Abundancia relativa de cada familia de crustáceas



Composición cuali – cuantitativa de las muestras

La tabla con la composición cuali-cuantitativa de las muestras analizadas se presenta en el anexo VI.

1.1.7.2 Caracterización estructural de la comunidad macrobentónica

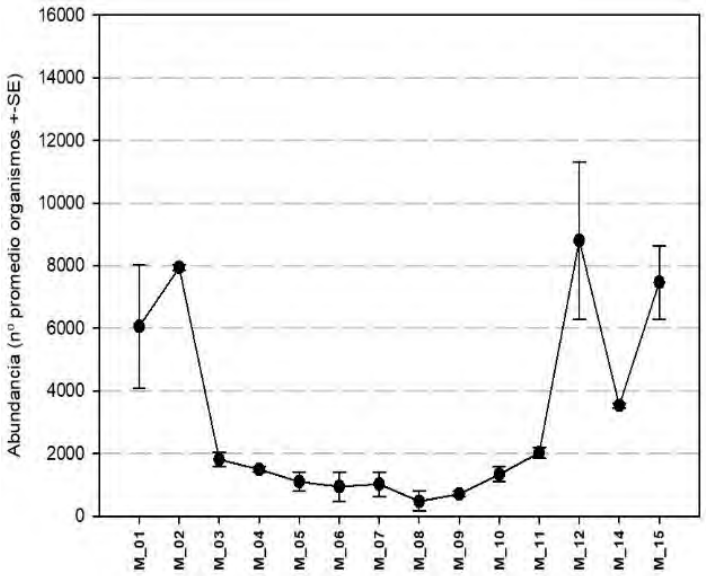
La caracterización de la comunidad macrobentónica se ha llevado mediante el análisis de los índices estructurales y a nivel de conjunto de la comunidad mediante el análisis multivariante.

Abundancia

El análisis de abundancia (organismos por metro cuadrado) indica que los valores más elevados de abundancia se observan en las estaciones menos profundas, con la excepción de la M12, como se observa en la siguiente figura.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Abundancia da especies macrobentónicas

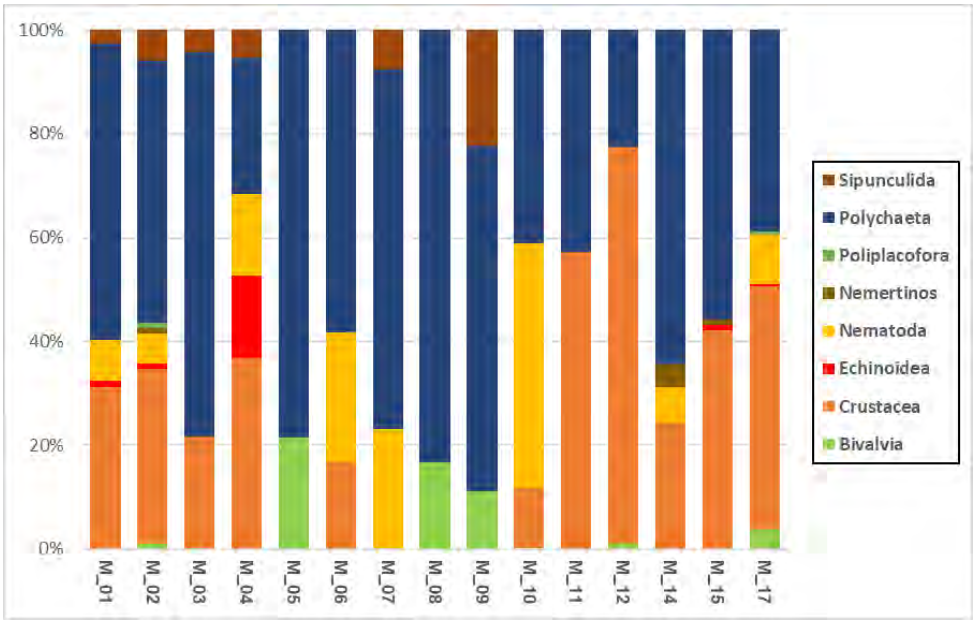


Estructura taxonómica

Analizando en detalle la estructura taxonómica de las estaciones de muestreo (figura siguiente), se observa como patrón general una dominancia de los poliquetos y crustáceos en proporciones variables según la estación analizada, con la excepción de la estación M10, donde los nematodos son el grupo más importante. Entre los restantes grupos destacan los sipunculidos y los bivalvos que alcanzan porcentajes variables entre poco más del 20% y poco menos del 5%. La presencia de otros grupos se puede considerar marginal debido al bajo porcentaje que alcanzan.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

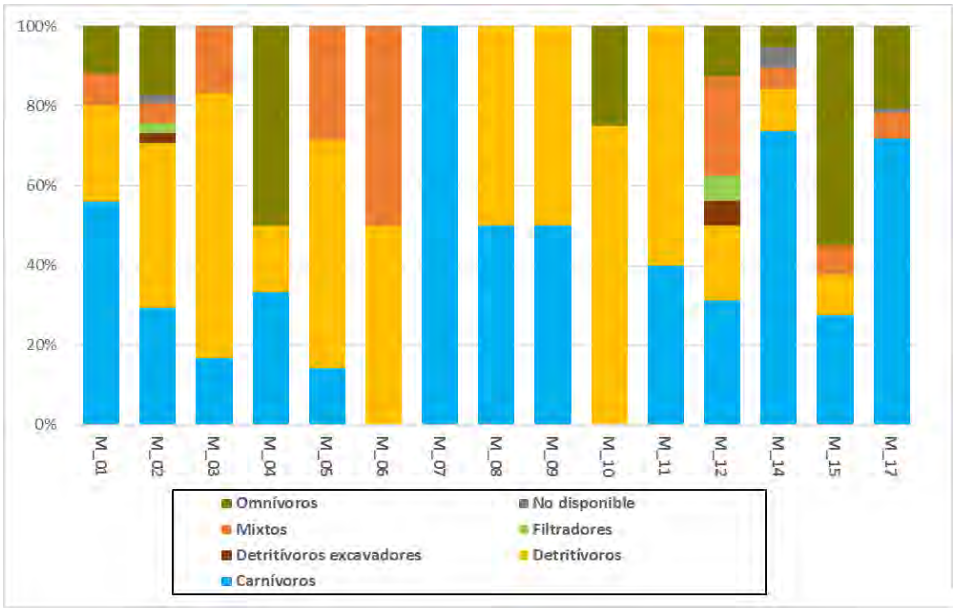
Grupos taxonómicos del macrobentos



Estructura trófica

En el caso de los grupos tróficos se observa como patrón general una dominancia de carnívoros y detritívoros (figura siguiente). Sin embargo, en varias estaciones los grupos omnívoros y mixto presentan porcentajes que se aproximan al 60% del total de los organismos identificados. Los restantes grupos se pueden considera marginales debido al bajo porcentaje que alcanzan.

Grupos tróficos de macrobentos

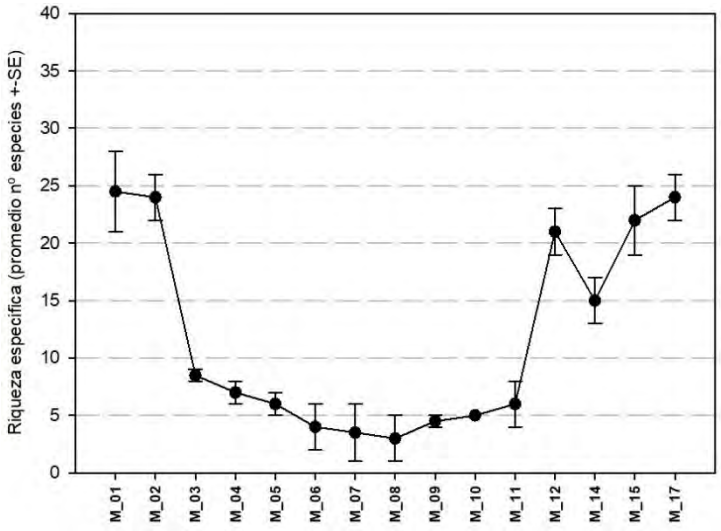


COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Riqueza específica

También en el caso de la riqueza específica, se han detectado los valores más elevados en las estaciones más someras, con la excepción de la estación M12 que, a pesar de localizarse a una profundidad próxima a los 400 metros, presenta valores similares a las estaciones someras.

Riqueza especifica

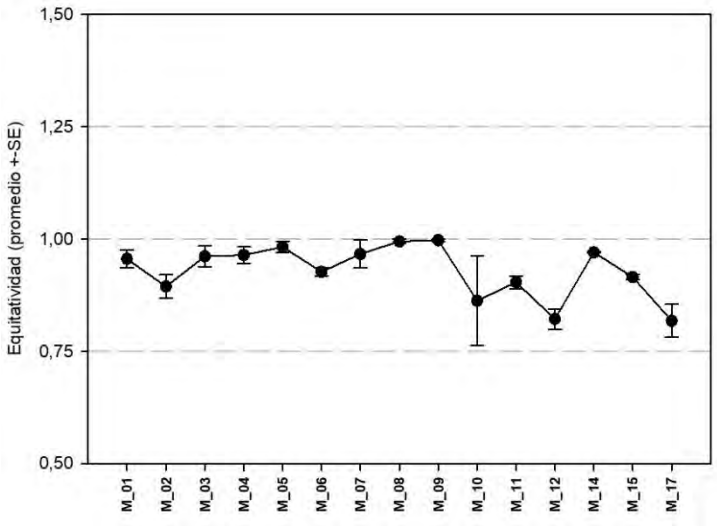


Equitatividad

Los valores obtenidos (figura siguiente) indican una distribución de las abundancias entre las especies que en términos generales se puede considerar homogénea en las estaciones más profundas mientras que, en las estaciones más someras, las abundancias relativas presentan diferencias importantes entre las especies. Como para los otros índices, la estación M12, presenta valores de equitatividad similares a las estaciones menos profundas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

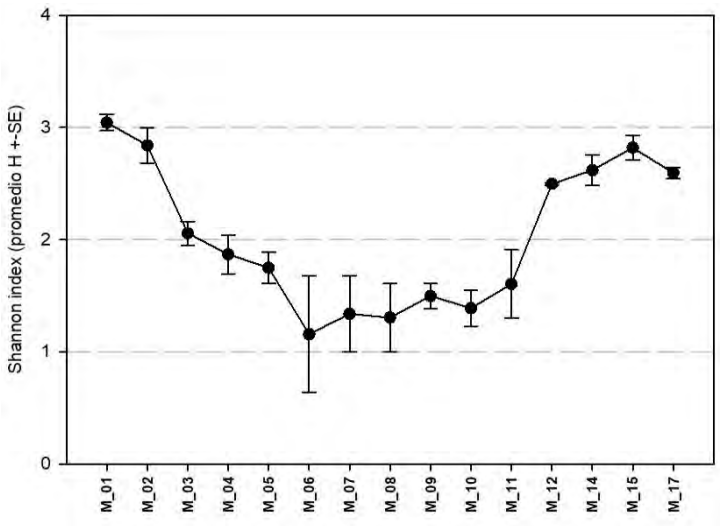
Equitatividad



Diversidad específica

El análisis de la diversidad específica, expresada mediante el índice de Shannon (figura siguiente), permite detectar gradiente de diversidad relacionado con la profundidad, con los valores más elevados en las estaciones someras y más bajos en las más profundas, con la excepción de la estación M12 que presenta valores de diversidad especifica similares las estaciones más someras. En términos generales, la diversidad de las estaciones someras y de la M12 se puede considerar alta.

Diversidad especifica

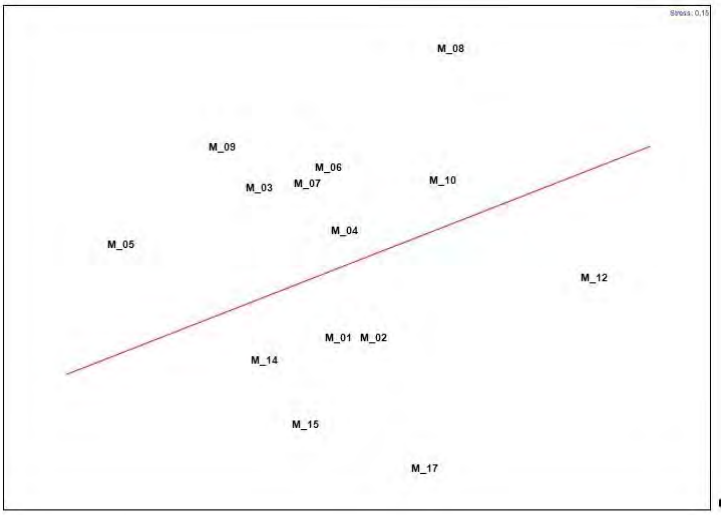


COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Análisis multivariante

Los resultados del análisis multivariante, indican que las estaciones de muestreo se agrupan por localización geográfica, de la que depende la composición y estructura taxonómica, como se observa en la siguiente figura. La excepción a este patrón sigue siendo la estación M12, que a pesar de localizarse a una profundidad próxima a los 400 metros se agrupa con las estaciones más someras.

nMDS. Matriz especies

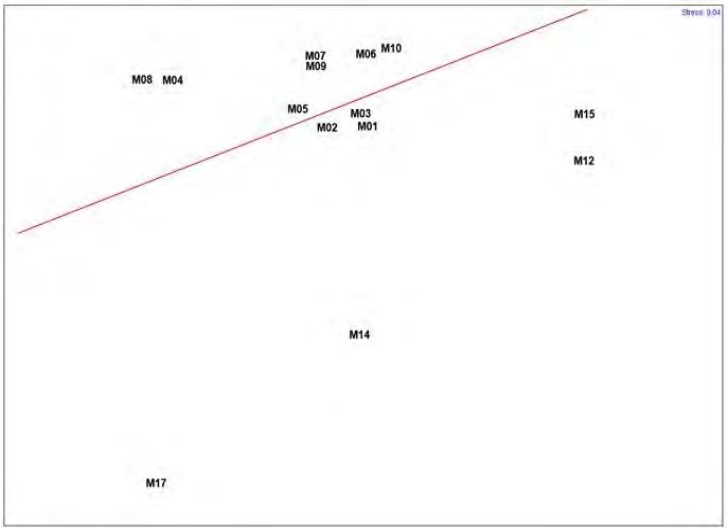


Los resultados del análisis BIOENV, indican que los parámetros que más afectan la estructura de la comunidad macrobentónica son la concentración de los metales pesados cromo y zinc, y el porcentaje de arenas gruesas, finas y del material que se incluye entre la categoría finos (partículas de sedimento que atraviesan el tamiz con luz de malla de 0,063 micras). El grado de relación entre la matriz taxonómica y de los 5 parámetros medioambientales, expresado mediante el coeficiente de Spearman se puede considerar medio (0,469).

La posterior ordenación llevada a cabo mediante el nMDS con la matriz de los 5 parámetros medioambientales que más afectan la estructura de la comunidad macrobentónica permite observar una cierta similitud con el nMDS que tiene como base la matriz de la composición especifica (figura siguiente), con una moderada separación entre las estaciones someras y profundas, con la estación M12 que sigue agrupándose con las estaciones más someras.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

nMDS. Matriz parámetros medioambientales



1.1.7.3 Conclusiones

El muestreo llevado a cabo para la caracterización de la macrofauna bentónica del área de estudio, indica que los poliquetos y crustáceos son los dos grupos taxonómicos más importantes, con más del 80%% del total de los organismos identificados. Los taxones identificados no se incluyen en ninguna categoría protegida.

Entre el grupo de los poliquetos destaca, por importancia en términos de abundancia la familia Syllidae, que suele estar asociada a sedimentos detríticos. Sin embargo, la presencia de otras familias que presentan abundancias elevadas (Capitellidae, Spionida y Paraonidae) indican que el fondo marino de la zona de estudio también se caracteriza por un surplus de materia orgánica, que refleja la presencia de una fracción importante de finos en el sedimento. Estas características también explicarían la abundancia de dos géneros de crustáceos anfípodos *Amplelisca* y *Photis,* que se encuentran asociados a fondos sedimentarios fangosos. Entre las especies más abundantes, destaca también el crustáceo tanaidaceo *Apsuedes latreillei*, en la estación M17, cuyo sedimento se caracteriza por las elevadas fracciones de sedimento grueso y fino.

En términos generales el análisis taxonómico revela la presencia de especies asociadas a fondos blandos de arenas medio finas, mezcladas con restos bioclásticos (principalmente restos de bivalvos y crustáceos), con un importante exceso de materia orgánica. Estas características se ven reflejadas en la estructura trófica de la comunidad macrobentónica, con una clara dominancia de especies detritívoras y carnívoras. La presencia de un sedimento heterogéneo también podría explicar la dominancia o la elevada abundancia en algunas estaciones de muestreo del grupo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

trófico de los omnívoros, que poseen un espectro trófico muy amplio que permite aprovechar una gran variedad de recursos.

Como era de esperar, los principales índices analizados para describir la estructura ecológica de la comunidad macrobentónica de zona de estudio, presentan los valores más altos en las estaciones menos profundas, donde en general hay una mayor disponibilidad de recursos tróficos. Sin embargo, en el presente estudio se ha encontrado como excepción la estación M12, que, a pesar de localizarse a una profundidad próxima a los 400 metros, presenta valores de abundancia, riqueza y diversidad especificas próximos a las estaciones someras. Esto indicaría que existen otros factores además de cota batimétrica, que controlan la disponibilidad de recursos tróficos en las zonas profundas de la zona de estudio, como se puede deducir de los resultados de la rutina BIOENV donde se han relacionado las características del sedimento, la presencia de metales pesados y TPHs con la estructura de la comunidad macrobentónica. El valor próximo a 0,5 del coeficiente de Spearman, indica que existe un discreto grado de relación entre las principales variables medioambientales (dependientes parcialmente de la profundidad) y la estructura de la macrofauna bentónica, hecho también deducible de la similitud de las dos ordenaciones obtenidas con las matrices de abundancia específica y de las variables medioambientales.

Como era de esperar las variables medioambientales que mejor explican la estructura de la macrofauna bentónica están relacionadas con porcentajes medios de sedimento grueso (entre los cuales se incluyen los restos bioclásticos) y porcentajes elevados de sedimentos finos, además de la concentración de dos metales pesados (zinc y cobre). El valor inferior a 0,5 del coeficiente de Spearman también se puede interpretar como la existencia de otros factores, que en el presente estudio no se han analizado, que intervienen en la estructuración de la comunidad macrobentónica.

Entre los factores principales a considerar, las peculiares condiciones hidrodinámicas, determinadas por la localización de las estaciones de muestreo, son posiblemente las más importantes. Cabe destacar que la zona de estudio se caracteriza por la presencia de fuertes corrientes debidas a las mareas y a la mezcla de aguas con diferentes densidades.

El conjunto de los resultados indica que la comunidad macrobentónica analizada presenta una estructura ecológica relativamente compleja, determinada por las características físico químicas del sedimento y por la localización geográfica del área de estudio.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1.1.8 Comunidades observadas en la zona de estudio

1.1.8.1 Introducción

La clasificación de los hábitats marinos es una herramienta necesaria para su correcta gestión, valorización y conservación. La necesidad de una clasificación de los hábitats surge de múltiples factores, que pueden referirse al establecimiento de regulaciones, de protección, la creación de un inventario de hábitats en una región, país o área biogeográfica o el monitoreo de la biodiversidad.

La caracterización y delimitación de cada una de las comunidades presentes en la zona de estudio se ha basado en la siguiente información:

- Sonometría e interpretación de los materiales del fondo marino realizados durante la campaña geofísica de la empresa MMT. Esta interpretación ha distinguido cuatro tipos de sustrato: arcillas, arenas, de arenas gravosas a gravas arenosas y roca.
- Sonometría e interpretación de la morfología del fondo marino realizados durante la campaña geofísica de la empresa MMT. Esta interpretación ha distinguido 10 categorías de elementos morfológicos: ripples, mega ripples, olas de arena (sand waves), bolos ocasionales, bolos numerosos, depósitos de transportes masivos de materiales, marcas de corrientes, depresiones, zonas de vertido de gravas y marcas de pesca de arrastre.
- Mapa de isopacas (profundidad del sedimento) generado por MMT según datos de su campaña geofísica con *Sub Bottom Profiler*.
- Visionado de los transectos de vídeo y análisis del sedimento y la fauna bentónica.

Para la clasificación de los hábitats se ha utilizado el sistema jerárquico EUNIS (tabla siguiente), que como se puede observar a continuación tiene en cuenta verticalmente la profundidad (penetración de la luz) y las condiciones hidrodinámicas y horizontalmente el tipo de fondo (sustratos blandos y duros o rocosos).

Clasificación EUNIS de hábitats

Zona		Sustrato					
		Roca		Blando			
		Roca*	Hábitat biogénico	Gravas	Mixto	Arena	Fango
Zona fótica / Gradiente afótico	Litoral	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MA6
	Infra litoral	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	MB6
	Circalitoral	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
Gradiente	Circalitoral inferior	MD1	MD2	MD3	MD4	MD5	MD6

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

	Batial superior	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6
	Batial inferior	MF1	MF2	MF3	MF4	MF5	MF6
	Abisal	MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6

Para la clasificación de los hábitats se pueden emplear diferentes aproximaciones metodológicas, dependiendo de la resolución espacial necesaria y del nivel jerárquico requerido.

En las comunidades someras, las técnicas de muestreo tanto directo como indirecto (geofísica) fueron más intensas y precisas, y tanto la información bibliográfica como el conocimiento general de las comunidades es mayor (existe abundante bibliografía de las zonas estudiadas, se conoce el valor indicador de las especies presentes, etc.

En el caso de las comunidades profundas, la información obtenida tanto con métodos directos (drop cámara, muestreo) como indirectos (geofísica) es menos intensa y el nivel de conocimiento general de las comunidades es menor.

Es por esto que los indicadores utilizados para valorar las comunidades, el nivel de detalle en las descripciones y consecuentemente los descriptores asociados no tienen por qué ser exactamente iguales en las comunidades someras y en las profundas.

En ambos casos de considerar que el nivel de información obtenida es suficiente para la descripción y valoración de los hábitats y en última instancia para la valoración de los impactos que el proyecto pudiera ocasionar.

1.1.8.2 Comunidades someras

Comunidades identificadas

MA551: Biocenosis de arenas supralitorales mediterráneas

Esta biocenosis corresponde a la playa superior humedecida por el mar, únicamente durante las marejadas. Esta humedad es producto de dos conjuntos de fenómenos. Así, a nivel de la superficie, la humedad es causada por la pulverización salada por la ruptura de las olas en la costa, que es la causa principal de la salinidad de la arena y la humedad del aire nocturno. Esta humificación solo afecta a los 2 o 3 centímetros superiores y desaparece rápidamente bajo la acción del sol. En el segundo fenómeno, que afecta al sustrato en profundidad, la arena está húmeda debido a la proximidad del agua subterránea, de elevada salinidad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El sedimento en el que aparece esta comunidad es granulometría muy variable, desde fango hasta arena gruesa. En general, no existen macrófitos, debido a que no pueden fijarse en un sedimento móvil, y la diversidad y la abundancia de fauna son escasas por la dureza de las condiciones ambientales.

Esta comunidad se ha observado en ambos aterrajes, tanto en La Línea como en Ceuta. En este último caso se encuentra asociada a la comunidad MA352: Biocenosis de detritus gruesos mediolitorales mediterráneos.

MA352: Biocenosis de detritus gruesos mediolitorales mediterráneos

Hábitat mesolitoral de las playas con gravas, piedras y guijarros, con una extensión vertical que suele ser reducida. Entre estos detritos quedan retenidos restos vegetales arrojados a la playa por el oleaje.

Esta zona presenta períodos de inmersión alterna en marea alta y emerge durante la bajamar. La amplitud de marea puede marcar franjas que varían desde varios centímetros a varios metros de ancho en la playa.

El hábitat puede presentar variaciones de acuerdo con: el tamaño granulométrico en el sustrato, la hidrodinámica y la cantidad y calidad de los restos detríticos arrojados a la playa.

La dinámica de la población varía según la humectación del medio y, especialmente, por el nivel de energía de las olas, ya que la hidrodinámica es el vector principal que influye en el grado de humedad y en la calidad y cantidad de detritos presentes que son consumidos por la fauna presente. Una elevada hidrodinámica conlleva la presencia de sedimento más grueso.

Esta comunidad tiene unos límites difíciles de apreciar, debido a la escasa amplitud de las mareas en el Mediterráneo y a que el grado de humectación no sólo depende de la acción de las olas o de las mareas, sino de la capacidad de retención de agua del sedimento, que está en función de la granulometría. Las especies de esta comunidad son principalmente detritívoras y se alimentan de las arribazones, que también les proporcionan refugio y humedad. En las zonas más húmedas, bajo los cantos y las gravas, aparecen algunos anfípodos (*Echinogammarus olivii* y *Allochestes aquilinus*) e isópodos (*Sphaeroma* serratum) y, en ocasiones, el decápodo ubiquista el cangrejo corredor (*Pachygrapsus marmoratus*). Los moluscos mejor adaptados son los gasterópodos *Gibbula divaricata, G. rarilineata* y el poliplacóforo *Chiton olivaceus*. En ocasiones, aparecen el poliqueto *Perinereis cultrifera* y los oligoquetos *Pontodrilus littoralis* y *Enchytraeus albidus*.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Esta comunidad está presente sobre todo en el sustrato sedimentario mediolitoral de las zonas Ceuta Norte y Ceuta Sur, entre las cotas +1,1 m y 0 m.

MA552: Biocenosis de arenas mediolitorales mediterráneas

Las características del fondo son muy similares a las de la comunidad de las arenas supralitorales (con una granulometría desde arena gruesa a arena fina), pero el grado de humectación es mayor en este piso. Esta franja es estrecha en el Mediterráneo, por la escasa amplitud de las mareas.

Las especies que caracterizan esta comunidad en las costas españolas son los poliquetos *Ophelia bicornis* (sobre todo en arenas gruesas) y *Nerine cirratulus* (en arenas finas), el isópodo *Eurydice affinis* (más común en arenas calcáreas) y el molusco bivalvo *Donacilla cornea*. En algunos lugares es muy común el poliqueto *Nereis diversicolor*.

Las arenas mediolitorales están caracterizadas por los anélidos *Ophelia radiata* y *Scolelepis squamata*, el crustáceo isópodo *Eurydice affinis* y el molusco pelecípodo *Donacilla cornea*.

Las arenas gruesas fomentan el asentamiento de *Ophelia radiata* y las arenas finas de *Scolelepis squamata*, mientras que Donacilla cornea a menudo evita las arenas calcáreas.

Esta comunidad está presente en la playa arenosa de La Línea de la Concepción y se extiende aproximadamente desde la cota 1,1 m hasta la cota 0 m bajamar viva máxima equinoccial (BVME).

MB551: Biocenosis de arenas finas de superficie mediterráneas

Estas asociaciones se producen en aguas muy poco profundas con fondos marinos, caracterizados por arenas finas, generalmente con granulometría homogénea y de origen terrígeno.

Se sitúa por debajo de las playas de arena, sometidas al oleaje, en la zona sumergida hasta los 3 ó 4 m de profundidad. Al igual que en otras comunidades de fondos de arena, no aparecen macrófitos y la macrofauna dominante vive en el sedimento (endofauna), no sobre él.

Las especies características son los bivalvos, como la coquina (*Donax trunculus*), la chirla (*Chamelea gallina*), la bicuda (*Venerupis aurea*), el berberecho (*Cerastoderma edule*) y el corruco (*Acanthocardia tuberculata*), todas de interés comercial, y otros, como varias especies de Tellina, *Lentidium mediterraneum* y *Psammocola depressa*. Son frecuentes los gasterópodos *Cyclope*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

neritea y *C. donovani,* algunos poliquetos, como *Glycera convoluta*, y muchos crustáceos que se mueven entre esta comunidad y las inferiores, como el isópodo *Idotea basteri*, el cumáceo *Iphinoe inermis*, y los decápodos *Diogenes pugilator* (cangrejo ermitaño) *y Portumnus latipes*.

Esta comunidad está presente en la playa arenosa de La Línea de la Concepción y se extiende aproximadamente desde la cota 0 m hasta la cota -4 m donde la influencia del oleaje, principalmente de levante, se deja sentir sobre el fondo.

MB552: Biocenosis de arenas finas mediterráneas bien calibradas

Se presenta en la misma zona que la comunidad de arenas finas, pero a una mayor profundidad, donde la incidencia del oleaje es menor. El sedimento es generalmente de granulometría homogénea y de origen terrígeno. La biocenosis comienza alrededor de -2-2,5 metros y puede alcanzar una profundidad de -25 metros; a veces ocupa vastas áreas a lo largo de las costas o en amplias bahías.

Se asienta sobre un sedimento de grano muy homogéneo, en algunas ocasiones ligeramente fangoso, con un origen terrígeno, ya sea por disgregación de la roca litoral o por los aportes fluviales.

El hidrodinamismo es relativamente intenso, por lo que el sedimento está muy lavado y desprovisto de materia orgánica superficial, lo que hace que la diversidad y abundancia de organismos no sea muy alta.

Esta comunidad puede tolerar agua con una salinidad ligeramente inferior a la normal, lo que produce una reducción de la diversidad o la aparición de especies eurihalinas. Las algas y las fanerógamas marinas faltan por completo y hay una gran abundancia de moluscos bivalvos. Es una de las comunidades con un porcentaje de especies características exclusivas más elevado.

Entre la fauna más característica de esta comunidad se hallan el antozoo *Cerianthus membranaceus*, los bivalvos *Acanthocardia tuberculata, Tellina spp., Mactra corallina, Solen marginatus* y *Ensis siliqua*, que son prácticamente exclusivos, y otros que pueden aparecer en otras comunidades, como *Venus verrucosa, Chamelea gallina, Venerupis spp., Psammocola depressa, Cerastoderma edule, Donacilla cornea, Ensis ensis* y *Callista chione*. Los gasterópodos no son tan abundantes y diversos, pero hay varias especies características, como *Turritella turbona, Neverita josephinia, Bolinus brandaris* y *Nassarius spp*.

Hay varios poliquetos comunes, pero ninguna especie es exclusiva de esta comunidad. Los crustáceos más representativos de esta comunidad son *Penaeus kerathurus* (langostino),

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Philocheras monacanthus, Diogenes pugilator, Portumnus latipes, Crangon crangon y *Macropipus barbatus*. Entre los equinodermos, se encuentran varias estrellas del género Astropecten, los erizos *Echinocardium cordatum* y *Brissus unicolor*, y las holoturias *Holothuria polii* y *H. tubulosa*. Son muy frecuentes algunas especies de peces, especialmente los peces planos como el rémol (*Scophthalmus rhombus*) y el tapaculos (*Bothus podas*).

Está presente en La Línea de la Concepción y en Ceuta Sur. En el primer caso se extiende desde la cota -2/-4 m, hasta la cota -30/-35 m. En Ceuta sur de extiende desde la cota -10 m hasta a la cota -28 m, en el extremo sur-occidental del área de estudio. En ambos casos se produce un enfangamiento progresivo por la reducción de la hidrodinámica con la profundidad. Cuando el sedimento presenta un porcentaje de finos superior al 5-10% se podría considerar una facies enfangada de esta comunidad u otra comunidad bentónica diferenciada, comunidad de las arenas fangosas en ambiente calmo.

MB45: Sedimentos mixtos infralitorales mediterráneos

En relación con esta última comunidad de arenas fangosas en ambiente calmo, se ha de señalar que la clasificación EUNIS no cataloga ninguna comunidad de arenas enfangadas, por ello se ha incluido este hábitat en esta categoría MB45.

A mayor profundidad, o en zonas con elevados aportes terrígenos, la comunidad de arenas finas bien calibradas da paso, según el punto 6 “Las comunidades marinas” del documento “Identificación de las áreas compatibles con la figura de “Parque Nacional” en España”, a la comunidad de las arenas fangosas en ambiente calmo que, a su vez, sirve de transición entre la comunidad de arenas finas bien calibradas y la de los fangos terrígenos de plataforma.

Generalmente se encuentra en la zona superior del piso infralitoral, aunque también puede aparecer a mayor profundidad, en zonas de bajo hidrodinamismo, como lagunas costeras o bahías protegidas, donde se acumulan fangos y limos junto con la arena y, en ocasiones, algunos cantos dispersos. Es una comunidad más pobre que la que se instala sobre las arenas no fangosas, especialmente en cuanto a la endofauna se refiere. La diversidad de especies aumenta si aparece vegetación.

Una de las facies de elevado interés, considerada frecuentemente como comunidad, es la formada por las praderas de la fanerógama la broza (*Zostera noltii)*, que se instala sobre fondos someros en las lagunas costeras y en zonas muy protegidas del hidrodinamismo y sometidas a grandes variaciones de salinidad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Pueden aparecer de forma dispersa algunos haces de las fanerógamas como la seba (*Cymodocea nodosa)*, sin formar una verdadera pradera, y las algas *Caulerpa prolifera*, *Halimeda tuna, Laurencia pinnatifida, Udotea petiolata* o *Padina pavonica*, si encuentran algún sustrato duro donde anclarse y el agua alcanza temperaturas relativamente altas.

Otra facies característica de esta comunidad es la del alga ya citada *Caulerpa prolifera, que r*equiere aguas cálidas y de bajo hidrodinamismo. Se instala desde fondos fangosos hasta fondos de arenas gruesas o gravas, y es capaz de tolerar ambientes algo inestables y sedimentos reductores.

Caulerpa prolifera puede formar grandes praderas, y suele estar presente en aguas eutrofizadas, por lo que la comunidad asociada a ella es mucho más pobre que las de las fanerógamas Posidonia oceanica, *Cymodocea nodosa* o *Zostera noltii*. La fauna es menos diversa que en las comunidades sin fango, y son comunes los gasterópodos *Bittium reticulatum, Nassarius costulatus, Bulla striata, Cerithium vulgatum* y C*. rupestre, los bivalvos Cerastoderma edule, Tellina planata* y *Venerupis spp*., el antozoo *Cerianthus membranaceus*, poliquetos de distintas familias (terebélidos, sabélidos, maldánidos), y numerosos crustáceos, como *Carcinus mediterraneus, Penaeus kerathurus, Clibanarius misanthropus* y *Upogebia pusilla*. Los equinodermos más comunes son las holoturias (*Holothuria polii* y *H. tubulosa*).

Está presente en La Línea de la Concepción y en Ceuta Sur. En el primer caso se extiende desde la cota -30 m hacia cotas inferiores. En Ceuta sur de extiende desde la cota -15 m hacia cotas inferiores en el extremo meridional del área de estudio, aumentando esta acota hacia el Este. En el extremo oriental de la zona de estudio, donde la corriente está más patente, comienza a partir de la cota -50 m.

MC351: Biocenosis de fondos detríticos costeros medmediterráneos

Estas comunidades se encuentran en un sustrato cuya naturaleza varía ampliamente y depende en gran medida de la tipología de la costa cercana y de las formaciones infralitorales cercanas. Esto implica que los sustratos a veces pueden ser gravas y arenas procedentes de rocas locales predominantes, a veces restos de conchas de varios moluscos, a veces restos de briozoos ramificados o restos de algas el género Melobesiae. Los intersticios entre estos diversos componentes están parcialmente cubiertos por una mayor o menor proporción de arena y lodo.

La porción fangosa suele ser inferior al 20%, pero existen varios tipos más o menos fangosos. Si la deposición de sedimentos finos es elevada, los fondos detríticos costeros desaparecen y son reemplazados por los fondos de fangos detríticos o los fondos de fangos terrígenos de plataforma. La fragmentación de los detritos no se debe a la hidrodinámica siempre, sino también

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

a la acción de los organismos que atacan la piedra caliza (*Cliona spp., Polydora spp., Pelecypoda litofaga*, etc.).

Ocupa una gran parte de la plataforma continental (desde unos 30 a 100 m de profundidad), aunque pueden aparecer a menor profundidad a consecuencia de la disgregación del sustrato rocoso por acción del oleaje, como ocurre en Ceuta Sur, o por la presencia de altas densidades de moluscos bivalvos cuyas conchas, una vez muertos, pasan a formar parte del sedimento que habitan (obs. pers).

Esta comunidad posee una alta diversidad y abundancia de organismos, y en ella pueden aparecer numerosas facies, como la de algas rojas calcáreas (*Phymatholiton calcareum* y *Lithothamnion corallioides*), en zonas con corrientes de fondo relativamente intensas y constantes; la facies *de Laminaria rodriguezi*i, una especie endémica del Mediterráneo que se halla en las islas Baleares y Columbretes y algunas zonas del litoral catalán (a partir de 50-70 m de profundidad, pudiendo llegar a más de 100 m en aguas muy transparentes); la de *Osmundaria volubilis*, rodofícea característica de las islas Baleares y Columbretes (entre 30 y 50 m); la de peisoneliáceas libres (*Peyssonnelia rosa-marina y P. borneti*), que proliferan sobre los fondos de fango, en las bocas de las bahías abiertas; la facies de ascidias (Microcosmus sp. o *Ascidia conchilega*), entre 25 y 100 m; la de grandes briozoos ramificados (*Turbicellepora avicularis, Pentapora fascialis* y *Porella cervicornis*), que se fijan sobre elementos más gruesos del sedimento; la de *Neopycnodonte cochlear*, un bivalvo que puede formar densos agregados, y la facies de equinoideos, caracterizada por la presencia de los erizos *Psammechinus microtuberculatus*, *Sphaerechinus granularis* o *Spatangus purpureus*.

Además de las especies que forman estas facies, la comunidad de los fondos detríticos costeros tiene una composición específica característica donde dominan las algas y los equinodermos, sobre todo donde los detritos tienen mayor porte.

Los fondos detríticos constituidos por arenas y gravas detríticas suelen estar carentes de vegetación y presentan menor riqueza faunística. Es decir, cuando los detritos son de mayor porte y más estables, suelen aparecer especies típicas de sustrato rocoso, mientras que en los detritos arenoso/gravosos, aparece fauna intersticial típica, más común de los fondos sedimentarios.

Entre las algas se encuentran, además de las especies citadas, *Cryptonemia tunaeformis* y *Lithothamnion fruticulosum*. Hay una gran diversidad de animales, como esponjas (*Cliona viridis, Hemimycale columella, Spongia agaricina*), hidrozoos (*Aglaophenia acacia*), ceriantarios (*Cerianthus membranaceus*), gorgonias (*Lophogorgia spp., Paramuricea clavata, Eunicella spp*.,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

entre otras), gasterópodos (*Bolma rugosa, Turritella turbona, Charonia lampas*), bivalvos (*Pinna nobilis, Chlamys varia, Tapes decussatus, Venus spp.*), poliquetos (*Hyalinoecia tubicola* y *Sabella spallanzanii*), decápodos (*Calappa granulata, Dardanus calidus, Paguristes oculatus, Maja spp*.), briozoos (*Pentapora fascialis, Caberea boryi, Rynchozoon neapolitanum*, entre otros), foronídeos (*Phoronis australis*) y ascidias (Pha*llusia fumigata, Aplidium spp., Pseudodistoma spp. Diazona violacea, Microcosmus sabatieri*). Entre los equinodermos, se hallan diversas estrellas de mar (*Anseropoda placenta, Astropecten spp., Chaetaster longipes, Marthasterias glacialis, Echinaster sepositus*), ofiuras (*Ophioderma longicaudum, Ophiopsila spp*. y *Astrospartus mediterraneus*), erizos irregulares (*Spatangus purpureus* y *Brissus unicolor*), crinoideos (*Antedon bifida*) y holoturias (*Holothuria spp*.)

Esta comunidad aparece en La Línea de la Concepción y en Ceuta.

En la Línea de la Concepción se extiende entre la cota -5 m y -16 m y se combina con la comunidad de las arenas finas bien calibradas. Los detritos están constituidos principalmente por bioclastos, concretamente por conchas de moluscos bivalvos como *Acanthocardia tuberculata* o *Chamelea gallin*a, comúnmente explotados en la zona por la flota local de rastro remolcado.

En Ceuta sur esta comunidad rodea al sustrato rocoso y se extiende alrededor de éste. El sedimento está constituido por arenas y entre un 10% y un 30% de gravas sin finos.

MA151: Biocenosis de roca supralitoral metiterránea

Acantilados y rocas de la zona de espray marino supralitoral, en su mayoría ocupados por líquenes como *Caloplaca spp.* y *Verrucaria spp.*

Esta comunidad se instala sobre plataformas rocosas o bloques rocosos estables permanentemente emergidos. Su amplitud varía entre pocos centímetros en zonas calmadas, hasta algunos metros, dependiendo de la topografía de la costa, de su inclinación y del oleaje.

La abundancia y la diversidad de organismos son bajas, debido a las rigurosas condiciones ambientales, y éstos están adaptados a soportar largos períodos fuera del agua o exigen una emersión continua, por lo que pueden coexistir especies marinas y terrestres. La comunidad de la roca supralitoral se caracteriza por la presencia de diversas cianofíceas y clorofíceas epilíticas (también endolíticas en los sustratos calcáreos), y de los líquenes del género Verrucaria.

Las grietas constituyen un refugio para animales marinos como los gasterópodos herbívoros *Melarhaphe neritoides y Nodilittorina punctata* (esta última sólo aparece en la costa meridional y

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

suroriental española y Baleares), que se alimentan de cianofíceas y efectúan migraciones verticales dependiendo de la agitación del mar, y el crustáceo isópodo *Ligia italica*.

En estas grietas también pueden aparecer algunos animales terrestres, como el ácaro *Halotydeus hydrodomus*, el seudoescorpión *Garypus littoralis*, el quilópodo *Hydroschendyla submarina*, el colémbolo *Anurida maritima* y el díptero *Fucelia maritima.* En el límite inferior del supralitoral puede cubrir la roca el cirrípedo *Euraphia depressa.*

Esta comunidad está presente sobre el sustrato rocoso supralitoral de las zonas Ceuta Norte y Ceuta Sur, entre las cotas +2 m y 1,1 m.

MA153: Biocenosis de la roca mediolitoral superior mediterránea

La distribución y el tipo de poblaciones presentes en el sustrato rocoso de la franja mediolitoral se ven profundamente afectadas por la variabilidad de la incidencia el oleaje y al aumento irregular en el nivel del mar causado por la presión atmosférica y el viento. Se pueden distinguir dos horizontes que se corresponden con diferentes valores promedio de factores ambientales dominantes (humectación, luz, nutrientes, topografía y tipo de sustrato). El horizonte superior se corresponde con el área que principalmente está humedecida por el oleaje y el espray marino. En el mediolitoral superior las condiciones ambientales son más restrictivas. De acuerdo con la hidrodinámica y la topografía local, puede extenderse sobre un área vertical que va desde unos pocos centímetros hasta los dos metros.

Las variaciones en las condiciones ambientales afectan a la extensión vertical de la biocenosis de la roca mediolitoral superior, y también la densidad de su cobertura y composición dominante. Este hábitat también varía según la naturaleza del sustrato. El desarrollo de cianobacterias endolíticas (= Cyanophyceae) es intenso en las costas calcáreas.

Se puede distinguir un cierto número de facies que pueden aparecer como cinturones.

La biocenosis de la roca mediolitoral superior ocupa la franja superior del piso mesolitoral rocoso, generalmente muy estrecha en el Mediterráneo, debido a la escasa amplitud de las mareas. En general, las dos comunidades de la roca mesolitoral (superior e inferior) tienen unas características comunes y comparten algunas especies entre ellas, siendo a veces difícil separarlas.

Las algas suelen tener un ciclo estacional, con un desarrollo máximo a principios de la primavera y una regresión en la época estival. La presencia de las diversas especies de algas está

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

determinada además por el tipo de sustrato (silíceo o calcáreo), la calidad del agua y el hidrodinamismo.

Se puede distinguir una facies de Chthamallus, dominada por los cirrípedos *Chthamallus stellatus* y *C. montagui,* que cubren toda la superficie rocosa en la parte superior de este piso, y la facies de *Rissoella verruculosa* (sustituida en los sustratos calizos de algunas zonas de Levante, las islas Baleares y Columbretes por *Polysiphonia sertularioides*) y *Nemalion helminthoides*, rodofíceas comunes en zonas bien iluminadas, sometidas a un fuerte hidrodinamismo y bañadas por aguas limpias. En esta comunidad aparecen además diversas especies de cianofíceas, gasterópodos como *Patella rustica* y *Osilinus turbinatus*, el cirrípedo *Euraphia depressa* en el límite con el piso supralitoral, y el decápodo *Pachygrapsus marmoratus*.

Una especie de gran interés que puede aparecer en esta comunidad en el Mediterráneo occidental es la lapa ferrugínea (*Patella ferruginea*), especie amenazada de extinción que actualmente sólo se encuentra en algunos puntos de la costa de Andalucía, Ceuta, Melilla y las islas Chafarinas. Esta especie es objeto de un apartado especial dentro del presente inventatrio.

Esta comunidad está presente sobre el sustrato rocoso mediolitoral (natural y artificial), de la zona Ceuta Sur, entre las cotas +1,1 m y 0,5 m.

MA154: Biocenosis de la roca mediolitoral inferior mediterránea

La biocenosis de la roca mediolitoral inferior depende de tres factores esenciales: presencia de olas, variaciones irregulares en la presión atmosférica y viento y marea. La humectación constante, mayor que en el horizonte más alto, es el factor dominante, seguido de la luz. Su extensión depende de la morfología del sustrato y, especialmente, de la intensidad de la humectación, Pudiendo variar desde varios centímetros a un metro.

Constituye un elemento importante y particularmente atractivo en el paisaje de la costa rocosa. Se encuentra en el área donde rompen las olas; su superficie superior puede emerger a 20-30 centímetros sobre el nivel medio del mar.

Las condiciones son menos estrictas que en la franja superior, lo que se traduce en una mayor abundancia y diversidad de especies. El sustrato está cubierto por un tapiz de algas más denso, donde se pueden distinguir varias facies dominadas por diferentes especies de algas dependiendo del hidrodinamismo de la zona. Por ejemplo, *Ralfsia verrucosa* aparece sobre todo en zonas resguardadas, *Nemoderma tingitanum* o *Neogoniolithon brassica-florida* en zonas de elevado hidrodinamismo o *Lithophyllum tortuosum* sobre sustratos duros de cualquier tipo; esta última especie forma una cornisa (“trottoir”) en las costas con fuerte pendiente y alto

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

hidrodinamismo. Otras dos facies presentes en esta comunidad, pero dominadas por animales, son la de *Mytilus galloprovincialis* (mejillón), y la de arrecifes de vermétidos, formada por el gasterópodo vermétido *Dendropoma petraeum* y la rodofícea incrustante *Neogoniolithon brassica-florida*.

Entre estas facies cabe destacar por su importancia ecológica la del "trottoir", con una distribución limitada al Mediterráneo occidental y las costas atlánticas del norte de África y del sur de Europa occidental, y localizada en España en la Costa Brava y en las islas Baleares.

Lithophyllum tortuosum es un alga que crece lentamente, formando una cornisa que puede tardar en formarse más de un siglo y alcanzar unos 2 m de anchura y 1 m de grosor, donde sólo la capa superficial está formada por el alga viva. En esta cornisa se generan multitud de ambientes diferentes que incrementan enormemente la diversidad. Bajo la cornisa es común una formación organógena constituida por otras algas calcáreas (Lithothamnion philippii, Mesophyllum lichenoides y Peyssonnelia polymorpha), que refuerzan la estructura de la cornisa.

Otra facies destacable por su interés ecológico es la de los arrecifes de vermétidos, generalmente propios de zonas tropicales, y restringida en la costa española, al sureste de la Península y a las islas Baleares. Dendropoma petraeum crece en las costas rocosas expuestas, de aguas limpias y con escasos aportes terrígenos, donde los juveniles se fijan al sustrato en gran número y sus conchas se cementan por el alga Neogoniolithon brassica-florida. En esta facies, al igual que en las cornisas de *L. tortuosum*, la diversidad y la abundancia son muy elevadas. En el interior de ambas estructuras calcáreas son comunes los animales perforadores, como el bivalvo *Lithophaga lithophaga*, y sipuncúlidos, junto con otros animales que se protegen en los huecos y galerías, como poliquetos, crustáceos, gasterópodos y bivalvos.

Por encima de estas plataformas se suelen formar cubetas ocupadas por algas fotófilas de ambiente calmo propias del piso infralitoral (*Padina pavonica, Colpomenia sinuosa, Cystoseira spp*. y *Corallina elongata*), y por diversos gasterópodos (*Osilinus articulatus, Patella ulyssiponensis* y *P. caerulea*), poliplacóforos (Lepidochitona corrugata, *Acanthochiton fascicularis* y *Chiton olivaceus*), antozoos (*Actinia spp*.), decápodos (*Palaemon elegans, Pachygrapsus marmoratus* y *Eriphia verrucosa*), y numerosos anfípodos, isópodos, copépodos, nemátodos y poliquetos.

Esta comunidad está presente sobre el sustrato rocoso mediolitoral (natural y artificial), de la zona Ceuta Sur, entre las cotas +0,5 m y 0 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

MB151: Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas

La clasificación EUNIS incluye esta comunidad en el nivel 4, igual que el resto de comunidades descritas en el presente documento. Para el nivel 5 se describen numerosas facies de esta biocenosis (>40), no incluyéndose la clasificación más habitual que subdividide esta comunidad en biocenosis características definidas por la hidrodinámica y grado de luminosidad que reciben. Así, en la biocenosis de algas infralitorales mediterráneas se puede encontrar, en las zonas encalmadas, a la comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente calmo, en las zonas bien iluminadas y la de algas esciáfilas, en las zonas umbrías. Lo mismo ocurre en las zonas en ambiente batido.

Habitualmente las comunidades esciáfilas aparecen a mayor profundidad a medida que se atenúa la luz pero también lo hacen en zonas poco profundas en espacios que, por la morfología del sustrato rocoso, quedan resguardados de la luz directa.

Por otro lado, la zona batida se extiende desde la cota 0 hasta los 3-4 m de profundidad, donde el oleaje afecta de forma frecuente al fondo rocoso. El límite inferior de esta comunidad es muy variable, por tanto y la transición a las comunidades de modo calmo suele ser progresiva, al igual que ocurre con la transición entre las comunidades fotófilas y esciáfilas, cuando la profundidad aumenta de forma no abrupta.

Por tanto, sobre el sustrato rocoso de Ceuta, entre la cota de 0 m y los 3 metros de profundidad estarían presentes las comunidades de modo batido, predominando el fotófilo sobre el esciáfilo, que queda relegado a las oquedades y extraplomos umbríos. A partir de los 2 metros de profundidad, el modo batido da paso de forma progresiva al modo calmo, predominado en las zonas más someras el fotófilo sobre el esciáfilo, que se limitaría también a las oquedades y extraplomos. Entre los 20 y los 25 m se produce la transición general entre las comunidades fotófilas y esciáfilas.

Comunidad de algas fotófilas en ambiente batido

Se instala en los primeros centímetros de roca por debajo del nivel del mar, en zonas iluminadas, batidas por el oleaje y de aguas limpias. Forma un continuo con las comunidades mesolitorales y sólo se hace más evidente cuando una plataforma de abrasión ancha permite que su extensión sea mayor de lo habitual. La diferencia principal entre esta comunidad y las mesolitorales es el mayor porte de las algas. La escasa profundidad a la que se encuentra obliga a los organismos a soportar un fuerte hidrodinamismo y una elevada intensidad lumínica. En general, la biomasa vegetal es mayor que la animal, y en la comunidad se distinguen cuatro estratos diferentes, en función del porte de las diferentes especies de algas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los sustratos rocosos infralitorales no presentan una estructura uniforme, debido a las variaciones locales en las condiciones físico-químicas, la estratificación vertical y la estacionalidad de las algas y los diferentes animales asociados, por lo que esta comunidad presenta una gran diversidad (con más de 50 especies de algas y 300 de animales).

Pueden diferenciarse distintas facies dominadas por diferentes algas adaptadas a diferentes condiciones hidrodinámicas. Entre estas facies destacan las de *Cystoseira spp*., consideradas el estado climácico de la comunidad. Están caracterizadas por el predominio de Cystoseira mediterranea, que forma un cinturón bien delimitado por debajo de la superficie del agua, en la parte norte del Mediterráneo español (hasta el delta del Ebro); hacia el sur del delta del Ebro, y en las islas Baleares y Columbretes, aparece en su lugar Cystoseira stricta y, en las aguas del mar de Alborán próximas al estrecho de Gibraltar, *C. tamariscifolia*, una especie atlántica.

En zonas poco profundas, resguardadas del oleaje, puede aparecer *Cystoseira compressa*. En estas facies, el estrato más alto está formado por las especies *de Cystoseira*, junto con diversas algas epifitas. Otras algas comunes de menor porte son Jania rubens, *Corallina elongata* o *Laurencia spp*. El estrato cespitoso está formado por algas pequeñas, como Cladophora laetevirens, *Gelidium spp.* y *Ceramium ciliatum*. Por último, el estrato basal está formado por algas calcáreas incrustantes (como *Lithophyllum incrustans, Mesophyllum alternans* o *Peyssonnelia rosa-marina)* o blandas (*Valonia utricularis*).

Los animales típicos de esta comunidad suelen ser sésiles para resistir el oleaje, y viven fijos al sustrato (como el mejillón *Mytilus galloprovincialis*, el cirrípedo *Balanus perforatus,* esponjas incrustantes, cnidarios, poliquetos serpúlidos y diversos briozoos y ascidias), o sobre las algas (como el foraminífero *Miniacina miniacea* y la esponja *Sycon raphanus*, entre otros). Los animales móviles se fijan fuertemente al sustrato, como las lapas (*Patella ulyssiponensis*), o se resguardan del oleaje en grietas e intersticios o en las perforaciones de las algas calcáreas, como los erizos *Arbacia lixula* y *Paracentrotus lividus*, los vermétidos *Dendropoma petraeum*, *Vermetus triqueter* y *Serpulorbis arenarius*, el bivalvo *Chama gryphina*, el cirrípedo *Balanus perforatus* y el madreporario *Balanophyllia italica*.

Comunidad de algas fotófilas en ambiente calmo

Se halla sobre sustrato rocoso en el piso infralitoral superior, en lugares bien iluminados, con escasa agitación y sedimentación moderada. El sustrato suele estar recubierto totalmente por algas, entre las que predominan las feofíceas. La estructura en estratos es similar a la descrita en la comunidad de algas fotófilas de ambiente batido. La diversidad puede ser muy alta, encontrándose hasta 200 especies de algas y más de 500 de animales. Pueden aparecer un

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

gran número de facies caracterizadas por diferentes algas, entre las que pueden destacarse *Dictyota dichotoma*, *Dictyopteris membranacea*, *Dilophus spiralis*, *Halopythis incurva, Laurencia obtusa, Acetabularia acetabulum, Padina pavonica, Stypocaulon scoparium, Udotea petiolata, Halimeda tuna* y diversas especies de *Cystoseira*.

La fauna sésil está representada por algunas esponjas propias de lugares bien iluminados que resisten bien la competencia con las algas (*Crambe crambe, Ircinia fasciculata* y *Sarcotragus spinosula*), los antozoos *Anemonia sulcata, Cladocora caespitosa* y *Balanophyllia europaea*; diversos hidroideos y briozoos epifitos de algas, bivalvos (*Arca noae, Modiolus barbatus* y *Musculus costulatus*); poliquetos y diversos tunicados coloniales (*Didemnum spp., Diplosoma spongiforme*).

La fauna móvil es muy rica. Entre los equinodermos destacan los erizos *Paracentrotus lividus* y *Arbacia lixula*, que son los herbívoros más importantes; la estrella de mar Echinaster *sepositus* y la ofiura *Ophiothrix fragilis* son relativamente comunes, así como el holoturioideo *Holothuria tubulosa*. Hay una gran diversidad de crustáceos decápodos (cangrejos, gambas y ermitaños), y también de isópodos y anfípodos. Los moluscos gasterópodos son muy abundantes, en especial los microherbívoros *Gibbula spp*., *Rissoa spp*., *Cerithium vulgatum* y *Bittium spp*., y diversos carnívoros (*Pisania* striata, *Nassarius* incrassatus, *Fasciolaria lignaria*, *Stramonita haemastoma*, *Ocinebrina edwardsii* y *Conus mediterraneus*). Los pulpos (*Octopus vulgaris*) y las jibias o sepias (*Sepia officinalis*) son comunes. Los poliquetos son muy numerosos, y la ictiofauna es también muy diversa, ya que incluye la mayoría de los peces del piso infralitoral rocoso del Mediterráneo; son especialmente abundantes los lábridos y los espáridos.

Comunidad de algas esciáfilas en ambiente batido

Aparece en los enclaves umbríos superficiales, expuestos al oleaje y protegidos de la iluminación directa, como los extraplomos de paredes verticales, la cara inferior de las cornisas de Lithophyllum lichenoides o las grietas. La comunidad está caracterizada por la dominancia de algas esciáfilas. Bajo las cornisas de L. lichenoides es frecuente la rodofícea Schottera nicaeensis. En otros lugares es abundante otra rodofícea, Gelidium latifolium, junto con diversas algas esciáfilas o ubiquistas (*Cladophora pellucida, Pterocladia capillacea, Valonia utricularis, Palmophyllum crassum, Corallina elongata, Plocamium cartilagineum y Peyssonnelia rosa-marina*). La fauna es muy diversa, y está formada por especies esciáfilas, algunas típicas de zonas más profundas, como la esponja *Halichondria panicea*, los hidrozoos *Coryne muscoides* y *Sertularella ellisi*, los moluscos bivalvos *Lithophaga lithophaga* (conocido como “dátil de mar”, que perfora los sustratos calcáreos) y el mejillón *Mytilus galloprovincialis,* el briozoo *Turbicellepora magnicostata* y la ascidia *Pseudodistoma cyrnusense*.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunidad de algas esciáfilas en ambiente calmo (precoralígena)

Es típica de fondos rocosos infralitorales protegidos de la iluminación directa por su orientación, inclinación o profundidad, o en enclaves umbríos especiales como los rizomas de *Posidonia oceanica* o bajo piedras o bloques (enclaves infralapidícolas). Esta comunidad se denomina "precoralígeno" porque precede a la comunidad coralígena y puede considerarse una transición entre las comunidades infralitorales y las circalitorales. Para el desarrollo de las algas esciáfilas que dominan la comunidad es necesario un mínimo de iluminación.

Entre las algas, son características *Peyssonnelia squamaria*, *Halimeda tuna, Udotea petiolata, Halopteris filicina, Phyllophora crispa, Sphaerococcus coronopifolius, Codium bursa, C. vermilara* y *Mesophyllum alternans*, entre muchas otras.

La diversidad animal es muy elevada. Abundan las esponjas incrustantes (*Cliona viridis, Crambe crambe, Ircinia spp.*), los hidroideos (*Eudendrium racemosum*), actiniarios (*Alicia mirabilis, Anemonia sulcata*), zoantarios (*Epizoanthus arenaceus, Parazoanthus axinellae*), gorgonias (*Eunicella singularis*), madreporarios (*Cladocora caespitosa, Caryophyllia inornata, Astroides calycularis, Polycyathus muellerae*), briozoos (*Myriapora truncata, Pentapora fascialis*), y ascidias, tanto solitarias como coloniales (*Diplosoma spp., Microcosmus sabatieri, Halocynthia papillosa, Phallusia fumigata* y *Clavelina dellavallei*).

Entre la fauna móvil, son comunes poliquetos, el equiúrido Bonellia viridis, numerosos gasterópodos (*Haliotis tuberculata, Bolma rugosa, Calliostoma zizyphinum, Erosaria spurca, Luria lurida, Charonia lampas, Fasciolaria lignaria y diversos opistobranquios*), bivalvos (*Arca noae, Barbatia barbata, Chlamys varia y Lima lim*a), el *cirrípedo Balanus* perforatus, los decápodos *Pagurus anachoretus* y *Dardanus calidus*, y otros de interés comercial, como la cigarra de mar (*Scyllarides latus*), el santiaguiño (*Scyllarus arctus*), el centollo (*Maja squinado*) y la langosta (*Palinurus elephas*), estrellas de mar (*Coscinasterias tenuispina, Marthasterias glacialis, Echinaster sepositus, Asterina gibbosa* y *Ophidiaster ophidianus*), ofiuras (*Ophiothrix fragilis y Ophioderma longicaudum*), erizos (*Sphaerechinus granularis, Paracentrotus lividus* y *Centrostephanus longispinus*) y diversas holoturias. Los peces son muy numerosos, aunque muchos de ellos aparecen también en otras comunidades cercanas.

MC151: Biocenosis de coralígeno

La distribución de esta comunidad depende tanto de factores bióticos, como abióticos. Los factores principales son la luz, la hidrodinámica, la temperatura, el depósito de sedimentos y las interacciones biológicas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Esta comunidad, comúnmente denominada “coralígeno” es una de las más complejas y diversas del Mediterráneo. Su desarrollo depende del crecimiento de su principal componente, las algas calcáreas coralináceas (*Mesophyllum alternans, Lithophyllum frondosum y Neogoniolithon mamillosum*) y las escuamariáceas (*Peyssonnelia spp*.). Estas algas están limitadas hacia la superficie por su escasa tolerancia a la iluminación (son esciáfilas) y hacia zonas más profundas, porque necesitan una iluminación mínima para realizar la fotosíntesis.

El coralígeno comienza donde desaparecen las algas fotófilas o las fanerógamas marinas, lo que puede variar dependiendo de la transparencia del agua. En las costas catalanas, se extiende entre los 25 y 70 m de profundidad, en el sureste peninsular y Baleares, entre los 40 y los 120 m, y en el sector Alborán-Estrecho entre los 30 a los 100 m. Según el tipo de fondo sobre el que se asienta, pueden distinguirse dos tipos: el coralígeno de la roca litoral, situado generalmente en paredes verticales o subhorizontales con escasa sedimentación, y el coralígeno de plataforma, que generalmente se forma sobre sustratos blandos con una sedimentación más elevada (este tipo se describe como una comunidad diferenciada en el siguiente punto). Este último tipo forma masas formadas por la agregación de restos calcáreos de origen orgánico, cementados por algas y animales sésiles, y suele aparecer frente a promontorios costeros, siguiendo una línea paralela a la costa.

Las concreciones coralígenas pueden medir hasta varios metros de espesor y cubrir grandes superficies del fondo. El crecimiento heterogéneo de las distintas algas genera pequeños canales, huecos e irregularidades que dan a la concreción su forma característica, creando una serie de microhábitats que permiten la instalación de diversos organismos y aumentan la diversidad de la comunidad. Otros constructores secundarios que consolidan las concreciones, son diversos invertebrados con esqueleto calcáreo (foraminíferos, esponjas, corales, poliquetos serpúlidos y moluscos), entre los que destacan los briozoos (*Myriapora truncata, Adeonella calveti, Porella cervicornis y Pentapora fascialis*, entre otros).

La diversidad de esta comunidad es la más elevada de las comunidades mediterráneas, junto con la de las praderas de *Posidonia oceanica*. Se han identificado más de 300 especies de algas, y más de 1.300 de animales. Además de las algas coralinas constructoras, aparecen otras muchas acompañantes, entre las que destacan algunas clorofíceas (*Palmophyllum crassum, Flabellia petiolata, Halimeda tuna, Valonia macrophysa*), muchas feofíceas (*Dictyota dichotoma, Dictyopteris polypodioides, Zonaria tournefortii, Halopteris filicina*) y numerosas rodofíceas (*Peyssonnelia, Kallymenia spp., Halymenia spp., Osmundaria volubilis, Plocamium cartilagineum, Sphaerococcus coronopifolius,* entre otras muchas).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las esponjas son muy comunes (más de 140 especies) y abundantes; algunas especies características son *Axinella damicornis, Acanthella acuta, Hymedesmia pansa, Agelas oroides, Dictyonella pelligera, Haliclona mediterranea, Spongionella pulchella y Faciospongia cavernosa.* Entre los cnidarios, son característicos los hidroideos (*Eudendrium racemosum, Nemertesia antennina y Aglaophenia spp*.), los *zoantarios Parazoanthus axinellae y Epizoanthus arenaceus*, el alcionario A*lcyonum acaule*, las gorgonias (*Paramuricea clavata, Lophogorgia sarmentosa, Eunicella spp.*), y los madreporarios (*Dendrophyllia ramea, Caryophillia inornata, Leptosammia pruvoti, C. smithi, Polycyathus muellerae*).

Son de especial interés por su escasez los antozoos *Astroides calycularis*, que aparece en diversos puntos de la costa andaluza, entre Tarifa y Almería, *Gerardia savaglia y Corallium rubrum* (coral rojo).

Prácticamente todos los grupos de animales marinos están representados en esta comunidad, siendo especialmente diversos los poliquetos (unas 200 especies), los moluscos (más de 140), los crustáceos (más de 200), los briozoos (alrededor de 170), los equinodermos (50), las ascidias (más de 80) y los peces (más de 100 especies).

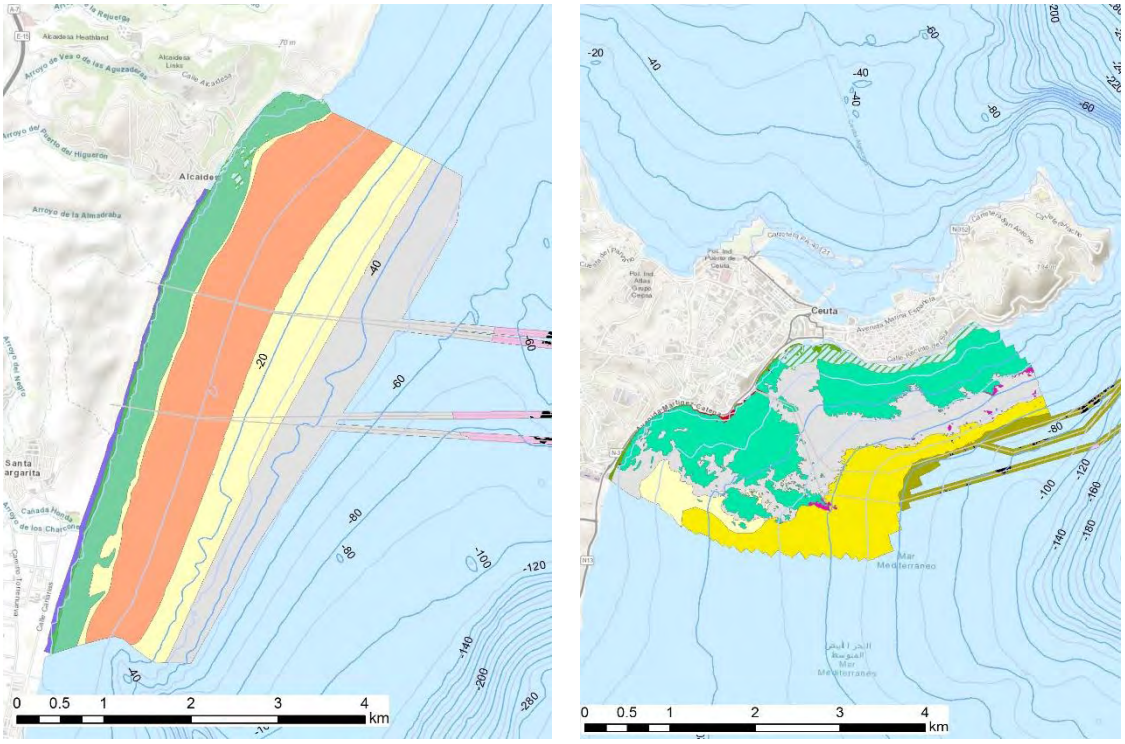
Aparece en Ceuta norte y Ceuta sur sobre el sustrato rocoso situado a mayor profundidad a partir de los 35 m.

Zonación de las comunidades someras

A continuación, se presentan dos figuras de la zonación de las comunidades someras de La Línea y Ceuta. La información ha sido obtenida de la campaña de sonar de GEHYM y los muestreos de la fundación CEI-MAR, reinterpretados por Tecnoambiente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunidades litorales en las zonas de aterraje en La Línea (izqda.) y Ceuta (dcha.)



Biocenosis_Estrecho_NS-OFFSHORE

<all other values>

Código y descripción - Hábitats EUNIS 2019:

- ME35: Sedimento grueso del batial superior mediterráneo
- ME55: Arenas del batial superior mediterráneo
- MC65: Fangos circalitorales mediterráneos
- MA153+MA154: Roca supralitoral, mediolitoral superior y mediolitoral inferior mediterránea
- MA551+MA352: Arenas supralitorales mediterráneas con detritos gruesos mediolitorales mediterráneos
- MC55: Arenas circalitorales mediterráneas
- MB55: Arenas infralitorales mediterráneas
- MB151: Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas
- MC151: Coralígeno
- MA551: Arenas supralitorales mediterráneas
- MA552: Arenas mediolitorales mediterráneas
- MB551: Biocenosis de arenas finas mediterráneas de superfície
- MB552+MB45: Arenas finas bien calibradas mediterráneas con sed
- MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MA352: Biocenosis de detritos gruesos mediolitorales mediterráne
- MB552: Arenas finas bien calibradas mediterráneas
- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos
- MC551: Arenas gruesas y gravas finas mediterráneas bajo la influe
- ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo
- ME451: Biocenosis de los fangos del batial superior caracterizados
- ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo
- MA154: Biocenosis de roca mediterránea mediolitoral inferior
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma me
- ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo

Valoración ecológica del área somera

A la hora de valorar la importancia ecológica de cada una de las distintas comunidades que se han descrito en las zonas estudiadas, se ha pretendido objetivarlas aplicando los criterios ponderados que se detallan a continuación

Cada uno de los puntos se ha valorado, para cada comunidad, aplicando la siguiente escala:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Valoración de las comunidades de la zona de estudio

Valoración ecológica	Valor
Valor muy bajo	1
Valor bajo	2
Valor medio	3
Valor alto	4
Valor muy alto	5

Criterios ponderados de valoración ecológica:

- ***Importancia ecológica intrínseca de la comunidad***. Para valorar este criterio se ha tenido en cuenta la importancia reconocida *a priori* a cada biocenosis, según su grado de complejidad y estructuración trófica. El peso relativo de una determinada comunidad, en un compartimento específico dentro de un sistema biológico, es variable. Por consiguiente, se asigna el máximo valor a comunidades altamente diversas, complejas y productivas, situando en el extremo superior de la valoración a las praderas de fanerógamas marinas, biocenosis clímax de coralígeno o precoralígeno, etc., y en el extremo inferior a biocenosis desnudas de arenas fangosas contaminadas de baja o nula diversidad. El *factor de ponderación* aplicado es 1.
- ***Estado de desarrollo de la comunidad***. Se valora el estado actual de conservación y desarrollo en que se encuentra la biocenosis. En la asignación de un determinado valor, como criterio se han tenido en cuenta la riqueza específica, la diversidad biológica y la complejidad, en relación con su potencial máximo. Se aplica un *factor de ponderación* de 1.
- ***Amplitud relativa de la comunidad en la zona***. Estima la importancia de su extensión con relación al total de la zona estudiada. *Coeficiente de ponderación* de 0,5.
- ***Singularidad***. Con este parámetro se valora la escasez de la comunidad concreta en un entorno geográfico cercano y de características similares. Se pondera con un *coeficiente* de 0,5.
- ***Presencia de especies indicadoras de una buena calidad del medio***. Se ha asignado especial importancia a la presencia o ausencia de determinados bioindicadores, referidos en las publicaciones especializadas. En este caso se ha empleado para el sustrato rocoso la GUÍA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE LOS FONDOS ROCOSOS DE LAS ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS Y ZONAS ALEDAÑAS EN EL MEDITERRÁNEO - *Guía de identificación y seguimiento de especies-objetivo sésiles y bentónicas (fondos rocosos), sensibles a perturbaciones, orientada a buceadores científicos, profesionales y deportivos, universitarios vinculados a la temática, empresas especializadas y administraciones públicas relacionadas con el medio ambiente y, en general, a todos*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

aquéllos comprometidos con la gestión, estudios de impacto, vigilancia y conservación del medio litoral. – (2015, José Carlos García-Gómez Laboratorio de Biología Marina (Departamento de Zoología) Facultad de Biología, Universidad de Sevilla Área de Investigación Biológica I+D+i del Acuario de Sevilla). Se aplica un *factor de ponderación* de 1.

- ***Presencia de especies protegidas o de especial interés***. Se asigna el valor máximo a la presencia de una especie amenazada incluida en el "Catálogo nacional de especies amenazadas (en adelante CNEA)", protegida incluida en el "Listado de especies silvestres en régimen de protección especial (en adelante LESRPE) o, al menos, considerada de especial interés o de recomendada conservación por parte de la comunidad científica (Libro rojo). Las comunidades estructuradas a partir de praderas de fanerógamas reciben de por sí distintos grados de protección a distintos niveles administrativos, por lo que estarían más valoradas en este punto. Debido a su importancia, el *factor corrector a aplicar* es de 2.
- ***Poblamiento íctico y recursos vivos***. Se valora de la presencia de especies de interés comercial y potencialmente explotables, lo sean de hecho o no. Los censos realizados, han servido para adjudicar un valor a este apartado. El *factor de ponderación* aplicado es 1.
- ***Capacidad de recuperación***. Este criterio es el más directamente implicado en la estimación del grado de fragilidad. Aquí se valora el tiempo estimado para la regeneración de la comunidad, en caso de verse afectada por posibles alteraciones. Este valor temporal puede estimarse en más de 75 años para el caso de praderas de *Posidonia oceanica*, en torno a los 25 para precoralígeno y coralígeno clímax y en unos pocos años para los fondos blandos desnudos. Por tanto, este criterio se aplica de forma inversa. Este es el segundo punto en el que se aplicará un *coeficiente de ponderación* de 2.
- ***Paisaje submarino y valor testimonial***. Este criterio, ciertamente subjetivo, es secundario, aunque válido a la hora de fijar cierto grado de singularidad a una determinada biocenosis. Califica la belleza del paisaje submarino, entendiendo esta como una cualidad perceptual que aporta al medio un valor añadido, desde el punto de vista de su uso como lugar de esparcimiento y ocio. *Factor de ponderación* de 0,5.
- ***Valor científico***. Las biocenosis de estructura compleja son, a priori, más interesantes en orden a llegar a conocer todas las implicaciones existentes y las relaciones intraespecíficas e interespecíficas que en ellas se dan. Coeficiente aplicado de 0,5.

La valoración, obtenida de forma más o menos objetiva, no es aplicable para comparar las comunidades estudiadas con otras similares de diferente localización. El método empleado es

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

sólo válido en orden a establecer comparaciones relativas entre las diferentes comunidades dentro de una misma área de estudio.

Valoración de La Línea de la Concepción

La tabla siguiente resume la valoración ecológica de las distintas comunidades presentes en el área de la Línea.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Valoración de las comunidades de la zona de la Línea

Comunidad EUNIS	Valores de ponderación	MA551	Val.	MA552	Val.	MB551	Val.	MB552	Val.	MB45	Val.	MC351	Val.
Nombre EUNIS		Biocenosis de arenas supralitorales mediterráneas		Biocenosis de arenas mediolitorales mediterráneas		Biocenosis de arenas finas de superficie mediterráneas		Biocenosis de arenas finas mediterráneas bien calibradas		Sedimentos mixtos infralitorales mediterráneos		Biocenosis de fondos detríticos costeros mediterráneos (sin rodolitos)	
Subclasificación								Comunidad de arenas finas bien calibradas		Comunidad de las arenas fangosas en ambiente calmo			
Importancia ecológica	1	Sin cobertura vegetal Sin cobertura animal Sedimentos libres Insolación continua	1	Sin cobertura vegetal Sin cobertura animal Sedimentos libres Mareas	1	Sin cobertura vegetal Sin cobertura animal Sedimentos libres Oleaje	1	Sin cobertura vegetal Sin cobertura animal Sedimentos libres	2	Sin cobertura vegetal Pennatuláceos Sedimentos libres Sedimentos enfangados	2	Sin cobertura vegetal Sin cobertura animal Sedimentos más estables (bioclastos)	2
Estado de desarrollo	1	Valores medios de los índices analizados Uso recreativo Presencia de RSU Vertidos terrestres	2	Valores medios de los índices analizados Uso recreativo Presencia de RSU Vertidos terrestres	2	Valores medios de los índices analizados	3	Valores medios de los índices analizados	3	Valores medios de los índices analizados	3	Valores medios de los índices analizados	3

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunidad EUNIS	Valores de ponderación	MA551	Val.	MA552	Val.	MB551	Val.	MB552	Val.	MB45	Val.	MC351	Val.
Amplitud relativa	0,5	Muy baja amplitud (3/1,4 m)	0,5	Muy baja amplitud (1,4/0 m)	0,5	Muy baja amplitud (0/-4 m)	0,5	Amplitud muy alta (-2/-35 m)	2,5	Amplitud alta (-30/-55 m)	2	Amplitud media (-5/-16 m)	1,5
Singularidad	0,5	Muy Poco singular	0,5	Muy Poco singular	0,5	Muy Poco singular	0,5	Muy Poco singular	0,5	Muy Poco singular	0,5	Muy Poco singular	0,5
Especies indicadoras de calidad	1	No	1	No	1	No	1	No	1	No	1	No	1
Presencia de especies protegidas	2	No	2	No	2	No	2	No	2	No	2	No	2
Poblamiento íctico y recursos vivos	1	No	1	Coquina	3	Coquina	3	Chirla Corruco	4	No	1	Pulpo Corruco	4
Capacidad de recuperación	2	<1 año	2	<1 año	2	1 año	4	1 año	4	1 año	4	>1 año	6
Paisaje submarino y valor testimonial	0,5	Muy bajo	0,5	Muy bajo	0,5	Muy bajo	0,5	Muy bajo	0,5	Veretillum cynomorium	1	Bioclastos	1
Valor científico	0,5	No vegetada No existe sustrato rocoso No existe cobertura animal	0,5	No vegetada No existe sustrato rocoso No existe cobertura animal	0,5	No vegetada No existe sustrato rocoso No existe cobertura animal	0,5	No vegetada No existe sustrato rocoso No existe cobertura animal	0,5	No vegetada No existe sustrato rocoso No existe cobertura animal	0,5	No vegetada No existe sustrato rocoso No existe cobertura animal	0,5
Valoración (media)	1		1,1		1,3		1,6		2		1,7		2,15

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Importancia ecológica.

Se asigna el máximo valor a comunidades altamente diversas, complejas y productivas, situando en el extremo superior de la valoración a las praderas de fanerógamas marinas, biocenosis clímax de coralígeno o precoralígeno, etc. (comunidades con cobertura vegetal o animal), y en el extremo inferior a biocenosis desnudas de arenas fangosas contaminadas de baja o nula diversidad (Menor valor a mayor grado de enfangamiento). La diversidad, complejidad y productividad es menor en comunidades de sustrato inestable (sedimentos libres), sometidas a insolación permanente, mareas y oleaje, aumentado al disminuir la incidencia de estos factores, y, por tanto, al incrementarse la estabilidad. Por este motivo se asigna un valor muy bajo a las comunidades supra y mediolitorales sedimentarias y bajo a las submareales sedimentarias sin vegetar. En la comunidad de arenas fangosas en modo calmo se asigna un valor similar a las dos no enfangadas por la presencia de Pennatuláceos.

Estado de desarrollo de la comunidad.

Se valora el estado actual de conservación y desarrollo. Los valores obtenidos para los distintos índices ecológicos analizados indican un grado de desarrollo medio para todas las comunidades presentes en ausencia de alteraciones antrópicas de relevancia. Las zonas supra y mediolitorales presentan un grado de desarrollo intrínseco bajo o muy bajo tal y como se establece en su descripción, por lo que resulta difícil determinar si este grado de desarrollo está por debajo de lo esperable para dichas comunidades en ausencia de alteraciones antrópicas. Teniendo en cuenta el uso recreativo que soportan y que son las principales receptoras de restos de RSU o vertidos dulceacuícolas o de hidrocarburos, se ha considerado asignar un valor inferior al de las comunidades infralitorales.

Amplitud relativa de la comunidad en la zona.

Estima la importancia de su extensión con relación al total de la zona estudiada siendo menor en las comunidades supralitorales y mediolitorales por ocupar una extensión reducida respecto al total de la zona de estudio.

Singularidad.

Con este parámetro se valora la escasez de la comunidad concreta en un entorno geográfico cercano y de características similares. Todas estas comunidades se extienden de forma similar, según batimetría, desde Gibraltar a punta Mala. En esta zona, la orientación de la costa, las condiciones hidrodinámicas y la morfología del fondo, no varían, condicionando en gran medida

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

la presencia de las mismas comunidades en una franja de más de 10 km por lo que la singularidad de todas ellas se ha considerado muy baja.

Presencia de especies indicadoras de una buena calidad del medio.

No se ha constatado la presencia de especies singulares indicadoras de la buena calidad del medio en ninguna comunidad de la zona de estudio.

Presencia de especies protegidas o de especial interés.

No se ha constatado la presencia de especies protegidas o amenazadas en ninguna comunidad de la zona de estudio.

Poblamiento íctico y recursos vivos.

Se ha constatado la presencia en la zona de estudio de varias especies de interés pesquero y explotadas por la flota de la Atunara (Flota de rastro): los moluscos bivalvos coquina (*Donax trunculus*), chirla (*Chamelea gallina*) y corruco *Acanthocardia tuberculata*. El primero de ellos en el mesolitoral y primeros metros submareales, mientras que los otros en el infralitoral situado entre los 2 y los 35 m. En esta zona se ha observado a otra especie de molusco de elevado interés pesquero para la flota local, el pulpo (*Octopus vulgaris*), presente en los fondos detríticos costeros.

Capacidad de recuperación. Este valor temporal puede estimarse en más de 75 años para el caso de praderas de Posidonia oceanica, en torno a los 25 para precoralígeno y coralígeno clímax y en unos pocos años para los fondos blandos desnudos. Dado el escaso grado de desarrollo intrínseco de las comunidades supralitorales y mesolitorales, carentes de vegetación, la capacidad de recuperación es elevada (tiempos menores a 1 año) y por tanto, el valor asignado será muy bajo. Seguimientos ambientales llevados a cabo por Tecnoambiente durante obras de dragados en fondos arenosos o areno-fangosos permiten afirmar que los tiempos de recuperación se sitúan próximos al año (Mestre et all., 2012). Para la recuperación de los fondos detríticos es necesaria, no sólo la recolonización de la fauna y flora bentónica, sino también, la regeneración previa de los bioclastos. En la zona de estudio estos bioclastos están constituidos principalmente por conchas de moluscos bivalvos como la chirla o el corruco, que tardan 2-3 años en llegar a la talla comercial/reproductiva (IEO, 2019).

Paisaje submarino y valor testimonial. Este criterio, ciertamente subjetivo, es secundario, aunque válido a la hora de fijar cierto grado de singularidad a una determinada biocenosis. El paisaje submarino en la zona, desde un punto de vista subjetivo, resulta de mayor interés allí donde

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

existen elementos que rompen la monotonía como pueden ser los detritos o la presencia de grandes Pennatuláceos como *Veretillum cynomorium*.

Valor científico. Las biocenosis de estructura compleja son, a priori, más interesantes en orden a llegar a conocer todas las implicaciones existentes y las relaciones intraespecíficas e interespecíficas que en ellas se dan. En este caso todas las comunidades sedimentarias están carentes de vegetación presentando menores relaciones intraespecíficas e interespecíficas que las comunidades rocosas o aquellas que cuentan con cobertura vegetal.

De la valoración realizada se desprende que las biocenosis del área de estudio en La Línea tienen un valor entre bajo y muy bajo de fragilidad ecológica, tal como se resume a continuación:

- Biocenosis de arenas supralitorales mediterráneas (MA551): Fragilidad ecológica muy baja
- Biocenosis de arenas mediolitorales mediterráneas (MA552): Fragilidad ecológica muy baja
- Biocenosis de arenas finas de superficie mediterráneas (MB551): Fragilidad ecológica muy baja -baja
- Biocenosis de arenas finas mediterráneas bien calibradas (MB552): Fragilidad ecológica baja
- Biocenosis de fondos detríticos costeros mediterráneos (sin rodolitos) (MC351): Fragilidad ecológica baja
- Comunidad de sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos (MB45): Fragilidad ecológica baja

Valoración de Ceuta

La tabla siguiente resume la valoración ecológica de las distintas comunidades presentes en el área de Ceuta Sur.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Valoración de las comunidades de la zona de la Ceuta

Comunidad EUNIS (N4)	Val. Pon.	MA551 +MA352	V.	MA151	V	MA153	V.	MA154	V.	MB151				MC151	V.
Nombre EUNIS		Arenas supralit. .. con detritos		Roca supralit. med		Roca medioli. superior med.		Roca medioli. superior med.		Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas				Biocenosis de coralígeno	
Subclasificac.										Comunidad de algas fotófilas y esciáfilas en ambiente batido		Comunidad de algas fotófilas y esciáfilas en ambiente calmo			
Importancia ecológica	1	Sin cobertura vegetal Sin cobertura animal Sedimentos libres Insolación continua	1	Sin cobertura vegetal Escasas especies animales adaptadas	2	Con escasa cobertura vegetal Escasas especies animales adaptadas	2	Con cobertura vegetal	3	Con cobertura vegetal y animal	4	Con cobertura vegetal y animal	4	Con importante cobertura animal Comunidad clímax	5
Estado de desarrollo	1	Valores medios de los índices analizados Uso recreativo Presencia de RSU Vertidos terrestres	2	Valores medios de los índices analizados	3	Valores medios de los índices analizados	3	Valores medios de los índices analizados	3	Valores medios de los índices analizados Rugulopterix okamurae	2	Valores medios de los índices analizados Rugulopterix okamurae	2	Comunidad Clímax bien conservada	4
Amplitud relativa	0,5	Muy baja amplitud (3/1,1 m)	0,5	Muy baja amplitud (2/1,1 m)	0,5	Muy baja amplitud (1,1/0,5 m)	0,5	Muy baja amplitud (0,5/0 m)	0,5	Muy baja amplitud (0/-4 m)	0,5	Alta amplitud (-2/-30 m)	2	Muy baja amplitud (-35/-50 m)	0,5
Singularidad	0,5	Muy Poco singular	0,5	Muy Poco singular	0,5	Muy Poco singular	0,5	Muy Poco singular	0,5	Poco singular	1	Poco singular	1	Alta singularidad	2
Especies indicadoras de calidad	1	No	1	No	1	*Patella ferruginea Fucus spiralis*	3	*L.byssoides G. crenulatu sC. Tamariscifoli a C. mauritanica O. pinnatífida S. coronopifoliu s*	5	*Cymbula safiana Astroides calycularis*	3	*Cystoseira spp. Anthias Anthias Peyssonnelia rubra Astroides calycularis*	4	Numerosos gorgonáceos y fauna sésil *Anthias anthias*	5

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunidad EUNIS (N4)	Val. Pon.	MA551 +MA352	V.	MA151	V	MA153	V.	MA154	V.	MB151				MC151	V.
								A.equina *A. calycularis* *C. safiana* *D. lebeche* *P. pollicipes* *P. ferruginea*							
Presencia de especies protegidas	2	No	2	No	2	*Patella ferruginea*	8	*L. byssoides* *G. crenulatus* *C. tamariscifolia* *C. mauritanica* *A. calycularis* *C. safiana* *D. lebeche* *P. ferruginea*	10	*Cymbula safiana* *Astroides calycularis*	6	*Cystoseira spp* *Astroides calycularis*	6	*Ellisella paraplexauroides* *Savalia savaglia* *Astroides calycularis*	8
Poblamiento íctico y recursos vivos	1	No	1	No	1	Patélidos	2	Patélidos Mejillón Percebe	3	Erizos Fauna íctica	3	Erizos Fauna íctica	3	Erizos Fauna íctica	3
Capacidad de recuperación	2	<1 año	2	<1 año	2	1 año	4	>1año	6	>1año	6	>1año	6	>10 años	10
Paisaje submarino y valor testimonial	0,5	Muy bajo	0,5	Muy bajo	0,5	Muy bajo	0,5	Cobertura vegetal diversa	1,5	Cobertura vegetal diversa pero con presencia de Rugulopterix okamurae	1	Cobertura vegetal diversa pero con presencia de Rugulopterix okamurae	1	Presencia de gorgonáceos	2
Valor científico	0,5	No vegetada No existe sustrato rocoso No existe cobertura animal	0,5	No vegetada Mínima cobertura animal	1	No vegetada Escasa cobertura animal	1	Vegetada Cobertura animal	1,5	Vegetada Cobertura animal	1,5	Vegetada Cobertura animal	1,5	Importante Cobertura animal	2
Valoración (media)	1		1,1		1,4		2,5		3,4		2,8		3,1		4,2

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Importancia ecológica.

Se asigna el máximo valor a comunidades altamente diversas, complejas y productivas, situando en el extremo superior de la valoración a las praderas de fanerógamas marinas, biocenosis clímax de coralígeno o precoralígeno, etc. (Comunidades con cobertura vegetal o animal), y en el extremo inferior a biocenosis desnudas de arenas fangosas contaminadas de baja o nula diversidad (Menor valor a mayo grado de enfangamiento). La diversidad, complejidad y productividad es menor en comunidades de sustrato inestable (sedimentos libres), sometidas a insolación permanente, mareas y oleaje, aumentado al disminuir la incidencia de estos factores y por tanto al incrementarse la estabilidad. Por este motivo se asigna un valor muy bajo a las comunidades supra y mediolitorales sedimentarias y bajo a las submareales sedimentarias sin vegetar. En las comunidades rocosas la importancia ecológica aumenta al aumentar la cobertura vegetal y animal y éstas lo hacen al aumentar el grado de humectación y estabilidad. Se han asignado valores bajos a la roca supralitoral, a las charcas y el mediolitoral superior. Un valor medio a la roca mediolitoral, que cuenta con una cobertura vegetal completa. Esta cobertura se vuelve más compleja en las zonas submareales de modo batido y calmo. Por último, se ha asignado un valor máximo a las comunidades de coralígeno y Maërl por ser comunidades clímax.

Estado de desarrollo de la comunidad.

Se valora el estado actual de conservación y desarrollo. Los valores obtenidos para los distintos índices ecológicos analizados indican un grado de desarrollo medio para la mayoría de las comunidades presentes, en ausencia de alteraciones antrópicas directas de relevancia. Cabe destacar la presencia masiva sobre el infralitoral rocoso, incluso del mediolitoral inferior, de la especie invasora *Rugulopterix okamurae*, que se asocia a una disminución del estado de desarrollo de dichas comunidades. Para la biodiversidad de macrófitos encontrada en las diferentes zonas de estudio Ceuta Norte y Sur, todos los valores obtenidos denotan una fuerte predominancia en biomasa de esta especie dentro de la población, lo que muestra una clara regresión del ecosistema y un estado de desequilibrio ecológico. Para las zonas sedimentarias se aplican los criterios ya descritos para La Línea de la Concepción. Para el sustrato rocoso se considera un grado de desarrollo alto en las comunidades de coralígeno y Maërl, medio para las comunidades supra y mediolitorales y bajo para las restantes comunidades infralitorales por la presencia de la citada especie invasora.

Amplitud relativa de la comunidad en la zona.

Estima la importancia de su extensión con relación al total de la zona estudiada siendo menor en las comunidades supralitorales, mediolitorales y de modo batido, por ocupar una extensión

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

reducida respecto al total de la zona de estudio. La extensión de la comunidad de Maërl, en arenas gruesas y gravas finas, es mayor que la que presentan las comunidades citadas con anterioridad. La comunidad de coralígeno también presenta una muy reducida extensión relativa, por debajo de los 35 m. Las mayores extensiones se asocian a la comunidad AI. La comunidad de AGCF presenta una alta extensión ya que también está presente asociada a los fondos de Maërl.

Singularidad.

Con este parámetro se valora la escasez de la comunidad concreta en un entorno geográfico cercano y de características similares. Todas estas comunidades se extienden de forma similar, según batimetría, a ambos lados del Estrecho de Gibraltar, siendo poco singulares en el contexto de la zona de estudio. Las comunidades clímax de Maërl y precoralígeno son más escasas ya que se desarrollan a más profundidad en condiciones más particulares y requieren un mayor tiempo de desarrollo.

Presencia de especies indicadoras de una buena calidad del medio.

Se ha constatado la presencia de numerosas especies singulares indicadoras de la buena calidad del medio en la mayoría de comunidades rocosas de la zona de estudio:

- En la zona mediolitoral inferior están presentes las algas *Lithophyllum byssoides*, Gymnogongrus crenulatus, *Cystoseira tamariscifolia*, *Cystoseira mauritanica, Osmundea pinnatífida, Sphaerococcus coronopifolius* y las especies de fauna *Actinia equina*, *Astroides calycularis*, *Cymbula safiana, Dendropoma lebeche, Pollicipes pollicipes* y *Patella ferruginea*, también presente en el mediolitoral superior, al igual que *Fucus spiralis*.
- En el infralitoral rocoso batido está presente *Cymbula safiana* (Fotófilo y esciáfilo) y *Astroides calycularis* (esciáfilo).
- En el fotófilo calmo está presente también *Cystoseira spp*.
- En el infralitoral rocoso esciáfilo de modo calmo se han encontrado las especies vegetales *Peyssonnelia rubra* y *Sphaerococcus coronopifolius* y las especies animales *Astroides calycularis* (zonas expuestas a la corriente, pero no al oleaje), *Aglaophenia kirchenpaueri*, *Clavelina dellavallei*, *Aplidium conicum* y *Anthias anthias*.
- El coralígeno no ha sido muestreado directamente, pero la presencia de gorgonáceos y otras especies sésiles animales de interés es muy importante (obs. personal) en la Bahía Norte.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Presencia de especies protegidas o de especial interés.

Se ha constatado la presencia de numerosas especies protegidas o amenazadas en las comunidades rocosas de la zona de estudio.

- En la zona mediolitoral inferior están presentes las algas *Lithophyllum byssoides* (LESRPE), *Gymnogongrus crenulatus* (LESRPE), *Cystoseira tamariscifolia* (LESRPE), *Cystoseira mauritanica* (LESRPE), y las especies de fauna, *Astroides calycularis* (Vulnerable CNEA), Cy*mbula safia*na (LESRPE), *Dendropoma lebeche* (Vulnerable CNEA) y *Patella ferruginea* (En peligro de extinción CNAE), también presente en el mediolitoral superior.
- En el infralitoral rocoso batido está presente *Cymbula safiana* (LESRPE) y *Astroides calycularis* (Vulnerable CNEA).
- En el infralitoral rocoso esciáfilo de modo calmo está presente *Astroides calycularis* (zonas expuestas a la corriente, pero no al oleaje).
- En el fotófilo calmo está presente también *Cystoseira spp* (LESRPE).
- El coralígeno no ha sido muestreado directamente, pero la presencia de gorgonáceos y otras especies sésiles animales de interés es muy importante (obs. personal) en la Bahía Norte. Estarían presentes las gorgonias *Ellisella paraplexauroides* (LESRPE) y *Savalia savaglia* (LESRPE) y *Astroides calycularis* (Vulnerable CNEA).

Poblamiento íctico y recursos vivos.

Se ha constatado la presencia de especies de interés pesquero/marisquero sobre todas las comunidades mediolitorales y submareales de sustrato rocoso. En la roca mediolitoral superior es notoria la presencia de diversos patélidos, al igual que en el mediolitoral inferior, donde también están presentes el mejillón o el percebe. En la zona submareal destaca la presencia de los erizos Paracentrotus lividus y Sphaerechinus granularis junto a la fauna íctica.

Capacidad de recuperación. Este valor temporal puede estimarse en más de 75 años para el caso de praderas de Posidonia oceanica, en torno a los 25 para precoralígeno y coralígeno clímax y en unos pocos años para los fondos blandos desprovisto de vegetación. Los valores mínimos por tanto se han asignado a los fondos supra, meso y submareales sedimentarios desprovistos de vegetación y al supralitoral rocoso sin vegetar. Los máximos al coralígeno y Maërl, ya que necesitan décadas para su desarrollo. Los fondos rocosos con presencia de cobertura vegetal cuentan con especies animales que tardan varios años en alcanzar su madurez sexual, algas anuales y también perennes, por lo que los tiempos de desarrollo son habitualmente superiores al año.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Paisaje submarino y valor testimonial.

Este criterio, ciertamente subjetivo, es secundario, aunque válido a la hora de fijar cierto grado de singularidad a una determinada biocenosis. El paisaje submarino en la zona, desde un punto de vista subjetivo, resulta de mayor interés allí donde existen elementos que rompen la monotonía, como pueden ser los gorgonáceos de coralígeno, las algas del mediolitoral inferior e infralitoral batido o el colorido de los fondos esciáfilos derivado de la presencia de numerosos invertebrados sésiles. La presencia del alga invasora *Rugulopterix okamurae* sobre los fondos fotófilos y esciáfilos hace disminuir los valores asignados para este criterio allí donde está presente.

Valor científico

Las biocenosis de estructura compleja son, a priori, más interesantes en orden a llegar a conocer todas las implicaciones existentes y las relaciones intraespecíficas e interespecíficas que en ellas se dan. En este caso todas las comunidades sedimentarias están carentes de vegetación presentando menores relaciones intraespecíficas e interespecíficas que las comunidades rocosas que cuentan con cobertura vegetal.

De la valoración realizada se desprende que la fragilidad de las comunidades es la siguiente:

- Biocenosis de arenas supralitorales mediterráneas (MA551): Fragilidad ecológica muy baja.
- Biocenosis de detritos gruesos mediolitorales mediterráneos (MA352): Fragilidad ecológica muy baja.
- Biocenosis de roca supralitoral mediterránea (MA151): Fragilidad ecológica muy baja
- Biocenosis de la roca mediolitoral superior mediterránea (MA153): Fragilidad ecológica media - baja
- Biocenosis de la roca mediolitoral inferior mediterránea (MA154): Fragilidad ecológica media - alta
- Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas (MB151): Fragilidad ecológica media
- Biocenosis de coralígeno (MC151): Fragilidad ecológica alta.

Conclusiones de las comunidades del área somera

La Línea de la Concepción

En la Línea de la Concepción todas las comunidades presentes en la zona de estudio se asientan sobre sustrato sedimentario. La pendiente en la zona es en general suave produciéndose una

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

transición progresiva entre estas al aumentar la profundidad. Todas ellas están carentes de vegetación y presentan una fragilidad ecológica, según el presente estudio, que varía entre muy baja, en las comunidades supra y mesolitorales, debido a las condiciones ambientales adversas intrínsecas a las que están sometidas (elevada insolación, periodos de inmersión/emersión, oleaje, etc.) y una fragilidad ecológica media en las comunidades más profundas. Al aumentar la profundidad aumenta la estabilidad y la granulometría disminuye. Destacan los recursos pesqueros en las comunidades de arenas finas de superficie, de arenas finas bien calibradas y de los fondos detríticos costeros (bivalvos y cefalópodos). En la comunidad situada a mayor profundidad, de las arenas fangosas en ambiente calmo, destaca la presencia de pennatuláceos.

En esta zona hay que reseñar la presencia de un bancal externo lineal o barra de batida del oleaje, en el área exterior de la comunidad de arenas finas de superficie y área interior de la comunidad arenas finas bien calibradas, que se extiende desde los 150 m de distancia desde la línea de costa hasta los 400 m y donde la profundidad disminuye desde la cota -5/-6 m hasta la cota -3/-4 m.

Esta barra se puede considerar un tipo de Hábitat de Interés Comunitario, el 1110: Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda.

Ceuta

En la zona denominada Ceuta Sur hay comunidades rocosas y sedimentarias, supralitorales, mesolitorales, infralitorales y circalitorales. En esta zona la corriente presenta menor intensidad que en la bahía norte de Ceuta, produciéndose un enfangamiento generalizado en las zonas más profundas. La intensidad de dicha corriente disminuye de Este a Oeste, al aumentar la distancia a Punta Almina, como cabría esperar. En el extremo occidental de la zona de estudio el enfangamiento se produce a menor profundidad.

La fragilidad ecológica considerada aumenta al aumentar el grado de humectación y por tanto, la batimetría. En general, esta fragilidad es muy baja en la zona supralitoral y aumenta hasta una fragilidad media, en la roca mediolitoral inferior, por la presencia de cobertura vegetal y especies protegidas o amenazadas, donde también destaca la especie en peligro de extinción *Patella ferruginea*. En este caso, la fragilidad otorgada a la comunidad de roca mediolitoral inferior ha sido menor que la otorgada a esta misma comunidad en la bahía norte, debido a una menor presencia de especies protegidas, singulares o amenazadas y su asentamiento, en una mayor proporción, sobre sustrato rocoso artificial.

La roca infralitoral presenta una fragilidad ecológica media, también limitada por la presencia del alga invasora *Rugulopterix okamurae*. En este sustrato rocoso, dentro de la comunidad de algas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

infralitorales, las biocenosis esciáfilas aparecen a mayor profundidad, a medida que se atenúa la luz pero también lo hacen en zonas poco profundas en espacios que, por la morfología del sustrato rocoso, quedan resguardados de la luz directa. Entre la cota “0” y los 2-4 m. de profundidad, donde la incidencia del oleaje se deja sentir sobre el fondo de una forma más constante, estarían presentes comunidades rocosas de ambiente batido, tanto esciáfilas como fotófilas.

Al aumentar la profundidad, la presencia de *Rugulopterix okamurae* disminuye, afectando en menor medida al coralígeno (>35 m). La fragilidad ecológica obtenida en el presente estudio para esta comunidad ha sido alta.

Respecto al sustrato sedimentario están presentes 3 comunidades infralitorales y circalitorales:

- La biocenosis de arenas finas mediterráneas bien calibradas (ABC), que cuenta con una fragilidad ecológica baja – muy baja por no presentar cobertura vegetal de interés.
- La biocenosis de fondos detríticos costeros mediterráneos (sin rodolitos) (FDC), que cuenta con una fragilidad ecológica baja, ya que presenta cierta cobertura vegetal (sobre todo algas incrustantes). Esta comunidad rodea al sustrato rocoso y se extiende alrededor de éste. El sedimento está constituido por arenas y entre un 10% y un 30% de gravas sin finos.
- La comunidad de las arenas fangosas en ambiente calmo (AFMC), que cuenta con una fragilidad ecológica baja, algo superior a la presente en la comunidad ABC a pesar del grado de enfangamiento al que se ve sometida, por la presencia de pennatuláceos.

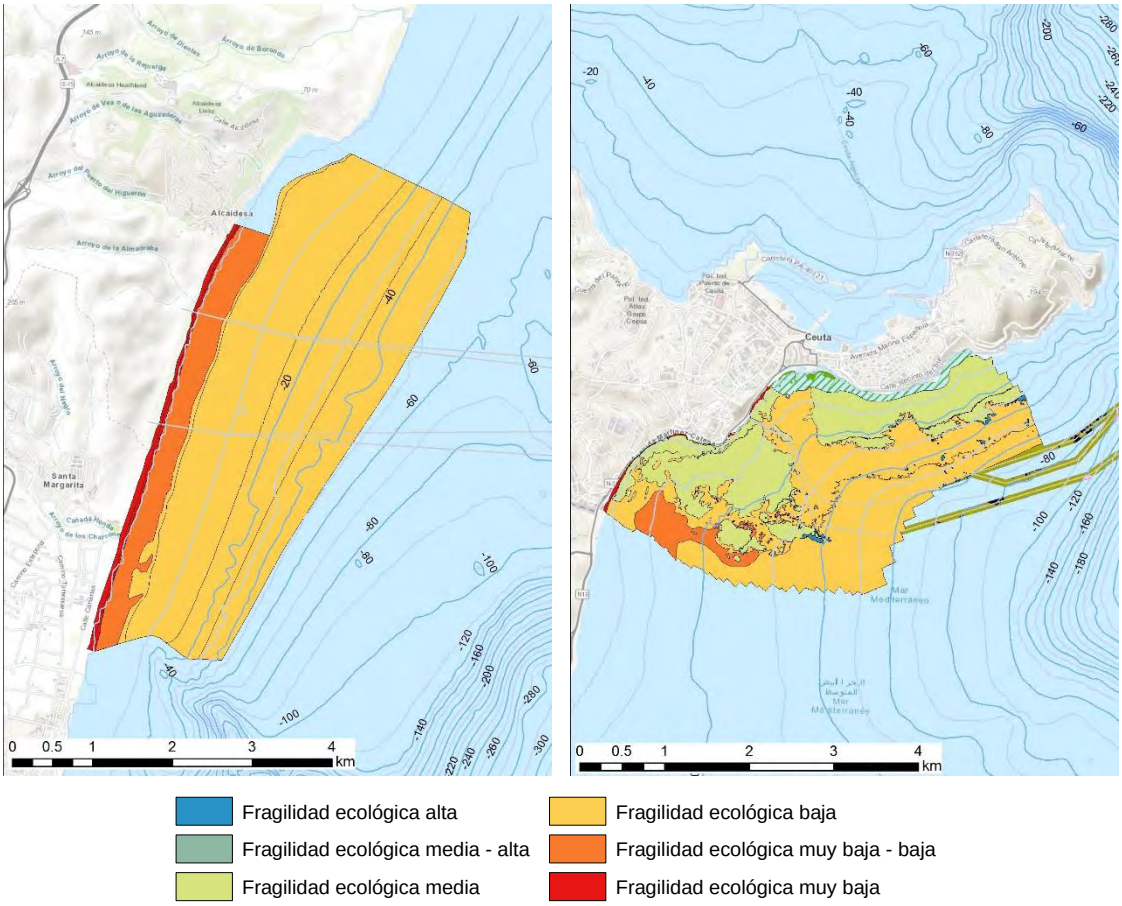
Por último, indicar que todo el sustrato rocoso no artificial se consideraría el hábitat de interés comunitario 1170: Arrecifes. En las zonas rocosas escarpadas de cantiles y orografía abrupta podría estar presente el hábitat de interés comunitario 8330: Cuevas submarinas sumergidas o semisumergidas.

Síntesis de la fragilidad del medio

La siguiente figura presenta una aproximación a la fragilidad del medio en ambas zonas de aterraje, según los criterios y valoraciones explicadas en los anteriores capítulos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Fragilidad ecológica de las zonas de aterraje en La Linea (izqda.) y Ceuta (dcha.)



Como se aprecia en la figura anterior, la fragilidad ecológica de la zona de La Línea es entre baja y muy baja, correspondiente a ambientes de fondos arenosos, mientras que en Ceuta es mucho más hecterogeneo, con un corredor central de fragilidad baja (correspondiente a los fondos arenosos) flanquedaso por zonas de fragilidad media (fondos rocosos vegetados) e incluso algunas zonas de fragilidad alta (zonas rocosas con coralígeno).

1.1.8.3 Comunidades profundas

Comunidades identificadas

MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos

Esta biocenosis se desarrolla en áreas donde el fondo detrítico está cubierto por lodos. El sedimento es una arena muy fangosa o barro arenoso, o incluso puede llegar a ser un lodo bastante compactado, rico en restos de conchas de bivalvos, de crustáceos y equinodermos. La sedimentación es lo suficientemente lenta como para permitir el desarrollo de epifauna sésil.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Grava, arena y lodo se mezclan en cantidades variables, pero siempre con porcentajes elevados de lodo.

Esta biocenosis en el presente estudio se ha identificado en las estaciones de muestreo M01, M02, y M14, que se sitúan en zona circalitoral entre los 65 y 135 metros de profundidad.

Como se observa en la siguiente figura el sedimento de la estación M01 se caracteriza por la presencia de restos bioclásticos (principalmente restos de bivalvos y crustáceos).

Aspecto del sedimento de la estación M01

Entre la fauna sésil cabe destacar la presencia en baja densidad de la especies de coral blando *Veretilluim cynomorium*.

***Veretillum cynomorium*. Estación M01**

También la estación M_02 se caracteriza por presentar una fracción importante de restos bioclásticos. Sin embargo, en la filmación no se ha detectado la presencia de fauna sésil.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aspecto de la estación M02

Finalmente, en la estación M14 que se localiza a 135 metros de profundidad en Ceuta, se ha detectado una mayor cantidad de restos bioclásticos mezclados con piedras de pequeña dimensión.

Entre la fauna sésil de esta estación, cabe destacar la presencia de esponjas del género *Leiodermatium sp.*, que utiliza las pequeñas piedras como sustrato para asentarse y desarrollarse.

Esponja del género *Leiodermatium sp*. Estación M14

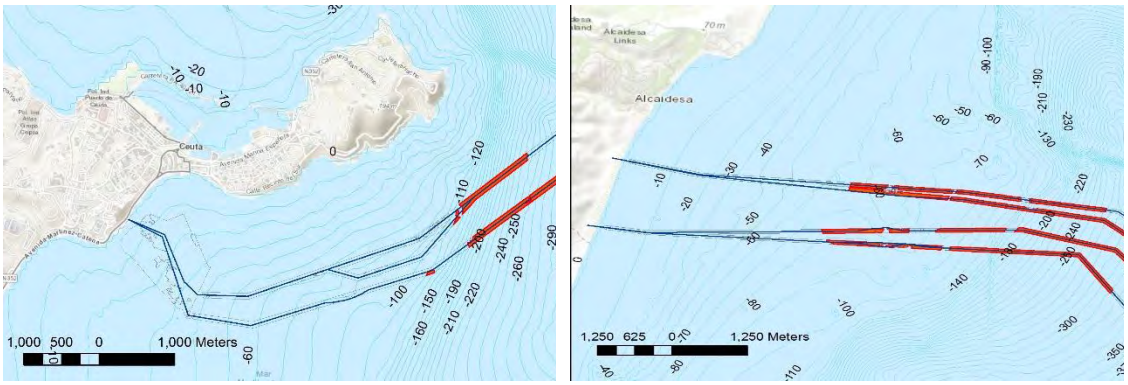
Respecto a la macrofauna bentónica que caracteriza estas tres estaciones, como era de esperar los poliquetos son el grupo más importante, con especies adaptadas a vivir en sedimentos con un cierto grado de hipoxia, y que se incluyen principalmente entre las familias Cirratulidae y Spionidae.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La interpretación de los datos del sonar indica que, dentro de la zona de estudio, esta comunidad se encuentra en dos zonas, en el final de la plataforma y borde del talud en La Línea entre -60 y -300 m y en el borde de talud en Ceuta, entre los -110 y los -300 m.

En la zona de estudio esta comunidad ocupa un total de 112 ha, un 10 % aproximadamente del total prospectado en la zona profunda.

Distribución de la comunidad MC451 Fondos detríticos enfangados mediterrenáneos en la zona de estudio.



ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo

Como indica su nombre, los fondos de este hábitat se caracterizan por presentar una granulometría heterogénea, con presencia de un cierto porcentaje de gravas, arenas gruesas y medias, y finas.

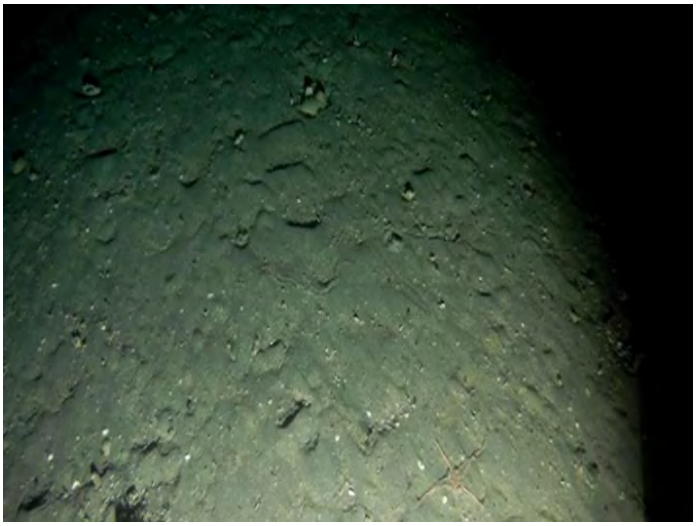
El criterio utilizado para la clasificación de esta estación según EUNIS, ha sido la granulometría y la composición de la macrofauna bentónica, ya que no se dispone de material visual.

Esta biocenosis se ha detectado en la estación M03 y V04, que se localizan a una profundidad de 320 y 293 m respectivamente, en el batial superior.

En esta estación la macrofauna bentónica se caracteriza sobre todo por la presencia de la familia de poliquetos Capitellidae, adaptada a vivir en sedimento con una baja concentración de oxígeno.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aspecto de la estación V04

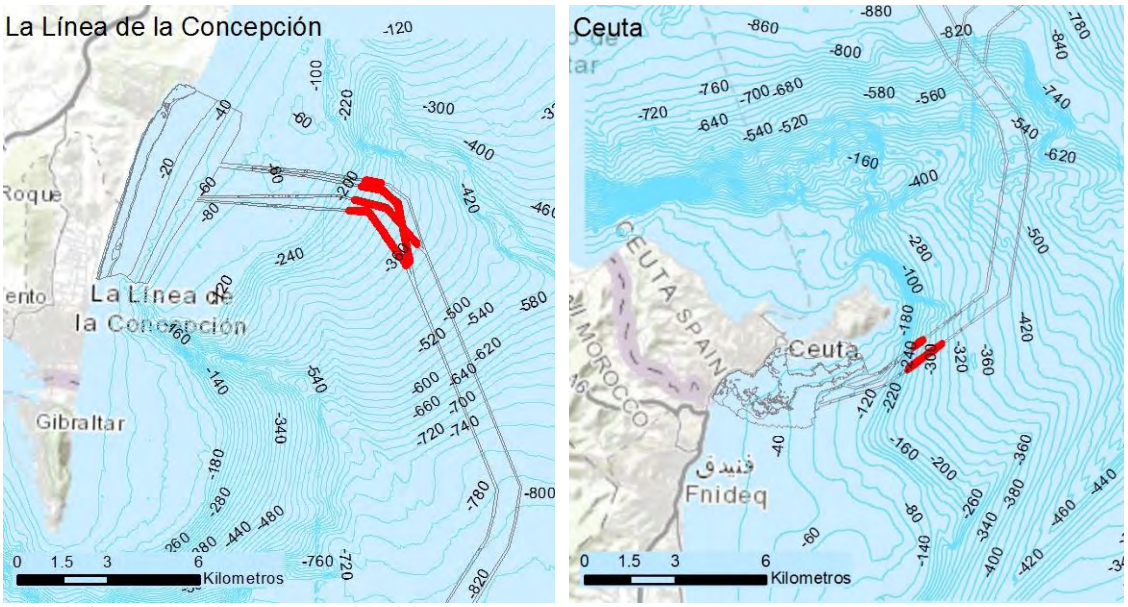


En esta estación la macrofauna bentónica se caracteriza, sobre todo, por la presencia de la familia de poliquetos Capitellidae, adaptada a vivir en sedimento con una baja concentración de oxígeno.

La interpretación de los datos del sonar indica que esta comunidad en la zona de estudio se encuentra en el talud de La Línea, aproximadamente entre las cotas -300 y -370 m, y en el de Ceuta entre los 200 y 300 m, como se muestra en la figura siguiente y ocupa 89 ha. en la zona prospectada, aproximadamente un 8% de la superficie de estudio en la zona profunda.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución de la comunidad ME45 Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo en la zona de estudio (en rojo)



ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo

Esta biocenosis está formada por grandes extensiones de fango arcilloso, generalmente compacto, gris amarillento o azulado. Se puede considerar como una continuación de la biocenosis de los lodos costeros terrígenos o de la biocenosis de los fondos detríticos del borde de la plataforma. La biocenosis de los fangos del batial superior se caracteriza por una homoeotermia constante de alrededor 13° C y una ausencia casi total de luz. La granulometría y el grosor del sedimento no son homogéneos. Los fangos arenosos son bastante frecuentes en el horizonte superior pero bastante raros en el horizonte inferior. Las modificaciones en la granulometría, el espesor del estrato de los fangos, y la llegada de materia orgánica exógena, dan como resultado la aparición de facies especiales. La composición faunística se caracteriza por la presencia de foraminíferos, esponjas, poliquetos, equinodermos y crustáceos. Esta biocenosis se diferencia de otra muy similar (ME451: biocenosis de los fangos del batial superior) por la profundidad.

En el presente estudio, esta biocenosis se ha detectado en las estaciones de muestreo M04, M08, y V05, que se localizan a una profundidad de 689, 759 y 896 metros respectivamente.

En la estación M04 no se ha detectado fauna sésil u organismos necto bentónicos (peces y crustáceos que desarrollan su ciclo vital en proximidad del fondo marino).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aspecto de estación M08

Por otro lado, en la estación M08 se ha detectado la presencia de crustáceos comerciales del género *Plesionika* y *Arsiteus*. Entre los equinodermos, destaca la presencia del erizo *Cidaris*.

***Plesionika sp*. Estación M08**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

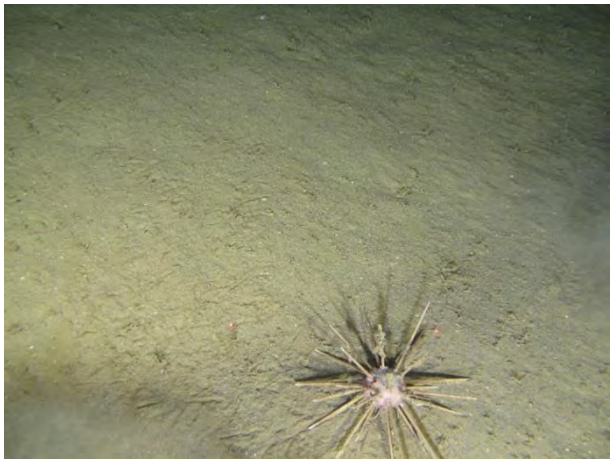
***Cidaris cidaris*. Estación M08**

***Aristeus antennatus*. Estación M08**

También en la estación V05, se ha detectado la presencia de del equinodermo *Cidaris*, como se observa en la siguiente figura.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

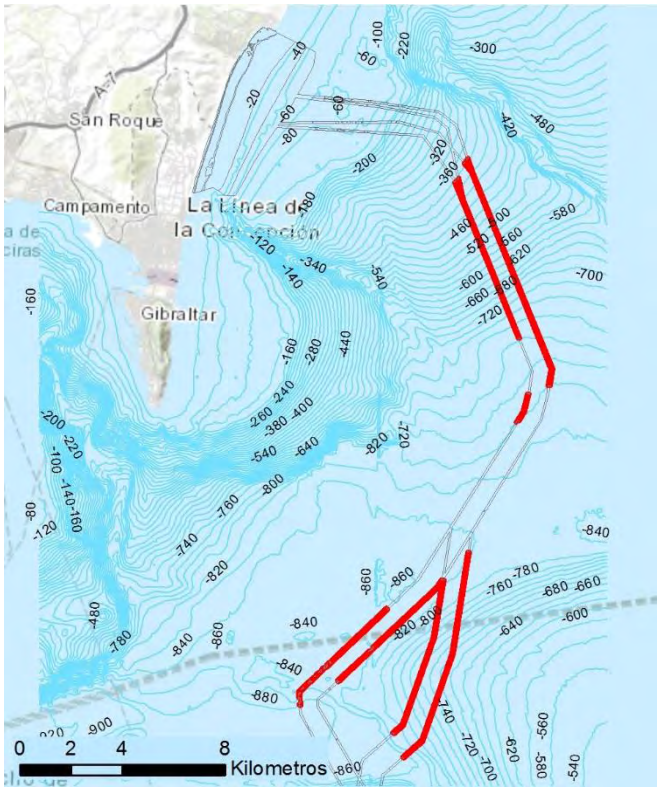
***Cidaris cidaris*. Estación V05**



La interpretación de los datos de sonar indica que esta comunidad se encuentra principalmente en el talud de La Línea entre los -360 y los -800 m y en las inmediaciones del Ceuta drift.

Se trata de la comunidad más extensa de toda la parte profunda de la zona de estudio, ocupando un total de 346 ha., aproximadamente un 30 % de toda la zona prospectada.

Distribución de la comunidad ME651 Biocenosis de fangos del batial superior mediteráneo en la zona de estudio



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ME451: Biocenosis de los fangos del batial superior caracterizados por sedimentos mixtos

La clasificación EUNIS incluye estos fondos entre los fangos del batial superior, donde la presencia de las diferentes especies depende en gran medida de la consistencia del sedimento, y de la granulometría.

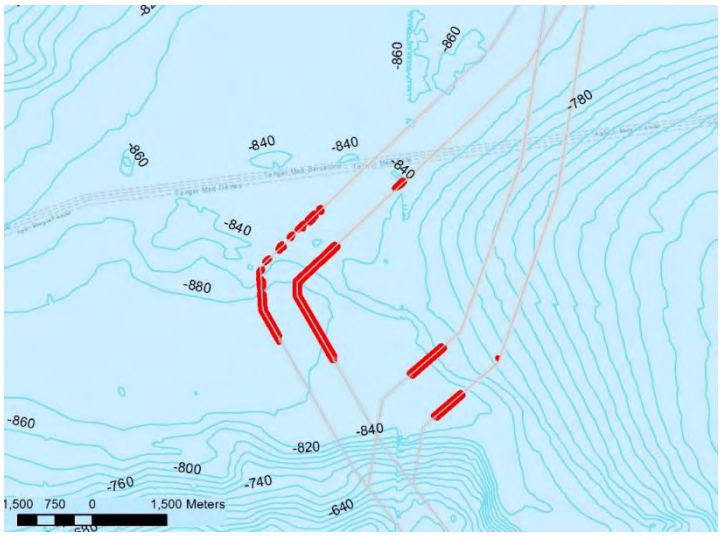
Esta biocenosis se ha detectado en la estación de muestreo M09, que se localiza a 892 metros de profundidad. Los sedimentos se caracterizan por la presencia de un cierto porcentaje de gravas, arenas finas y muy finas, aunque los fangos siguen siendo la fracción más abundante. En el recorrido se ha detectado únicamente un equinodermo crinoideo.

Crinoideo. Estación M09

El análisis de los registros de sonar indica que esta comunidad se encuentra en la llanura abisal, cerca del talud de Ceuta, entre las cotas – 840 y -860 m y ocupa 43 ha. de la zona prospectada, que representa un 4% del total estudiado en la zona profunda.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución de la comunidad ME451 Biocenosis de fangos del batial superior caracterizado por sedimentos mixtos



ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo

En la descripción de esta biocenosis formulada por EUNIS se hace explicita referencia a los corales de aguas frías. Los corales de aguas frías profundas, también llamados corales blancos, imperfectamente conocidos en el Mediterráneo, incluyen básicamente dos especies ramificadas principales, *Lophelia pertusa (Desmophyllum pertusum* según la nomenclatura actualizada del World Register of Marine Species*.)* y *Madrepora oculata*, que son especies relictas de la fauna del Cuaternario. Estos grupos de coral blanco se desarrollan a partir de los 200 metros de profundidad, hasta llegar a los bordes de los cañones. Las partes vivas suelen estar reducidas a las puntas de las ramas. Las partes muertas que no están por debajo del lodo están muy colonizadas por briozoos, braquiópodos, equinodermos y poliquetos serpulidos. Según la definición propuesta por EUNIS, estas especies pueden crear dos facies individuales o una tercera, caracterizadas por la co-presencia de estas dos especies.

Aunque en el presente estudio no se han detectado colonias vivas de estas dos especies de corales de aguas frías (posiblemente por las limitaciones del muestreo), sí que se han detectado zonas rocosas profundas que con la nomenclatura EUNIS 2007, se pueden incluir en la biocenosis A6.1 (Rocas profundas y sustratos duros artificiales), que con la actualización del 2019 ha sido englobada en la biocenosis ME151.

En el presente estudio, esta biocenosis se ha detectado en las estaciones de muestreo M11 y M13, que se localizan a 550 y 440 metros de profundidad respectivamente

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La estación M11 se caracteriza por presentar sustrato rocoso intercalado con zonas de acúmulo de restos de *Madrepora oculata*.

El sustrato rocoso se caracteriza por la presencia, en algunos casos masiva, de colonias de *Callogorgia verticillata* incluida recientemente (2019) en el Listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de especies amenazadas.

***Callogorgia verticillata* sobre sustrato rocoso con el erizo Cidaris cidaris. Estación M11**

En varias zonas del recorrido se ha detectado un acumulo masivo de restos *de Madrepora oculata*, (siguiente figura).

Restos de *Madrepora oculata*. Estación M11

En estas zonas se han detectado áreas donde la gorgonia *Berbyce cf. mollis* es especialmente abundante y acompañada por ejemplares aislados de la esponja del género *Asconema sp*. (figura siguiente).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Sustrato con *Berbyce cf. mollis y Asconema sp*. Estación M11

Las zonas con abundante presencia de la gorgonia *Berbyce cf. mollis*, están intercaladas con áreas donde el crinoideo *Leptometra phalangium* coloniza masivamente los restos de *Madrepora oculata*.

Sustrato con *Leptometra phalangium* con ejemplar de *Micromestius poutassou*. Estación M11

En la estación M13 en el recorrido de la filmación se han detectado varios ejemplares de las esponjas del género *Asconema sp*. que desarrollan su ciclo vital principalmente en los sustratos rocosos batiales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

***Asconema sp*. Estación M13**

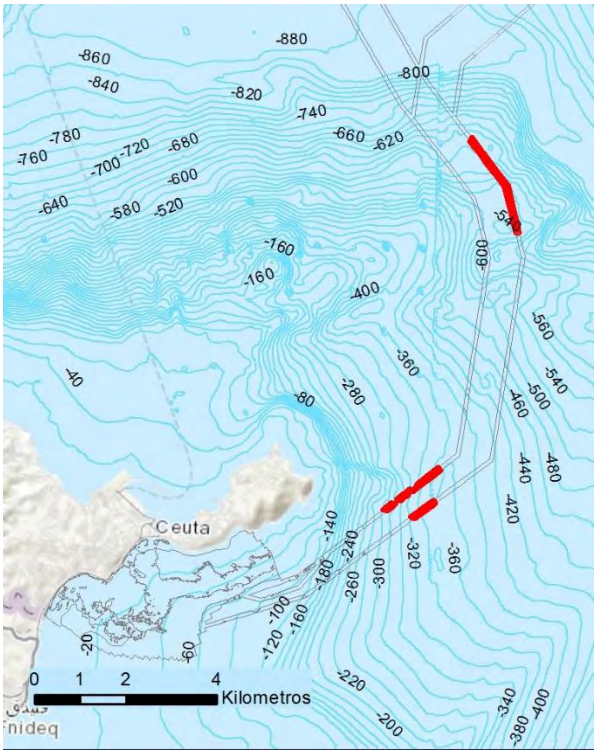
Entre los organismos necto bentónicos, destaca la presencia de varios ejemplares del escorpénido comercial *Helicolenus dactylopterus*, que desarrolla su ciclo vital, en parte, en los sustratos rocosos batiales.

***Helycolenus dactylopterus.* Estación M_13**

De la interpretación de los datos de sonar se deduce que esta comunidad se encuentra en el talud de Ceuta, cerca del cañón homónimo entre los 640 y 550 m de profundidad y cerca de la plataforma Ceutí entre los 380 y los 280 m aproximadamente, ocupando un total de 31 ha. de la zona prospectada, un 3% del total estudiado en la zona profunda.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución de la comunidad ME151 Biocenosis de rocas del batial superior mediterráneo



MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo

Siguiendo la definición propuesta por EUNIS, las biocenosis de los fondos rocosos circalitorales profundos se componen principalmente de esponjas, antozoos, briozoos y braquiópodos, mientras que la vida vegetal macroscópica está ausente. Estas biocenosis, que llegan hasta los 250 m de profundidad, generalmente ocupan fondos ásperos donde la corriente y la turbidez son razonablemente importantes. La disminución de la intensidad lumínica determina que producción primaria sea muy escasa o en unos casos inexistente. A pesar de estas condiciones, los niveles de biodiversidad y producción de biomasa (en este caso animal) son a veces comparables con aquellos encontrados en aguas poco profundas.

Esta biocenosis se ha encontrado en las estaciones V1, V2, V3 V6 y V7, que se localizan a 50 metros, 65 metros, 80 metros, 115 metros y 90 metros respectivamente. Estas estaciones se han incluido entre las biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma, por la escasa o nula presencia de algas, hecho que determina que la casi totalidad de la biomasa presente sea animal.

La estación V01, se caracteriza por la abundante presencia de la gorgonia *Eunicella verrucosa*, (consta como especie amenazada en el Libro Rojo de los invertebrados de Andalucía), que coloniza el sustrato rocoso disponible. Entre estas colonias blancas, se ha detectado alguna

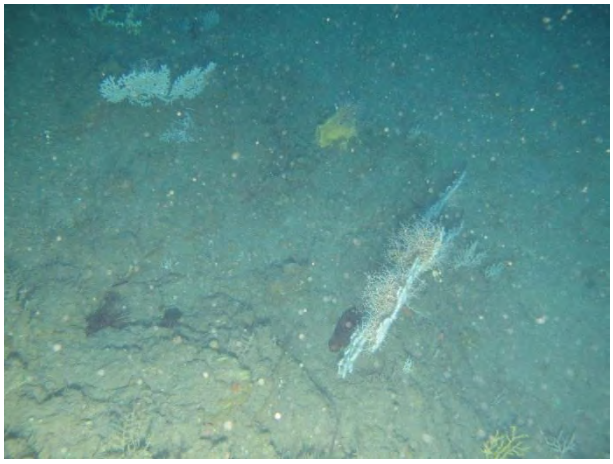
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

colonia de *Eunicella cf. cavolini*, que se desarrolla principalmente en medios muy esciáfilos y sometidos a corrientes entre moderadas o fuertes. La combinación de estos dos factores (escasez de luz y corrientes moderadas o fuertes) determina que la fracción vegetal en esta zona sea escasa.

***Eunicella verrucosa* y *Eunicella cf. cavolini*. Estación V01**

En la estación V02, que se localiza a 65 metros de profundidad, se observa como en el caso anterior la abundante presencia de colonias de grandes dimensiones de *Eunicella verrucosa* que colonizan el sustrato rocoso disponible. La existencia de corrientes moderadas también se puede deducir por la presencia del equinodermo *Astrospartus mediterraneus* que coloniza a su vez la gorgonia *Eunicella verrucosa*. Cabe destacar también la posible presencia de la gorgonia *Paramurciea cf. macrospina* con su morfotipo amarillo y el erizo *Centrostephanus longispinus* (Listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de especies amenazadas).

Aspecto de la estación V02. *Eunicella verrucosa* con *Astrospartus mediterraneus*



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Esta misma situación se repite en la estación V03, donde predomina la presencia de *Eunicella verrucosa* colonizada por el equinodermo *Astrospartus mediterraneus*.

Aspecto de la estación V03. *Eunicella verrucosa* con *Astrospartus mediterraneus*

La Estación V06, se localiza a una profundidad de 115 metros. Esta estación se caracteriza por presentar una parte del recorrido constituido por sedimento detrítico que se puede incluir en la biocenosis MC451, y otra parte donde predomina el sustrato rocoso. En la parte rocosa se ha encontrado una fauna diferente respecto a las estaciones descritas anteriormente, aunque la biomasa sigue siendo casi exclusivamente animal.

En la parte donde el sustrato blando predomina, se ha detectado la presencia del coral blando *Veretillium cynomorium*, que así confirma su capacidad de poder colonizar diferentes tipos de sustratos blandos, con un cierto porcentaje de finos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aspecto de la parte sedimentaria de la estación V06 con *Veretillium cynomorium*

Por otro lado, la parte rocosa de la estación V06 se caracteriza por la presencia de varias especies de esponjas que colonizan el sustrato rocoso disponible.

Entre las especies más frecuentes observadas en el recorrido, destacan las *esponjas Axinella polypoides* y *Spongia lamella,* ambas incluidas en el Libro Rojo de los invertebrados de Andalucía.

Aspecto de la estación V06. Parte rocosa con dominancia de *Axinella polypoides* y presencia de *Spongia lamella*

La estación V07, se localiza a 90 metros de profundidad. Como en el caso anterior una parte del transecto se puede incluir entre los sustratos blandos circalitorales y concretamente entre la biocenosis MD55 (arenas del circalitoral profundo mediterráneo), que se caracteriza por la escasez de epifauna, con la excepción de algún ejemplar aislado de *Veretillium cynomorium*.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aspecto de la estación V07- Parte con sustrato blando y *Veretillium cynomorium*

La parte rocosa, que constituye en la zona examinada unos enclaves, se caracteriza, por presentar una elevada diversidad de esponjas, tanto incrustantes como erectas. Entre las erectas destacan las especies *Axinella polypoides* y *Verongia aerophoba*, esta última incluida en el Libro Rojo de los invertebrados de Andalucía. Como en las anteriores estaciones no se observa recubrimiento vegetal evidente.

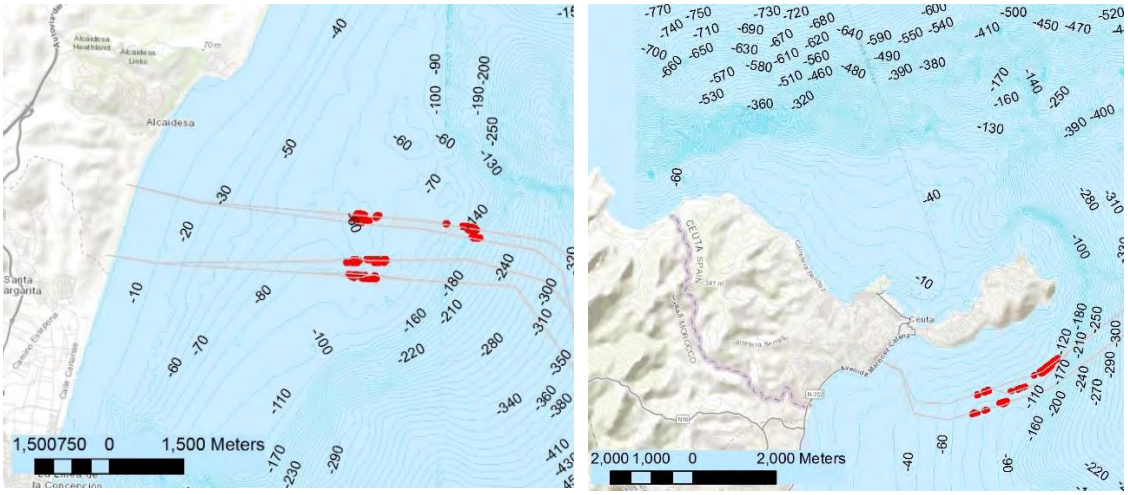
Entre las gorgonias se ha detectado la presencia de *Eunicella verrucosa* y *Ellisella paraplexauroides* (incluida recientemente, 2019, en el Listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de especies amenazadas).

Aspecto de la estación V07 con Verongia aerophoba y Ellisella paraplexauroides

De la interpretación de los registros de sonar se deduce que esta comunidad se encuentra la plataforma tanto de La Línea como de Ceuta, entre los -50 y los -150m. y ocupa un total de 11 ha., un 1% del área prospectada en la zona profunda.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución de la comunidad MD151 Biocenosis de fondos rocosos de borde de plataforma



MC55 Arenas circalitorales mediterráneas

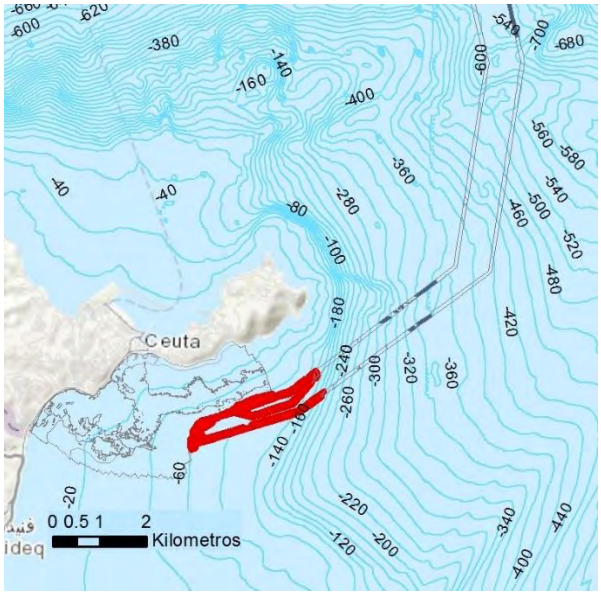
Se ha identificado esta comunidad en la estación M15. Se adjunta fotografía de la muestra obtenida con la draga.

Arenas finas en la muestra M15

En base a la interpretación del registro de sonar se ha identificado esta comunidad en la zona somera de Ceuta (de la cota -40 a la -160 m aprox.).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución de la comunidad MC55 Arenas circalitorales mediterráneas



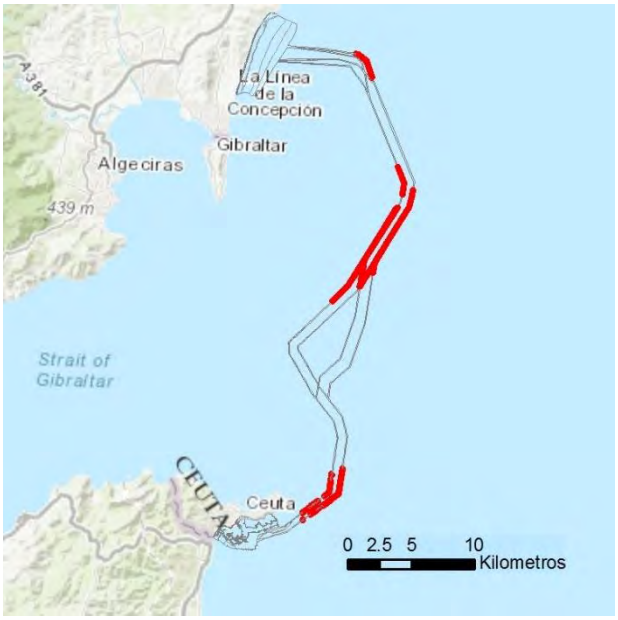
ME55 Arenas del batial superior mediterráneo

Mediante la interpretación de los datos de sonar se concluye que esta comunidad se encuentra sobre todo en la llanura batial del centro del canal y en menor medida en los taludes de La Línea entre los 260 y los 360 m. y de Ceuta, entre los 240 y 500 m.

Interfase entre las arenas batiales y los fangos batiales en la estación V_05

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución de la comunidad ME55 Arenas del batial superior mediteráneo en la zona de estudio



Esta comunidad ocupa 255 ha. de la zona prospectada, siendo la segunda de más extensión y ocupando aproximadamente un 22 % de la zona de estudio profunda.

ME35 Sedimento grueso batial mediterráneo

Se ha identificado el grueso de esta comunidad en el talud de Ceuta, entre los 880 y los 400 m de profundidad, con pequeños parches también extendidos por la zona batial, al pie del Ceuta drift.

Muestra de sedimento grueso batial mediterráneo en la estación M10

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Valoración ecológica del área profunda

Para valorar la importancia ecológica de las distintas biocenosis obtenidas con la clasificación jerárquica EUNIS, se ha llevado a cabo un análisis cualitativo, que considera los siguientes factores:

Presencia en la biocenosis de especies con capacidad de estructurar el medio. Dicho aspecto es quizá entre los más importantes a la hora de valorar una biocenosis, ya que la presencia de estas especies puede aumentar considerablemente su biodiversidad. Estas especies, siguiendo las definiciones propuestas por varios autores, modulan directa o indirectamente la disponibilidad de recursos tróficos o no, para las otras especies. Entre estas especies, se incluyen los corales, las gorgonias y los grandes poríferos, que pueden cambiar (en este caso estructurar) el medio gracias a sus proprias estructuras (tanto vivas como muertas). En términos generales se consideran como especies llave para el correcto funcionamiento y la longevidad de las biocenosis. Las especies llave de los ecosistemas profundos, reflejan las características del medio en la que se desarrollan, donde los flujos energéticos muy reducidos (bajas temperatura, escasez de recursos tróficos entre otros), determinan tasas de crecimiento muy reducidas, bajo potencial reproductivo y tasas potencial de colonización limitada por la dispersión larvaria circunscrita a las zonas cercanas de desarrollo de las especies. Estas características determinan que las especies llave del ecosistema se deban considera en términos generales como frágiles. Por esta razón la presencia de especies llave del ecosistema engloba también el parámetro fragilidad.

Presencia de especies protegidas. En algunos casos las especies clave del ecosistema presentan algún grado de protección con valor legal, como por ejemplo la inclusión en *Listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de especies amenazadas*, que ha sido actualizada durante el año 2019 o del Libro rojo de los invertebradas de Andalucía.

Presencia de especies con valor comercial. Algunas especies asociadas a las comunidades profundas tienen un elevado valor comercial, como por ejemplo los crustáceos .

Presencia de hábitat comunitario según la Directiva Hábitats (92/43/CEE). En la actualidad cinco tipos de hábitats marinos figuran en el Anexo I de la Directiva Hábitats (92/43/CEE) como tipos de hábitats naturales de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de Zonas Especiales de Conservación (ZEC). En el presente estudio se ha detectado únicamente el hábitat 1170 – Arrecifes. Siguiendo la definición propuesta en dicha directiva, se consideran bajo la denominación de arrecifes todos aquellos sustratos duros compactos de origen biológico o

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

geológico (se excluyen los arrecifes artificiales, espigones, etc.), cualquiera que sea su topografía o distribución batimétrica.

En la siguiente tabla se detallan los resultados del análisis cualitativo. El análisis cualitativo indica que en 8 de las 15 estaciones se han detectado especie estructurales, que con su presencia determinan un aumento importante de la biodiversidad, proporcionando espacios que pueden ser colonizados por otras especies. Los grupos que se han detectado en el presente estudio son corales de aguas frías, gorgonias y esponjas de diferentes especies.

Clasificación del interés ambiental de las comunidades detectadas en la zona de estudio

Estación	Código EUNIS	Especies con capacidad de estructuración	Especies protegidas*o amenazadas	Especies de interés comercial	Hábitat comunitario 1170 Arrecifes
M01	MC451				
M02	MC451				
M03	ME45				
M04	ME651				
M05	ME55				
M06	ME55				
M07	ME651				
M08	ME651				
M09	ME451				
M10	ME35				
M11	ME151		*		
M12	ME55				
M13	ME151		*		
M14	MC451				
M15	MB552				
V01	MD151				
V02	MD151		*		
V03	MD151				
V05	ME651				
V06	MD151				
V07	MD151		*		

En 4 de estas estaciones se ha además detectado la presencia de especies protegidas (marcadas con un "*"): los antozoos *Madrepora oculata, Callogorgia verticillata* y *Ellisella paraplexauroides* y el equinodermo (erizo) *Centrostephanus longispinus*, que se incluyen *Listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de especies*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

amenazadas. 3 estaciones más (V01, V03 y V06) tienen especies incluidas en el Libro Rojo de los invertebrados de Andalucía.

En el caso del coral de aguas frías *Madrepora oculata*, cabe destacar que en el presente estudio no se han detectado colonias vivas. Sin embargo, debido a la presencia masiva de restos no fósiles, la presencia de colonias vivas en las inmediaciones de las zonas prospectadas no se puede descartar.

En tres estaciones se han detectado especies de interés comercial y objetivo de la pesca de arrastre. Estas especies son los crustáceos decápodos *Plesionika sp*. y *Aristeus antennatus*. Entre los peces teleósteos se ha detectado la presencia de *Micromesistius poutassou y Helycolenus dactylopterus.*

Finalmente, todas las estaciones donde se ha detectado la presencia de especies estructurales, se incluyen en el hábitat de interés comunitario Arrecifes 1170. Se trata de los fondos rocosos marinos, así como las concreciones biogénicas que pueden crecer sobre ellos. Abarcan todos los sustratos duros no artificiales del medio marino, con independencia de su topología o ubicación. Desde el punto de vista de su topología, pueden ser extremadamente variables: acantilados y roquedos costeros, pequeñas islas e islotes, paredes rocosas, cornisas, extraplomos, plataformas de roca que emergen sobre los fondos sedimentarios, bloques rocosos, pedregales, o promontorios, cañones y escarpes submarinos de diversa envergadura. Desde el punto de vista de su ubicación respecto a la costa, pueden ser acantilados y roquedos costeros, islotes e islas, bajos, promontorios submarinos y bancos situados tanto en la plataforma continental como en fondos batiales, y escarpes de los cañones submarinos.

La fauna asociada al tipo de hábitat arrecifes es, extremadamente rica y variada, mostrando enormes diferencias dependiendo de los distintos factores. Más de 7.000 especies animales pueden encontrarse en los fondos rocosos de las costas y aguas territoriales españolas. Cabe distinguir la fauna sésil de la móvil. Las especies sésiles (esponjas, briozoos, ascidias, buena parte de los cnidarios y muchos moluscos y poliquetos, entre otros) compiten por las algas en la ocupación del sustrato, llegando a ocuparlo casi totalmente en los ambientes poco iluminados.

Una especial mención merecen las agregaciones masivas del equinodermo crinoideo *Leptometra phalangium* detectadas en la estación de muestreo M11, en las áreas de acumulo de las ramas muertas del coral de aguas frías *Madrepora oculata*.

Por su riqueza excepcional, tanto en números y en la calidad de las especies que alberga, este tipo de biocenosis del batial superior, como indican varios estudios, debería ser considerada de alta prioridad para la conservación de los hábitats profundos del Mediterráneo. Finalmente, en el

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

año 2009, los fondos circalitorales y batiales del Mediterráneo, colonizados por *Leptometra phalangium* han sido incluidos por el comité científico de la *General Fisheries Commission for the Mediterranean* (G.F.C.M.) entre los 14 hábitats utilizados como criterio para identificar los Hábitats marinos esenciales. Sin embargo, el área de estudio no ha sido incluida en la propuesta final para los sitios de aguas profundas de interés comunitario en aguas españolas.

1.1.8.4 Conclusiones al estudio de comunidades bentónicas

En el área de estudio se han identificado, mediante la clasificación jerárquica EUNIS un total de 8 comunidades.

Como era de esperar las biocenosis que se desarrollan sobre sustrato rocoso o en los acúmulos de corales muertos, reúnen mínimo dos de los cuatro parámetros que se han utilizado para llevar a cabo una valoración ecológica cualitativa del medio.

En términos generales en todas estas biocenosis se han detectado especies estructurales capaces de aumentar la biodiversidad gracias a las estructuras tridimensionales que forman. Además, debido al sustrato en la que se desarrollan también se incluyen entre los hábitats de interés comunitario (Arrecifes 1170) de la Directiva Hábitats (92/43/CEE). En 4 de estas biocenosis, se puede considerar que el valor ecológico aumenta debido a la presencia de especies protegidas. Estas biocenosis se tienen que considerar como frágiles o muy frágiles con una resiliencia muy limitada por las características de las especies llave, que tienen como rasgos principales tasas de crecimiento muy bajas, capacidad reproductiva limitada y potencial de colonización casi nulo. El conjunto de estos factores determina que estas especies y las biocenosis que conforman sean muy sensibles a perturbaciones externas o cambios repentinos del medio donde se desarrollan.

Cabe destacar que, en una estación, que se incluye entre los fangos batiales (M08) se ha detectado la presencia de especies de interés pesquero de elevado valor comercial (*Aristeus antennatus*).

Dos estaciones reúnen los cuatro parámetros analizados para la valoración ecológica ya que se ha detectado la presencia de especie ícticas de interés comercial. El valor ecológico de estas estaciones (M11 y M13) se tiene que considerar como el más elevado.

Sin embargo, la estación M11 se tendría que valorar aparte. Aunque en el presente estudio no se ha podido cuantificar la biodiversidad asociada a esta estación, varios estudios, algunos de los cuales llevados a cabo en áreas cercanas (Alborán), indican que en fondos colonizados por *Leptometra phalangium* los principales parámetros estructurales de la biocenosis alcanzan

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

valores especialmente elevados. Estos datos asociados a la presencia de especies estructurales, algunas de las cuales además protegidas (*Callogorgia verticillata* y *Madrepora oculata*), indican que en la estación M11 cabe esperar el valor ecológico más elevado del conjunto del área de estudio.

1.1.9 Patella ferruginea

1.1.9.1 Introducción

Patella ferruginea es una lapa (molusco gasterópodo marino) llamativa por su gran tamaño y por sus gruesas costillas radiales, que vive exclusivamente en el Mediterráneo occidental. Puede superar los 10 cm de longitud, aunque lo normal es que mida hasta 7-8 cm. Se distingue claramente de otras lapas mediterráneas por su concha grande y muy sólida y por sus gruesas y elevadas costillas radiales (entre 30 y 50), las cuales son a menudo nodulosas y algo irregulares. La concha suele estar erosionada y cubierta por otros organismos, como algas y balanos o bellotas de mar (crustáceos cirrípedos). La forma de la concha es algo variable. Los ejemplares que se sitúan en los niveles más altos y en zonas poco batidas por el mar suelen tener una concha de perfil más elevado (más cónica), mientras que los de los niveles inferiores y de zonas expuestas al oleaje la tienen más aplanada. El color externo en los ejemplares limpios varía de ferruginoso a crema (en los jóvenes se pueden apreciar anillos concéntricos irregulares más oscuros), y blanco marmóreo en su cara interna, con la zona central (impresión muscular) oscura y el borde interno pardo oscuro.

***Patella ferruginea* en la zona de estudio**

Patella ferruginea vive sobre sustratos rocosos del piso mesolitoral o intermareal (generalmente en los niveles superiores), en zonas con distinto grado de inclinación expuestas al oleaje, con

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

menor preferencia por las paredes verticales. Suele situarse en la zona de *Chthamalus stellatus*, justo por encima de las algas rodofíceas, que marcan el piso mesolitoral inferior. Casi siempre se halla por encima del nivel del mar, situándose en las zonas donde las únicas algas erectas existentes son las feofíceas *Ralfsia verrucosa y Rissoella verruculosa* y, ocasionalmente, *Nemalion helminthoides*. En cualquier caso, se trata de algas con un escaso porcentaje de cobertura, pues la lapa ferrugínea parece necesitar superficies libres de vegetación erecta para conseguir una adecuada fijación al sustrato, establecer su huella y desarrollar su actividad ramoneadora, principalmente sobre cianobacterias epilíticas y endolíticas. En las zonas donde se ha producido una proliferación de algas verdes (*Enteromorpha sp.* o *Chaetomorpha sp*.), debido al enriquecimiento en materia orgánica, se ha observado una migración de los ejemplares hacia zonas más favorables.

En los lugares con condiciones óptimas, pueden alcanzarse densidades de 4 a 15 individuos por metro lineal de costa y, excepcionalmente, hasta más de 50.

Es una especie de crecimiento lento. Alcanza la madurez sexual durante su segundo año de vida, con una talla comprendida entre 25 y 30 mm; en este rango de tallas, todos los ejemplares son machos. Se ha asumido que es una especie hermafrodita protándrica, es decir, los individuos son inicialmente machos (a partir de unos 25 mm) y, posteriormente, pueden cambiar a hembras (a partir de unos 40 mm). Sin embargo, muchos ejemplares permanecen como machos hasta las tallas mayores. Se empieza a hallar hembras adultas a partir de una talla de unos 40 mm, cuando tienen una edad entre 3 y 4 años. La proporción de machos tiende a disminuir conforme aumenta la talla de los ejemplares, de manera que, en el rango de tallas más grandes, la mayoría de los ejemplares son hembras. La hipótesis de que se trate de una especie gonocórica (con sexos separados) o hermafrodita protándrica debe aún ser verificada[1]. Los machos suelen ser más abundantes que las hembras, en una proporción de 1,8:1, si bien esta proporción varía en función de las condiciones ambientales, y, según estudios recientes, de la localización de la población considerada.

[1] Investigadores del Museo Nacional de Ciencias Naturales han descubierto recientemente su estrategia reproductiva, que consiste en cambiar de sexo tanto de macho a hembra como al contrario, lo que mejora su capacidad para adaptarse a los cambios en su entorno. Javier Guallart, Marta Calvo, Iván Acevedo y José Templado (2013) “Two-way sex change in the endangered limpet *Patella ferruginea* (Mollusca, Gastropoda)” *Invertebrate Reproduction & Development*, 57(3): 247-253.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El periodo reproductor tiene lugar en otoño; entre los meses de enero a julio existe un reposo sexual total, y en septiembre comienza la maduración gonadal. La fecundación es externa, y se precisa una densidad mínima de machos y hembras que garanticen el éxito reproductor, es decir, que den lugar a un número suficiente de larvas que permitan, tras la mortandad del periodo planctónico, la incorporación a la población de un número suficiente de juveniles. La longevidad es desconocida, pero de acuerdo con diversas estimas, supera los 12 años, y podría alcanzar los 20-30 años. Los adultos son muy sedentarios, y sólo se desplazan cortas distancias desde su huella para alimentarse cuando el oleaje baña las rocas, preferiblemente durante la marea alta y por la noche. La dieta es poco conocida, pero parece estar constituida principalmente por cianobacterias y propágulos de diversas algas. Los principales predadores de esta especie son algunos cangrejos y el gasterópodo *Stramonita haemastoma*, y, ocasionalmente, por gaviotas; estas especies pueden predar sobre todo el rango de tallas de *Patella ferruginea*, si bien utilizando distintas estrategias.

Mediolitoral y supralitoral de la zona de estudio, hábitat de *P. ferrugínea*

1.1.9.2 Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el censo de Patella. En primer lugar, se presentan los resultados generales de la población y posteriormente se muestran por zonas, concretamente atendiendo a 4 tramos, que muestran diferencias poblacionales debidas a diferencias ambientales (orientación, tamaño o rugosidad de los bloques rocosos, entre otras); Playa sur (con bloques rocosos de menor tamaño), cara sur del espigón, el morro de dicho espigón (más expuesta al oleaje) y cara norte del espigón.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las tablas con las medidas y la localización de cada ejemplar se encuentran en los anexos

Localización de los ejemplares

En total se han localizado 1392 ejemplares de *Patella ferruginea* en la zona de estudio para un tramo de costa de 450 m. El número de ejemplares por metro lineal sería de 3,1 individuos/m.

Si se comparan estos valores con los que se pueden obtener para poblaciones en condiciones óptimas (entre 4 y 15 ejemplares/m lineal llegándose excepcionalmente hasta 50), puede considerarse que la densidad obtenida está ligeramente por debajo de este óptimo. No obstante, dentro de la zona de estudio, la franja considerada “playa sur” presenta escaso número de individuos debido al tamaño, forma y disposición de los bloques rocosos (playa con menor pendiente y con bloques de pequeña talla), incompatibles en gran medida con el asentamiento y desarrollo de ejemplare de esta especie. Si no se tienen en cuenta los metros lineales de “playa sur” y los escasos individuos allí presentes (35 individuos y 0,2 ind/m), se obtiene que en la escollera estudiada, de 250 m de longitud, habría un total de 1.357 individuos, lo que equivale a una densidad de 5,4 ejemplares/m lineal, pudiéndose considerar por tanto una población en condiciones óptima de desarrollo.

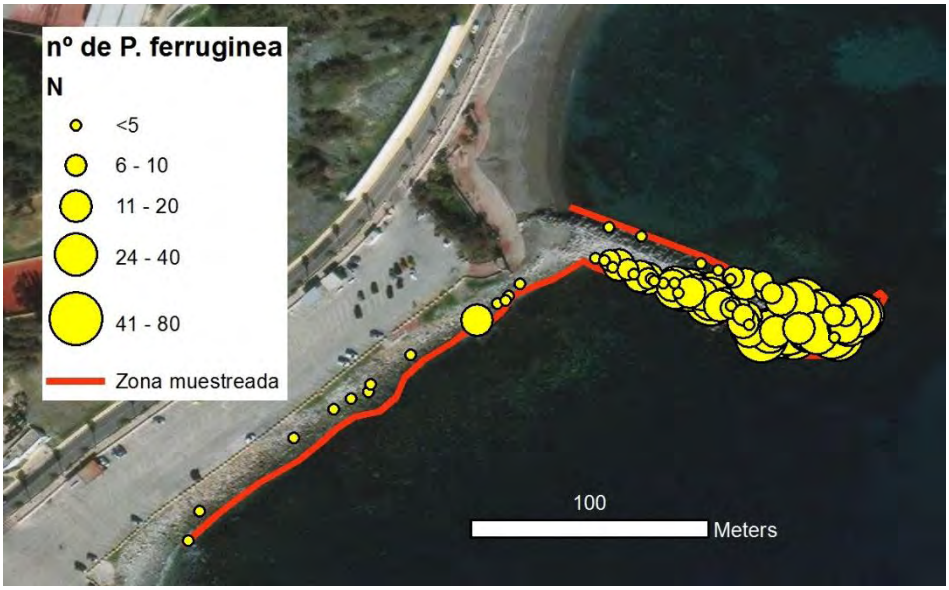
La cara sur de la escollera presenta 387 individuos con una densidad lineal (70 m), de 5,5 ejemplares/m. El morro de la escollera presenta 907 individuos con una densidad lineal (100 m), de 9,1 ejemplares/m, siendo la más alta observada en dicha escollera. Por último, la cara norte de la escollera presenta 63 individuos con una densidad lineal (80 m), de 0,8 ejemplares/m, siendo la más baja observada en la citada escollera.

Por todo lo visto se puede decir que la densidad de individuos presentes en la escollera es muy superior a la presente en las zonas rocosas anexas situadas al sur. Las densidades obtenidas en dicha escollera se corresponden con densidades de una población en condiciones optimas, destacando la densidad de individuos presentes en el morro (9,1 ind./m) y en la cara sur (5,5 ind./m).

A continuación se muestra una figura con el número de ejemplares identificados en cada una de las zonas donde se localiza la *Patella*.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

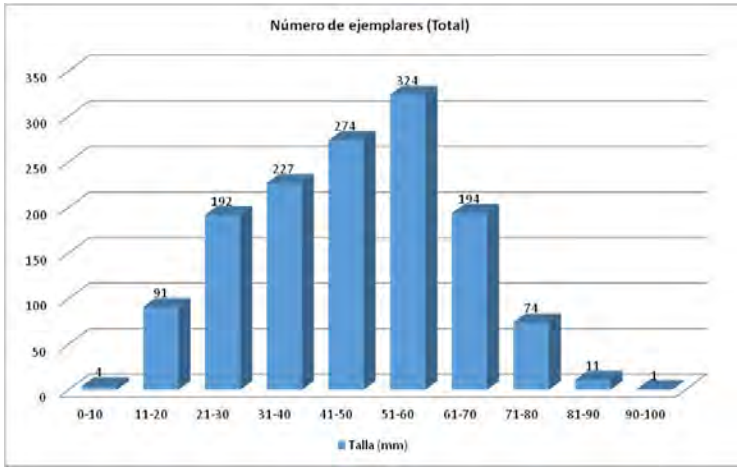
Densidad de *P. ferrugínea* en la zona de estudio



Distribución por tallas

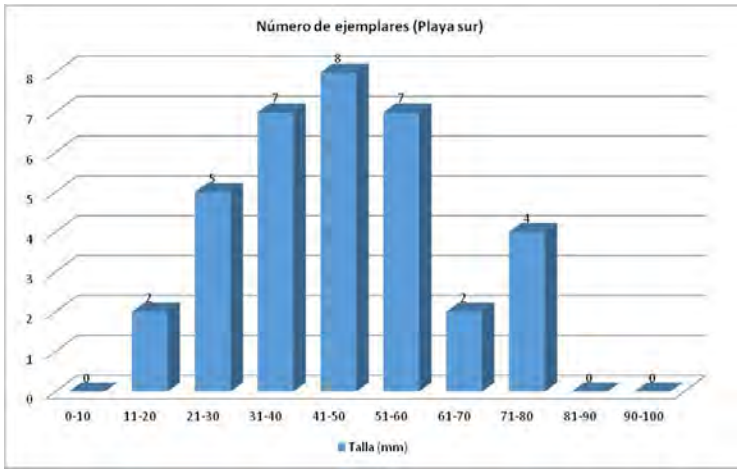
Las siguientes figuras muestran la estructura de tallas en las diferentes zonas de estudio.

Población general

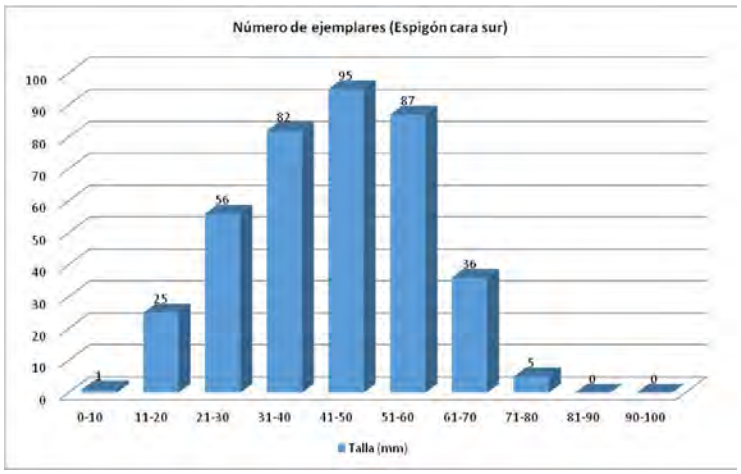


Población playa sur

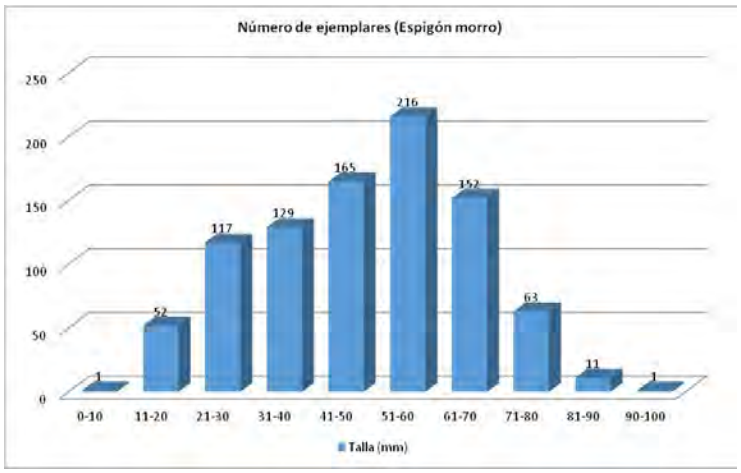
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Población espigón cara sur

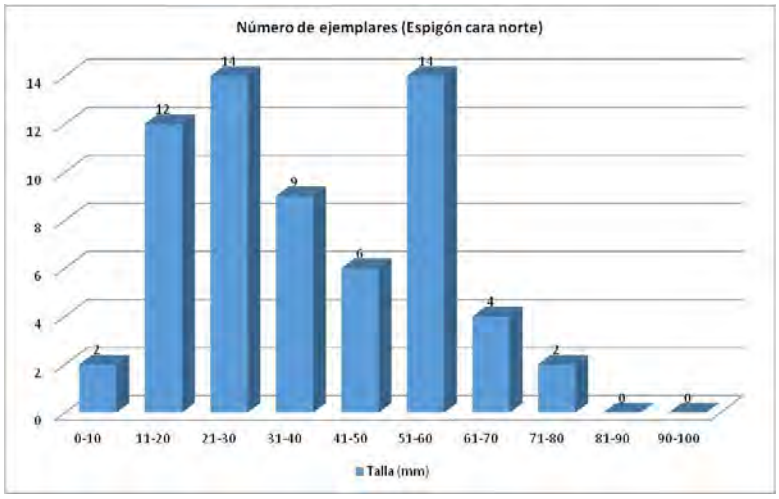


Población espigón morro



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Población espigón cara norte



La población estudiada en su globalidad presenta una distribución similar a la normal, con un máximo de individuos comprendido entre los 51 y los 60 mm.

En la “playa sur” y cara sur del espigón, se observa una distribución próxima a la normal, con un máximo de individuos comprendido entre los 41 y los 50 mm. En el morro, la distribución también es normal, pero con un máximo de individuos comprendido entre los 51 y los 60 mm. En la cara norte la distribución se ha mostrado bimodal con dos máximos: 21-30 mm y 51-60 mm, que indicaría un posible reclutamiento de hace 2-3 años.

La mayoría de ejemplares, presentan tamaños superiores a los 30 mm, siendo ejemplares adultos. En total, se han contabilizado 287 ejemplares juveniles frente a 1.105 ejemplares que se considerarían maduros sexualmente (>30 mm). 878 ejemplares presentan tallas superiores a los 40 mm incrementándose por tanto la posibilidad de que sean hembras de esta especie.

Aunque se considera que la hembras son habitualmente ejemplares por encima de los 40 mm parece ser que el cambio de sexo pudiera estar relacionado con la densidad de individuos grandes según estudios realizados sobre las poblaciones de las islas Chafarinas y de Ceuta (GUALLART et al., 2006a y 2010a y b; RIVERA-INGRAHAM et al., 2010b), por lo tanto, es difícil establecer la proporción de machos frente a hembras, aunque la distribución de tallas observada indicaría que se trata de una población estable, en la que los adultos de gran talla dominan sobre los más pequeños.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Conclusiones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos referentes a talla y densidad de individuos se puede decir que en la zona de estudio existe una población de *P. ferruginea* madura que cuenta con un elevado grado de desarrollo.

En la escollera destacan las densidades de individuos por metro lineal obtenidas para el morro y la cara sur y el tamaño de los ejemplares observados, donde predominan las tallas comprendidas entre los 51 y 60 mm. La distribución de tallas observada indicaría que se trata de una población estable, en la que los adultos de gran talla dominan sobre los más pequeños

El desarrollo observado al sur de la escollera es menor debido a la textura, tamaño y orientación de los bloques, no siendo idóneos para el asentamiento de ejemplares de esta especie.

Observaciones adicionales de interés

En la escollera estudiada se ha observado la presencia de otra especie incluida en el catálogo nacional de especies amenazadas como vulnerable. Se trata de *Astroides calycularis,* un coral madreporario endémico en el Mediterráneo occidental, presente de forma puntual en la cara sur y morro de la escollera y de forma continuada en la cara norte.

Por otro lado, en la cara norte de la escollera, ya cerca de la playa, también se ha observado a la especie invasora *Caulerpa cylindracea*, alga verde procedente de Australia y con gran capacidad de colonización.

En la siguiente figura se muestran ambas especies.

Otras especies relevantes identificadas en el espigón de Ceuta. La sp.protegida *Astroides calycularis* (izqda.) y la alga invasora *Caulerpa cylinracea* (dcha.)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1.1.10 Cetáceos y tortugas

1.1.10.1 Introducción

La evidencia de la presencia de cetáceos y otros mamíferos marinos en las aguas del estrecho de Gibraltar se remonta a la época prehistórica. Investigadores de Gibraltar han descrito como en las cuevas del este del Peñón, se han encontrado restos de delfines mulares (*Tursiops truncatus*), delfines comunes (*Delphinus delphis*) y focas monje (*Monachus monachus*). Estos restos se han asociado a la alimentación del hombre de Neandertal, que se extinguió hace miles de años en las costas del sur peninsular (Stringera et al. 2008). Estos hallazgos resultan muy interesantes, ya que constituyen los primeros registros de estas especies en esta región.

Más recientemente estudios relativos a la actividad de la caza ballenera en la zona, atestiguan la presencia de grandes cetáceos en el área.

Gracias al registro histórico es posible saber que la presencia de grandes cetáceos ha sido constante en toda la región del Estrecho. A finales del siglo XIX, fueron embarcaciones americanas las que se dedicaron a explotar las aguas cercanas al Estrecho, en particular las aguas del Golfo de Cádiz (Aguilar y Borrel 2007).

De hecho, durante varias décadas fue uno de los recursos económicos más importantes de toda la zona, al constituir la base de una sólida industria dedicada a la caza ballenera. Buena prueba de aquella importancia son los datos de Sanpera y Aguilar (1992), quienes aseguran que desde 1920 hasta 1930 se cazaron en aguas cercanas al Estrecho una media de 659 animales por año, siendo principalmente dos especies de cetáceos: el rorcual común (*Balaenoptera physalus*) y el cachalote (*Physeter macrocephalus*).

Hay que señalar que durante el siglo XX dos factorías operaban en esta región, una en la costa africana y otra en la española. La primera de ellas tuvo una repercusión corta pero intensa, funcionando desde 1946 hasta 1954 en la costa de Beliones, o Benzou, en aquel entonces dentro del protectorado español en Marruecos.

La segunda de las factorías estaba situada en la Ensenada de Getares (Algeciras) y fue quizás la más importante que existió en esta región. Esta factoría empezó a operar en 1921, y tras un paréntesis de inactividad en la década de los 50, fue reabierta de nuevo hasta su cierre definitivo en 1964. Se calcula que 826 cachalotes, 4516 rorcuales comunes y 189 rorcuales boreales (*Balaenoptera borealis*) fueron capturados durante este período (Aloncle 1964, Aguilar y Lens 1981, Bayed y Beaubrun 1987, Sanpera y Aguilar 1992). Sin embargo, estas capturas no se

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

realizaban en el mismo estrecho de Gibraltar, sino que se realizaban en las aguas del Golfo de Cádiz, como así lo describen Vargas (2005) y Aguilar (2006).

Después de la moratoria internacional que prohibió la caza de cetáceos, en nuestras costas surge la actividad de *whale watching* o avistamiento comercial de cetáceos en el estrecho de Gibraltar.

La distribución de cetáceos tanto temporal como espacial y sus poblacionales en el estrecho de Gibraltar están pobremente descritas y se limita a unas pocas fuentes hasta finales del siglo pasado. Aparte de los conocimientos obtenidos a través de la caza ballenera, a mediados del siglo XX, Aloncle (1964), describió también la presencia de orcas (*Orcinus orca*), calderones comunes (*Globicephala melas*), delfines mulares (*Tursiops truncatus*) y delfines comunes (*Delphinus delphis*) en el Estrecho.

Un estudio llevado a cabo desde los ferries que unían España y Ceuta, desde marzo a mayo de 1999, demostró que la mayor parte de las especies encontradas en el sector este del Estrecho eran delfines listados, delfines comunes y ocasionalmente, delfines mulares, calderones comunes y cachalotes (Roussel 1999). Anteriormente Hashmi y Adolff (1993) describieron posibles migraciones de calderones comunes hacia el Atlántico durante los meses primaverales (periodo del estudio), también desde ferries que unían España con Marruecos. Asimismo, Silvani et al. (1999), en un estudio sobre capturas accidentales de redes a la deriva en el mediterráneo occidental, pone de relevancia la abundante presencia de delfines comunes y delfines listados en el Estrecho. Sin embargo, ninguno de estos estudios hace referencia a la densidad relativa, abundancia absoluta y a la distribución espacio-temporal de las especies de cetáceos que se encuentran a lo largo del estrecho de Gibraltar.

1.1.10.2 Diversidad de especies de cetáceos en la zona de estudio

En el estrecho de Gibraltar se pueden observar comúnmente 7 especies de cetáceos, al menos durante los meses de verano, el delfín común (Delphinus delphis), el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), el delfín mular (*Tursiops truncatus*), el calderón común (*Globicephala melas*), cachalote (*Physeter macrocephalus*), la orca (*Orcinus orca*), y el rorcual común (*Balaenoptera physalus*) (de Stephanis et al. 2008).

Aparte de estas especies, es posible observar otras especies, como marsopas (*Phocoena phocoena*), calderones grises (*Grampus griseus*), rorcuales aliblancos (*Balaenoptera acutosotrata*), ballenas azules (*Balaenoptera musculus*) y yubartas (*Megaptera novaengliae*) datos registrados en los informes regionales de medio marino de la Consejería de Medio

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Ambiente Junta de Andalucía, estos datos han sido obtenidos mediante muestreos marinos y aéreos y por varamientos en las playas que bañan el estrecho de Gibraltar.

Siete de las nueve especies de cetáceos comúnmente observadas en el Mediterráneo han sido descritas en el estrecho de Gibraltar (Reeves y Notarbartolo di Sciara 2006). Se podría pensar que esta abundancia relativa y esta alta diversidad a la entrada del Mediterráneo estarían relacionadas con un tránsito dentro y fuera del Mediterráneo. Sin embargo, estudios a largo plazo de identificación fotográfica de aletas dorsales revelan que los cachalotes, delfines mulares, orcas y delfines comunes son residentes en el Estrecho al menos parte del año y en la tesis doctoral de Renaud de Stephanis de 2008 se demuestra también que los calderones comunes están presentes en el Estrecho todo el año, mientras que el estatus de los delfines listados debería de ser estudiado más en profundidad. La reciente tesis doctoral presentada en octubre de 2020 por Pauline Gauffier demuestra que los rorcuales comunes utilizan el Estrecho como paso es sus entradas y salidas al mar mediterráneo.

1.1.10.3 Distribución de cetáceos en la zona de estudio

En estudios realizados sobre distribución espacial, tres grupos de cetáceos fueron identificados en función de su distribución en el Estrecho;

Por un lado, los delfines comunes y listados se hallaron distribuidos en gran parte del Estrecho, teniendo preferencias por la parte norte del mismo, distribuidos en aguas profundas del talud del canal norte del Estrecho.

Los delfines mulares, calderones comunes y cachalotes comparten sus zonas de alimentación, y se encontraron básicamente en las aguas profundas del canal principal del Estrecho (de Stephanis et al. 2008).

Finalmente, el tercer grupo incluye una sola especie, la orca que se suele observar en aguas del oeste del Estrecho.

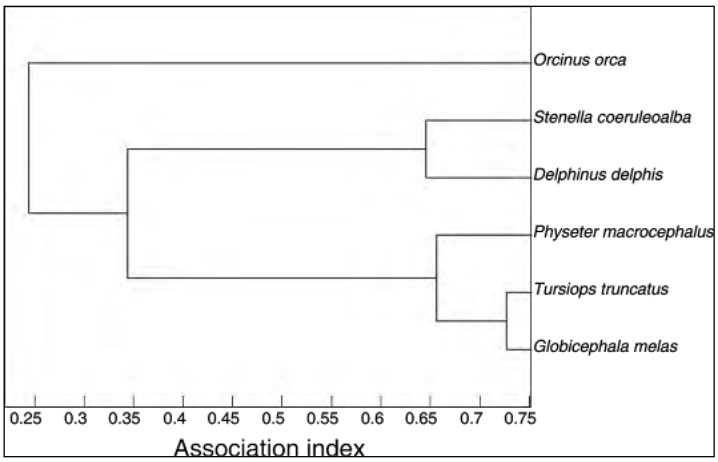
Las diferencias en la distribución espacial de estas 6 especies deberían de estar ligadas a diferentes estrategias de alimentación, ya sea por los distintos tipos de presas que explotan y por las distintas estrategias de explotación de los recursos alimenticios en la columna de agua (de Stephanis et al. 2008).

Además, se observan asociaciones estrechas con los calderones comunes, delfines mulares y cachalotes, compartiendo las aguas profundas y con mayor pendiente del centro del Estrecho.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

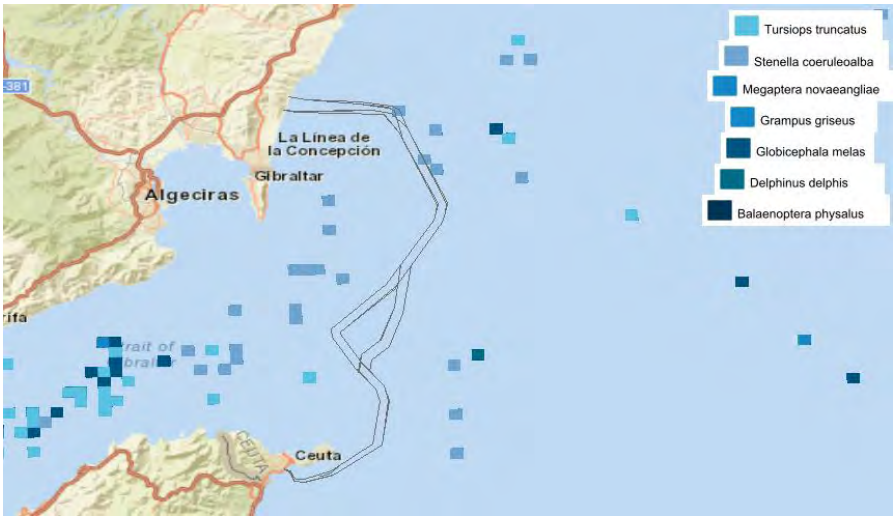
Se cree que podría existir una distribución espacial despótica, con posibles competiciones por los alimentos y/o el espacio siguiendo un gradiente batimétrico con estas tres especies.

Asociaciones espaciales de las diferentes especies de cetáceos del estrecho de Gibraltar. Fuente: de Stephanis et al 2008



Según la base de datos del REDIAM "Cetáceos avistados en el litoral de Andalucía y aguas de influencia en el periodo 2003 a 2013" consultada en noviembre de 2020, los avistamientos censados son los siguientes:

Avistamientos de cetáceos en Andalucía entre 2003 y 2013. Fuente: REDIAM



En la figura se evidencia como la mayor densidad de avistamientos se produce lejos de la zona del proyecto, en la parte más angosta del Estrecho, y que en la zona este del Estrecho (zona del

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

proyecto) abundan el delfín mular (*Tursiops truncatus*), delfín listado (*Stenella coeruloalba*) y en menor medida el calderón común (*Globicephala melas*), el delfín común (*Deplhinus delphis*) y el rorcual común (*Balaenoptera physdalus*).

Con el fin de definir mejor la ecología de los cetáceos del Estrecho se describen a continuación sus patrones temporales y espaciales, así como los aspectos poblacionales de cada una de las especies que se observan con más frecuencia en el estrecho. Las publicaciones estudiadas exponen los resultados correspondientes de los meses primaverales a otoñales; las deducciones invernales, debido a la escasez de datos son tan solo hipótesis.

Dentro de las especies comúnmente observadas, se pueden separar tres grupos; las especies que están presentes todo el año (delfines comunes, listados, mulares y los calderones comunes), las que solamente se observan durante una parte del año (cachalotes y orcas), y las especies migradoras (rorcuales comunes).

Especies residentes del Estrecho de Gibraltar

Calderón común

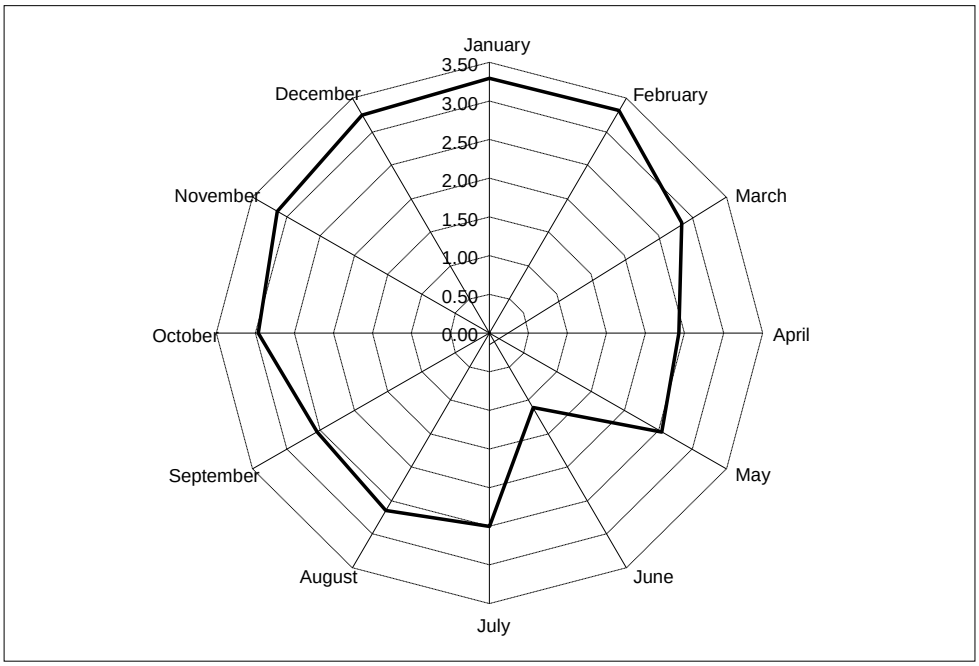
El calderón común es una de las especies más estudiadas en el Estrecho de Gibraltar y ha sido objeto de análisis en profundidad de dos tesis doctorales, las del doctor Renaud de Stephanis 2008 y el doctor Phillipe Verbourg 2015.

Distribución temporal

Los calderones están presentes todo el año en el Estrecho, aunque cada año, durante 2 o 3 semanas en mayo y/o junio, suelen abandonar la zona. Estos movimientos han sido relacionados con observaciones de grupos muy grandes en el mar de Alborán en estos periodos. Aún no se tiene los resultados para confirmar que los individuos del Estrecho se mueven hacia esta zona del Mediterráneo, pero la correlación entre los eventos es muy fuerte. Como por ejemplo en junio de 2006 cuando todos los individuos del estrecho desaparecieron durante semanas y volvieron con unas 30 crías. Este "*babyboom*" ha sido observado exactamente al mismo tiempo en el mar de Alborán lo que sugiere que estos movimientos tienen carácter reproductivo (Tesis doctoral de Stephanis 2007).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución temporal de tasas de encuentro de avistamientos ente 1999 y 2006 de calderones comunes en el estrecho de Gibraltar. (Esfuerzo: 23 004 km). Fuente: de Stephanis 2008



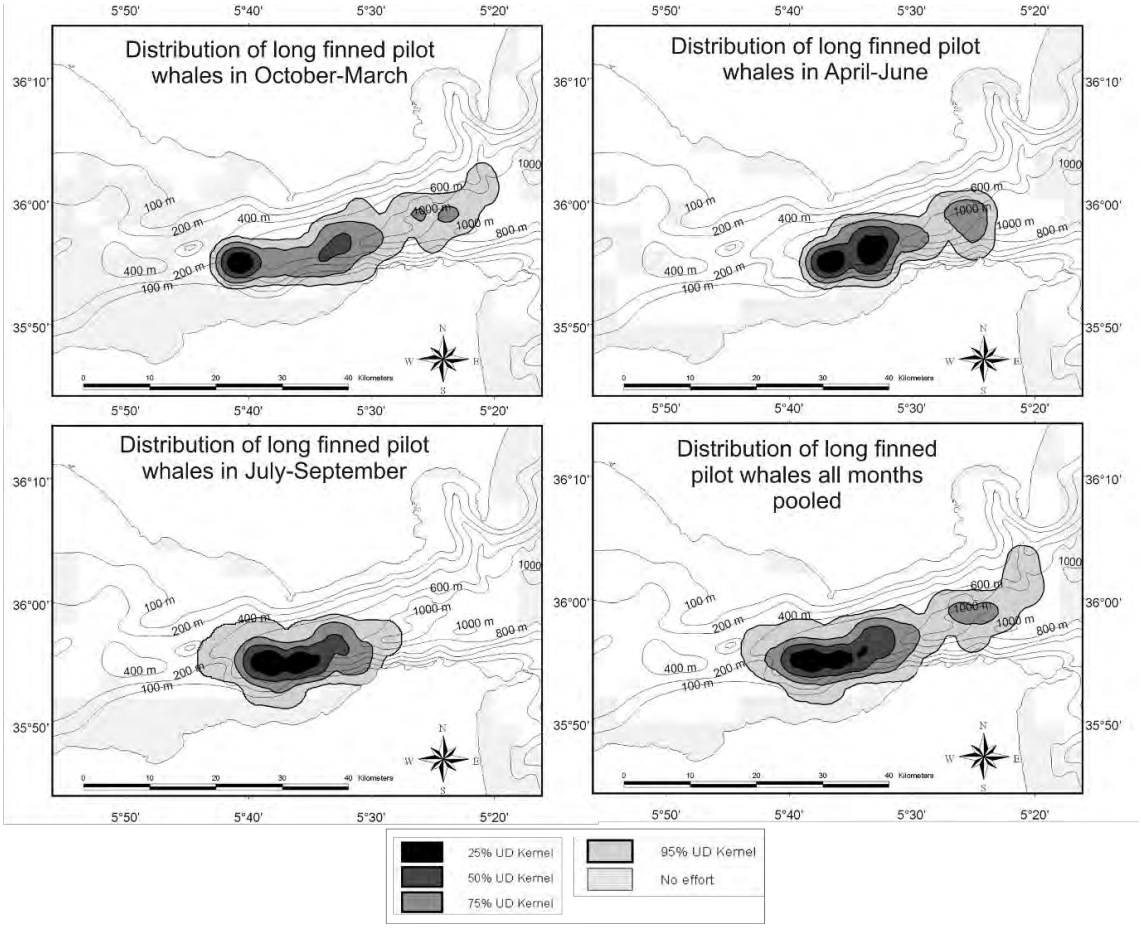
Distribución Espacial

Los calderones comunes, los delfines mulares y los cachalotes comparten una amplia área de su zona de alimentación, siendo observados sobre todo en aguas profundas del canal principal del Estrecho, en verano. Durante el resto del año se observa una distribución más amplia, sobre todo en los calderones comunes. Este cambio de distribución podría estar relacionado con cambios de dietas teniendo una dieta más oportunista en invierno que en verano, ampliando de esta manera su área de campeo en busca de presas.

Las siguientes figuras muestran la distribución espacial de los calderones en el Estrecho. La unidad de medida, en estas figuras y las siguientes es la Utilization Distribution de Kernel, expresión estadística que representa la probabilidad de encontrar esa especie en el ámbito geográfico considerado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución espacial de los calderones a lo largo del año. Fuente: de Stephanis et al 2008



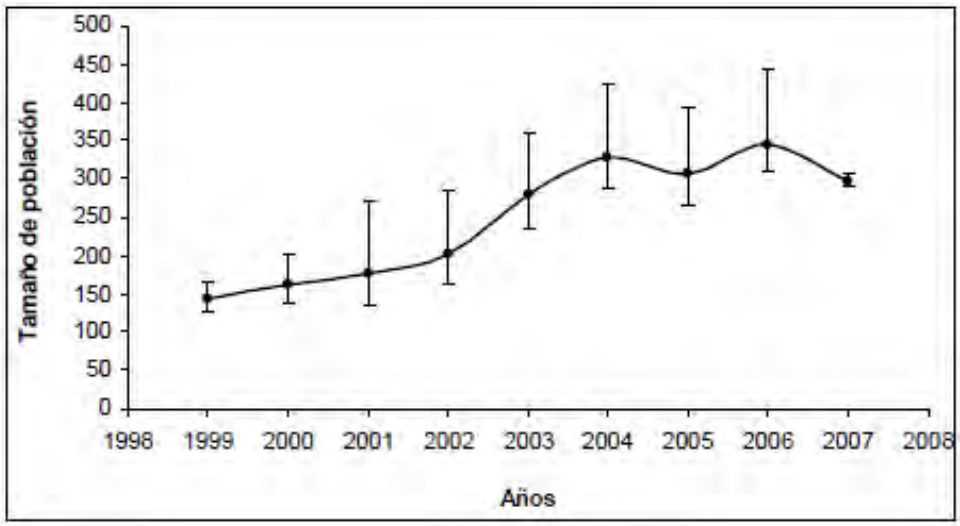
Estudio de sus características poblacionales

Los calderones comunes del Estrecho de Gibraltar se estructuran en grupos sociales jerárquicamente organizados, a partir de grupos con una media de 14 individuos (de Stephanis et al. 2008) y con alrededor de 300 efectivos en 2007 (Gauffier 2008). Los individuos que forman un grupo social se quedan juntos toda la vida. Gracias a los estudios a largo plazo se sabe que la tasa de mortalidad de las crías en su primer año es de 32%, de los juveniles entre 1 y 5 años de 14% y para los adultos (más de 6 años) es de 1,5% (Gauffier 2008). La tasa de crecimiento poblacional anual entre 1999 y 2005 fue de 5,5% (Verborgh et al. 2009). También sabemos que las hembras tienen una cría cada 3,6 años pero que el intervalo medio para que sobreviva la cría tiene que ser alrededor de 4,5 años, un intervalo muy largo pero que asegura la supervivencia de las crías.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En la gráfica que se presenta a continuación, se puede apreciar el seguimiento que se ha realizado a partir de los modelos de captura recaptura fotográfica de calderón común en el Estrecho de Gibraltar entre 1999 y 2007 (Gauffier 2008).

Evolución de la abundancia de calderones comunes en el estrecho de Gibraltar entre 1999 y 2007 Fuente (Gauffier 2008).

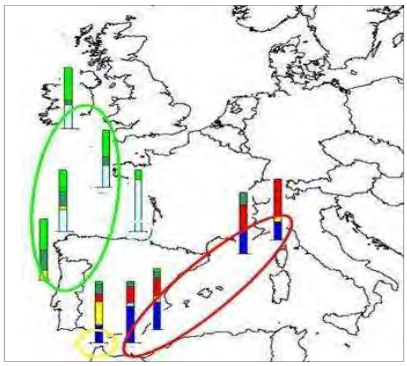


Genética

Verborgh et al. (2010) estudió la estructura poblacional genética de calderones comunes entre Irlanda e Italia. Se encontraron diferencias significativas de distancias genéticas (FST) entre una población en el Atlántico (Irlanda, Atlántico Francés, Galicia y Portugal) y la población del Mar Mediterráneo (Alborán, Murcia, Mediterráneo Francés e Italia). Los individuos muestreados en el País Vasco en el Golfo de Vizcaya formaron una población única siendo significativamente diferente de los individuos de todas las otras áreas muestreadas con la excepción de Portugal. De la misma manera, los individuos del estrecho de Gibraltar también forman una población única. Sin embargo, como se puede en las figuras siguientes, muchos individuos del estrecho de Gibraltar son genéticamente parecidos a los individuos de la población Mediterránea, demostrando los intercambios genéticos entre las dos poblaciones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Mapa de las frecuencias de las poblaciones originales para cada área muestreada. Fuente Verborgh et al. (2010)



La diversidad genética es más baja en el Mediterráneo (Ho=0.47) que en el Atlántico (Ho=0.76). Los individuos del estrecho de Gibraltar tienen un valor intermedio (Ho=0.58) que los confiere una importancia especial porque podrían jugar un papel como fuente potencial de mayor diversidad genética para la población del Mediterráneo.

Dieta

Los calderones tienen una dieta fundamentalmente basada en cefalópodos y en menor medida en peces pelágicos cómo sardinas o escómbridos y no costeras cómo voraces u otros espáridos, muy frecuentes en la zona.

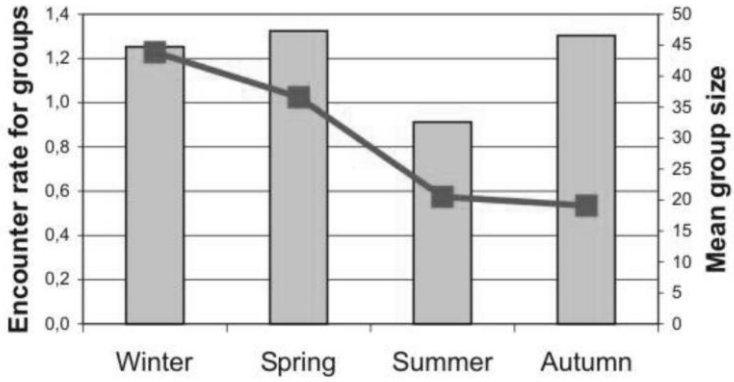
Delfín mular

Distribución Temporal

Los delfines mulares pueden observarse a lo largo de todo el año en el estrecho de Gibraltar. Sin embargo, según un estudio realizado por Pérez Gimeno en 2004, parece que hay una tendencia a observarse más grupos de esta especie durante los meses de invierno y primavera. Los tamaños de grupo no parecen variar a lo largo del año. Esto significaría que durante estos meses se podrían observar más individuos que durante el verano y el otoño.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución temporal de tasas de encuentro y tamaños de grupo de delfín mular en el estrecho de Gibraltar. Fuente Pérez Gimeno 2004



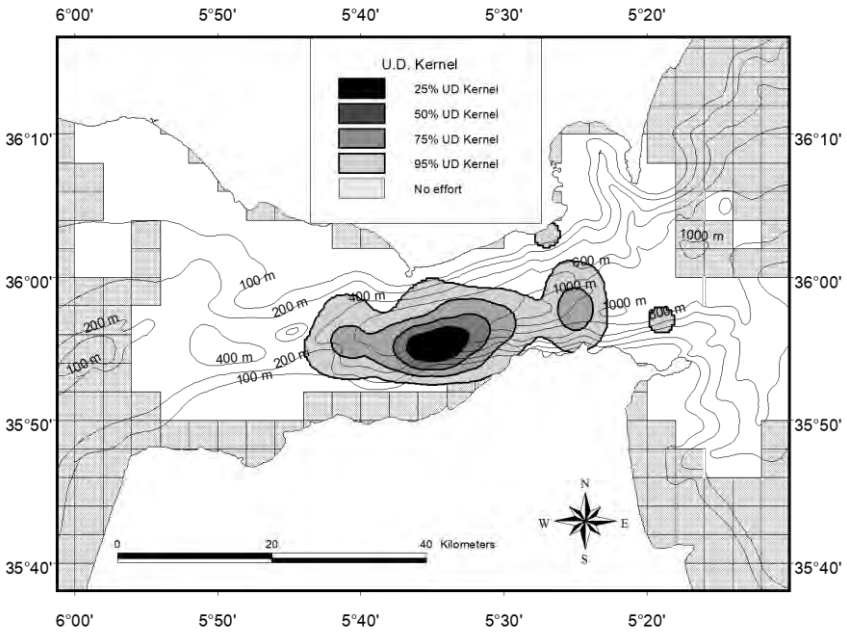
Distribución espacial

Los delfines mulares, calderones comunes y cachalotes comparten una gran parte de su zona de alimentación y estas tres especies fueron encontradas sobre todo en aguas profundas en el canal principal del Estrecho. En base a sus comportamientos de inmersión, se espera que esta especie se sitúe en las aguas Atlánticas superficiales del Estrecho, limitando sus inmersiones a aguas de entre 0 y 50 metros de profundidad (Stephanis et al 2008).

La distribución de delfines en el Estrecho varía durante las distintas épocas del año y depende también de las especies que en ella habitan. En el caso de los delfines mulares se observa que durante los meses de invierno los delfines pueden localizarse en zonas exteriores de la misma, mientras que en los meses restantes su presencia es constantes en su parte central y cerca de las costas de Gibraltar y la Línea de la Concepción (Martin et al 2019).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución de tasas de encuentro de delfín mular en el estrecho de Gibraltar. Fuente de Stephanis et al. 2008).



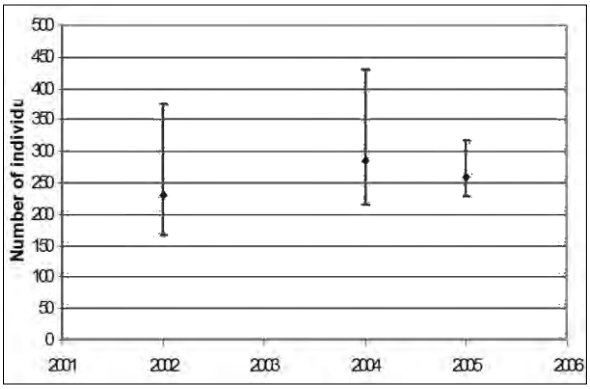
Estudio de sus características poblacionales

Los delfines mulares, cuentan con alrededor de 250 individuos en la zona del Estrecho. Se pudieron realizar modelos de marcaje y recaptura con fotografía durante los años 2002, 2004 y 2005, quedando las estimas de población más o menos estables durante estos 3 años. (Pérez 2007).

Estudios más recientes En el estrecho de Gibraltar la población de delfines mulares se estima en 297animales (95% CI 276-332) a partir de modelos de marcaje recaptura (Chico Portillo et al. 2011).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Ilustración 9. Estimas de abundancia absoluta de delfines mulares en el estrecho de Gibraltar Fuente Pérez 2007



Genética

Gracias al trabajo con marcadores genéticos, se conoce que las poblaciones de delfín mular del Océano Atlántico y del Mediterráneo occidental presentan cierto nivel de diferenciación y parece que la población mediterránea se originó a partir del ecotipo pelágico del atlántico, que posteriormente adoptó hábitos costeros (Natoli y Hoelzel, 2000). Existen indicios que señalan, que la verdadera frontera entre poblaciones atlánticas y mediterráneas sea el frente Almería-Orán, y no el estrecho de Gibraltar (Natoli et al, 2005).

Análisis más recientes de 128 muestras de piel de delfines mulares procedentes de 9 áreas de la costa peninsular y de Baleares y la Isla de Alborán confirman la existencia de una “frontera real” entre poblaciones atlánticas y mediterráneas en el frente oceanográfico Almería-Orán. También se ha identificado el carácter de “frontera difusa” del estrecho de Gibraltar, de modo que las poblaciones de delfines mulares a uno y otro lado del estrecho presentan cierto grado de estructuración, pero no lo suficientemente intenso para ser consideradas poblaciones diferentes (García-Tiscar 2010).

Dieta

Análisis de perfiles de isotopos estables de delfines mulares, sugieren una dieta compuesta por gran variedad de especies de peces e invertebrados en las aguas del estrecho de Gibraltar (Garcia-Tiscar2010).

En el estrecho de Gibraltar el grupo de presas más importante es el formado por la dorada y la baila, dos especies nectobentonicas con un rango de profundidad entre 0 y 100 metros que suponen el 31% de la dieta. No se puede distinguir cual de las dos especies es más importante,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

pero si se sabe que la baila es localmente muy abundante en el área del Estrecho (Junta de Andalucia, 2001) y es probable que haya mayor disponibilidad de bailas que de doradas.

La siguiente especie en importancia es la merluza que es una de las especies mas comúnmente citadas en la dieta de los delfines mulares alrededor de la península (Blanco et al, 2001, Santos et al, 2007). En menor proporción aparece la lubina, del mismo género que la baila y con un rango de profundidad similar, pero de carácter más pelágico, que también localmente abundante en el estrecho.

Delfín Común

Distribución temporal

No se han encontrados artículos o publicaciones que determinen la presencia de estos delfines a lo largo del año en toda el área del estrecho de Gibraltar. La presencia de delfines comunes y sus neonatos en la bahía en la bahía de Algeciras durante de todo el año ha sido registra por los estudios realizados por Espada et al (2018).

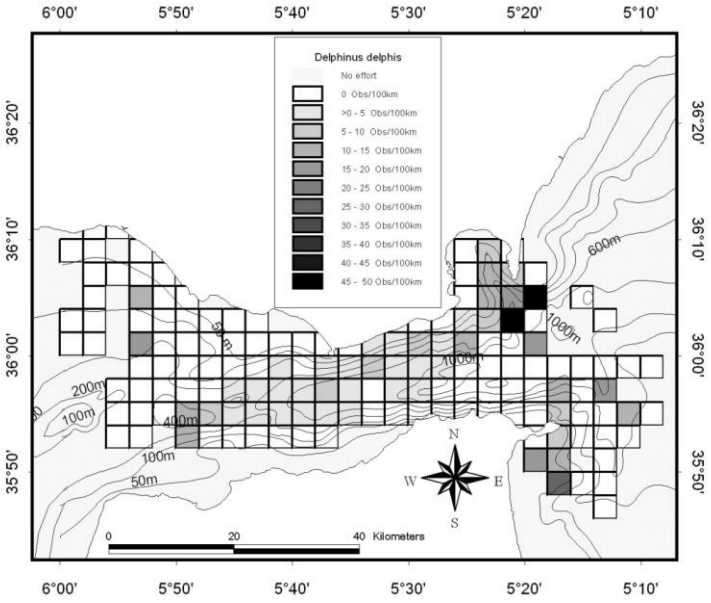
Distribución espacial

La distribución espacial de los delfines comunes en el estrecho de Gibraltar es muy amplia compartiendo su distribución con los delfines listados. Se sitúan sobre todo en la parte norte del Estrecho, concentrados en las zonas de aguas profundas y a lo largo del borde norte del canal del Estrecho (de Stephanis et al. 2008). En concreto, la Bahía de Algeciras se ha identificado como una zona importante para la reproducción y la alimentación de los delfines comunes (Giménez et al. 2011).

A su vez se detectan movimientos entre la bahía y el estrecho de Gibraltar (Giménez et al. 2009), pero usado de manera diferencial ambas zonas (Giménez et al. 2011).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución de tasas de encuentro de delfín común en el estrecho de Gibraltar. Fuente De Stephanis et al. 2008.



Estudio de sus características poblacionales

En el estrecho de Gibraltar, estudios realizados por de Stephanis et al. (2008) durante los meses de verano de 2001-2004, encontraron con 113 avistamientos de delfines comunes, una talla media de grupo de 35,73 individuos, una tasa de encuentro de 2,29 observaciones/100 km navegados y un índice de abundancia de 81,97 individuos/100 km navegados.

En 2011, se estimó por modelos de marcaje-recaptura mediante foto-identificación la población de delfines comunes que usan la bahía de Algeciras determinándose 1868 individuos (Giménez et al. 2011) .Parece determinar este estudios que la población de la Bahía podría ser abierta, sumando individuos precedentes del estrecho en determinadas épocas del año.

Genética

De momento no hay estudios sobre los delfines comunes del estrecho de Gibraltar pero Natoli et al. (2008) estudiaron la estructura de población en el Mediterráneo y Atlántico norte. Demostraron que la población de delfines comunes del Mar de Alborán es significativamente diferente de las poblaciones Atlánticas. Lo que sugiere que por lo menos las poblaciones del Mar de Alborán no migren a través del Estrecho para reproducirse con poblaciones Atlánticas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Dieta

Hay poca información sobre la dieta de esta especie en la zona de estudio. De acuerdo con otros estudios parece ser una especie bastante oportunista, cazando sobre todo pequeños peces y cefalópodos neríticos (Klinowska 1991, Young y Cockcroft 1994, Gannier 1995). Una cuestión interesante es que los delfines comunes y listados son más abundantes en el sector norte donde circulan aguas atlánticas superficiales enriquecidas (Van Geen y Boyle 1988) y donde la concentración de la biomasa de plancton es mayor y las velocidades de las corrientes son menores en comparación con la parte central y el sector más al sur del Estrecho (Reul et al. 2002). Estas condiciones ecológicas pueden ser más favorables tanto para peces como para pequeños cefalópodos que se alimentan de fitoplancton y de zooplancton. Los delfines comunes no suelen realizar inmersiones de más de 150 metros de profundidad (Evans 1974, Scott et al. 1993, 1995, Davis et al. 1996). Esto sugiere que restringirían la mayoría, o casi todas sus actividades de alimentación a las aguas superficiales Atlánticas. Además la interfase de aguas Atlántico-Mediterráneas podría actuar como una frontera para sus presas (peces y cefalópodos) y esta interfase se sitúa a menor profundidad en la parte norte del Estrecho, lo que podría aumentar su éxito en sus estrategias de alimentación.

Delfines listados

Distribución temporal.

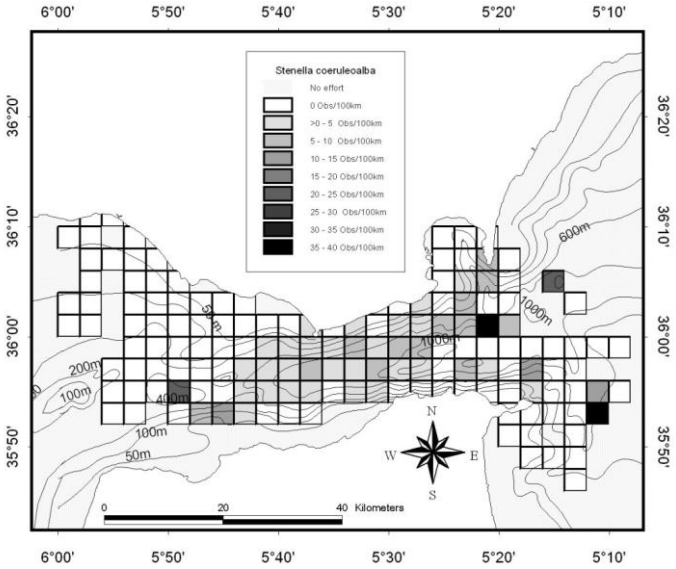
No existen estudios que determinen la distribución temporal de estos individuos. Esto puede ser debido, debido a su gran abundancia (grupos de más de quinientos individuos en algunos casos), por lo que no se puede hablar de grado de residencia para esta especie. Sin embargo, es fácil pensar que una parte de los grupos observados estén presentes a lo largo de todo el año, mientras que existe una población flotante menos sedentaria que ocuparía el Estrecho a finales del verano y durante los meses de otoño, procedente probablemente del Mar de Alborán o Atlántico contiguo.

Distribución espacial

Los delfines listados tienen una distribución bastante amplia y se sitúan sobre todo en la parte norte del Estrecho, concentrados sobre todo en las zonas de aguas profundas y a lo largo del borde norte del canal norte del Estrecho, compartiendo su distribución con los delfines comunes.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución de tasas de encuentro de delfín listado en el estrecho de Gibraltar. Fuente de Stephanis et al. 2008



Estudio de sus características poblacionales

Estudios realizados por de Stephanis et al. (2008), en el estrecho de Gibraltar, mediante un esfuerzo de observación de 4.926 Km durante los meses de verano de 2001-2004, se obtuvo un total de 118 avistamientos de delfines listados, con un tamaño medio de grupo de 130, una tasa de encuentro de 2,4 avistamientos por 100 km y un índice de abundancia de 291 individuos por 100 km.

Genética

No existen estudios detallados sobre los delfines listados del estrecho de Gibraltar pero García-Martínez et al. (1999) y Bourret et al. (2007) encontraron diferencias significativas entre los delfines listados mediterráneos y atlánticos. Lo que sugiere que no hay migración de delfines listados a través del estrecho de Gibraltar para la reproducción.

Dieta

Los delfines listados tienen una dieta muy parecida a la de los delfines comunes, pero la alimentación de pequeños cefalópodos y peces mesopelágicos de la família myctophidae parece ser más importantes en listados, (Blanco et al. 1995, Kenney et al. 1995, Santos et al. 1996, Pauly et al. 1998) que en delfines comunes (Young y Cockcroft 1994, Kenney et al. 1995, Cordeiro 1996, Santos et al. 1996) y estas diferencias podrían contribuir y explicar la mayor afinidad por aguas profundas de delfines listados comparado con delfines comunes.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Especies semi-residentes del Estrecho de Gibraltar

Orcas

Distribución temporal y espacial

Las orcas son regularmente observadas en el estrecho de Gibraltar y aguas atlánticas contiguas (de Stephanis et al. 2002, 2005, 2005, Esteban 2008) Las orcas tan solo fueron observadas en las aguas centrales del Estrecho durante los meses de junio y agosto. En el 90% de los casos, fueron observadas asociadas a los pescadores de atún de Tarifa.

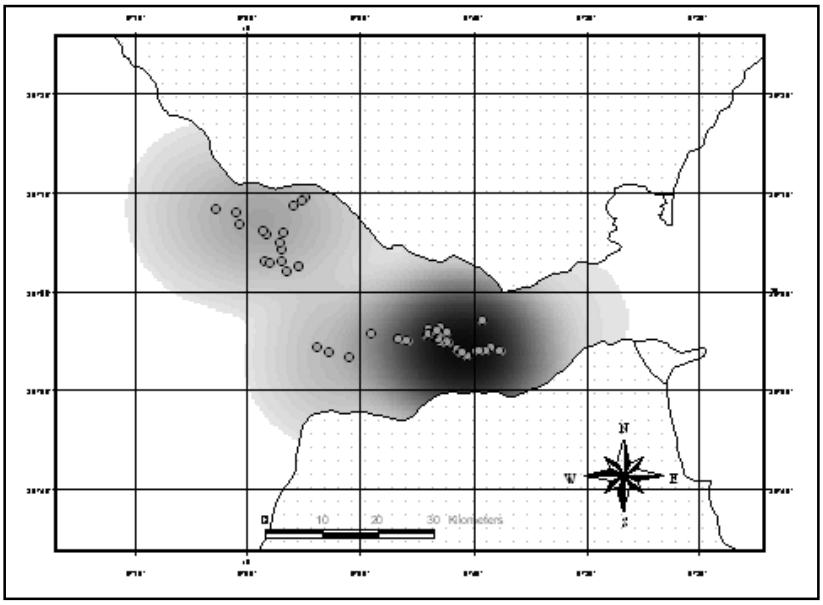
Se las observó alimentándose de atunes en todos los casos. Según se ve en su mapa de distribución, la zona de distribución se limita al centro del Estrecho y aguas cercanas a Conil y Barbate.

En los muestreos realizados en las costas del Golfo de Cádiz, se pudieron observar orcas durante los meses de abril a septiembre, y los datos que se presentan en este estudio, confirman también la presencia de esta especie durante el mes de noviembre.

Por tanto, las orcas estarán presentes en el centro del Estrecho, asociadas a las pesquerías de atún, durante los meses de julio y agosto, aprovechando el esfuerzo de pesca de los pescadores tarifeños, y el resto del año estarían presentes en las aguas colindantes al Estrecho, como en Barbate y Conil. Durante el invierno, no se ha observado la especie, pero este hecho puede ser debido a la falta de esfuerzo por parte de los estudios realizados en la zona durante esta época del año.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución de las orcas en el Golfo de Cádiz y el estrecho de Gibraltar. Fuente De Stephanis et al. 2008



Estructura social y tamaño poblacional

42 individuos han sido foto-identificados en la población del estrecho de Gibraltar, existiendo cinco grupos sociales (Esteban 2008). Los mismos animales han sido observados entre 1999 y 2009 y se suelen observar constantemente entre marzo y octubre (temporada de muestreos intensos en la zona de estudio). A pesar de no haber sido observados durante el invierno, esto puede ser debido a la falta de esfuerzo de búsqueda en estas épocas del año. No se han podido establecer ninguna conexión con otras poblaciones de orcas del Atlántico norte por medio de identificación fotográfica de aletas dorsales por el momento (Esteban 2015).

Esteban (2008) y Esteban et al (2010), estudió la estructura social de las orcas del estrecho de Gibraltar, a continuación se detallan sus resultados. La autora realizó un tratamiento estadístico de las asociaciones observadas en las fotografías de estas orcas, analizadas mediante la captura fotográfica de individuos. Este análisis revela una estructura perdurable en el tiempo y no aleatoria, donde los individuos pertenecen y se quedan para siempre en la manada donde nacen, y asociándose con individuos de otras manadas sólo para la reproducción. Esta estructura social muy fuerte y perdurable ha sido observada en otras poblaciones de orcas en el mundo (Bigg et al. 1990, Barrett-Lennard 2000).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Parámetros demográficos

Desde 2000 hasta 2006, la tasa de supervivencia media para la población es de 0,989 (SD: 0,022) y disminuye hasta 0,937 (SD: 0,042) de 2007-2011. Considerando sólo las crías, la disminución es todavía más impactante, debido a que cambia de 1,00 a 0,00, lo que supone una supervivencia de todas las crías nacidas hasta 2006, y luego la muerte de la totalidad de los neonatos nacidos entre 2007 y 2010. Esteban establece la relación de mortalidad con la disminución de capturas de atún rojo, que supondrían que las crías nacidas en ese periodo de escasez tendrían una tasa de supervivencia baja (Esteban et al. 2010).

Dieta

En el estrecho de Gibraltar, las orcas suelen interactuar con las pesquerías de palangre de atún rojo (*Thunnus thynnus*) (de Stephanis et al. 2008). El atún rojo viene a reproducirse desde el Océano Atlántico en el Mar Mediterráneo en primavera, y regresa al Atlántico en verano después de completar la puesta. La distribución espacial en verano de las orcas está estrechamente asociada a la localización geográfica de esta pesquería.

Durante los meses de primavera las orcas se observan en aguas de Bárbate, cazando atunes utilizando acústica pasiva (Guinet et al. 2007, Esteban et al. 2011). Esta técnica puede ser eficaz para túnidos de bajo o medio tamaño, mientras que los más grandes son demasiado eficientes y buenos nadadores para ser capturados. Las partidas de caza implicarán un gasto energético elevado, y se estima que pueden capturar atunes de 0,5 a 1,5 metros (Guinet et al. 2007).

Cachalote

Distribución temporal

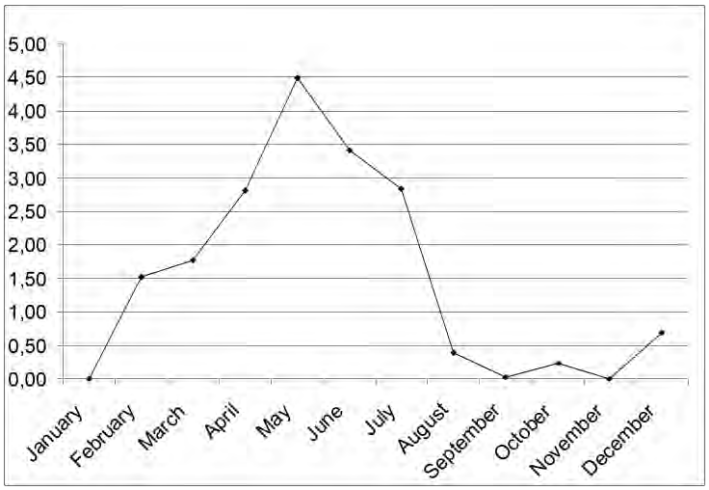
En el caso de los cachalotes, surcan el Estrecho desde finales del invierno hasta mediados del verano, con máximos en primavera.

En el estrecho de Gibraltar, su presencia es habitual, aunque la población no es residente, sino que los individuos provienen de toda la cuenca occidental del mar Mediterráneo (Carpinelli et al. 2011). Algunos individuos han podido observarse cada año en la zona (Gauffier et al. 2009).

De los 47 cachalotes identificados en el estrecho de Gibraltar entre 1999 y 2011, un total de 15 animales (32%) fueron capturados fotográficamente en otros sectores del Mediterráneo occidental en diferentes años. Ninguno de los cachalotes del estrecho de Gibraltar fue avistado en aguas del Atlántico o en la cuenca del Mediterráneo oriental (Carpinell et al 2014).

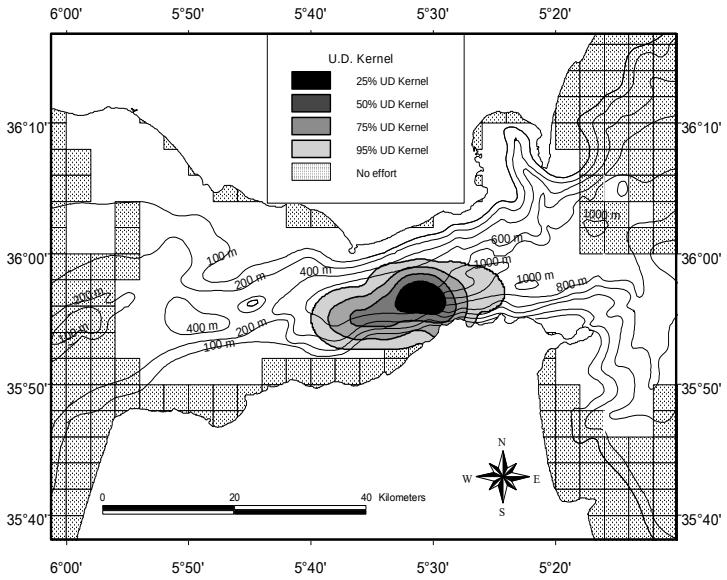
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Ilustración 15. Distribución temporal de los cachalotes en el estrecho de Gibraltar. Fuente Carpinell et al. 2011.



Distribución espacial

Los Cachalotes, calderones comunes, y los delfines mulares, comparten una gran área de su zona de alimentación y estas tres especies fueron encontradas sobre todo en aguas profundas en el canal principal del Estrecho.



Estudio de sus características poblacionales

En el estrecho de Gibraltar, 47 individuos han sido identificado desde el 1999 al 2010 (Carpinelli et al. 2011), con algunos individuos volviendo todos los años a esta zona (Gauffier et al. 2009).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El tamaño medio de los individuos era de 12 metros aprox., lo que hacía pensar que son grupos de machos sub-adultos del Mediterráneo.

Genética

Engelhaupt et al.2009 y Drouot et al. 2004 describen la población de cachalotes en el Mediterráneo significativamente diferente de las poblaciones Atlánticas. Estos resultados corroboran los resultados actuales del Estrecho donde no se observa migraciones a través del Estrecho sino que los cachalotes mediterráneos vienen al Estrecho para alimentarse.

Dieta

En el Estrecho de Gibraltar, los cachalotes se alimentan de cefalópodos y de peces (Capelli et al. 2008; de Stephanis 2008; Praca et al. 2011)

Varios estudios han demostrado que suelen realizar inmersiones regularmente a profundidades mayores de 1000 metros (Watkins et al. 1993) y por lo tanto son capaces de llegar al fondo marino en toda la zona de estudio. Además, en el año 2004, se demostró que los cachalotes del Estrecho solían realizar inmersiones hasta el fondo marino, al menos durante los meses de finales de primavera (Laplanche et al. 2004).

Especies migratorias del Estrecho de Gibraltar

Rorcual común

Distribución temporal y espacial

El rorcual común se ha confirmado como la única especie que se observa transitando el Estrecho en migración.

Los rorcuales utilizan el Estrecho de Gibraltar como un corredor migratorio estacional entre el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo. Estas ballenas migraran con una direccionalidad notable: todos los individuos viajaron hacia el oeste, hacia el Océano Atlántico entre mayo y octubre y la mayoría de los animales (69%) en dirección opuesta hacia el mediterráneo entre noviembre y marzo (Gauffier 2020).

En todas las observaciones realizadas entre abril y octubre los animales transitaban a grandes velocidades (entre 5 y 8 nudos) hacia el Atlántico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En los pocos avistamientos realizados durante el invierno se pudo observar a los rorcuales alimentándose lentamente. La escasa tasa de encuentro durante esos meses, hace pensar que este tipo de alimentación es ocasional y podrían ser individuos provenientes del Atlántico contiguo según los datos obtenidos por isótopos estables y de seguimiento por satélite de los mismos.

Estudio de sus características poblacionales

La intensa actividad ballenera del siglo XX puede haber esquilmado la población migrante en el Estrecho de Gibraltar (Cañadas et al. 1999; Sanpera y Aguilar 1992; Aguilar y Borrel 2007; Palsbøll et al. 2004). La disminución de la abundancia de rorcuales en esta zona pudo haberse producido por la pérdida de la existencia de este hábitat en la memoria cultural de la población de rorcuales (Clapham et al. 2008). Un seguimiento reciente por satélite parece confirmar que el Mediterráneo Español contaría con animales procedentes del Atlántico y con animales típicamente Mediterráneos

En el Estrecho de Gibraltar, 55 individuos han sido foto-identificados, con algunos ejemplares observados en dos ocasiones en años diferentes (Gauffier et al. 2009), pero el esfuerzo fotográfico no es suficiente para obtener estimas fiables del número de rorcuales comunes que usan el Estrecho, aunque haya aumentado en los últimos años.

Selling (2007) propuso una estima de entre 48 y 122 rorcuales cruzando el Estrecho cada año a partir de datos de observaciones desde barcos de avistamiento turístico de cetáceos. La mayoría de los individuos observados en el Estrecho de Gibraltar son adultos, aunque también se han registrado madres acompañadas de crías y jóvenes.

Otras especies de cetáceos observadas en el Estrecho de Gibraltar

En el Estrecho se han podido observar otras especies de cetáceos, como son calderones grises (*Grampus griseus*), rorcuales aliblancos (*Balaenoptera acutorostrata*), observados también de forma puntual, ballena azul (*Balaenoptera musculus*) observada en el año 2000 (*Fundacion Firm*m) y Ballena yubarta (*Megaptera novaengliae*) Espada (2019. Las marsopas no han sido observadas a lo largo de los últimos 10 años, aunque se han registrado varamientos en la costa, además están incluidas en el PORN (Plan de Ordenación de los Recursos Naturales) del Parque Natural del Estrecho.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1.1.10.4 Tortugas en el Estrecho de Gibraltar

Gracias a los estudios realizados por la consejería de medio ambiente de la junta de Andalucía, sobre tortugas marinas en las aguas andaluzas desde 2008, podemos determinar que en las aguas del estrecho se observan dos especies de tortugas; la tortuga boba (*Caretta caretta*) y tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*).

Destacan también en los datos de varamientos que la especie de tortugas que más se localizaron, fueron la tortuga boba en más de 88% de las ocasiones.

Estos estudios también han determinado que la mayoría de las tortugas que se encontraron varadas en las costas son animales subadultos, mientras que tan solo el 3%corresponden a animales adultos.

El estrecho de Gibraltar es utilizado como paso migratorio para especies de tortugas bobas atlánticas para mezclarse con tortugas bobas del mediterráneo oriental (Camiñas et al 1997 y Carreras et al. 2006).

Tortuga Boba

Esta especie se ha observado en todas las provincias costeras españolas aunque su presencia más común es en el Mediterráneo, alrededor de Baleares, en el Mar de Alborán, estrecho de Gibraltar (incluida Ceuta), pero también en el Atlántico, en Galicia y en las Islas Canarias.

Durante sus primeros años de vida llevan una vida oceánica. Inicialmente son transportadas por las corrientes oceánicas pero también se desplazan activamente orientándose mediante la detección del campo magnético de la tierra (Mansfield y Putman 2013).

Un estudio reciente, en el que se usaron marcadores genéticos nucleares, confirmó la presencia mayoritaria (más del 95%) de tortugas Bobas de origen atlántico en todo el litoral andaluz e Islas Baleares (Carreras et al. 2006; Revelles et al., 2007). La presencia de tortugas de origen mediterráneo en las costas andaluzas no superaría el 2% (Monzón-Argüello et al., 2007).

La presencia de tortugas bobas en el área del estrecho está descrita también por la captura accidental en redes de enmalle de superficie, estudiados por Camiñas et al (1997) que determina una migración de poblaciones atlánticas occidental al mediterráneo oriental a través del Estrecho.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La entrada al Mediterráneo se produce en el primer semestre del año preferentemente entre mayo y junio y la migración del mediterránea a aguas atlánticas se produce en la época estival preferentemente en julio y agosto.

Este tipo de migración también es descrita por otros autores que concluyen que muchos otros juveniles americanos y africanos atraviesan el Estrecho de Gibraltar (Revelles et al., 2007) donde se mezclan con tortugas nacidas en el Mediterráneo oriental (Carreras et al., 2006). El Estrecho de Gibraltar se comporta como una barrera asimétrica para los desplazamientos de las tortugas Bobas (Revelles et al., 2007).

Tortuga laúd

La tortuga laúd en España es relativamente frecuente en todo el litoral, existiendo citas del mar Cantábrico, las costas gallegas, el Atlántico andaluz y todo el litoral Mediterráneo, incluido el Estrecho de Gibraltar (Navarro-Martín, 1941; Lozano y Quiroga, 1969; Pascual, 1985; Penas-Patiño, 1989; Camiñas y González de la Vega, 1997; López-Jurado et al. 1997; Ocaña y García de los Ríos, 2002; Camiñas, 2004). El estrecho de Gibraltar no parece constituir una barrera para estas tortugas distribuyéndose ampliamente por todo el Mediterráneo (Camiñas, 1998; Crespo et al., 1988).

Su detección en el Estrecho de Gibraltar esta basada en varamientos, ya que la observación de esta especie en las aguas no es común. Esto hace que por el momento no se pueda determinar cuál es el grado de distribución temporal en el Estrecho.

1.1.10.5 Observaciones realizadas durante las campañas marinas

Avistamientos desde los barcos de las campañas geofísica y ambiental

Durante las campañas marinas llevadas a cabo por MMT y Tecnoambiente entre se detectaron las siguientes especies:

Fecha	Especie	Nº de individuos	Tipo de detección	Observaciones
30/11/19	Delfín listado	Desconocido	Visual	-
1/12/2019	Rorcual boreal (posible)	1	Visual	-
1/12/2019	Rorcual boreal (posible)	1	Visual	-
2/12/2019	Calderón común	5	Visual	-
2/12/2019	Delfín listado	20	Visual	-
3/12/2019	Delfín listado		Visual	-
4/12/2019	Delfín común		Visual	-

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Fecha	Especie	Nº de individuos	Tipo de detección	Observaciones
4/12/2019	Delfín común		Visual	-
4/12/2019	Delfín común		Visual	-
5/12/2019	Delfín común		Visual	-
8/12/2019	Delfín listado		Visual	-
8/12/2019	Delfín mular		Visual	-
9/12/2019	Inidentificado	-	Acústico	-
2/06/2020	Rorcual común	2	Visual	Fuera de la zona de estudio (Sotogrande)
8/06/2020	Delfín listado	1	Visual	-

Detecciones mediante Sistema PAM fondeado en la zona de estudio

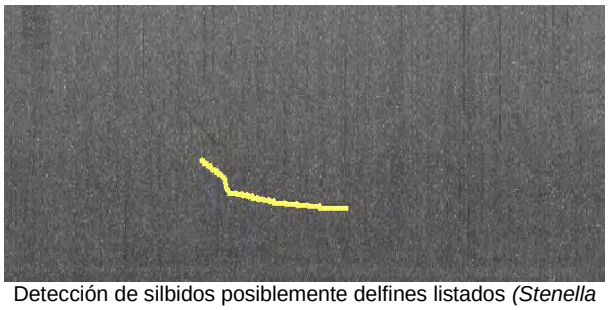
Las especies detectadas mediante el PAM fondeado entre el 10 de julio y el 9 de junio fueron las siguientes

Detección de delfines durante los 30 días de la campaña de medidas

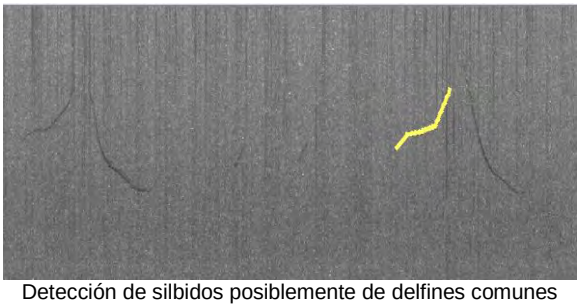
Fecha	N.º de registros con detecciones	Tipo detección	Especie
11Junio	2	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, D. delphis*
12 Junio	2	Silbido delfínidos	*D. delphis, T. truncatus*
13 Junio	4	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba*
14 Junio	7	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, D. delphis*
15 Junio	5	Silbido delfínidos	*D. delphis, T. truncatus*
17 Junio	20	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, D. delphis, T.truncatus*
18 Junio	14	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, D. delphis*
19 Junio	10	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, T. truncatus*
20 Junio	5	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, T. truncatus*
21 Junio	10	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, D. delphis*
22 Junio	8	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, D. delphis*
24 Junio	4	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, D. delphis*
25 Junio	2	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba*
26 Junio	5	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, D. delphis*
27 Junio	5	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, T. truncatus*
28 Junio	5	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, D. delphis*
30 Junio	1	Silbido delfínidos	*No identificado*
1 Julio	2	Silbido delfínidos	*D. delphis*
2 Julio	2	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba*
3 Julio	1	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba*
4 Julio	1	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba*
5 Julio	6	Silbido delfínidos	*D. delphis, T. truncatus*
6 Julio	1	Silbido delfínidos	*No identificado*
7 Julio	2	Silbido delfínidos	*T. truncatus*
8 Julio	4	Silbido delfínidos	*No identificado*
9 Julio	3	Silbido delfínidos	*S. coeruleoalba, D. delphis*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

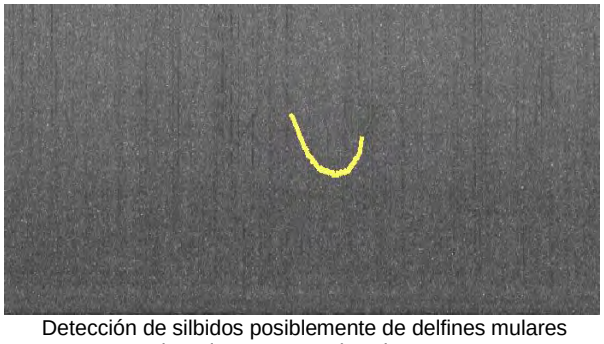
La detención de delfines se comprobó con el Clasificador *Rocca* estimándose las distintas especies encontradas, a continuación, se muestran distintos ejemplos de detención de delfines en la zona.



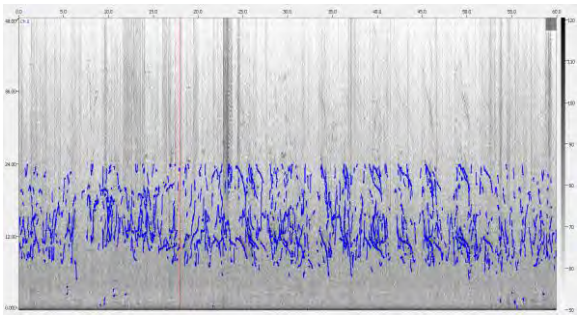
Detección de silbidos posiblemente delfines listados *(Stenella coeruleoalba*) en la zona



Detección de silbidos posiblemente de delfines comunes (*Delphinus delphis*) en la zona



Detección de silbidos posiblemente de delfines mulares (*Tursiops truncatus*) en la zona

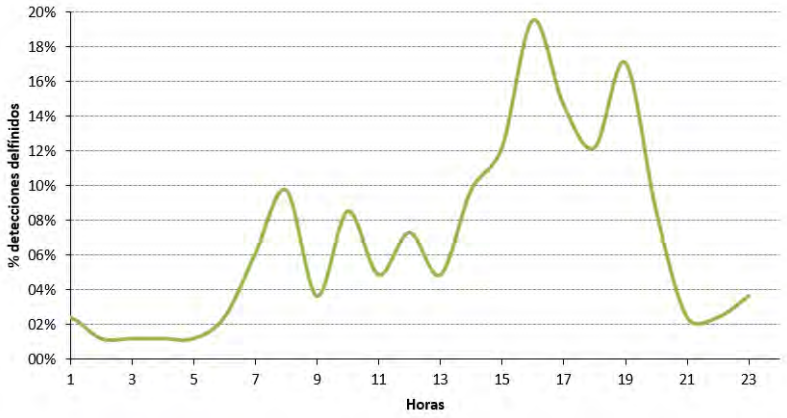


Detección de gran cantidad de silbidos y chasquidos de delfines en el punto de medida

En cuanto a la distribución temporal de las detecciones, los promedios horarios de las detecciones muestran una mayor presencia de silbidos (delfínidos) durante el periodo diurno, concretamente entre las 15:00 y las 20:00.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución horaria de la presencia de delfínidos entorno al punto de medida entre el 10 de junio y el 9 de julio de 2020



1.1.10.6 Conclusiones de la presencia de cetáceos en la zona

Mediante el Sistema PAM se detectaron cetáceos en la zona de estudio en 26 de los 30 días analizados. En las campañas marinas la tasa de avistamientos fue también elevada, si bien condicionada por las malas condiciones ambientales, lo que confirma la elevada densidad de cetáceos en la zona.

Por lo que respecta a las especies identificadas, destaca la presencia de un supuesto rorcual boreal (*Balaenoptera borealis*), especie de la cual se tienen registros históricos de su presencia (ver capítulo 5.10.1) pero que no ha sido citada en artículos científicos en la zona recientemente.

Cabe destacar que, según noticia publicada en prensa, se produjo un varamiento de un rorcual boreal en las costas de Cádiz el 29 de junio del 2020, el primero en 20 años, lo que destaca la rareza de esta especie en la zona.

El resto de especies avistadas son las típicas del Estrecho.

1.1.11 Especies protegidas y hábitats de interés comunitario en la zona de estudio

1.1.11.1 Especies protegidas

A continuación se describen las especies protegidas que se han identificado en las campañas de campo y que están afectadas por algún régimen de protección especial. Las especies bentónicas incluidas la descripción son aquellas que han sido identificadas a partir de los registros videográficos realizados con la cámara de arrastre durante la campaña ambiental de aguas profundas y las identificadas en el estudio relativo a las aguas someras.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se describen también aquellas especies de cetáceos y tortugas marinas, que pese a no ser observadas durante los trabajos de campo, se hallan en la zona de ejecución del proyecto según la bibliografía y la webgrafía y descrita en los apartados: **Distribución de cetáceos en la zona de estudio** y **Tortugas en el Estrecho de Gibraltar**. En cuanto a los cetáceos observados durante los trabajos de campo se incluyen, por una parte, los avistados durante la campaña y otra parte los detectados gracias a los equipos de Passive Acoustic Monitoring (PAMs).

El marco legal estatal sobre la protección de las especies autóctonas silvestres se establece en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Dicha Ley establece el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad española recogiendo las normas y recomendaciones internacionales que organismos y regímenes ambientales internacionales, como el Consejo de Europa o el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

La ley 42/2007 de Patrimonio Natural y la Biodiversidad, establece, en su artículo 9 que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en colaboración con las comunidades autónomas, deberá elaborar y mantener actualizado un Inventario Español del patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que incluirá, entre otros documentos, el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y el Catálogo Español de Especies Silvestres Amenazadas. El Listado y el Catálogo se establecen según el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero para el desarrollo del Listado de Especies en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas y ha sido actualizado y modificado por diversas Órdenes, Órdenes Técnicas y Reales Decretos desde su entrada en vigor.

El Listado incluye especies, subespecies y poblaciones merecedoras de una atención y protección particular, así como aquellas que figuran como protegidas en Directivas y Convenios internacionales ratificados. Por otra parte, el Catálogo incorpora aquellas especies o poblaciones en dos categorías, En peligro de Extinción y Vulnerables.

A nivel autonómico, la comunidad autónoma de Andalucía, en el marco de la Ley 8/2003 de Flora y Fauna Silvestre de Andalucía y el Decreto 23/2012, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y fauna silvestres y sus hábitats, dispone y actualiza el Listado Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. Además, aquellas especies consideradas Extintas, En Peligro de Extinción o Vulnerables se incluyen en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas.

A nivel internacional muchas especies animales se hallan protegidas por la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

fauna y flora silvestres, conocida comúnmente como Directiva Hábitats. Esta Directiva se traspone al ordenamiento jurídico español por la Ley 33/2015, de 21 de septiembre. En ella se identifican más de 200 tipos de hábitats y más de 900 especies de Interés Comunitario, estableciendo la necesidad de conservarlos bajo el paraguas de una red de espacios protegidos llamada Red Natura 2000. Independientemente de su presencia o ausencia en los espacios incluidos en la Red Natura 2000, el Anexo IV de la Directiva identifica aquellas especies que requieren protección, entre las que se hallan los cetáceos y tortugas marinas.

A nivel internacional existen, además de la Directiva Hábitats, varios Convenios cuyo objetivo es la protección de la fauna, entre los que se destacan el Convenio de Berna o Convenio relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural en Europa y el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), ambos ratificados por el Estado Español, en 1979 y 1986 respectivamente.

El Convenio de BERNA, relativo a la conservación de la vida silvestre y el medio natural fue el primer tratado internacional que da un tratamiento general a la gestión de la vida silvestre mediante medidas de protección, diferenciando especies animales estrictamente protegidas (Anexo II), de aquellas que requieren medidas especiales en su gestión (Anexo III). Este Convenio destaca por remarcar la necesidad de coordinación internacional para la conservación de especies migratorias.

En cuanto al Convenio Cites establece una red de control del comercio internacional de especies silvestres amenazadas, lo que incluye animales y plantas, vivos o muertos, sus partes, productos derivados o productos que los contengan. El anexo I del Convenio incluye aquellas especies en peligro de extinción sometidas a mayor grado de presión, prohibiendo su comercialización excepto en casos excepcionales y bajo autorización, como por ejemplo los casos para investigación científica. En el anexo II figuran especies que, pese a no estar necesariamente amenazadas, podrían llegar a estarlo a menos que su comercio sea estrictamente controlado.

A nivel internacional también existe un organismo dedicado a la conservación de los recursos naturales, la International Union for Conservation of Natur and Natural Resources (IUCN). La UICN, creada en 1948, se ha convertido en la autoridad mundial en cuanto a la evaluación del estado de conservación de los recursos naturales. La herramienta más notoria de la organización consiste en la IUCN Red List of Threatened Species (Lista Roja de Especies Amenazadas), que es la fuente de datos más completa sobre el riesgo de extinción de especies y asigna un estatus de conservación de las especies en función de criterios:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- 1.Población y tamaño de población (Criterios A, C y D): A nivel de especie se define como el número total de individuos maduros de la población.
- 2.Subpoblaciones (Criterios B y C): Se refiere a los grupos de población separados geográficamente, o por otros factores, entre los que se produce escaso intercambio genético o demográfico.
- 3.Individuos Maduros (Criterios A, B C y D): El número de individuos maduros conocido, estimado o inferido que es capaz de reproducirse.
- 4.Generación (Criterios A, C y E): La duración de una generación es la edad promedio de los padres de la presente cohorte, lo que refleja la tasa de renovación de los individuos reproductores de una población.
- 5.Reducción (Criterio A): La reducción de individuos maduros de por lo menos la cantidad, en porcentaje, definida por el criterio en el periodo de tiempo (años) especificado, no debiendo ser interpretada como la fluctuación natural.
- 6. Disminución continua (Criterios B y C): SE refiere a la disminución continua, reciente, actual o proyectada en el futuro, proclive a continuar a menos que se tomen medidas correctoras.
- 7. Fluctuación extrema (Criterios B y C): Puede decirse que las fluctuaciones extremas se producen cuando el tamaño de la población o el área de distribución varía de manera amplia, rápida y frecuente.
- 8. Severamente fragmentadas (Criterios A y B): Se refiere a aquella situación en la que los riesgos de extinción del taxón aumentan como resultado de que la mayoría de individuos se hallan en subpoblaciones pequeñas y relativamente aisladas, con baja probabilidad de recolonización.
- 9. Extensión de presencia (Criterios A, B): Se refiere a la superficie que incluye todos los sitios conocidos en los que se halla presente un taxón.
- 10. Área de ocupación (Criterios A, B y D): El área de ocupación de un taxón se define como el área dentro de la extensión de presencia que es ocupada por el taxón. Refleja el hecho de que un taxón, por lo general, no aparecerá en la totalidad del área donde está presente debido a que está puede contener hábitats inadecuados para su presencia.
- 11. Localidad (Criterios (B y D): se define como el área geográfica o ecológica distintiva, en la cual un solo acontecimiento amenazante puede afectar rápidamente a todos los individuos presentes.
- 12. Análisis cuantitativo (Criterio E): Se define como cualquier forma de análisis que estime la probabilidad de extinción del taxón a partir de los datos subministrados por su historia natural, requerimientos de hábitat, amenazas y cualquier opción de gestión. El Análisis de Viabilidad Poblacional es una de las formas de análisis empleadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

A partir de los criterios descritos anteriormente, la Lista Roja atribuye los siguientes estatus a las especies que estudiadas:

- Datos insuficientes (DD): Un taxón se incluye en esta categoría cuando no hay información adecuada para realizar una evaluación directa o indirecta de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población.
- Preocupación menor (LC): Un taxón se incluye en esta categoría cuando, habiendo sido evaluado, no cumple los criterios que definen las categorías En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado.
- Casi Amenazado (NT): Un taxón se incluye en esta categoría cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios necesarios para ser catalogado con En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, pero está próximo a cumplirlos o posiblemente los cumplirá en un futuro cercano.
- Vulnerable (VU): Un taxón se incluye en esta categoría cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “E” para Vulnerable, de manera que se considera que esta enfrentado a un riesgo de extinción alto en estado silvestre.
- En Peligro (EN): Un taxón se incluye en esta categoría cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “E” para En Peligro, de manera que se considera que esta enfrentado a un riesgo de extinción muy alto en estado silvestre.
- En Peligro Crítico (CR): Un taxón se incluye en esta categoría cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “E” para En Peligro Crítico, de manera que se considera que esta enfrentado a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado silvestre.
- Extinto en Estado Silvestre (EW): Un taxón se incluye en esta categoría cuando solamente sobrevive en cultivo o cautividad o como población naturalizada fuera de su distribución original. Se presume para ello que, habiendo realizado prospecciones exhaustivas en su hábitat conocido y/o esperado, en el momento apropiado, no se ha detectado un solo individuo.
- Extinto (EX): Un taxón se incluye en esta categoría cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente ha muerto. Se presume para ello que habiendo realizado prospecciones exhaustivas en su hábitat conocido y/o esperado, en el momento apropiado no se ha detectado un solo individuo.

A continuación se muestra una tabla donde se incluyen las especies identificadas a partir de los datos obtenidos a lo largo de la campaña oceanográfica ambiental, así como las especies

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

potencialmente presentes de tortugas marinas y cetáceos, según la bibliografía. Las especies listadas se muestran en relación a su estatus legal de protección y su grado de amenaza según legislación autonómica, estatal e internacional.

Especies protegidas en la zona de estudio

FAUNA MARINA								
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Catálogo Andaluz	Listado Andaluz	Catálogo Nacional	Directiva Hábitats	IUCN	CITES	BERNA
PORÍFEROS								
Leiodermatium sp	/	/	/	/	/	NE	NE	/
Asconema sp	/	/	/	/	/	NE	NE	/
Axinella polypoides	/	/	Si	Si	/	NE	NE	An II
Spongia lamella	/	/	/	/	/	NE	NE	/
CNIDARIOS								
Veretilluim cynomorium	Zanahoria	/	/	/	/	NE	NE	/
Lophelia pertusa (Desmophyllum pertusum	/	/	/	/	/	NE	NE	/
Madrepora oculata	/	/	/	/	/	NE	NE	/
Callogorgia verticillata	Gorgonia abanico	/	/	(Listado)	/	NE	NE	/
Berbyce cf. mollis	/	/	/	/	/	NE	NE	/
Eunicella verrucosa	Gorgonia blanca	/	/	/	/	VU	NE	/
Eunicella cf. cavolini	Gorgonia amarilla	/	/	/	/	NE	NE	/
Paramurciea cf. macrospina	/	/	/	/	/	DD	NE	/
Ellisella paraplexauroides	Gorgonia candelabro	/	/	Si	/	NE	NE	/
Madrepora oculata	Coral blando frágil	/	/	(Listado)	/	EN	Anexo II	/
Callogorgia verticillata	Gotgonia abanico	/	/	(Listado)	/	NT	/	/
Astroides calycularis	Coral naranja	VU	SI	VU	/	LC	Anexo II	Anexo II
Savalia savaglia Antes *Gerardia savaglia*	Coral Dorado	/	/	/	/	NT	NE	Anexo II
CRUSTÁCEOS								
Plesionika sp	/	/	/	/	/	NE	NE	/
Arsiteus antennatus	Carabinero	/	/	/	/	NE	NE	/
EQUINODERMOS								
Cidaris cidaris	/	/	/	/	/	NE	NE	/
Leptometra phalangium	Sapillo moteado ibérico	/	Si	/	/	NE	NE	/
Centrostephanus longispinus	Puercoespín	/	Si	/	Anexo IV	NE	NE	Anexo II

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

FAUNA MARINA								
NOMBRE CIENTÍFICO	**NOMBRE COMÚN**	**Catálogo Andaluz**	**Listado Andaluz**	**Catálogo Nacional**	**Directiva Hábitats**	**IUCN**	**CITES**	**BERNA**
Astrospartus mediterraneus	/	/	/	/	/	NE	NE	/
Ophidiaster ophidianus	Estrella púrpura	/	Si	(Listado)	/	NE	NE	Anexo II
OSTEICTIOS								
Micromestius poutassou	Bacaladilla	/	/	/	/	NE	NE	/
Helicolenus dactylopterus	Rascacio	/	/	/	/	LC	NE	/
CETÁCEOS								
Delphinus delphis	Delfín común	VU	Si	VU	Anexo IV	LC	/	Anexo II
Stenella coeruleoalba	Delfín listado	/	Si	/	Anexo IV	LC	/	Anexo II
Tursiops truncatus	Delfín mular (Tonina)	VU	Si	VU	Anexo IV	LC	Anexo II	Anexo II
Globicephala melas	Calderón común	VU	Si	VU	Anexo IV	DD	/	Anexo II
Grampus griseus	Calderón gris	/	Si	/	Anexo IV	LC	Anexo II	Anexo II
Physeter macrocephalus	Cachalote	VU	SI	VU	Anexo IV	VU	Anexo I	Anexo II
Orcinus orca	Orca	VU	Si	VU	Anexo IV	DD	Anexo II	Anexo II
Phocoena phocoena	Marsopa	VU	Si	VU	Anexo II y IV	LC	Anexo II	Anexo II
Balaenoptera physalus	Rorcual común	VU	Si	VU	Anexo IV	EN	Anexo I	Anexo II
Balaenoptera borealis	Rorcual norteño	/	/	VU	Anexo IV	EN	Anexo I	Anexo II
Balaenoptera musculus	Rorcual azul	VU	Si	VU	Anexo IV	EN	Anexo I	/
Balaenoptera acutosotrata	Rorcual aliblanco	/	/	VU	Anexo IV	/	/	Anexo II
Megaptera novaengliae	Yubarta	VU	Si	VU	Anexo IV	LC	Anexo I	Anexo II
REPTILES								
Caretta Caretta	Tortuga boba	VU	Si	VU	Anexo II y IV	VU	Anexo I	Anexo II
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	/	Si	/	Anexo IV	VU	Anexo I	/
Chelonia mydas	Tortuga verde	/	Si	/	Anexo II y IV	LC	Anexo I	Anexo II
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	/	Si	/	Anexo IV	CE	Anexo I	Anexo II
GASTERÓPODOS								
Charonia lampas	Caracola	VU	Si	(Listado)	/	NE	NE	/
Dendropoma petraeum	/	VU	Si	(Listado)	/	NE	NE	/
Luria lurida	/	/	Si	(Listado)	/	NE	NE	/
Patella ferruginea	/	EN	Si	(Listado)	Anexo IV	NE	NE	Anexo II
BIVALVOS								

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

FAUNA MARINA								
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Catálogo Andaluz	Listado Andaluz	Catálogo Nacional	Directiva Hábitats	IUCN	CITES	BERNA
Lithophaga lithophaga	Dátil de mar	/	Si	(Listado)	Anexo IV	NE	Anexo II	Anexo II

1.1.11.2 Hábitats de interés comunitario

Los hábitats de interés comunitario o HIC son aquellos hábitats incluidos en el anexo I *Tipos de Hábitats Naturales de Interés Comunitario cuya conservación requiere la designación de zonas de especial conservación* de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Los HIC identificados en la zona de estudio son los siguientes.

HIC 1170 Arrecifes

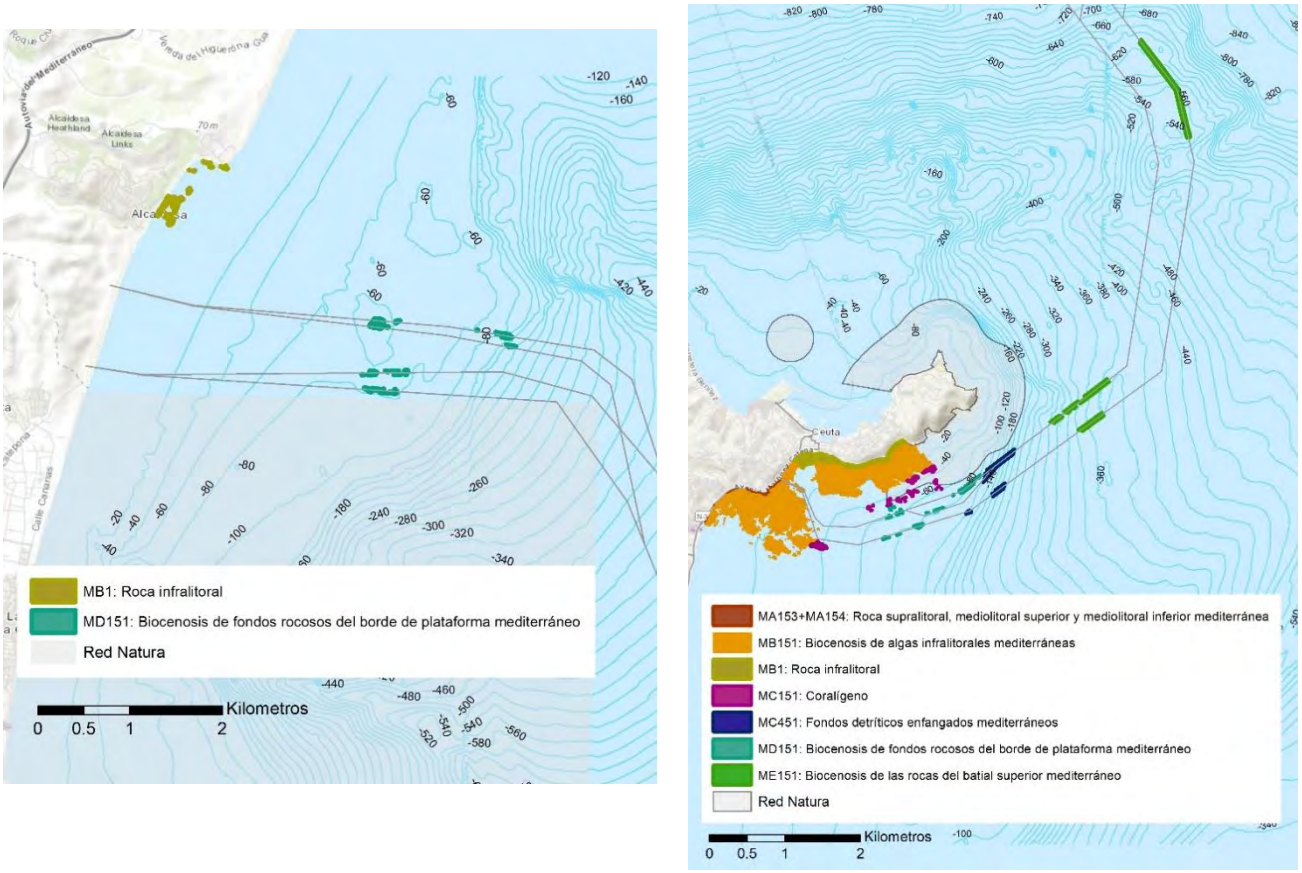
Se trata de un HIC no prioritario definido como todos aquellos sustratos duros compactos que afloran sobre fondos marinos en la zona sublitoral (sumergida) o litoral (intermareal), ya sean de origen biogénico o geológico. Los arrecifes pueden presentar toda una zonación batimétrica de comunidades bentónicas, entre las que se incluyen concreciones de origen biogénico.

Incluyen también cualquier tipo de concreción originada por animales vivos o muertos (algas,calcáreas, cirrípedos, gasterópodos vermétidos, bancos de bivalvos, poliquetos serpúlidos, bancos de corales, etc.) y que proporcionan un hábitat para especies tanto epibiontes como endobiontes. Se trata de hábitats muy diversos, desde prolongaciones rocosas de la costa, afloramientos rocosos profundos o corales blancos profundos. (Templado, J., Capam, Guallart, J. & Auque, A., 2009. 1170 Arrecifes. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 142 p).

En la zona de estudio el HIC 1170 se identificó básicamente en tres zonas: en el borde de la plataforma en La Línea, en la plataforma de Ceuta y en el centro del canal, en los márgenes del cañon de Ceuta, como se puede observar en la figura siguiente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Ubicación del HIC 1170 Arrecifes en la zona de estudio



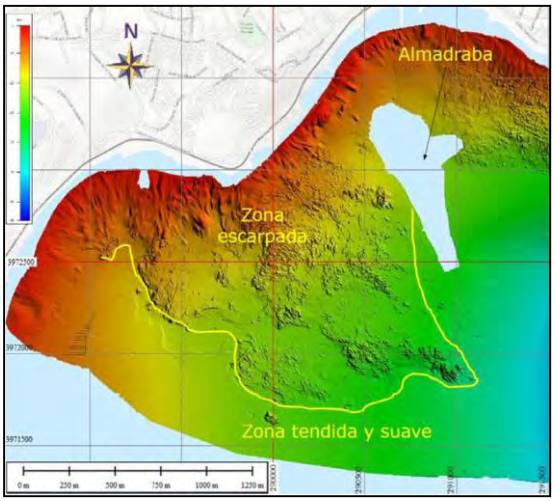
Aterraje en Ceuta

El HIC 1170 está asociado al sustrato rocoso supra, meso e infralitoral, quedando fuera de la definición de este hábitat el sustrato rocoso artificial o los fondos de maërl.

Existe una zona escarpada en la mitad oeste de la ensenada de Ceuta, que presenta un relieve irregular con cambios bruscos de pendiente y desnivel. Cerca de la costa, existen numerosos bajos y lajas aflorando por encima de la cota cero batimétrica (Piedra del Pineo). Esta zona presenta discontinuidades de relieve debido, probablemente, al carácter estructural de la zona y la erosión diferencial.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Detalle de los afloramientos rocosos que constituyen el HIC 1170 Arrecifes en Ceuta



Las comunidades que se incluyen dentro del HIC son las siguientes:

- EUNIS MA153: Biocenosis de roca supralitoral mediterránea.
- EUNIS MA154: Biocenosis de la roca mediolitoral inferior mediterránea
- EUNIS MB151: Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas.
- EUNIS MC151 Biocenosis de coralígeno.

Es en esta zona donde podría estar presente el HIC 8330, siendo necesarias inspecciones directas complementarias para confirmar la presencia de cuevas submarinas

Zona profunda (>50m)

En la zona profunda, las siguientes comunidades presentan características que las incluyen dentro del HIC 1170 Arrecifes:

- Hábitat EUNIS ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo, hábitat de interés comunitario (arrecifes), con especies con capacidad de estructuración, especies protegidas y especies de interés comercial. Se localizan en el talud de Ceuta, entre los 590 y 630 m de profundidad. Sus características se detallan en el apartado 5.8.2.1.5 ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo.
- Hábitat EUNIS MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos, hábitat comunitario (arrecifes) y con especies con capacidad de estructuración, presente en la plataforma de Ceuta entre los 100 y los 300 m de profundidad. Sus características se detallan en el apartado 5.8.2.1.1 MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

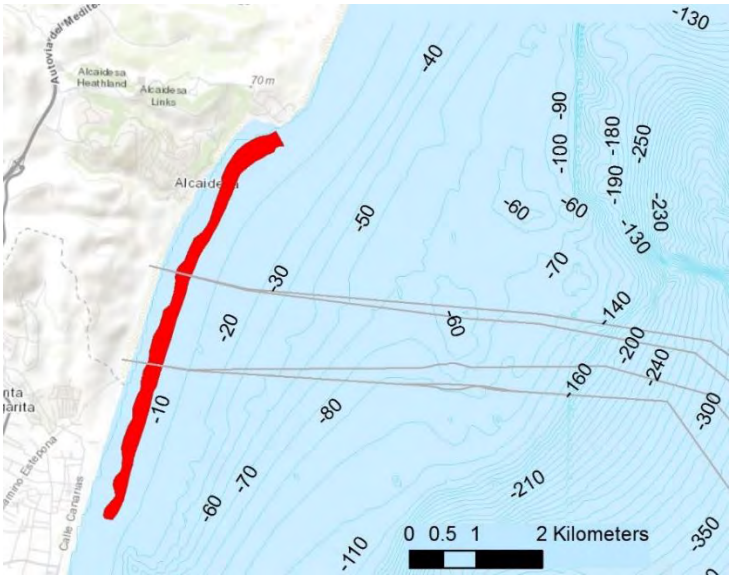
- Hábitat EUNIS MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo. Se trata de afloramientos rocosos en forma de lajas presentes en la zona de aterraje de La Línea, entre los 60 y 150 m de profundidad en la zona de aterraje de Ceuta entre los 60 y 80 m de profundidad con especies con capacidad de estructuración y especies protegidas. Sus características se detallan en el apartado 5.8.2.1.6 MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo.

HIC 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda

Este HIC no prioritario está formado por acumulaciones arenosas someras ligadas al ámbito costero abierto o desarrolladas en el interior de ambientes intermedios, preferentemente estuarios, rías y algún tipo de lagunas mareales. Dependiendo de esta ubicación sus características son muy distintas.

En la zona de estudio este HIC se ha detectado en una franja arenosa en la zona de aterraje de La Línea.

Localización del HIC 1110 Bancos de arena en La Línea



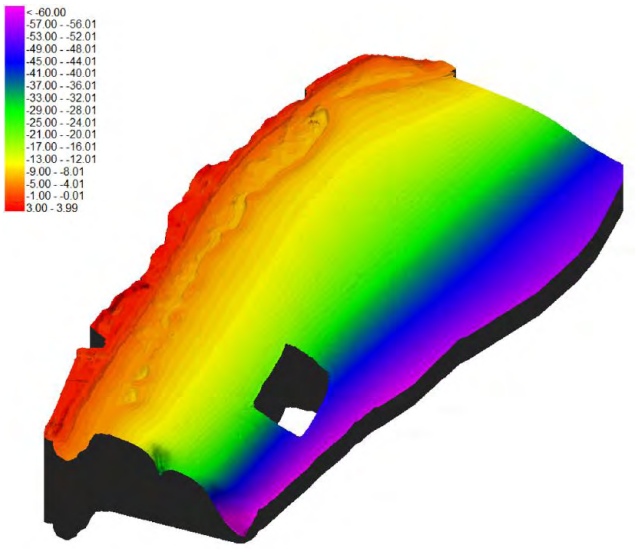
La REDIAM de la Junta de Andalucía no establece la presencia de este hábitat en la zona de estudio por falta de información y estudios específicos. Este hábitat lo asigna principalmente a zonas con presenciad *Cymodocea nodosa*, fanerógama de la que sí dispone información

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

detallada. Pero la presencia de esta fanerógama no es único factor que determina la existencia de este HIC, como se verá a lo largo de este apartado.

El relieve del fondo marino de la zona de aterraje en La Línea es característico de la plataforma continental, con fondos planos de suave pendiente, media de 0,5% de manera generalizada, para ir aumentando la pendiente cerca de la zona del talud continental.

Batimetría de la zona de aterraje en La Línea



Se observa que las isobatas son paralelas a la costa, teniendo una dirección aproximada SW-NE. En el extremo sur presenta un abarrancamiento del terreno coincidiendo con uno de los brazos de la cabecera de un cañón submarino, presentando taludes muy marcados.

En base a la batimetría se pueden diferenciar tres zonas netamente marcadas por las isobatas:

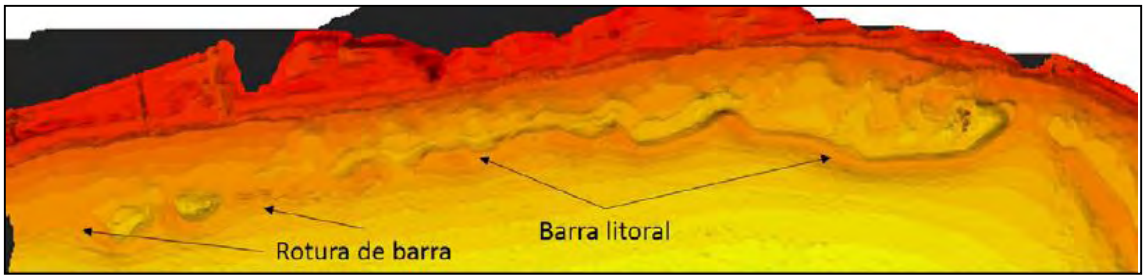
- Zona A: Delimitada por las isobatas 0 y -7 m.
- Zona B: Entre las isobatas -7 y -24 m.
- Zona C: Desde la isobata -25 hasta -60 m.

La zona A corresponde a un área paralela a la costa caracterizada por una pequeña barra o cordón litoral sumergido de arena.

Esta barra de arena está acentuada en la zona NE perdiendo potencia e identidad hacia el SW.

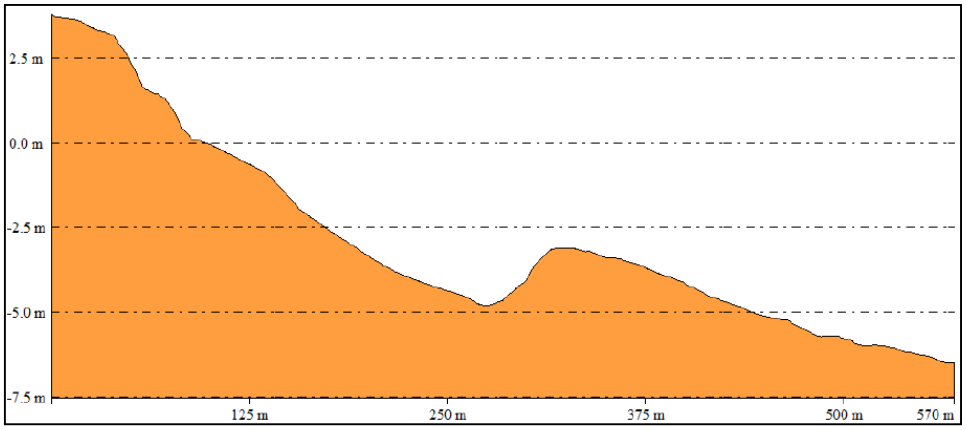
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Barra arenosa en la zona de aterraje en La Línea



La zona interna presenta una pendiente pronunciada de forma generalizada hasta la isobata -6 m donde se invierte la pendiente hasta llegar a la parte alta de la barra de arena. Posteriormente desciende suavemente.

Perfil longitudinal de la barra de arena



Según los datos batimétricos analizados parece clara la presencia en la zona de estudio de un *Bancal externo lineal o barra de batida del oleaje,* que se extiende desde los 150 m de distancia desde la línea costa hasta los 400 m y donde la profundidad disminuye desde la cota -5/-6 m hasta la cota -3/-4 m.

Esta tipología de barra es una de las que la ficha de interpretación del HIC 1110 considera como parte del citado hábitat y, por tanto, se considera esta zona de barra arenosa como tal.

Consideraciones finales

Dentro la ZEC Estrecho Oriental se han citado otros HIC; Estructuras submarinas causadas por emisiones de gas (1180) y Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas (8330). Estos hábitats, ambos no prioritarios, han no han sido detectados en la zona de estudio.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En el primer caso, es importante recalcar que los pockmarks detectados a lo largo del recorrido del cable (ver apartado 5.1.2 Geomorfología) no presentan concreciones carbonatadas- Estas estructuras están formadas por la precipitación de carbonatos formados por la oxidación anaeróbica bacteriana de los gases, principal-mente metano, emitidos por los sedimentos, y que pueden tener forma de pavimentos o de columnas de hasta 4 m, son el sustrato para una gran diversidad de organismos sésiles y son en definitiva lo que define los pockmarks incluidos en este HIC.

Por lo que se refiere al HIC Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas (8330), su presencia en la zona de Ceuta, a pesar de no haber sido identificados en los trabajos de campo de CEIMAR no puede descartarse.

1.1.12 Caracterización del ruido ambiental

1.1.12.1 Introducción

El ruido ambiente es la suma del ruido de fondo más el ruido generado por la actividad humana. Su origen se sitúa, por lo tanto, en muy diversas fuentes: viento, olas, lluvia, hielo, vida marina, etc. a las que se añaden las fuentes de origen humano: transporte marítimo, aéreo, dragado, perforación, trabajo civil, exploración y explotación de recursos, emisiones de sonar, comunicaciones, etc.

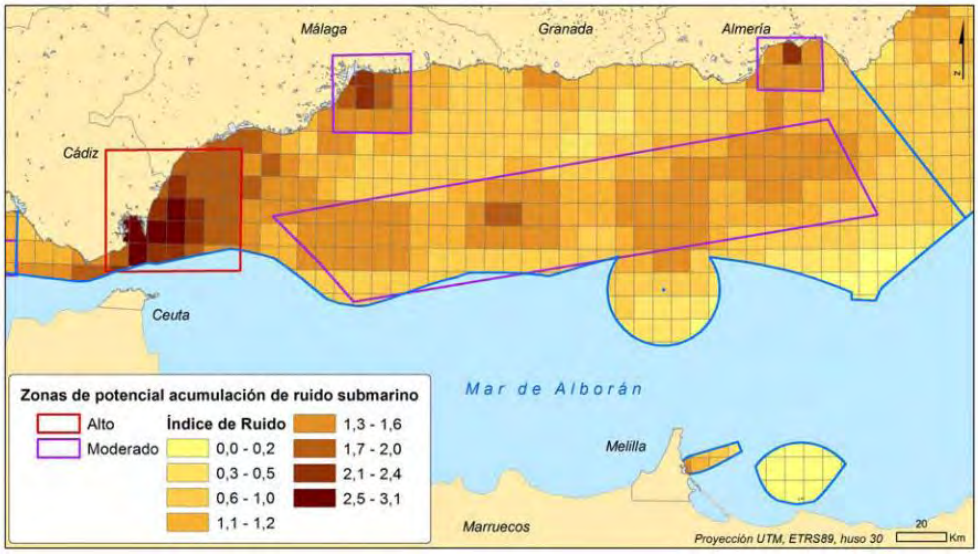
Determinadas actividades antropogénicas generadoras de ruido submarino generan efectos adversos en la vida acuática (Slabbekoorn, 2010) (Williams, 2015). Éstos varían desde efectos agudos tales como deficiencia auditiva permanente y/o temporal (Southall, 2007), a efectos crónicos como pueden ser las alteraciones en el desarrollo (De Soto, 203) (Nedelec, 2014), o fisiológicos debido al estrés (Wright, 2007) (Rolland, 2012) e incluso la muerte.

Mientras que una parte del ruido antropogénico es producido intencionadamente (sonar naval, ecosondas, etc.), la mayoría de las fuentes de ruido son un subproducto accidental de las propias actividades humanas (a través del tráfico marítimo, construcciones, etc.).

La zona de estudio, debido a su elevado trafico marítimo, tiene un elevado nivel de fondo de ruido ambiental, tal como especifica el documento Estrategia Marina Demarcación Marina del Estrecho y Alborán Parte IV; Descriptores del buen estado ambiental. Descriptor 11: Ruido submarino evaluación inicial y buen estado ambiental, del que se ha obtenido la siguiente figura.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Zonas de potencial acumulación de ruido. Fuente: Estrategias Marinas (MAPAMA, IEO, CEDEX



En general, las actividades ruidosas en el ámbito marino están sujetas a procesos regulatorios. Por ello, las Administraciones internacionales competentes de los países empiezan a requerir en los Estudios de Impacto Ambiental, evaluaciones de impacto de ruido submarino con el fin de poder estimar el potencial impacto generado sobre especies clave.

La contaminación acústica marina está contemplada en el marco del Derecho Internacional, tanto a través de instrumentos normativos como a través de resoluciones, procedentes de diferentes instituciones. En particular, son varios los convenios que están trabajando en el desarrollo y adopción de medidas específicas de protección contra la contaminación acústica. Destacando:

- Convención de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar (UNCLOS)
- Convenio OSPAR para la protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste. En 2009 aprobó un documento base de evaluación de los impactos del ruido submarino en el medio marino (OSPAR 2009a&b). Y en el 2015, OSPAR adoptó la estrategia de monitoreo o seguimiento del ruido ambiental (Agreement 2015-052).
- Actualmente, desde los diferentes grupos de trabajo ICG-NOISE de OSPAR, se están estudiando y proponiendo indicadores tanto para ruido impulsivo como de fondo. Ejemplo de ello se refleja en EIHA 2017, ICG-Noise donde se empezó a desarrollar un indicador

[2] Agreement 2015-05 OSPAR Monitoring Strategy for Ambient Underwater Noise.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

común para evaluar el riesgo del impacto ambiental debido al ruido impulsivo en el Área Marítima OSPAR.

- El Convenio de Barcelona para la Protección del Medio Marino y de la Región Costera del Mediterráneo cuenta con diferentes provisiones en las que las Partes Contratantes se comprometen a reducir y mitigar los impactos de la contaminación en el medio marino [artículos 4 (1) y 2(a)]. A su vez, establece que todas las actividades que puedan afectar al medio ambiente marino, y que están sujetas a autorización por las autoridades nacionales competentes, requieren una evaluación de impacto ambiental. Por otra parte, el Convenio de Barcelona aprobó en la Conferencia de las Partes (CoP) de 2008 la Decisión IG 17/6 para aplicar el enfoque ecosistémico en la gestión de las actividades humanas que puedan afectar a la región mediterránea, y hace referencia, en uno de los once objetivos ecológicos, a la introducción de energía en el medio marino, con especial atención al ruido submarino.
- Convenio de Bonn sobre Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS). Concretamente mediante la reciente Resolución 9.19 sobre Impactos Antropogénicos adversos por ruido en el medio marino y oceánico sobre los cetáceos y sobre otras biotas de 2008, las Partes Contratantes se comprometen controlar el impacto de la contaminación sonora antropogénica en el hábitat de especies vulnerables; a adoptar medidas de reducción del uso de sónares navales de alta intensidad; a seguir desarrollando trabajos y estudios relativos al ruido submarino y aportar información relevante sobre el ruido submarino; y examinar la posibilidad de introducir “zonas protegidas de los ruidos”.
- Acuerdo para la Conservación de los Cetáceos del mar Negro, el mar Mediterráneo y el Área Atlántica Vecina (ACCOBAMS). Varias Resoluciones han sido aprobadas bajo el marco de ACCOBAMS en materia de ruido antropogénico. Destacar la Resolución 4.17 Directrices para tratar el impacto del Ruido Antropogénico sobre los Mamíferos Marinos en el área de ACCOBAMS. Mediante la Resolución, se pide a las Partes:

  – Asumir el ruido submarino en el medio marino, incluyendo los efectos acumulativos y teniendo en consideración la legislación aplicable, en particular lo referente a la necesidad de llevar acabo Evaluación de Impacto Ambiental antes de autorizar las actividades productoras de ruido submarino.
  – Integrar las cuestiones asociadas al ruido submarino en los planes de gestión de las Áreas Marinas Protegidas.
  – Evitar o minimizar la producción de ruido en Áreas Marinas Protegidas y en Áreas que contengan hábitats críticos de cetáceos que puedan ser afectados por ruido antropogénico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Acuerdo para la conservación de los pequeños cetáceos del mar Báltico, el nordeste Atlántico, el mar de Irlanda y el mar del Norte (ASCOBANS). Destaca Resolución 6.2 del 2009 acerca de los efectos adversos del ruido submarino sobre los mamíferos marinos durante las actividades de construcción marinas para la producción de energías renovables.
- Organización Marítima Internacional (OMI)
- Comisión Ballenera Internacional (CBI)

Además, la Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de junio de 2008 por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina, MSFD en adelante) establece que los Estados miembros deben adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un buen estado medioambiental del medio marino a más tardar en el año 2020. Para esto cada Estado miembro debe elaborar una estrategia marina para cada región o subregión marina (o subdivisión menor que cada estado pueda determinar).

La Comisión aprobó la Decisión de la Comisión 2010/477/UE, sobre los criterios y las normas aplicables al buen estado ambiental de las aguas marinas. Dicha Decisión contiene los criterios e indicadores asociados que permiten evaluar el buen estado ambiental, en relación a los 11 descriptores recogidos en el Anexo I de la Directiva, entre los que se encuentra “D11. Energía, incluido ruido submarino” (Descriptor nº 11).

Concretamente, el Descriptor 11 se define como “La introducción de energía, incluido el ruido subacuático, se sitúa en niveles que no afectan de manera adversa al medio marino”. Y para abordar este descriptor se establecen en la Decisión (UE) 2017/848 de la Comisión dos criterios:

- 1)D11C1: Distribución en el tiempo y el espacio de impulsos sonoros elevados, de frecuencia media y baja. Este criterio pretende evaluar la presión en el medio marino causada por fuentes puntuales (estudios sísmicos, explosiones, obras submarinas) que emiten ruidos impulsivos de elevada intensidad, susceptibles de producir impactos en el medio marino, principalmente en mamíferos marinos.
- 2)D11C2: Sonido continuo de baja frecuencia. Este segundo criterio se basa en la detección de tendencias, es decir cambios de año a año o a más largo plazo, en el ruido ambiente submarino. La principal fuente de ruido continuo de baja frecuencia en el medio marino es el tráfico marítimo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En este sentido, el proyecto *quietMED*, responsable de la implementación de la segunda fase de la Directiva (MSFD), Descriptor 11, en el Mediterráneo fomenta la cooperación entre los Estados miembros.

A través de este proyecto se ha revisado la coherencia de la evaluación inicial del Buen Estado Ambiental (BEA en adelante) entre los Estados que participan en el proyecto (Estados del Mediterráneo) y la principal conclusión fue que existen grandes disparidades entre los enfoques de los diferentes países. Han aportado recomendaciones para mejorar la coherencia en las definiciones nacionales de los BEA y los objetivos ambientales.

En definitiva, España y el resto de los Estados miembros han establecido programas para conocer el estado de estos dos criterios.

Por otro lado, se están elaborando y aprobando recomendaciones de la Unión Europea e UNE-ISO, tales como:

- "Standard for measurement and monitoring of underwater noise, Part I: physical quantities and their units"[3]
- "Standard for measurement and monitoring of underwater noise, Part II: procedures for measuring underwater noise in connection with offshore wind farm licensing"[4]

Actualmente, en España, la transposición de la Directiva marco (Directiva 2008/56/CE) sobre la estrategia marina se ha llevado a cabo a través de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino (BOE nº 317, 30 de diciembre de 2010). La ley es fiel al texto europeo e incluye, además, otros aspectos de protección del medio marino previamente no desarrollados en la legislación española, como la Red de Áreas Marinas Protegidas de España y la regulación de los vertidos en el mar.

[3] Standard for measurement and monitoring of underwater noise, Part I: physical quantities and their units, Ainslie, M. A., TNO Report TNO-DV 2011 C235, (2011)

[4] Standard for measurement and monitoring of underwater noise, Part II: procedures for measuring underwater noise in connection with offshore wind farm licensing. de Jong C.A.F., Ainslie, M. A. and Blacquière G, TNO Report TNO-DV 2011 C251 (2011)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concretamente, en materia de ruidos a nivel nacional se dispone de la Ley 37/2003 del Ruido y sus desarrollos, no obstante, su aplicación se enfoca al medio terrestre, requiriendo de un establecimiento formal para el control real de la contaminación acústica marina. Por tanto, no existe en nuestro país ninguna norma legal que determine las actividades marinas sujetas a evaluación ni umbrales cuantitativos de ruido subacuático como criterios de evaluación de impactos (CEDEX, Mayo 2015).

No existe un listado oficial que determine aquellas actividades sujetas a Estudios de Impacto Acústico, sin embargo, en el Documento Técnico (MAGRAMA, 2012) clasifican distintas actividades generadoras de contaminación acústica marina, donde se recomienda la implantación de medidas de mitigación y, consecuentemente susceptibles a quedar sometidas a procedimientos de evaluación de impacto acústico. Dichas actividades se resumen a continuación:

- Sónares y detonaciones militares: Ejercicios navales y sónares militares tácticos (principalmente el sónar activo de frecuencias bajas, medias y alta intensidad).
- Exploración y explotación de hidrocarburos: Engloban las campañas sísmicas para el conocimiento de las estructuras geológicas del subsuelo marino (exploración), la perforación del fondo marino, instalación de la estructura de explotación y su desmantelamiento.
- Construcciones: anclado de pilotes para diversas infraestructuras (aerogeneradores, pantalanes, etc.), dragados, explosiones (para romper sustratos, desinstalación de plataformas, etc.) y funcionamiento de parques eólicos marinos.
- Tráfico marítimo, fundamentalmente de grandes buques.
- Dispositivos de evitación acústica: instrumentos acústicos que alertan o ahuyentan con sonidos a animales marinos con tal de que eviten las artes de pesca o jaulas de maricultura.
- Investigación: las actividades de investigación que incluyen el uso de instrumentos acústicos incluso de alta intensidad (seguimiento de equipos, localización, etc.).

1.1.12.2 Área de estudio

El área de estudio está situada en la costa Sur del Estrecho de Gibraltar, concretamente en Ceuta. Ceuta ocupa una estrecha península de aproximadamente 19,5 km^2 y 21 km de costa.

El punto de muestreo se ubicó en la siguiente ubicación

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD
5321	35º 52’ 25.4877‘’ N	5º 17’ 30.3370’’ W
	(30S) 293102 m	(30S) 3972370 m

Localización del punto de muestreo

En cuanto a fuentes antropogénicas presentes en esta área, la mayor contribución es del tráfico marítimo, el cual es muy intenso tanto el tránsito del canal del Estrecho de Gibraltar como el propio de la Bahía de Ceuta.

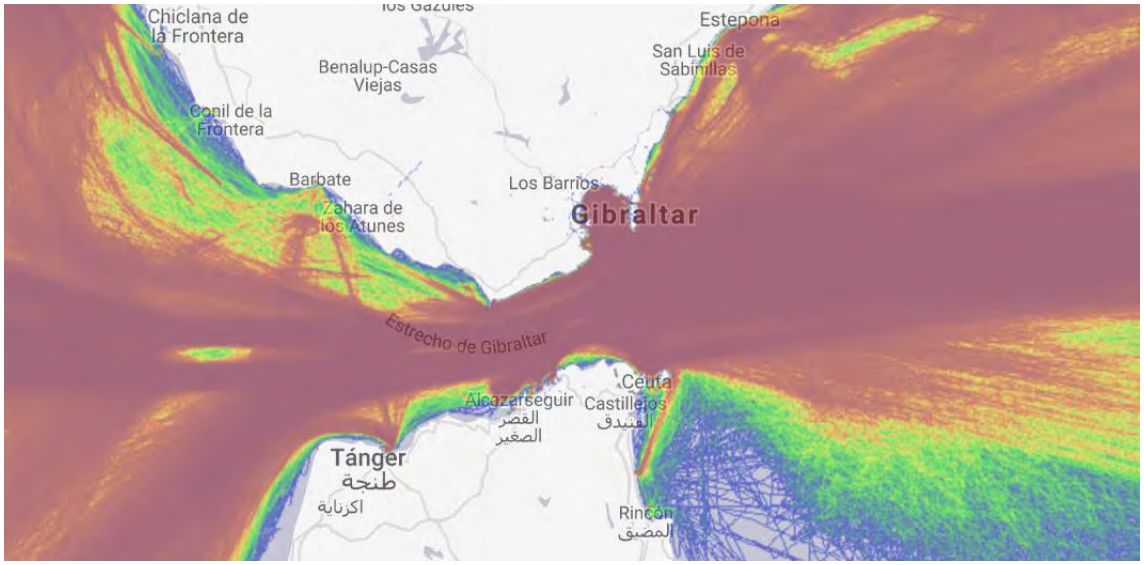
El marco en el que se encuentra la Bahía de Ceuta destaca por ser uno de los canales marítimos con mayor tráfico mundial. Por ello, seguidamente, se procede a una descripción detallada acerca de la principal fuente sonora del área de estudio: el tráfico marítimo.

1.1.12.3 Tráfico marítimo en la zona de estudio

La disponibilidad de información detallada relativa a la densidad de tráfico marítimo se limita a los datos de AIS de los años 2016 (base de datos propia) y 2019 de www.marinetraffic.com. Datos más actualizados (2019) se han encontrado en la página web de Puertos del Estado. No obstante, aunque ésta última trata de información de carácter genérico, refleja la importancia del tráfico marítimo en el área de estudio.

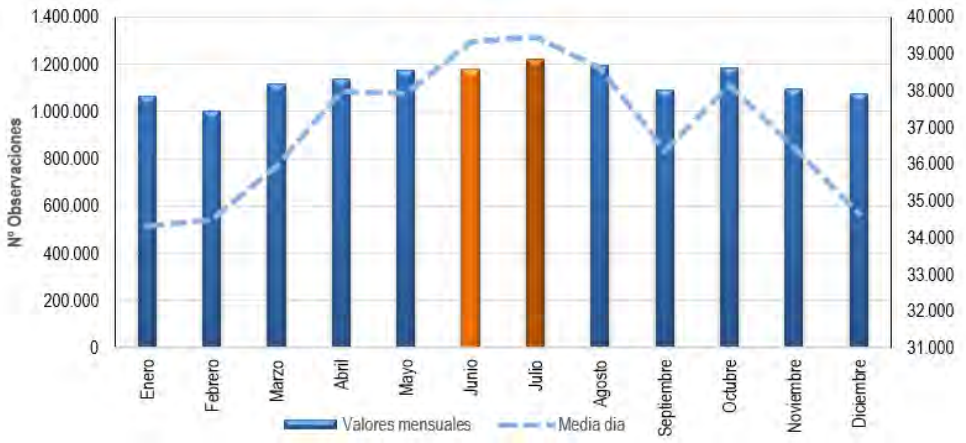
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Densidad de tráfico marítimo del año 2019. Fuente: www.marinetraffic.com. 2019



Seguidamente se muestra el número de observaciones de la base de datos de "*AIS Marine Traffic*" del 2016 en el Estrecho de Gibraltar. Una observación consite en el posicionamiento que cada 12 segundos transmitían todos lo buques en su cruce por el Estrecho de Gibraltar.

Número de observaciones (posicionamientos de barcos) en el área de estudio para el año 2016 y media diaria

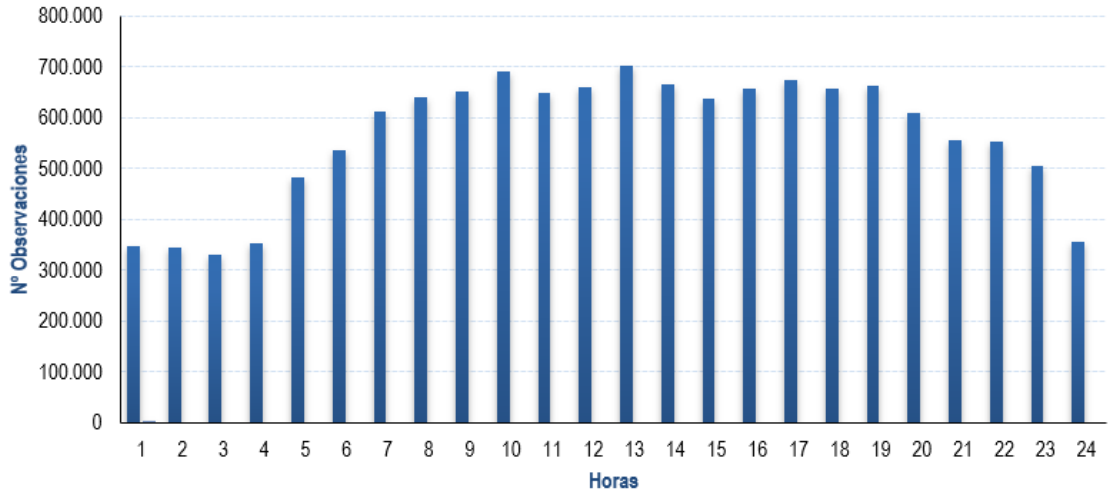


Como muestra la figura anterior en color naranja, los meses de junio y julio, periodo durante el cual se ha realizado la campaña de medidas, presentan el mayor número de observaciones de todo el año debido a la frecuencia de ferris de pasajeros y vehículos entre la península y Marruecos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En cuanto a la distribución horaria del tráfico marítimo del Estrecho de Gibraltar, se observa un mayor trasiego durante las horas diurnas, entre las 07:00 hasta las 20:00).

Número de observaciones (posicionamientos de barcos) en función de promedios por horas en el área de estudio para el año 2016



En cuanto a la evolución del tráfico marítimo en el puerto de Ceuta, el movimiento de tráfico ha venido marcado por incrementos en sus tráficos principales en los últimos años, siendo el avituallamiento y el tráfico de pasajeros y vehículos en régimen de equipaje los que mantienen de forma sostenida el tráfico (Memoria Anual del Puerto de Ceuta 2018, Autoridad Portuaria de Ceuta).

El número de buques que ha transitado por el puerto de Ceuta refleja un crecimiento del 3,5 %, alcanzando 11.146 buques en el 2018 (Anuario Estadístico de Puertos del Estado, 2018). En cuanto al número de buques de línea regular (un 63% del total de escalas) se disminuyó un 2% alcanzando la cifra de 6.295 escalas en el año y moviendo un total de 2.063.458 pasajeros durante el 2018.

Para el caso concreto del periodo durante el cual se realizó la campaña de medidas, el tráfico portuario de junio de 2020 queda reflejado en las estadísticas de Puertos del Estado (http://www.puertos.es/es-es/estadisticas/Paginas/estadistica_mensual). Según estos datos, el tráfico portuario en el Puerto de Ceuta alcanzó los 138.478 buques durante el mes de junio y 158.360 buques en julio de 2020.

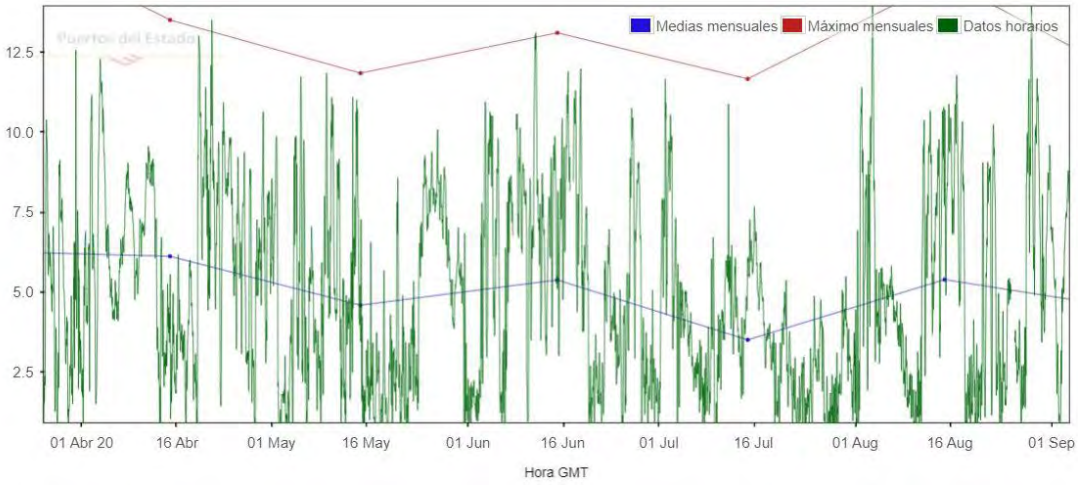
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1.1.12.4 Condiciones metoceánicas durante el estudio

La consideración de las condiciones meteorológicas y de la columna de agua es importante en el campo de la acústica submarina puesto que variables como el viento, el oleaje o la velocidad de la corriente pueden alterar el ruido de fondo de una zona. Estos datos han sido extraídos de la página web de Puertos del Estado, referentes al punto SIDMAR 6072008 ubicado en las inmediaciones de la zona de estudio como se muestra en la figura.

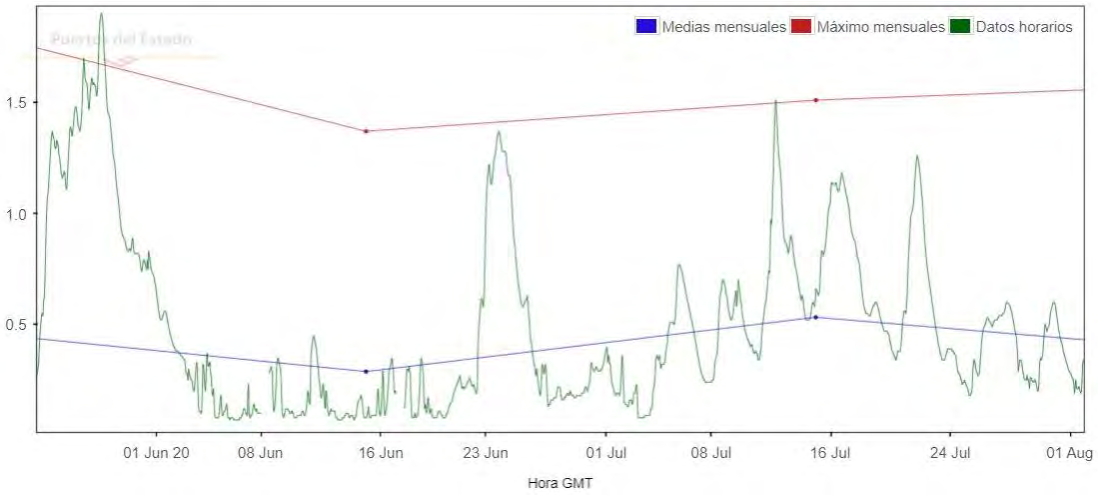
Ubicación del punto SIDMAR 6072008

Velocidad media y máxima del viento (em m/s) durante el periodo de muestreo. Fuente: Puertos del Estado. Estación SIMAR 6072008



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Parámetros de oleaje (en metros) durante el periodo de muestreo. Fuente: Puertos del Estado. Estación SIMAR 6072008



Como se puede observar en las figuras anteriores, la velocidad del viento ha mostrado muchas oscilaciones con picos que alcanzan los 13,1 m/s y con valores medios entre 5,5 y 6,5 m/s. Igualmente, el oleaje ha sido variable, con una media de 0,4 m y máximos que alcanzaron los 1,37 m. En concreto, el día 23 de junio en la franja de las 20:00- 21:00 se registró la altura máxima de la ola con un periodo de 8,27 segundos. Por otro lado, el 11 de junio entre las 15:00 y las 16:00, se registró el pico de velocidad máxima (13,1 m/s en dirección 270º).

1.1.12.5 Resultados

Análisis de los registros de la campaña

En las siguientes tabla y figuras se resumen los niveles sonoros globales resultantes del hidrófono (PAM) de la campaña de junio a julio de 2020.

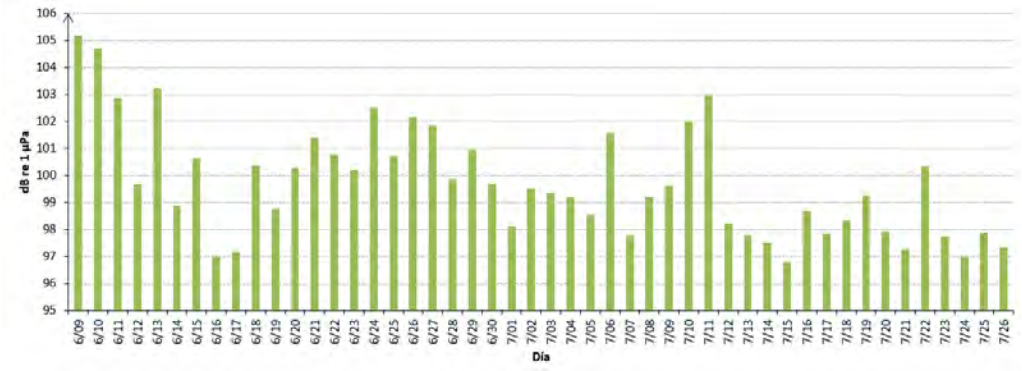
Resumen niveles sonoros (dB re 1µPa) obtenido de la campaña de medidas

EQUIPO PAM	SPL_{Min}	SPL_{Max}	SPL_{Media}	$SPL_{Mediana}$	P_5 SPL	P_{95} SPL
H1 (5321)	93,6	141,4	99,6	96,9	95,0	113,9

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Nivel presión sonora medio (RMSmedio) de 24 horas

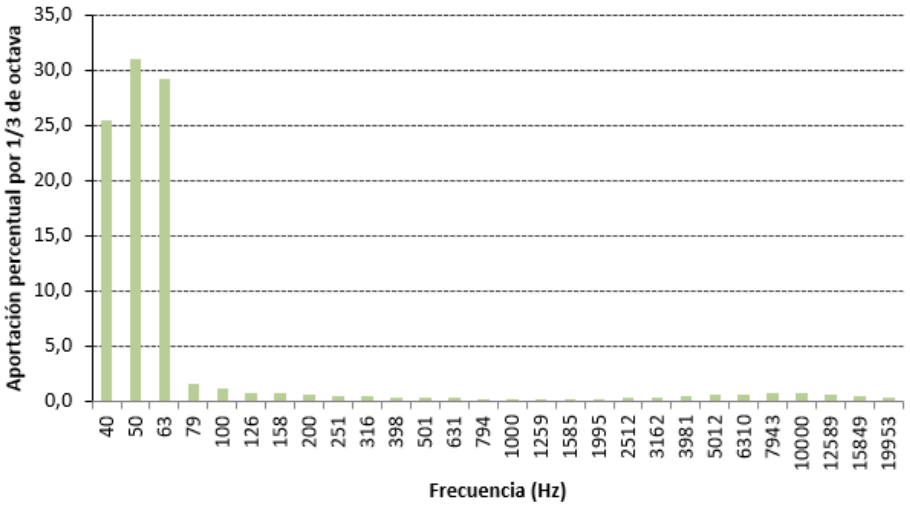
Nivel presión sonora medio diario (RMSmedio)



Los resultados en tercios de octava se presentan resumidos según la aportación porcentual de las medias por cada frecuencia, de manera que se muestran las aportaciones de las principales frecuencias.

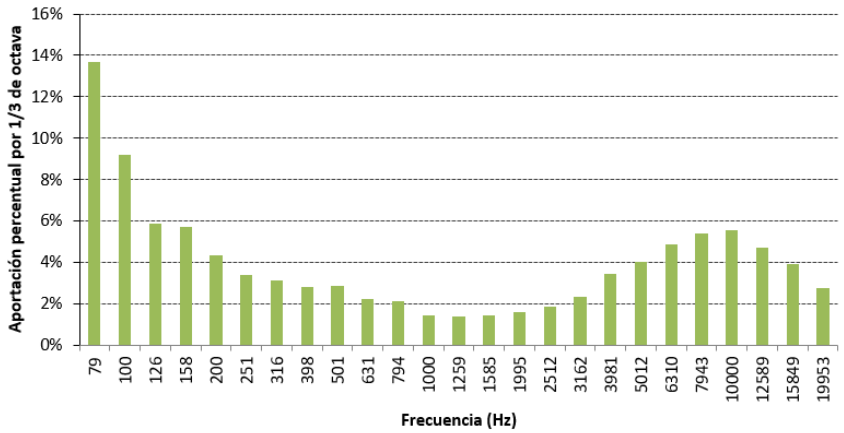
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aportación porcentual de cada tercio de octava a la banda ancha (RMSmedio/ frecuencia) a lo largo de la campaña de medidas



En las figuras anteriores puede observarse claramente como la energía se concentra en las bajas frecuencias (escenario de tráfico marítimo intenso). No obstante, para poder describir mejor el ruido ambiental del área, se amplifica la escala mostrando las aportaciones frecuenciales para frecuencias mayores de 63 Hz.

Aportación porcentual de cada tercio de octava a la banda ancha (RMSmedio/ frecuencia) a partir de los 79 Hz a lo largo de la campaña de medidas



En definitiva, de los niveles sonoros globales promedios de toda la campaña (un mes) se puede deducir que:

- El sonido del área de estudio oscila mayoritariamente entre niveles de ruido de fondo de 96 - 105 dB re 1µPa, el percentil 5 (equivalente al mínimo registrado) en 99 dB re 1µPa

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

y niveles máximos (equivalente al Percentil 95) de 114 dB re 1µPa, con picos que alcanzan los 158 dB re 1µPa.

- El tráfico marítimo se identifica por la frecuencia de 63 Hz y 125 Hz. Por encima de la frecuencia de 8 kHz el sonido detectado corresponde básicamente a fuentes naturales (olas y viento entre 10-15 kHz) y sonidos emitidos por animales (Urick, 1983) (Wenz, 1962).

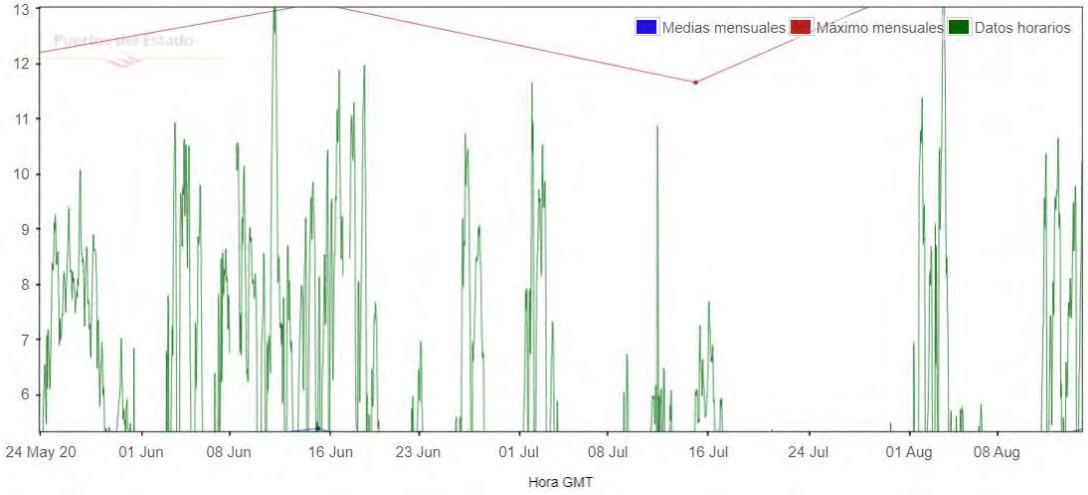
Caracterización de los principales focos sonoros

Como se ha comentado anteriormente, se recogieron o una serie de datos no acústicos de aquellas variables que podían tener influencia sobre el escenario acústico actual del área de estudio: movimiento de barcos, datos meteorológicos de la zona, etc.

Factores meteorológicos

A través de la página web de Puertos del Estado se identificaron aquellos periodos de vientos y altura significante de la ola máximos.

Velocidad media y máxima del viento durante el periodo de muestreo

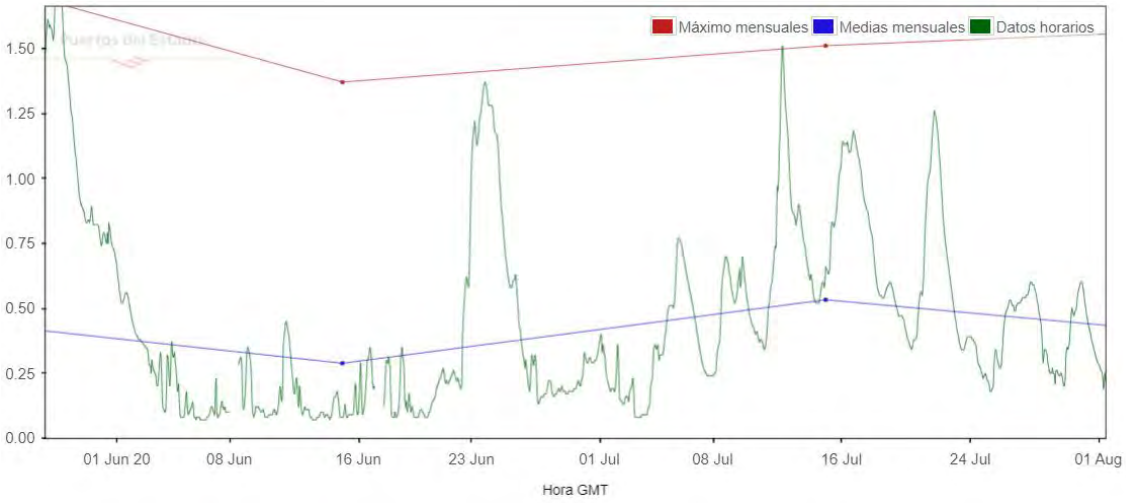


Fuente: Puertos del Estado. Estación SIMAR 6072008

Los momentos donde se registraron velocidades de viento superiores a 10 m/s (velocidades máximas) fueron el 11 de junio de 2020 entre las 08:00- 18:00 dirección 270º, el 16 de junio de 2020 entre las 12:00- 19:00 dirección 270º, el 17 de junio de 2020 entre las 14:00-23:00 dirección 270º, el 18 de junio de 2020 entre las 13:00- 19:00 y el 2 de julio de 2020 entre las 00:00- 3:00 y entre las 19:00- 22:00. Todas las direcciones de procedencia de los vientos máximos eran 270º (vientos de poniente).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Altura máxima significante del oleaje durante el periodo de muestreo



Fuente: Puertos del Estado. Estación SIMAR 6072008

El primer máximo de altura significante de olas se produjo durante 24 horas entre el 23 de junio a las 08:00 al 24 de junio de 2020 y el siguiente el 12 de julio de 2020 entre las 04:00 y 12:00. Estos periodos correspondieron con vientos procedentes del Este (90º).

A continuación, se muestran los niveles sonoros resultantes durante los días de temporal de viento y oleaje identificados durante la campaña de junio a julio de 2020.

Resumen niveles sonoros (dB re 1µPa) obtenido de la campaña de medidas durante periodos de oleaje y viento intensos

Variable no acústica	SPL_{Min}	SPL_{Max}	SPL_{Media}	SPL pico
Períodos con vientos superiores a 10 m/s	94,1	101,5	97,3	143,10
Períodos con altura de ola superior a 1,25 m	104,4	122,0	114,7	158,1

De las tablas anteriores se deduce que el oleaje es un contribuidor neto más importante al ruido de fondo global que el viento y que los fenómenos metoceánicos son unos contribuidores muy importantes al ruido de fondo, observándose los valores mayores de SPL sobre los días 6 y 24 de junio y 7 de julio, correspondientes a episodios de fuertes vientos (el primero) y fuerte oleaje (los dos siguientes) como puede verse en las figuras anteriormente expuestas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Al tratarse de cortos periodos de tiempo la contribución de los factores meteorológicos y al promediarse los resultados en valores diarios y globales, no se aprecia esta aportación al escenario acústico.

Tráfico marítimo

A pesar de que las características de emisión de grandes embarcaciones comerciales dependen del tipo de barco, tamaño y modo de funcionamiento, se puede establecer que la mayor parte de la energía sonora se centra por debajo de 1000Hz (MMO, 2015).

Recopilación de información de niveles sonoros de grandes embarcaciones. Fuente: (Richardson W.J, 1995)

TIPOS EMBARCACIONES SEGÚN BIBLIOGRAFÍA	Frec. dominante (Hz)	SOURCE LEVEL (dB 1µPa m)	Eslora (m)
Carguero	41	172	135
Tanker (petrolero)	428	169	135
Tanker (petrolero)	60	180	179
Container (porta-contenedores)	33	181	219
Bulk carrier (carguero)	28	180	-
Supertanker (superpetrolero)	6,8	190	340
Supertanker (superpetrolero)	7,6	187	266
Supertanker (superpetrolero)	7,2	185	337
Container (porta-contenedores)	7,7	181	274

La información extraída de la bibliografía junto con las directrices marcadas en Directiva 2008/56/CE (Decisión (UE) 2017/848), marcarían que la contribución del tráfico marítimo al escenario acústico del área de estudio, caracterizada por las frecuencias 63 Hz y 125 Hz, es muy importante, representando aproximadamente el 85% de la energía acústica presente en la zona (ver Figura 241.- Aportación porcentual de cada tercio de octava a la banda ancha (RMSmedio/ frecuencia) a lo largo de la campaña de medidas.).

1.1.12.6 Conclusiones generales de vector ruido

Los niveles de ruido de fondo oscilan entorno a los 96 - 105 dB re 1µPa (valores promedio) mientras que los mínimos se encuentran entorno a los 95- 99 dB re 1µPa, los máximos entorno los 114 dB re 1µPa, y los picos extremos alcanzan los 158 dB re 1µPa.

Los valores medidos son coherentes con los datos bibliográficos de la zona (112 dB de promedio según Castellote et al. 2007) y confirman que se trata de una zona con valores de fondo altos.

El tráfico marítimo contribuye significativamente en bajas frecuencias (principalmente hasta los 125 Hz), al ruido de fondo y se mantiene constante durante todos los días. Por encima de la

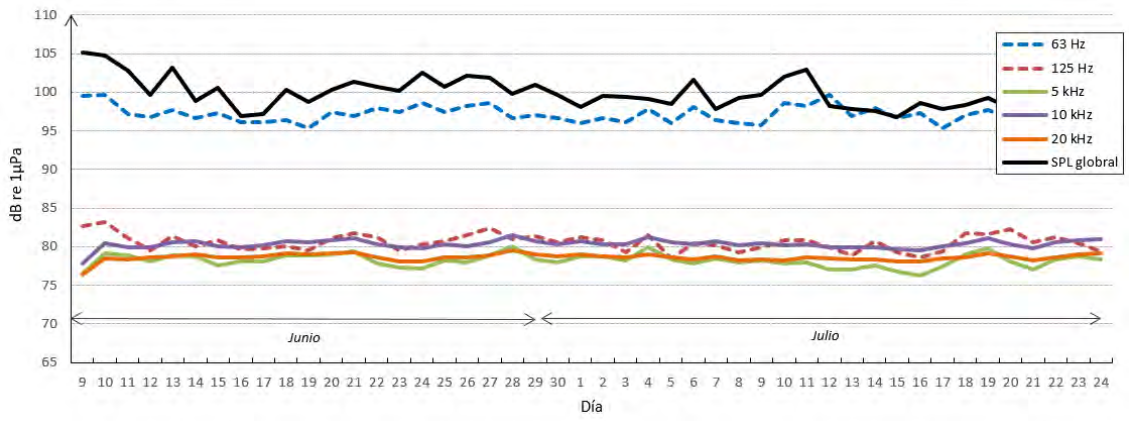
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

frecuencia de 8 kHz el sonido detectado corresponde a fuentes naturales (olas y viento entre 10-15 kHz y cetáceos a altas frecuencias).

Las gráficas de los promedios por horas muestran niveles sonoros medios mayores en periodos diurnos, entre las 10:00 y las 22:00, cayendo durante las horas nocturnas e identificándose un pico sobre las 5:00 – 6:00 de la mañana. Mientras que la variación de los niveles sonoros promediados por días es variable, presentando diferencias de hasta 8 dB entre el día con menores niveles sonoros promedios y el día de máximos niveles promedios.

La principal aportación sonora se encuentra en la frecuencia 63 Hz relacionada con el tráfico marítimo y en menor medida en las frecuencias altas (superiores a los 8 kHz) atribuibles a actividades antropogénicas y animales, y otra parte no identificable. En la siguiente gráfica se muestra la evolución temporal de los niveles sonoros según frecuencias.

Evolución temporal de los niveles sonoros según las principales frecuencias a lo largo de toda la campaña de medidas



Por otro lado, se ha detectado una importante presencia de delfínidos en el área de estudio, el 7% de las grabaciones realizadas contenían silbidos de delfínidos. De éstos, se identificaron tres especies: delfines comunes (*Delphinus delphis*) y listados (*Stenella coeruleoalba*) y en menor medida delfines mulares (*Tupsiops truncatus*).

Los silbidos se detectaron en horario diurno y específicamente, entre las 15:00 y las 20:00. Sin embargo, no se ha identificado presencia de cachalotes, zifios, ni rorcuales. La ausencia o no detección de estas especies puede ser debido a varios factores:

- Enmascaramientos de señales ya que el área de estudio (ensenada de Ceuta) presenta unos niveles sonoros globales muy elevados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Las vocalizaciones de los rorcuales son emitidas a baja frecuencia pudiendo ser la señal fácilmente enmascarada por el intenso tráfico marítimo del área. No obstante, la presencia de estos animales en el área de estudio se debe a que el Estrecho de Gibraltar es el paso migratorio, con lo que no se trata de un área de estancia.

1.1.13 Campos electromagnéticos

1.1.13.1 Introducción

Existen campos electromagnéticos naturales y de origen antrópico.

El campo magnético natural más importante es el campo magnético estático terrestre (campo geomagnético) que como es bien sabido utilizan numerosas especies tanto terrestres como acuáticas para orientarse. Tiene una intensidad de unos 25-75 µTesla. Otros campos magnéticos naturales son los creados por la deriva continental, e incluso por los movimientos en la atmósfera (ionosfera).

El campo eléctrico natural más intenso es el generado por la diferencia de potencial que existe entre la tierra y la ionisfera. Los movimientos de masas de agua (por mareas o corrientes) a través del campo magnético terrestre produce campos eléctricos de baja intensidad (0.05-0.5 µV /cm).

Los cables eléctricos submarinos generan campos tanto eléctricos como magnéticos. Estos campos dependen en gran medida del tipo de corriente y el tipo de cable.

El sistema elegido para la interconexión Ceuta-Península (corriente alterna cable tripolar) conlleva la práctica neutralización del campo magnético y muy especialmente del eléctrico, ya que la suma de voltajes y corrientes en la superficie del cable es 0 en todo momento (Guidelines on Best Environmental Practice in Cable Laying and Operation. OSPAR 12/22/1, Annex 14).

Un primer dato a tener en consideración es que, en los cables aislados tanto terrestres como marinos, el campo eléctrico queda confinado en el interior del cable gracias a su aislamiento, por lo que no se emite al exterior.

Los campos magnéticos generados por los cables son superiores a los que existen de manera natural y podrían, en función de su magnitud, afectar a especies sensibles (sobre todo, pero no exclusivamente, peces, quelonios y mamíferos marinos) que utilizan levísimas perturbaciones del campo magnético terrestre para orientarse, especialmente durante las migraciones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por su parte, ciertas especies, sobre todo de elasmobranquios, son muy sensibles a los campos eléctricos, incluso a aquellos más débiles (10 µV / cm) generados por cables eléctricos.

Según el documento *Environmental Impacts of Marine Energy Converters. Prepared for the Energy 6 Efficiency and Conservation Authority. 2008*, un cable submarino estándar que transporta 132 kV CA (350 A) genera un campo magnético de 1,6 19 µT en la superficie del cable, que como cualquier campo magnético disminuye con la distancia, percibiéndose el campo generado por los cables a una distancia reducida.

Por otra parte, el hecho de que el cable vaya enterrado también reduce el campo magnético al que están sometidos los organismos que se sitúen en sus cercanías, no porque el sedimento tenga ningún tipo de propiedad de apantallamiento, si no por el simple hecho de aumentar la distancia al cable.

En un doble estudio científicomarino realizado en los años 2009 y 2021en el marco del cumplimiento de las medidas compensatorias del Proyecto de Refuerzo de la Interconexión entre España-Marruecos, desarrollado por la Cátedra de Biología Marina y la Fundación de Investigación de la Universidad de Sevilla (FIUS) en el que mediante un análisis exhaustivo, desarrollado en dos campañas anuales, en las que se estudiaron un abundante número de ejemplares de especies de fauna (26) y flora bentónica, recogidos en 2 parcelas de muestreo situados en la proximidad de los cables y en 2 parcelas de contraste/control. Los resultados obtenidos muestran que no se apreciaron diferencias entre las poblaciones expuestas a los efectos de los cables (campo magnético o temperatura) y las poblaciones de control, no identificándose resultados que diferenciasen a las poblaciones situadas en proximidad inmediata y las de control dispuestas en la misma zona, pero alejadas de los cables. En la zona de aguas someras situadas a unos 20 metros de profundidad, se advirtieron pequeñas afecciones que no pudieron dimensionarse adecuadamente por las incertidumbres taxonómicas generadas debido a las diferencias de abundancia entre las especies y réplicas y por los cambios (parches) de fondos blandos con diferente granulometría que se cree contribuyen a cambios en la biodiversidad de ese tipo de fondos.

Por su parte, la disipación de calor de los cables de corriente alterna es mayor (al igual que sus pérdidas de energía) que los de corriente continua.

No existe regulación española ni a nivel supranacional del umbral de aumento de temperatura máximo permisible, y aunque se sabe que hay especies muy sensibles a cambios de temperatura muy pequeños, éstos no han podido cuantificarse. En Alemania se ha propuesto un umbral de 2ºK, y se considera que mediante un enterramiento de entre 1 y 3 metros se consigue no

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

sobrepasar este umbral. Otros países como el Reino Unido consideran que un enterramiento de entre 0,6 y 0,9 m es suficiente. El nivel de enterramiento propuesto (1m) está pues alineado con las mejores prácticas aplicadas en nuestro entorno.

1.1.13.2 Medición de los niveles de fondo de los campos electromagnéticos

El objetivo del estudio realizado en fase de tramitación ambiental es obtener una referencia de los CEM existentes en los ámbitos de estudio, como valores de referencia naturales (blancos ambientales) previos a las fases de tendido y funcionamiento del nuevo enlace. Una vez puesta en marcha se realiza el seguimiento periódico para valorar el incremento de los campos magnéticos en el ámbito marino.

En total se realizaron 3 mediciones puntuales en las zonas de posible ubicación de los cables, 1 próxima al aterraje en la Península (M02), a aproximadamente 80 m de profundidad, y 2 estaciones próximas al aterraje en Ceuta (M16 y M17), a aproximadamente 65 m y 35 m de profundidad respectivamente.

A continuación, se presentan los resultados estadísticos de los valores de intensidad medidos en cada estación. Se presenta la intensidad global, calculada mediante los 3 componentes (vectores) tridimensionales del campo magnético.

Resultados de las mediciones del campo electromagnético

Estación	Medida	Máx. (µT)	Mín. (µT)	Observaciones
M-02	1	29,0	5,0	-
	2	34,0	6,0	-
	3	26,0	3,0	-
M-16	1	53,2	4,5	-
	2	18,9	2,1	-
	3	45,9	3,9	-
M-17	1	1,64	0,16	Valores anómalos
	2	27,0	2,4	-
	3	22,3	2,2	-

Las medidas de campo magnético detectadas son relativamente homogéneas en los ámbitos y estaciones muestreadas, con un rango de 3-34 µT en el aterraje de Península y 2-53 µT en el aterraje de Ceuta. Se han descartado unos valores anómalos (próximos a 0 µT) en una de las medidas en Ceuta.

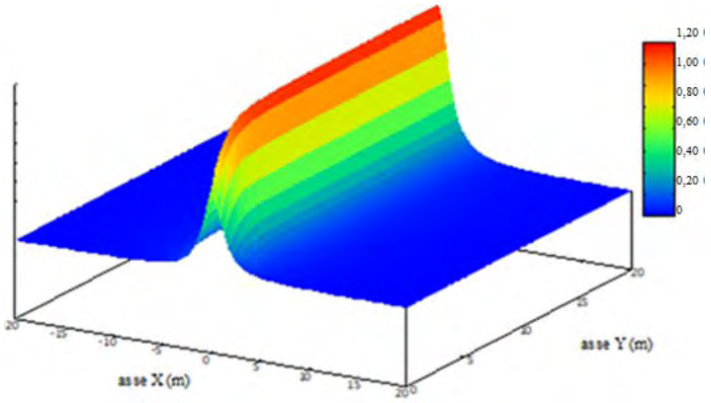
Las variaciones en los valores de campo magnético pueden ser debidas a muchos factores, entre ellos: presencia de materiales magnéticos u objetos metálicos cercanos a la zona de estudio, fluctuaciones del oleaje o corrientes, material en suspensión de la columna de agua, etc.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los rangos registrados se corresponden con los valores normales del campo geomagnético terrestre, que pueden oscilar entre 20-75 µT en función de la localización geográfica.

Una vez la interconexión esté en funcionamiento no se espera un incremento significativo, con valores inferiores a 100 µT y una distribución similar a la representada en la siguiente figura.

Modelo de distribución de CEM asociada a cable eléctrico de baja frecuencia (50 Hz). Fuente: I2C, 2020



Se han analizado efectos similares o mayores de campo magnético (1-3,2 mT) en fauna marina (p.e. peces y macroinvertebrados) en diversa bibliografía científica (Woodruff et al., 2012; Bochert & Zettler, 2004), sin detectarse efectos significativos en el comportamiento de las especies objeto de estudio.

1.1.14 Patrimonio arqueológico

1.1.14.1 Introducción

El análisis del patrimonio arqueológico de la zona del proyecto ha sido realizado a partir de los datos de sonar obtenidos durante la campaña geofísica de MMT, tal como se explica en el apartado de metodología del anexo 2 del EIA.

Estos datos han sido interpretados por arqueólogos con experiencia en yacimientos submarinos en la zona y comparados con la información bibliográfica existente.

1.1.14.2 Posibles restos arqueológicos presentes en la zona de proyecto

La zona de proyecto no se encuentra incluida en ninguna zona de servidumbre arqueológica ni en las cercanías de ningún yacimiento catalogado.

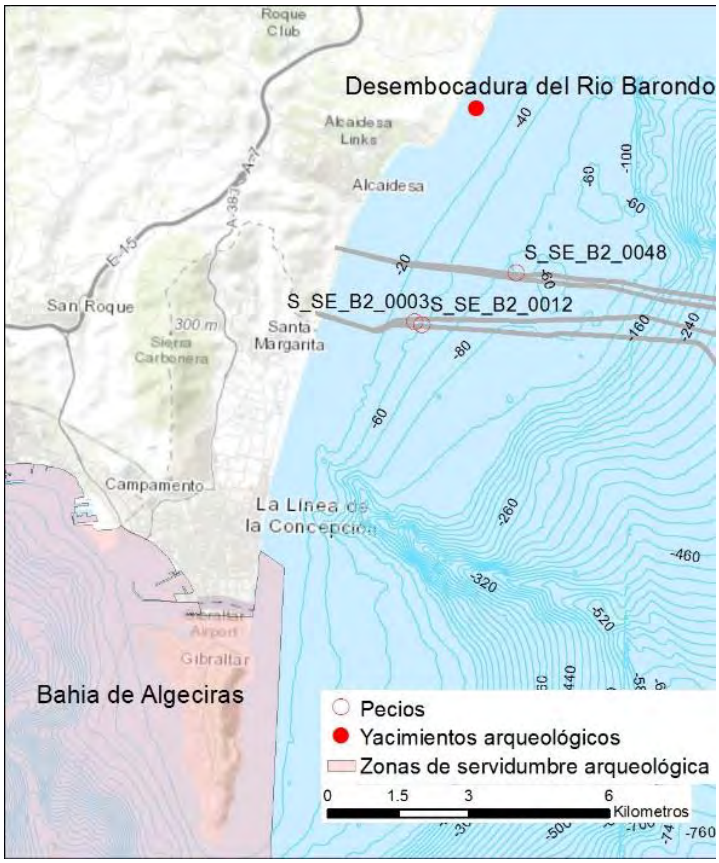
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

MMT identificó tres hallazgos compatibles con posibles restos de barcos hundidos. El primero de ellos fue igualmente identificado en la campaña de aguas marinas de CEIMAR, al encontrarse en el ámbito de su zona de estudio. Sus características se resumen en la tabla siguiente.

Posibles hallazgos de pecios en la zona de estudio

Id. del objeto	Zona	Profundidad(m)	pK	CoordenadasETRS / UTM zone 30N
S_SE_B2_0003	Aterraje La Línea	40	1,8	X:293.062, Y:4.009.702
S_SE_B2_0012	Aterraje La Línea	46	2,0	X:293.208, Y:4.009.635
S_SE_B2_0048	Aterraje La Línea	65	4,22	X:295.212 , Y:4010748

La ubicación de estos tres elementos se muestra en la siguiente figura.



Objeto S_SE_B2_0012

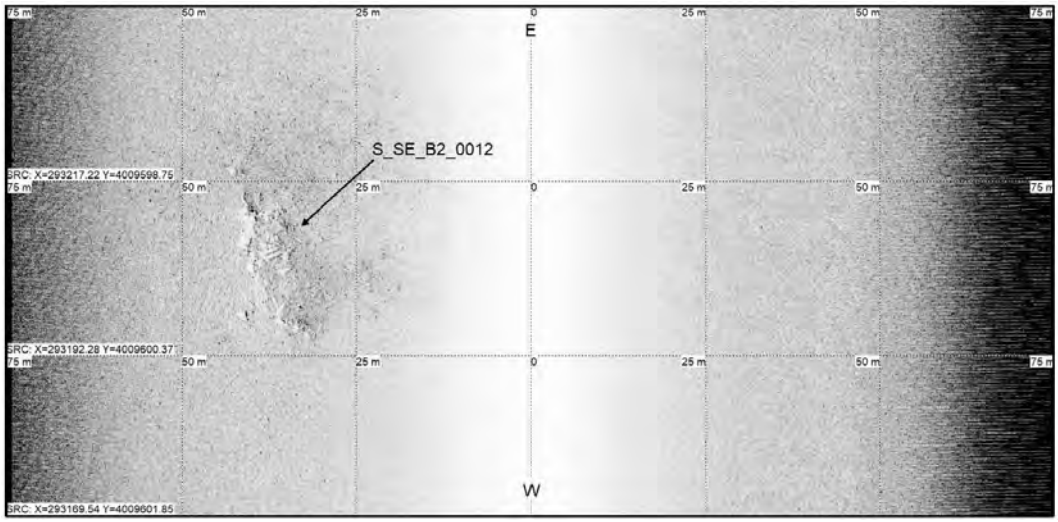
En la imagen de sonar se identifica claramente una anomalía de origen antrópico, muy probablemente un pecio, situado a unos 2 kilómetros de la línea de costa y a unos 46 metros de profundidad. El ancho del objeto es de 8,5 m, el alto de 0,43 m y la longitud de 26,3 metros. A

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

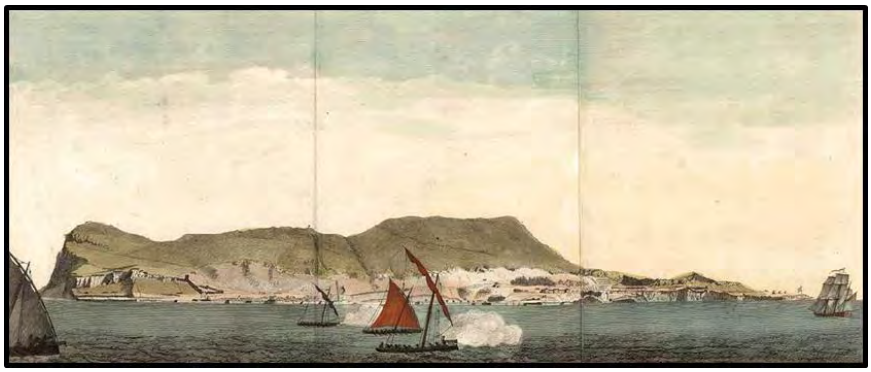
criterio de los arqueólogos contratados para su interpretación, es el mas interesante de los tres hallazgos. Las dimensiones y formas son coincidentes con las de las embarcaciones denominadas falucho o cañonera de Barceló del s. XVIII-XIX.

La cañonera es una lancha artillada de entre 15-30 metros de eslora y 5-6 metros de manga. Su impulsión originaria es rémica, aunque igualmente llevaban vela y orza. El falucho es una embarcación cuya característica es que su mástil va muy inclinado hacia proa y su vela es latina de gran superficie, adecuadas para la navegación de cabotaje. Tenían entre 8-12 metros de eslora y unos 3-4 de manga.

La zona de afección se encuentra en la ruta marítima cercana a Gibraltar, próxima al apostadero-fondeadero de la Atunara, por tanto, podríamos estar ante un pecio Moderno-Contemporáneo (s. XVIII-XIX) y por tanto protegido.

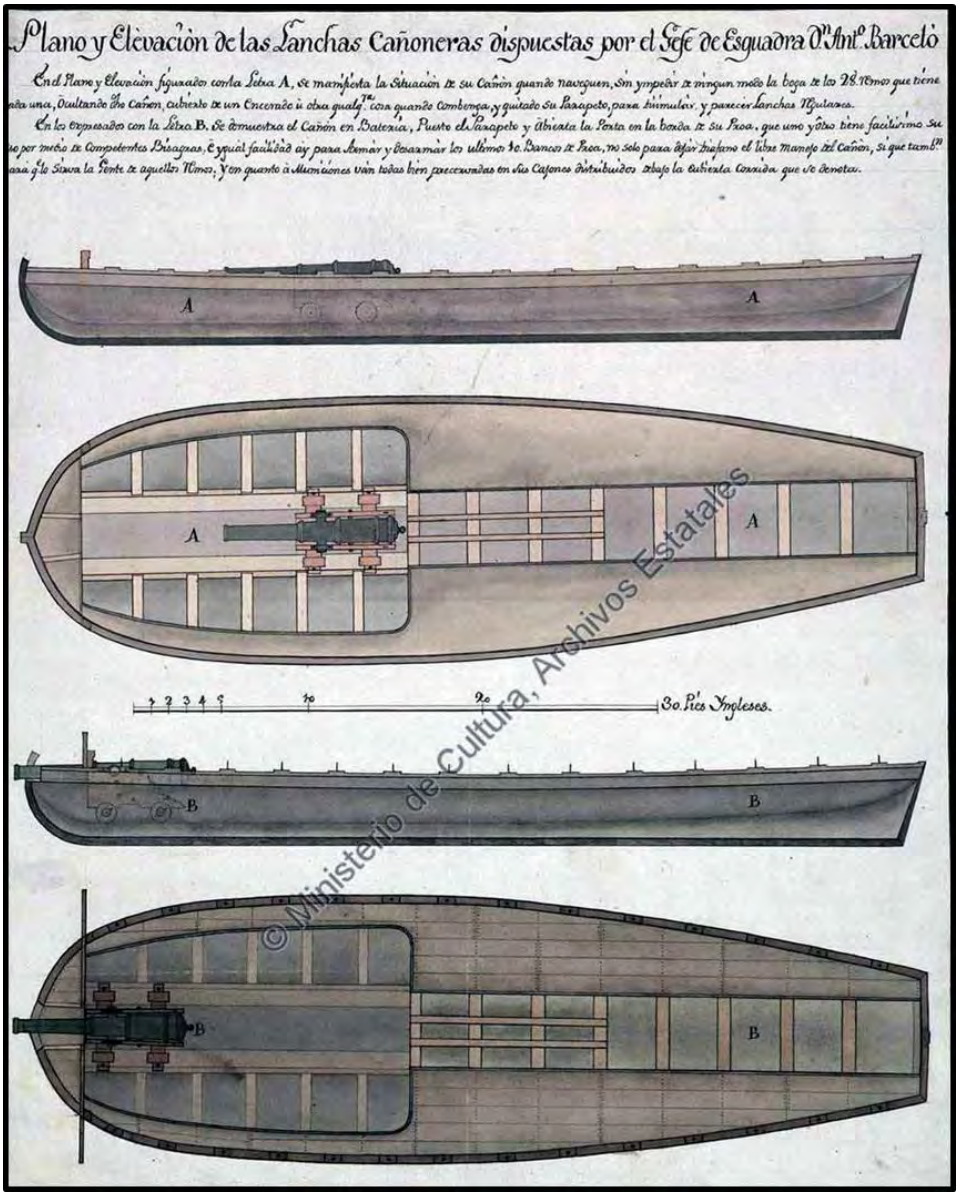


Cañonera de Barceló asediando a buques británicos en la bahía de Algeciras en 1782



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Plano de una Cañonera de Barceló 1782



© Ministerio de Cultura, Archivos Estatales

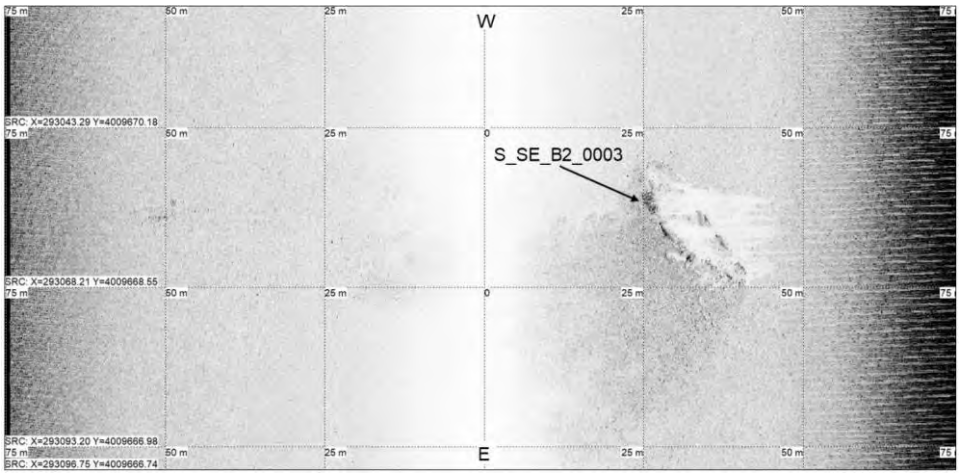
Objeto S_SE_B2_0003

En la imagen del sonar se identifica claramente una anomalía de origen antrópico coincidente con las características de un pecio, situado a unos 2 kilómetros de la línea de costa y a unos 40 metros de profundidad. El ancho del objeto es de 8,05 metros, el alto de 5,3 metros, y la longitud de 18,34 metros. Se puede intuir sobre la imagen un mástil. Con la información disponible presenta un parecido razonable a un pecio contemporáneo, aunque se necesitaría mayor definición en el sonar para estar completamente seguros.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Este mismo pecio fue identificado en la campaña de aguas someras llevadas a cabo por CEIMAR al encontrarse incluido en su zona de estudio en la Línea de la Concepción. Los resultados de CEIMAR (Anexo 1.8 al EIA) concluyen igualmente que se trata de un pesquero de época contemporánea, que se puede adscribir cronológicamente, probablemente, a mediados del S. XX

Imágenes sonar del Objeto S_SE_B2_0003



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

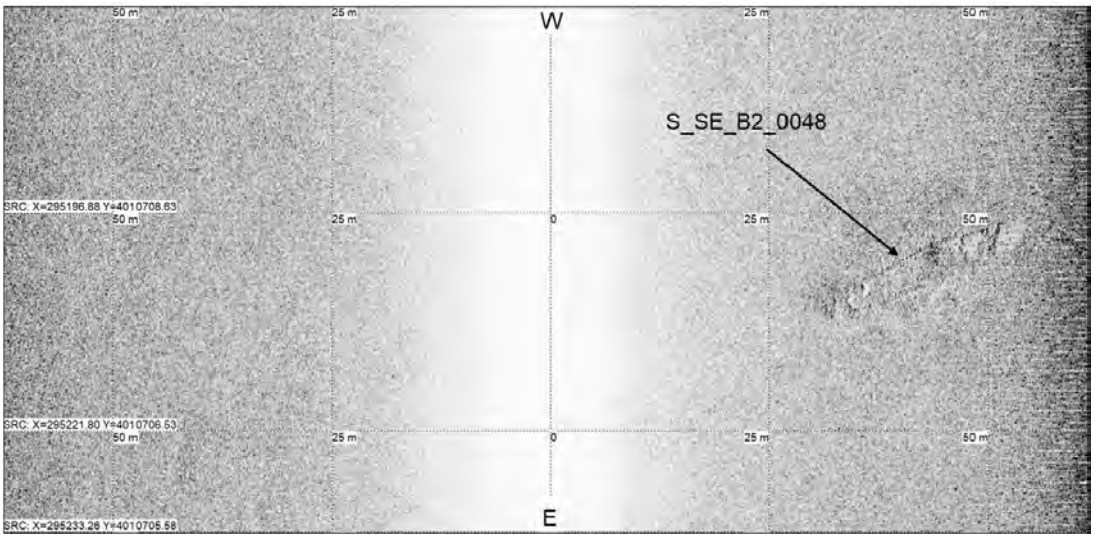
Objeto S_SE_B2_0048

En la imagen de sonar se aprecia una anomalía de origen antrópico coincidente con las características de un pecio, situado a unos 4 kilómetros de la línea de costa y a unos 66 metros de profundidad. El ancho del blanco es de 3.7 metros, el alto de 0.65 metros y la longitud de 24.5 metros.

La forma y medidas del objeto son coincidentes con las barcazas inglesas hundidas durante un temporal de Levante que afectó al puerto de Gibraltar en marzo de 1948. Dichas barcazas de aprovisionamiento pertenecían a la Armada inglesa y surtían de provisiones a los buques fondeados en el puerto de Gibraltar. El temporal hizo que rompieran las estachas de las barcazas y se desplazaran a las distintas playas de la zona. Se conocen con exactitud las hundidas en la playa de “El Rinconcillo”, en la desembocadura del río Palmones, el hotel Bahía, en Algeciras, las del espigón Norte de la urbanización Playa, en Sotogrande, (S. Roque).

Dicho temporal logró que se hundieran un numero entre diez y catorce embarcaciones. Dichas embarcaciones no tenían motor y eran arrastradas por un remolcador. Aunque sea de origen contemporáneo, tienen más de 50 años, por lo que podríamos estar ante un pecio protegido.

Imgane sonar del Objeto S_SE_B2_0048



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 EFECTOS AMBIENTALES POTENCIALES EN MEDIO MARINO

2.1 INTRODUCCIÓN

La evaluación de los impactos y la consideración de medidas en relación con el trazado marino a 132 kV es evaluada por Tecnoambiente, especialistas en evaluación de impacto ambiental de proyectos de cables marinos de REE. Esta evaluación se ha llevado a cabo por Tecnoambiente a partir de:

- la información y análisis llevados a cabo por CEIMAR para las zonas costeras someras expuesta de modo resumido en el Inventario Ambiental Preliminar de presente estudio (Capítulo 6 del Volumen 1) y anexada en su totalidad al propio EIA (Anexos 1.1 a 1.12).
- La información resultante de la campa geofísica fue llevada a cabo por la empresa MMT entre diciembre de 2019 y enero de 2020 con el objetivo de caracterizar el fondo marino en función de su batimetría, geomorfología, espesor de sedimento y presencia de elementos antrópicos. Esta información se encuentra recogida de manera sintética en el Inventario de Detalle del EIA (Capítulo 1.4 del Volúmen 2).
- La campaña decarácter ambiental llevada a cabo por la propia Tecnoambiente entre mayo y junio de 2020 con el objetivo de caracterizar las aguas, los sedimentos, las comunidades bentónicas y plantónicas, el ruido ambiental y los campos electromagnéticos de la zona. Esta información elaborada por Tecnoambiente se encuentra recogida en el Inventario de Detalle del EIA (Capítulo 1.4 del Volúmen 2) y la metodología y resultados detallados de la campaña se acompañan como Aenxo 2.

Para la identificación y valoración de impactos ambientales del proyecto se hace necesaria la predicción del impacto mediante un análisis estratificado de las relaciones causa/efecto, con la finalidad de prever el cambio que experimentan las variables ambientales como consecuencia de las actividades contempladas en el proyecto.

El proceso metodológico que se ha seguido ha sido:

- Identificación de los efectos ambientales potenciales del proyecto, que se han basado en la experiencia de Tecnoambiente en proyectos similares, en la identificación de receptores vulnerables en base al inventario ambiental y en una revisión exhaustiva de publicaciones y guías de prestigio internacional sobre el tema. La identificación de los efectos se hace de manera sistemática y objetiva a partir de la matriz de identificación de efectos ambientales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Identificación de los impactos significativos: consiste en identificar las relaciones o interacciones entre los elementos del proyecto generadores de impacto (aspectos ambientales) y aquellos elementos del medio receptor susceptibles de verse afectados por los aspectos ambientales. Toda interacción entre los elementos generadores de perturbación y las variables ambientales del entorno presentan un impacto potencial, aunque en la mayor parte de los casos resulte irrelevante. La identificación de impactos significativos surge del análisis de aquellos riesgos potenciales sobre los elementos más sensibles del conjunto. Se tiene especialmente en cuenta si el efecto valorado está contemplado como amenaza en los planes de gestión de las zonas protegidas de la zona: en este caso el de la ZEC Estrecho Oriental o el del Espacio RN2000 Monte Hacho.
- Valoración de los impactos: consiste en la descripción de las consecuencias que los efectos del proyecto tendrán sobre los parámetros del medio utilizados para la valoración. Tras identificar los impactos se procede a caracterizarlos según los atributos que a continuación se definen. A cada uno de ellos, se le asigna un valor acotado entre un máximo para la situación más desfavorable y un mínimo para la más favorable. La tipificación y valoración de los impactos propuesta es de acorde con los criterios técnicos que se definen en el punto 8 del Anexo VI de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Los aspectos a considerar en la evaluación son pues los siguientes.

► 1) Naturaleza (Signo ±)

- a) Efecto positivo (+): Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.
- b) Efecto negativo (-): Aquel que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.

► 2) Efecto

- a) Efecto directo: Aquel que tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental.
- b) Efecto indirecto: Aquel que supone incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro.

► 3) Acumulación

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- a) Efecto simple: Aquel que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia.
- b) Efecto acumulativo: Aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.

► 4) Sinergia

- a) Efecto sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

► 5) Persistencia del impacto

- a) Efecto permanente: Aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.
- b) Efecto temporal: Aquel que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse.

► 6) Reversibilidad

- a) Efecto reversible: Aquel en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica, y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- b) Efecto irreversible: Aquel que supone la imposibilidad, o la «dificultad extrema», de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce.

► 7) Recuperabilidad

- a) Efecto recuperable: Aquel en que la alteración que supone puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana, y, asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable.
- b) Efecto irrecuperable: Aquel en que la alteración o pérdida que supone es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana.

► 8) Periodicidad

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- a) Efecto periódico: Aquel que se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.
- b) Efecto de aparición irregular: Aquel que se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional.

► 9) Continuidad

- a) Efecto continuo: Aquel que se manifiesta con una alteración constante en el tiempo, acumulada o no.
- b) Efecto discontinuo: Aquel que se manifiesta a través de alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia.

► 10) Momento

- a) Impacto crítico a corto, medio, y largo plazo: Aquel cuya incidencia puede manifestarse, respectivamente, dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual.

► 11) Extensión:

- a) Área de influencia, puntual, parcial, extensión, total y crítica.

► 12) Intensidad:

- a) Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el área afectada.

En la siguiente tabla se indican los valores asignados a los atributos descritos:

Valoración numérica de los diferentes descriptores de impacto

Atributo	Carácter	Valor
Naturaleza (Signo)	Positivo	+
	Negativo	-
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítico	(+4)
Persistencia (PE)	Esporádico	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Sinergia (SI)	Simple	1

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Atributo	Carácter	Valor
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Efecto (EF)	Directo	4
	Indirecto o secundario	1
Recuperabilidad (MC)	Inmediata	1
	Medio plazo	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8
Intensidad (IN)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
Momento (MO)	Largo periodo	1
	Medio periodo	2
	Inmediato	4
	Crítico	8
Reversibilidad (RV)	Periodo corto	1
	Periodo medio	2
	Irreversible	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Periodicidad (PR)	Irregular	1
	Periodicidad	2
	Continuo	4

Caracterizados los impactos se calcula la **Importancia (I)** de cada uno aplicando una función que es la suma ponderada de los atributos descritos, según la significación de los mismos en el entorno y el Proyecto en estudio:

$$I=\pm[3xIN+2xEX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC]$$

En función de los resultados obtenidos, en valor absoluto, se clasifican los impactos dentro de las categorías establecidas en el Anexo VI de la Ley 21/2013, que son:

- a) Impacto ambiental compatible: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas preventivas o correctoras. Cuando el valor obtenido de la incidencia es inferior o igual a 25.
- b) Impacto ambiental moderado: Aquel cuya recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo. Cuando el valor obtenido de la incidencia está entre 26 y 40.
- c) Impacto ambiental severo: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras, y en el que, aun con esas medidas,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado. Cuando el valor obtenido de la incidencia está entre 41 y 50.

- d) Impacto ambiental crítico: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras. Cuando el valor obtenido de la incidencia es superior a 50.

En el caso de los impactos de signo positivo esta caracterización no es aplicable, entendiéndose que los mismos son asimilables por el medio y se encuentran bien definidos mediante su incidencia y magnitud.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS POTENCIALES

La identificación de los efectos potenciales se realiza mediante una matriz, resultante de cruzar los elementos susceptibles de generar un impacto (aspectos ambientales) del proyecto con el medio receptor potencialmente afectado.

2.2.1 Aspectos ambientales

A partir de la descripción del proyecto del tendido submarino de los dos cables pueden identificarse una serie de unidades con capacidad de generar algún tipo de efecto sobre el medio. En la siguiente tabla se indican estos aspectos, tanto en la fase de construcción (instalación del cable) como en la de funcionamiento.

Elementos generadores de impacto

Fase	Actividad	Aspectos ambientales susceptibles de ser generados
Instalación del cable	Presencia de buque cablero y embarcaciones auxiliares:	Generación de ruido subacuático
		Consumo de combustibles y generación de gases de combustión
		Riesgo de colisión con fauna marina (mamíferos, quelonios)
		Vertidos de sustancias al mar
		Introducción de especias alóctonas
	Construcción de la zanja del cable	Afectación del lecho marino en una franja a lo largo de todo el recorrido del cable (entre las salidas de la PHD en ambos aterrajes)
		Generación de plumas de turbidez
		Re-suspensión de compuestos presentes en el sedimento: nutrientes, materia orgánica, contaminantes orgánicos e inorgánicos
	Instalación de elementos de protección adicionales	Alteración de las comunidades bentónicas en el área afectada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Fase	Actividad	Aspectos ambientales susceptibles de ser generados
	del cable: rock dumping o concrete matresses.	
Fase de funcionamiento	Conducción de corriente por el cable	Alteración de los campos electromagnéticos naturales de la zona.
	Creación de una zona de exclusión	Afectación a la navegación y la pesca

2.2.2 Vectores ambientales

Los receptores del impacto o vectores ambientales son los diferentes componentes del medio que pueden resultar afectados directa o indirectamente por la ejecución del proyecto.

Los receptores escogidos deben ser:

- Representativos; del entorno afectado y, por tanto, del impacto total producido sobre el medio.
- Relevantes; componentes portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Excluyentes; sin solapamientos ni redundancias con otros componentes
- Identificables; tanto en su concepto como en la apreciación sobre la información estadística, la cartografía o los trabajos de campo
- Tener atributos cuantificables.

A partir de la descripción del medio desarrollada en el inventario ambiental, se pueden identificar una serie de elementos del entorno del proyecto que son susceptibles de resultar afectados.

Estos son:

- Calidad del aire
- Calidad del ambiente acústico submarino
- Morfología, estructura y composición del lecho marino
- Calidad físico-química de las aguas marinas: transparencia, concentración de materias en suspensión, nutrientes, oxígeno, contaminantes, etc.
- Comunidades bentónicas; con especial atención a hábitats protegidos y especies amenazadas o de interés
- Comunidades pelágicas; con especial atención a especies amenazadas o de interés
- Especies y comunidades de especial interés
- Patrimonio arqueológico
- Calidad del ambiente electromagnético

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

– Actividades humanas: navegación, pesca y turismo.

Tal como marca la legislación, la afectación a los espacios pertenecientes a la Red Natura 2000 es objeto de un análisis independiente.

2.2.3 Matriz de identificación de potenciales efectos del proyecto

La interacción entre los elementos generadores de efectos y los vectores receptores dan lugar a una serie de efectos potenciales que han de ser valorados. Estos impactos se producen a través de una serie de mecanismos, lineales en unos casos y complejos en otros.

A continuación, se muestra la matriz de identificación de efectos.

Matriz de identificación de efectos en medio marino

Vectores ambientales / Aspectos ambientales			Fase de construcción						Fase de funcionamiento	
			Presencia del buque cablero y embarcaciones auxiliares				Construcción de zanja del cable y otros elementos de protección		Transmisión de energía (132kV) por los cables	
			Ocupación de espacio	Emisión de ruido	Emisión de gases	Emis. de aguas: sentina, lastre, grises, etc. y de prod. quim. peligrosos	Excavación de zanja sobre substrato blando	Instalación del cable sobre substrato duro	Creación de CEM	Creación de área de exclusión
Medio Físico	Sedimento	Características morfológicas y granulométricas					X			
	Campos electro-magnéticos	Alteración de los CEM							X	
	Calidad acústica	Incremento del ruido subacuático		X						
	Calidad atmosférica	Concentrac. gases combustión			X					
	Calidad de las aguas marinas	Turbidez				X	X			
		Estado trófico				X	X			
		Contaminantes				X	X			
Medio biótico	Comunidades bentónicas y demersales	HIC arrecifes				X	X	X		
		HIC arenas sumergidas				X	X			
		Especies protegidas				X	X	X		
		Especies de fondos blandos				X	X			
	Comunidades pelágicas	Peces				X			X	
		Quelonios	X			X				
		Cetáceos	X	X		X			X	
		Especies protegidas		X		X			X	
Medio socio-económico	Patrimonio cultural	Pecios					X	X		
	Navegación y pesca	Rutas marítimas	X							X
		Marisqueo y pesca de arrastre	X							X
	Medio perceptual	Turismo y calidad del paisaje	X							

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.2.3.1 Resumen de los potenciales efectos del proyecto

Para mayor comprensión, se resumen y enumeran los principales efectos detectados en la siguiente tabla:

Fase	Aspecto ambiental		Vector ambiental potencialmente afectado	Codificación (nº de Efecto Potencial o EP)
Construcción	Presencia del barco cablero	Presencia física de barco	Efectos sobre la pesca y la navegación	EP1
			Efectos sobre los grandes pelágicos (cetáceos, quelonios, elasmobranquios, etc.	EP2
		Vertido de sustancias químicas	Efectos sobre calidad de las aguas: turbidez, eutrofización, estado químico	EP3
			Efectos sobre el medio biótico: comunidades pelágicas y bentónicas	EP4
		Vertido de aguas de lastre con sp. invasoras	Efectos sobre las comunidades bentónicas	EP5
		Emisión de ruido	Efectos sobre cetáceos (sp. Protegidas)	EP6
		Emisión de gases de combustión	Efectos sobre la calidad del aire	EP7
		Medio perceptual	Efectos sobre la calidad del paisaje, turismo, etc.	EP8
	Excavación de zanjas sobre sustrato blando	Alteración del sustrato	Alteración de la morfología del fondo.	EP9
			Afectación a comunidades bentónicas y sobre HIC de fondos blandos (bancos de arena permanentemente sumergidos)	EP10
		Pluma de turbidez	Efectos sobre calidad de las aguas: turbidez, eutrofización, estado químico	EP11
			Afectación indirecta a HIC Arrecifes y especies protegidas.	EP12
		Afectación al patrimonio	Alteración de pecios u otros yacimientos	EP13
	Tendido de cable sobre sustrato duro	Alteración de las comunidades	Efectos sobre HIC Arrecifes y especies protegidas.	EP14
		Afectación al patrimonio	Alteración de pecios u otros yacimientos	EP13
Operación	Creación de zona de exclusión	Prohibición pesca arrastre y fondeo	Afectos sobre actividad económica.	EP15
	Transmisión de electricidad	Alteración campos electromagnéticos	Afectos sobre la biota.	EP16

Este listado de los potenciales efectos del proyecto, así como la caracterización de los mismos que se realiza en los apartados siguientes, se ha hecho teniendo en cuenta la solución de trazado seleccionada en el análisis de alternativas consistente en la solución denominada ruta principal este y ruta principal oeste, considerando en esta última ruta la variante RR B5.B6 que supone una mejora puntual del trazado global del cable oeste.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS EFECTOS AMBIENTALES

2.3.1 Fase de construcción

2.3.1.1 Afectación a las zonas de navegación y pesca por la presencia del barco cablero (EP1)

Descripción

El barco cablero supondrá una obstrucción a la presencia de otros barcos, ya sean comerciales, de pesca o recreativos.

Valoración cuantitativa y cualitativa

La velocidad de tendido del cable es de aproximadamente 0,7-1 km / hora, lo que supone que estará transitando en la zona del proyecto aproximadamente entre 8 y 16 días, dependiendo de si los trabajos de cavado de la zanja, introducción del cable y relleno de la zanja se pueden hacer en una sola pasada o en dos, más los trabajos de empalme con los cables terrestres, que se harán en las zonas de la PHD en ambos aterrajes.

La zona del estrecho es conocida por el elevado tránsito de barcos. Las salidas de las PHD en ambos aterrajes, quedan fuera de las rutas comerciales y no presentan mucho tráfico.

Existen caladeros de pesca en la zona costera de La Línea y el survey de MMT detectó marcas de pesca de arrastre en dos zonas en la parte norte del recorrido desde el pk ≈0,2 al pk ≈4, entre los 5 y los 60-80 m de profundidad y en el talud de La Línea, entre el pk ≈8,5 y el pk ≈15, entre los 280 y los 600 m de profundidad.

Valoración de la significancia

Si se aplican las medidas preventivas que se citan a continuación se considera que por su corta duración el impacto se considera **NO SIGNIFICATIVO.**

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

Los trabajos se planificarán para que duren el mínimo tiempo posible.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las operaciones del barco cablero deberán ser autorizadas por Capitanía Marítima y se informará y se seguirán las indicaciones de las autoridades responsables de coordinar el tráfico del Estrecho (Tarifa trafic).

Se emitirá una nota a las partes interesadas incluidas las cofradías de pescadores de la zona, indicando la posición del barco con 48 h de antelación, para evitar interferencias innecesarias con tráfico, pescadores, etc.

El barco llevará su indicativo AIS funcionando en todo momento e indicando su condición de buque con maniobra restringida.

2.3.1.2 Afectación a los grandes pelágicos (mamíferos marinos y quelonios) por el barco cablero (EP2)

Descripción

La zona de proyecto es conocida por presentar una importante abundancia y diversidad de mamíferos marinos, y en menor parte de quelonios, entre los que destaca el delfín mular (*Tursiops truncatus*), especie de Interés Comunitario según la Directiva Hábitats y la tortuga boba (*Caretta caretta*), también incluida en la Directiva Hábitats como especie prioritaria.

La abundancia de cetáceos alimenta una floreciente actividad de avistamiento desde Tarifa.

Valoración cuantitativa y cualitativa

La presencia del barco cablero y embarcaciones auxiliares en la zona puede provocar accidentes con cetáceos y tortugas, ya sea por colisión o por heridas por las hélices. Estos hechos se consideran muy poco probables durante el tendido del cable por la baja velocidad a la que se desplaza el barco (< 2 km/h) pero aumenta durante los tránsitos.

Valoración de la significancia

Mediante la adopción de las medidas preventivas y correctoras siguientes se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

Durante los tránsitos, el barco cablero y las embarcaciones auxiliares empleadas en la operativa se desplazarán a baja velocidad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se mantendrá siempre una vigilancia activa para avistar cetáceos durante la navegación. En caso de que se avisten especies lentas (rorcuales u otras ballenas) en rumbo de colisión se llevará a cabo una maniobra para esquivarlos.

Las embarcaciones auxiliares a utilizar (para el despliegue del cable, flotadores, asistencia a buzos, etc.) tendrán las hélices dotadas de protectores para evitar accidentes con la fauna.

2.3.1.3 Afectación de la calidad de las aguas por vertidos desde el barco cablero (EP3 y EP4)

Descripción

Disminución de la calidad de las aguas marinas por presencia del barco cablero.

Cualquier tipo de embarcación de grandes dimensiones es susceptible de generar un impacto a la calidad de las aguas por el vertido ya sea intencional o accidental de:

- Sustancias peligrosas (típicamente hidrocarburos) al mar en forma de aguas de sentina, derrames, vertidos accidentales, etc.
- Contaminación orgánica por vertido de aguas negras y grises y/o restos de comida

Esto conlleva dos potenciales efectos:

- La pérdida de calidad de calidad del agua - efecto directo; (EP3)
- Efectos sobre la biota debido a lo anterior - efecto indirecto; (EP4)

Valoración cuantitativa y cualitativa

En un barco de grandes dimensiones hay hasta 40 procesos susceptibles de generar vertidos al mar (*U.S. Environmental Protection Agency: Vessel General Permit for Discharges Incidental to the Normal Operation of Vessels*).

Los más importantes por su volumen son las aguas grises, las aguas negras y las aguas hidrocarburadas, además de los vertidos directos de hidrocarburos, que son menos frecuentes, pero más peligrosos.

Calcular la cantidad de desechos generados a bordo de los buques durante las operaciones normales es complejo. Cada flujo de desechos está impulsado por diferentes variables, incluida la cantidad de personas en la embarcación, la eficiencia del equipo instalado y el tipo, tamaño y

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

peso de la embarcación. Otro factor que complica el cálculo de los desechos generados a bordo es determinar cuántos desechos se almacenan en el buque, en lugar de descargarlos al medio ambiente.

- Aguas hidrocarburadas.

  Los efluentes hidrocarburados se generan a partir de la maquinaria y deben separarse de la sentina y de otros efluentes a través de un separador de hidrocarburos. Después del tratamiento, los residuos hidrocarburados se mantendrán a bordo del barco en tanques de almacenamiento y se bombearán en una instalación portuaria de recepción aprobada. El agua tratada se puede descargar por la borda del buque sólo si el contenido de aceite es inferior a 15 partes por millón (ppm).

  La cantidad de aguas hidrocarburadas que se generan depende del tipo de barco, pero corresponden aproximadamente a un 0.5 % del combustible consumido (*Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea, "Assessment of the Existing Situation and Needs of the Port of Aqaba, Jordan Regarding Port Reception Facilities for Collecting Ship-Generated Garbage, Bilge Water and Oily Wastes, Feb. 2004).*

- Vertidos de hidrocarburos

  Un barco cablero como el que se pretende utilizar para el proyecto puede llevar hasta 2.000 m^3 de combustible.

  Los vertidos de hidrocarburos al mar básicamente se producen por dos motivos:

  - Accidentes durante el repostaje en alta mar (proceso llamado bunkerinng)
  - Accidentes por pérdida de estanqueidad de los tanques por accidente grave, ya sea abordaje, varamiento, incendio o hundimiento.

  Los impactos ambientales del combustible vertido serán diferentes según el tipo de producto, dónde y cuándo se derrame y de cómo se desplace. El fuel se clasifica en ligero, medio y pesado. Los fuels livianos como la gasolina y el combustible diésel son más volátiles y se evaporan con relativa rapidez, generalmente en unos días. Los fuels pesados, como el combustible búnker que utilizan algunos buques, pueden persistir en el medio ambiente durante meses o incluso años. Los combustibles ligeros son sumamente tóxicos, lo que significa que su impacto se sentirá relativamente rápido después de la exposición, mientras los petróleos pesados pueden sofocar o cubrir la vida silvestre y provocar problemas ambientales a largo plazo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Aguas negras

Se considera un promedio de 35 L por persona y día. Un barco cablero como el necesario para llevar a cabo este proyecto puede embarcar hasta 100 personas, lo que resulta en un efluente de 3,5 m^3/día.

Los riesgos para el ecosistema derivados de las aguas negras son los coliformes fecales, el agotamiento de oxígeno y el enriquecimiento excesivo de nutrientes (afectación al estado trófico de las aguas). Los moluscos pueden concentrar coliformes fecales y patógenos asociados del agua que los rodea, que pueden transmitirse a los humanos.

- Aguas grises

Es agua de duchas, fregaderos, cocinas y lavanderías a bordo de embarcaciones puede terminar mezclada con aguas residuales y tratada, o bien puede ser vertida directamente al mar. En este último caso hay que asegurar que no se mezcle con aguas negras ya que se han observado concentraciones de coliformes fecales, sólidos suspendidos totales, demanda biológica y química de oxígeno, cloro residual libre o amoníaco similares a las aguas residuales sin tratar.

Se estima una producción de 150 L por persona y día, lo que correspondería a una producción de 15 m^3/día para un barco de 100 pasajeros.

El vertido de aguas y residuos desde el barco cablero sin las medidas preventivas adecuadas puede causar efectos sobre la calidad de las aguas y sobre el medio biótico.

Valoración de la significancia

Los vertidos al mar desde embarcaciones, especialmente hidrocarburos y aguas hidrocarburadas son, según el Plan de Gestión de la ZEC Estrecho Oriental, una de las principales amenazas para los HIC presentes en la zona. Se considera pues que el efecto es **POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO.**

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

Es necesario establecer una serie de medidas preventivas, destinadas a minimizar la probabilidad del vertido, en caso de que este se produzca evitar que llegue al medio, y en el eventual caso que esto suceda contener al área afectada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Estas medidas, de carácter técnico y organizativo serán responsabilidad del operador del barco, pero en caso de vertido de sustancias peligrosas al medio en cantidades significativas pueden conllevar la actuación de medios externos (Salvamento Marítimo).

2.3.1.4 Introducción de especies invasoras (EP5)

Descripción

Introducción de especies invasoras a través del agua de lastre del barco cablero

El barco cablero puede llevar agua de lastre a bordo para mantener la estabilidad y ésta puede contener microorganismos, plantas y animales, que son transportados largas distancias. El agua de lastre sin tratar liberada en el destino del barco podría introducir nuevas especies invasoras, principalmente bentónicas.

Se conoce como especies introducidas aquellas que aparecen en una zona que no tiene continuidad geográfica con su área de origen, han sido trasladadas por acción humana y se mantienen en la nueva zona sin intervención humana. Cuando estas especies conllevan desequilibrios biológicos graves se las llama especies invasoras.

Las especies invasoras marinas tienen por tanto la potencialidad de alterar los ecosistemas y provocar graves efectos sobre la biodiversidad y sobre vectores socioeconómicos como la pesca, acuicultura o el turismo.

El Mediterráneo, por sus características climáticas y oceánicas y por ser zona de paso entre el atlántico y el Mar Rojo, es un “hotspot” de especies invasoras, cuyo origen es Asia y/o el Atlántico. (UNEP, 2008).

El principal vector de propagación de especies invasoras, responsable de un 45% de todos los episodios conocidos, es el agua de lastre de los buques. (M.García, CSIC, en ponencia).

Valoración cuantitativa y cualitativa

Los barcos cableros pueden llevar hasta 4000 m^3 de agua de lastre. Un estudio realizado en un buque carguero japonés reveló que en las aguas de lastre contenía 367 especies (M.García, CSIC, en ponencia).

La introducción de especies exóticas es una de las amenazas que constan en el plan de gestión del Espacio RN2000 Monte Hacho en Ceuta. Durante los trabajos de campo para el censo de la

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

especie protegida Patella ferruginea se detectó al alga invasora *Caulerpa cylindracea* en el mediolitoral de Ceuta y son conocidos los efectos perniciosos sobre la biodiversidad, turismo, etc. que genera el alga invasora *Rugulopteryx okamurae* en a cuidad autónoma.

Valoración de la significancia

Debido a la vulnerabilidad del Mediterráneo a este aspecto, y al hecho de que está expresamente contemplado en el plan de gestión de la RN 2000 del Monte Hacho, se considera un efecto **POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO.**

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

El barco dará cumplimiento al sistema de gestión de aguas de lastre de la International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM Convention), incluyendo:

Como mínimo las siguientes prescripciones (Estándar D1):

- Evitar o minimizar la descarga de aguas de lastre, y si es técnicamente imprescindible hacerlo en zonas lo más alejadas de la costa para reducir la supervivencia de posibles especies invasoras
- Estar en posesión de un plan de gestión de aguas de lastre
- Llevar un registro de todo el intercambio de agua de lastre que se lleva a cabo
- Estar en posesión del Certificado Internacional de gestión de las aguas de lastre

Y en función del año de construcción del buque cablero también;

- Dará cumplimiento a los valores máximos de organismos presentes en el agua de lastre descargada. (Estándar D2).

2.3.1.5 Afectación del ambiente acústico submarino y efecto sobre los cetáceos (EP6)

Descripción

Incremento de los niveles de ruido submarino a consecuencia de la presencia del barco responsable del tendido del cable.

El ruido puede afectar a la fauna, especialmente a los mamíferos marinos en su capacidad de comunicarse, detectar presas y evitar peligros (p.e. colisiones con barcos).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El estrecho es una zona con gran abundancia de mamíferos marinos (ver apartado 5.10 Cetáceos y tortugas marinas), entre las que estacan las especies de interés comunitario *Tursiops truncatus* (delfín mular), *Phocoena* (marsopa común).

La zona del Estrecho, básicamente debido a la gran cantidad de tráfico marítimo presenta una calidad del ambiente acústico baja (ver apartado 5.12 Caracterización del ruido ambiental).

Valoración cuantitativa y cualitativa

Generalmente, los niveles de máxima presión sonora asociados a la instalación de cables son de bajos a moderados (Guidelines of Best Environmental Practices on Cable laying and protection. OSPAR 2012).

El ruido producido por un barco cablero en operación normal (tránsito y manteniendo posición mediante el uso de las hélices azimutales y de proa) presenta picos de cerca de 170 dB re 1µ Pa sobre las frecuencias de 160-1600 Hz a 1 m de distancia de la fuente.

El incremento del ruido se mantiene durante toda la estancia del barco en la zona de proyecto.

Según el Plan de Gestión de la ZEC Estrecho Oriental la mala calidad acústica del Estrecho es una de las amenazas para las especies de interés comunitario de la zona, como el delfín mular o las marsopas.

Valoración de la significancia

Debido a la elevada presencia de especies sensibles y a la poca capacidad de acogida del medio el efecto se considera **POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO**.

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

Se plantea la necesidad de implementar medidas preventivas destinadas a minimizar la emisión de ruido de tipo organizativo y técnico.

2.3.1.6 Afectación de la calidad del aire (EP7)

Descripción

Disminución de la calidad del aire por presencia del barco responsable del tenido del cable.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La contaminación del aire de los barcos causa un efecto acumulativo que contribuye a los problemas generales de calidad del aire a los que se enfrentan las poblaciones en muchas áreas, y también afecta el medio natural, lejos de la zona de emisión como precursor de contaminantes secundarios como la lluvia ácida o el ozono troposférico.

Las emisiones por parte de los motores de combustión de los barcos son de partículas (PM10), NOx y SO2.

Los estudios realizados para la Comisión Europea muestran que, para 2020, se espera que las emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y PM2.5 del transporte marítimo internacional en los mares de la UE aumenten de sus niveles de 2000 en un 40%, 45% y 55% a 3186, 4828, y 396 kT por año respectivamente, incluso con la implementación efectiva de los requisitos reglamentarios actuales de la Organización Marítima Internacional (OMI) y la UE.

La gran mayoría de las emisiones en las zonas marítimas de la UE proceden de buques de carga de más de 500 GT. Aproximadamente el 45% de todas las emisiones provienen de barcos con bandera de la UE y aproximadamente el 20% de las emisiones se emiten dentro del límite de 12 millas de los mares territoriales. En las ciudades portuarias, las emisiones de los buques son en muchos casos una fuente dominante de contaminación y deben abordarse al considerar el cumplimiento de los objetivos de calidad del aire legalmente vinculantes. Además, las emisiones de los barcos viajan a lo largo de cientos de kilómetros y, por lo tanto, pueden contribuir a problemas de calidad del aire en tierra, incluso si se emiten en el mar. Esto es particularmente relevante para la deposición de compuestos de azufre y nitrógeno, que provocan la acidificación de los ecosistemas naturales y amenazan la biodiversidad a través de aportes excesivos de nitrógeno.

En octubre de 2008, la Organización Marítima Internacional (OMI) adoptó un conjunto de enmiendas al Anexo VI del Convenio MARPOL que, entre otras cosas, reforzó los requisitos sobre los niveles permitidos de azufre en los combustibles de los buques.

Valoración cuantitativa y cualitativa

La cuantificación de las emisiones gaseosas es difícil, ya que depende de factores como el tipo de barco, tipo de combustible, tipo de maniobra a realizar, condiciones metoceánicas, etc.

Según el EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 las emisiones por la chimenea de un barco de las características de un barco cablero son:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Emisiones contaminantes de barcos. Fuente EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019

Contaminante	Emisión	~ Uds.	Contaminante	Emisión	~ Uds.
NOx	79.3	kg/t de fuel	Ni	32	g/t de fuel
CO	7,4	kg/t de fuel	Zn	1,2	g/t de fuel
COV	2,7	kg/t de fuel	Cr	0,72	g/t de fuel
SOx	20	kg/t de fuel	Hg	0,02	g/t de fuel
PM2.5	5.6	kg/t de fuel	Cu	0,2	g/t de fuel
PM10	6,2	kg/t de fuel	Pb	0,18	g/t de fuel
HAP	0,06	g/t de fuel	PCB	0.57	mg/t de fuel

Valoración de la significancia

Según el informe EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 publicado en 2020, a nivel europeo, las emisiones de contaminantes por la actividad marítima son significativas, llegando a ser del 80% del total en SOx o del 30% en NOx. En otros contaminantes la aportación generada por los buques es menor, pero nada despreciable: hasta un 18% de CO, entre un 4 y un 5% de PM 2,5 y PM10 o un 5% de COV.

Según el informe de calidad del aire para el año 2019, de la Red de vigilancia y control de la calidad del aire en Andalucía, la calidad del aire en La Línea en 2019 fue buena un total de 63 días, admisible un total de 295 y mala un total de 7, por superaciones en los valores de ozono y PM10.

En Ceuta, según el informe Evaluación de la Calidad del aire en España en 2019 de la Subdirección General de Aire Limpio y Sostenibilidad Industrial del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, no se han producido superaciones de ningún valor límite ni ningún valor objetivo establecido para la protección de la salud para NO2, O3, PM10 y PM2,5

En función de la distancia del barco cablero los principales receptores y la capacidad de acogida del territorio, y siempre que se cumplan las medidas preventivas descritas en el apartado siguiente, se considera que el efecto **NO ES SIGNIFICATIVO**.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

Se planificará en tendido del cable de manera que dure el menor tiempo posible. Durante los tránsitos el barco irá abaja velocidad. Se evitarán aceleraciones bruscas. Tanto el casco como la maquinaria estarán correctamente mantenidos. El barco responsable de los trabajos dará cumplimiento a las regulaciones del anexo VI de MARPOL y el Código Técnico para NOx en lo que refiere a la cantidad de azufre máxima en el combustible (0,5%) y las emisiones de óxidos de nitrógeno.

2.3.1.7 Afectación del medio perceptual (EP8)

Descripción

La presencia del barco cablero en la inmediación de la costa empeorará el paisaje.

Aunque ni la Línea de la Concepción ni Ceuta son enclaves de turismo de primer orden, sus playas son frecuentadas, sobre todo en verano, ya sea por parte de locales o visitantes. A nivel de indicador, La Línea disponía en 2019 de más de 1700 plazas hoteleras en 2019 (Instituto de Estadística de Andalucía).

Según el Instituto Nacional de Estadística Ceuta en 2019 recibió un total de casi 170.000 pernoctaciones. Los meses con más pernoctaciones fueron julio y agosto con 17.000 y 20.000 pernoctaciones respectivamente.

Las actividades turísticas de la zona no se limitan al sol y playa, sino que también incluyen submarinismo, pesca deportiva o navegación recreativa.

Valoración cuantitativa y cualitativa

Las playas y las costas son elementos paisajísticos de gran calidad. La presencia del barco cablero y embarcaciones auxiliares va a afectar negativamente el paisaje de manera temporal, durante la fase de instalación.

Valoración de la significancia

Por su corta duración se considera un efecto NO SIGNIFICATIVO, siempre que se cumplan las medidas descritas a continuación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

Se planificarán las operaciones para que duren el menor tiempo posible. Se priorizará realizar las conexiones en los aterrajes durante la temporada turística.

2.3.1.8 Alteración morfológica y granulométrica del sedimento por excavación de la zanja (EP9)

Descripción

A consecuencia de la apertura de la zanja se forma una depresión artificial en el terreno. Esta depresión será corregida a corto plazo por el transporte sedimentario generado por las corrientes, dado que la excavación se produce en un medio extraordinariamente dinámico. La capacidad de desplazamiento y transporte del sedimento es inversamente proporcional al tamaño de grano y directamente proporcional a la energía de la corriente, por lo que es probable que justo en el borde de la zanja queden almacenados los sedimentos de mayor granulometría que no son tan fácilmente transportables por la corriente.

El transporte se efectuará preferentemente en el sentido de la corriente predominante (de este a oeste), siendo en este margen de la zanja donde mayores modificaciones topográficas se puedan observar.

Las variaciones morfológicas del fondo esperadas consisten en la generación de un ligero relieve negativo en la zanja y otro positivo, menos acusado y más difuso, por acumulación de los materiales excavados en el lado oeste de la misma.

Valoración cuantitativa y cualitativa

En general, estos efectos no revisten un valor reseñable, salvo en aquellos casos en los que las características dinámicas de la zona provoquen el desplazamiento de los materiales puestos en suspensión por la excavación. Esto provocaría que el hundimiento superficial de la zanja permaneciera un periodo de tiempo más amplio ya que los materiales habrían sido trasladados fuera del área, y la pérdida de finos podría afectar a las comunidades de importancia ecológica, colindantes a la zona de los trabajos. Este posible efecto se valorará en un apartado específico.

Puesto que los dos cables irán enterrados en su totalidad (de salida de PHD a salida de PHD en cada zona de aterraje) la longitud de lecho marino afectada será de aproximadamente 114 km (58 km del circuito 1 y 56 km del circuito x 2 cables).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Valoración de la significancia

Debido a la naturaleza del impacto, y considerando que no afectará de manera relevante a las comunidades bentónicas, ni a ningún otro vector ambiental, éste se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

No se consideran necesaria la adopción de medidas preventivas ni correctoras.

2.3.1.9 Afectación a las comunidades bentónicas por el tendido del cable (EP10 y 14)

Descripción

Excavación de la zanja en la que irán enterrados los dos cables entre las salidas de la Perforación Horizontal Dirigida (PHD) de La Línea y Ceuta afectará las comunidades bentónicas presentes.

Este efecto se producirá en la fase de construcción y afectará directamente los vectores ambientales siguientes: Especies de fondos blandos, HIC (Arenales cubiertos permanentemente por agua y arrecifes) y especies protegidas.

La heterogeneidad de los fondos del Estrecho obliga a que al tendido del cable se realice mediante diferentes técnicas.

En el caso de fondos duros, por afloramientos superficiales o subsuperficiales de roca, el cable no puede enterrarse e irá protegido mediante una cobertura que puede ser metálica o de material plástico, que le da al cable suficiente resistencia a agresiones como anclas, artes de pesca, etc.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

“Iron shells” protegiendo un cable. Fuente Weamec.

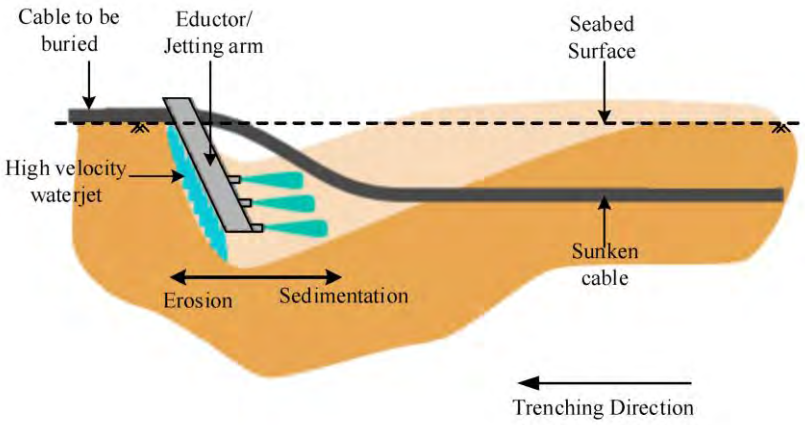
“Big bags” para preparar el terreno para instalar el cable sobre zonas rocosas abruptas. Fuente: Offshore Wind.

Sobre terreno arenoso-limoso, la zanja se abre mediante la técnica del jetting, consistente en la inyección de un chorro de agua a alta presión que fluidifica el sustrato y permite que el cable penetre en la zanja hasta la profundidad deseada.

La anchura de la zona afectada es variable en función del equipo a emplear, pero entre la zona directamente afectada por la herramienta que cava la zanja más los patines sobre los que se desliza el equipo se puede estimar una huella de unos 3 m de ancho.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Principio de funcionamiento del jetting. Fuente Machin and Allan



Sobre sustratos de mayor granulometría en el que el jetting no es factible, se utiliza el trenching o el arado o ploughing, que consisten en la excavación mecánica de una zanja, en la que se deposita el cable.

La “huella” de la maquinaria necesaria para el trenching o el ploughing es aproximadamente de 4 m de anchura, teniendo en cuenta la propia herramienta y los patines sobre los que se desliza.

Valoración cuantitativa y cualitativa

Para el tendido de los cables se va a afectar un total de 40,4 ha. de fondos.

De estos fondos, una amplia mayoría (87,3% del total) constituye fondos blandos de valor ecológico moderado, mientras que un 8,1 % constituye comunidades de valor moderado-alto y un 4,6 % de la superficie corresponde a comunidades con valor alto o muy alto. (ver capítulo 1.4.8 Comunidades observadas en la zona de estudio para más detalles).

En los fondos blandos son ambientes eminentemente dinámicos y cambiantes donde la fauna sésil no puede asentarse. Abundan en cambio organismos demersales y epibentónicos móviles y endobentónicos, cuya afectación por la maquinaria de excavación será nula o moderada.

En los fondos rocosos se pueden encontrar comunidades formadas por organismos sésiles, frágiles, con un potencial de crecimiento y reproducción muy bajo, que albergan abundante fauna epibionte y que pueden estructurar el medio (las llamadas engineering species).

Por lo que respecta a los HIC, son dos los que se podrían ver afectados por el proyecto son los siguientes:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

HIC no prioritario Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda. Estos hábitats se encuentran en una barra arenosa en la zona de aterraje de La Línea a una profundidad de entre 3 y 6 m aproximadamente. La salida de la PHD en La Línea se encuentra en la cota -11,4 m y por tanto este HIC no se verá afectado.

HIC no prioritario Arrecifes (1170); se encuentra básicamente en tres zonas: en el borde de la plataforma en La Línea, en la plataforma de Ceuta y en el centro del canal, en los márgenes del cañón de Ceuta.

Un total de 2,2 ha de este hábitat se verán afectados: la mayoría (1,8 ha) correspondientes a la biocenosis ME151 rocas del batial superior mediterráneo, posteriormente (0,4 ha) de MC451 fondos detríticos enfangados mediterráneos, en Ceuta, y en menor extensión (0,1 ha) MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo.

Valoración de la significancia

Efecto sobre hábitats bentónicos:

Debido a la fragilidad de ciertas comunidades afectadas y su escasa capacidad de recuperación, y su inclusión como hábitats de interés comunitario, el impacto es **POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO**.

Efecto sobre Hábitats de Interés Comunitario:

El efecto sobre el hábitat 1170 Arrecifes es considerado **POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO**.

El efecto sobre el hábitat 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda es considerado NO SIGNIFICATIVO ya que no se ve afectado por el cable gracias a la PHD.

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

La micro-tunelación o PHD permitirá evitar afectar las comunidades someras.

Mediante la técnica del micro-routing, consistente en la realización de estudios detallados de morfología del sustrato marino para posteriormente trazar un recorrido de detalle del cable para ir buscando las zonas con sustrato blando, se evitará tender el cable sobre zonas rocosas que son las de un valor ambiental mayor.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Donde técnicamente no se puedan evitar las zonas rocosas el cable se protegerá mediante técnicas alterativas al rock dumping o colchones de hormigón como por ejemplo con protecciones de hierro (iron cast shells) o de materiales plásticos.

Se recomienda realizar una caracterización del fondo marino de detalle (pre-laying survey) antes del tendido del cable para confirmar la cartografía bionómica de la zona, especialmente en las comunidades ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo y diseñar un micro-routing para evitar impactarlas debido a su elevado valor ecológico.

2.3.1.10 Afectación a la calidad de las aguas debido a la excavación de la zanja del cable (EP11 y 12)

Descripción

La excavación de la zanja es susceptible de provocar efectos directos sobre la calidad del agua (turbidez, disminución del estado trófico y del estado químico) y a su vez efectos indirectos sobre la biota que pudiese verse afectada por la pluma, especialmente especies filtradoras y suspensívoras de fondos duros.

Las características de este efecto dependerán de las técnicas utilizadas y de variables locales como naturaleza del sedimento, corrientes, mareas, estratificación de la columna de agua, etc.

Es razonable suponer que todos los sedimentos finos (arcillas, limos y en menor grado arenas) finas alterados durante las operaciones de enterramiento de cables se suspenderán. La distribución de este sedimento a lo largo de la columna de agua dependerá del tamaño de las partículas y del nivel de perturbación causado por el sistema de enterramiento de cables. Aunque también es probable que los sedimentos más gruesos se pongan en suspensión, este material se depositará rápidamente en el lecho marino y es poco probable que sea dispersado por las corrientes.

Este fenómeno afecta la turbidez del agua y también puede afectar su calidad en el momento que posibles contaminantes presentes en el sedimento se movilicen. Estos contaminantes pueden ser tanto químicos, como orgánicos (lo que afectaría el nivel de eutrofización de las aguas).

Por lo que se refiere a la alteración en la turbidez del agua, los principales efectos son disminución de la visibilidad (que afecta al comportamiento de ciertas especies en su capacidad, entre otros aspectos, de capturar presas), la capacidad de alimentación y respiración de animales

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

suspensívoros y filtradores, incluidos peces, cuyas branquias pueden sufrir daños físicos por la presencia en el agua de partículas abrasivas.

La disminución de la penetración de la luz afecta también la profundidad de la zona fótica y por tanto la capacidad fotosintética de las algas.

Valoración cuantitativa y cualitativa

La contaminación que surge de la alteración del sedimento durante la excavación de la zanja es solo un riesgo para la calidad de las aguas en lugares muy contaminados (OSPAR 2009, COOPER et al. 2007).

Tal como se ha visto en el apartado del inventario ambiental, la calidad tanto del sedimento como de las aguas en toda la zona de estudio es en general buena por lo que no es previsible que la re-suspensión del sedimento genere efectos negativos en la calidad química del agua.

El nivel de materia orgánica del sedimento es también moderado, por lo que la contribución a los niveles de eutrofización de la zona será limitada.

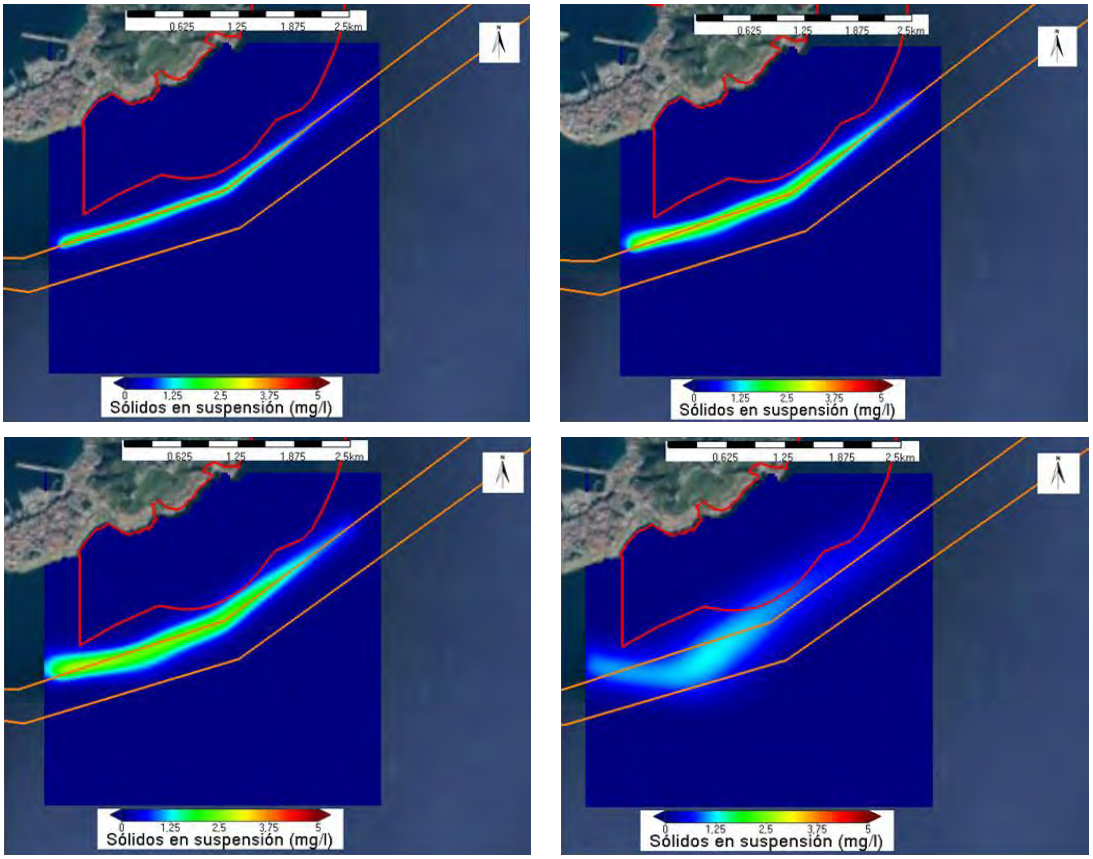
Se ha realizado un estudio de dispersión de materiales para el tendido del cable, incluido en los anexos. El estudio ha consistido en simular, bajo las condiciones más desfavorables posibles de corrientes, las concentraciones en agua de sólidos en suspensión en las zonas a priori más sensibles del recorrido del cable, a saber;

- En la zona de aterraje de La Línea cerca de la ZEC Estrecho Oriental
- Pk 8,2 en el límite NE de la ZEC Estrecho Oriental
- Pk 27, en el extremo SW de la ZEC Estrecho Oriental
- En Ceuta, cerca de la RN2000 Monte Hacho.

Las conclusiones de las modelizaciones realizadas indican que, debido a la naturaleza del sedimento, en el que no abundan los materiales finos, el nivel de materias en suspensión previsto queda por debajo de los umbrales de calidad establecidos según la Directiva Marco del Agua o los observados en la zona (valores objetivo de calidad del PVA del dragado del puerto de Ceuta).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Ejemplo de evolución de la pluma de turbidez en las inmediaciones del espacio RN2000 Monte Hacho en Ceuta a los 40 min, 80 min, 2 h y 4 h del paso de la herramienta de la zanja. Fuente: Tecnoambiente.



Especial mención debe tenerse con las concentraciones de Cu en aguas en la zona de aterraje en Ceuta, pues los valores observados fueron altos y susceptibles de causar efectos negativos, aunque el análisis de las comunidades bentónicas y planctónicas no indicaron tales efectos.

Valoración de la significancia

A pesar de que las modelizaciones realizadas indican una baja dispersión de la pluma de turbidez, debido a la presencia de HIC en la zona y abundancia de organismos suspensívoros y filtradores (comunidades de coralígeno, campos de Leptometra, etc.) se considera que el efecto puede ser **POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO**.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

La pluma de turbidez generada será objeto de un plan de vigilancia ambiental específico. Si se observan valore superiores al límite aceptable se deberán implementar medidas correctoras como el cambio de herramientas para la excavación de la zanja o instalación de barreras anti-turbidez.

2.3.1.11 Afectación a patrimonio cultural (EP13).

Descripción

El Estrecho es una zona con gran riqueza arqueológica. Pese a no atravesar ningún yacimiento conocido o zona de servidumbre arqueológica, la presencia de restos no detectados en el corredor de los cables no se puede descartar.

En caso de encontrarse yacimientos arqueológicos en las proximidades del cable estos serían probablemente dañados por la maquinaria de tendido.

Valoración cuantitativa y cualitativa

Se han detectado tres posibles pecios en la zona del aterraje en La Línea, de los cuales uno presenta características coincidentes con embarcaciones del siglo XVIII y por tanto de valor arqueológico.

Ninguno de estos pecios se encuentra a menos de 40 m de distancia de los cables y por tanto no se verán afectados en absoluto.

Valoración de la significancia

Impacto **NO SIGNIFICATIVO** si se toman las medidas preventivas descritas a continuación.

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

Durante el pre-laying survey (si se realiza) y durante el tendido de los cables habrá un arqueólogo especialista a bordo de los barcos implicados para supervisar las operaciones.

Si durante la fase de instalación del cable en el fondo marino, apareciera cualquier vestigio arqueológico o pecio, se deberán parar las obras, comunicar el hallazgo al órgano competente en materia de patrimonio histórico y corregir el trazado del cable de forma que se garantice su salvaguarda.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.3.2 Fase de funcionamiento

2.3.2.1 Afectación a los campos electromagnéticos (EP15)

Descripción

Los campos electromagnéticos (CEM) se generan por el flujo de corriente que pasa a través de los conductores durante el funcionamiento de la instalación y se pueden dividir en campos eléctricos (medidos en voltios por metro, V m-1) y campos magnéticos (medidos en µT).

Se sabe que muchas especies marinas son sensibles a los CEM, incluidos los elasmobranquios (rayas y tiburones), peces óseos, mamíferos, tortugas, moluscos y crustáceos.

Los CEM posiblemente puedan interactuar de manera negativa con especies marinas sensibles, especialmente organismos bentónicos y demersales a través de:

- efectos sobre las interacciones depredador / presa
- evitación / atracción y otros efectos conductuales
- efectos sobre las capacidades de navegación / orientación de las especies
- y efectos fisiológicos y de desarrollo.

Valoración cuantitativa y cualitativa

Las características de los CEM dependen del tipo de cable (distancia entre conductores, balance de carga entre las tres fases en el cable, etc.), potencia y tipo de corriente (corriente continua o alterna) y si está enterrado o no. Cuando el cable está enterrado, la capa de sedimento no elimina por completo el CEM pero reduce la exposición al evitar la cercanía con el cable ya que los CEM disminuyen fuertemente con la distancia.

Los campos eléctricos aumentan en fuerza a medida que aumenta el voltaje y pueden alcanzar 1000 µV m-1 para un cable eléctrico, pero generalmente están confinados efectivamente dentro de los cables mediante el aislamiento de los mismos.

Los elasmobranquios pueden detectar campos eléctricos muy bajos (a partir de 0,005 µV cm-1) y magnéticos (20–75 14 µT).

Los cables de alimentación que inducen un campo eléctrico fuerte pueden repeler muchas especies de elasmobranquios, impidiendo algún movimiento entre áreas importantes (como áreas de alimentación, apareamiento y cría). Los estudios del proyecto COWRIE 19 sobre los

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

impactos de los CEM emitidos por cables submarinos en varias especies de elasmobranquios mostraron que la respuesta no era predecible y parecía ser específica de la especie, tal vez incluso específica de los individuos.

Valoración de la significancia

Existen estudios que demuestran que los CEM decrecen exponencialmente con la distancia y que a 1 m de distancia del cable los niveles existentes son equivalentes a los niveles de fondo (CEM terrestre, c. 50µT).(Summary of Current Information Related to Electromagnetic Field Impacts on Fish, Verhamme 2016).

Esto hace que el efecto sea en su conjunto **NO SIGNIFICATIVO**.

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

La configuración del cable empleado: corriente alterna trifásica en cable con tres conductores y enterrado (≈1m) se considera una buena práctica ambiental por lo que refiere a la mitigación de los CEM, por lo que no se precisan medidas adicionales.

2.3.2.2 Creación de un área de exclusión para la pesca y el fondeo (EP16)

Descripción

Se creará una zona de exclusión de 500 m a cada lado de cada uno de los cables para su protección. En esta zona se prohibirá la pesca de arrastre y el fondeo de embarcaciones. Las actividades con artes menores como el marisqueo no se verán afectadas por la prohibición.

Valoración cuantitativa y cualitativa

No hay fondeaderos en la ruta de los cables. La bahía sur de Ceuta es un área restringida al fondeo. La zona de afectación no afectará fondeaderos.

La zona de exclusión afectará los caladeros de gamba blanca/merluza y bacaladilla presentes en la costa de La Línea y asociados al cañón de Guadiaro, en un recorrido total lineal de unos 5,2 km. La zona de exclusión total será de unas 736 ha. La siguiente tabla compara la superficie de los caladeros afectados (según datos del Instituto Español de Oceanografía) con la superficie que se verá afectada por la restricción.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Afectación a los caladeros de pesca

Caladero	Superf. total (ha)	Superf. afectada (ha)	% afectado
Caladero de bacaladilla del cañón de Guadiaro	6.130	99	1,6
Caladero de gamba blanca y merluza	57.220	637	1,1

Valoración de la significancia

Debido a la poca superficie afectada respecto a la superficie total de los caladeros, se considera que el impacto sobre la pesca es **NO SIGNIFICATIVO.**

Necesidad de medidas preventivas y correctoras

La zona de exclusión de comunicará a Capitanía Marítima y a las cofradías de la zona. Se indicará en las cartas náuticas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS MEDIO MARINO

3.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN

3.1.1 Medidas relativas a la afectación sobre la calidad de las aguas por parte del barco cablero (EP3 y 4)

El barco cablero cumplirá con las restricciones MARPOL por lo que refiere a prevención del vertido de sustancias oleosas (MARPOL I), vertido de sustancias peligrosas (MARPOL II), vertido de aguas grises y negras (MARPOL IV) y vertido de residuos (MARPOL VI).

Además, se tendrá en cuenta que el Mediterráneo es un área especial MARPOL y por tanto sujeto a especiales medidas de prevención de vertidos por lo que refiere a los anexos MARPOL I y V: sustancias oleosas y vertido de residuos.

No se producirá ningún vertido intencionado de ninguna sustancia oleosa o peligrosa al medio durante la estancia del barco cablero en la zona del proyecto.

Las descargas de aguas grises y negras quedan prohibidas a no ser que se cumplan estos requisitos:

- Aguas residuales trituradas y desinfectadas: al menos a 3 millas náuticas de la costa más próxima.
- Aguas residuales no trituradas o desinfectadas: al menos a 12 millas náuticas de la costa más próxima.
- Las aguas residuales que se hayan almacenado en tanques de retención deberán descargarse a una tasa moderada cuando el buque esté en ruta y navegue a no menos de 4 nudos (la velocidad de descarga deberá ser aprobada por la Administración teniendo en cuenta las normas elaboradas por la Organización Marítima Internacional (IMO).
- El buque tiene en funcionamiento una planta de tratamiento aprobada que ha sido certificada por la Administración.

El barco estará en perfectas condiciones de navegabilidad y llevará a cabo todas las acciones necesarias para evitar accidentes como colisiones o varamientos.

- • Vigilancia activa de la navegación, visual por radar y AIS
- • Disposición de cartas náuticas actualizadas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Estudio de la ruta y posibles peligros para la navegación
- AIS y radar conectado en todo momento e indicando buque con maniobra restringida.
- Contacto con radio con las autoridades de tráfico del Estrecho, capitanía Marítima de Algeciras y Ceuta y con los otros buques de la zona

El barco dispondrá de un plan de emergencia que incluya el vertido de grandes cantidades de hidrocarburos por accidente grave, ya sea colisión, hundimiento o incendio. Se dispondrá de los medios humanos (equipos de intervención), materiales y organizativos (formación, simulacros, etc.) para que los protocolos de emergencia se apliquen correcta, segura y eficazmente.

En caso de que el incidente no pueda ser controlado por medios propios se contactará inmediatamente por radio con las autoridades para que movilicen los medios anticontaminación (barreras, absorbentes, etc.) que consideren necesarios. Se colaborará en todo momento con las autoridades facilitando de manera inmediata información veraz y relevante sobre el tipo de accidente, tipo y cantidad de productos involucrados, etc.

Se dará cumplimiento a la International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation (OPRC) por lo que refiere a comunicación en caso de accidente, medios anticontaminación y los simulacros de accidente.

3.1.2 Medidas relativas a la afectación al medio biótico por introducción de especies invasoras (EP5)

El barco cablero dará cumplimiento al sistema de gestión de aguas de lastre de la International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM Convention), incluyendo:

Como mínimo las siguientes prescripciones (Estándar D1):

- Evitar o minimizar la descarga de aguas de lastre, y si es técnicamente imprescindible hacerlo en zonas lo más alejadas de la costa para reducir la supervivencia de posibles especies invasoras
- Estar en posesión de un plan de gestión de aguas de lastre
- Llevar un registro de todo el intercambio de agua de lastre que se lleva a cabo
- Estar en posesión del Certificado Internacional de gestión de las aguas de lastre

Y en función del año de construcción del buque cablero también;

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

– Dará cumplimiento a los valores máximos de organismos presentes en el agua de lastre descargada. (Estándar D2)

3.1.3 Medidas relativas a la afectación del ambiente acústico (EP6)

Se planificará en tendido del cable de manera que dure el menor tiempo posible. Se aplicarán las buenas prácticas recogidas en las *Guidelines for the reduction of underwater noise from comercial Shipping to adress adverse impacts on marine life (IMO Abril 2014).* Durante los tránsitos el barco irá a baja velocidad, y en todo caso siempre por debajo de la velocidad de cavitación de las hélices. Se evitarán aceleraciones bruscas. Tanto el casco como la maquinaria estarán correctamente mantenidos. No se llevarán a cabo actividades ruidosas, como por ejemplo voladuras de rocas.

3.1.4 Medidas relativas a la afectación de las comunidades bentónicas por la excavación de la zanja de los cables (EP10 y EP14)

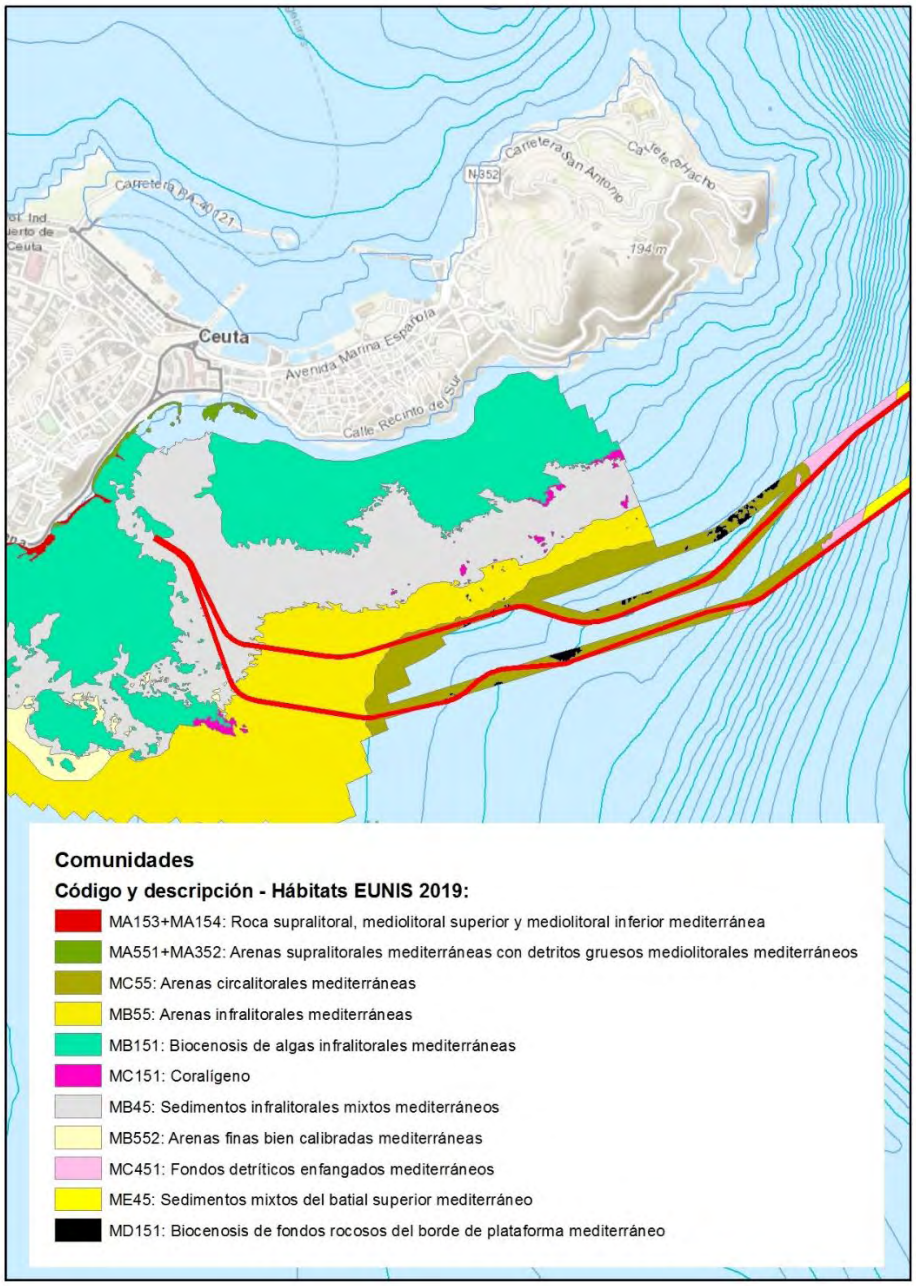
Las medidas preventivas adoptadas para minimizar la afección a las comunidades bentónicas, incluidas las especies protegidas y HIC son las siguientes:

- Perforación horizontal dirigida: Mediante esta técnica el primer tramo del cable va por el interior de un túnel que se perfora desde tierra sin afectar las comunidades que atraviesa. Esto permite evitar impactar sobre comunidades someras, que a menudo son las más valiosas desde el punto de vista ecológico. En el aterraje de Ceuta, por ejemplo, esta técnica permite no afectar el hábitat de *Patella ferruginea*, especie protegida y en el aterraje de La Línea permite no afectar el HIC 1110 bancos de arena permanentemente cubiertos por agua marina poco profunda. En las salidas en mar de cada una de las perforaciones horizontales dirigidas se dispondrá de una cubeta para la recogida de la bentonita liberada en cada uno de los pasos del escarificador por el punto de salida de la perforación al mar para evitar su dispersión y depósito.
- Micro-routing: mediante esta técnica, el tendido del cable se realiza evitando aquellas zonas de mayor interés ecológico, como por ejemplo los afloramientos rocosos en los que hay el hábitat ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo, o MC151: Biocenosis de coralígeno o el HIC 1170 Arrecifes.

En las siguientes figuras se muestran ejemplos de las medidas preventivas mencionadas.

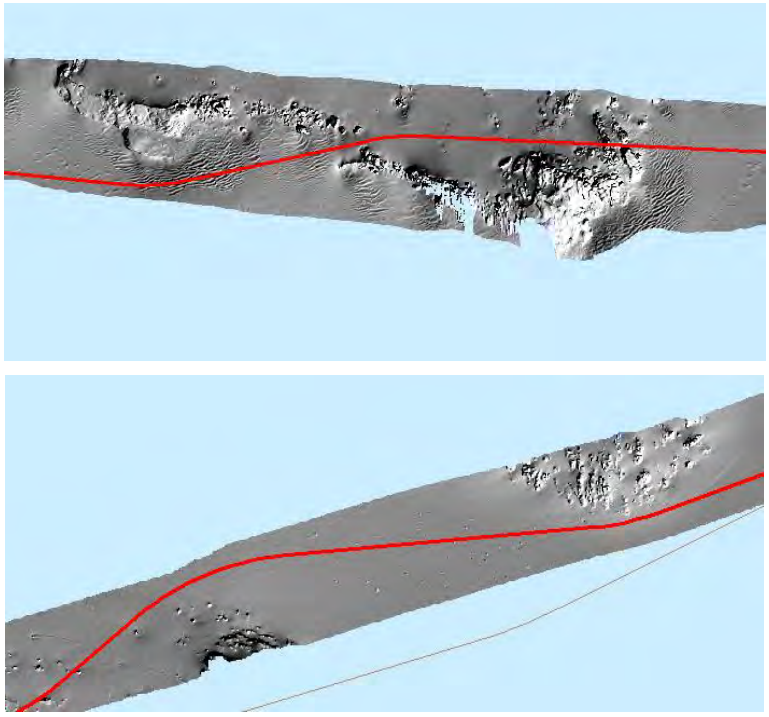
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Salida de la PHD en Ceuta evitando afectar las comunidades someras de alto valor ecológico. Nótese el micro-routing que evita las comunidades de más valor pasando por fondos blandos menos relevantes



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Ejemplos de micro-routing del cable (en rojo) para evitar afloramientos rocosos en la ruta. Superior: barra rocosa del aterraje en La línea. Inferior: centro del canal



Por lo que respecta a la comunidad ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo, en el talud de Ceuta, de alto valor ecológico, se recomienda realizar una caracterización del fondo marino de detalle (pre-laying survey) antes del tendido del cable para confirmar la cartografía bionómica de la zona y diseñar un micro-routing para evitar o minimizar el impacto en dicha comunidad.

3.1.5 Medidas relativas a la alteración de la calidad del agua durante la excavación de la zanja (EP11 y 12)

Tal como se ha comentado anteriormente, la buena calidad general del agua y del sedimento en la zona del proyecto, unido a la relativa poca presencia de finos en el sedimento no hace prever una disminución importante de la calidad de las aguas. A la postre, la distancia a hábitats sensibles (como por ejemplo el coralígeno en la RN2000 Monte Hacho hacen que no se prevean efectos negativos para estos organismos.

En todo caso, si se observase excesiva turbidez en las aguas y que la pluma afecta hábitats sensibles, se instalarían barreras anti-turbidez en aquellos tramos de la zanja en que fuese necesario.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

También se evaluaría utilizar técnicas de excavación de la zanja que generen menos turbidez, por ejemplo, sustituir el jetting por ploughing.

3.2 FASE DE FUNCIONAMIENTO

No se esperan impactos significativos, por lo que no son necesarias medidas especiales de prevención y corrección de impactos más allá de las medidas asociadas a la presencia del cable y que son las habituales del sector de la pesca y navegación, mencionadas en el apartado de valoración de efectos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS EN MEDIO MARINO

4.1 IMPACTOS EN EL MEDIO FÍSICO

4.1.1 Disminución de la calidad de las aguas marinas por presencia del barco cablero.

Caracterización del impacto residual.

No se producirá ningún vertido de ninguna sustancia oleosa o peligrosa al medio durante la estancia del barco cablero en la zona del proyecto.

Las descargas de aguas grises y negras quedan prohibidas a no ser que se cumplan estos requisitos:

- Aguas residuales trituradas y desinfectadas: al menos a 3 millas náuticas de la costa más próxima.
- Aguas residuales no trituradas o desinfectadas: al menos a 12 millas náuticas de la costa más próxima.
- Las aguas residuales que se hayan almacenado en tanques de retención deberán descargarse a una tasa moderada cuando el buque esté en ruta y navegue a no menos de 4 nudos (la velocidad de descarga deberá ser aprobada por la Administración teniendo en cuenta las normas elaboradas por la Organización Marítima Internacional (IMO).
- El buque tiene en funcionamiento una planta de tratamiento aprobada que ha sido certificada por la Administración.

Las masas de agua en la zona de proyecto presentan buena oxigenación, alta renovación y no hay indicios de eutrofización que se puedan ver agraviados por el vertido de materia orgánica si se hace en las condiciones anteriormente descritas

Valoración

Atributo	Valoración	Valor
Naturaleza	Negativo	-1
Extensión	Parcial	2
Persistencia	Esporádico	1
Sinergia	Simple	1
Efecto	Directo	4
Recuperabilidad	Inmediata	1

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Atributo	Valoración	Valor
Intensidad	Baja	1
Momento	Inmediato	4
Reversibilidad	Periodo corto	1
Acumulación	Simple	1
Periodicidad	Irregular	1
Importancia		**-21 (COMPATIBLE)**

4.1.2 Disminución de la calidad del agua por excavación de la zanja de los cables

Caracterización del impacto residual

Se prevé la generación de plumas de turbidez de duración, intensidad y alcance limitados (debido a la relativamente baja presencia de finos en el sedimento, especialmente cerca de las zonas ambientalmente más sensibles), y que no conlleven la re-suspensión de contaminantes, nutrientes ni materia orgánica en cantidades significativas para afectar la calidad del agua o las comunidades bentónicas.

Valoración

Atributo	Valoración	Valor
Naturaleza	Negativo	-1
Extensión	Parcial	2
Persistencia	Esporádico	1
Sinergia	Simple	1
Efecto	Directo	4
Recuperabilidad	Inmediata	1
Intensidad	Media	2
Momento	Inmediato	4
Reversibilidad	Periodo corto	1
Acumulación	Simple	1
Periodicidad	Irregular	1
Importancia		**-24 (COMPATIBLE)**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.1.3 Disminución de la calidad acústica del medio.

Caracterización del impacto residual

Generalmente, los niveles de máxima presión sonora asociados a la instalación de cables son de bajos a moderados (Guidelines of Best Environmental Practices on Cable laying and protection. OSPAR 2012).

Las fuentes de ruido del barco son los motores y otra maquinaria existente, las hélices (transversales y principales) y la fricción del casco con el agua. El ruido aumenta con la velocidad del barco, cavitación de las hélices y con la falta de mantenimiento en general.

En zonas someras (aterraje en La Línea y Ceuta) el ruido producido es fácilmente rebotado por el fondo marino incrementando los niveles de fondo, mientras que en zonas más profundas el ruido tiende a disiparse.

La emisión de ruido es directamente proporcional a la velocidad del barco, y a la cavitación de las hélices. Por la naturaleza de los trabajos a realizar, la velocidad del barco cablero será extraordinariamente baja.

Este impacto afectará a las siguientes especies de cetáceos protegidas presentes en la zona: *Delphinus delphis*, *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, *Globicephala melas*, *Grampus griseus*, Physeter macrocephalus, Orcinus orca, Phocoena phocoena, Balaenoptera physalus, Balaenoptera borealis, Balaenoptera musculus, Balaenoptera acutosotrata, y *Megaptera novaengliae*.

Valoración

Atributo	Valoración	Valor
Naturaleza	Negativo	-1
Extensión	Parcial	2
Persistencia	Esporádico	1
Sinergia	Simple	1
Efecto	Directo	4
Recuperabilidad	Inmediata	1
Intensidad	Media	2
Momento	Inmediato	4
Reversibilidad	Periodo corto	1
Acumulación	Simple	1
Importancia		**-24 (COMPATIBLE)**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIÓTICO

4.2.1 Introducción de especies invasoras

Caracterización del impacto residual

Se evitará o minimizará el vertido de agua de lastre y, o bien se verterá en aguas alejadas de la costa (lo que garantiza la no supervivencia de los organismos potencialmente perjudiciales) o se garantizará su inocuidad mediante sistemas de tratamiento.

Valoración

Atributo	Valoración	Valor
Naturaleza	Negativo	-1
Extensión	Parcial	2
Persistencia	Esporádico	1
Sinergia	Simple	1
Efecto	Indirecto o secundario	1
Recuperabilidad	Inmediata	1
Intensidad	Baja	1
Momento	Medio periodo	2
Reversibilidad	Periodo corto	1
Acumulación	Simple	1
Periodicidad	Irregular	1
Importancia		**-16 (COMPATIBLE)**

4.2.2 Afectación a hábitats bentónicos por la excavación de las zanjas

Caracterización del impacto residual

Independientemente del método constructivo que se utilice en cada tramo, la excavación de la zanja en la que se enterrará el cable genera una perturbación del lecho marino, para toda la longitud de los dos cables entre las salidas de la PHD.

La fauna demersal (animales que viven, o tienen estrecha relación con la superficie del fondo marino como peces, crustáceos, etc.) tiene capacidad para desplazarse y por tanto no se ve afectada. La fauna epibentónica sésil (que no puede moverse, como esponjas, cnidarios, tunicados, bivalvos, etc.) y la endobentónica (que vive dentro del sedimento), así como la flora (mäerl, algas incrustantes, etc.) no pueden desplazarse y por tanto se verán afectados, ya sea por aplastamiento, enterramiento o desplazamiento por la maquinaria a emplear.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En total se van a afectar un total de aproximadamente 40 ha. de suelo marino.

Las comunidades más afectadas en cuanto a superficie serán las de sedimento batial, a saber; ME35: Sedimento grueso del batial superior mediterráneo, ME55: Arenas del batial superior mediterráneo y ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo, con aproximadamente un 20% de la superficie cada una de ellas, y por lo tanto representando entre todas el 60% del área afectada.

Posteriormente encontramos ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo, MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos y MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos, con aproximadamente un 8% de superficie cada una de ellas, y por tanto sumando entre las tres un 24% del total.

Finalmente se encuentran comunidades menos abundantes, MB55: Arenas infralitorales mediterráneas, MB552+MB45: Arenas finas bien calibradas mediterráneas con sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos, MB552: Arenas finas bien calibradas mediterráneas, MC55: Arenas circalitorales mediterráneas, MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo y ME451: Biocenosis de los fangos del batial superior caracterizados por sedimentos mixtos, que entre todas suman un 15% del área afectada.

Por lo que se refiere su valor ecológico, más del 87% de la superficie afectada es de comunidades con un valor moderado (por el hecho de no presentar especies estructurantes, ni protegidas, ni de interés comercial), poco más de un 8% de valor moderado-alto y solamente un 4,6 % de un valor alto o muy alto, que son MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo y ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo.

Esta caracterización se resume en la tabla siguiente:

Afectación de hábitats bentónicos por la zanja de los cables

Comunidad	Valor ecológico	Superficie afectada (ha.)	% de superficie afectada
MB45: Sedimentos infralitorales mixtos medit.	Moderado	3,12	7,73
MB55: Arenas infralitorales medit.	Moderado	0,49	1,22
MB552+MB45: Arenas finas bien calibradas medit. con sedimentos infralitorales mixtos medit.	Moderado	0,32	0,79
MB552: Arenas finas bien calibradas medit.	Moderado	0,37	0,92
MC451: Fondos detríticos enfangados medit.	Moderado-Alto	3,29	8,15
MC55: Arenas circalitorales medit.	Moderado	1,73	4,27
MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma medit.	Alto	0,07	0,18

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunidad	Valor ecológico	Superficie afectada (ha.)	% de superficie afectada
ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior medit.	Alto	1,78	4,40
ME35: Sedimento grueso del batial superior medit.	Moderado	7,92	19,61
ME45: Sedimentos mixtos del batial superior medit.	Moderado	3,32	8,21
ME451: Biocenosis de los fangos del batial superior caracterizados por sedimentos mixtos	Moderado	1,60	3,97
ME55: Arenas del batial superior mediterráneo	Moderado	8,10	20,05
ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior medit.	Moderado	8,28	20,49
TOTAL		40,4	100

Valor ecológico de las comunidades afectadas por el tendido del cable

Debido a su distinta naturaleza se valorarán de manera diferente los fondos blandos, que tienen valores ecológicos moderados y los fondos rocosos.

Valoración

Fondos duros

Este impacto consiste en la alteración física directa que provoca el cable sobre comunidades especialmente sensibles.

Se trata de comunidades formadas por organismos sésiles, frágiles, con un potencial de crecimiento y reproducción muy bajo, que albergan abundante fauna epi/endobionte y que pueden estructurar el medio (las llamadas engineering species) y que por tanto se pueden englobar dentro del HIC Arrecifes (1170).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La comunidad MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo se encuentra sobre todo en la plataforma en La Línea y está compuesta principalmente de esponjas, antozoos, briozoos y braquiópodos, mientras que la vida vegetal macroscópica está ausente.

Es característica la abundante presencia de la gorgonia *Eunicella verrucosa*, (especie amenazada en el Libro Rojo de los invertebrados de Andalucía), que coloniza el sustrato rocoso disponible.

Cabe destacar también la posible presencia de la gorgonia *Paramurciea cf. macrospina* con su morfotipo amarillo y el erizo *Centrostephanus longispinus* (Listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de especies amenazadas).

Por lo que respecta al hábitat ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo, destacan las zonas de acúmulo de restos de *Madrepora oculata*. El sustrato rocoso se caracteriza por la presencia, en algunos casos masiva, de colonias de *Callogorgia verticillata* incluida recientemente (2019) en el Listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de especies amenazadas.

Se han detectado áreas donde la gorgonia *Berbyce cf. mollis* es especialmente abundante y acompañada por ejemplares aislados de la esponja del género Asconema sp., intercaladas con áreas donde el crinoideo *Leptometra phalangium* coloniza masivamente los restos de *Madrepora oculata*.

Por su riqueza excepcional, tanto en número como en la calidad de las especies que alberga, este tipo de biocenosis del batial superior, como indican varios estudios, debería ser considerada de alta prioridad para la conservación de los hábitats profundos del Mediterráneo. Los fondos circalitorales y batiales del Mediterráneo, colonizados por *Leptometra phalangium* han sido incluidos por el comité científico de la General Fisheries Commission for the Mediterranean (G.F.C.M.) entre los 14 hábitats utilizados como criterio para identificar los Hábitats marinos esenciales.

Atributo	Valoración	Valor
Naturaleza	Negativo	-1
Extensión	Parcial	2
Persistencia	Esporádico	1
Sinergia	Simple	1
Efecto	Directo	4
Recuperabilidad	Mitigable	4
Intensidad	Muy alta	8
Momento	Inmediato	4
Reversibilidad	Periodo medio	2

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Atributo	Valoración	Valor
Acumulación	Simple	1
Importancia		**-46 (SEVERO)**

Fondos blandos

Atributo	Valoración	Valor
Naturaleza	Negativo	-1
Extensión	Puntual	1
Persistencia	Esporádico	1
Sinergia	Simple	1
Efecto	Directo	4
Recuperabilidad	Medio plazo	2
Intensidad	Alta	4
Momento	Inmediato	4
Reversibilidad	Periodo corto	1
Acumulación	Simple	1
Importancia		**-29 (MODERADO)**

4.2.3 Afectación a especies protegidas y HIC

Caracterización del impacto residual

El proyecto afectará al hábitat de interés comunitario no prioritario 1170 Arrecifes, en un total de 2,2 ha, que supone un 5% del total de comunidades afectadas.

El principal impacto sobre los sismos será el efecto directo de la excavación de la zanja o del tendido del cable.

Valoración

La valoración del impacto sobre el hábitat Arrecifes (1170) corresponde a la evaluación del impacto del tendido del cable sobre fondos rocosos, que ha sido evaluada con un impacto **SEVERO.**

Por lo que refiere a las especies protegidas, el impacto sobre ellas ha sido evaluado en cada vector o comunidad; efecto del barco, efecto del ruido ambiental, efecto del tendido de cables, sobre diferentes tipos de sustrato, etc.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El impacto sobre las especies protegidas pelágicas (cetáceos y quelonios) se considera **NO SIGNIFICATIVO** por lo que respecta al riesgo de colisión, y **COMPATIBLE** por lo que respecta a la generación de ruido subacuático.

Las especies protegidas bentónicas susceptibles de verse afectadas por el proyecto se encuentran en las comunidades ME151 Rocas del batial superior mediterráneo y MD151, fondos rocosos de plataforma mediterráneos. La afectación a estos hábitats, incluidas las especies protegidas, ha sido valorada en el apartado de valoración del tendido del cable sobre fondos duros como una afectación **SEVERA**, por tratarse de especies protegidas y con unas tasas de reproducción y crecimiento muy bajas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL EN MEDIO MARINO

5.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del Programa de Vigilancia Ambiental (en lo sucesivo PVA) es establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental y en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del expediente.

El PVA. tendrá, además, otros objetivos adicionales, como son:

- Identificar y controlar impactos cuya predicción resulta difícil de realizar durante la fase de redacción del EsIA, así como articular nuevas medidas correctoras, en el caso de que las ya aplicadas no sean suficientes.
- Recopilar información ambiental relacionada con el proyecto que puedan modificar o actualizar las hipótesis previas de identificación de impactos, para mejorar el contenido de futuros estudios de impacto ambiental de líneas submarinas.
- Permitir la detección de impactos que, en un principio, no se hayan previsto, pudiendo introducir a tiempo las medidas correctoras que permitan paliarlos.

A expensas de lo que incluya la DIA, a continuación, se proponen una seria de medidas a incluir en el PVA definitivo.

5.2 FASES DEL PVA

El PVA se desarrollará en diferentes fases:

- Preoperacional, antes de la llegada del barco cablero, para determinar las características del medio receptor justo antes del inicio de los trabajos y poder realizar las comparaciones pertinentes
- Operacional: durante los trabajos de tendido y protección del cable, para verificar que los impactos reales se adaptan a los previstos y las medidas preventivas son adecuadas y suficientes
- Post operacional, una vez finalizadas las actuaciones de instalación y protección, para verificar el estado en el que queda el medio y determinar si son necesarias medidas extraordinarias de restauración o compensación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.3 VECTORES AMBIENTALES OBJETO DEL PVA

Los vectores ambientales a controlar durante el PVA serán, como mínimo;

5.3.1 Control ambiental de la realización de zanjas sobre lecho marino

Se realizarán vídeos para el control ambiental del estado de las zanjas realizados en el fondo marino sobre el trazado definitivo del cable.

Los vídeos estarán georreferenciados indicando en todo momento al menos: su posición geográfica en coordenadas, profundidad, fecha y hora en la que se efectúa la filmación.

- 1 video del trazado en los tramos de interés previo al comienzo de las obras.
- 1 video del trazado en los tramos de interés inmediatamente posterior a la realización de los trabajos de tendido del cable.

Los videos se centrarán en las zonas con comunidades de fondos duros (arrecifes).

5.3.2 Control de la calidad de las aguas

Durante el período de obras en el medio marino, se realizarán campañas oceanográficas para el control de la calidad de la columna de agua receptora, en unas estaciones prestablecidas con carácter previo al comienzo de las obras, durante la realización de las mismas y una vez terminados los trabajos de instalación de los cables submarinos. Los puntos de muestreo se elegirán y planificarán una vez que se conozca el trazado definitivo del cable en el fondo marino.

Además, se establecerá una estación de control alejada del área de influencia de las obras para poder comparar los valores obtenidos a lo largo del desarrollo de los trabajos.

Los parámetros a analizar serán como mínimo los incluidos en este informe. Se prestará especial atención a los valores de metales en Ceuta, puesto que se observaron valores altos en la campaña de primavera de 2020 (Cu).

5.3.3 Control de la calidad de los sedimentos superficiales

Para el estudio de la calidad de los sedimentos marinos se seguirá un protocolo de muestreo específico (muestreos y analíticas) pudiendo variar la tipología de las analíticas y la frecuencia de la toma de muestras, en función de los resultados obtenidos durante los controles. Dichos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

muestreos serán realizados, de forma previa al comienzo de las obras, durante la ejecución de las actuaciones y una vez terminados los trabajos de construcción.

5.3.4 Control del macrobentos

El macrobentos es un excelente indicador de la calidad del sedimento y las aguas circundantes. Se realizarán muestreos de las comunidades bentónicas asentadas sobre el lecho marino previo al comienzo de las obras, durante la realización de las obras y una vez terminados los trabajos de construcción desde la superficie de la embarcación. En laboratorio, mediante la ayuda de una lupa binocular, se realizará un inventario biológico de especies para cada una de las muestras recolectadas y un estudio estadístico para la obtención de los diferentes parámetros descriptores de la estructura biológica de las poblaciones.

5.3.5 Control del ruido submarino

Con el objetivo de determinar los posibles impactos que la ejecución de las obras generaría sobre las especies de cetáceos, se instalarán dos sistemas de monitorización acústica pasiva (PAMs) para la detección del ruido submarino en la zona de ejecución de operaciones.

Durante la fase de obras, se seguirá registrando el ruido submarino presente en la zona de tendido del cable. Debido a que las actividades generadoras de ruido estarán asociadas al tendido y protección del cable (cutting), la atención se centrará en capturar el ruido de tales actividades y en la detección de las especies que pueden estar presentes cerca del punto de generación de ruido, aunque no se descarta la detección de otras especies pelágicas.

Para la valoración del ruido submarino en la zona de ejecución del proyecto, propuesta como AMP, y la valoración de los efectos reales que las obras podrían haber generado sobre los cetáceos, se analizarán y compararán los datos obtenidos durante la ejecución de las obras con los datos resultantes de la adquisición realizada durante los estudios previos.

5.4 EMISIÓN DE INFORMES Y MODO DE SEGUIMIENTO DE LAS ACTUACIONES

Con anterioridad al inicio de las obras, se elaborarán y redactarán una serie de informes tales como:

- Redacción del PVA definitivo, que contendrá la verificación de los impactos en relación al Proyecto Constructivo, incorporando a su vez, las recomendaciones derivadas de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Informe de descripción preoperacional o “estado cero” de la zona de estudio, a partir del cual se establecerá la propuesta de valores de referencia para el seguimiento temporal de los impactos ambientales que surjan durante la fase de obras.
- Redacción de Protocolos.

Durante la fase de construcción se redactarán informes completos sobre la evolución de las medidas preventivas y correctoras. Además, en ellos, se recogerá cualquier tipo de incidencia que se haya detectado durante las visitas o inspecciones.

A partir de todos los datos y observaciones obtenidos durante los controles se elaborarán informes de periodicidad determinada con la finalidad de tener un compendio informativo a disposición de la Administración. Los informes que se generarán durante la fase de obras hacen referencia a distintos tipos de documentos, tales como los Partes diarios o semanales, Informes mensuales, Informes de No Conformidad, etc.

Al finalizar la asistencia, y justo antes del comienzo de la fase de funcionamiento se elaborará un informe final con el resumen de todas las operaciones realizadas y conclusiones del PVA en la fase de obra. El informe final contendrá principalmente, los siguientes aspectos:

- Recopilación de toda la información y datos generados durante el control de todos los vectores ambientales.
- Análisis y comprobación del grado de ajuste entre los impactos reales producidos y los impactos previstos en el EsIA.
- Valoración de los efectos ambientales de la obra y análisis de las principales desviaciones detectadas, teniendo en cuenta la perturbación introducida en las variables ambientales características de la zona de estudio.
- Descripción de las especificaciones técnicas para la operación y mantenimiento de las instalaciones.
- Propuesta del Programa de Vigilancia Ambiental a largo plazo definitivo, durante la fase de explotación de las infraestructuras.

Durante la fase de operación y mantenimiento, se redactará un informe tras el primer año en funcionamiento, en el que se recogerán las revisiones y la eficacia de las medidas correctoras llevadas a cabo. La periodicidad de los informes a emitir durante la fase de operación y de desmantelamiento será determinada en función del análisis y resultados obtenidos para la fase de construcción.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6 EQUIPO REDACTOR DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental correspondiente al proyecto de la Interconexión Eléctrica Península - Ceuta, ha sido elaborado por personal técnico cualificado integrado en el equipo de trabajo de la empresa Asistencias Técnicas CLAVE S.L. para todos los aspectos relativos a los medios terrestres y por la empresa Tecnoambiente y en los aspectos relativos al medio marino, siempre en coordinación con en el Departamento de Medio Ambiente de Red Eléctrica de España, S.A.

Por parte de Asistencias Técnicas CLAVE, S .L.	**Por parte de Tecnoambiente S.L.U**
Dirección	Dirección
Álvaro Pereda García. Lcdo. CC Ambientales	Roger Calderer. Lcdo. Biología
Realización	Realización
Alfonso Lazo Contreras. Doctor en Biología. Antonio Hernández Verges. Lcdo. Geografía José Luis Conde Marugán. Lcdo. Biología Luis Sierra Pindado. Lcdo. Geografía Virginia del Río. Lcda. Ciencias del Mar Sergio Braña Montes. Lcdo. Biología Manuel Damían Flor. Lcdo. CC Ambientales Álvaro Morilla Maestre. Gdo. Geografía Antonio Garrido Martín. Técnico 3D CAD/GIS	Carlo Tidu. Dr en Biología Sergio Mestre López. Lcdo. en CC del Mar Mario Barrientos Márquez. Lcdo. en CC del Mar Borja Martinez-Clavel Vallés. Lcdo. en CC del Mar Joan Sola. Lcdo. Ciencias ambientales Laia Moran. Lcda. en CC del Mar
Por parte de Red Eléctrica de España S.A.U.	
• Pablo Pombo Fragero. Licenciado en Ciencias Ambientales • Leopoldo Moro López. Ingeniero Agrónomo RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA Departamento de Medio Ambiente	

Además, la Fundación CEI·MAR ha realizado investigaciones científicas de los ámbitos marinos de las zonas costeras de La Línea de la Concepción y Ceuta que han sido trasladados al presente Estudio de Impacto Ambiental y han servido para la toma de decisiones de proyecto. La autoría de los diferentes trabajos está incluida en los anexos que acompañas al presente EIA.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

280000 290000 300000 310000 320000

4010000

4000000

3990000

Cañon submarino de Guadiaro

Cañon submarino de La Línea

Espacio RN 2000 - LIC:
Estrecho Oriental (ES6120032)

Cuenca Occidental de Alborán

Espacio RN 2000 - LIC y ZEPA:
Estrecho (ES0000337)

Cañon submarino de Algeciras

Ceuta DRIFT

Cañon submarino de Ceuta

Espacio RN 2000 - LIC:
Zona marítimo-terrestre del
Monte Hacho (ES6310002)

Espacio RN 2000 - LIC y ZEPA:
Calamocarro-Benzú (ES6310001)

Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

ÁMBITO GENERAL DEL PROYECTO

Nº PLANO

1

ESCALA

DIN A3 1:150,000

0 1,000 2,000 4,000 m

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto
- Cañones submarinos

Modelo batimétrico (m):

0 m -550 m -1107.5 m

Espacios Red Natura 2000:

- Lugar de Importancia Comunitaria (LIC)
- Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA)
- LIC y ZEPA

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

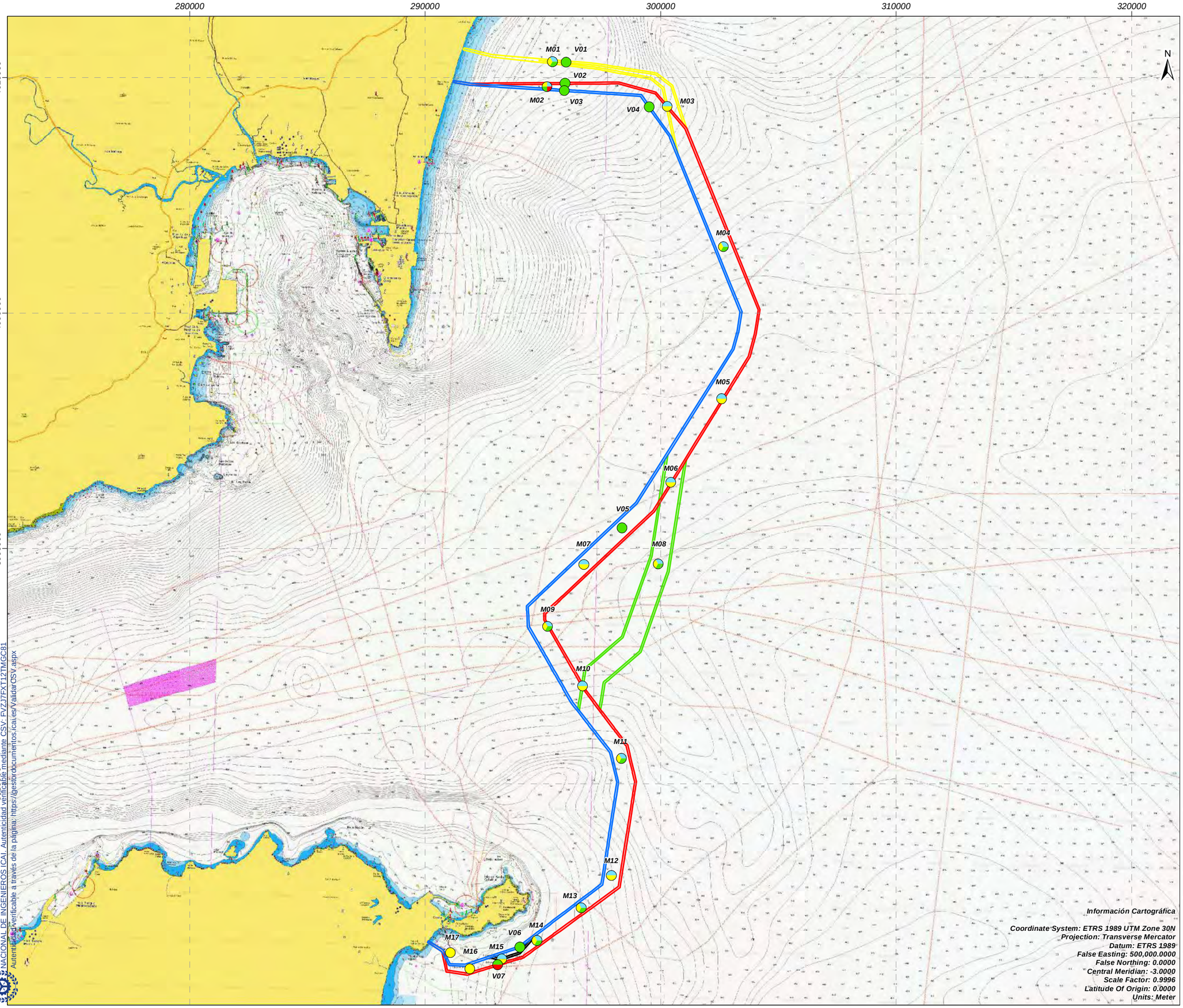
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO 006647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el colegiado
NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumental.icai.es/validarCSV.aspx



Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

ESTACIONES DE MUESTREO

Nº PLANO

2

FECHA

OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:150,000

0 1,000 2,000 4,000 m

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

Estaciones de muestreo:

- Aguas
- Sedimento
- Video
- Campos electromagnéticos

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto)

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

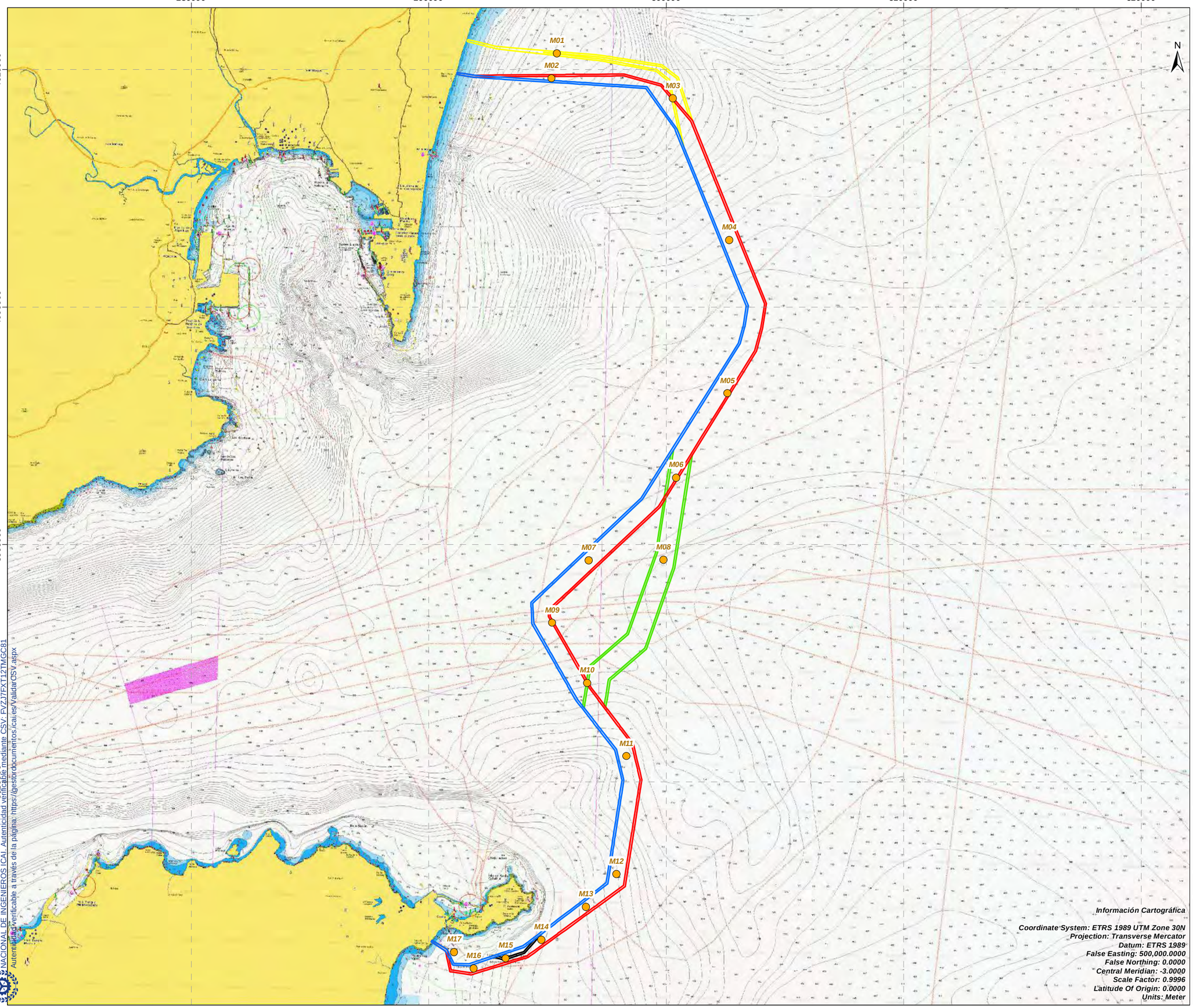
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DEL MUESTREO DE SEDIMENTO
SITUACIÓN GENERAL DE LAS ESTACIONES

Nº PLANO	ESCALA
3	DIN A3 1:150,000
FECHA	
OCTUBRE 2021	0 1,000 2,000 4,000 m

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de muestreo de sedimento

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto)

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

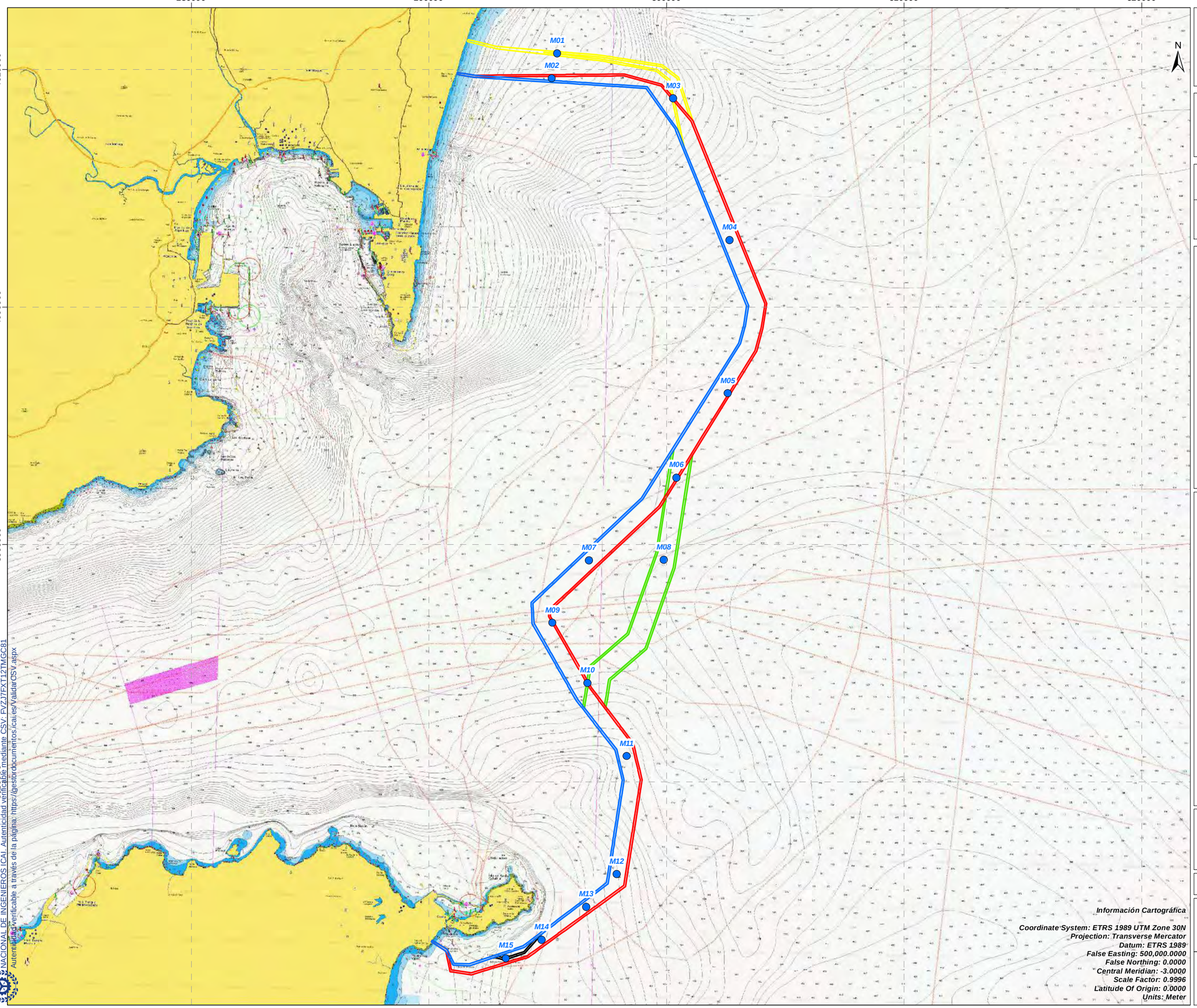
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DEL MUESTREO DE AGUAS
SITUACIÓN GENERAL DE LAS ESTACIONES

Nº PLANO	ESCALA
4	DIN A3 1:150,000
FECHA	
OCTUBRE 2021	0 1,000 2,000 4,000 m

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de muestreo de aguas

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto)

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

280000 290000 300000 310000 320000

4010000 4000000 3990000

M01 V01 M02 V02 V03 V04 M04 V05 M08 M09 M11 M13 M14 V06 V07

N

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - SITUACIÓN GENERAL

Nº PLANO	ESCALA
5.0	DIN A3 1:150,000
FECHA	0 1,000 2,000 4,000 m
OCTUBRE 2021	

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto)

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO 00006647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el autor/a
NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

294600 294800 295000 295200 295400 295600 295800 296000 296200

4011200
4011000
4010800
4010600

M01

V01

Información Cartográfica
Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN M01

Nº PLANO

5.1

FECHA

OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallès
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

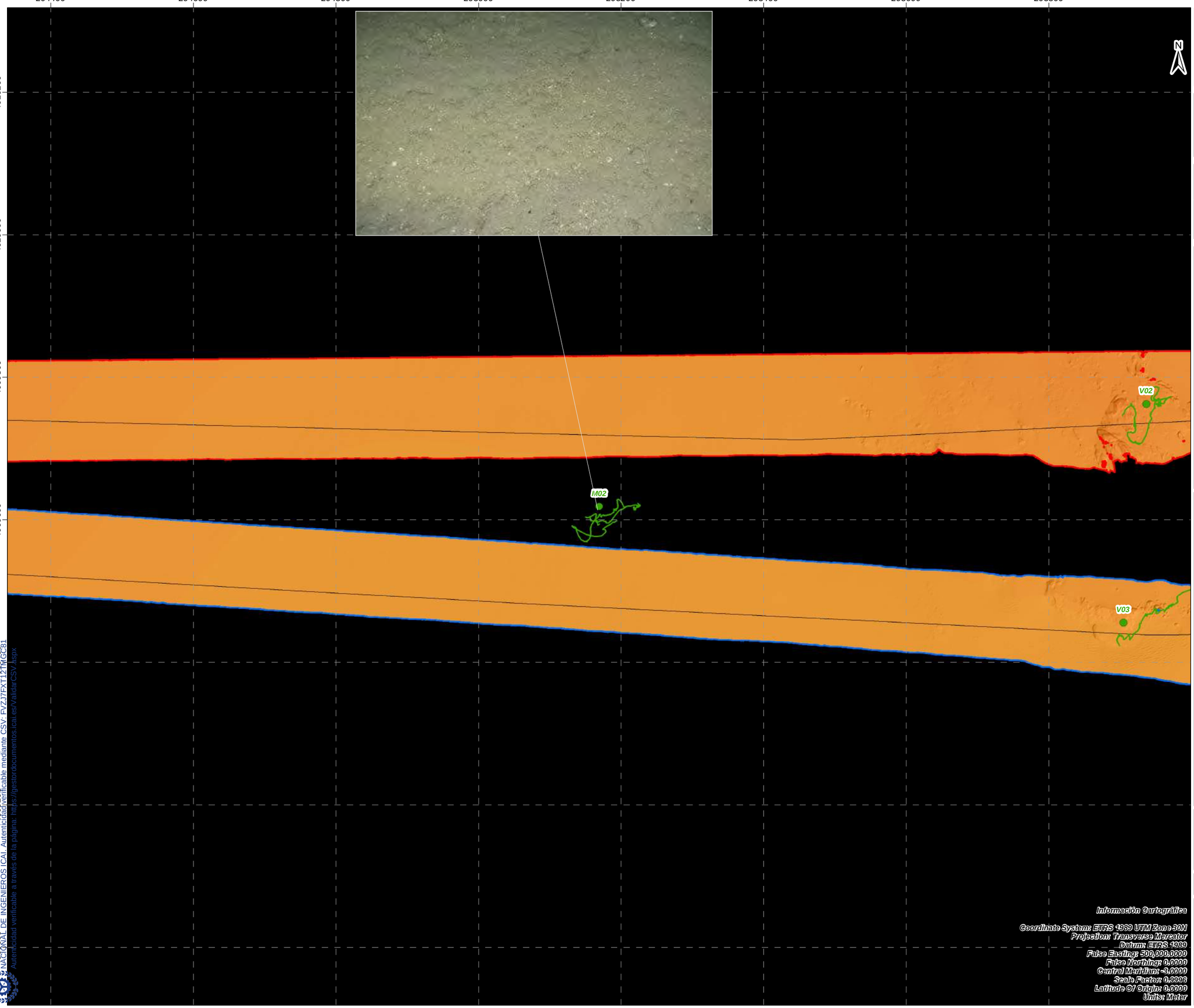
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 21/06/2022 . Firmado electrónicamente por COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. Autenticidad verificable mediante CSV: 21/210/XT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icaf.es/ValidaCSV.aspx



TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN M02

Nº PLANO

5.2

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

302000 302200 302400 302600 302800 303000 303200 303400

4003400 4003200 4003000 4002800

M04

2020/01/08 12:24:52

Información Cartográfica:
Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN M04

Nº PLANO

5.3

FECHA

OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

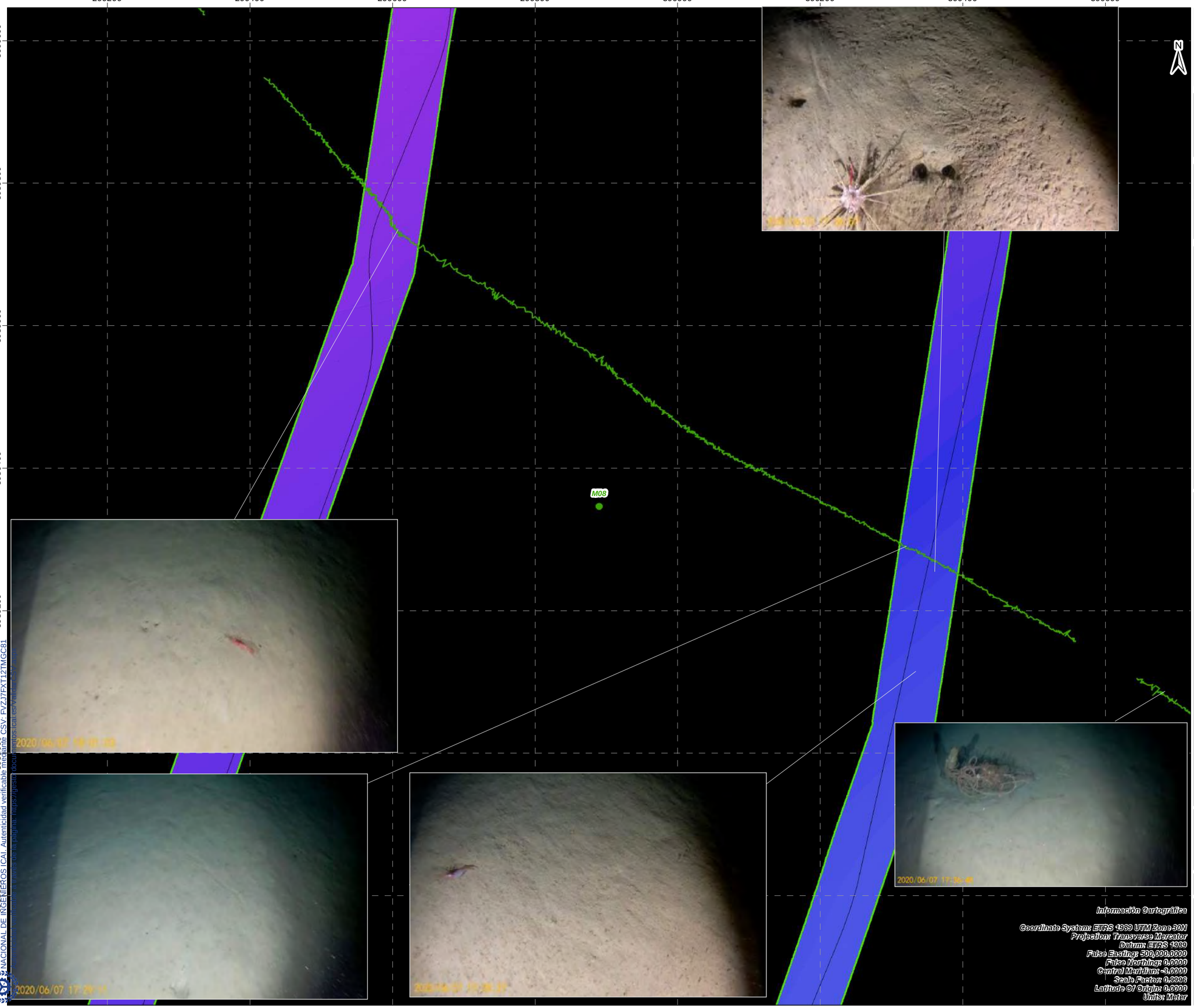
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI 2021/5000 nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 15:38:40 Documento electrónicamente por el COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT-1QMB0081 en https://ciudadreal.icai.es/Validar CSV.aspx



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 966707 Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante la sede electrónica del CSV: FVZJ7EXT12TMGC81 (https://sede.minetur.gob.es/es-ES/csv) a través de la página: https://gestiona.3mcomunicaciones.com/gestiona/documentos.ical.es/Validacion.jsp

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN M08

Nº PLANO

5.4

FECHA

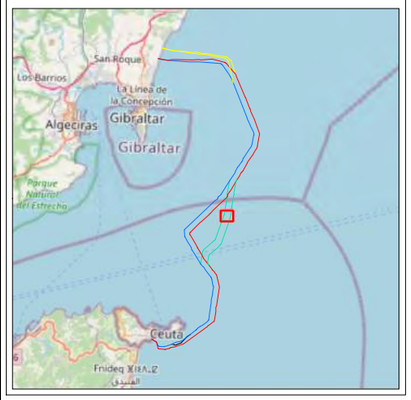
OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

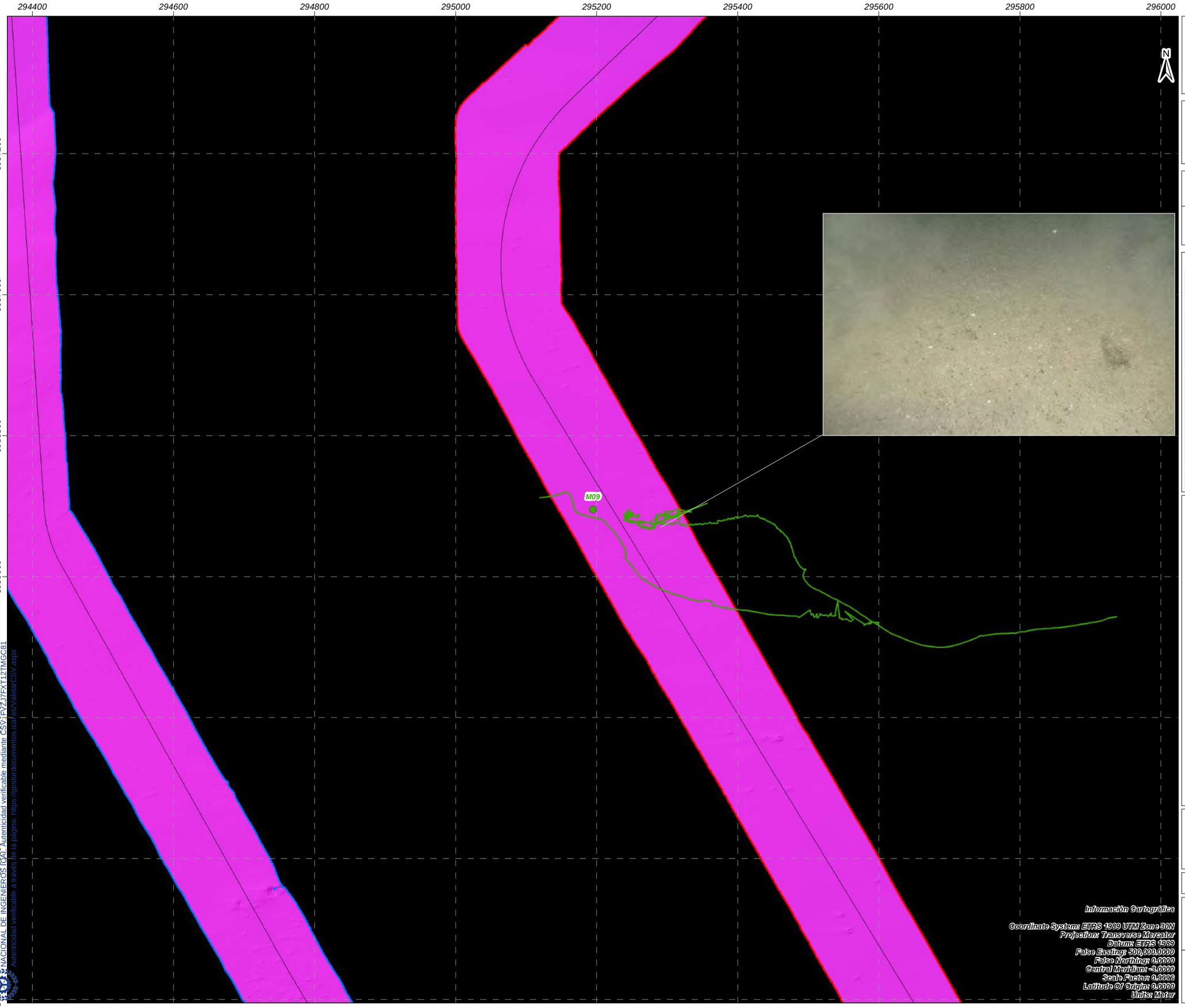
Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADESE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA



TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN M09

Nº PLANO

5.5

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

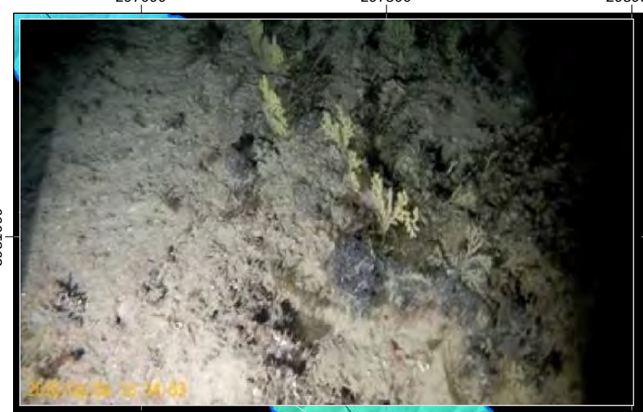
TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

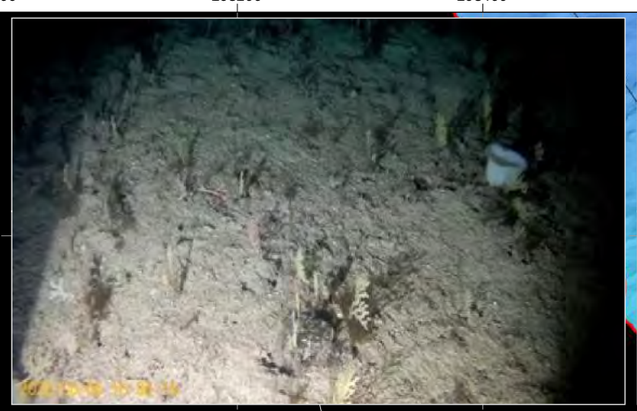
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV:FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

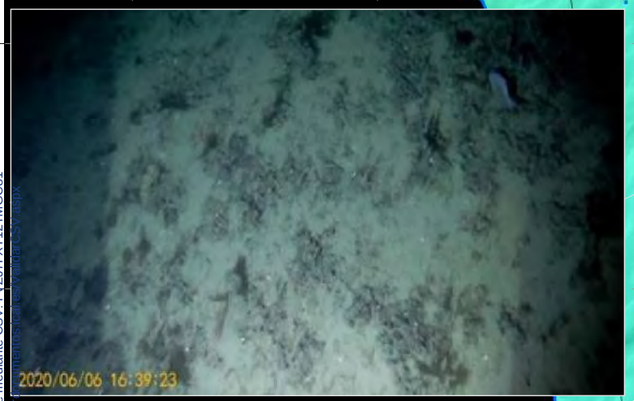
297600 297800 298000 298200 298400 298600 298800 299000

3981600 3981400 3981200 3981000





M11



Información Cartográfica:
Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Eastings: 500,000.0000
False Northings: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN M11

Nº PLANO

5.6

ESCALA

DIN A3 1:5,000

m
0 25 50 100

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

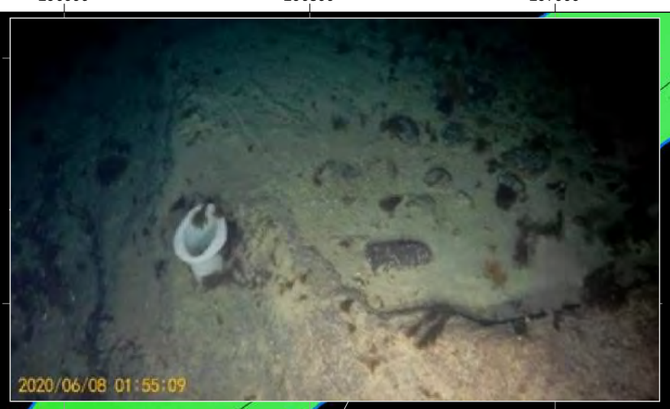
TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por: COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS, ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: 22207EXT12TMGC81
Para verificar el visado acceda a la página: https://gestiona.comunidad.madrid/csv_ui/pages/consultaCsv.xhtml

295800 296000 296200 296400 296600 296800 297000 297200 297400

3975400 3975200 3975000 3974800 3974600



M13

Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 067711 Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81 en https://gestordocumental.icai.es/ValidarCSV.aspx

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN M13

Nº PLANO

5.7

FECHA

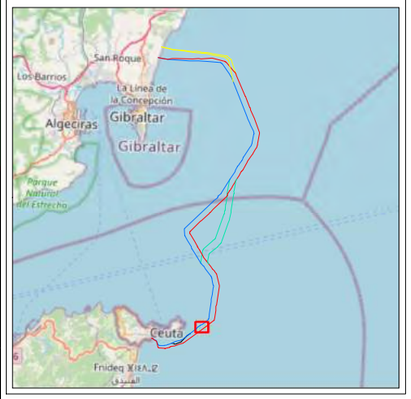
OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

294000 294200 294400 294600 294800 295000 295200 295400

3974000 3973800 3973600 3973400 3973200

M14

V06

Información Cartográfica:
Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN M14

Nº PLANO

5.8

FECHA

OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 2647/20. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://ges.ordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

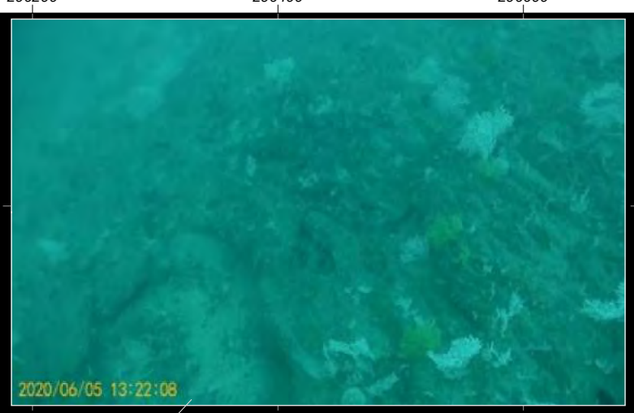
295200 295400 295600 295800 296000 296200 296400 296600 296800

4011200

4011000

4010800

4010600



M01

V01

Información Cartográfica
Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN V01

Nº PLANO

5.9

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

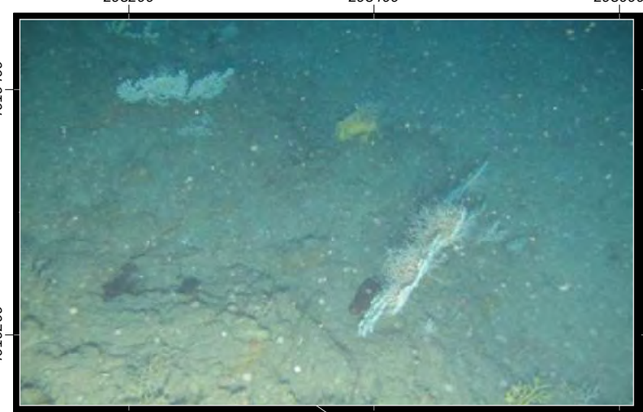
TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/09/2020. Firmado electrónicamente por: COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FV2110240010TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página https://sede.colegioingenieros.icai.es/Validar-CSV.aspx

295200 295400 295600 295800 296000 296200 296400 296600

4010400 4010200 4010000 4009800 4009600



V02

M02

V03

Información Cartográfica
Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN V02

Nº PLANO

5.10

FECHA

OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallès
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

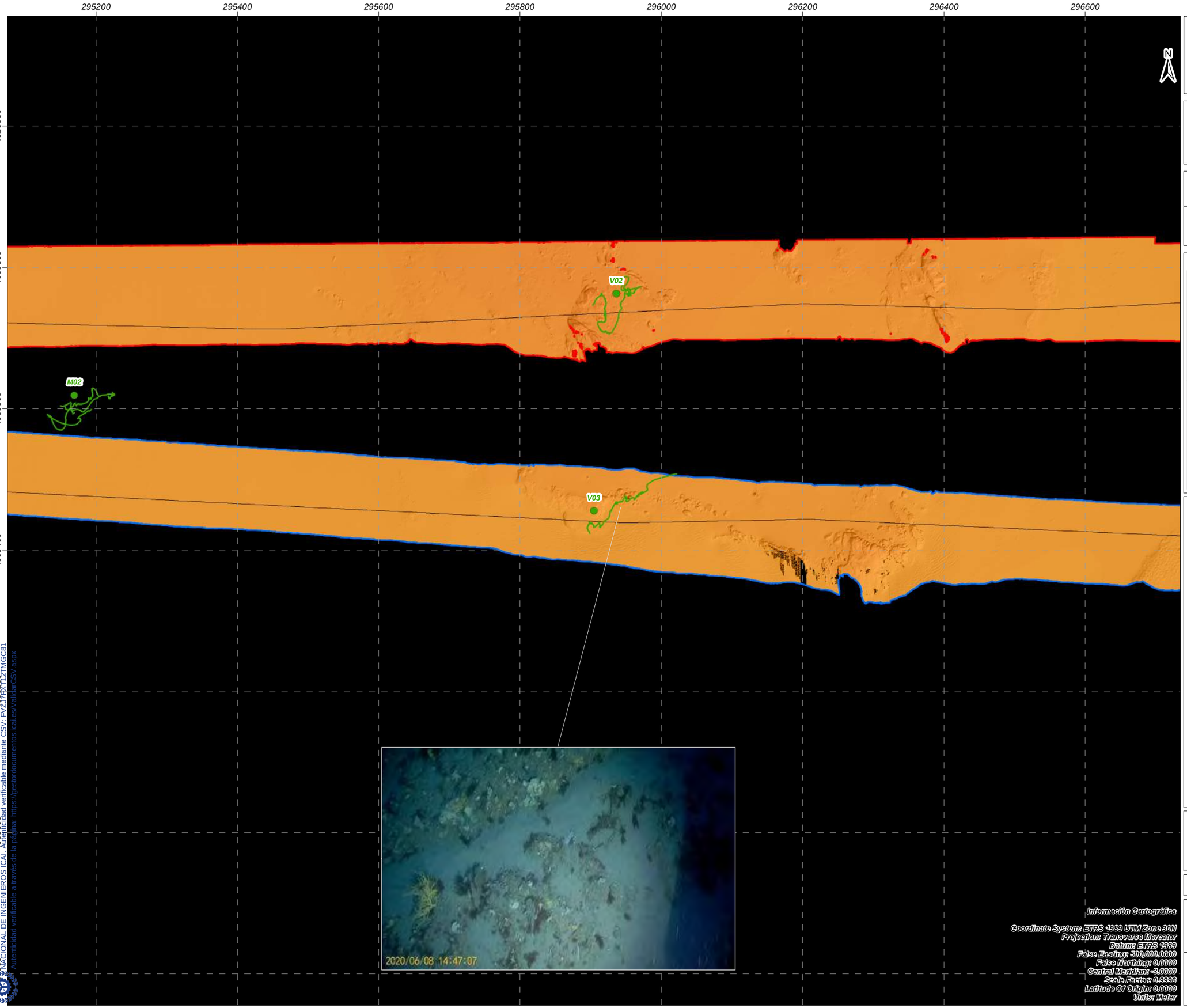
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 067270. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN V03

Nº PLANO

5.11

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

Estaciones de filmación submarina

Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

East (Solución del proyecto para el cable Este)

West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

298800 299000 299200 299400 299600 299800 300000 300200

4009400 4009200 4009000 4008800 4008600

V04

2020/06/05 15:52:39

Información Cartográfica
Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN V04

Nº PLANO

5.12

FECHA

OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

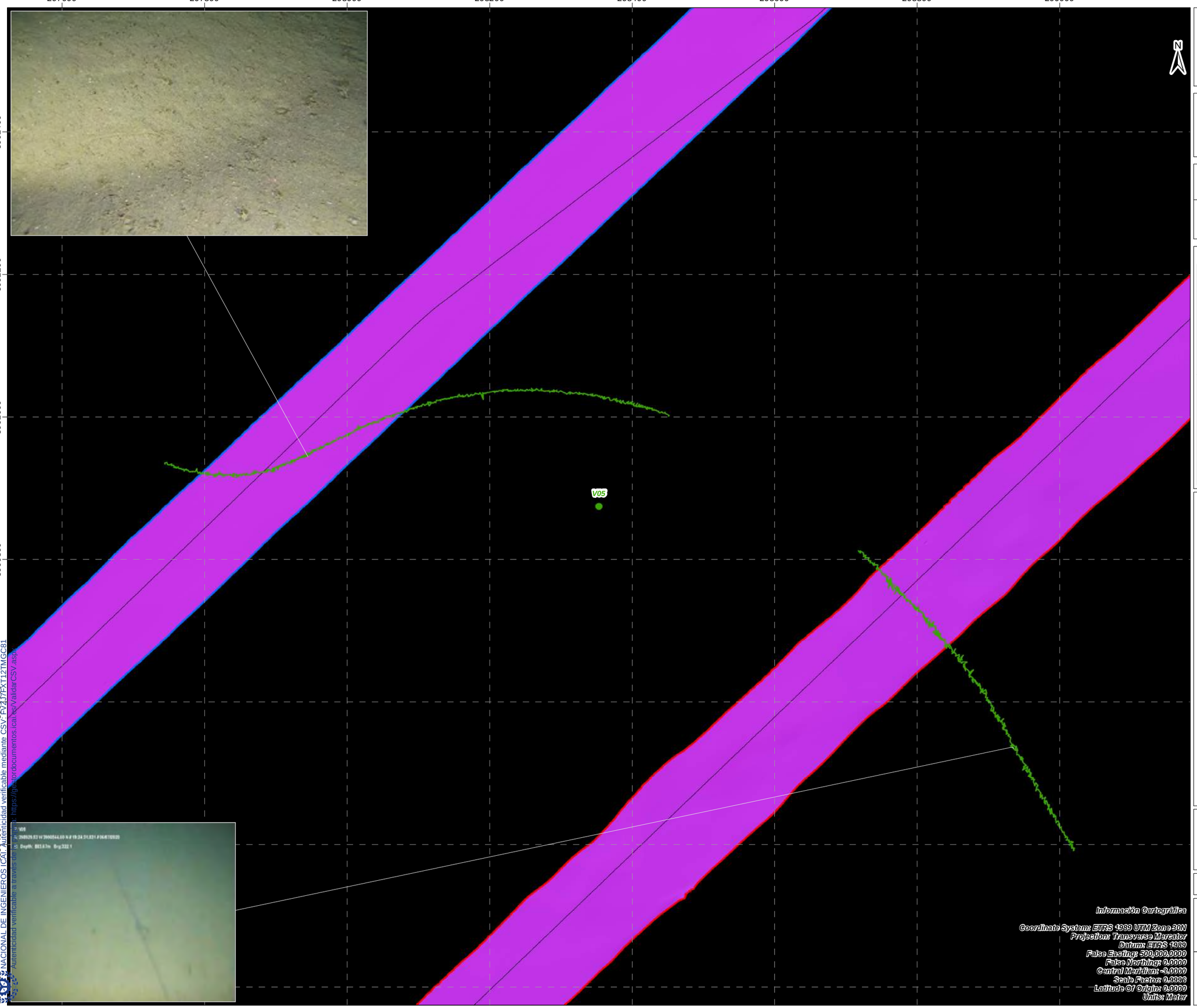
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 0067721. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81 en la dirección https://sges.inin.es/prodDocumentos.ical.es/Validar.CSV.aspx



TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN V05

Nº PLANO

5.13

ESCALA

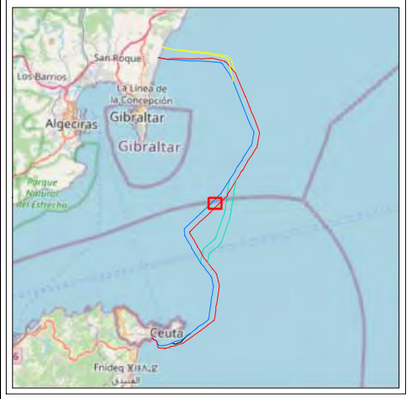
DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

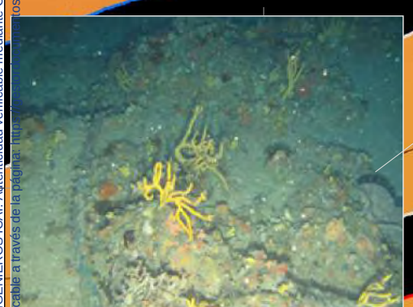
TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVAJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

293200 293400 293600 293800 294000 294200 294400 294600 294800

3973600 3973400 3973200 3973000



M14

V06

N

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN V06

Nº PLANO

5.14

FECHA

OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallès
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Información Cartográfica
Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 21/06/2022. Firmado electrónicamente por: 51726056G
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: 3972FDX12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://www.visados.icai.es/validarCSV.aspx

292400 292600 292800 293000 293200 293400 293600 293800

3973000 3972800 3972600 3972400 3972200

V07

N

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS FILMACIONES SUBMARINAS - FILMACIÓN ESTACIÓN V07

Nº PLANO

5.15

FECHA

OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:5,000

0 25 50 100 m

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Trazado en campo de la filmación submarina

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 m -450.00 m -0.28 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

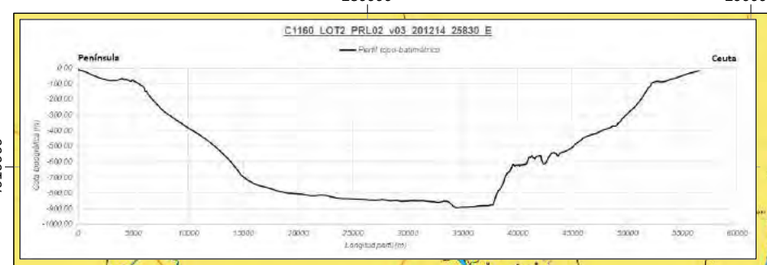
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 064731, 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de https://documentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

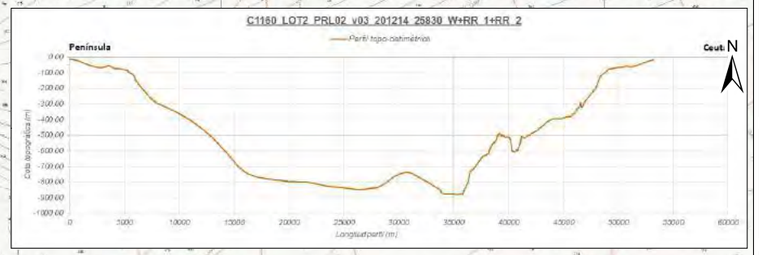
280000 290000 300000 310000 320000

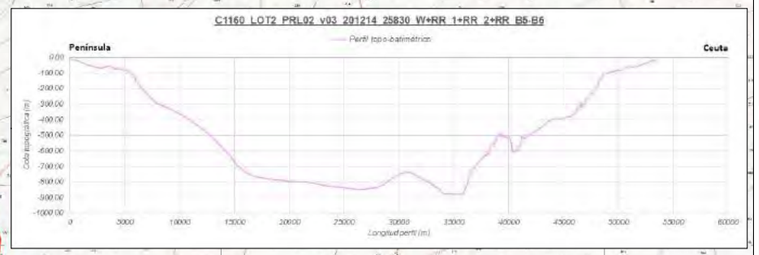
4010000

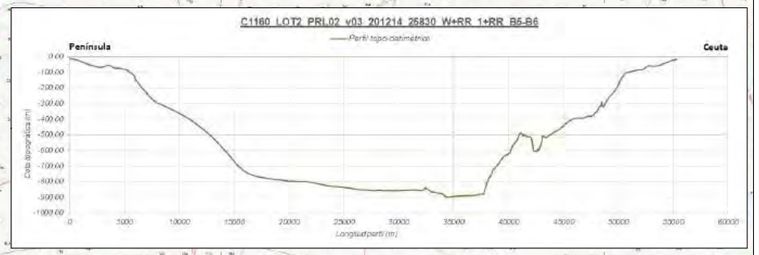
4000000

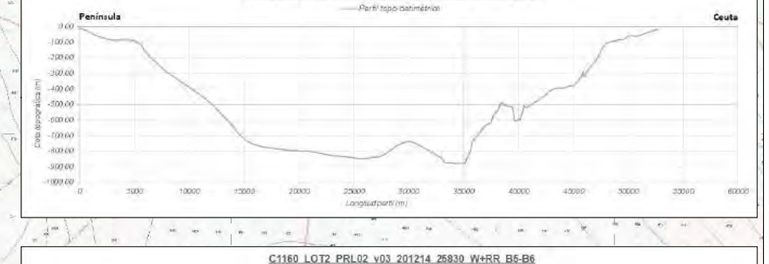
3990000

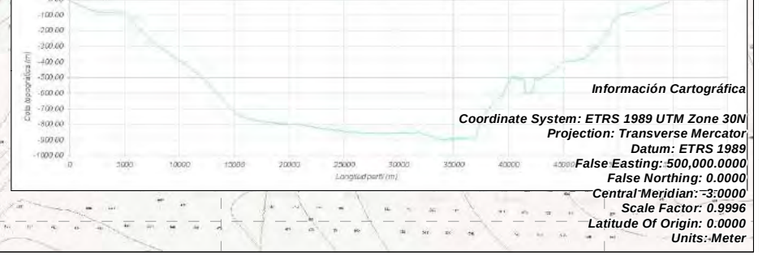












N

Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

PERFILES TOPOBATIMÉTRICOS DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS DE TRAZADO DE INTERCONEXIÓN PENÍNSULA-CEUTA

Nº PLANO

6

FECHA

OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:160,000

0 1,000 2,000 4,000 m

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto)

Modelo batimétrico detallado(m) (MMT 2019):

-900.78 -450.00 m -10.73 m

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO 36060/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el colegiado
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/validarCSV.aspx

291000 292000 293000 294000 295000 296000 297000 298000

4012000 4011000 4010000 4009000

Datos batimétricos:

Elementos antrópicos detectados:

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS Y BATIMETRÍA

Nº PLANO

7.1

FECHA

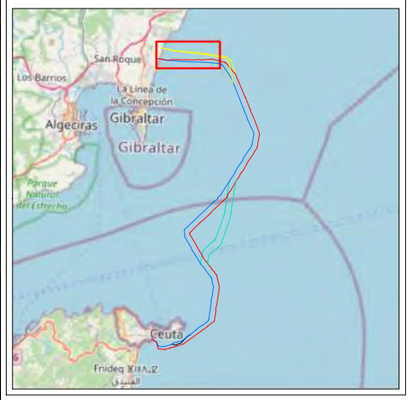
OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:25,000

0 125 250 500 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Alternativas de corredores de interconexión eléctrica:
- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)

BATIMETRÍA:

Isóbatas:
- Isóbatas maestras (5 m)

Modelo batimétrico (m):

-900.78 m -532.64 m 10.73 m

ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS:

Contactos detectados:
- Roca aislada
- Escombros/desechos
- Depresiones
- Pecios
- Anomalías magnéticas
- Cruces con cable submarinos existentes

Lineaciones detectadas
- Lineaciones
- Surcos
- Marcas de arrastre (Pesca)
- Cables submarinos detectados

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

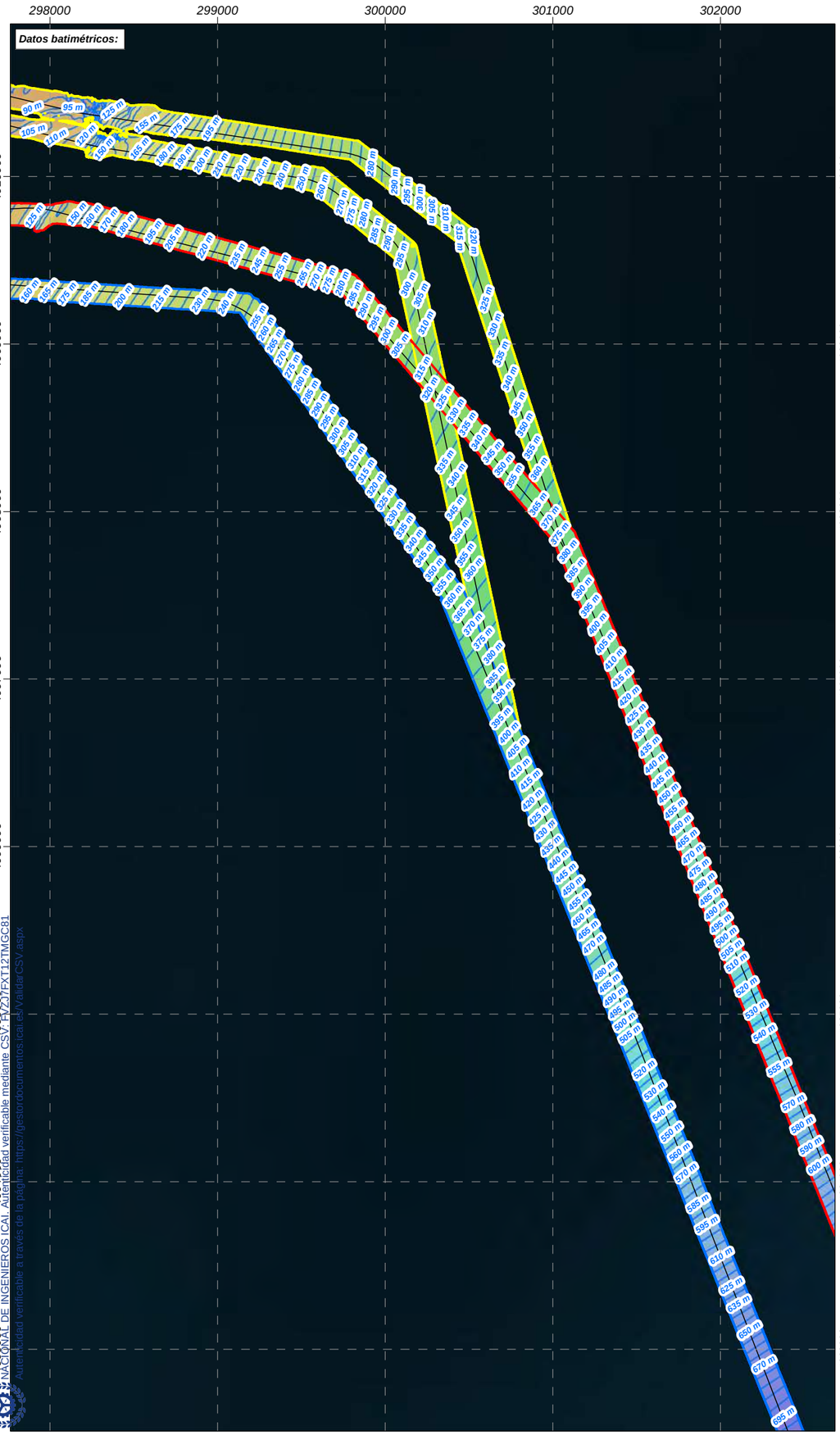
FUENTE

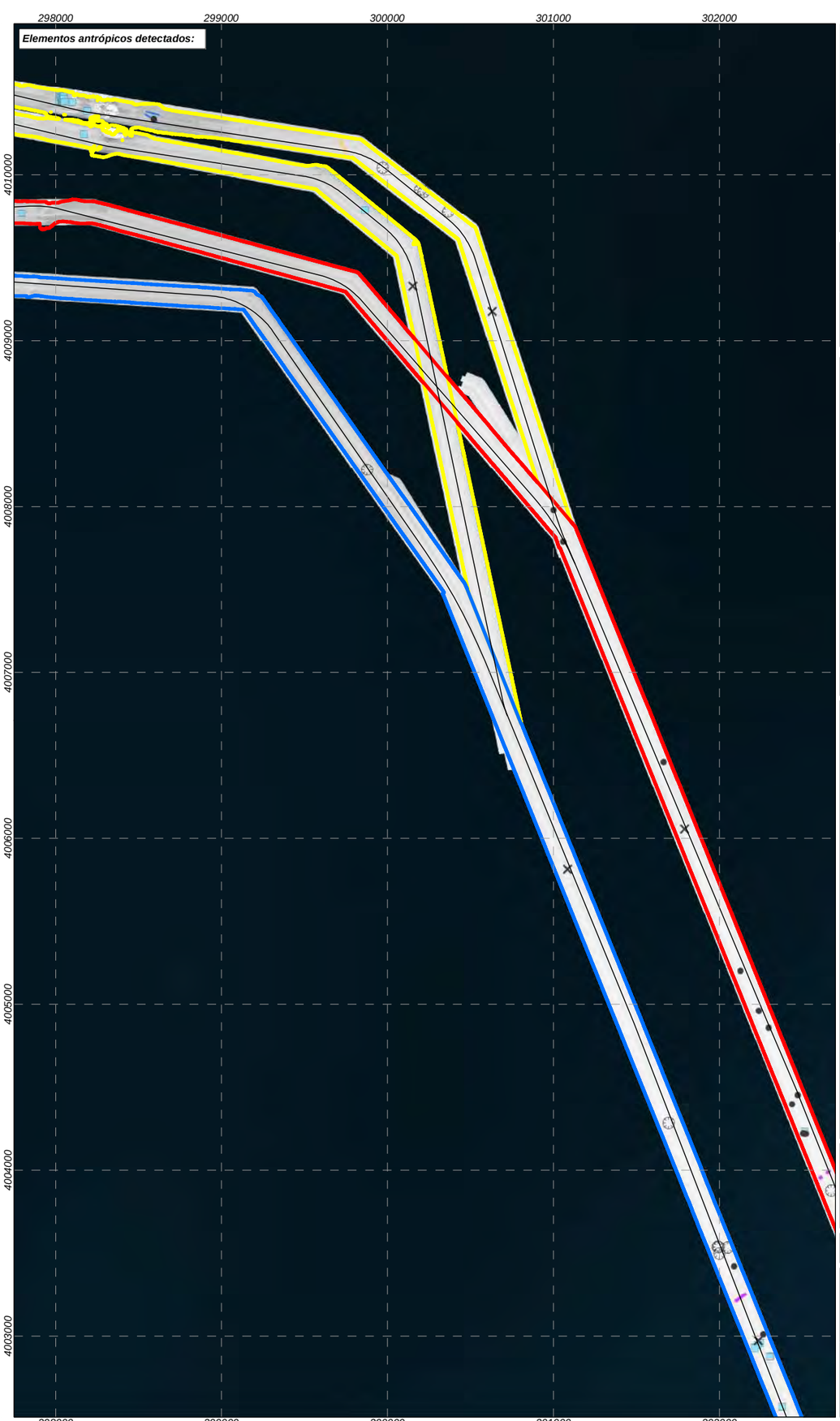
Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2021. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT2JHTCC81
Autenticidad verificable en la página: https://sede.electronica.upm.es/csv/FVZJ7FXT2JHTCC81





TÍTULO DEL PROYECTO

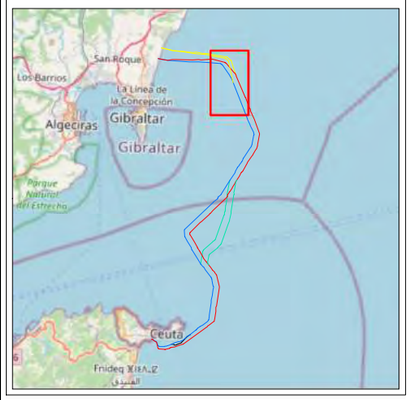
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS Y BATIMETRÍA

Nº PLANO	ESCALA
7.2	DIN A3 1:30,000
FECHA	
OCTUBRE 2021	0 125 250 500 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)

BATIMETRÍA:

Isóbatas:

- Isóbatas maestras (5 m)

Modelo batimétrico (m):

-900.78 m -532.64 m 10.73 m

ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS:

Contactos detectados:

- Roca aislada
- Escombros/desechos
- Depresiones
- Pecios
- Anomalías magnéticas
- Cruces con cable submarinos existentes

Lineaciones detectadas

- Lineaciones
- Surcos
- Marcas de arrastre (Pesca)
- Cables submarinos detectados

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

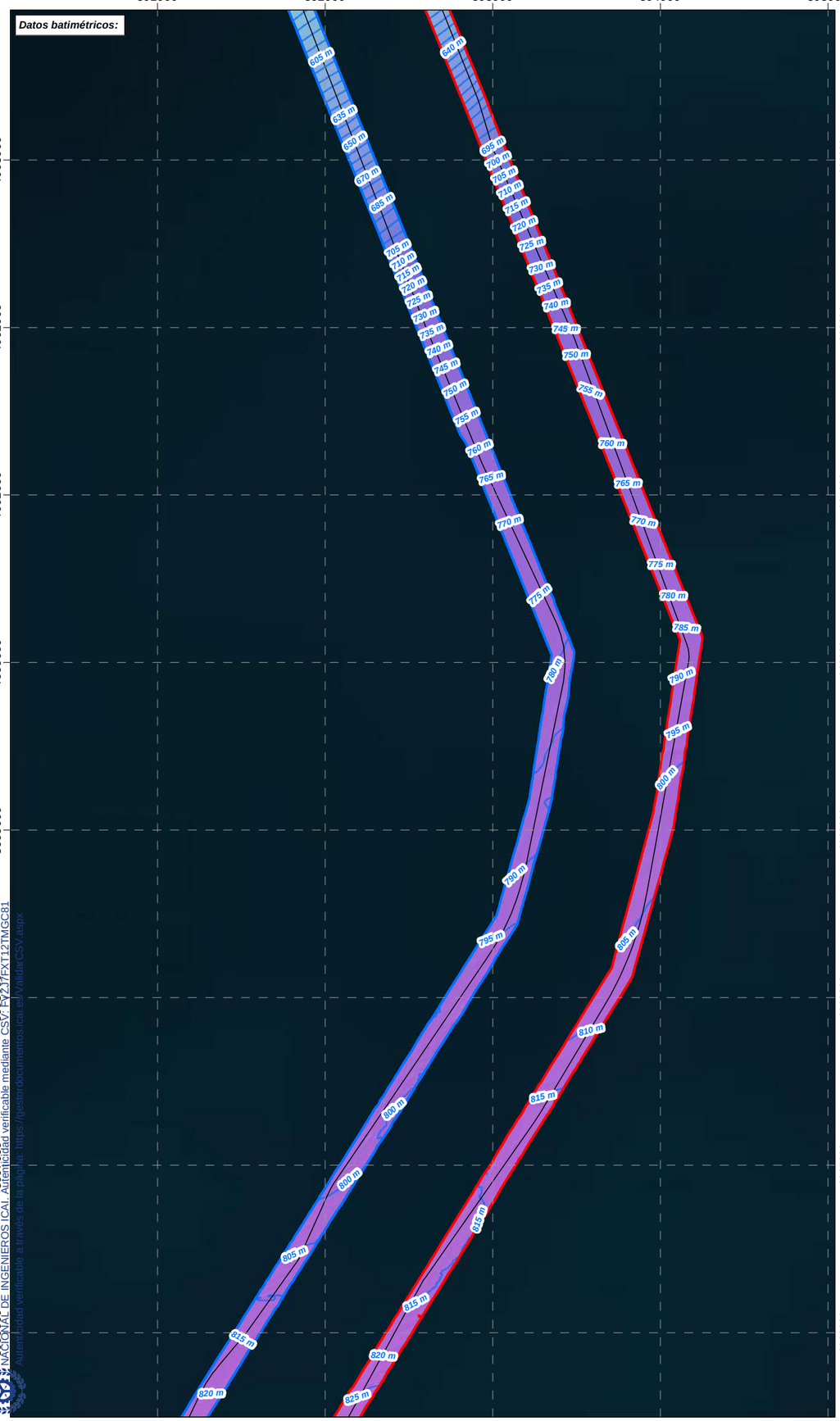
FUENTE

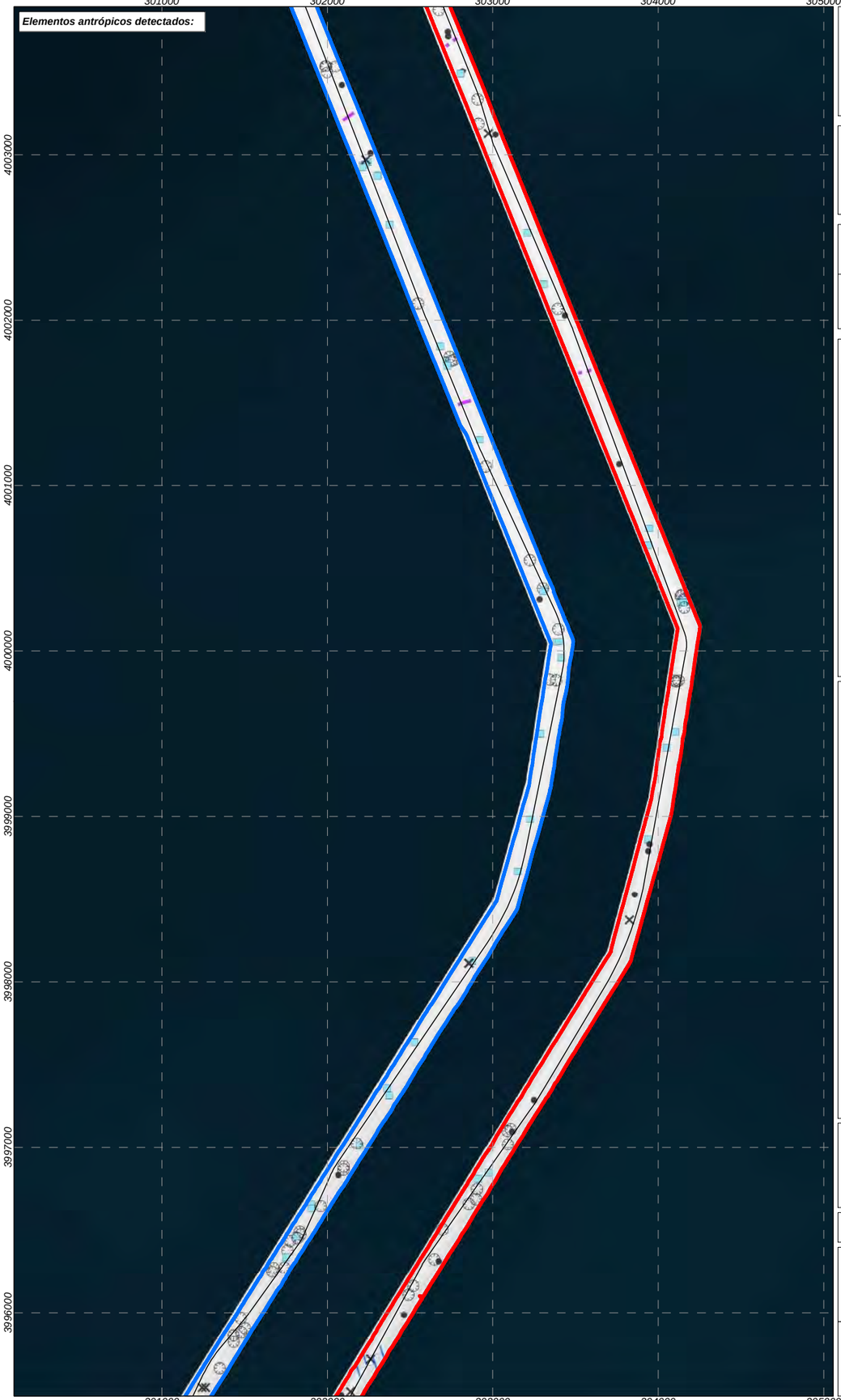
Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx





TÍTULO DEL PROYECTO

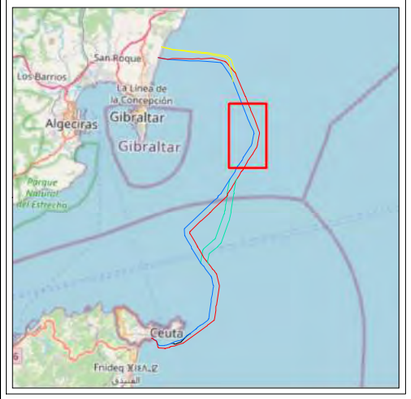
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS Y BATIMETRÍA

Nº PLANO	ESCALA
7.3	DIN A3 1:30,000
FECHA	
OCTUBRE 2021	0 125 250 500 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

BATIMETRÍA:

Isóbatas:

- Isóbatas maestras (5 m)

Modelo batimétrico (m):

-900.78 m -532.64 m 10.73 m

ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS:

Contactos detectados:

- Roca aislada
- Escombros/desechos
- Depresiones
- Pecios
- Anomalías magnéticas
- Cruces con cable submarinos existentes

Lineaciones detectadas

- Lineaciones
- Surcos
- Marcas de arrastre (Pesca)
- Cables submarinos detectados

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

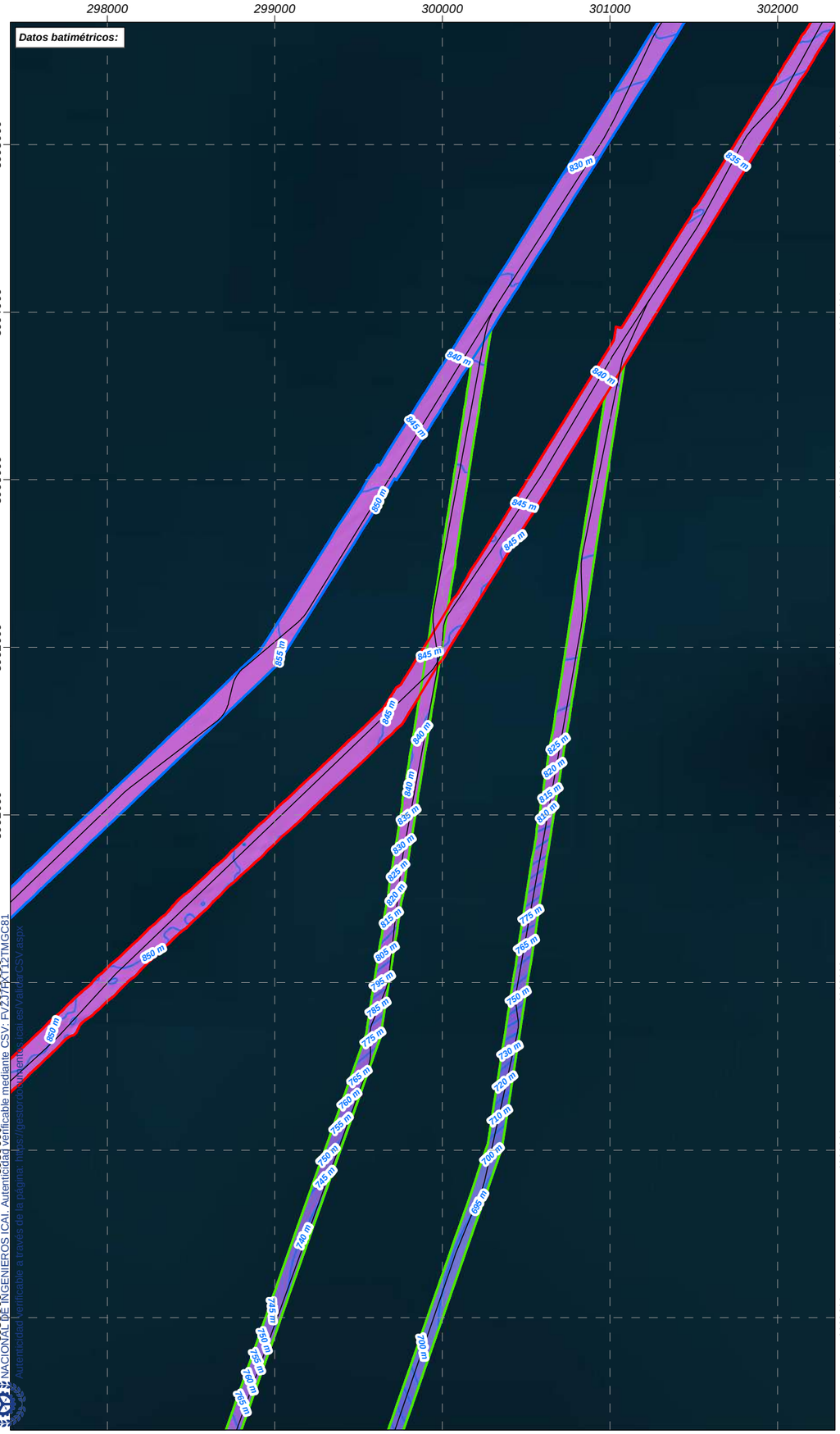
FUENTE

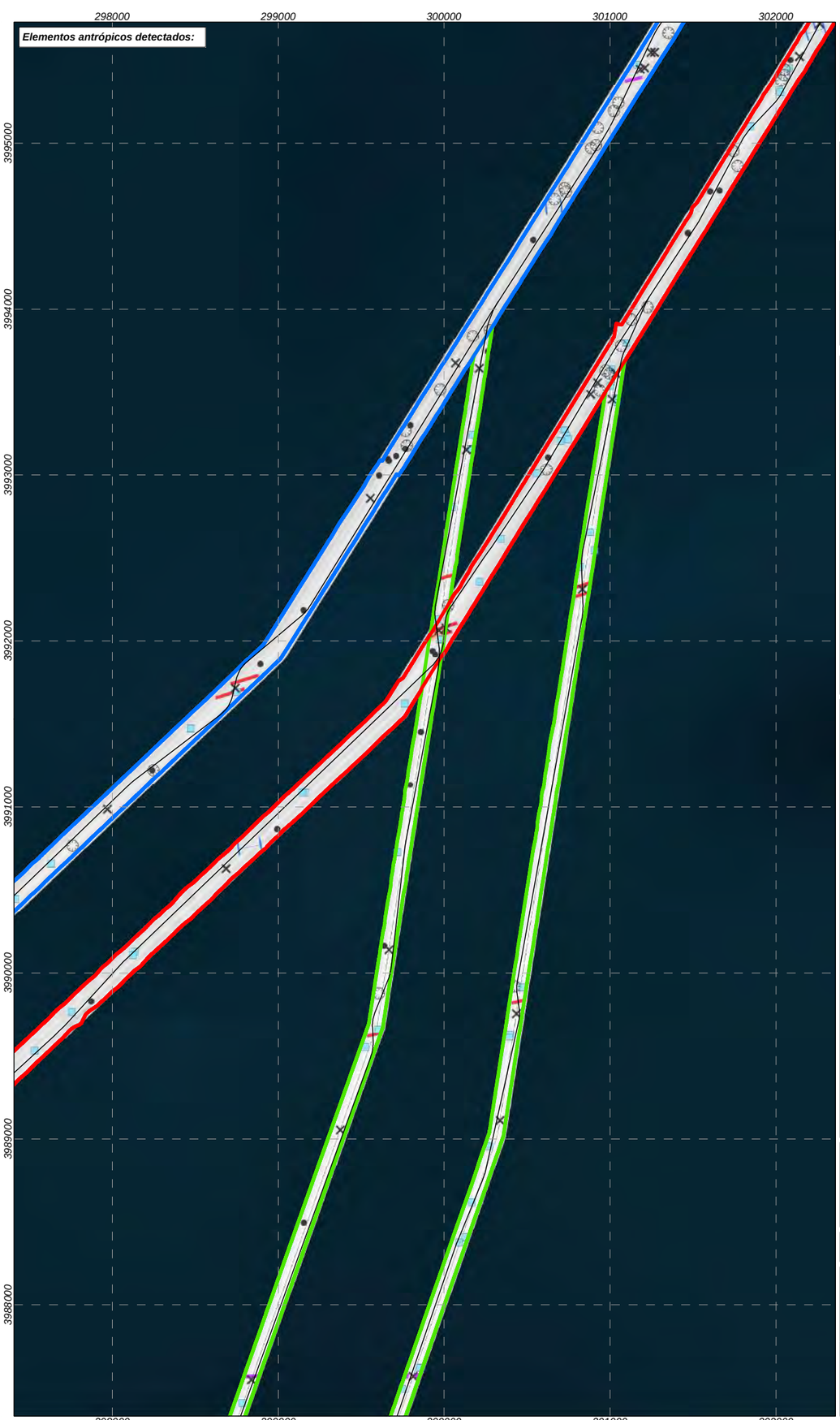
Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FYZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx





TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS Y BATIMETRÍA

Nº PLANO

7.4

FECHA

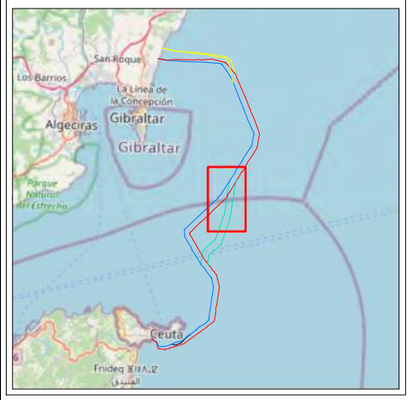
OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:30,000

0 125 250 500 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:
- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)

BATIMETRÍA:

Isóbatas:
- Isóbatas maestras (5 m)

Modelo batimétrico (m):

-900.78 m -532.64 m 10.73 m

ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS:

Contactos detectados:
- Roca aislada
- Escombros/desechos
- Depresiones
- Pecios
- Anomalías magnéticas
- Cruces con cable submarinos existentes

Lineaciones detectadas
- Lineaciones
- Surcos
- Marcas de arrastre (Pesca)
- Cables submarinos detectados

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

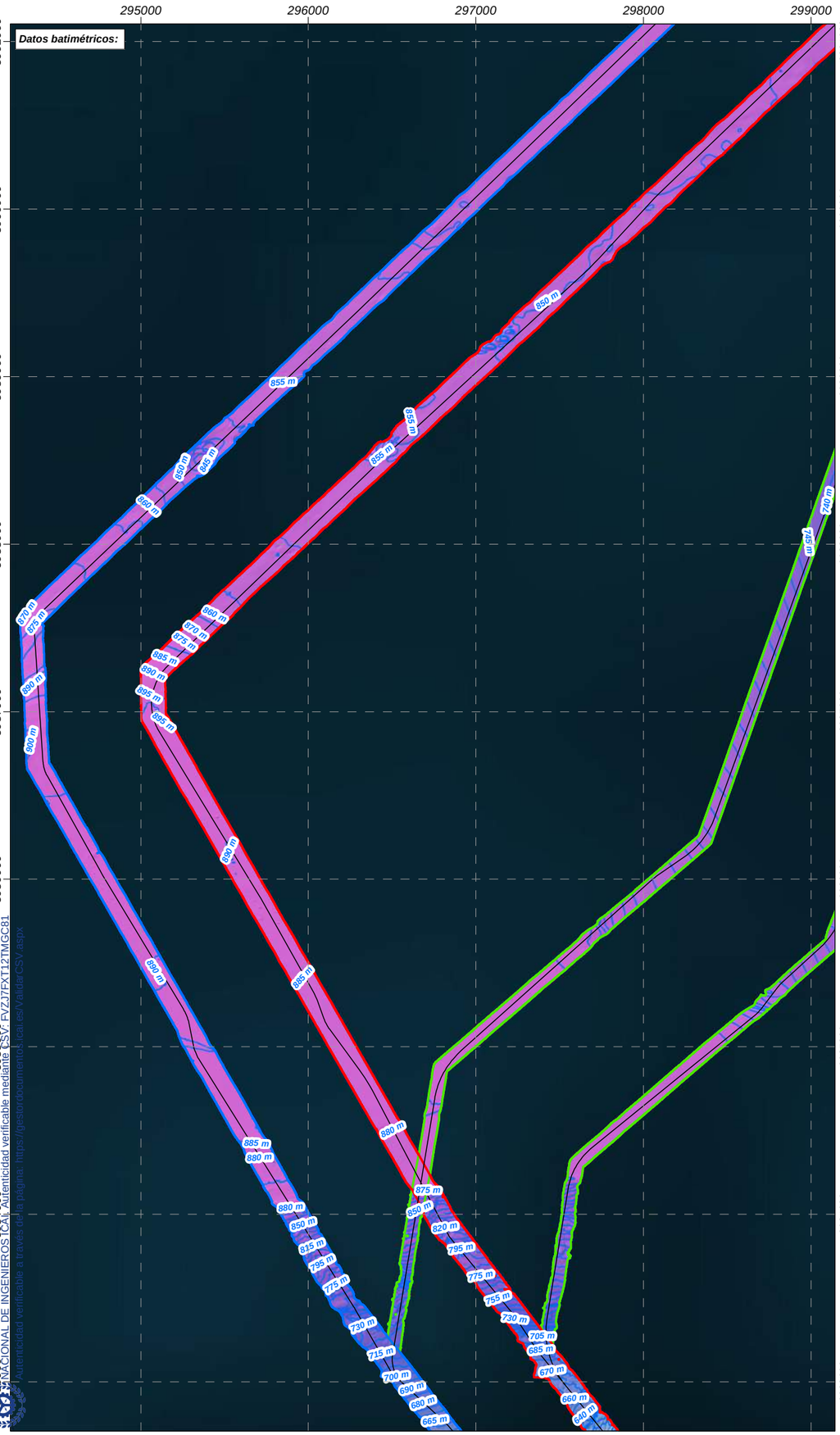
FUENTE

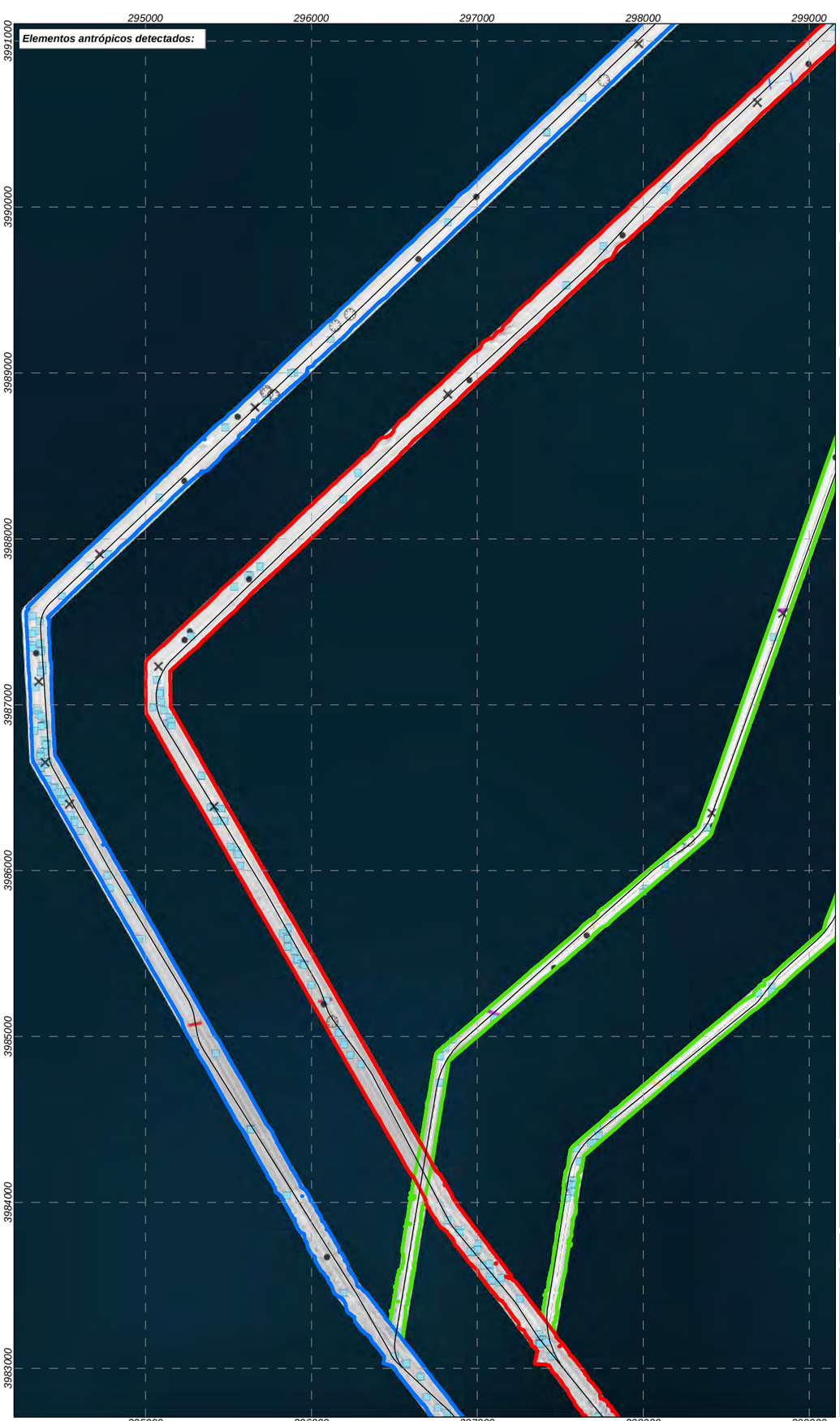
Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FV3TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestor.documentos.icai.es/validarCSV.aspx





TÍTULO DEL PROYECTO

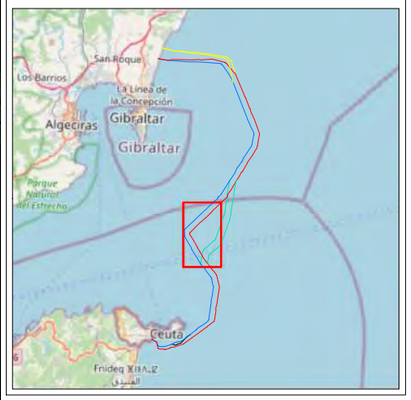
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS Y BATIMETRÍA

Nº PLANO	ESCALA
7.5	DIN A3 1:30,000
FECHA	
OCTUBRE 2021	0 125 250 500 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)

BATIMETRÍA:

Isóbatas:

- Isóbatas maestras (5 m)

Modelo batimétrico (m):

-900.78 m -532.64 m 10.73 m

ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS:

Contactos detectados:

- Roca aislada
- Escombros/desechos
- Depresiones
- Pecios
- Anomalías magnéticas
- Cruces con cable submarinos existentes

Lineaciones detectadas

- Lineaciones
- Surcos
- Marcas de arrastre (Pesca)
- Cables submarinos detectados

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

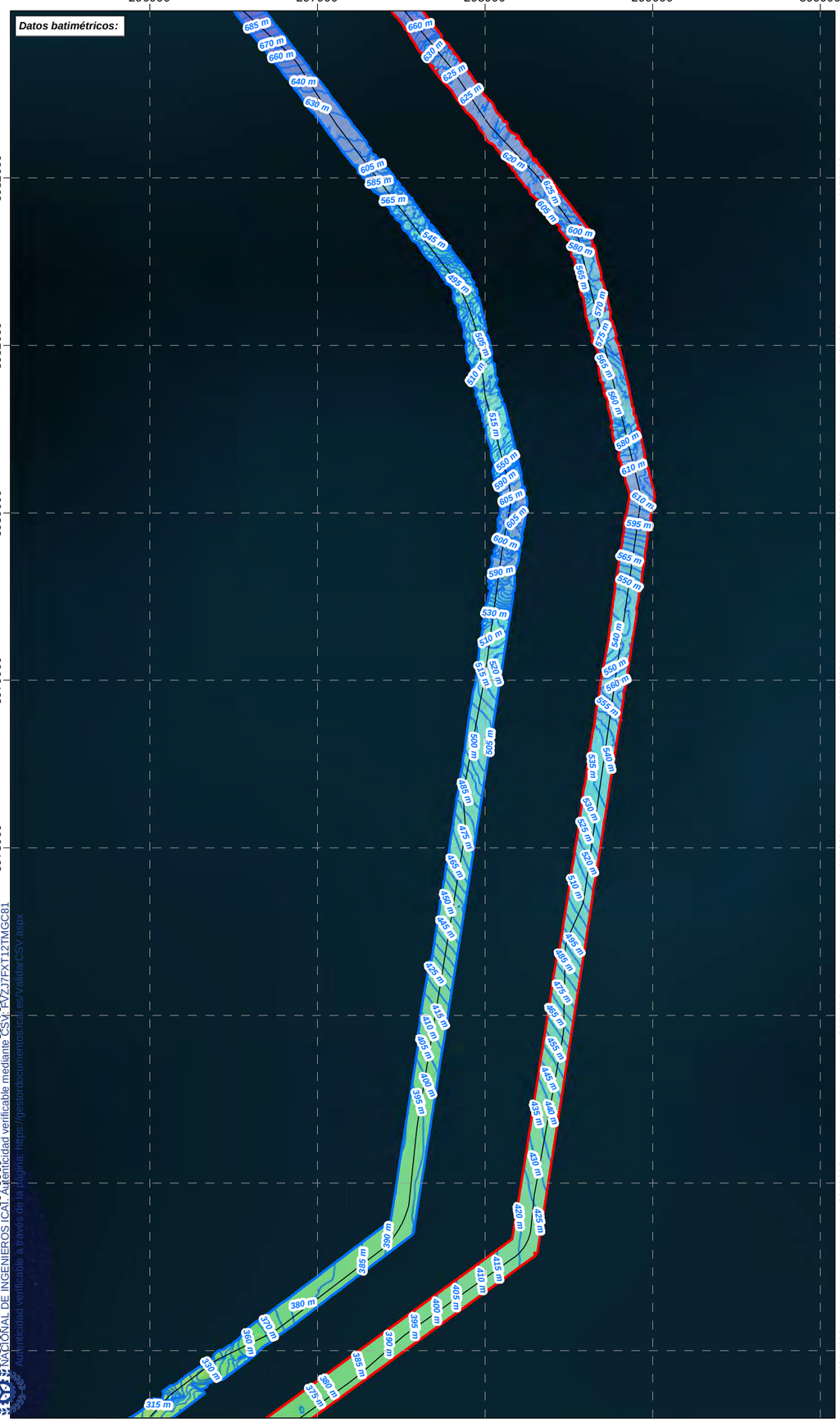
FUENTE

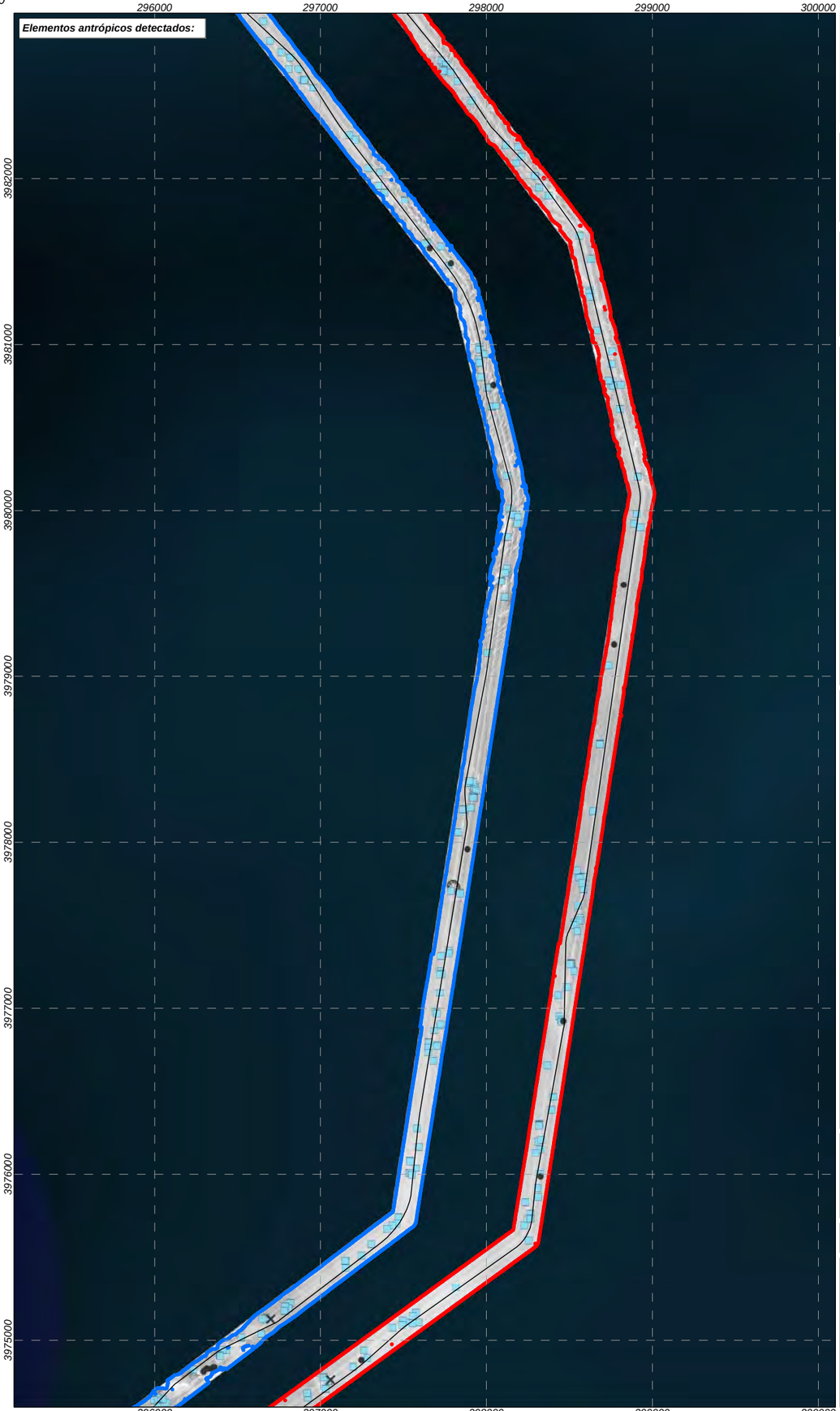
Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx





TÍTULO DEL PROYECTO

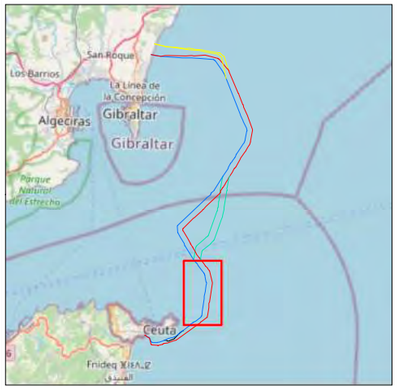
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS Y BATIMETRÍA

Nº PLANO	ESCALA
7.6	DIN A3 1:30,000
FECHA	
OCTUBRE 2021	0 125 250 500 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

BATIMETRÍA:

Isóbatas:

- Isóbatas maestras (5 m)

Modelo batimétrico (m):

-900.78 m -532.64 m 10.73 m

ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS:

Contactos detectados:

- Roca aislada
- Escombros/desechos
- Depresiones
- Pecios
- Anomalías magnéticas
- Cruces con cable submarinos existentes

Lineaciones detectadas

- Lineaciones
- Surcos
- Marcas de arrastre (Pesca)
- Cables submarinos detectados

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

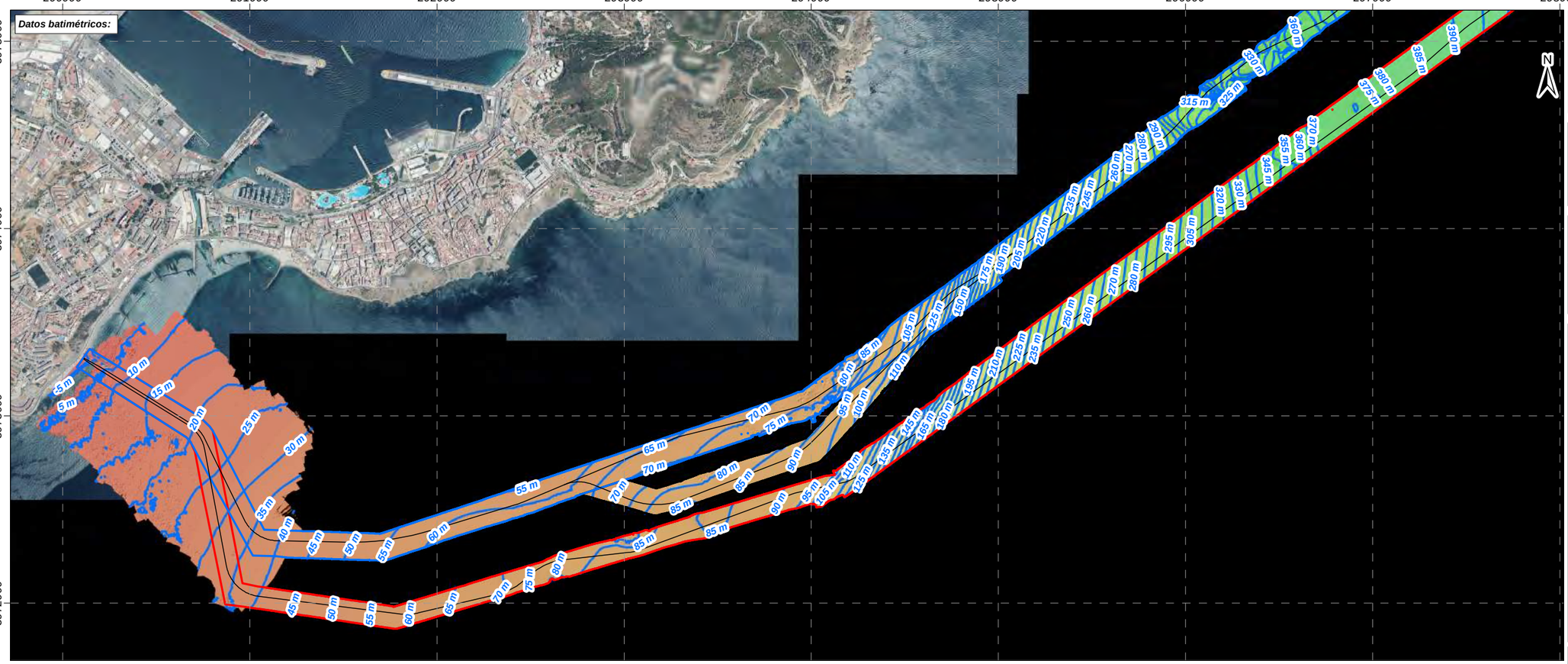
FUENTE

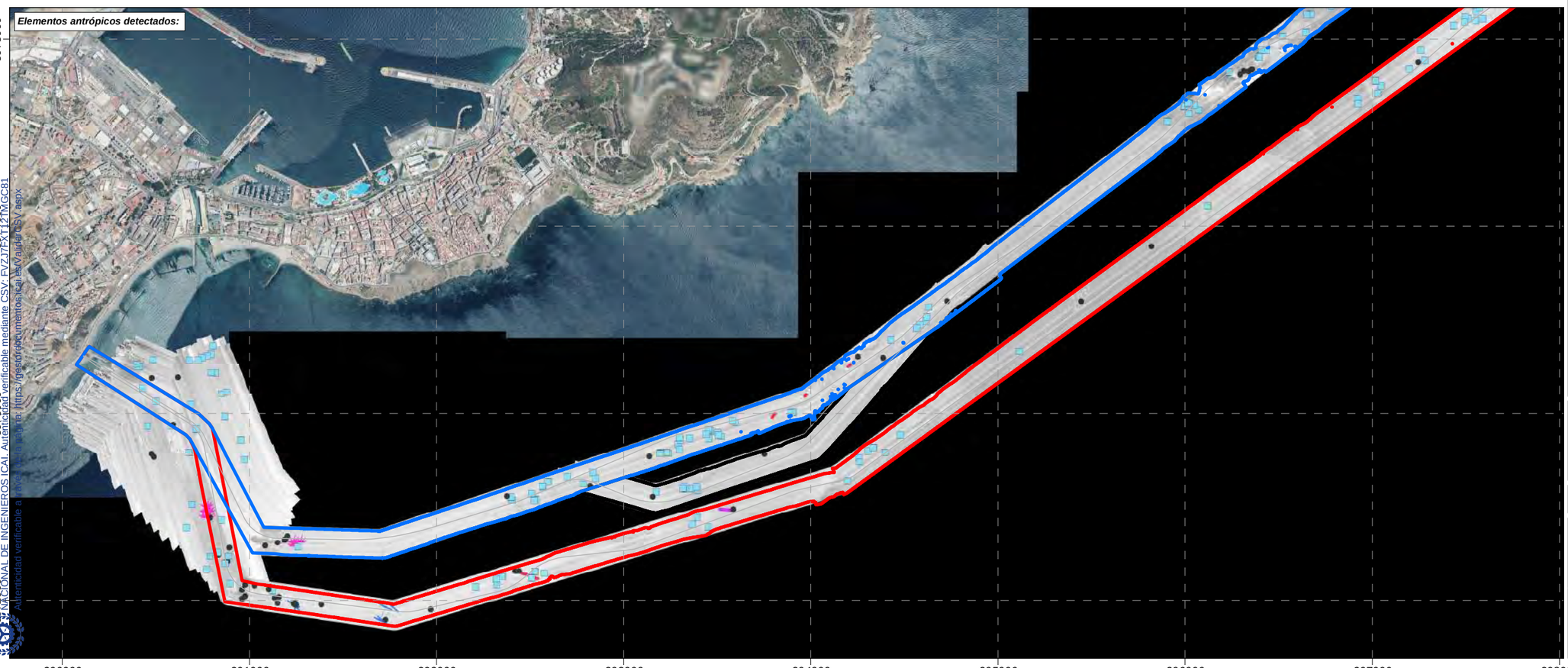
Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx





TÍTULO DEL PROYECTO

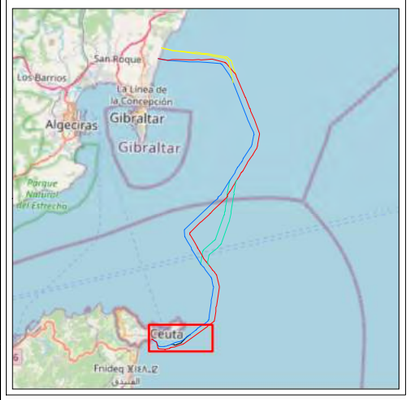
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS Y BATIMETRÍA

Nº PLANO	ESCALA
7.7	DIN A3 1:25,000
FECHA	0 125 250 500 m
OCTUBRE 2021	

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Alternativas de corredores de interconexión eléctrica:
- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto)

BATIMETRÍA:

Isóbatas:
- Isóbatas maestras (5 m)

Modelo batimétrico (m):

-900.78 m -532.64 m 10.73 m

ELEMENTOS ANTRÓPICOS DETECTADOS:

Contactos detectados:
- Roca aislada
- Escombros/desechos
- Depresiones
- Pecios
- Anomalías magnéticas
- Cruces con cable submarinos existentes

Lineaciones detectadas
- Lineaciones
- Surcos
- Marcas de arrastre (Pesca)
- Cables submarinos detectados

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2021. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZ17371000GC81
Autenticidad verificable en la sede electrónica: https://portalcolegiado.cni.es/validarCSV.aspx

291000 292000 293000 294000 295000 296000 297000 298000

4012000 4011000 4010000 4009000

Geomorfología y tipos de fondo:

Espesor de sedimento:

10 m 5 m 0 m

291000 292000 293000 294000 295000 296000 297000 298000 299000

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2021. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FX1Q1TIOC81
Autenticidad Verificable en la página: https://appsvisados.cni.es/verificadorVisados/ con CSV: FVZJ7FX1Q1TIOC81

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
GEOMORFOLOGÍA Y ESPESOR DE SEDIMENTO

Nº PLANO

8.1

ESCALA

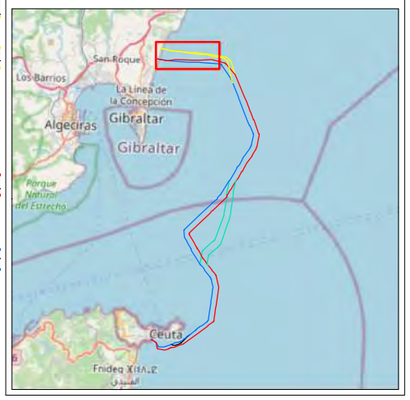
DIN A3 1:25,000

0 125 250 500 m

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:
- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)

GEOMORFOLOGÍA:
- Ripples (F-01)
- Megaripples (F-03)
- Sand waves (F-04)
- Rocas ocasionales (F-05)
- Rocas numerosas (F-06)
- Área con marcas de arrastre (F-09)
- Lineación de corrientes (F-10)
- Área con gravas (F-17)
- Área con depresiones (F-21)
- Depósitos de Transporte de Masas (F)

Sedimento primario - Tipo de fondo:
- Arcillas (G-01)
- Arenas (G-03)
- Arenas gravosas a gravas arenosas (G-04)
- Sustrato rocoso (G-09)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Afloramientos rocosos):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Sustrato rocoso):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallès
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

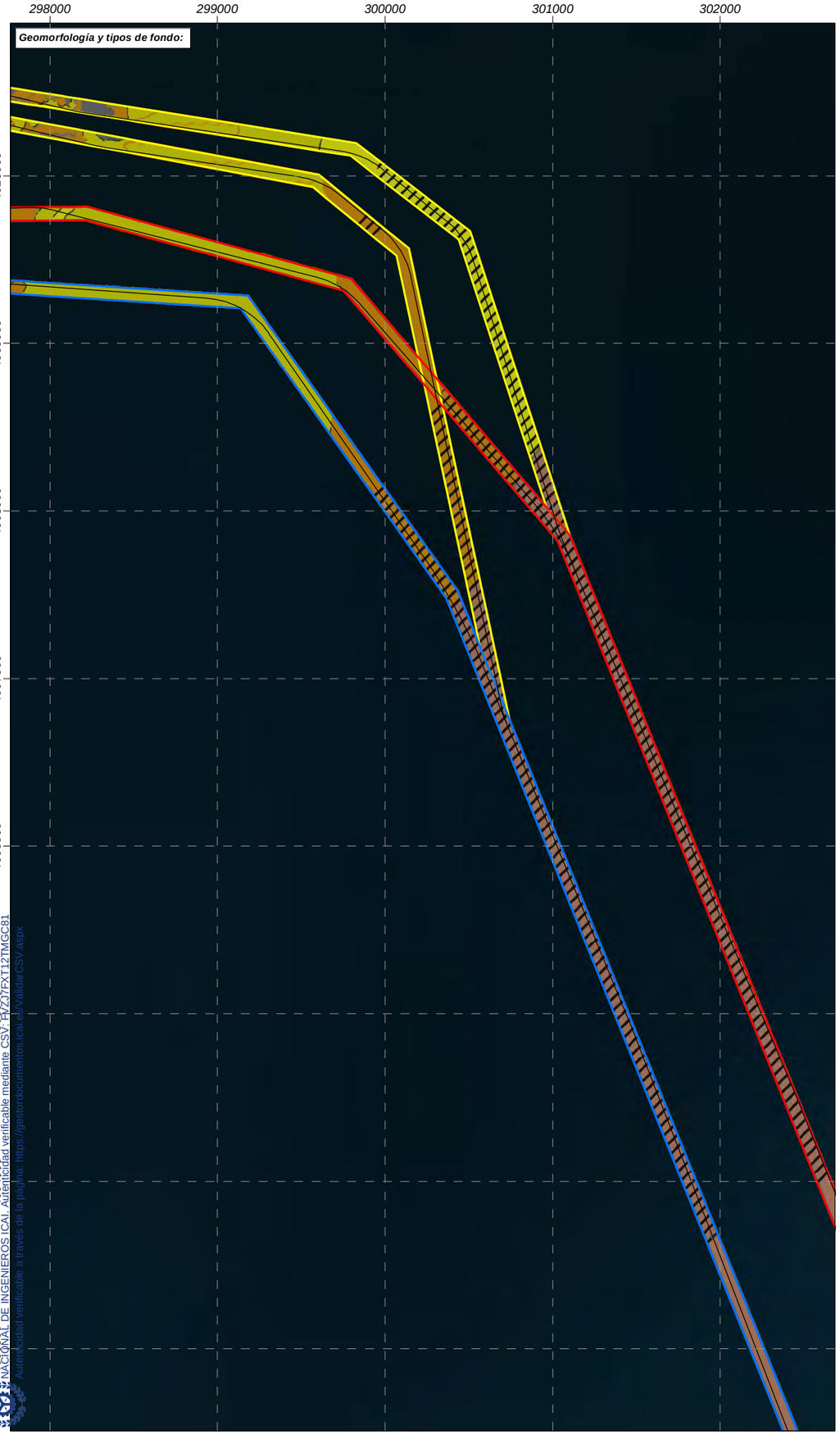
Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

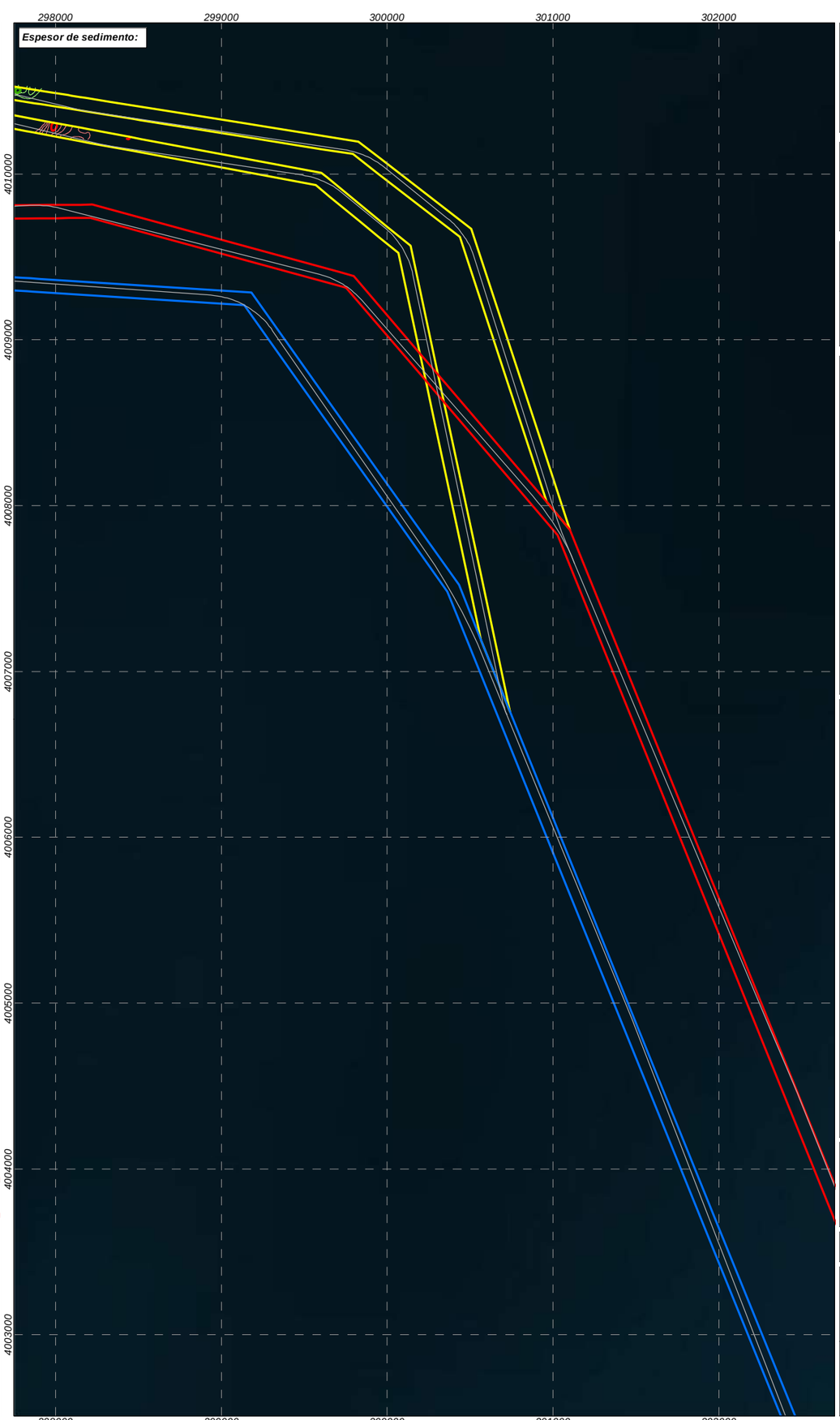
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA





TÍTULO DEL PROYECTO

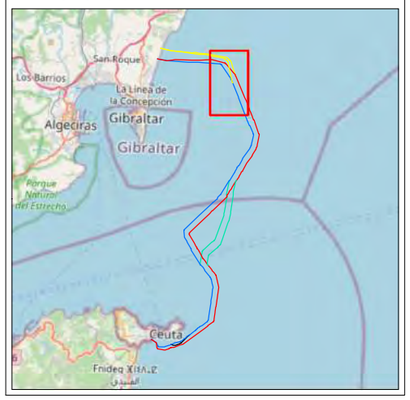
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
GEOMORFOLOGÍA Y ESPESOR DE SEDIMENTO

Nº PLANO	ESCALA
8.2	DIN A3 1:30,000
FECHA	
OCTUBRE 2021	0 125 250 500 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:
- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)

GEOMORFOLOGÍA:
- Ripples (F-01)
- Megaripples (F-03)
- Sand waves (F-04)
- Rocas ocasionales (F-05)
- Rocas numerosas (F-06)
- Área con marcas de arrastre (F-09)
- Lineación de corrientes (F-10)
- Área con gravas (F-17)
- Área con depresiones (F-21)
- Depósitos de Transporte de Masas (F)

Sedimento primario - Tipo de fondo:
- Arcillas (G-01)
- Arenas (G-03)
- Arenas gravosas a gravas arenosas (G-04)
- Sustrato rocoso (G-09)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Afloramientos rocosos):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Sustrato rocoso):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

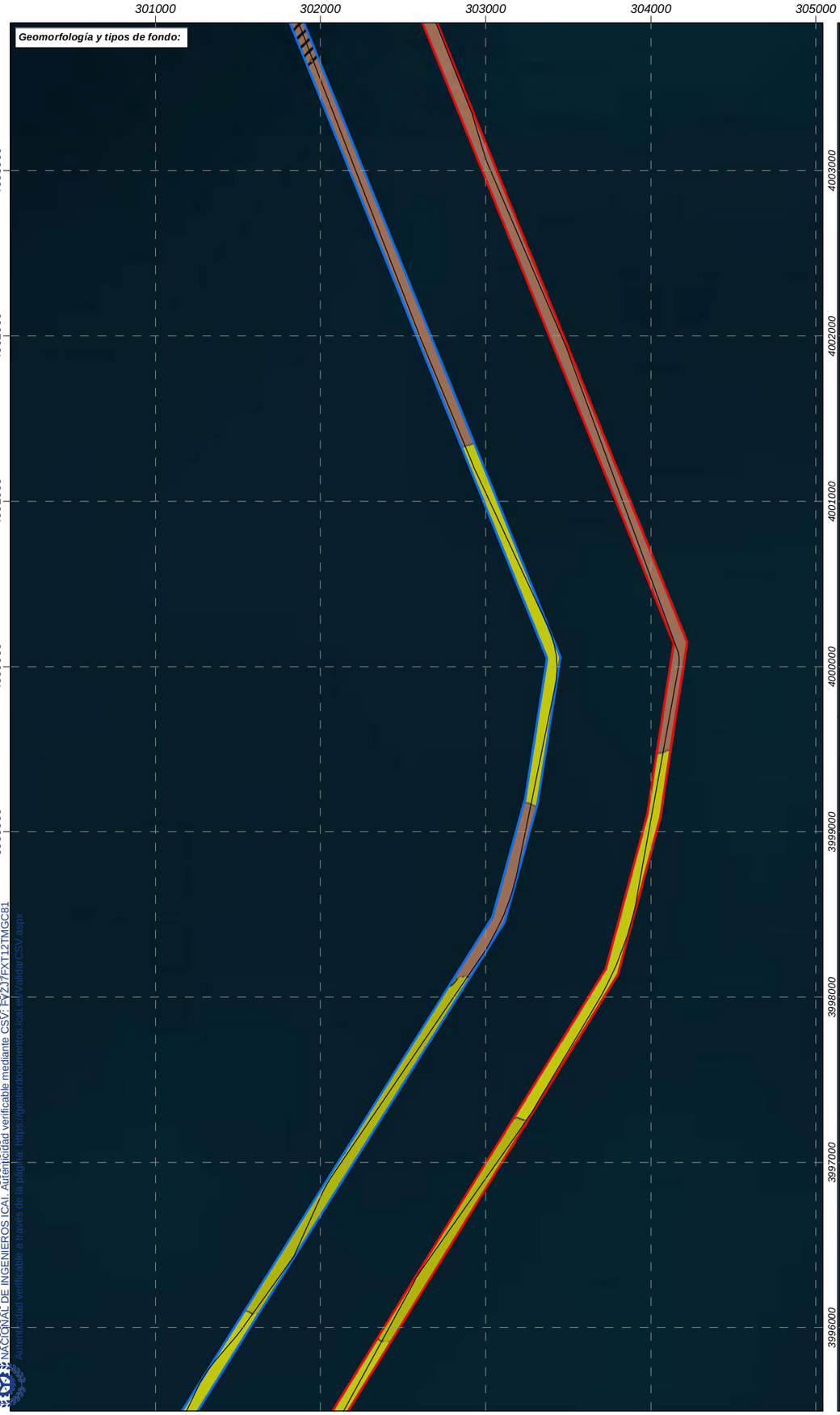
FUENTE

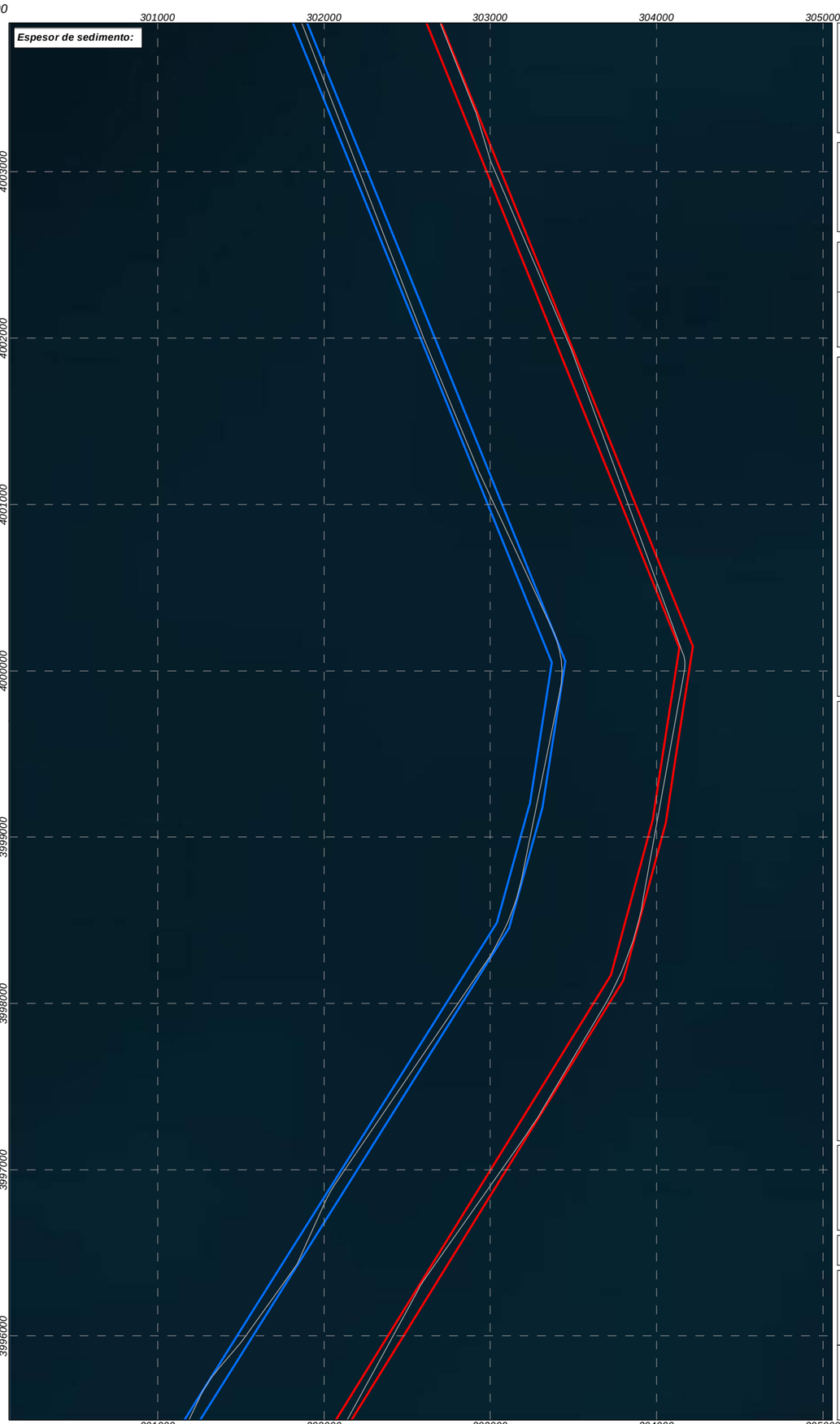
Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx





TÍTULO DEL PROYECTO

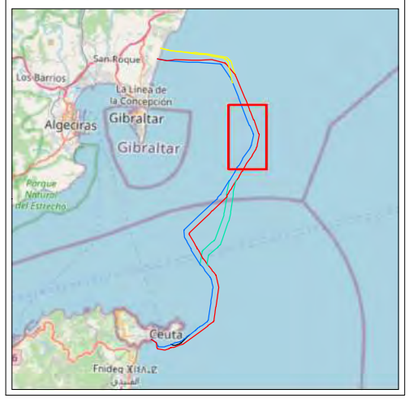
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
GEOMORFOLOGÍA Y ESPESOR DE SEDIMENTO

Nº PLANO	ESCALA
8.3	DIN A3 1:30,000
FECHA	0 125 250 500 m
OCTUBRE 2021	

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:
- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

GEOMORFOLOGÍA:
- Ripples (F-01)
- Megaripples (F-03)
- Sand waves (F-04)
- Rocas ocasionales (F-05)
- Rocas numerosas (F-06)
- Área con marcas de arrastre (F-09)
- Lineación de corrientes (F-10)
- Área con gravas (F-17)
- Área con depresiones (F-21)
- Depósitos de Transporte de Masas (F)

Sedimento primario - Tipo de fondo:
- Arcillas (G-01)
- Arenas (G-03)
- Arenas gravosas a gravas arenosas (G-04)
- Sustrato rocoso (G-09)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Afloramientos rocosos):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Sustrato rocoso):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

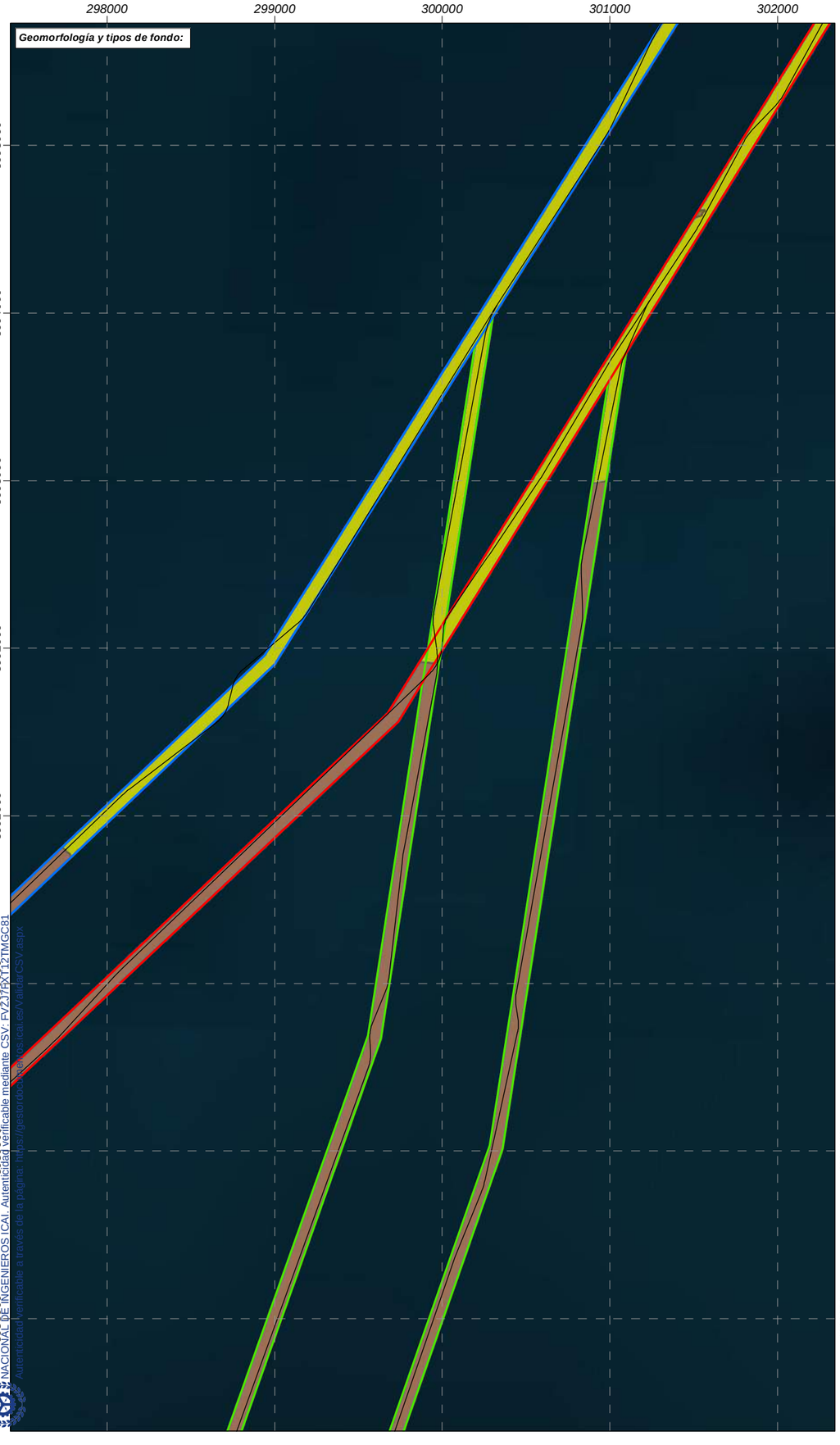
FUENTE

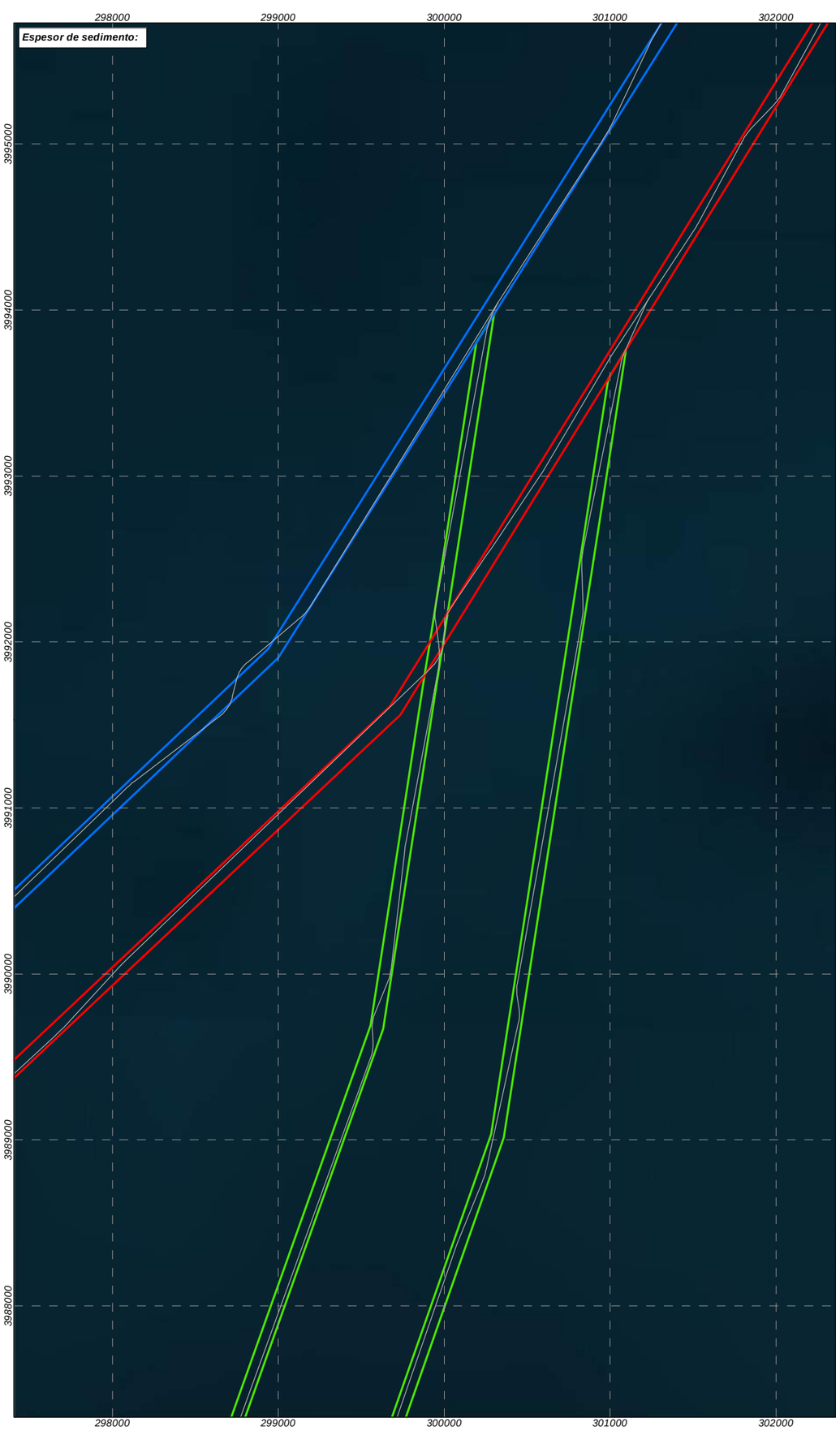
Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
VISADO nº: 0647/21. Fecha: 30/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: 5QJFEXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/validarCSV.aspx





TÍTULO DEL PROYECTO

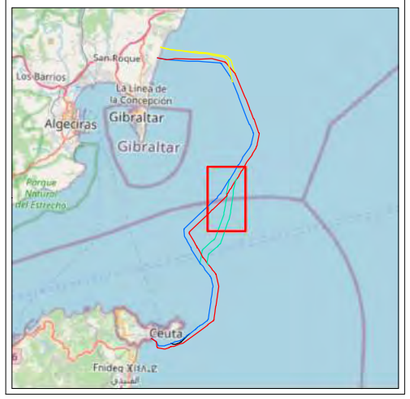
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
GEOMORFOLOGÍA Y ESPESOR DE SEDIMENTO

Nº PLANO	ESCALA
8.4	DIN A3 1:30,000
FECHA	
OCTUBRE 2021	0 125 250 500 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:
- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)

GEOMORFOLOGÍA:
- Ripples (F-01)
- Megaripples (F-03)
- Sand waves (F-04)
- Rocas ocasionales (F-05)
- Rocas numerosas (F-06)
- Área con marcas de arrastre (F-09)
- Lineación de corrientes (F-10)
- Área con gravas (F-17)
- Área con depresiones (F-21)
- Depósitos de Transporte de Masas (F)

Sedimento primario - Tipo de fondo:
- Arcillas (G-01)
- Arenas (G-03)
- Arenas gravosas a gravas arenosas (G-04)
- Sustrato rocoso (G-09)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Afloramientos rocosos):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Sustrato rocoso):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

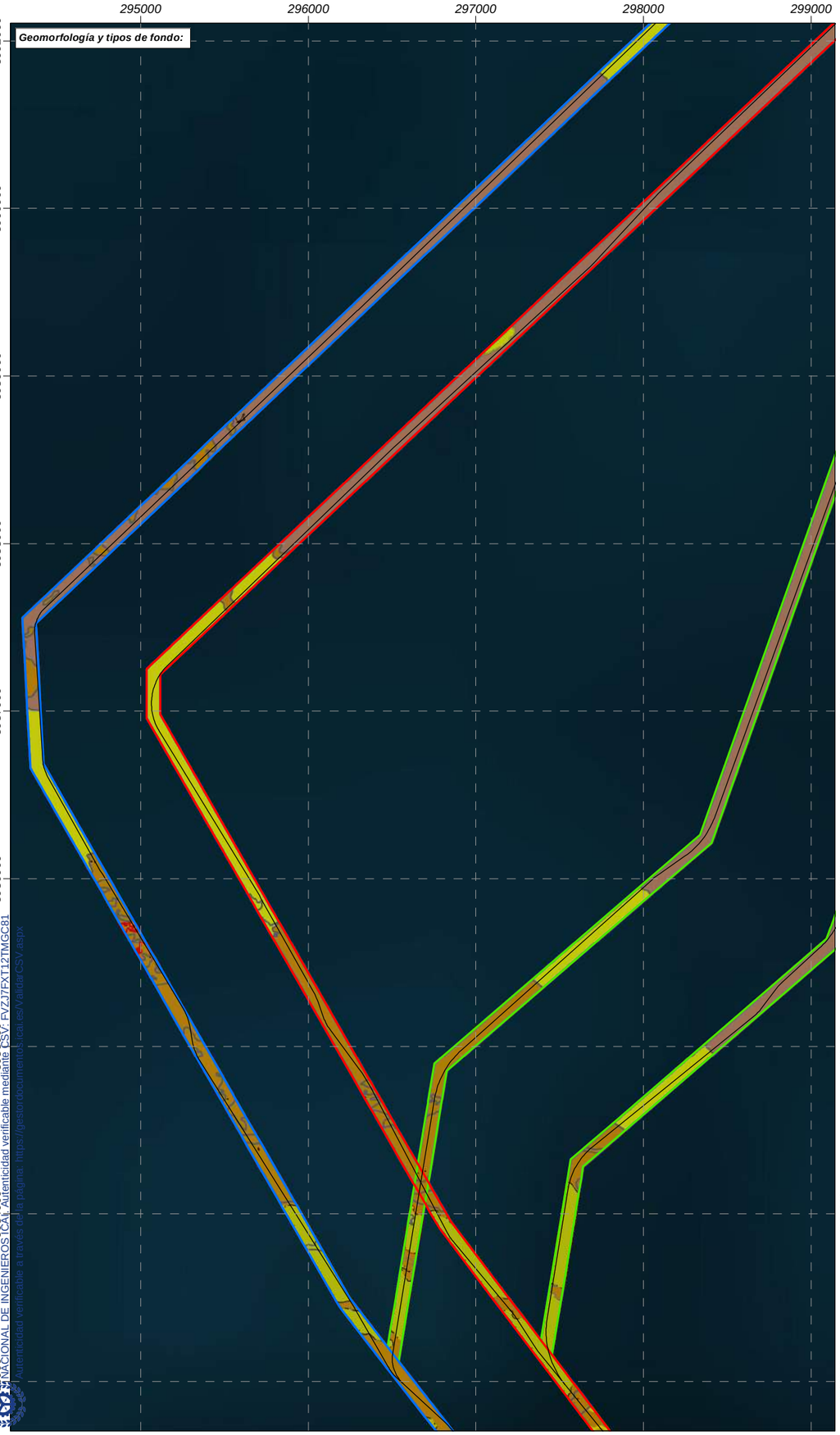
FUENTE

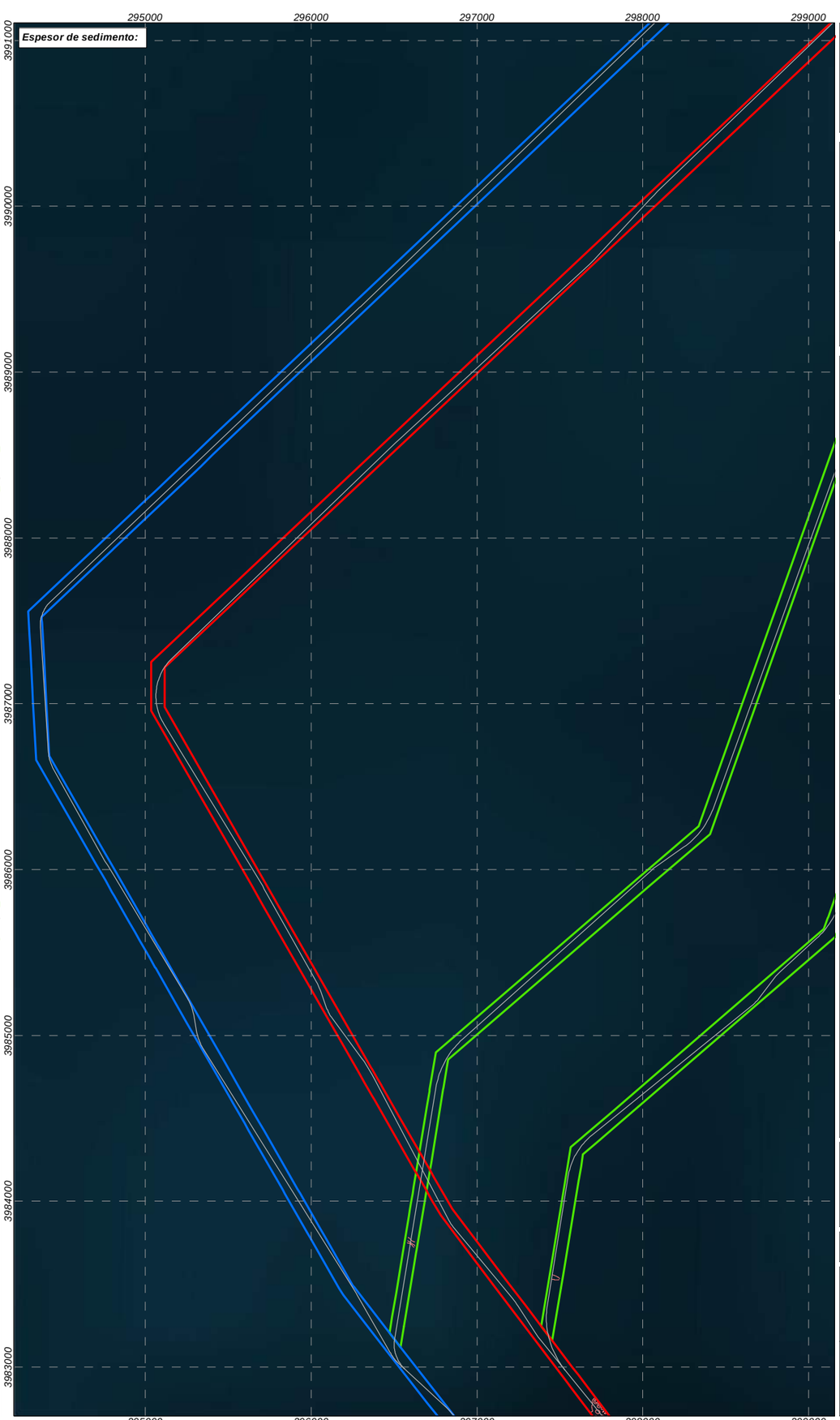
Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7HXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

TÍTULO DEL PROYECTO

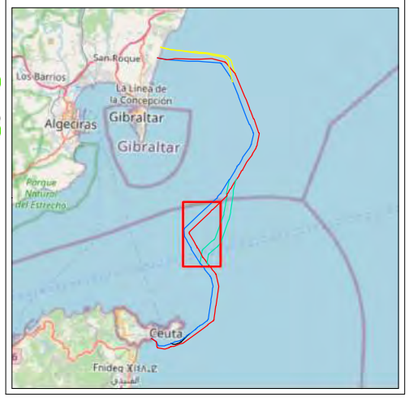
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
GEOMORFOLOGÍA Y ESPESOR DE SEDIMENTO

Nº PLANO	ESCALA
8.5	DIN A3 1:30,000
FECHA	
OCTUBRE 2021	0 125 250 500 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:
- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)

GEOMORFOLOGÍA:
- Ripples (F-01)
- Megaripples (F-03)
- Sand waves (F-04)
- Rocas ocasionales (F-05)
- Rocas numerosas (F-06)
- Área con marcas de arrastre (F-09)
- Lineación de corrientes (F-10)
- Área con gravas (F-17)
- Área con depresiones (F-21)
- Depósitos de Transporte de Masas (F)

Sedimento primario - Tipo de fondo:
- Arcillas (G-01)
- Arenas (G-03)
- Arenas gravosas a gravas arenosas (G-04)
- Sustrato rocoso (G-09)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Afloramientos rocosos):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Sustrato rocoso):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

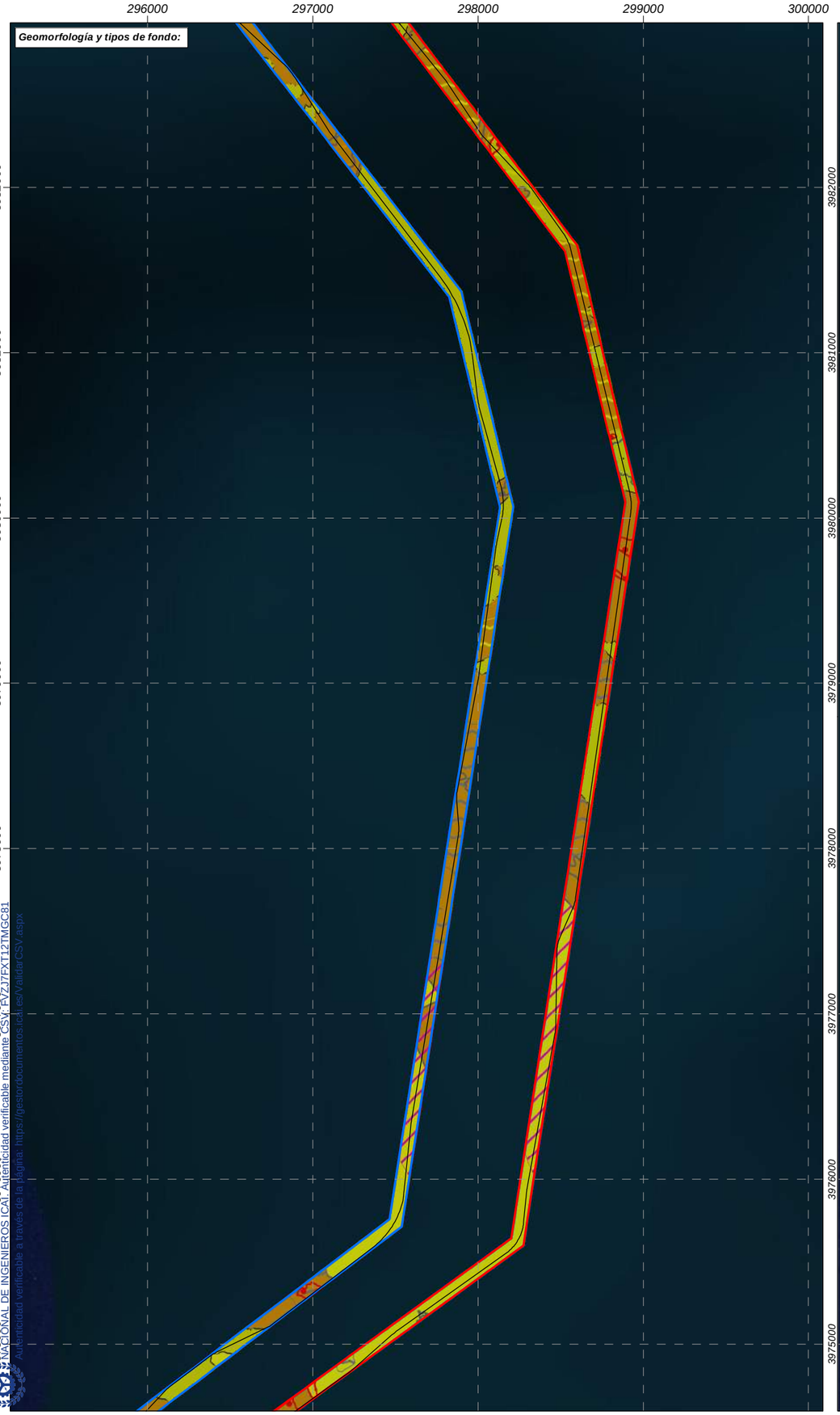
Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

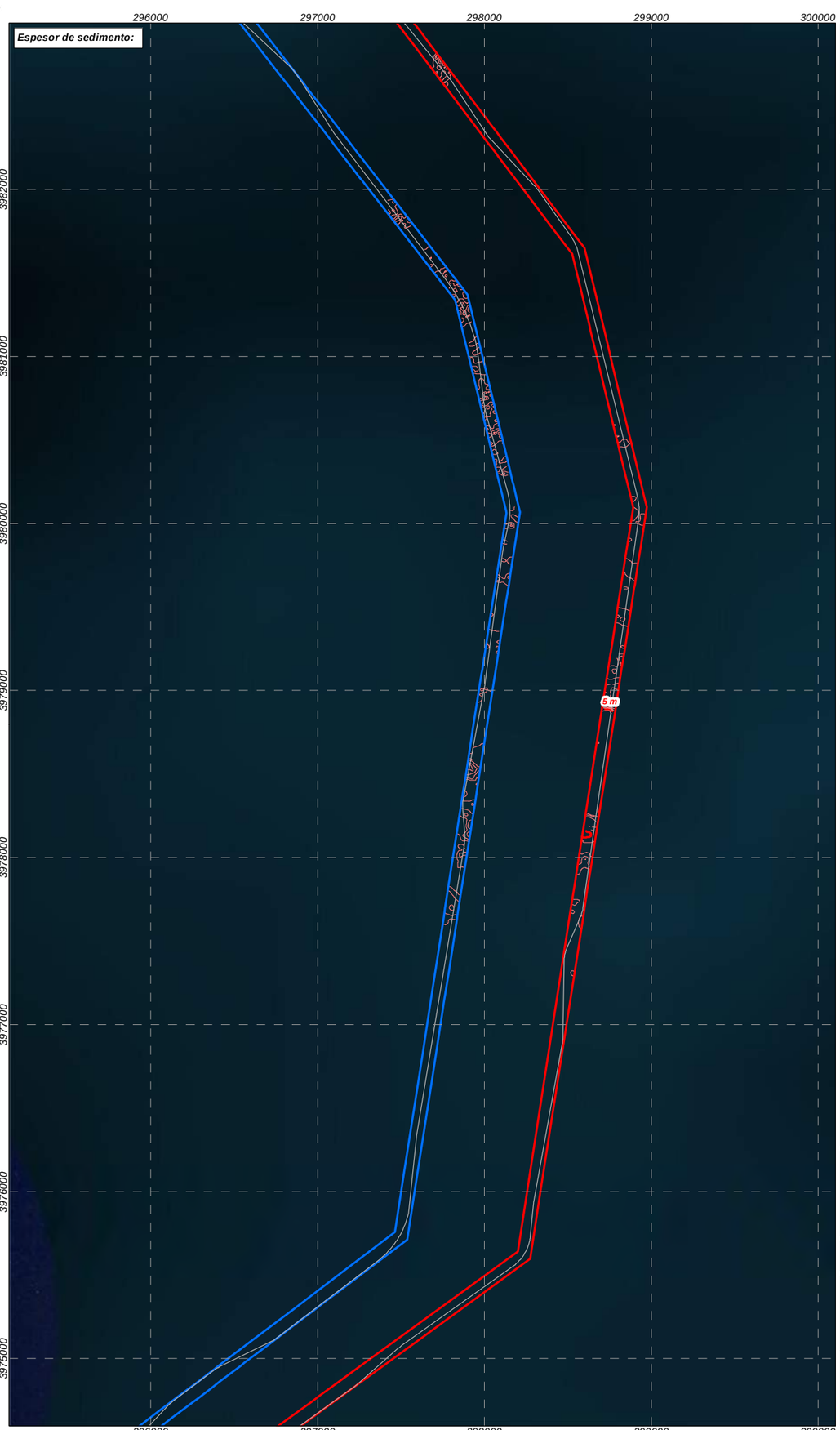
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA





TÍTULO DEL PROYECTO

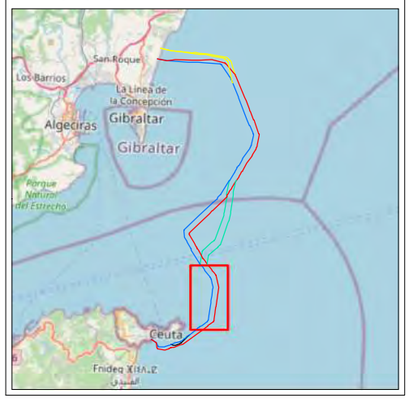
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
GEOMORFOLOGÍA Y ESPESOR DE SEDIMENTO

Nº PLANO	ESCALA
8.6	DIN A3 1:30,000
FECHA	
OCTUBRE 2021	0 125 250 500 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:
- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

GEOMORFOLOGÍA:
- Ripples (F-01)
- Megaripples (F-03)
- Sand waves (F-04)
- Rocas ocasionales (F-05)
- Rocas numerosas (F-06)
- Área con marcas de arrastre (F-09)
- Lineación de corrientes (F-10)
- Área con gravas (F-17)
- Área con depresiones (F-21)
- Depósitos de Transporte de Masas (F)

Sedimento primario - Tipo de fondo:
- Arcillas (G-01)
- Arenas (G-03)
- Arenas gravosas a gravas arenosas (G-04)
- Sustrato rocoso (G-09)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Afloramientos rocosos):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Sustrato rocoso):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

290000 291000 292000 293000 294000 295000 296000 297000 298000

3975000 3974000 3973000 3972000

Geomorfología y tipos de fondo:

Espesor de sedimento:

0 m 5 m

TÍTULO DEL PROYECTO

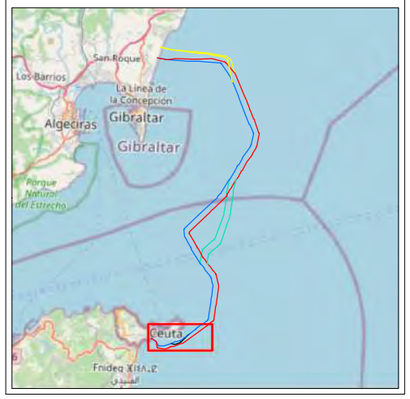
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAMPAÑA
DE GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA REALIZADA POR MMT
GEOMORFOLOGÍA Y ESPESOR DE SEDIMENTO

Nº PLANO	ESCALA
8.7	DIN A3 1:25,000
FECHA	0 125 250 500 m
MARZO 2021	

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Corredores de interconexión eléctrica:
- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto)

GEOMORFOLOGÍA:
- Ripples (F-01)
- Megaripples (F-03)
- Sand waves (F-04)
- Rocas ocasionales (F-05)
- Rocas numerosas (F-06)
- Área con marcas de arrastre (F-09)
- Lineación de corrientes (F-10)
- Área con gravas (F-17)
- Área con depresiones (F-21)
- Depósitos de Transporte de Masas (F)

Sedimento primario - Tipo de fondo:
- Arcillas (G-01)
- Arenas (G-03)
- Arenas gravosas a gravas arenosas (G-04)
- Sustrato rocoso (G-09)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Afloramientos rocosos):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

ESPESOR DE SEDIMENTO (Sustrato rocoso):
- Isopacas (5 m)
- Isopacas (1 m)

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

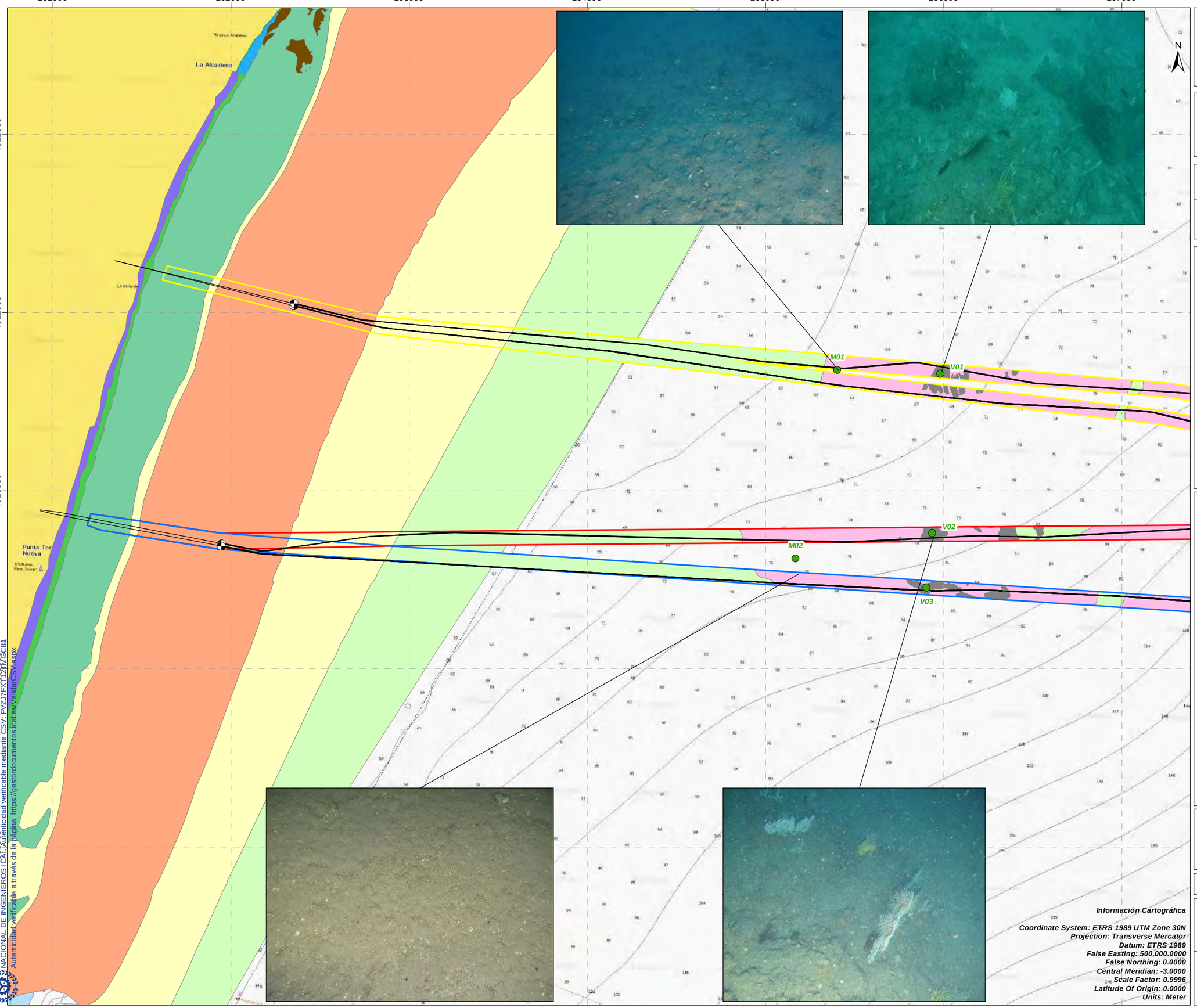
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019)

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2021. Firmado electrónicamente por el COLEGIADO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7374100GC81
Autenticidad verificable en la sede electrónica (https://geoinformes.ciccp.es/validarCSV.aspx)



Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

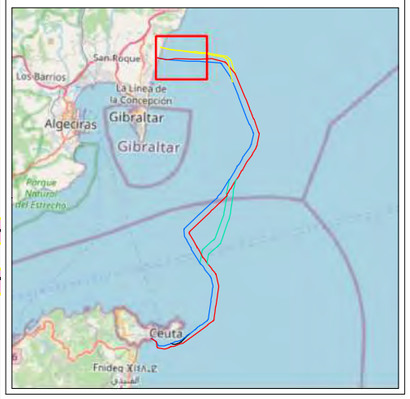
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

CLASIFICACIÓN EUNIS DE TIPOLOGÍAS DE FONDO Y AFECCIÓN

Nº PLANO	ESCALA
9.1	DIN A3 1:20,000
FECHA	0 125 250 500 m
OCTUBRE 2021	

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Puntos Perforación Horizontal Dirigida (PHD)
- Área de afección para cada alternativa

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)

Comunidades marinas naturales:

Código y descripción - Hábitats EUNIS 2019:

- MB1: Roca infralitoral
- MA551: Arenas supralitorales mediterráneas
- MA552: Arenas mediolitorales mediterráneas
- MB551: Biocenosis de arenas finas mediterráneas de superfície
- MB552+MB45: Arenas finas bien calibradas mediterráneas con sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MB552: Arenas finas bien calibradas mediterráneas
- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

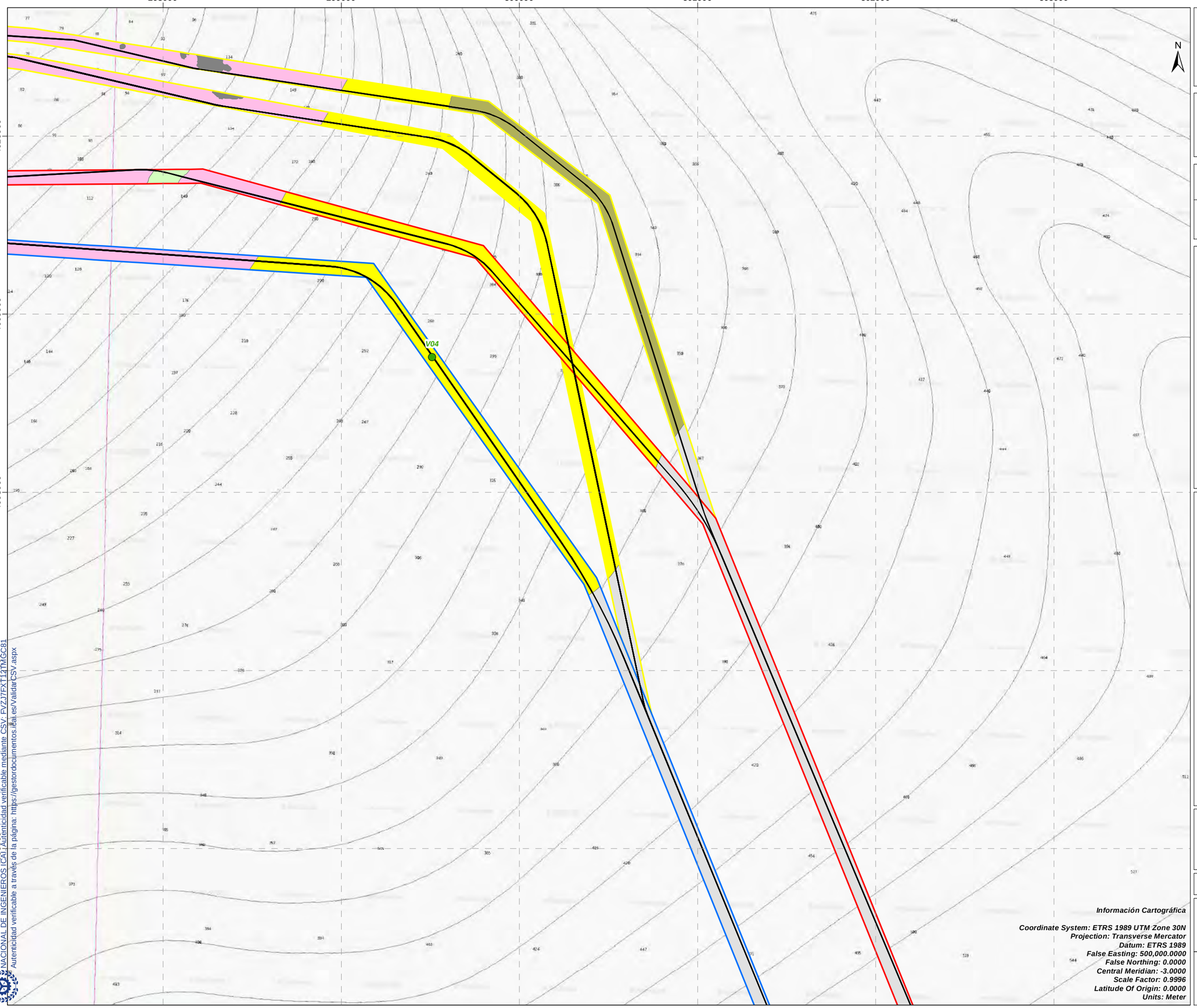
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12IIMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

CLASIFICACIÓN EUNIS DE TIPOLOGÍAS DE FONDO Y AFECCIÓN

Nº PLANO

9.2

ESCALA

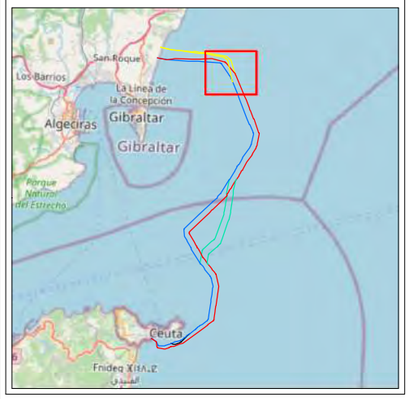
DIN A3 1:20,000

0 125 250 500 m

FECHA

MARZO 2021

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Área de afección para cada alternativa

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)

Comunidades marinas naturales:

Código y descripción - Hábitats EUNIS 2019:

- ME55: Arenas del batial superior
- MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos
- ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo
- ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

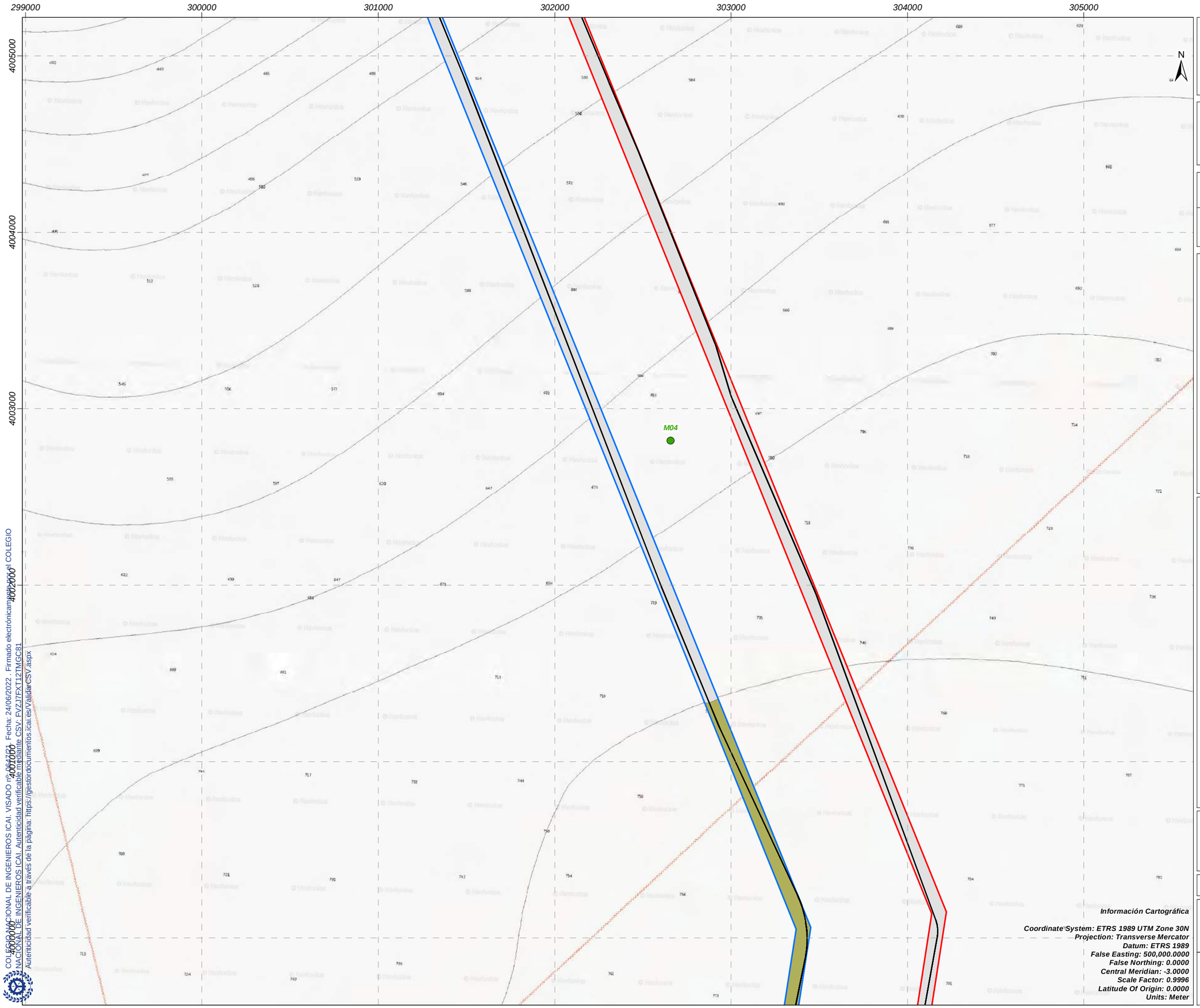
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

CLASIFICACIÓN EUNIS DE TIPOLOGÍAS DE FONDO Y AFECCIÓN

Nº PLANO

9.3

ESCALA

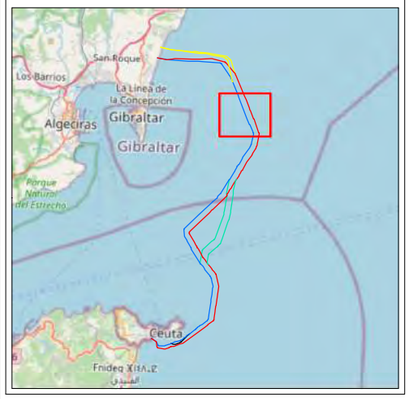
DIN A3 1:20,000

0 125 250 500 m

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Área de afección para cada alternativa

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

Comunidades marinas naturales:

Código y descripción - Hábitats EUNIS 2019:

- ME55: Arenas del batial superior mediterráneo
- ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

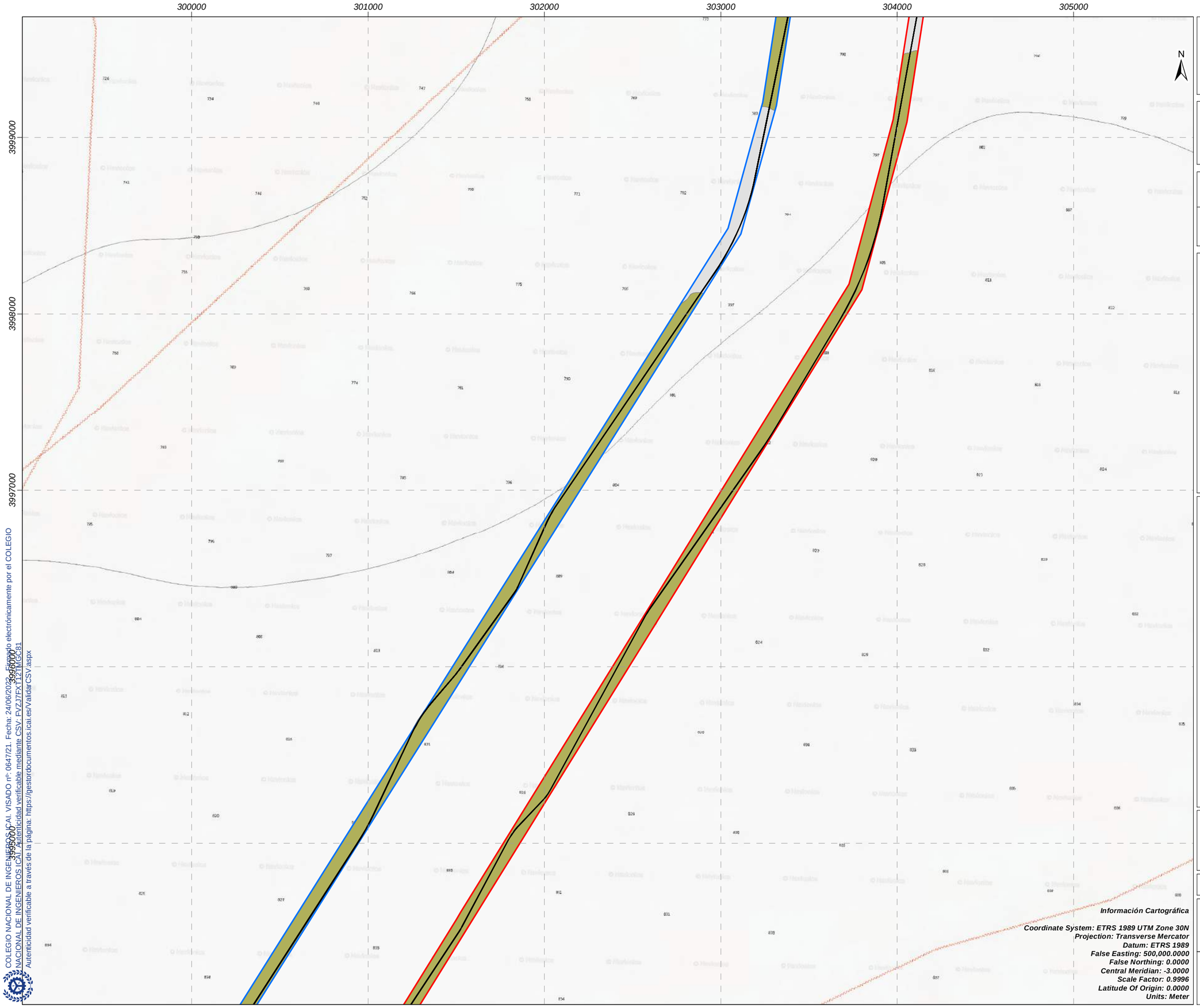
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

CLASIFICACIÓN EUNIS DE TIPOLOGÍAS DE FONDO Y AFECCIÓN

Nº PLANO

9.4

ESCALA

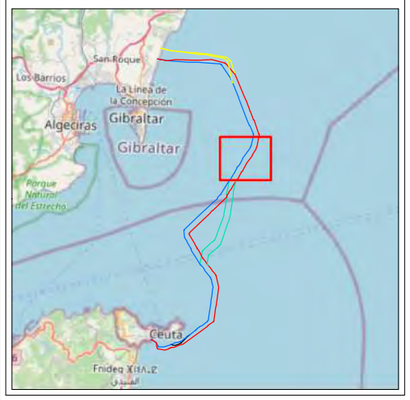
DIN A3 1:20,000

0 125 250 500 m

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

Área de afección para cada alternativa

Corredores de interconexión eléctrica:

East (Solución del proyecto para el cable Este)

West (Solución del proyecto para el cable Oeste)

Comunidades marinas naturales:

Código y descripción - Hábitats EUNIS 2019:

ME55: Arenas del batial superior mediterráneo

ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

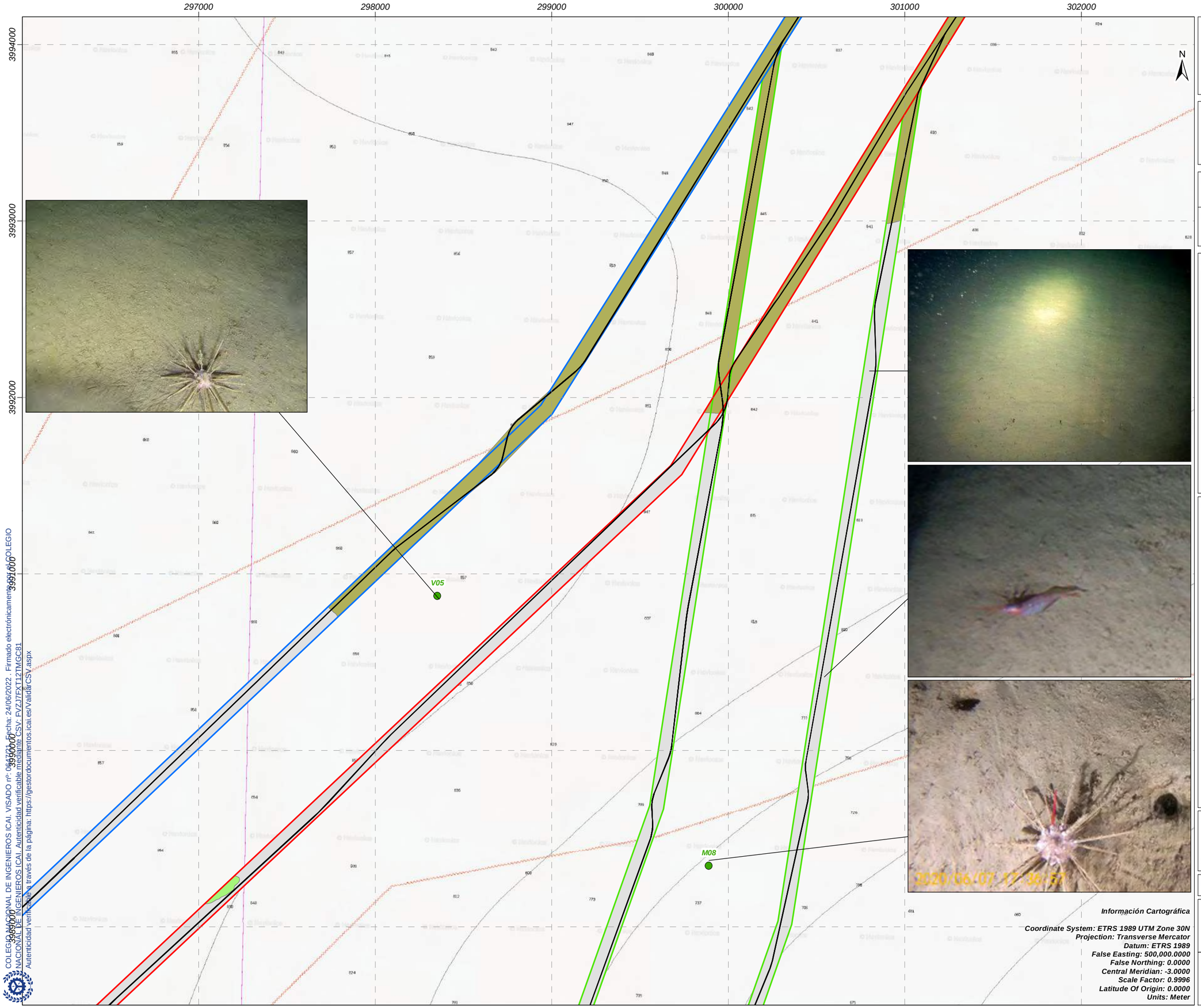
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 06/47/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

CLASIFICACIÓN EUNIS DE TIPOLOGÍAS DE FONDO Y AFECCIÓN

Nº PLANO

9.5

ESCALA

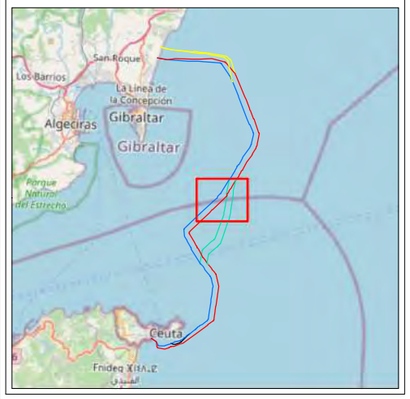
DIN A3 1:20,000

0 125 250 500 m

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Área de afección para cada alternativa

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)

Comunidades marinas naturales:

Código y descripción - Hábitats EUNIS 2019:

- ME55: Arenas del batial superior mediterráneo
- ME451: Biocenosis de los fangos del batial superior caracterizados por sedimentos mixtos
- ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

295000 296000 297000 298000 299000 300000

3989000 3988000 3987000 3986000

M09

N

TÍTULO DEL PROYECTO

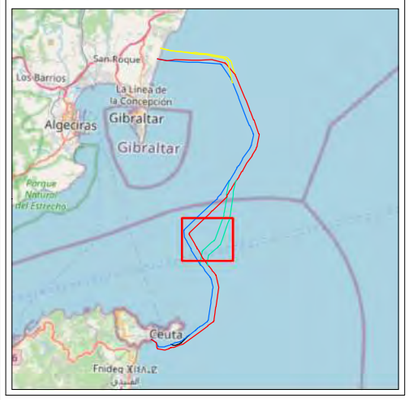
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

CLASIFICACIÓN EUNIS DE TIPOLOGÍAS DE FONDO Y AFECCIÓN

Nº PLANO	ESCALA
9.6	DIN A3 1:20,000
FECHA	0 125 250 500 m
OCTUBRE 2021	

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Área de afección para cada alternativa

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)

Comunidades marinas naturales:

Código y descripción - Hábitats EUNIS 2019:

- ME35: Sedimento grueso del batial superior mediterráneo
- ME451: Biocenosis de los fangos del batial superior caracterizados por sedimentos mixtos
- ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

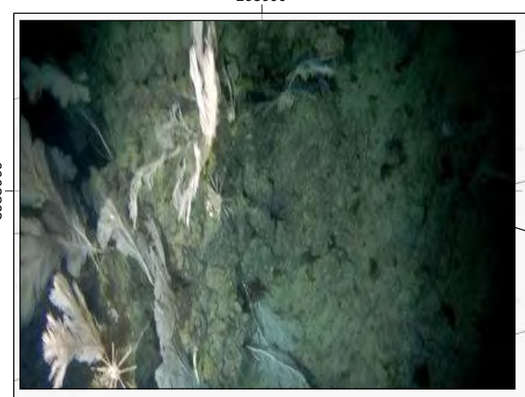
TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

COLEGIO OFICIAL NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 06/372/22 Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



295000 296000 297000 298000 299000 300000

3983000 3982000 3981000 3980000 3979000

N

M11

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

CLASIFICACIÓN EUNIS DE TIPOLOGÍAS DE FONDO Y AFECCIÓN

Nº PLANO

9.7

FECHA

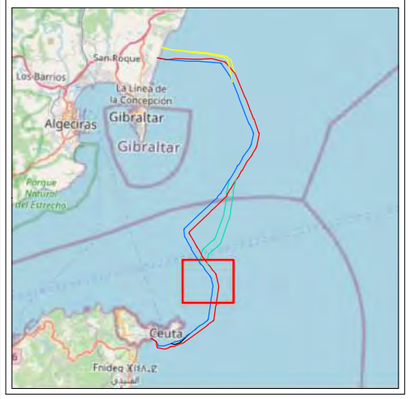
OCTUBRE 2021

ESCALA

DIN A3 1:20,000

0 125 250 500 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Área de afección para cada alternativa

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)

Comunidades marinas naturales:

Código y descripción - Hábitats EUNIS 2019:

- ME35: Sedimento grueso del batial superior mediterráneo
- ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Díez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

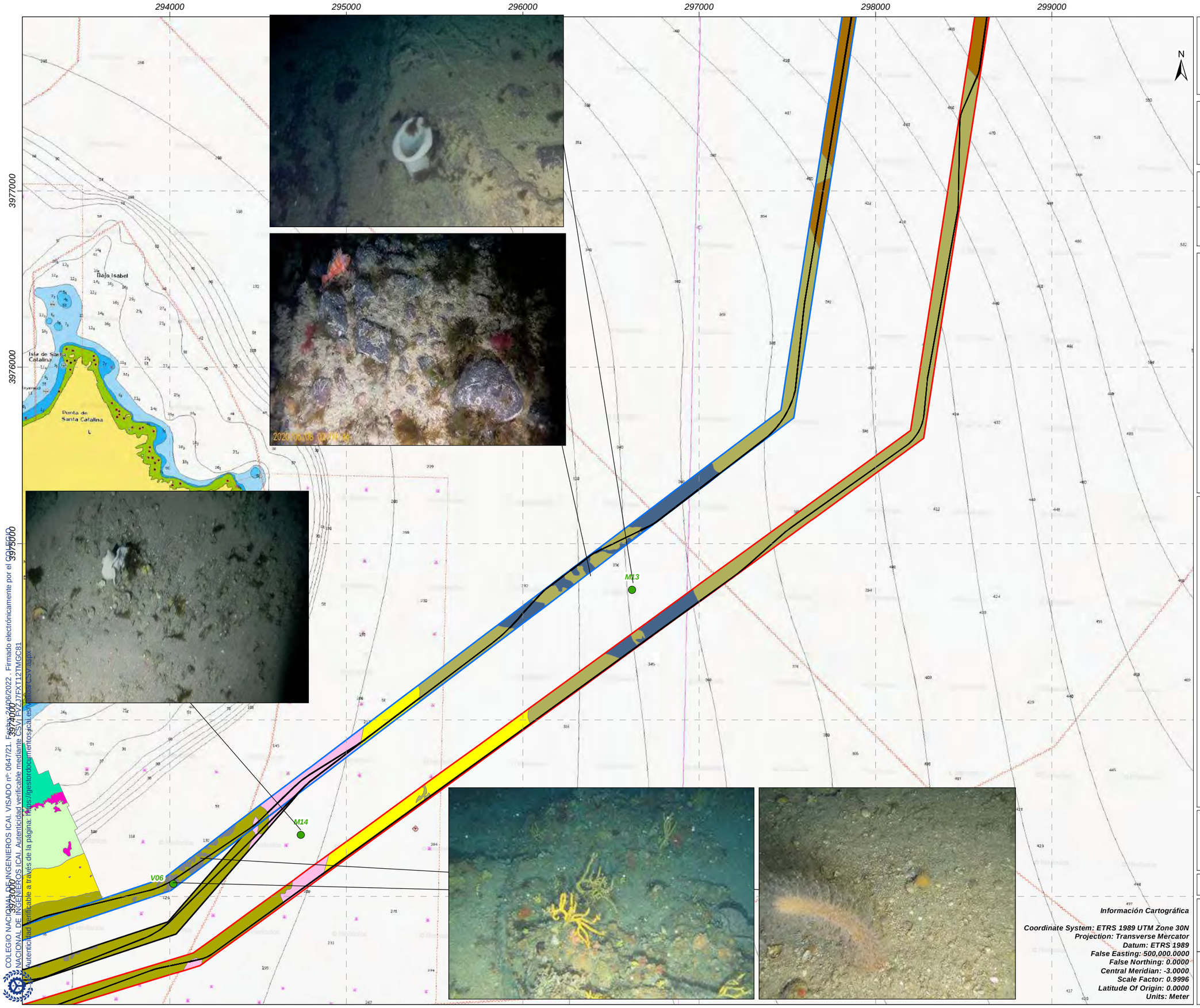
Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022. Fichero visado: 0647-21.pdf
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TM3C3D
Autenticidad verificable en la sede electrónica del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (https://sede.colegioingenieros.es)



TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

CLASIFICACIÓN EUNIS DE TIPOLOGÍAS DE FONDO Y AFECCIÓN

Nº PLANO

9.8

ESCALA

DIN A3 1:20,000

0 125 250 500 m

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Área de afección para cada alternativa

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución del proyecto)

Comunidades marinas naturales:

Código y descripción - Hábitats EUNIS 2019:

- ME35: Sedimento grueso del batial superior mediterráneo
- ME55: Arenas del batial superior mediterráneo
- MC55: Arenas circalitorales mediterráneas
- MB55: Arenas infralitorales mediterráneas
- MB151: Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas
- MC151: Coralígeno
- MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos
- ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo
- ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

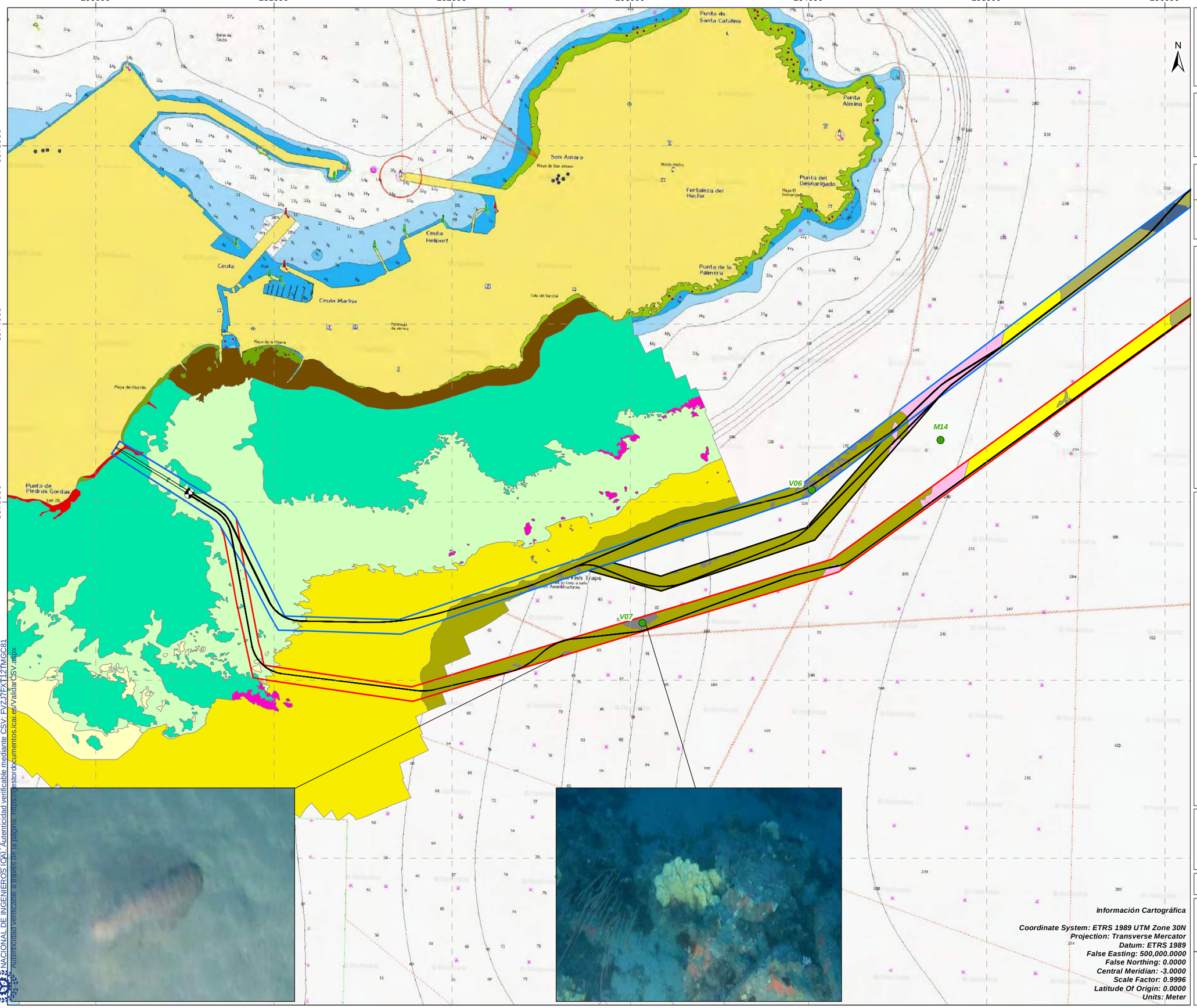
TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/validarCSV.aspx



Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

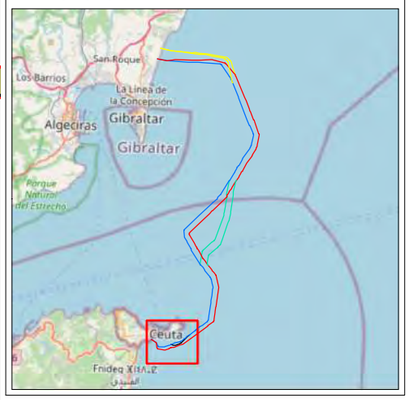
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

CLASIFICACIÓN EUNIS DE TIPOLOGÍAS DE FONDO Y AFECCIÓN

Nº PLANO	ESCALA
9.9	DIN A3 1:20,000
FECHA	
OCTUBRE 2021	0 125 250 500 m

MAPA SITUACIÓN



LEYENDA

- Estaciones de filmación submarina
- Puntos Perforación Horizontal Dirigida (PHD)
- Área de afección para cada alternativa

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto)

Comunidades marinas naturales:

Código y descripción - Hábitats EUNIS 2019:

- MB1: Roca infralitoral
- ME55: Arenas del batial superior mediterráneo
- MA153+MA154: Roca supralitoral, mediolitoral superior y mediolitoral inferior mediterránea
- MA551+MA352: Arenas supralitorales mediterráneas con detritos gruesos mediolitorales mediterráneos
- MC55: Arenas circalitorales mediterráneas
- MB55: Arenas infralitorales mediterráneas
- MB151: Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas
- MC151: Coralígeno
- MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MB552: Arenas finas bien calibradas mediterráneas
- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos
- ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo
- ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

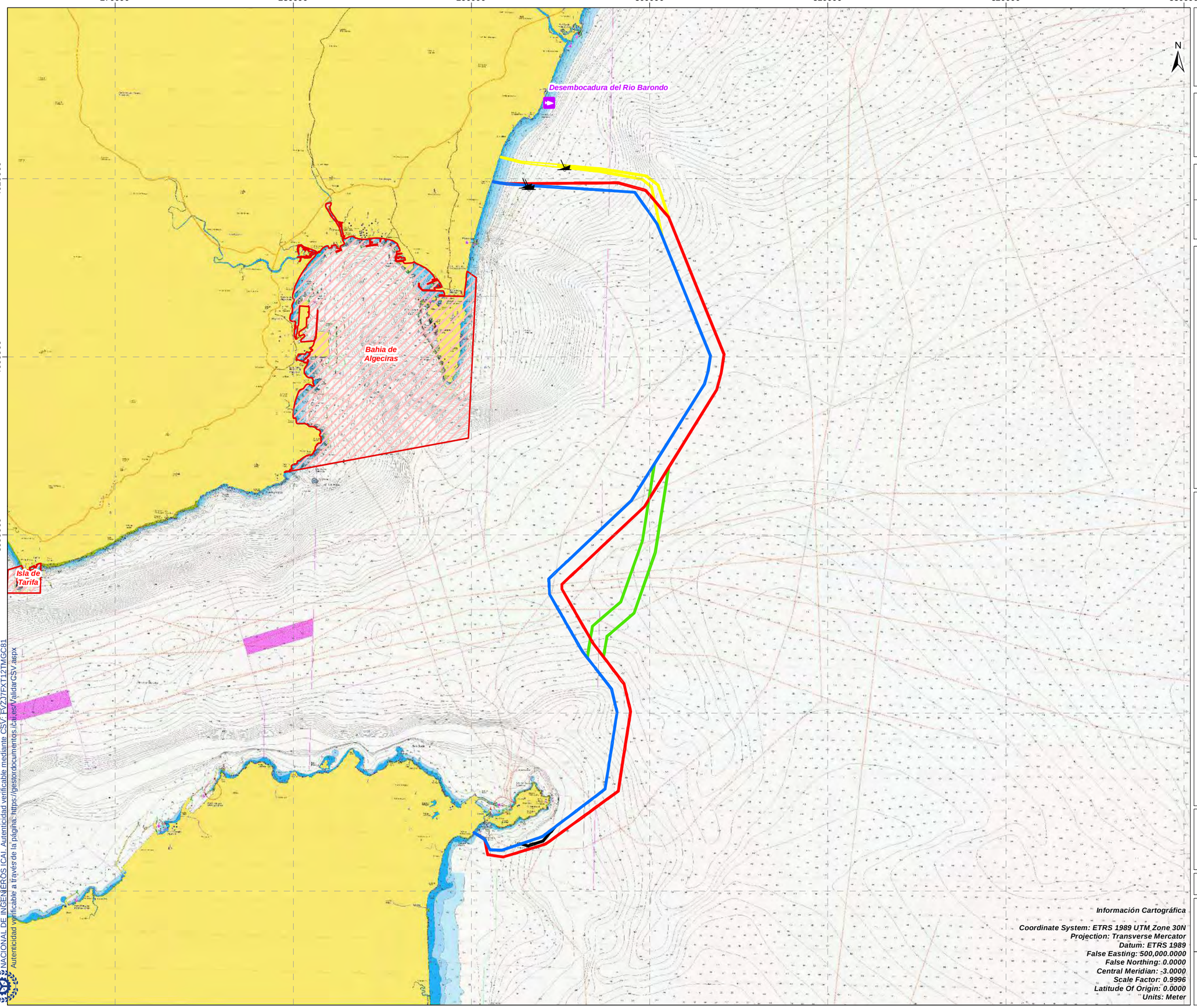
FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L.

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Información Cartográfica

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Projection: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -3.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

TÍTULO DEL PROYECTO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA-CEUTA (REE)

TÍTULO DEL PLANO

ARQUEOLOGÍA

Nº PLANO

10

ESCALA

DIN A3 1:200,000

0 1,000 2,000 4,000 m

FECHA

OCTUBRE 2021

MAPA SITUACIÓN

LEYENDA

- Yacimientos arqueológicos
- Posibles pecios detectados en la fase de geofísica
- Zonas de servidumbre arqueológica

Corredores de interconexión eléctrica:

- East (Solución del proyecto para el cable Este)
- West (Solución del proyecto para el cable Oeste)
- RR_1 (Alternativas de corredor de aterraje en La Línea)
- RR_2 (Alternativas de corredor en el canal central)
- RR_B5-B6 (Variante seleccionada en solución de proyecto)

AUTORES

Borja Martínez-Clavel Vallés
Técnico GIS

Roger Calderer Mas
Consultor ambiental

Koldo Diez-Caballero Murua
Jefe de proyectos

FUENTE

Elaboración propia - Tecnoambiente S.L. con datos de MMT (2019) y REDIAM

TECNOAMBIENTE
A TRADEBE COMPANY

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 21/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

"INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PENÍNSULA – CEUTA"

NUEVA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 132 kV, AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 220 kV, CONEXIÓN SOTERRADA 220 kV ENTRE AMBAS, LÍNEA DE INTERCONEXIÓN SUBTERRÁNEO-SUBMARINA A 132 kV, DOBLE CIRCUITO, ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA Y NUEVA SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV

Documento complementario 2

Evaluación de las repercusiones del proyecto sobre los espacios Red Natura 2000

Marzo de 2022

EMAS GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL VERIFICADA E-S B-000013

AENOR Gestión Ambiental CGM-99/043

CLAVE

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El Informe de Afecciones a la Red Natura 2000 correspondiente al proyecto de la Interconexión Eléctrica Península-Ceuta ha sido elaborado por personal técnico cualificado integrado en el equipo de trabajo de la empresa Asistencias Técnicas CLAVE S.L.

Realización:

Álvaro Pereda García. Lcdo. Ciencias Ambientales.
Alfonso Lazo Contreras. Doctor en Biología.
Luis Sierra Pindado, Lcdo. en Geografía y técnico SIG.

Fdo.: Álvaro Pereda García
(director del equipo redactor)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1
2 NECESIDAD DEL ESTUDIO DE AFECCIONES A LA RED NATURA 2000 3
3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 8
3.1 RELACIÓN CON LA RED NATURA 2000 8
3.2 NECESIDAD Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN PROYECTADA 8
3.2.1 JUSTIFICACIÓN 10
3.3 INSTALACIONES QUE COMPONEN LA ACTUACIÓN 11
3.4 CARACTERÍSTICAS SIGNIFICATIVAS DE LOS ELEMENTOS PROYECTADOS 13
3.4.1 Nueva Subestación Algeciras 132 kV 13
3.4.2 Subestación 132 kV Virgen de África 19
3.4.3 Ampliación de la actual SE Algeciras 220 kV 25
3.4.4 L/132 kV Algeciras-Virgen de África 28
3.4.5 L/220 kV de Conexión de la actual SE Algeciras 220 kV con los transformadores 220/132 kV de la futura SE Algeciras 132 kV 45
3.5 PRINCIPALES MAGNITUDES DEL PROYECTO 49
3.6 CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SUBMARINO DE LA L/132 KV ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA 50
3.6.1 Perforación horizontal dirigida 50
3.6.2 Apertura de zanjas / protección del cable 54
3.6.3 Tendido del cable submarino 57
4 INTERÉS PÚBLICO DE LA ACTUACIÓN 62
5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 63
5.1 PROCESO SEGUIDO EN LA DEFINICIÓN Y CONCRECIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO 63
5.2 ALTERNATIVA ESTRUCTURAL DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO EN LA ZONA PENINSULAR EN EL MARCO DEL DIP 66
5.2.1 Áreas favorables para la implantación del proyecto en Cádiz 66
5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES CONSIDERADAS EN EL MARCO DEL EIA 70
5.3.1 Alternativa cero 70
5.3.2 Alternativas de emplazamiento para los diferentes elementos del proyecto en la zona de Cádiz 71
5.3.3 Alternativas de emplazamiento para los diferentes elementos del proyecto en la zona de Ceuta 74
5.3.4 Alternativas de trazado marino 76
6 RESULTADO DEL TRÁMITE DE CONSULTAS PREVIAS 101

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.1 RESUMEN DE LAS RESPUESTAS RECIBIDAS EN RELACIÓN CON LA RN2000 Y FORMA EN LA QUE HAN SIDO CONSIDERADAS POR EL PROYECTO 102
6.1.1 ECOLOGISTA EN ACCIÓN CAMPO DE GIBRALTAR - VERDEMAR 102
6.1.2 JUNTA DE ANDALUCÍA - CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO – DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN DEL MEDIO NATURAL Y ESPACIOS PROTEGIDOS 103
6.1.3 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE - DIRECCIÓN GENERAL DE SOSTENIBILIDAD DE LA COSTA Y EL MAR 106
6.1.4 UNIVERSIDAD DE CÁDIZ – DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR - IGNACIO HERNÁNDEZ CARRERO 111
6.1.5 JUNTA DE ANDALUCÍA - CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO – DELEGACIÓN TERRITORIAL DE CÁDIZ 112
7 INFORMACIÓN SOBRE LOS LUGARES NATURA 2000 POTENCIALMENTE AFECTADOS POR EL PROYECTO 113
7.1 ESPACIOS DE LA RED NATURA 2000 AFECTADOS 113
7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS RED NATURA POTENCIALMENTE AFECTADOS POR EL PROYECTO 115
7.2.1 ZEC Estrecho Oriental ES6120032 115
7.2.2 LIC Zona Marítimo- Terrestre del Monte Hacho ES6310002 123
8 ANÁLISIS DE LAS AFECCIONES DEL PROYECTO A LA RED NATURA 2000 134
8.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 134
8.2 ACCIONES DEL PROYECTO SUSCEPTIBLES DE CAUSAR EFECTOS NEGATIVOS 135
8.3 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO SOBRE LOS ESPACIOS RED NATURA AFECTADOS 136
8.3.1 Efectos sobre la ZEC Estrecho Oriental 136
8.3.2 Efectos indirectos sobre el LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho 167
8.3.3 Efectos del proyecto sobre la coherencia ecológica de la Red Natura 2000 183
8.4 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS 184
8.4.1 Medidas en la fase de diseño 185
8.4.2 Medidas en la fase de proyecto 186
8.4.3 Medidas en la fase de construcción 187
8.4.4 Medidas en la fase de funcionamiento 191
8.5 VALORACIÓN GLOBAL DE LA INCIDENCIA DEL PROYECTO SOBRE LOS OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN DE LOS ESPACIOS DE LA RED NATURA 191
9 PROPUESTA DE MEDIDAS COMPENSATORIAS 193
10 PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL EN EL MARCO DE LA RN2000 194

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10.1 VIGILANCIA AMBIENTAL EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN EN MEDIO TERRESTRE 194
10.1.1 Controles sobre los elementos ambientales 195
10.1.2 Controles sobre otros aspectos de las obras 195
10.1.3 Emisión de informes 196
10.2 VIGILANCIA AMBIENTAL EN LA IMPLANTACIÓN DE CABLE MARINO PENÍNSULA-CEUTA 197
10.2.1 Fases del programa de vigilancia ambiental en medio marino 197
10.2.2 Controles ambientales 197
10.2.3 Emisión de informes y modo de seguimiento de las actuaciones 199
11 RESUMEN DE CONCLUSIONES 201

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 INTRODUCCIÓN

La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, tiene por finalidad básica “establecer la regulación del sector eléctrico garantizando el suministro de energía eléctrica con los niveles necesarios de calidad y al mínimo coste posible, asegurar la sostenibilidad económica y financiera del sistema y permitir un nivel de competencia efectiva en el sector eléctrico, todo ello dentro de los principios de protección medioambiental de una sociedad moderna”.

Así la ley declara el suministro de energía eléctrica como un servicio de interés económico general estableciendo que la planificación eléctrica es una competencia de la Administración General del Estado.

La Ley 9/2006, de 28 de abril y posteriormente modificada por la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental establece la forma de evaluación ambiental de planes y programas, siendo éste el instrumento de prevención que permite integrar los aspectos ambientales en la toma de decisiones de planes y programas públicos. El procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica se establece en la Directiva Europea 2001/42/CE.

Como tal, en este proceso se analizan las diferentes alternativas del plan tanto desde el punto de vista ambiental como económico, eligiéndose aquella alternativa cuyos indicadores son más favorables.

El desarrollo futuro del sistema eléctrico la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha sido objeto recientemente de un proceso de aprobación de un nuevo ejercicio de planificación de la red de transporte de energía eléctrica para el periodo 2021-2026.

También la Ley 24/2013 establece en su artículo 6.1. d) que el transportista, (en este caso se determina como único a RED ELÉCTRICA, en su artículo 34), tiene la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

Es por ello que RED ELÉCTRICA, en el ejercicio de sus funciones, ha de construir la conexión eléctrica Península-Ceuta, incluida en la Planificación Eléctrica de la Administración del Estado y que formará parte de la red de transporte de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la mencionada Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Las instalaciones y proyectos que forman parte de la interconexión eléctrica Península-Ceuta son las siguientes:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Nueva subestación eléctrica de Transformación 220/132 kV Algeciras 132 kV.
- Nueva Subestación a 132 kV Virgen de África.
- Nueva línea de doble circuito subterráneo-submarina a 132 kV Algeciras –Virgen de África.
- Ampliación del parque de 220 kV de Algeciras dentro del edificio actual (sin ampliaciones del edificio), con dos posiciones GIS
- Conexión del parque de 220 kV con el nuevo parque de 132 kV a través de un doble circuito subterráneo a 220 kV (de aprox. 350 m) que discurrirá bajo de viales existentes y terrenos consolidados dentro del complejo petroquímico de San Roque.

Las instalaciones que componen el eje de interconexión eléctrica entre la península y Ceuta se encuentran incluidas en la “Planificación de la red de transporte de energía eléctrica con horizonte 2021-2026, aprobado en Acuerdo de Consejo de Ministros.

De conformidad con la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, el enlace subterráneo-submarino a 132 kV es una instalación de la red de transporte primario (interconexión con los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares) donde resulta órgano sustantivo y ambiental el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD). Por esta misma razón, la legislación de aplicación es la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, siendo el procedimiento aplicable al conjunto de todas instalaciones del proyecto, el de evaluación de impacto ambiental ordinaria contemplado en dichas normas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 NECESIDAD DEL ESTUDIO DE AFECCIONES A LA RED NATURA 2000

El proyecto objeto del presente estudio se somete al procedimiento de evaluación ambiental, regulado por la Ley 21/2013 de evaluación ambiental. De acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, en el marco de dicho procedimiento ambiental es necesario evaluar de forma específica las afecciones del proyecto sobre los espacios de la Red Natura, para lo que se requiere la elaboración de un estudio específico de afecciones a la Red Natura 2000.

Inicialmente, se ha considerado que el proyecto podría tener la capacidad de afectar directa o indirectamente a cinco espacios Red Natura 2000 localizados en la zona terrestre de Cádiz, la zona marítima del Estrecho y la zona marítimo-terrestre de Ceuta:

- ZEC y ZEPA Los Alcornocales ES0000049 (potencial afección indirecta)
- ZEC y ZEPA Marismas del Río Palmones ES6120006 (potencial afección indirecta)
- ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar UKGIB0002 (potencial afección indirecta)
- LIC y ZEPA Calamocarro – Benzú ES6310000 (potencial afección indirecta)
- ZEPA Acantilados del Monte Hacho ES0000197 (potencial afección indirecta)
- LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho ES6310000 (potencial afección indirecta)
- ZEC Estrecho Oriental ES6120032 (potencial afección directa)

El presente estudio se desarrolla con el fin de proporcionar a la autoridad ambiental competente la información necesaria para el análisis de los efectos del proyecto sobre estos espacios. Su objetivo principal es llevar a cabo una evaluación, con carácter diferenciado dentro del procedimiento de evaluación ambiental, de las posibles afecciones del proyecto sobre los objetivos de conservación que motivaron en su día la inclusión de estos espacios en la Red Natura 2000.

La elaboración y presentación del estudio se realiza de acuerdo con las disposiciones del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE de Hábitats y el Decreto que la traspone al ordenamiento jurídico español (R.D. 1997/95 de 7 de diciembre). Para su elaboración se han tenido en cuenta los siguientes documentos de referencia:

- “Directrices para la elaboración de la documentación ambiental necesaria para la evaluación de impacto ambiental de proyectos con potencial afección a la Red Natura. 2000“, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino del Gobierno de España (2013).
- “Directrices para la evaluación ambiental de proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000”, editado en 2014 por SEO/BirdLife.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- "Recomendaciones sobre la información necesaria para incluir una evaluación adecuada de repercusiones de proyectos sobre Red Natura 2000 en los documentos de evaluación de la A.G.E. Guía destinada a promotores de proyectos/consultores". Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Febrero de 2018.
- "Guía metodológica de evaluación de impacto ambiental en Red Natura 2000. Criterios utilizados por la Subdirección General de Biodiversidad y Medio Natural para la determinación del perjuicio a la integridad de Espacios de la Red Natura 2000 por afección a Hábitats de interés comunitario". Ministerio para la Transición Ecológica. Versión enero de 2019.

Además de los documentos citados, otras fuentes documentales de referencia utilizadas para la elaboración del presente estudio han sido las siguientes:

- Sobre la metodología de evaluación de afecciones a la Red Natura 2000:
  - Guía Interpretativa para la aplicación de Medidas Compensatorias. Ministerio de Medio Ambiente de España, 2008.
  - *Assessment of plans and projects significantly affecting Natura 2000 sites*. Comisión Europea, 2001.
  - *Guidance document on the strict protection of animal species of Community interest Ander the Habitats Directive 92/43/EEC*. Versión final, febrero 2007.
  - Gestión de espacios Natura 2000. Disposiciones del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE sobre hábitats". Comunidades Europeas, 2000.

- Sobre la actuación sometida a evaluación:
  - Proyectos Técnicos Administrativos de la nueva Subestación Algeciras 132 kV, de la SE Virgen de África 132 kV, de la ampliación de la SE Algeciras 220 kV, de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África y de la línea de enlace a 220 kV entre la SE Algeciras 220 kV ampliada y los trafos 220/132 kV de la nueva SE Algeciras 132 kV.
  - Respuestas a las consultas previas al Documento Inicial del Proyecto (2016).
  - Informes resultados de campañas marinas en las zonas someras llevadas a cabo por CEIMAR en el marco del inventario preliminar del presente proyecto
  - Resultados de la campaña marina geofísica de los trazados de los cables llevada a cabo por MMT entre diciembre de 2019 y enero de 2020.
  - Resultados de la campaña marina de carácter ambiental de los trazados de los cables llevada a cabo por Tecnoambiente entre mayo y junio de 2020.
  - Estudio de impacto ambiental (diciembre de 2021).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Sobre los espacios Red Natura afectados:

- Formularios Normalizados de datos Natura 2000.
- Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del ámbito de Los Alcornocales, aprobado por Decreto 150/2017, de 19 de septiembre, se aprobó el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del ámbito Los Alcornocales, y se amplió el ámbito territorial del Parque Natural Los Alcornocales y de la Zona de Especial Protección para las Aves Los Alcornocales (ES0000049), además de aprobarse el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural Los Alcornocales.
- PORN del Paraje Natural Marismas del Río Palmones, aprobado mediante el Decreto 221/2013, de 5 de noviembre.
- Documento Preliminar del Plan de Gestión del LIC-ZEPA Calamocarro-Benzú. 2018.
- Documento Preliminar del Plan de Gestión del LIC-ZEPA Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho. 2018.
- Plan de Gestión y Medidas de Conservación de la ZEC Estrecho Oriental, aprobados por Real Decreto 1620/2012, de 30 de noviembre, por el que se declara Zona Especial de Conservación el Lugar de Importancia Comunitaria ES6120032 Estrecho Oriental de la región biogeográfica mediterránea de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación.

► Sobre los hábitats de Interés comunitario:

- Manual de Interpretación de los hábitats de interés comunitario EUR 27 de la Comisión Europea (2007).
- Cartografía del Inventario Nacional de Hábitats E: 1/50.000. Ministerio de Medio Ambiente (2005).
- Atlas de los Hábitats de España. Ministerio de Medio Ambiente (2005).
- Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (2009).
- Cartografía del *Mapa de Hábitats de Interés Comunitario de Andalucía* (actualización noviembre de 2018, escalas entre 1:10.000 y 1:5.000. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía.
- Informe *on line* sobre el cumplimiento del artículo 17 de la Directiva Hábitats en relación con el estado de conservación de los hábitats y especies de interés comunitario (2001-2006). Eionet, European Topic Centre on Biological Diversity.
- Guía Interpretativa del Inventario Español de Hábitats Marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2012.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Además de las fuentes citadas, en el marco de los trabajos para la elaboración del estudio de impacto ambiental y del presente estudio se han llevado a cabo campañas marinas geofísicas y ambientales para identificar, caracterizar y cartografiar comunidades betónicas y tipos de hábitats existentes en los fondos afectados por el trazado de los futuros cables marinos (y sus alternativas) y establecer su correspondencia con tipos de hábitats de interés comunitario. Como resultado de la integración de las anteriores fuentes de información se ha elaborado una cartografía de HIC de la zona de afección por el proyecto, que es la que se representa en los planos de este informe y la que se toma como referencia para determinar la presencia y afección a ellos.

De acuerdo con las recomendaciones de los documentos de referencia, los contenidos del presente estudio se estructuran en los siguientes bloques de contenidos:

- Descripción del proyecto: localización, características generales e interés general. Descripción general de los espacios de la Red Natura incluidos en el ámbito de actuación del proyecto y consideraciones recogidas en la fase de consultas previas en relación con la Red Natura 2000. La actuación analizada en el presente estudio es la descrita en el proyecto correspondiente, incorporando las medidas protectoras y correctoras consideradas en su Estudio de Impacto Ambiental.
- Análisis de las alternativas estudiadas, valoración de la incidencia de las diferentes alternativas sobre la Red Natura y análisis de la alternativa más favorable.
- Análisis de las consideraciones resultado del trámite de consultas previas en relación con la RN2000.
- Descripción de los lugares de la Red Natura 2000 afectados: descripción general de cada espacio, identificación de sus objetivos de conservación y valoración del estado de los mismos.
- Determinación de afecciones del proyecto sobre los espacios Red Natura: identificación de afecciones; parámetros para la evaluación. Propuesta de medidas protectoras o correctoras y afecciones residuales tras su aplicación.
- Valoración global de la incidencia del proyecto sobre los objetivos de conservación de los espacios Red Natura 2000.
- Propuesta de Programa de Seguimiento y Vigilancia.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Situación del proyecto en relación con los espacios RN 2000

- Ampliación con dos posiciones GIS dentro del edificio actual Algeciras 220 kV
- Nueva subestación Algeciras 132 kV
- Nueva subestación Virgen de África 132 kV

Línea de enlace Algeciras 220 kV

- Trazado soterrado en zanja

Línea a 132 kV Algeciras-Virgen de África

- Trazado terrestre soterrado en túnel, zanja o PHD
- Trazados marinos
- Puntos de salida de la perforación horizontal dirigida (PHD)

Red Natura 2000

1. LIC y ZEPA Calamocarro-Benzú (ES6310001)
2. LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho (ES6310002)
3. ZEPA Acantilados de Monte Hacho (ES0000197)
4. ZEC Estrecho Oriental (ES6120032)
5. ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar (UKGIB0002)
6. ZEC Estrecho (ES0000337)
7. ZEC y ZEPA Marismas del Río Palmones (ES6120006)
8. ZEC Fondos Marinos Marismas del Río Palmones (ES6120033)
9. ZEC y ZEPA Los Alcornocales (ES0000049)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 RELACIÓN CON LA RED NATURA 2000

El proyecto analizado no guarda relación con la gestión de ningún espacio de la Red Natura 2000.

3.2 NECESIDAD Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN PROYECTADA

Entre las funciones asignadas a RED ELÉCTRICA, como operador del sistema y gestor de la red de transporte, se encuentra la de proponer a la Subdirección General de Planificación Energética la planificación de nuevas instalaciones de transporte eléctrico, líneas, y subestaciones, transformadores, elementos de compensación u otros y su programa temporal de ejecución. Estas instalaciones son posteriormente contempladas en el correspondiente documento de Planificación Energética que se elabora cada seis años y que se aprueba en Consejo de Ministros.

La Interconexión Eléctrica Península – Ceuta, figura en el documento de Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026 aprobado recientemente. Conjuntamente a su tramitación administrativa, la planificación eléctrica recientemente aprobada fue sometida al proceso de evaluación ambiental de planes y programas o Evaluación Ambiental Estratégica (Resolución de 9 de diciembre de 2021 de la Dirección General de Evaluación Ambiental) de manera que este instrumento de prevención ambiental ha permitido incorporar las especificaciones de la memoria ambiental a la propia Planificación Energética.

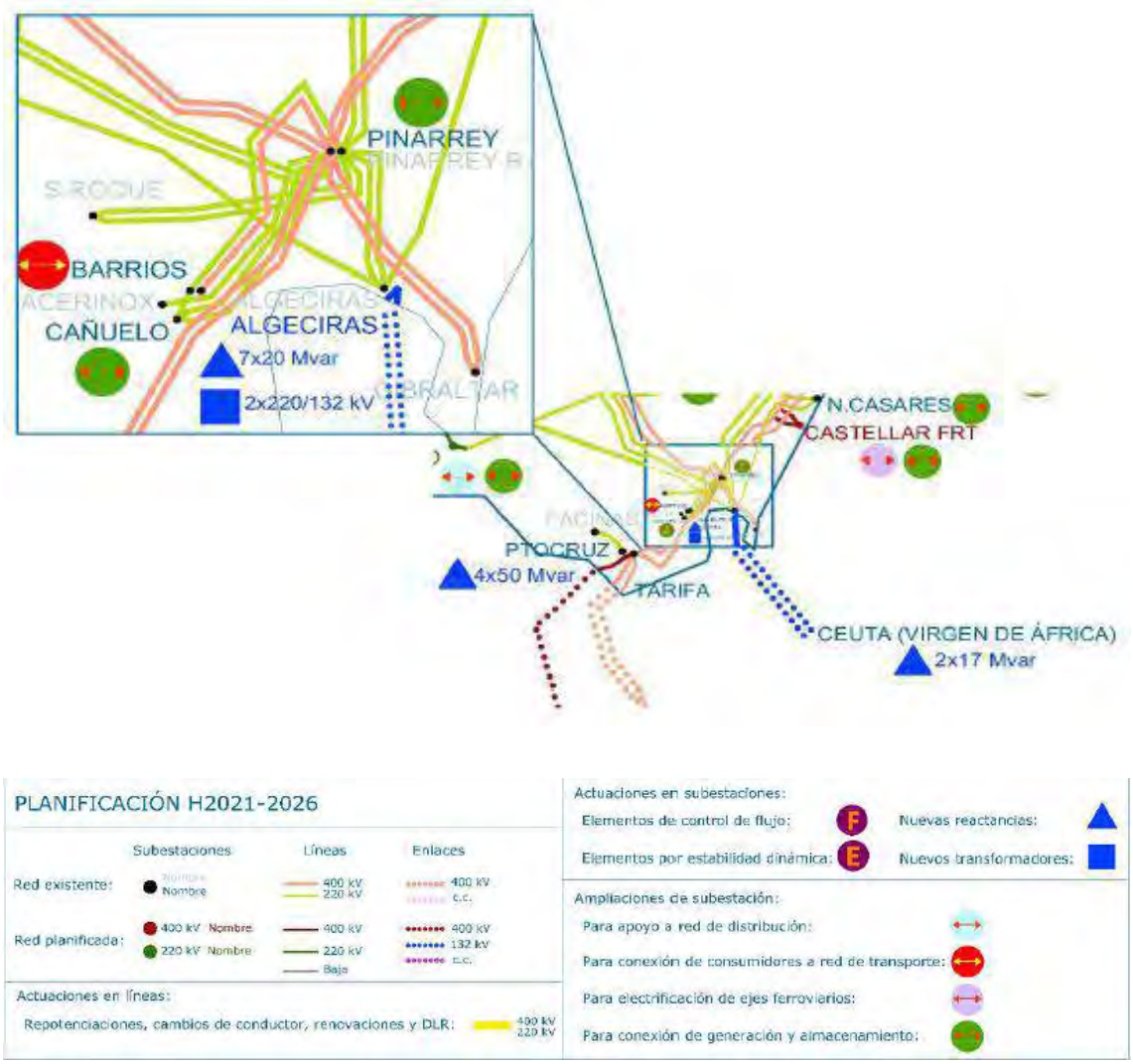
La actuación propuesta consiste en un enlace submarino entre el sistema eléctrico peninsular y el sistema eléctrico ceutí. Para ello se requieren los siguientes desarrollos:

- Nueva subestación Virgen de África 132 kV en Ceuta
- Nuevo enlace submarino-cable de doble circuito Algeciras-Virgen de África 132 kV en corriente alterna
- Ampliación de la subestación de Algeciras 220 kV
- Nueva subestación Algeciras 132 kV y dos transformadores 220/132 kV Algeciras
- 7 reactancias en 132 kV de 20 MVAr cada una

.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Mapa-esquema de la actuación recogido en la planificación eléctrica 2021-2026



Las motivaciones u objetivos señalados por el Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026 en relación con la Interconexión Península-Ceuta son las siguientes:

- Integrar el sistema eléctrico de Ceuta en el sistema peninsular con objeto de aumentar sustancialmente la seguridad y calidad del suministro eléctrico ceutí.
- Reducir las necesidades de generación instalada en Ceuta.
- Reducir los costes globales de generación y aumentar la integración de renovables.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Dentro del proceso de planificación se ha evaluado como alternativa mantener el suministro de Ceuta en las condiciones actuales, lo cual supone la necesidad de utilizar generación menos eficiente y con mayores emisiones que la de la Península, así como unos niveles de garantía de suministro menores en el sistema ceutí. Se ha valorado también la alternativa de conexión del enlace en la península en una nueva subestación en vez de en una subestación existente encontrando fuerte oposición social a las posibles ubicaciones.

3.2.1 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de la red de transporte se justifica por la importancia estratégica para el Sistema Eléctrico Nacional, en sintonía con los objetivos nacionales de Transición Energética incluidos en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (2021-2030) y por extensión para los intereses ceutíes, ya que se trata de la primera interconexión eléctrica entre la red de transporte peninsular y Ceuta, siendo dependiente actualmente la generación eléctrica de Ceuta en régimen de exclusividad de la central térmica instalada en el núcleo urbano de la ciudad.

Por tanto, la actuación se justifica en términos de eficiencia económica por el ahorro que producirá para el Sistema la reducción de los costes de generación de Ceuta dada la retribución especial a la que se encuentra sometido como sistema aislado, así como por la incorporación de una mayor proporción de generación renovable con un coste variable de generación muy reducido, que supondrá un beneficio económico de 29,7 M€/año (según los datos de la Planificación Eléctrica 2021-2026).

La monetización anual de los beneficios anteriores, junto con el establecimiento de la retribución anual por inversión y operación y mantenimiento del enlace Península-Ceuta propuesto, permiten calcular la rentabilidad para el sistema de la puesta en servicio de dicho enlace. Dicha rentabilidad en términos de valor actual neto (descontando la retribución) asciende a 320 M€ netos para el sistema, por lo que se puede concluir que la puesta en servicio del enlace Península-Ceuta propuesto resulta beneficiosa para el sistema eléctrico en su conjunto.

Se trata de un proyecto estratégico también por su contribución a la consecución de los objetivos europeos y nacionales respecto al Cambio Climático como es la descarbonización de la economía, la reducción de emisiones de efecto invernadero en el horizonte 2030, la mayor integración de energías renovables en el parque de generación y conseguir un parque de generación en 2050 100% renovable. En concreto, la reducción de la potencia instalada de la central térmica de Ceuta (10 MW según los datos de la Planificación Eléctrica 2021-2026) permitirá integrar en el mix energético más energías renovables procedentes de la península (473 MWh/año según los datos de la Planificación Eléctrica 2021-2026), posibilitando en el futuro

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

la instalación de generación renovable, fundamentalmente en el entorno de la Línea de la Concepción y San Roque, lo que puede contribuir a trasformar el modelo productivo de la región, así como contribuir a la descarbonización de la economía, a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (299 kt/año según los datos de la Planificación Eléctrica 2021-2026) y a la reducción de la dependencia nacional de combustibles fósiles, entre otras, en un entorno especialmente sensible como es el Estrecho de Gibraltar y por extensión el Campo de Gibraltar que está considerado por la comunidad científica como uno de los entornos en los que se aprecia de manera acelerada los efectos del cambio climático.

Asimismo, el enlace en proyecto tendrá consecuencias favorables en las condiciones ambientales y de habitabilidad del núcleo urbano de Ceuta dado que la reducción de la potencia térmica instalada favorecerá la reducción de emisiones de gases y partículas contaminantes, así como de las emisiones de ruido.

El nuevo eje de interconexión también se justifica en términos de equidad social por la mejora de las condiciones de fiabilidad y seguridad de suministro eléctrico de las que se beneficiarán los habitantes de la ciudad de Ceuta, que podrán equipararse a las condiciones garantizadas en la Península.

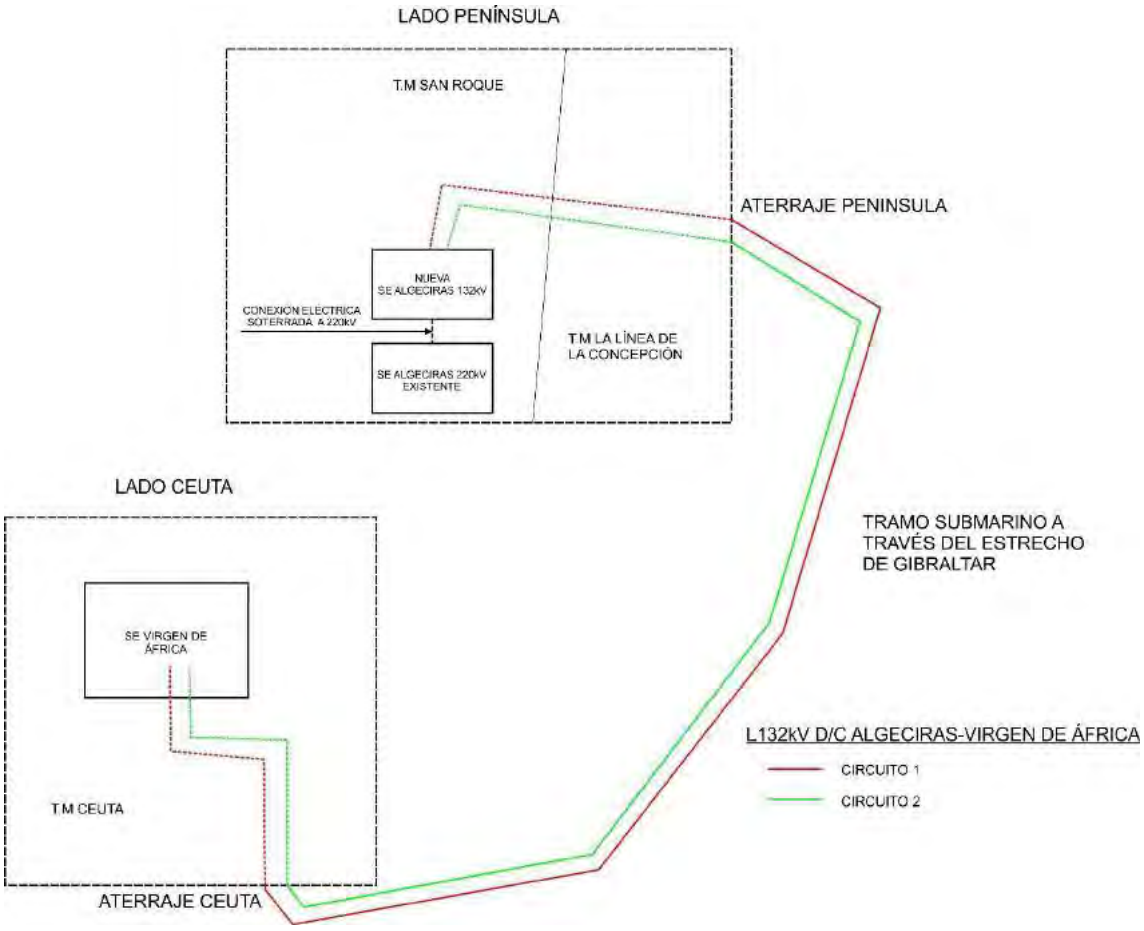
3.3 INSTALACIONES QUE COMPONEN LA ACTUACIÓN

Al abordar un estudio de impacto ambiental o un estudio de afecciones a la Red Natura 2000, es imprescindible conocer con detalle las características de la actuación considerada. En el caso del presente estudio, el proyecto objeto de evaluación está constituido por las siguientes instalaciones:

- Nueva subestación eléctrica de Transformación 220/132 kV Algeciras 132 kV.
- Ampliación del parque de 220 kV de Algeciras dentro del edificio actual (sin ampliaciones del edificio), con dos posiciones GIS.
- Conexión del parque de 220 kV con el nuevo parque de 132 kV a través de un doble circuito subterráneo a 220 kV (de aprox. 350 m) que discurrirá bajo de viales existentes y terrenos consolidados dentro del complejo petroquímico de San Roque.
- Nueva Subestación eléctrica 132 kV Virgen de África.
- Nueva línea DC, soterrada y submarina a 132 kV Algeciras–Virgen de África.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Esquema de las actuaciones proyectadas (sin escalar)



La descripción de unas infraestructuras de estas características ha de realizarse de manera que su análisis permita determinar los impactos ambientales que puede ocasionar su ejecución, de una forma objetiva y correcta.

Para ello, a continuación, se plasman los datos referentes a las características genéricas más relevantes de su tipología, dimensiones de sus elementos constituyentes, método constructivo, maquinaria y materiales empleados, actividades desarrolladas para el mantenimiento, etc.

Por último, se describen las acciones necesarias para el desmantelamiento futuro de las instalaciones una vez consumida su vida útil, estimada en 40 años (excepto del cable subterráneo-submarino): chequeo ambiental previo al comienzo de las obras, procedimiento de desmontaje de los conductores, procedimiento de desmontaje de los apoyos y retirada de las cimentaciones, desmontaje de las subestaciones gestión de los residuos y adecuación paisajística final.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.4 CARACTERÍSTICAS SIGNIFICATIVAS DE LOS ELEMENTOS PROYECTADOS

3.4.1 Nueva Subestación Algeciras 132 kV

3.4.1.1 Localización y descripción general

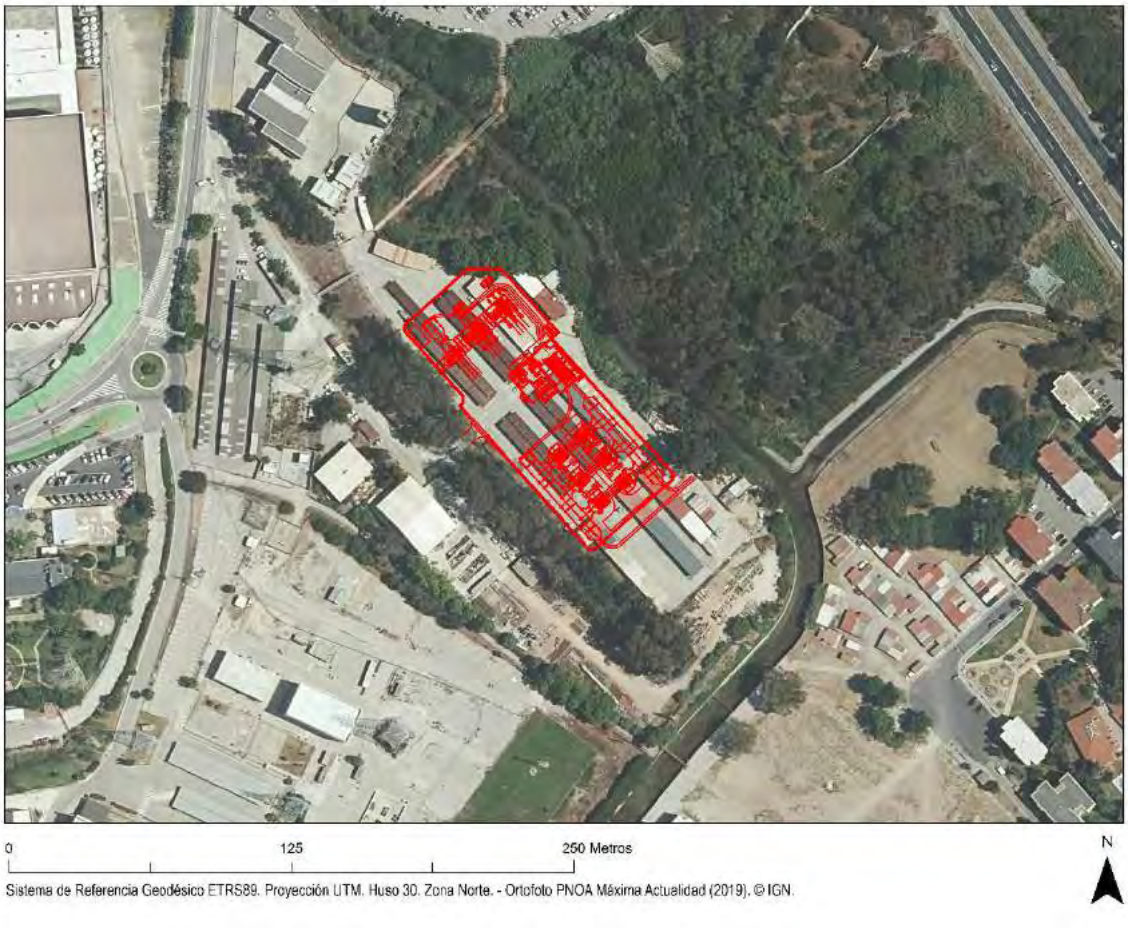
El proyecto de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV se sitúa en el término municipal de San Roque en terrenos periféricos del Complejo Petroquímico de CEPSA, junto al arroyo de Cachón que actualmente tienen un uso como aparcamientos y vestuarios y otros servicios de las empresas de contrata del complejo. Las coordenadas centrales de la ubicación son (X: 285.379, Y: 4.007.175).

El acceso provisional se produce por vías asfaltadas del propio complejo atravesando en última instancia el puente existente sobre el antiguo cauce histórico que fue reconducido al actual arroyo del Cachón. El acceso principal a futuro se realizará a partir del futuro viario proyectado por CEPSA que discurrirá por el lateral este de la subestación.

La actuación consiste en diseñar y construir un nuevo parque denominado Algeciras 132 kV, próximo a la SE existente a 220 kV, mediante tecnología blindada de interior con envolvente metálica y aislamiento en Hexafluoruro de Azufre (SF_6), configuración de interruptor y medio, equipada con seis posiciones de interruptor y contando con espacio futuro para tres posiciones de interruptor no equipadas. La actuación incluye seis posiciones de interruptor AIS para reactancias asociadas a los cables del enlace submarino y una posición para reactancia asociada a las barras de 132 kV. También se incluyen 2 transformadores trifásicos 220 / 132 kV de 125 MVA de potencia cada uno que se conectarán mediante cables aislados a las posiciones GIS en las posiciones 132 kV. También se incluyen 7 reactancias regulables de 20 MVar cada una de 132 kV, 6 de las cuales se conectarán de manera solidaria al enlace submarino y una de ellas a las barras de la nueva subestación Algeciras 132 kV.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Nueva Subestación Algeciras 132 kV



Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV, REE 2021.

Atendiendo las características ambientales del emplazamiento seleccionado esta instalación se realiza con tecnología GIS en interior, excepto máquinas y la aparamenta necesaria para operar las REAS que se desarrollará en tecnología convencional.

De acuerdo con los criterios establecidos en el Procedimiento de Operación 13.3 Instalaciones de la Red de Transporte se ha proyectado que el parque de 132 kV de la subestación Algeciras se construyan con configuración de interruptor y medio al tratarse de una parte fundamental del enlace de interconexión eléctrica entre un territorio aislado y la península.

El parque GIS de 132 kV en la subestación de Algeciras responde a las siguientes características principales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Descripción general del parque GIS

Elemento	Valor
Tecnología	GIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Blindada interior
Configuración	Interruptor y medio
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31,5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV, REE 2021.

Los parques de reactancias y transformación 132 kV en la subestación Algeciras responde a las siguientes características principales:

Descripción general del parque de reactancias

Elemento	Valor
Tecnología	AIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Intemperie
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31,5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV, REE 2021.

3.4.1.2 Sistema eléctrico

Red de tierras

Con el fin de conseguir tensiones de paso y contacto seguras, la subestación está dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre, enterrada en el terreno, formando retículas que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Se conectarán a la red de tierras de la subestación todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas, como la estructura metálica, las bases del aparellaje y los neutros de transformadores de medida, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Además, con el objeto de proteger los equipos de descargas atmosféricas directas, la subestación está dotada con una malla de tierras superiores, unida a la malla de tierra de la instalación a través de robustos elementos metálicos, lo que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla y la protección frente a descargas atmosféricas de toda la instalación.

Embarrados

Los conductores del parque 132 kV estarán dispuestos en dos niveles:

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 4,5 m de altura. Se realizarán con tubo de aluminio y cable de aluminio.
- Embarrados altos, barras principales de tubo de aluminio a 7,5 m de altura en configuración apoyada sobre aisladores soporte.

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan sólo a su limpieza y montaje posterior.

En todos los tramos superiores a 6 m se ha previsto la instalación en el interior de la tubería de cables de amortiguación. Estos serán del mismo tipo y características indicados para los embarrados en cable en formación simple.

El amarre de las conexiones tendidas a los pórticos se realizará mediante doble cadena de aisladores de vidrio y contemplada con la piecería adecuada.

La unión entre conductores y entre éstos y el aparellaje se realizará mediante piezas de conexión provistas de tornillos de diseño embutido, y fabricadas según la técnica de la masa anódica.

3.4.1.3 Edificaciones

Edificio de mando y control

Se construirá un edificio de una planta que servirá de mando y control para la subestación y que dispondrá de las siguientes salas:

- Sala GIS
- Sala de control y comunicaciones

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Sala de servicios auxiliares
- Aseos
- Taller
- Almacén

Este edificio tendrá una dimensión total de unos 495 m^2, teniendo forma aproximadamente cuadrada de 25,3 x 21,6 m, con una altura máxima la sala GIS de 10,40 m y de 5 m el resto.

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto con sótano en sala GIS, cerramiento prefabricado con peto y cubierta plana con placas alveolares o vigas delta e impermeabilización. La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico.

La sala de control, de comunicaciones y servicios auxiliares contarán con falso suelo. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables.

Para la climatización del Edificio se instalarán dos equipos de aire acondicionado en la sala de control y comunicaciones, y se instalará uno más en la sala de servicios auxiliares; además se instalarán radiadores eléctricos con termostato para calefacción en todas las dependencias.

Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

En la sala de servicios auxiliares se instalará un extractor para ventilación y un equipo de aire acondicionado.

3.4.1.4 Otras instalaciones

- Sistema de control. El sistema de control estará formado por una unidad central, puesto de operación duplicado y unidades locales distribuidas. La unidad central es la encargada de comunicarse con el despacho eléctrico.

- Sistema de protecciones: Conforme a lo requerido en los “Criterios generales de protección del Sistema Eléctrico Peninsular” se ha previsto la instalación de sistemas de protección para todos los equipamientos eléctricos: embarrados, interruptor, posiciones de línea, posiciones de transformador de transporte y posiciones de reactancia.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los servicios auxiliares de la subestación se dividen en Servicios Auxiliares de Corriente Alterna (ca) y Servicios Auxiliares de Corriente Continua (cc). Las tensiones nominales serán 400/230 V, 50 Hz de c.a. y 125 V y 48 V de c.c.

- Sistema de telecomunicaciones: Se ha previsto complementar la red de telecomunicaciones existente/instalar una red de telecomunicaciones con los equipos precisos que permitan asegurar el correcto funcionamiento del telecontrol y del telemando, de los sistemas de protección y de las necesidades de telegestión remota de los equipos de la instalación.

- El alumbrado de los viales será mediante luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 lux mientras que los niveles de iluminación en las distintas áreas serán de 500 lux en salas de control y de comunicaciones, y de 300 lux en el resto de salas.

- Los alumbrados de emergencia del edificio y casetas, estarán situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal, si así estuviese seleccionado, con autonomía de una 1 hora.

- Se instalarán detectores de incendios en los todos los edificios y casetas de la Subestación. Serán del tipo analógicos ópticos, excepto en el almacén y campana exterior que serán termo-velocimétricos. También se dispondrán de los correspondientes extintores en el edificio tanto de CO_2 como de polvo, así como carros extintores de 50 kg de polvo para el parque.

- El sistema anti-intrusismo estará compuesto por contactos magnéticos, detectores volumétricos de doble tecnología y sirena exterior. Se adecuará una central para controlar el sistema de incendios e intrusión, encargado de activar y transmitir las alarmas generadas. Se dispondrá de cámaras de seguridad en la subestación ubicadas según indicaciones del departamento de seguridad de Red Eléctrica.

Drenajes

En la plataforma se han previsto los tubos drenantes necesarios para evacuar las aguas en un tiempo razonable, de forma que no se produzca acumulación de agua en la instalación y se consiga la máxima difusión posible de las aguas de lluvia realizada la ampliación de la subestación.

La recogida de las aguas residuales se ha previsto con depósito estanco de poliéster reforzado con fibra de vidrio capaz de retener por un periodo determinado de tiempo las aguas servidas domésticas y equipado con tapa de aspiración y vaciado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.4.2 Subestación 132 kV Virgen de África

3.4.2.1 Localización y descripción general

El emplazamiento de la subestación se localiza en el término municipal de la Ceuta, sobre terrenos urbanos correspondientes al puerto comercial de Ceuta siendo la titularidad de la Autoridad Portuaria de Ceuta MOPT, concretamente en la parcela con referencia catastral 0348012TE9704N (X: 290.187, Y: 3.974.623). Esta ubicación se encuentra en la zona límite del puerto hacia la ciudad, concretamente en la calle 44, desde la que se accederá a la SE.

La instalación consta de una explanación prácticamente rectangular con unas dimensiones de 126 m x 47 m, suponiendo un total de unos 6.405 m^2 de ocupación de pleno dominio. Dentro de esta superficie se implantarán el parque de 132 kV con todos sus equipamientos eléctricos, el edificio de control y GIS y el edificio de almacén y taller.

En el marco del proyecto se realizará un acerado perimetral de 1,80 m adoquinado o con baldosa hidráulica.

El emplazamiento se encuentra justo al lado de la Central Térmica de Ceuta que alimenta actualmente a la Ciudad Autónoma con carácter de exclusividad. Es desde las barras de la propia central de generación desde donde parte la red de distribución eléctrica de Ceuta, por lo que el emplazamiento de la nueva SE al lado de la central minimizará la necesidad de nuevas infraestructuras de enlace entre la Red de Transporte y la Red de Distribución.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Localización de la Subestación 132 kV Virgen de África

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Virgen de África 132 kV, REE. 2021.

El proyecto de la nueva subestación Virgen de África 132 kV se realiza con tecnología GIS atendiendo a las características ambientales del emplazamiento seleccionado para la misma.

De acuerdo con los criterios establecidos en el Procedimiento de Operación 13.3 Instalaciones de la Red de Transporte se ha proyectado que el parque de 132 kV de la subestación Virgen de África se construya con configuración de interruptor y medio.

La nueva subestación Virgen de África se proyecta de tecnología blindada de interior con envolvente metálica y aislamiento en Hexafluoruro de Azufre (SF_6), con-figuración de interruptor y medio, equipada con seis posiciones de interruptor y contando con espacio futuro para tres posiciones de interruptor no equipadas. La actuación incluye dos posiciones de interruptor AIS para reactancias asociadas a las barras de 132 kV y las correspondientes 2 reactancias de 132 kV que se conectarán a las barras de la nueva subestación Virgen de África 132 kV

El parque GIS de 132 kV en la subestación de Virgen de África responde a las siguientes características principales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Descripción del parque GIS

Elemento	Valor
Tecnología	GIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Blindada interior
Configuración	Interruptor y medio
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31.5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Virgen de África 132 kV, REE 2021.

El parque de reactancias de 132 kV AIS en la subestación de Virgen de África responde a las siguientes características principales.

Descripción del parque GIS

Elemento	Valor
Tecnología	AIS
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Instalación	Intemperie
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31.5 kA

Fuente: Proyecto Técnico-Administrativo de la Nueva Subestación Virgen de África 132 kV, REE 2021.

3.4.2.2 Sistema eléctrico

Red de tierras

Con el fin de conseguir tensiones de paso y contacto seguras, la subestación está dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre, enterrada en el terreno, forman-do retículas que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Se conectarán a la red de tierras de la subestación todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

por descargas atmosféricas o tensiones inductivas, como la estructura metálica, las bases del aparellaje y los neutros de transformadores de medida, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Con el objeto de proteger los equipos de descargas atmosféricas directas, la subestación está dotada con una malla de tierras superiores, unida a la malla de tierra de la instalación a través de robustos elementos metálicos, lo que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla y la protección frente a descargas atmosféricas de toda la instalación.

Embarrados

Los conductores del parque 132 kV estarán dispuestos en un nivel:

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 4,5 m de altura. Se realizarán con tubo de aluminio.

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan solo a su limpieza y montaje posterior.

En todos los tramos superiores a 6 m se ha previsto la instalación en el interior de la tubería de cables de amortiguación. Estos serán del mismo tipo y características indicados para los embarrados en cable en formación simple.

3.4.2.3 Edificaciones

Edificio GIS y de control

Se ha previsto un edificio destinado para albergar las celdas de AT de 66 KV donde se ubican los equipos encapsulados que dispone de una planta bajo rasante, para facilitar el tendido de los cables y otro edificio que albergue las dependencias auxiliares.

Este edificio dispondrá de:

- Sala GIS con sótano
- Sala de control y comunicaciones

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Sala de servicios auxiliares
- Sala de reuniones
- Sala multiusos
- Aseo

Albergará el edificio los equipos de comunicaciones de toda la subestación, la unidad central y monitores del sistema de control digital, equipos cargador-batería cuadros de servicios auxiliares de c.c. y c.a y centralitas de alarmas de los sistemas de seguridad y anti-intrusismo.

Este edificio tendrá una dimensión total de unos 548 m^2, teniendo forma de "L" contando por un lado con la sala GIS de 268 m^2 (22,3 x 12 m) y 10,4 m de altura. Se sitúan el resto de salas con una superficie aproximada de 280 m^2 y una altura de 5 m.

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto, cerramiento prefabricado con voladizo superior y peto y cubierta plana (o inclinada con viga delta) con placas alveolares e impermeabilización. La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico.

Las salas de control, de comunicaciones y servicios auxiliares contarán con falso suelo. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables. La sala GIS incluye sótano.

Para la climatización del edificio se instalarán dos equipos de aire acondicionado solo frío en la sala de control y comunicaciones, y se instalará uno más en la sala de servicios auxiliares; además se instalarán radiadores eléctricos con termostato para calefacción en todas las dependencias.

Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

En la sala de servicios auxiliares se instalará un extractor para ventilación y un equipo de aire acondicionado.

Edificio de almacén-taller

Se ha previsto un edificio destinado al almacenamiento de material de repuestos y taller con unas dimensiones de 200 m^2 (20 x 10 m) y una altura de 8 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de hormigón visto y paredes blanco Macael (si la visibilidad con el cerramiento perimetral fuese aparentemente nula las paredes se propondrán gris hormigón), cerramiento en bloque o panel sandwich con cubierta en cercha metálica e impermeabilización. Cubierta: plana y grava preferentemente de cantera local. Los acabados de Carpintería externa será RAl tipo teja/burdeos.

La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio geotécnico. El edificio estará equipado con un puente grúa.

3.4.2.4 Otras instalaciones

- Sistema de control. El sistema de control estará formado por una unidad central, puesto de operación duplicado y unidades locales distribuidas. La unidad central es la encargada de comunicarse con el despacho eléctrico.

- Sistema de protecciones: Conforme a lo requerido en los “Criterios generales de protección del Sistema Eléctrico Peninsular” se ha previsto la instalación de sistemas de protección para todos los equipamientos eléctricos: embarrados, interruptor, posiciones de línea y posición de reactancia.

- Los servicios auxiliares de la subestación se dividen en Servicios Auxiliares de Corriente Alterna (ca) y Servicios Auxiliares de Corriente Continua (cc). Las tensiones nominales serán 400/230 V, 50 Hz de c.a. y 125 V y 48 V de c.c.

- Sistema de telecomunicaciones: Se ha previsto complementar la red de telecomunicaciones existente/instalar una red de telecomunicaciones con los equipos precisos que permitan asegurar el correcto funcionamiento del telecontrol y del telemando, de los sistemas de protección y de las necesidades de telegestión remota de los equipos de la instalación.

- El alumbrado de los viales será mediante luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 lux mientras que los niveles de iluminación en las distintas áreas serán de 500 lux en salas de control y de comunicaciones, y de 300 lux en el resto de salas.

- Los alumbrados de emergencia del edificio y casetas, estarán situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal, si así estuviese seleccionado, con autonomía de una 1 hora.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se instalarán detectores de incendios en los todos los edificios y casetas de la Subestación. Serán del tipo analógicos ópticos, excepto en el almacén y campana exterior que serán termo-velocimétricos. También se dispondrán de los correspondientes extintores en el edificio tanto de CO2 como de polvo, así como carros extintores de 50 kg de polvo para el parque.

- El sistema anti-intrusismo estará compuesto por contactos magnéticos, detectores volumétricos de doble tecnología y sirena exterior. Se adecuará una central para controlar el sistema de incendios e intrusión, encargado de activar y transmitir las alarmas generadas. Se dispondrá de cámaras de seguridad en el parque ubicadas según indicaciones del departamento de seguridad de Red Eléctrica.

Instalaciones del ciclo del agua

El proyecto se conectará a la red de abastecimiento y saneamiento municipal.

3.4.3 Ampliación de la actual SE Algeciras 220 kV

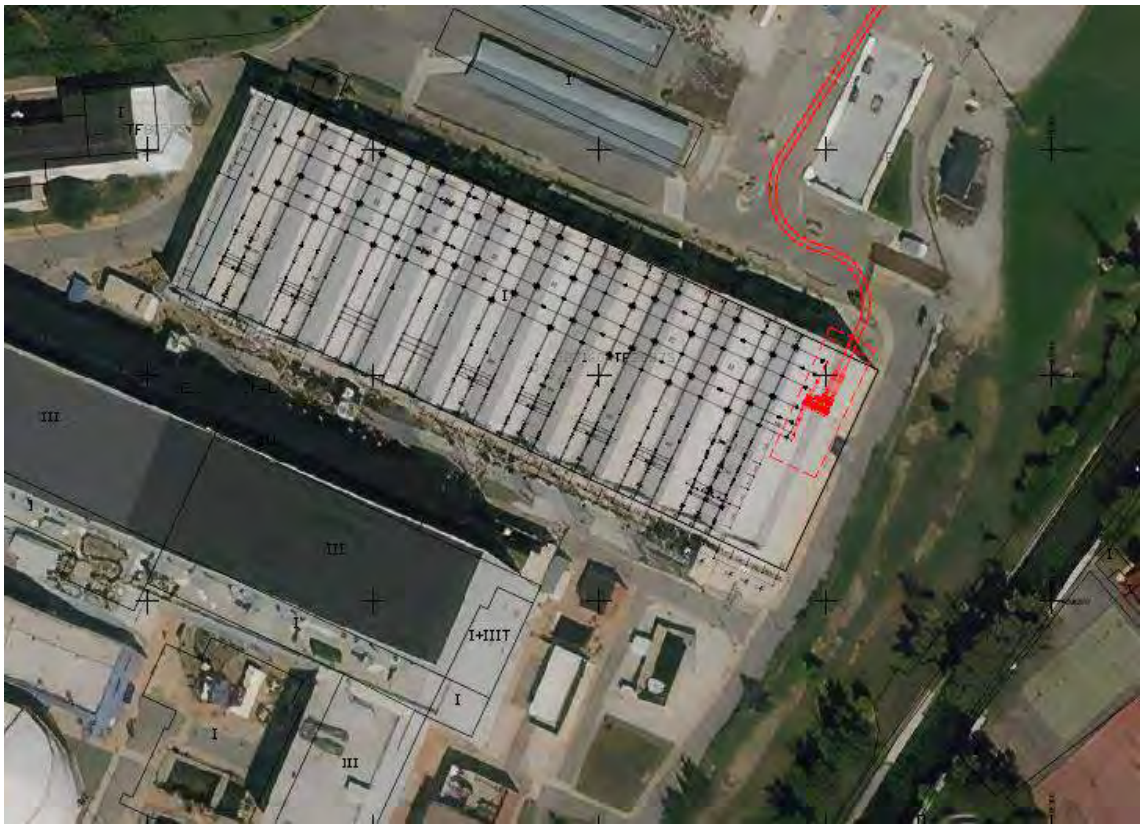
El proyecto en relación con la subestación Algeciras 220 kV consiste en la ampliación de las instalaciones eléctricas de la misma para albergar dos nuevas posiciones GIS a la que conectar la nueva subestación Algeciras 132 kV.

Esta ampliación de posiciones se producirá dentro del edificio actual, sin necesidad de modificar la actual estructura del edificio y por tanto sin ampliaciones del mismo.

Concretamente la actuación consiste en la ampliación de la subestación ALGECIRAS 220 kV tipo AIS con configuración de Doble barra. El esquema unifilar del parque de 220 kV donde se recogen las actuaciones a realizar se muestra a continuación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Subestación eléctrica Algeciras 220 kV (en rojo las nuevas posiciones GIS dentro del edificio)



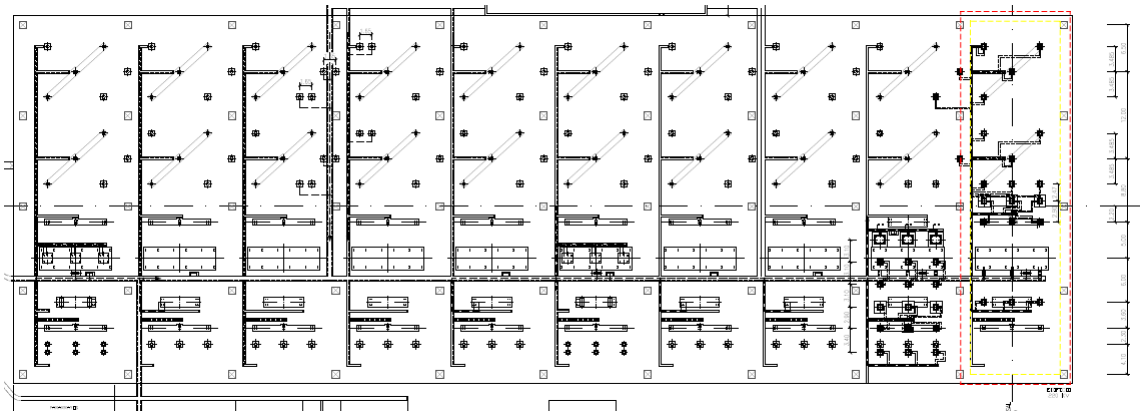
La configuración y disposición general de la SE Algeciras 220 kV responde la siguiente distribución en su estado actual y con la ampliación prevista:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Configuración y disposición general de la SE Algeciras 220 kV

Calle	Existente		Con la ampliación		
	Posición	Nº de interruptores	Posición	Nº de interruptores	Nº de interruptores nuevos
1	TM1 (G1)/TM2 (G2)	1	TM1 (G1)/TM2 (G2)	1	0
2	Puerto Real	1	Puerto Real	1	0
3	TRP1	1	TRP1	1	0
4	TRP2	1	TRP2	1	0
5	T. Nueva Casares	1	T. Nueva Casares	1	0
6	TM 3 (G3)	1	TM 3 (G3)	1	0
7	Pinar del Rey 1	1	Pinar del Rey 1	1	0
8	Pinar del Rey 2	1	Pinar del Rey 2	1	0
9	TRP3	1	TRP3	1	0
10	ACP (AIS)	1	**ACP (GIS)**	**0**	**1**
11			**Algeciras 1 (GIS)**	**0**	**1**
12			**Algeciras 2 (GIS)**	**0**	**1**

Configuración y disposición general de la SE Algeciras 220 kV



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.4.4 L/132 kV Algeciras-Virgen de África

3.4.4.1 Características globales

La L/132 kV Algeciras-Virgen de África se corresponde con una línea de interconexión subterráneo-submarina de transporte de energía eléctrica, de doble circuito a 132 kV, con una longitud aproximada de 68.919 m para el circuito 1 y 66.915 m para el circuito 2, que conectará la nueva subestación en proyecto Algeciras 132 kV, situada en el término municipal de San Roque (provincia de Cádiz), con la nueva subestación en proyecto de Virgen de África 132 kV, situada en la Ciudad Autónoma de Ceuta, que formará parte de la red de transporte primario de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la citada Ley 24/2013.

La conexión de enlace eléctrico Península-Ceuta estará compuesto por los siguientes tramos:

- Tramo subterráneo lado Península: entre la subestación de Algeciras 132 kV y la zona de la playa de Torre Nueva-La Hacienda, mediante cables subterráneos y longitud aproximada de 9,17 km el circuito 1 y 9,14 km el circuito 2 a través de zanja hormigonada en tramos de simple y doble circuito y tres tramos en perforación horizontal dirigida.

- Tramo submarino a través del Estrecho de Gibraltar: entre la costa de La Línea de la Concepción (explanada en camino de tierra de la playa de Torre Nueva) y la costa de Ceuta (aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo). Longitud aproximada de 58.144 km el circuito 1 y 56,187 km el circuito 2.

- Tramo subterráneo lado Ceuta: entre el aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo y la nueva subestación de Virgen de África, mediante cables subterráneos y longitud aproximada de 1.600 m para el circuito 1 y el circuito 2 a través de zanja hormigonada en tramos de simple y doble circuito.

El trazado subterráneo en Península se inicia desde el futuro parque de Algeciras 132 kV, en el término municipal de San Roque, en 2 zanjas hormigonadas de simple circuito desde las respectivas posiciones de la subestación, que inician una perforación horizontal dirigida desde la plataforma del parque de 132 kV de la subestación de Algeciras para cruzar por debajo del arroyo Cachón que bordea la subestación y la autovía CA-34, hasta llegar a una zona próxima a la vía de ferrocarril existente sin servicio ubicado al norte de la autovía CA-34.

A continuación, el trazado subterráneo se dirige en paralelo con la vía de ferrocarril existente sin servicio durante aproximadamente 2 km próximo al talud de dicha vía, atravesándola por debajo a través de un paso existente para dirigirse hacia el término municipal de La Línea de la

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Concepción. Una vez alcanzado el término municipal de La Línea de la Concepción, el trazado subterráneo recorre un camino de tierra municipal durante un tramo de aproximadamente 900 metros hasta alcanzar el polígono de El Zabal, recorriendo las calles Zabal, camino Sierra Carbonera, calle de la Traiña y calle Los Mirlos, hasta atravesar en perforación dirigida la carretera A-383, cogiendo un paralelismo con dicha carretera de aproximadamente 700 metros hasta el Camino de La Viña, donde atraviesa en una nueva perforación dirigida una rotonda de la carretera A-383, continuando posteriormente por el camino de servicio de dicha carretera hasta alcanzar la urbanización Santa Margarita a través de la calle del Arroyo.

Dentro de Santa Margarita, la zanja hormigonada recorre bajo viales asfaltados las calles del Arroyo, avenida del Estrecho y avenida de El Burgo hasta alcanzar el Camino de Estepona. Posteriormente, el trazado subterráneo recorre en zanja hormigonada por debajo del asfalto el Camino de Estepona durante aproximadamente 1,1 km hasta llegar al aparcamiento asfaltado de Torre Nueva, continuando posteriormente por debajo del Camino de Estepona en zanja bajo camino de tierra hasta el punto de aterraje, donde se ubicarán las 2 cámaras de transición de cable subterráneo a submarino en zona de servidumbre de protección de costas y fuera de la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Trazado subterráneo lado Península desde SE Algeciras 132 kV a playa Torre Nueva en zanja doble circuito

El tramo submarino tiene una longitud aproximada de 58,144 km para el circuito 1 y 56,187 km para el circuito 2, y discurre a una profundidad del fondo marino máxima de 900 metros. La profundidad del enterramiento medio en el lecho marino será de 1 metro.

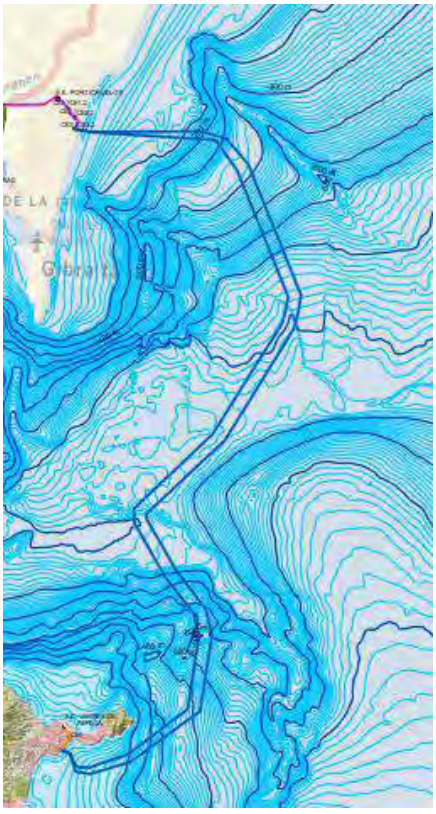
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En la salida de la costa de La Línea de la Concepción está previsto realizar dos perforaciones dirigidas independientes en paralelo de aproximadamente 1.038 metros de longitud cada una, con un diámetro exterior previsto de 500 mm, desde una explanada existente próxima al camino de tierra de la playa de Torre Nueva hasta la cota batimétrica de -11,4 metros bajo la superficie del agua.

Igualmente, a la llegada a la costa de Ceuta están previstas dos perforaciones dirigidas independientes en paralelo de aproximadamente 490 metros de longitud cada una, con un diámetro exterior previsto de 500 mm. Las perforaciones se ejecutarán desde el aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo hasta la cota batimétrica de -17 metros bajo la superficie del agua.

Cada uno de los cables submarinos se tenderá en una pieza o longitud única, no previéndose realizar empalmes en ninguno de los cables submarinos durante el tendido. Los empalmes internos del cable ya vendrán realizados de fábrica. Se estima que los trabajos se desarrollen en dos campañas marinas, una por cada circuito, aunque este punto está bajo análisis en función del estado del arte y desarrollo de los recursos marinos disponibles en la fecha requerida para el despliegue de los conductores en el fondo marino.

Trazado submarino enlace Península-Ceuta desde La Línea de la Concepción hasta Ceuta



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los cables submarinos llegarán a Ceuta en la zona del aparcamiento asfaltado de la playa de El Chorrillo, desde donde se dirigirán a la Avenida Martínez Catena (N-352) que recorrerán en 2 zanjas de simple circuito en paralelo a la misma por las aceras y viales existentes, hasta alcanzar el túnel de Salas. Posteriormente, el trazado de los cables continua en zanja de doble circuito por el interior del túnel hasta la salida del mismo, atravesando los jardines de Argentina para discurrir en zanja de doble circuito por los viales asfaltados de la calle 44, hasta que alcanzan la parcela donde se ubicará la futura subestación de Virgen de África 132 kV, accediendo a ella en dos zanjas de simple circuito.

Trazado subterráneo lado Ceuta desde SE Virgen de África hasta aparcamiento asfaltado playa de El Chorrillo en zanjas de simple y doble circuito.

La línea de conexión Península-Ceuta tiene como principales características globales las siguientes:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Línea 132 kV Algeciras – Virgen de África

Características técnicas generales	
Tensión nominal	132 kV
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Nº de circuitos	2
Longitud circuito 1	68.919 m
Longitud circuito 2	66.915 m

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2021

3.4.4.2 Tramo submarino

El tramo submarino de la línea de conexión Península-Ceuta tiene como principales características las siguientes:

Línea 132 kV Algeciras – Virgen de África (tramo submarino)

Características técnicas generales	
Longitud circuito 1	58.144 m
Longitud circuito 2	56.187 m
Facto de carga	100 %
Capacidad de transporte por circuito (planificada)	80 MVA
Capacidad de transporte por circuito (calculada)	85,4 MVA
Nº cables por fase	1, en configuración de cable tripolar
Tipo de cable (datos referenciales)	145 kV 3x1x500 mm^2 AL + F.O zona nearshore o poco profunda
	145 kV 3x1x300 mm^2 Cu+ F.O zona offshore o profunda
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Directamente enterrado en el fondo
Profundidad enterramiento objetivo en el fondo marino	1 m
Profundidad máxima cable submarino	900 m
Nº cámaras de empalme transición subterráneo – submarino S/C	4 (2 en Cádiz y 2 en Ceuta)
Empalmes	El cable submarino se tenderá en una única tirada siendo los empalmes de fábrica

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2021

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cable de potencia submarino

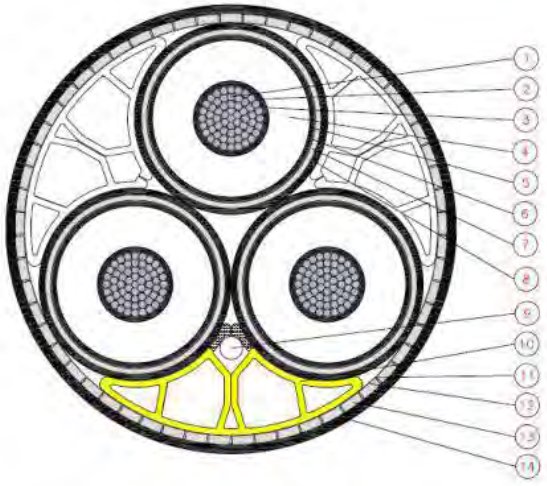
El cable de potencia submarino proyectado discurrirá por el lecho marino. Sus características se indican a continuación a modo referencial, dado que no se dispondrá de las características exactas hasta finalizar el proceso de adjudicación del material que recogerá el estado del arte de la tecnología en el momento en el que se produzca la licitación, asegurando así el uso de la tecnología más avanzada en el proyecto, siendo en cualquier caso cables de tecnología seca, libres de aceites e hidrocarburos.

- Cable submarino en zona nearshore o aguas poco profundas:

  Cable 145 kV 3x1x500 mm^2 AL + F.O: Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio 3 x 500 mm^2 de sección con pantalla constituida por aleación de plomo y armadura de acero galvanizado

  Tiene un peso en aire aproximado de 50 kg/m y 26 kg/m y un diámetro exterior de 186 mm. El diámetro de cada conductor de aluminio es de 27,2 mm y entre ellos se posiciona un cable de fibra óptica.

Sección cable submarino en zona poco profunda



Cable weight in air: approx. 50 kg/m

No.	Constituents	Nominal thickness mm	Nominal diameter mm
1	Conductor, round aluminium wires, filled		27.2
2	Semi-conducting swellable tape		
3	Conductor screen, semi-conducting compound		
4	Insulation, XLPE	17.0	65.2
5	Insulation screen, semi-conducting compound		
6	Semi-conducting swellable tape		
7	Lead alloy sheath	2.1	74.4
8	Phase sheath, semi-conducting polyethylene	2.2	
9	Fibre optic cable		10
10	Filler elements of polyethylene		
11	Binder tapes		
12	Bedding tapes		
13	Armour, galvanized flat steel wires	3.0	
14	Outer serving, polypropylene yarn and bitumen, approx.		186

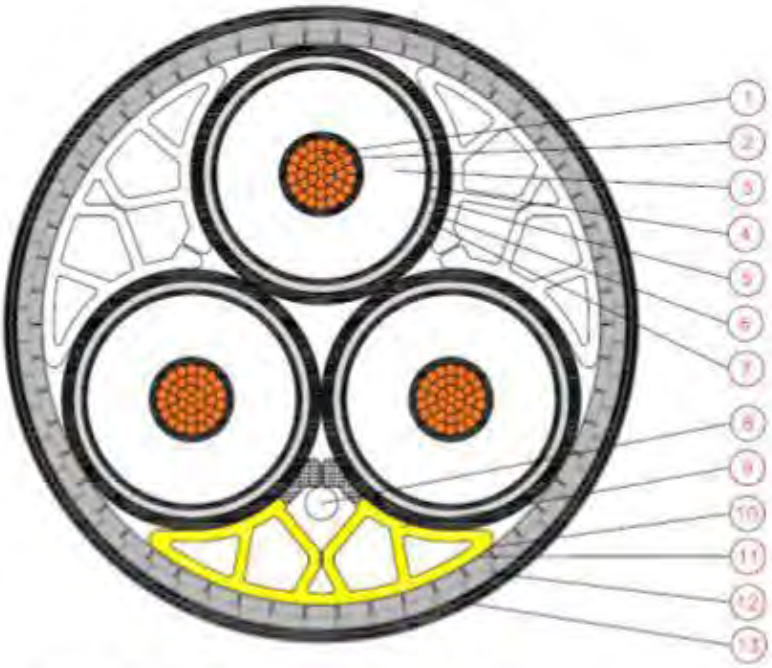
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Cable submarino en zona offshore o aguas profundas (entre 100 y 900 m de profundidad):

Cable 145 kV 3x1x300 mm² Cu + F.O: Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de cobre 3 x 300 mm² de sección con pantalla constituida por aleación de plomo y armadura de acero galvanizado.

Tiene un peso en aire aproximado de 62 kg/m y 39 kg/m y un diámetro exterior de 182 mm. El diámetro de cada conductor de cobre es de 20,5 mm y entre ellos se posiciona un cable de fibra óptica.

Sección cable submarino en zona profunda



Cable weight in air: approx. 62 kg/m

No.	Constituents	Nominal thickness mm	Nominal diameter mm
1	Conductor, round copper wires, filled		20.5
2	Conductor screen, semi-conducting compound		
3	Insulation, XLPE	18.0	60.1
4	Insulation screen, semi-conducting compound		
5	Semi-conducting swellable tape		
6	Lead alloy sheath	2.1	69.3
7	Phase sheath, semi-conducting polyethylene	2.2	
8	Fibre optic cable		10
9	Filler elements of polyethylene		
10	Bedding tapes		
11	Armour, galvanized flat steel wires	3.0	
12	Armour, galvanized flat steel wires	3.0	
13	Outer serving, polypropylene yarn and bitumen, approx.		182

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

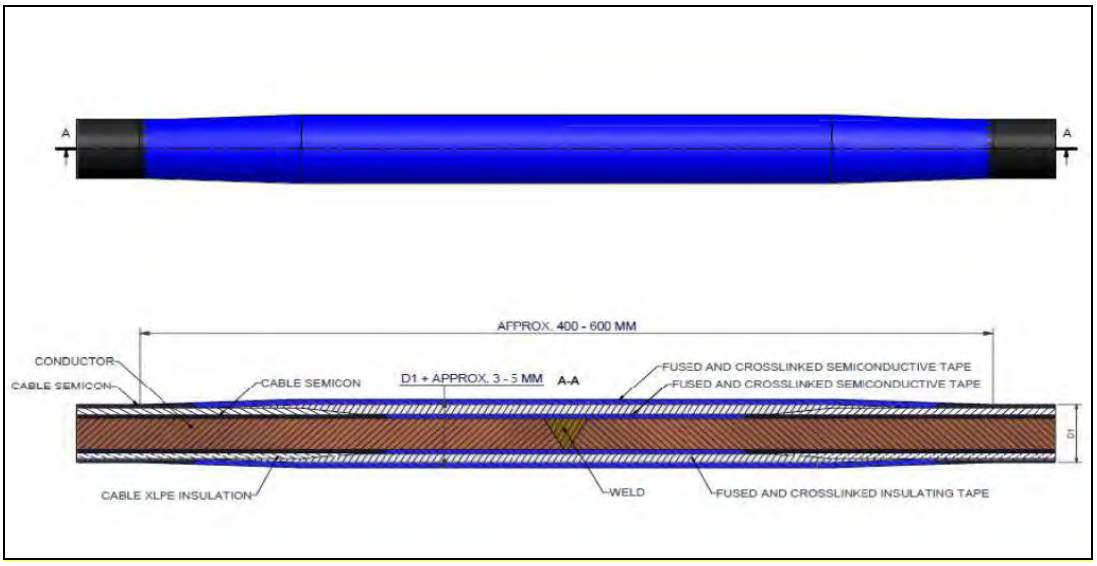
Empalmes de fábrica

El cable submarino está conformado por empalmes que salen realizados de fábrica y se cargan en el barco formando parte de la longitud total del cable.

El conductor está soldado con cobre. La unión del conductor está constituida con el mismo diámetro que el conductor. Cada unión es revisada por rayos X que muestran vacíos o uniones de baja calidad. Los conductores de diferente sección también se pueden unir, en estos casos habrá una suave transición desde un diámetro hasta el otro.

La capa semiconductora de la unión se rehace con el mismo material que el conductor. La capa se funde, se reticula y se pule para formar una capa semiconductora continua con el mismo diámetro que la semiconductora del cable.

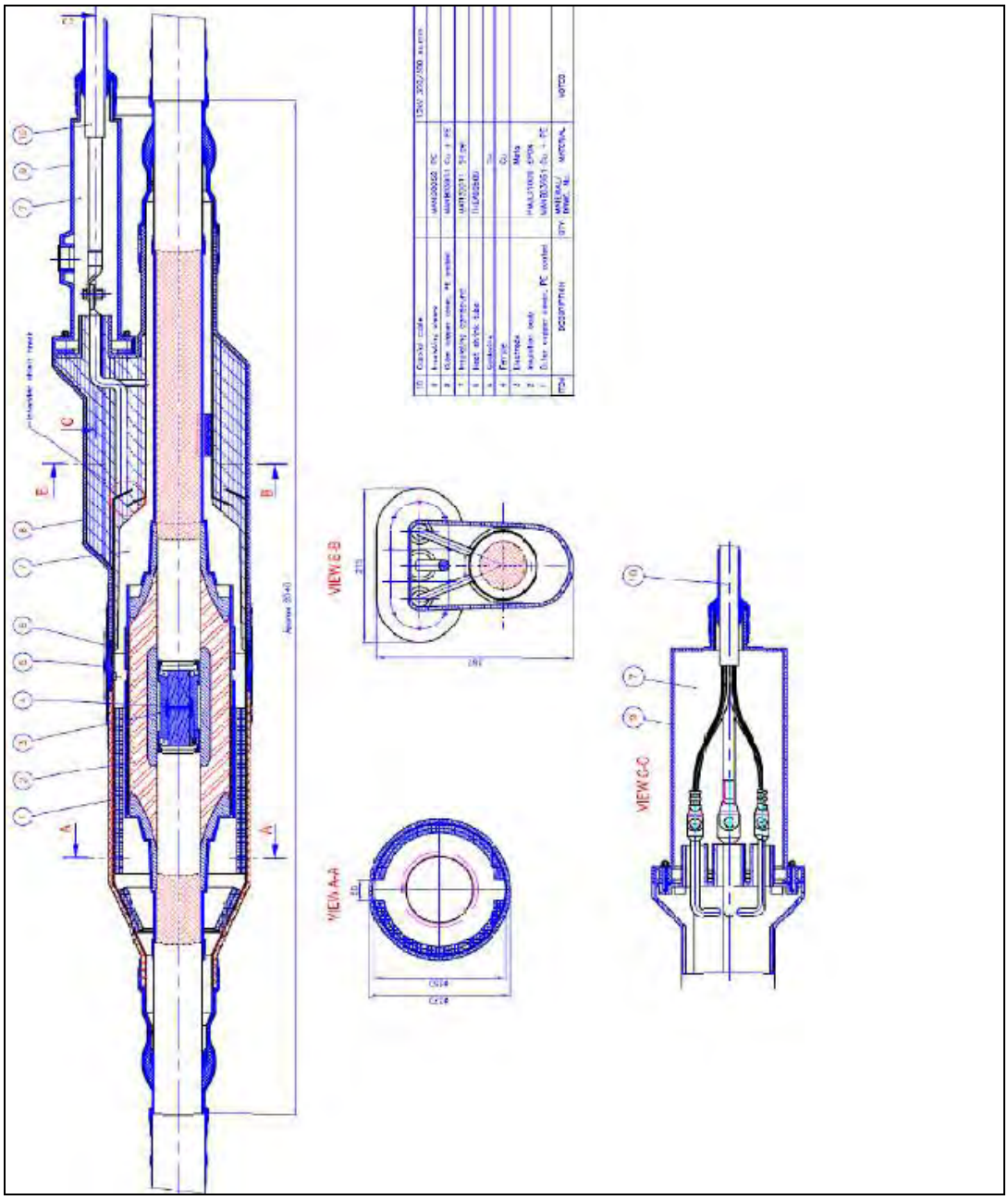
El empalme finalizado tendrá las mismas propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas que las especificadas para el cable.



Empalmes de transición cable submarino/cable subterráneo

Se incluye un esquema de un empalme de transición entre un cable submarino y uno subterráneo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



3.4.4.3 Tramos subterráneos

Los tramos subterráneos de la línea de conexión Península-Ceuta tienen como principales características las siguientes:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Línea 132 kV Algeciras – Virgen de África (tramos subterráneos terrestres)

Características técnicas generales	
Tramo en zanja SC (circuito 1)	0 m en la Península
	687 m en Ceuta
Tramo en zanja SC (circuito 2)	0 m en la Península
	673 m en Ceuta
Tramo en zanja doble circuito	8.335 m en la Península
	918 m en Ceuta
Tramo en PHD	835 m en la Península (3 tramos)
	0 m en Ceuta
Facto de carga	100 %
Capacidad de transporte por circuito (planificada)	80 MVA
Capacidad de transporte por circuito (calculada)	96 MVA
Nº cables por fase	1, en configuración de cable monopolar
Tipo de cable (a modo referencial)	• RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO, • RHZ1-RA+2OL(AS) 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO • RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x630KAL+H135 + 8FO
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Zanja hormigonada con tramo de simple y doble circuito y perforación horizontal dirigida (PHD) de simple circuito
Profundidad de zanja	1,3 m
Nº cámaras de empalme SC	20 (18 en Cádiz y 2 en Ceuta)

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2021

Cable de potencia subterráneo

Los cables a utilizar en el tramo subterráneo se dimensionan de acuerdo con las características del tramo submarino, con las características constructivas del entorno, así como atendiendo a los requerimientos mínimos indicados por el Operador del Sistema en cuanto a capacidad de transporte requerida para el enlace (80 MVA por circuito), con el fin de obtener un diseño óptimo del conjunto de instalaciones, dado que el resultado final del dimensionamiento de los cables del enlace subterráneo-submarino tendrá impacto en las necesidades de compensación y equipamiento de maniobra de las subestaciones extremo, buscándose de esta forma un diseño conjunto óptimo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las características principales de los cables aislados de 76/132 kV requeridos para los tramos subterráneos tendrán unas características similares a las indicadas a continuación. Si bien el diseño definitivo se conocerá una vez se definan las características de los tramos marinos buscando la optimización extremo a extremo de la línea eléctrica subterráneo-submarina:

- RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO:

  Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x400 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm^2 de sección más 8 fibras ópticas integradas, y cubierta exterior de polietileno de alta densidad (HDPE) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas DME1 y sin propiedades especiales ante la reacción al fuego.

- RHZ1-RA+2OL(AS) 76/132 kV 1x400KAL+H135 + 8FO:

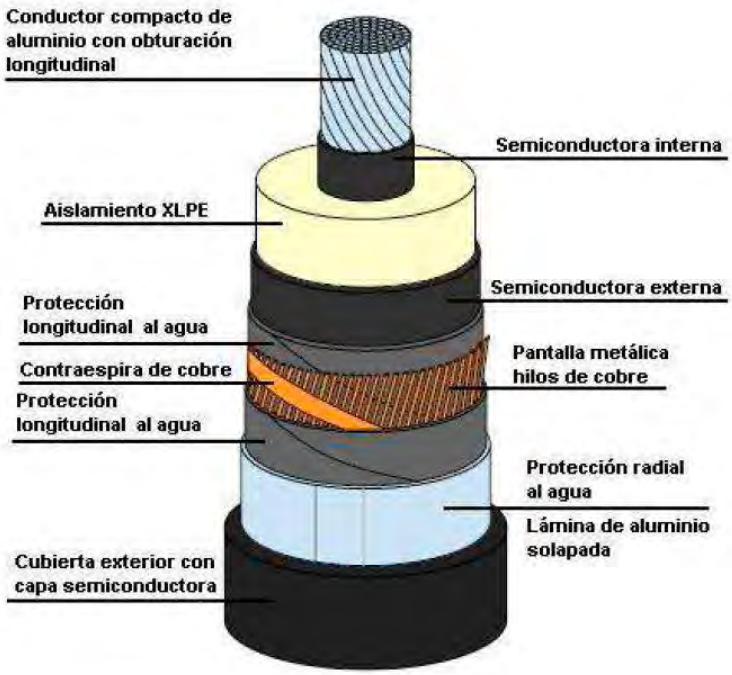
  Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x400 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm^2 de sección más 8 fibras ópticas integradas, y cubierta exterior de poliolefina (Z1) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas tipo DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS).

- RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x630KAL+H135 + 8FO:

  Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x630 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm^2 de sección más 8 fibras ópticas integradas, y cubierta exterior de polietileno de alta densidad (HDPE) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas DME1 y sin propiedades especiales ante la reacción al fuego.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Estructura del cable subterráneo



Canalización

La zanja tipo simple circuito tendrá unas dimensiones de 700 mm de anchura y 1.300 mm de profundidad. Para la zanja doble circuito las medidas serán 1.400 mm de anchura y 1.300 mm de profundidad.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 200 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad.

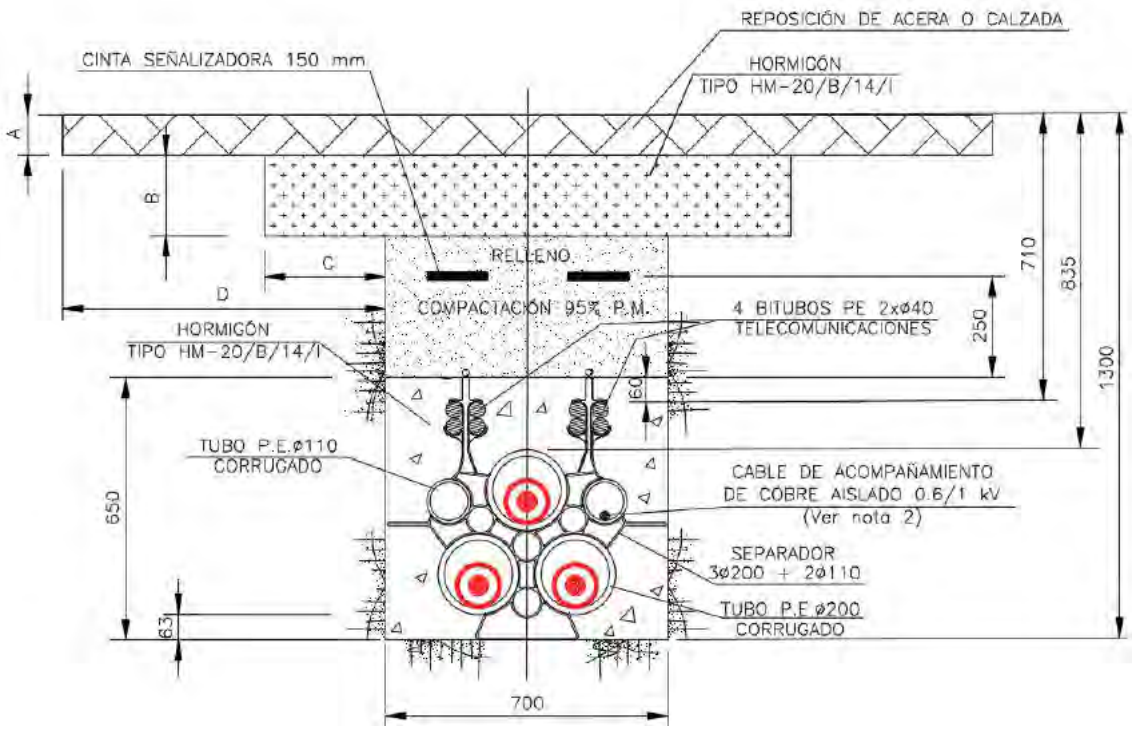
Además de los tubos de los cables de potencia, se colocarán dos tubos de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará su transposición en la mitad del tramo “Single Point” (cuando se use este tipo de conexión de pantallas). Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas “Single Point”, pero se incluirá, aunque no sea este el tipo de conexión de pantallas utilizado.

Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador existe un soporte preparado para sujetar los tubos de telecomunicaciones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

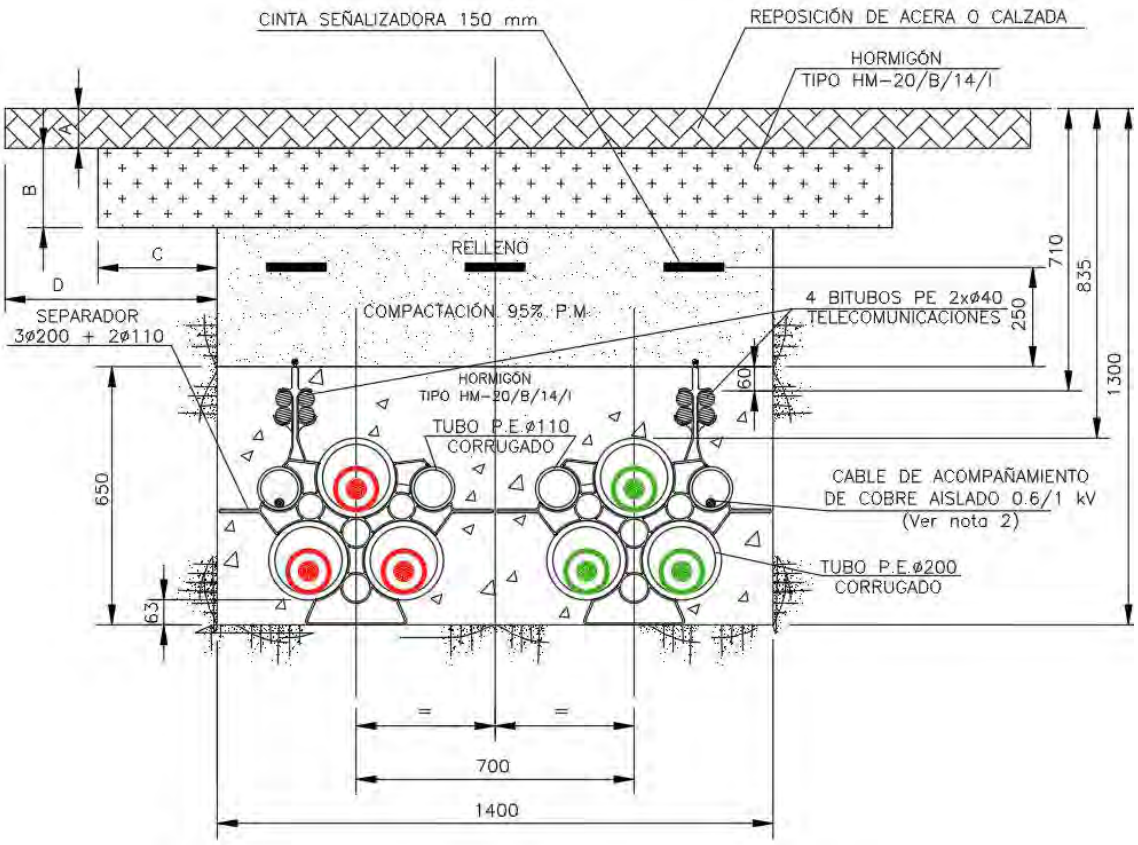
Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 10 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Detalle zanja tipo simple circuito



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Detalle zanja tipo doble circuito



Cámaras de empalme

Los cables son suministrados en bobinas de distinta longitud, de manera que es necesario unir los tramos inicial y final de cada bobina. Estas uniones se realizan en las cámaras de empalme prefabricadas registrables, construidas en hormigón, con unas dimensiones 9,8 x 3,8 m y una profundidad de 2,5 m.

En el lado de Cádiz se implantarán 20 cámaras de empalme, 10 para cada circuito, incluyendo las dos correspondientes a los puntos de aterraje.

En el lado de Ceuta se implantarán 4 cámaras de empalme, 2 para cada circuito, incluyendo las dos correspondientes a los puntos de aterraje.

Perforación horizontal dirigida

El tramo soterrado de la L/132 kV en la parte de Cádiz tendrá, en su recorrido desde la subestación Algeciras hasta el punto de aterraje y paso a marino, 3 tramos que en lugar de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

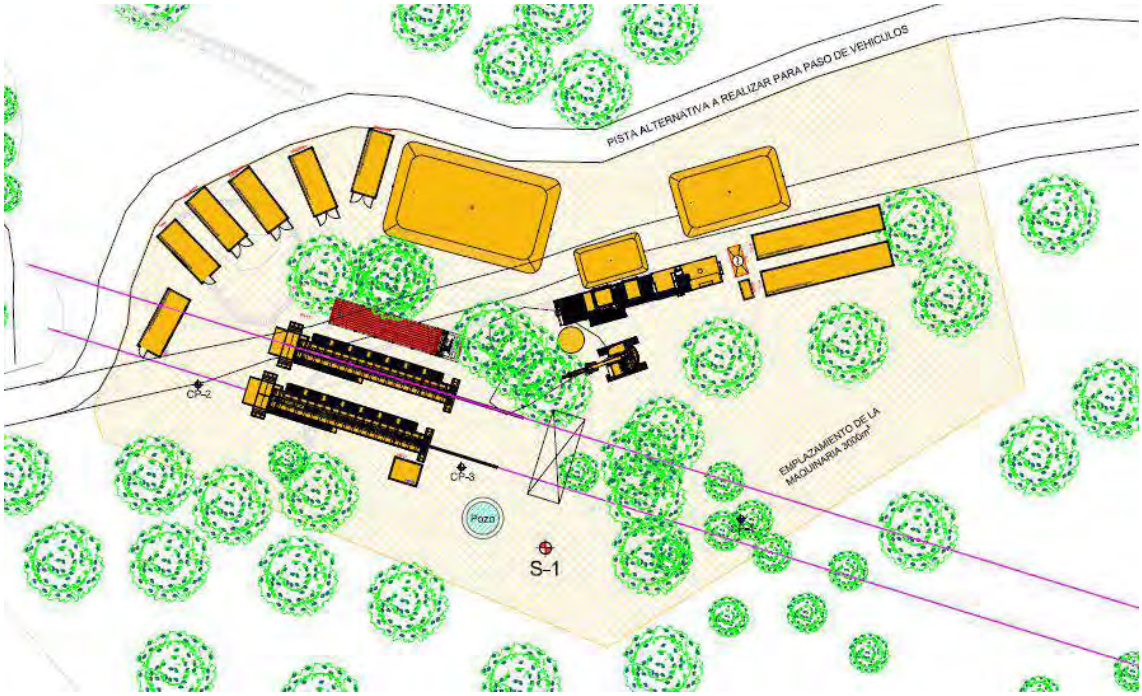
implantarse en zanja soterrada se llevarán a cabo en perforación horizontal dirigida para salvar distintos cruzamientos. Estos tres tramos son los siguientes.

- Tramo 1 en PHD: Cruzamiento del arroyo Cachón y la carretera CA-34

Tiene una longitud aproximada de 540 m cada uno de los dos circuitos que irán en perforaciones paralelas desde el lateral de la Nueva Subestación Algeciras 132 kV, pasando bajo el arroyo Cachón, la CA-34 y el arroyo de los Gallegos, saliendo a zanja en un punto paralelo a la plataforma de la antigua vía ferroviaria a la Línea de la Concepción. En este enclave se dispondrá de pozo de ataque y entorno al mismo toda la zona de ocupación temporal de unos 3.000 m^2 en que se implantarán la plataforma de perforación, el grupo hidráulico, la bomba de lodos, la mezcladora de lodos, etc…

Además, en este caso será necesario habilitar un acceso auxiliar de unos 165 m para facilitar el acceso a la zona de trabajo junto con el camino ya existente.

Zona de trabajo temporal para el pozo de ataque



Por su parte, la soldadura y estirado del tubo se llevará a cabo en paralelo al encauzamiento del arroyo Cachón hacia la desembocadura en el mar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Tramo 2 en PHD: Cruzamiento de la A-383

  Se lleva a cabo a la altura del PK 5,8 de la carretera A-383, partiendo de la calle Los Mirlos y cruzando a la margen oeste hasta el entorno de la gasolinera. El pozo de ataque y toda la maquinaria vinculada a esta se dispondrá en el lado de la calle de Los Mirlos.

  El circuito 1 tendrá una longitud de 53 m y el circuito 2 una de 44 m.

- Tramo 3 en PHD: Cruzamiento de la glorieta situada en el pk 5 de la carretera A-383

  Se llevará a cabo de manera paralela la perforación de ambos circuitos con una longitud aproximada de 240 m partiendo de la margen izquierda de la A-383 y finalizando en el camino de servicio de esta carretera en la proximidad de la Venta Yosu.

Arquetas de telecomunicaciones

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, y como ayuda para el tendido de los mismos, puede requerirse la instalación de arquetas de telecomunicaciones, que serían de dos tipos:

- Arqueta sencilla de poliéster reforzado con fibra de vidrio, medidas 0,905 m × 0,815 m x 1,150 m. Las arquetas sencillas se emplearán para facilitar el tendido de los cables de telecomunicaciones y tener puntos intermedios en el caso de averías. La arqueta se empleará como “encofrado perdido” rellenado sus laterales, tanto paredes como solera, con hormigón HM/20/P/20 de 20 cm de espesor mínimo.

- Arqueta doble, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, 0,900 m x 1,425 m x 1,200 m. Albergan las cajas de empalme de los cables de fibra óptica en el caso de que sean necesarias y sirven de ayuda al tendido. Se instalará una arqueta doble de telecomunicaciones en cada cámara de empalme.

Accesorios

Los tramos subterráneos contemplan además los siguientes accesorios:

- Pararrayo autoválvula: uno por fase, instalado en las crucetas de los apoyos de transición aéreo subterráneo.

- Botella terminal exterior unipolar: una por fase, para la conexión entre los cables y las líneas aéreas; se instalarán en crucetas especiales de los apoyos de paso aéreo/subterráneo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Empalmes: serán diseñados y probados para cada cable aislado en particular siendo su composición general para cables unipolares de aislamientos secos la siguiente:

- Cubierta de protección y material de protección sobre la pantalla.
- Pantalla de empalme y perfil de control de gradiente.
- Cuerpo premoldeado de aislamiento.
- Conexión de los conductores y electrodo de unión.
- Accesorios y pequeño material.

3.4.5 L/220 kV de Conexión de la actual SE Algeciras 220 kV con los transformadores 220/132 kV de la futura SE Algeciras 132 kV

3.4.5.1 Características globales

Como parte fundamental de la interconexión eléctrica Península-Ceuta, es necesaria la construcción de una línea subterránea de transporte de energía eléctrica de doble circuito a 220 kV, con una longitud aproximada de 374 m para el circuito 1 y 359 m para el circuito 2, que conectará la futura subestación de transformación Algeciras 220/132 kV con la ampliación de la subestación existente “Algeciras 220 kV”.

La ampliación del parque existente de Algeciras 220 kV junto con el enlace GIS-Trafo a 220 kV de doble circuito, tienen como función exclusiva garantizar la conexión efectiva de Ceuta en la red de transporte peninsular existente, dotando al enlace de funcionalidad eléctrica.

La línea GIS-Trafo a 220 kV al igual que la ampliación de la subestación de Algeciras 220 kV y la Nueva Subestación Algeciras 132 Kv están ubicadas en el término municipal de San Roque (provincia de Cádiz).

La línea subterránea doble circuito de enlace entre la subestación existente “Algeciras 220 kV” y los 2 futuros transformadores de “Algeciras 132 kV” discurre con el circuito 1 por una zanja de longitud total 353,2 metros y con el circuito 2 por una zanja de longitud total de 339,4 metros.

La línea parte de los terminales tipo GIS de la subestación “Algeciras 220 kV”, ubicados dentro del edificio de la subestación existente y continua en zanja hormigonada con los conductores en disposición tresbolillo bajo calzada durante aproximadamente los primeros 185 metros. A continuación, discurre bajo terrizo durante aproximadamente 35 metros y posteriormente atraviesa un canal seco de aproximadamente 10 metros, mediante zanja hormigonada en disposición capa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tras atravesar el canal los conductores vuelven a estar en disposición tresbolillo y discurren paralelamente al perímetro de la futura subestación “Algeciras 132 kV” durante aproximadamente 65 metros antes de entrar a la subestación, por la que la línea discurre durante 55 metros antes de llegar a los terminales tipo exterior dispuestos frente a los transformadores de la subestación “Algeciras 132 kV”.

Trazado de la L/220 kV de conexión de la ampliación de la SE Algeciras con los trafos 220/132 kV de la nueva subestación Algeciras 132 kV

3.4.5.2 Características técnicas

La línea de conexión a 220 kV tiene como principales características las siguientes:

Línea 220 kV Algeciras – Algeciras

Características técnicas generales	
Tensión nominal	220 kV
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Nº de circuitos	2
Longitud circuito 1	374 m
Longitud circuito 2	359 m
Facto de carga	100 %

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Características técnicas generales	
Capacidad de transporte por circuito (planificada)	160 MVA
Capacidad de transporte por circuito (calculada)	242 MVA
Nº cables por fase	1, en configuración de cable monopolar
Tipo de cable (a modo referencial)	RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 KV 1X630KAl+T375Al
Disposición de los cables	Tresbolillo/capa
Tipo de canalización	Tubular hormigonada
Profundidad de zanja	1.450 /1.150 mm
Nº cámaras de empalme	0

Fuente: Proyecto de ejecución. RED ELÉCTRICA, 2022

Cable de potencia subterráneo

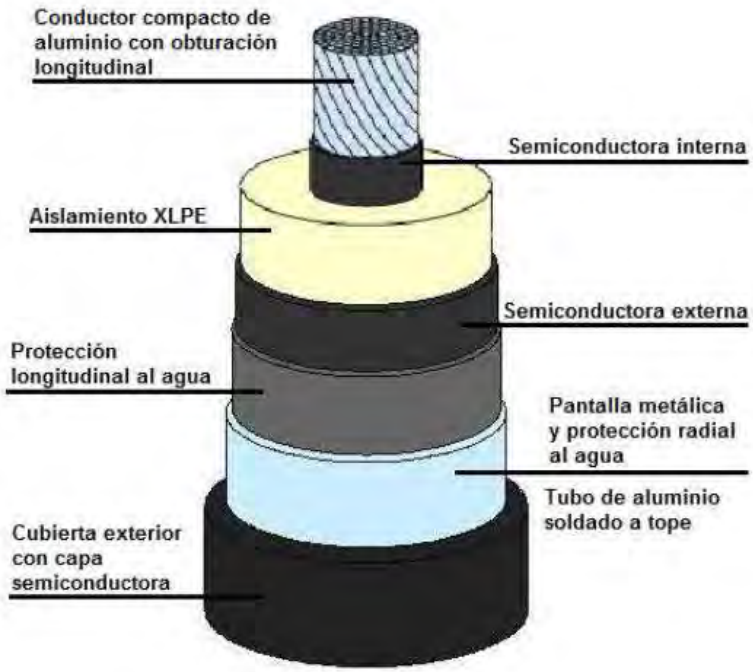
El cable de potencia a utilizar en el tramo subterráneo se dimensiona teniendo en cuenta las características del entorno y la capacidad de transporte requerida para el enlace (160 MVA por circuito).

El cable aislado de 127/220 kV requerido para el presente tramo subterráneo es el siguiente:

- RHZ1-RA+2OL(AS) 127/220 KV 1X630KAl+T375Al

  Cable aislado de aislamiento XLPE 127/220 kV de aluminio, cuerda tipo Aluminio compacta 1x630 mm^2 de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial y pantalla constituida por tubo de aluminio soldado a tope de 375 mm^2 de sección y cubierta exterior de poliolefina (Z1) con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, características mecánicas tipo DMZ2 y con propiedades especiales ante la reacción al fuego (AS).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Canalización, arquetas de telecomunicaciones y accesorios

La zanja tipo con disposición en doble circuito tresbolillo tendrá unas dimensiones de 1.800 mm de anchura y 1.450 mm de profundidad, para simple circuito tresbolillo de 800 mm de anchura y 1.450 mm de profundidad, a excepción de la zanja tipo para el cruce del canal con disposición en capa que tendrá unas dimensiones de 2.600 mm de anchura y 1.150 mm de altura.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 250 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad, según ET140.

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones y como ayuda para el tendido de los mismos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones.

Las arquetas serán sencillas (de 815 mm x 900 mm x 1.200 mm) y dobles (de 900 m x 1425 x 1.200 mm.

Las arquetas serán, según ET202, de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o polipropileno reforzado con cargas minerales con nervaduras exteriores para soportar la presión

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

exterior. En la base de cada arqueta se dispondrá un hueco sumidero con forma circular de 150 mm de diámetro para facilitar el drenaje de las aguas que pueda recoger el conjunto.

3.5 PRINCIPALES MAGNITUDES DEL PROYECTO

Se resumen en el siguiente cuadro las principales magnitudes del proyecto a tener en cuenta en relación con su previsible incidencia ambiental: dimensiones, superficies ocupadas, emisiones a la atmósfera, vertidos, residuos generados, consumo de materias primas, emisiones a la atmósfera y afección al ciclo del agua.

Principales magnitudes del proyecto. Fase de construcción

Características	Elemento	Magnitud
Longitudes	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (total)	68.919 m (circuito 1) 66.915 m (circuito 2)
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (trazado marino)	58.124 m (circuito 1) 56.167 m (circuito 2)
	PHD paso terrestre-marino	1.038 m (cada circuito en Cádiz)
		490 m (cada circuito en Ceuta)
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (Tramo en zanja SC - circuito 1)	0 m en la Península
		687 m en Ceuta
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (Tramo en zanja SC - circuito 2)	0 m en la Península
		673 m en Ceuta
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (Tramo en zanja doble circuito)	8.335 m en la Península
		918 m en Ceuta
	L/132 kV Algeciras –Virgen de África (Tramo en PHD)	835 m en la Península (3 tramos)
		0 m en Ceuta
	L/220 kV Algeciras 220 kV –Trafo 220-132 kV	374 m (circuito 1) 359 m (circuito 2)
Superficie ocupada	Subestación Algeciras 132 kV	6.634 m^2 (plataforma)
		7.130 m^2 (con taludes)
	Subestación Virgen de África	6.405 m^2 (permanente)
	Ampliación SE Algeciras 220 kV	No requiere ampliación de edificio
	Anchura de zanja 132 y 220 kV	1,4 m DC y 0,7 m SC (1,3 m de profundidad)
	Anchura ocupación temporal 132 kV y 220 kV	8-9 m
	Cámaras de empalme del trazado soterrado 132 kV	Previsto de 45,6 m^2 (12 x 3,8 m) y 2,5 m de profundidad
	Ocupación temporal zonas de trabajo PHD en Cádiz (todas)	7.630 m^2
	Ocupación temporal zonas de aterraje	3.390 m^2 (Cádiz) y 2.220 m^2 (Ceuta)
Emisiones a la atmósfera	Foco 1, difuso: maquinaria, camiones	CO_2, CO, NO_x, SO_2, polvo
	Maquinaria de obras públicas y de camiones de transporte	70 y 90 dB (A), emisión discontinua en periodo diurno
Vertidos	Vertidos a cauces	Ninguno en transcurso normal
Residuos generados	Excedentes de excavación	45.023 m^3
	Restos de hormigón	1.009 m^3
	Escombros	445 m^3
	Chatarras metálicas	25.997 kg
	Papel y cartón, maderas y envases y embalajes	29.128 kg
	Restos asimilables a urbanos	1.401 kg
	Residuos peligrosos*(trapos, tierras, envases etc.)	949 kg

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Características	Elemento	Magnitud
	Residuos de podas y talas	1.162 kg
	Mezcla bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	1.216 m^3
	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	2.440 m^3
Duración de la construcción	Subestación Algeciras	14 meses (6 de obra civil)**
	Subestación Virgen de África	12 meses (6 de obra civil)**
	Ampliación SE Algeciras 220 kV	10 meses
	Línea eléctrica 132 kV (tramos terrestres)	38 meses***
	Línea eléctrica 132 kV (tramo marino)	Mínimo de 15 meses pero dependerá de los contratista, ventanas temporales que permitan los trabajos etc…
	L/220 kV	2 meses (0,6 de obra civil)
	Punta de trabajadores	10 (subestación Algeciras 132 kV) 10 (subestación Virgen de África) 8 (ampliación SE Algeciras) 50 (L/132 kV terrestre) 50 (L/132 kV marina) 25 (L/220 kV)

* Los residuos peligrosos son titularidad de las empresas contratistas de la construcción

**Serán 24 los meses desde que se inicie la obra hasta la puesta en servicio.

***Se espera reducir en buena medida simultaneando las obras con 3 equipos en Cádiz y 2 equipos en Ceuta.

3.6 CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO SUBMARINO DE LA L/132 KV ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA

Se describe a continuación únicamente el procedimiento constructivo del tramo submarino de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África por ser elemento del proyecto que tendrá incidencia sobre los espacios RN2000.

3.6.1 Perforación horizontal dirigida

Los puntos de transición entre tierra firme y mar se realizarán mediante perforación horizontal dirigida (PHD) desde tierra independientes para cada uno de los circuitos.

En el caso de la salida de la Península cada una de las dos perforaciones tendrá una longitud de 1.038 m hasta llegar a la cota batimétrica -10 m. En el caso de Ceuta cada una de las dos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

perforaciones tendrá una longitud de 490 m para llegar a la cota batimétrica -17 m. En ambos casos cada perforación tendrá un diámetro exterior de 500 mm.

3.6.1.1 Perforación piloto

Una vez realizados los fosos o catas iniciales, se procederá a realizar la perforación piloto. Mediante esta perforación se definirá exactamente el trazo que seguirá la perforación definitiva utilizando una lanza equipada con un cabezal de perforación dirigido de 251 mm de diámetro, el cual permite conocer en todo momento la posición relativa y profundidad de la lanza y, por tanto, dirigirlo por la trayectoria deseada. Los pozos de ataque/salida serán de unas dimensiones aproximadas de 3,5 x 2,5 metros y 2,5 m de profundidad, para poder realizar las maniobras de achique y bombeo del lodo de perforación.

3.6.1.2 Sistema de guiado

Para la localización del cabezal de perforación, es necesario el tendido de un anillo exterior. Este tendido tiene una forma rectangular, y marca un rectángulo en planta, donde se quiere que transcurra la navegación.

Este cable es alimentado por corriente eléctrica (AC) para generar un campo magnético.

El cabezal de perforación, al igual que el sistema de cable, también es alimentado por un cable dentro del varillaje, de forma que también genera un segundo campo magnético. Para que este campo no se induzca hasta la máquina de perforación, se instalarán elementos metálicos amagnéticos para interrumpir la inducción.

De las interferencias de los dos campos magnéticos, es posible determinar la localización del cabezal de perforación, sin ser necesario que el navegador esté situado en la vertical del cabezal perforador.

3.6.1.3 Ensanche

Una vez terminada la perforación piloto, se proseguirá a realizar los ensanches. Para ello, se actuará de la siguiente forma: una vez se ha dispuesto del cabezal en el exterior, concretamente en el punto de salida al final de la perforación, se colocará un retroensanchador de diámetro superior al de la perforación hasta obtener un diámetro suficiente y necesario para la colocación de las correspondientes tuberías dentro de la perforación. Se estiman realizar 2 ensanches para conseguir un diámetro de perforación adecuado.

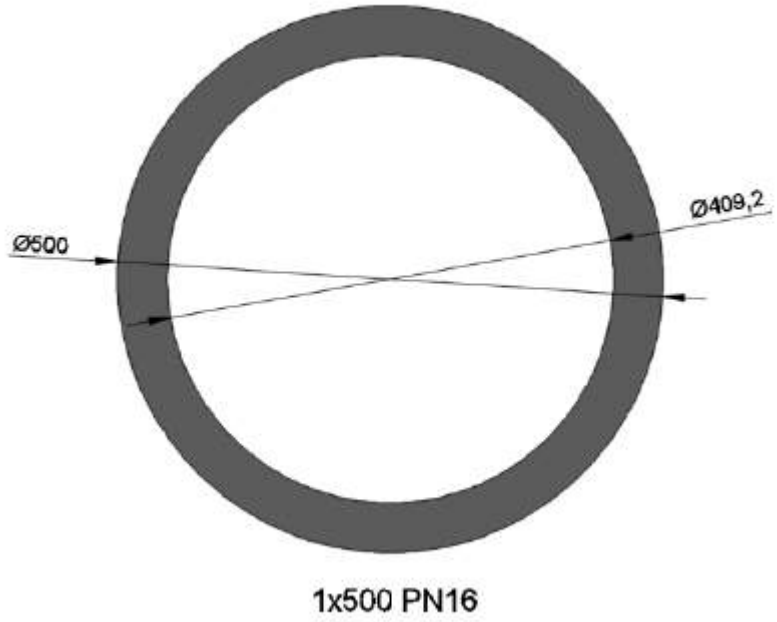
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.6.1.4 Tuberías a instalar

Se utilizarán tuberías de polietileno de alta densidad PE 100 - AD de mejores características que el polietileno estándar. Este tipo de polietileno presenta importantes ventajas (óptima flexibilidad, resistente a agentes, atmósferas y suelos agresivos, pérdida de carga casi nula, insensibilización a la congelación y ausencia de sedimentos e incrustaciones en su interior.

Este tubo tiene un diámetro exterior de 500 mm e interior de 409 mm.

Prisma previsto para la PHD



3.6.1.5 Soldadura

El sistema de unión aplicado para las tuberías de esta perforación será la soldadura a tope. Este método se aplica preferentemente a tuberías de PE-AD y PE-MD y, está basado esencialmente en unir los dos extremos de las tuberías mediante fusión y de la posterior aplicación de presión.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El sistema convencional para realizar soldaduras en este tipo de tuberías es el siguiente: los extremos de la tubería se calientan a 210ºC±10 y a continuación se unen sometiéndolos a una presión de 1,5 Kg/cm², una vez enfriada la soldadura se colocarán las tuberías

3.6.1.6 Limpieza de la PHD

Consiste en pasar a lo largo de toda la perforación con un calibre que verifica las dimensiones del microtúnel, y a la vez limpia de detritus la perforación.

3.6.1.7 Instalación de la tubería

Las tuberías se conectarán inmediatamente detrás del escariador (ensanchador), como si se tratara del último de los ensanches de forma que, al tirar desde la máquina de perforación, el ensanchador agranda o limpia el túnel abierto previamente y, simultáneamente, se instalarán las tuberías de servicio

3.6.1.8 Gestión de lodos

Para minimizar la fabricación de lodo, se utilizarán equipos de reciclaje que reducirán al mínimo la fabricación del lodo de perforación reciclándolo.

El proceso de reciclaje consiste en recuperar el lodo, mezclado con el detritus de la perforación, que por medio de una unidad de reciclaje separa el detritus del lodo, pudiendo volver a utilizar el mismo sin necesidad de crear continuamente lodo de nuevo. De esta manera el volumen final se reduce en origen gracias a un proceso de reciclaje en obra.

3.6.1.9 Alternativas de tratamiento

Durante la ejecución de las perforaciones dirigidas se generará un volumen de detritus, un residuo consistente en el material excavado en el frente de la perforación, que estará completamente hidratado.

Por esta razón será necesario acopiarlo en una zona que permita un secado natural, para posteriormente utilizarlo como material de relleno y transportarlo a vertedero.

Dada la naturaleza húmeda del material, se utilizarán contenedores estancos (de obra) para el transporte.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El punto de secado se situará próximo a la obra, en el espacio utilizado como zona de acopio de materiales necesarios para la confección de la canalización.

3.6.1.10 Acopio de lodo de perforación en la obra

Los lodos bentoníticos, previamente cribados, serán almacenados en una balsa de terreno natural, para reutilizarlos para el resto de las perforaciones.

Una vez acabados los trabajos de perforación, se deberán:

- Desecar en la propia obra mezclándolos con terreno adyacente.
- Retirar y transportar a vertedero.
- Deshidratación de lodos bentoníticos

Los lodos bentoníticos, previamente cribados por la empresa perforadora, serán almacenados en un depósito (decantador).

Mediante una bomba centrífuga especialmente diseñada se procede al secado del lodo, obteniendo por una parte agua y por otra un residuo seco (tierras – arcillas), que se puede transportar al vertedero o utilizar en la misma obra (ídem para los detritus).

3.6.2 Apertura de zanjas / protección del cable

Como norma general, los cables submarinos irán enterrados a 1 metro bajo terreno arenoso.

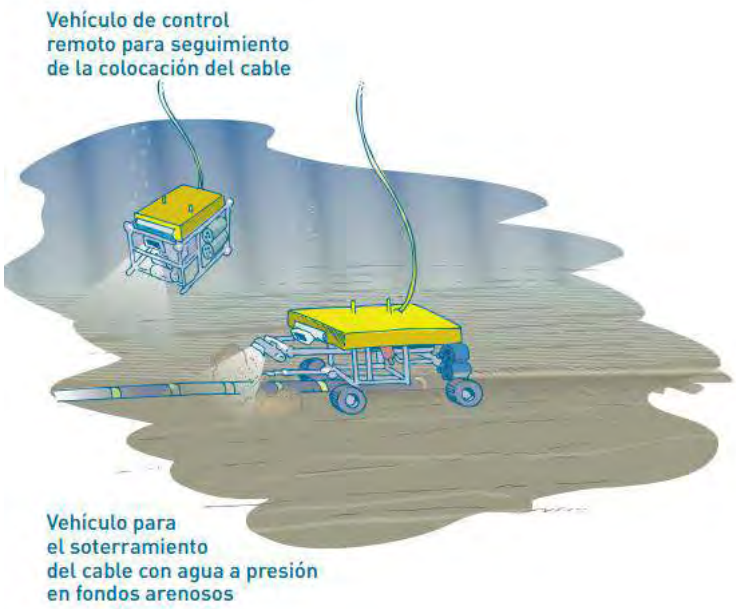
Dependiendo de las características del fondo marino se considera el empleo de los siguientes métodos de protección:

► “Jetting”. Se realiza posteriormente al tendido. Se utiliza un barco desde el que remotamente se manejará un vehículo submarino que descenderá hasta colocarse sobre el cable. El citado vehículo irá provisto de un mecanismo de chorros de agua a alta presión, que licuará el terreno ubicado bajo y alrededor del cable, permitiendo que el cable se hunda a través de los sedimentos en suspensión hacia el fondo de la zanja, según el mecanismo avanza hacia adelante. Cuando la máquina se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, solidificándose de nuevo y rellenando por sí mismos la zanja.

Este método es válido para la parte del trazado con sedimentos arenosos o blandos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Jetting



- "Trenching": En fondos con arcillas duras o rocas para alcanzar la profundidad deseada de 1 metro pueden ser necesarias operaciones de corte del fondo marino de forma puntual, es decir, la utilización de un tipo de excavadora submarina con cuchillas rotatorias.

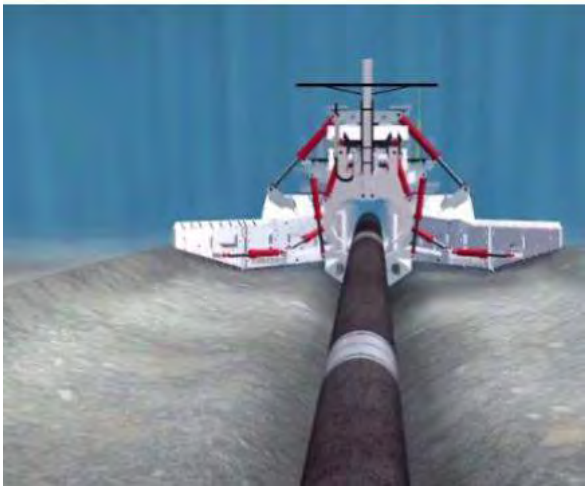
Trenching

- "Ploughing": Se trata de una técnica de enterramiento por medio de un dispositivo de arado arrastrado por el barco de tendido de cable, que actúa simultáneamente sobre el fondo marino abriendo la zanja y enterrando el cable a la vez que avanza por el fondo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

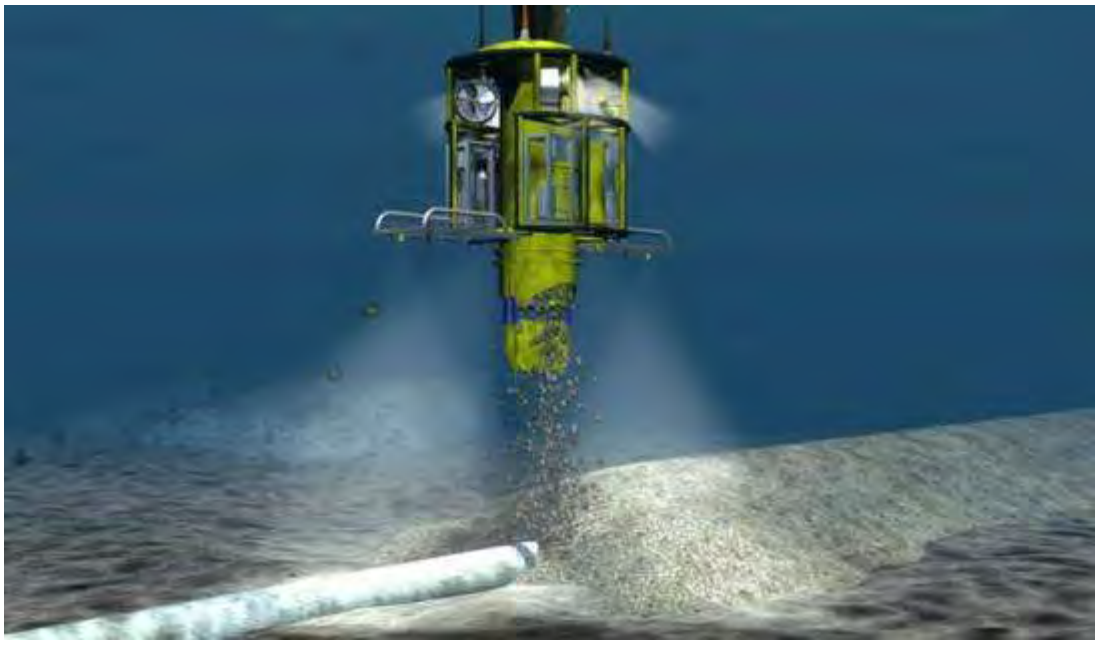
Esta técnica es adecuada desde terrenos blandos a terrenos duros que no presentan rocas.

Ploughing



- "Rock dumping": en terrenos muy duros o en aquellos donde se complica mucho penetrar en el fondo marino, la protección del cable se consigue por medio de vertido de rocas de manera controlada sobre el propio cable (rock dumping). El tipo de roca deberá ser de características similares a la encontrada en la zona.

Rock dumping



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- En los tramos menos profundos, cerca de las costas, debido al mayor peligro de agresión externa se utilizarán otros métodos adicionales de protección, como la instalación de conchas de acero fundido (Cast Iron Shells hasta la profundidad de 50 m en ambos extremos del enlace).

A efectos de estudio del impacto ambiental, las tecnologías viables para enterrar el cable en sedimento no consolidado (jetting, ploughing, trenching) se consideran a grosso modo equivalentes por lo que se refiere a su impacto ambiental, con la salvedad de la anchura de corredor afectada. Las implicaciones de las otras técnicas (vertido de rocas, etc.) se analizarán por separado.

3.6.3 Tendido del cable submarino

Después de la fabricación y ensayos en fábrica de los cables submarinos, éstos serán transferidos a plataformas giratorias en fábrica para ser cargados en las plataformas de los barcos encargados del tendido.

Los barcos estarán equipados con sistemas de posicionamiento GPS dinámicos para seguir exactamente las trayectorias prefijadas y mantenerse fijos cuando las condiciones del mar requieran suspender durante unas horas los trabajos de tendido.

El método de tendido, a grandes rasgos, puede describirse de la siguiente forma:

Para comenzar las operaciones de tendido el barco se situará lo más cerca posible de la costa en línea con la dirección de la ruta a seguir por los cables. El barco, para mantener la posición preestablecida sin necesidad de muertos o amarres, utilizará su propio sistema de posicionamiento dinámico.

Cuando el barco esté situado correctamente, el cable submarino será lentamente descargado desde el barco con una serie de flotadores hinchables y tendido hacia la costa por medio de botes auxiliares. Del mismo modo, desde la máquina de tiro instalada en tierra, se tenderá un cable piloto de tiro con otro bote auxiliar. El número de botes auxiliares necesarios para realizar esta operación dependerá de las condiciones atmosféricas y la distancia de flotación necesaria.

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1,5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o al cabezal del cable submarino. Entonces se empezará a tirar del cable piloto hasta la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto del empalme de transición entre el cable submarino y el cable subterráneo (B.J. Beach Joint), mientras que simultáneamente el barco va entregando más cable en los flotadores hinchables.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

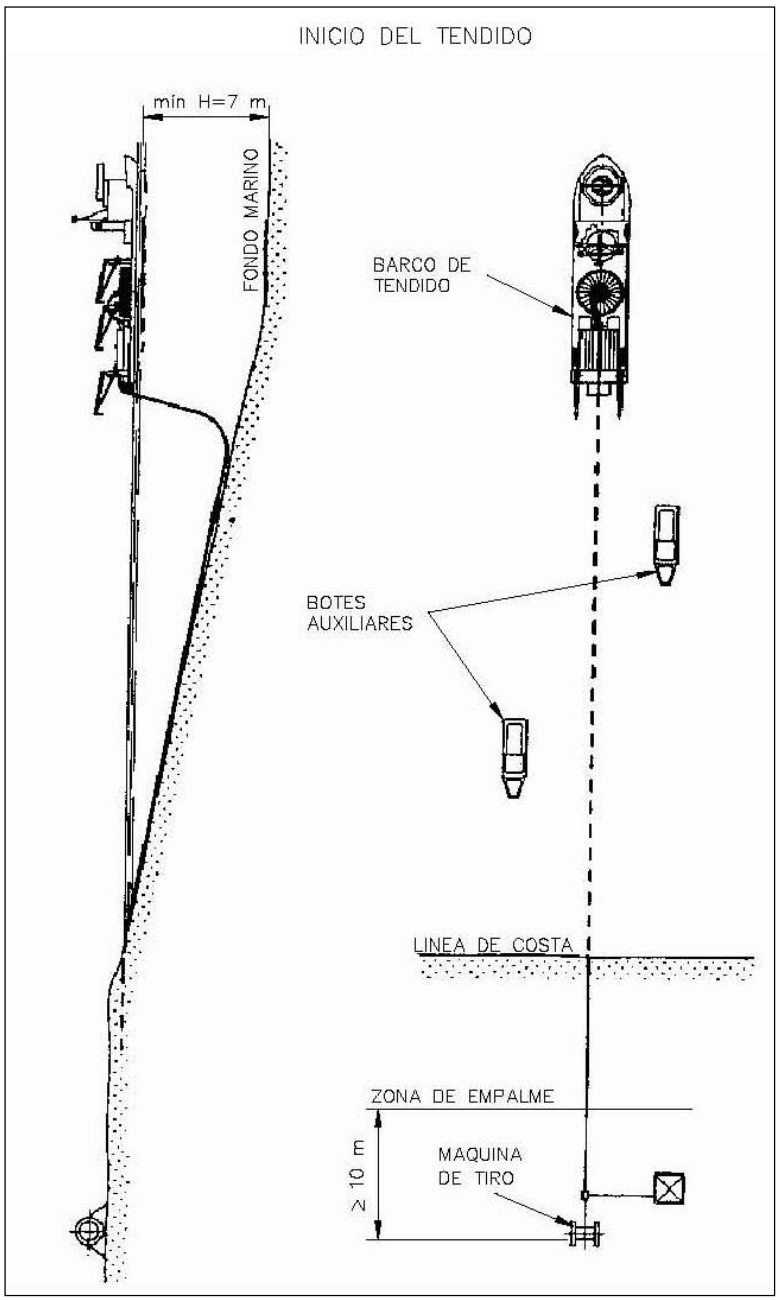
Desde el punto del empalme de transición (B. J. Beach Joint) hasta la orilla se instalará un camino provisional de rodillos, de tal forma que cuando el extremo del cable submarino llega a la orilla, se van retirando los flotadores hinchables y el cable se coloca sobre los rodillos.

Cuando haya sido tendida la longitud suficiente de cable para realizar los empalmes de transición, se retirará el cable de los rodillos y el extremo o cabezal del cable será entonces anclado a tierra.

Una vez finalizada la operación de tendido en la costa el cable será sumergido en el fondo del mar por buceadores especializados que irán retirando los flotadores hinchables del cable. La retirada de los flotadores se realizará partiendo del barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

Una vez preparada la salida del cable submarino, el barco procede a recorrer la traza del cable correspondiente hasta la llegada en la costa. Para el tendido del cable el barco avanza lentamente siguiendo la traza del mismo, desenrollando el cable desde la bodega del barco de forma paulatina y ajustada al avance del mismo. El cable abandona la bodega y siguiendo las poleas y guías dispuestas en la cubierta, cuelga por la popa y siguiendo una amplia curva, se deposita en el fondo del mar siguiendo la estela del navío. El peso del cable hace que se sitúe exactamente en la traza definida.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



En su avance el barco de tendido va depositando el cable en el fondo, siguiendo en todo momento la trayectoria prefijada, utilizando para ello el Sistema de Posicionamiento Dinámico. La navegación estará basada en el uso del DGSP (Diferencial Global Positioning System). El GPS es un sistema de medida de distancia donde el receptor, situado a bordo del barco de tendido, mide la distancia simultáneamente de todos los satélites GPS sobre el horizonte.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El tendido del cable estará basado en el perfil del fondo marino e información obtenida del informe marino desarrollado antes del tendido, y posterior estudio realizado sobre los parámetros de tendido.

Por lo tanto, para poder comparar los valores precalculados y asegurar que el cable es tendido adecuadamente sobre el fondo marino según el trazado previsto, se monitorizará desde el barco cablero con la siguiente información:

- Posicionamiento del barco de tendido
- Posición del vehículo de control remoto (ROV)
- Velocidad de suministro del cable.
- Tensión del cable y ángulo de la bobina de tendido
- Longitud del cable ya tendido
- Profundidad
- Velocidad y dirección del viento.

Durante el tendido se realizará una monitorización del posicionamiento del cable en el lecho marino (touch down monitoring), es decir, se realizará la detección del punto de contacto o posado del cable, mediante un vehículo de control remoto (ROV) para posibilitar pequeños ajustes de trazado con los que evitar apoyar sobre obstáculos aislados y evitar los “free spans” vanos libres entre apoyos del cable en irregularidades locales del fondo marino. El ROV operará desde un barco de apoyo independiente con su propio sistema de posicionamiento dinámico.

Esto se realizará de forma continua salvo en la zona de gran profundidad (y menores irregularidades), con el objeto de reducir al máximo la duración de las campañas de tendido de los cables ya que el ROV tiene mayores restricciones meteorológicas que el barco de tendido.

En las proximidades del punto de llegada a tierra y antes de comenzar las operaciones de tierra, el barco se alejará cuidadosamente de la alineación de la ruta final del cable de forma que deje su popa libre para las operaciones de tendido y será situado en su posición final utilizando su sistema de Posicionamiento Dinámico.

Cuando el barco esté correctamente asegurado en su posición final, el cable flotará en un amplio bucle con la ayuda de flotadores y buceadores hasta que haya una suficiente longitud de cable fuera del barco. Al ser el cable de mayor longitud que la necesaria para su tendido, el mismo será cortado y sellado a bordo, procediéndose entonces al tendido del lazo mediante botes auxiliares hacia tierra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1,5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o cabezal del cable submarino. Entonces, se empezará a tirar del cable piloto desde la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto de empalme entre el cable submarino y el cable subterráneo.

Desde el punto del empalme de transición (B. J. Beach Joint) hasta la orilla se instalará un camino provisional de rodillos, de tal forma que cuando el extremo del cable submarino llegue a la orilla, se irán retirando los flotadores hinchables quedando el cable sobre los rodillos. Cuando haya sido tendida la longitud suficiente de cable para realizar los empalmes, se retirará el cable de los rodillos y el extremo o cabezal será asegurado a tierra.

La retirada de los flotadores se realizará partiendo desde el barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 INTERÉS PÚBLICO DE LA ACTUACIÓN

El interés público de la instalación proyectada se fundamenta por un lado en la función concreta que desempeñará, al servicio del interés general, y por otro, administrativamente, le es reconocido por la legislación sectorial eléctrica y ambiental.

La Ley 24/2013, del Sector Eléctrico, establece en su Artículo 4, que la planificación eléctrica será realizada por el Estado, con la participación de las Comunidades Autónomas, señalando el alcance y carácter de la misma. De acuerdo con dicha normativa, el pasado mes fue aprobada por el Gobierno de la Nación la *Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026*. Esta planificación integra el desarrollo del sistema eléctrico, en un horizonte temporal 2021-2026, y el documento aprobado incluye una amplia información sobre las previsiones de la demanda eléctrica y los recursos necesarios para satisfacerla, y establece con carácter vinculante las instalaciones de transporte de electricidad a construir en el período comprendido en la planificación.

Finalmente, la legislación sectorial eléctrica, concretamente la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico, en su artículo 54 declara de utilidad pública las instalaciones eléctricas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica, a los efectos de expropiación forzosa de los bienes y derechos necesarios para su establecimiento y de la imposición y ejercicio de la servidumbre de paso.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

El análisis de soluciones para el proyecto en lo que se refiere a sus afecciones potenciales sobre la Red Natura, se lleva a cabo a dos niveles; para consultar con detalle todas las variables consideradas en el análisis de alternativas completo, véase el Capítulo 7 de la Memoria Volumen I del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de la Interconexión Península-Ceuta.

A. Análisis de la alternativa cero. Se analiza la alternativa de no ejecución de las instalaciones proyectadas.
B. Análisis de alternativas de proyecto. Se comparan distintas soluciones planteadas para distintos elementos del proyecto.

5.1 PROCESO SEGUIDO EN LA DEFINICIÓN Y CONCRECIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO

El análisis de alternativas para el presente proyecto se ha llevado a cabo en dos fases:

► En una primera fase, coincidiendo con la elaboración del Documento Inicial de Proyecto (en adelante DIP) en 2016, se realizó un análisis de alternativas para un ámbito de estudio que englobaba el conjunto del Estrecho de Gibraltar, con el objeto de seleccionar el corredor viable para el enlace submarino de interconexión entre la península y Ceuta y el área de implantación más favorable del proyecto en la provincia de Cádiz y Ceuta.

- En relación con el trazado marino se esbozaron corredores marinos de cruce del Estrecho de Gibraltar, así como soluciones de aterraje a nivel esquemático a partir de cada una de las tres soluciones globales de proyecto de la costa gaditana.
- Fruto de este análisis se consideró, y así también quedo refrendado en la respuesta a las consultas previas del DIP, como solución más favorable el aterraje del proyecto de conexión eléctrica en la península a través de la Línea de la Concepción-playa de la Hacienda. De esta manera esta fase de evaluación preliminar ha quedado superada al ser refrendada esta solución como la más favorable.
- Respecto a las características de las instalaciones que componen el eje de interconexión eléctrica en la península, se partía de los señalados en la planificación eléctrica vigente en ese momento (2015-2020): una nueva subestación tipo AIS en la provincia de Cádiz, la cual debido a su naturaleza debía emplazarse en suelo rústico, una línea subterráneo submarina de doble circuito y una línea aérea eléctrica a 220 kV de conexión con el punto más cercano de la red de transporte existente en el territorio.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se analizaron múltiples emplazamientos en el entorno de San Roque y la Línea de la Concepción para la nueva subestación peninsular en tecnología AIS, de los cuales solo 4 resultaron viables, mientras que las conexiones eléctricas aéreas terrestres peninsulares, dada la corta longitud de las mismas, quedaron reducidas a prácticamente la conexión directa mediante pasillos únicos. Por su parte, en Ceuta, se analizaron dos alternativas de llegada/aterraje del cable a tierra, bien por la bahía norte o bien por la bahía sur quedando la decisión pendiente en primer lugar de llevar a cabo estudios específicos marinos de ambas costas para poder seleccionar la opción técnicamente viable y que minimizase las afecciones ambientales y territoriales. Esta elección condicionaba también la elección de la ubicación definitiva de la nueva subestación en este territorio.

► En una segunda fase, expuesta en el Estudio de Impacto Ambiental se ha llevado a cabo un análisis más profundo de las alternativas considerando las respuestas recibidas al Documento Inicial de Proyecto y el refrendo de la administración a la solución del proyecto, conectando eléctricamente la Península con Ceuta desde la costa de la Línea de la Concepción. Para realizar estos estudios de detalle se han realizado campañas marinas específicas de aguas someras y profundas en los frentes marinos de las costas de la Línea de la Concepción y de las costas de la bahía norte de Ceuta y de la bahía sur de Ceuta, así como análisis de viabilidad de posibles enclaves para llevar a cabo perforaciones dirigidas para minimizar las afecciones de las transiciones tierra-mar, estudios constructivos, topografía, geotecnia, análisis de suelos y aguas freáticas, estudios arqueológicos, etc…

- En el caso concreto de las instalaciones que componen el eje de interconexión en Ceuta se parte de la selección de la ubicación de la nueva SE Virgen de África 132 KV a partir de tres alternativas de emplazamiento, para posteriormente seleccionar el punto de aterraje y el trazado hasta la futura subestación a partir de 4 alternativas diferentes, dos con origen en la bahía norte de Ceuta y dos en la Sur.
- En el caso de las instalaciones que componen el eje de interconexión eléctrica en la península se parte en primer lugar de un análisis detallado comparativo de alternativas para los elementos de proyecto recogidos en la anterior Planificación Eléctrica 2015-2020;

  – La nueva subestación proyectada Portichuelos 220/132 kV que al ser recogida como tipo AIS debe implantarse en suelo rústico y la nueva línea aérea a 220 kV de conexión con la red eléctrica de transporte existente en la zona.
  – La selección concreta del punto de aterraje a lo largo de la playa de la Hacienda.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

– El trazado entre este y el emplazamiento seleccionado para la subestación tipo AIS en suelo rústico.

Resultado de esta comparativa se selecciona la solución de proyecto más favorable en la zona de Cádiz para la implantación de un proyecto con subestación en tecnología AIS, cumpliendo de este modo con los requerimientos iniciales de la planificación eléctrica que estaba anteriormente vigente.

Por su parte, desde que se inició la tramitación ambiental del expediente mediante el Documento Inicial de Proyecto, se han llevado a cabo modificaciones en la Planificación Eléctrica vigente habiendo sido aprobada la nueva Planificación Eléctrica 2021-2026. Esta aprobación ha abierto la posibilidad y obliga a plantear soluciones de proyecto adicionales a las planteadas inicialmente en el DIP con el objetivo de cumplir los criterios de la misma relativos a la optimización de recursos y minimización de creación de nuevas instalaciones mediante el máximo aprovechamiento de las infraestructuras existentes. Del mismo modo, el hecho de encontrarse recientemente aprobada la nueva Planificación Eléctrica 2021-2026 posibilita que se puedan analizar nuevos escenarios para el proyecto como pudieran ser distintos tipos de tecnologías y configuraciones eléctricas que permitieran aprovechar instalaciones existentes al tratarse de soluciones más compactas.

Resultado de esta situación se plantea una nueva alternativa de proyecto consistente en la solución recogida en la planificación eléctrica 2021-2026 para la Interconexión Eléctrica Península-Ceuta consistente en la ampliación de la SE existente de Algeciras 220 KV y la construcción de un nuevo parque a 132 kV anexo, tipo GIS, en terrenos urbanos industriales del Complejo Petroquímico del término municipal de San Roque, eliminando la necesidad de nuevas líneas eléctricas aéreas de enlace a 220 kV con la red existente y un trazado íntegramente enterrado por viales consolidados en su mayoría, discurriendo en paralelo con otras infraestructuras urbanas y aislado a 132 kV hasta el punto de aterraje seleccionado en la playa de la Hacienda, en la Línea de la Concepción.

El análisis de alternativas en la zona de Cádiz finaliza con la confrontación comparativa de la mejor solución global de proyecto entre la construcción de una nueva subestación con dos parques de 220 kV y 132 kV en tecnología AIS, en suelo rústico (solución de la antigua Planificación Eléctrica 2015-2020), y la solución de la ampliación de una SE existente, Algeciras 220 kV, con un nuevo parque a 132 kV, tipo GIS, en terrenos industriales(solución de la recientemente aprobada Planificación Eléctrica 2021-2026) y de manera agregada con el resto de instalaciones asociadas a cada una de las soluciones bajo análisis, para el funcionamiento eléctrico del enlace.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por su parte, para la definición del trazado del cable submarino, y a partir de la selección de posibles corredores resultado de trabajos en gabinete (recopilación bibliográfica y documental disponible), se han realizado dos campañas marinas de detalle de aguas profundas (geofísica y ambiental) para evaluar distintas variantes de proyecto que serán analizadas en el presente capítulo.

A continuación, se describen las distintas alternativas consideradas para los distintos elementos del proyecto de la interconexión eléctrica Península-Ceuta y su valoración en relación con sus afecciones potenciales a la Red Natura 2000. Para la valoración de la afección potencial se consideran los espacios Red Natura directamente afectados por cada elemento del proyecto.

5.2 ALTERNATIVA ESTRUCTURAL DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO EN LA ZONA PENINSULAR EN EL MARCO DEL DIP

Como se ha adelantado, el presente proyecto de interconexión eléctrica entre la Península y Ceuta fue sometido al trámite de consultas previas a través de la elaboración de un Documento Inicial de Proyecto (DIP) en 2016.

En este se partió de un territorio que englobaba todo el territorio sur del conjunto del Estrecho de Gibraltar con el objeto de seleccionar el área más favorable para la implantación del proyecto en la parte de Cádiz conjugando esta situación con la necesidad de conexión submarina con Ceuta. Como resultado del DIP y de las propias respuestas a las consultas previas y en el propio Documento de Alcance emitido por el órgano ambiental quedó refrendada la opción de llevar a cabo el proyecto en la zona denominada Portichuelos-Playa de la Hacienda (Área C) en la zona de Cádiz, quedando descartada otras áreas favorables estudiadas en ese momento como Puerto de la Cruz-Playa de Los Lances (Área A) El Pelayo-Getares (Área B).

De esta manera en el presente apartado supone un resumen del análisis comparativo de alternativas (en este caso desde el punto de vista de la afección a espacios de la RN 2000) para estas 3 áreas que tuvo lugar en el marco del DIP, no suponiendo un nuevo análisis que vaya a ser objeto de estudio toda vez que la solución del proyecto en Cádiz en la zona de Portichuelos-Playa de la Hacienda ya fue validada por el órgano ambiental como la más favorable para la salida marina de la conexión eléctrica con Ceuta.

5.2.1 Áreas favorables para la implantación del proyecto en Cádiz

Una vez analizadas las zonas más sensibles o principales condicionantes en el ámbito del DIP para el futuro emplazamiento del proyecto en el sector gaditano, se seleccionaron tres grandes

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

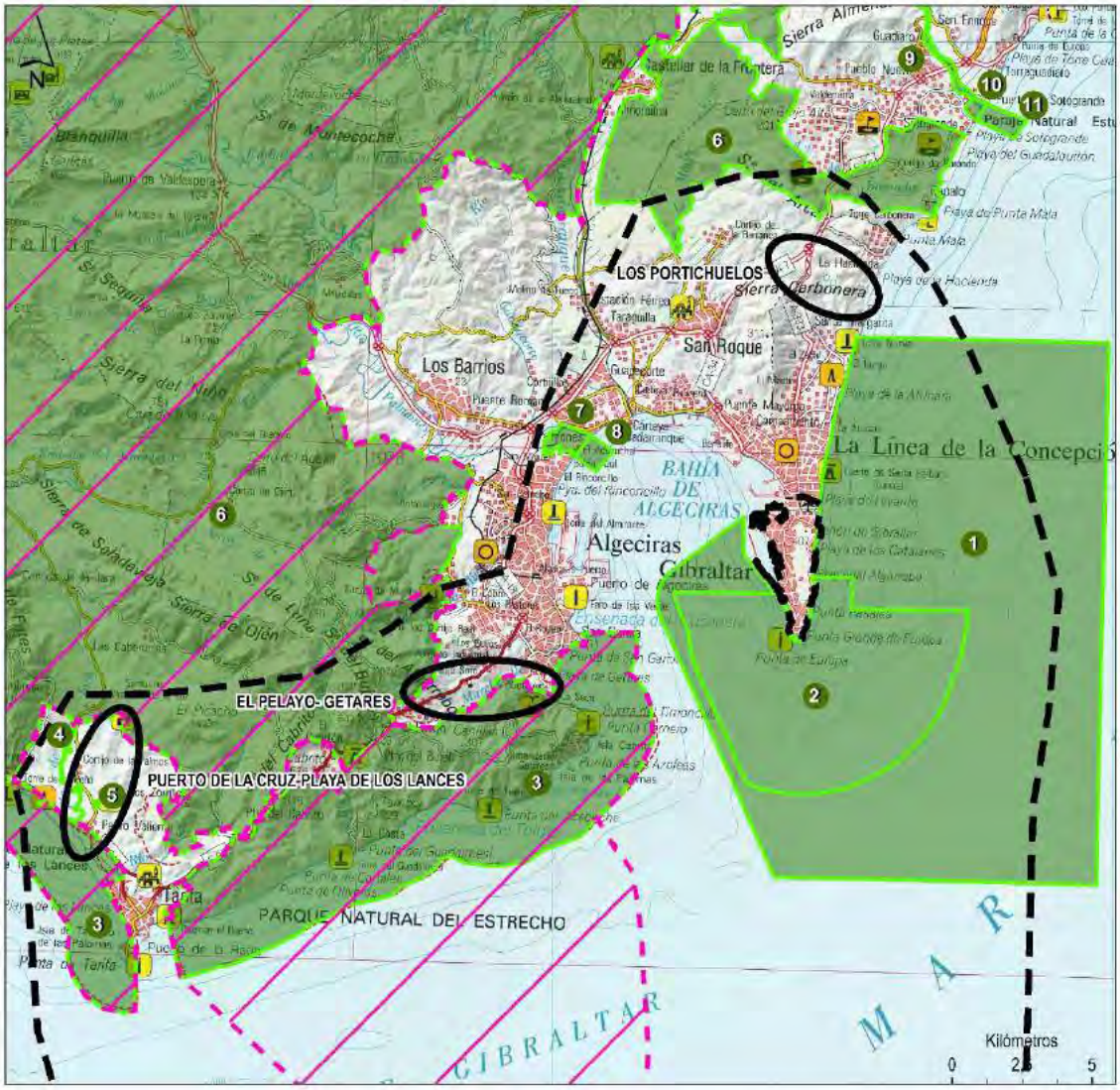
áreas favorables para la implantación de la nueva subestación a 220/132 kV, de la consiguiente línea eléctrica de conexión con la red de transporte a 220 kV y del cable subterráneo a 132 kV hasta la zona de aterraje. Estas áreas ofrecían una solución para el proyecto en tres sectores del ámbito (oriental, central y occidental) donde se identificaron posibles zonas de aterraje favorables, que fueron aquellas con costas bajas y arenosas o limosas. Se descartó de antemano una cuarta solución en el arco de la bahía de Algeciras debido los grandes condicionantes territoriales y técnicos en la zona marinas de la propia bahía para la salida del cable hacia Ceuta.

Las tres áreas favorables consideradas fueron:

- Área A: Puerto de la Cruz-Playa de Los Lances
- Área B: El Pelayo-Getares
- Área C: Los Portichuelos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Localización de las áreas favorables para la implantación del proyecto en la zona Peninsular en el marco del DIP



- Red Natura 2000
- Ámbito de estudio
- Áreas favorables para el proyecto en Cádiz
- 1 ZEC Estrecho Oriental (ES6120032)
- 2 ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar (UKGIB0002)
- 3 ZEC Estrecho (ES0000337)
- 4 ZEC Búnker del Santuario de la Luz (ES6120029)
- 5 ZEC Río de la Jara (ES6120028)
- 6 ZEC y ZEPA Los Alcornocales (ES0000049)
- 7 ZEC y ZEPA Marismas del Río Palmones (ES6120006)
- 8 ZEC Fondos Marinos Marismas del Río Palmones (ES6120033)
- 9 ZEC Ríos Guadiaro y Hozgarganta (ES6120031)
- 10 ZEC Estuario del Río Guadiaro (ES6120003)
- 11 ZEC Fondos Marinos Estuario del Río Guadiaro (ES 6120034)
- Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Desde el punto de vista de la afección potencial a espacios RN2000 se expone a continuación a relación de cada área favorable con los mismos:

- Área Puerto de la Cruz-Playa de Los Lances

  - Incluido en parte el área en ZEC-ZEPA Los Alcornocales (ZEC-ZEPA).
  - La salida de la línea al mar se produciría atravesando el Paraje Natural Playa de Los Lances y el Parque Natural del Estrecho, conformantes ambos espacios de la ZEC y ZEPA Estrecho.
  - El tramo marino cruzaría inevitablemente la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo.

- Área El Pelayo-Getares

  - Se enmarca la zona terrestre en el espacio existente entre las ZEC y ZEPA Los Alcornocales y Estrecho.
  - El trazado submarino atravesaría el sector marino del Parque Natural del Estrecho.

- Área Portichuelos-La Hacienda

  - La zona terrestre no afectaría a ningún espacio RN2000.
  - El tramo submarino podría afectar a la ZEC Estrecho Oriental en su recorrido, aunque existe la posibilidad de evitar adentrarse en el mismo.

Tal y como se recoge de manera completa en el EIA una vez se analizaron las tres posibles áreas favorables en el ámbito gaditano y se identificaron los condicionantes principales, se concluyó en el DIP y así fue refrendado en las respuestas de las distintas administraciones y del propio órgano ambiental responsable de la tramitación ambiental del proyecto, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio que la solución C Los Portichuelos-Playa de la Hacienda saliendo al mar por la Línea de la Concepción supone a nivel global la solución más favorable y territorialmente más asumible para el trazado de la interconexión eléctrica entre la península y Ceuta. Esta salida supone aquella que permite utilizar el paso más favorable del conjunto del Estrecho entre la plataforma continental peninsular y la llanura abisal del canal central del Estrecho, utilizando la zona de talud continental de menor pendiente y, por tanto, también, de menor carácter rocoso. Se trata, además, de la única solución que en su conjunto permite discurrir sobre fondos sedimentarios (arenas y arcillas) en la práctica totalidad de su recorrido, evitando además los cañones de La Línea, Algeciras, Guadiaro y Ceuta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Una de esas variables se correspondió con la afección potencial a espacios naturales protegidos y espacios RN2000 siendo la opción del Área C Los Portichuelos-La Hacienda la única que podría evitar cualquier tipo de afección directa a estos espacios.

5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES CONSIDERADAS EN EL MARCO DEL EIA

5.3.1 Alternativa cero

La alternativa cero para este proyecto supone la no realización del mismo, manteniendo la situación actual del sistema eléctrico en Ceuta y las condiciones ambientales actuales existentes en la zona peninsular, el medio marino y Ceuta.

Esta opción no representa ningún beneficio al mantenerse la desconexión eléctrica de la Ciudad Autónoma de Ceuta respecto al sistema eléctrico y continuando, por tanto, la producción eléctrica en Ceuta mediante por medio de motores diésel empleando fuel-oil como combustible y turbina de gas en ciclo abierto que utiliza gasóleo con los perjuicios ambientales que ello acarrea para la población de Ceuta y que va en contra de los objetivos nacionales de sostenibilidad y lucha contra el cambio climático.

En resumen, las características más relevantes de esta alternativa son las siguientes:

- Esta alternativa no requiere de inversión por parte del Sistema, pero genera sobrecostes que podrían ser invertidos por el Sistema en otras actividades que creasen más valor para los consumidores, al seguir costeando generación de energía en Ceuta a precios más elevados que los resultantes de llevar la energía desde la península que dispone de un mix energético más eficiente, con una mayor integración de energías verdes y más barato. Tras los primeros años de amortización de la inversión, el proyecto empezaría a generar beneficios (29,7 M€/año según los datos de la Planificación Eléctrica 2021-2026) para el sistema; mientras que, de ejecutarse el proyecto, el sistema seguiría asumiendo sobrecostes.
- No se generan efectos ambientales directos negativos resultado de la construcción, pero se mantienen y agravan los efectos negativos contaminantes de la producción de energía en Ceuta mediante la quema de fuel-oil y gasóleo, que tiene como consecuencia de emisiones de gases y partículas contaminantes, así como altas emisiones de ruido.
- No contribuye la alternativa 0 a la consecución de los objetivos europeos y nacionales respecto al Cambio Climático (se incumpliría el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima-PNIEC) como es la descarbonización de la economía, la reducción de emisiones de efecto invernadero en el horizonte 2030 (el proyecto permitiría reducir 299 kt/año

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

según los datos de la Planificación Eléctrica 2021-2026), la mayor integración de energías renovables en el parque de generación (el proyecto permitiría integrar 473 MWh/año según los datos de la e Planificación Eléctrica 2021-2026) y conseguir un parque de generación en 2050 100% renovable.

- No representa ningún beneficio social. El nuevo eje de interconexión también se justifica en términos de equidad social por la mejora de las condiciones de fiabilidad y seguridad de suministro eléctrico de las que se beneficiarán los habitantes de la ciudad de Ceuta, que podrán equipararse a las condiciones garantizadas en la Península.
- No se requiere el uso de materiales ni de mano de obra, puesto que se opta por no actuar.
- No se prevén mejoras en las infraestructuras eléctricas no resolviéndose los problemas puntales de cobertura asociados a la coincidencia en los ciclos de mantenimiento de dos de los cinco grupos térmicos principales de la central de diesel de Ceuta.
- La situación en cuanto a la gestión del sistema eléctrico ceutí no cambia, continúa con el modelo actual y, por tanto, con los mismos problemas que motivan la actuación propuesta y su inclusión en la anterior Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020, incumpliendo esta planificación y en la recientemente aprobada Planificación Energética 2021-2026, incumpliendo esta planificación.

5.3.2 Alternativas de emplazamiento para los diferentes elementos del proyecto en la zona de Cádiz

El EIA del proyecto recoge para el caso de los elementos terrestres en Cádiz, como se ha adelantado un primer análisis comparativo de alternativas para un proyecto de acuerdo a lo recogido por la planificación eléctrica anterior (2015-2020), el cual se lleva a cabo diferenciado por elementos constituyentes de dicha solución:

- Alternativas de emplazamiento para la subestación Portichuelos y conexión con la L/220 kV
- Alternativas de punto de aterraje en Cádiz
- Alternativas de trazado para la conexión de la línea 132 kV entre la SE Portichuelos y el punto de aterraje

Ninguna de las alternativas plantadas para ninguno de los elementos, proyectados tendría afección directa por ocupación de espacio RN2000 como se observa en la siguiente imagen.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Situación de las distintas alternativas del proyecto en Cádiz en relación con la RN2000

ALTERNATIVAS ESCENARIO PLANIFICACIÓN ANTERIOR (2015-2020)

Alternativas de SE Portichuelos 220/132 kV y L/220 kV de E/S en Portichuelos de la L/220 kV Algeciras-Pinar del Rey 2

Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3

Alternativas de punto de aterraje

- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Alternativa 4

Alternativas de trazado para la conexión de la línea 132 kV Portichuelos-Virgen de África

- Alternativa 1. Tramo aéreo
- Alternativa 1. Tramo soterrado
- Alternativa 2. Tramo aéreo
- Alternativa 2. Tramo soterrado
- Alternativa 3. Tramo soterrado

ALTERNATIVAS ESCENARIO PLANIFICACIÓN VIGENTE (2021-2026)

- Subestación Algeciras 132 kV
- Tramo terrestre soterrado de la L/132 kV de Interconexión Península-Ceuta

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La alternativa de emplazamiento para la SE Portichuelos más próxima se localiza a 1,1 km de la ZEC y ZEPA de Los Alcornocales quedando la alternativa 3 a 1,8 km y la alternativa 1 a 2,4 km. En relación con las alternativas de trazado a 220 kV necesaria en la solución de proyecto recogida en la planificación vigente, todas quedan a una distancia mínima de 3 km respecto a los límites de la ZEC-ZEPA Alcornocales en la zona de Pinar del Rey al ser la zona más próxima al tramo común de las tres alternativas en su conexión con la existente L/220 kV Algeciras-Pinar del Rey 2.

De igual manera para ninguna de las soluciones alternativas de proyecto según el escenario de la planificación energética vigente son esperables impactos indirectos sobre estos espacios, dada la lejanía a los mismos. No son, por tanto, esperables impactos indirectos significativos en el caso de la potencial incidencia por colisión de aves contra cualquiera de las 3 alternativas aéreas planteadas para la conexión a 220 kV de la futura SE Portichuelos con la red eléctrica peninsular.

En el caso de las alternativas para la línea a 132 kV en el tramo terrestre la solución más favorable en el marco de las alternativas en la zona Portichuelos en el marco del escenario de la planificación eléctrica vigente es la solución en soterrado (alternativa 3).

Esta solución (alternativa 3 para SE Portichuelos y L/220 kV, alternativa 2 para punto de aterraje y alternativa 3 para el tramo terrestre) ha sido seleccionada en el EIA como solución más favorable en el marco de la solución de proyecto acorde a la planificación eléctrica vigente.

Tal y como se ha adelantado, el escenario abierto de un nuevo periodo de Planificación Eléctrica recientemente aprobado (Planificación Eléctrica 2021-2026) obliga a plantear una nueva alternativa de planteamiento para la Interconexión Eléctrica Península-Ceuta no contemplada en la planificación eléctrica anterior 2015-2020.

Esta solución implica el cambio de tecnología de la subestación necesaria en el lado peninsular pasando a tipo GIS, de menor ocupación y obligada ubicación en terrenos urbanos. Concretamente se propone la ampliación de la subestación existente Algeciras 220 kV con dos nuevas posiciones GIS para conectar con Ceuta, la construcción de un nuevo parque a 132 kV anexo, a ubicar junto dentro del Complejo Petroquímico de CEPSA, en terrenos del arco de la Bahía, pertenecientes al municipio de San Roque y suponiendo, por tanto, una ampliación o nuevo parque de la actual subestación existente SE Algeciras 220 kV de modo que con este planteamiento de proyecto no sería necesaria la línea aérea de conexión a 220 kV si planteada en el escenario original del proyecto para conectar con el sistema eléctrico peninsular (únicamente se requería de una corta conexión soterrada a 220 kV bajo suelos sellados del

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

complejo petroquímico hasta la actual SE 220 kV que sería ampliada en el interior de su actual edificio para dar cabida a dos nuevas posiciones GIS).

Las instalaciones en el lado peninsular serían, por tanto:

- La nueva SE Algeciras 132 kV, de tipo GIS.
- Trazado terrestre del tramo a 132 kV de la línea de interconexión Península-Ceuta.

En el EIA esta solución alternativa acorde a la nueva planificación eléctrica vigente 2021-2026 (denominada en el EIA como solución Algeciras) ha sido comparada con la solución más favorable en Portichuelos (solución acorde a la planificación anterior 2021-2026) resultando más favorable la primera, además de por otros factores analizados de manera conjunta, por el nulo riesgo en relación a potenciales impactos por colisión de aves al no disponerse ningún trazado aéreo, frente a la solución en Portichuelos que requeriría de una línea aérea a 220 kV, que aun, previéndose como no significativos, podría producir impactos potenciales sobre la avifauna objetivo de conservación de los espacios RN2000 del entorno, riesgo que no se produce en el caso de la alternativa soterrada y nuevo parque de 132 kV en la subestación Algeciras .

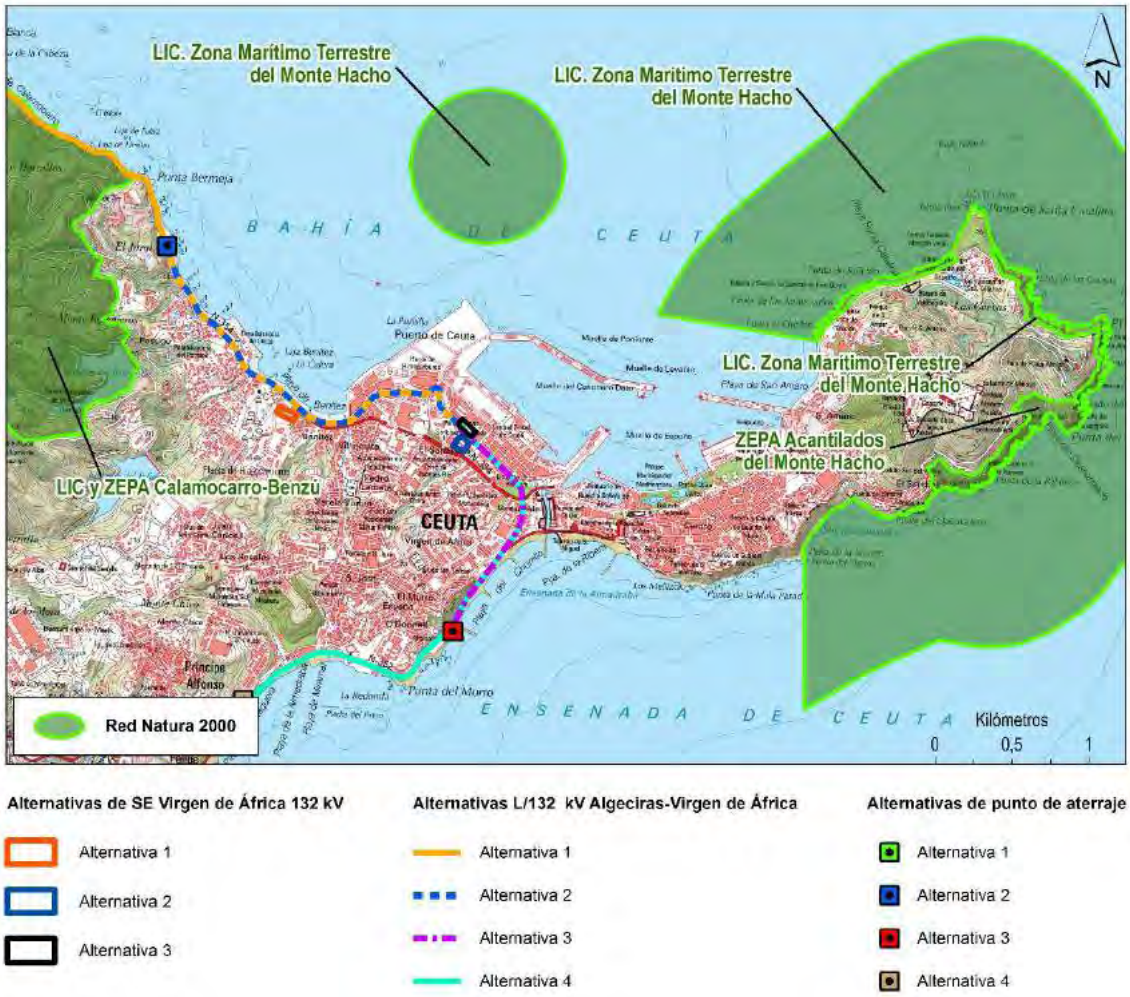
5.3.3 Alternativas de emplazamiento para los diferentes elementos del proyecto en la zona de Ceuta

El EIA del proyecto recoge para el caso de los elementos terrestres en Ceuta un análisis de alternativas diferenciado por elementos:

- Alternativas de emplazamiento para la subestación Virgen de África.
- Alternativas de punto de aterraje en Ceuta y trazado terrestre de la L/132 kV hasta la SE Virgen de África.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Alternativas de emplazamiento para los diferentes elementos del proyecto en Ceuta



Ninguna de las alternativas de valoradas para la futura subestación Virgen de África se implantarían en espacios RN2000 al corresponderse en los 3 casos a emplazamientos alternativos en la zona urbana de la ciudad.

Por su parte, en el análisis conjunto de punto de aterraje y trazado en soterrada hasta la futura SE Virgen de África únicamente 1 de las 4 alternativas planteadas tendría afección por ocupación directa de espacios RN2000.

Se trataría de la alternativa 1 planteada en una explanada sobre la playa de Punta Blanca en una zona topográficamente elevada respecto al nivel del mar con un área de ocupación escasa (1.730 m^2) y accesos complicados de mucha pendiente. Esta solución estaría implantada en el dominio del LIC y ZEPA Calamocarro-Benzú, de la misma manera que los primeros 1.500 m del trazado soterrado de esta misma solución alternativa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Además de por esta citada afección sobre el LIC y ZEPA Calamocarro-Benzú, esta alternativa 4 ha sido globalmente la solución más desfavorable por los condicionantes marinos en las zonas someras para la llegada del cable, pero también por tratarse de la solución más alejada de la fututa subestación Virgen de África con las consiguientes mayores afecciones.

Por lo tanto, ninguna de las soluciones desarrolladas para el proyecto en la zona terrestre de Ceuta tendrá afección sobre espacios RN2000.

5.3.4 Alternativas de trazado marino

Para el caso del análisis de alternativas para la interconexión eléctrica entre la península y Ceuta, este se ha llevado a cabo a dos niveles que se corresponden con los dos siguientes capítulos.

- En un primer lugar y a partir de la información bibliográfica y documental sobre los fondos marinos del Estrecho y los resultados de las campañas marinas en los ámbitos de aguas someras de La Línea, Ceuta Norte y Ceuta Sur se han propuesto y analizado diversas **alternativas de trazado globales**.

- En un segundo lugar y a partir de los corredores considerados como más favorables se han llevado a cabo campañas marinas sobre diferentes soluciones de trazado dentro de las mismas para, con un conocimiento exhaustivo de los mismos, poder seleccionar los trazados más favorables.

Los siguientes apartados recogen los dos niveles de análisis de alternativas citados.

5.3.4.1 Alternativas de trazado globales

El análisis de alternativas es uno de los principales mecanismos del proceso de evaluación ambiental para minimizar los potenciales efectos generados por un proyecto de cables marinos. Para cada proyecto deben contemplarse diferentes tipos de alternativas, que básicamente pueden agruparse en alternativas de ubicación del proyecto (en este caso corredores por los que se tenderán los cables) y/o alternativas tecnológicas, es decir, no donde se ubicará el proyecto sino cómo se va a llevar a cabo.

En el caso del tendido de cables submarinos, la tecnología a utilizar (tipo de cable, tipo de protección, herramientas de excavación de zanja, etc.) viene condicionada por imperativos técnicos (como el tipo de sustrato del lecho marino, pendiente, etc.) y de seguridad del cable (riesgo de rotura o enganche con anclas, artes de pesca, etc.). Además, la implantación de una u otra alternativa tecnológica es en general poco relevante a nivel ambiental.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Es por esto, que el análisis de alternativas se centrará en la elección de la ubicación de los corredores de tendido de los cables.

Durante el proceso de diseño del proyecto y a partir de la información documental existente sobre los fondos marinos del conjunto del Estrecho y con la información resultante de las campañas marinas realizadas en aguas someras (toda ella expuesta en el Inventario Preliminar incluido en el Volumen 1 del EIA) se han ido proponiendo diferentes soluciones de rutas alternativas.

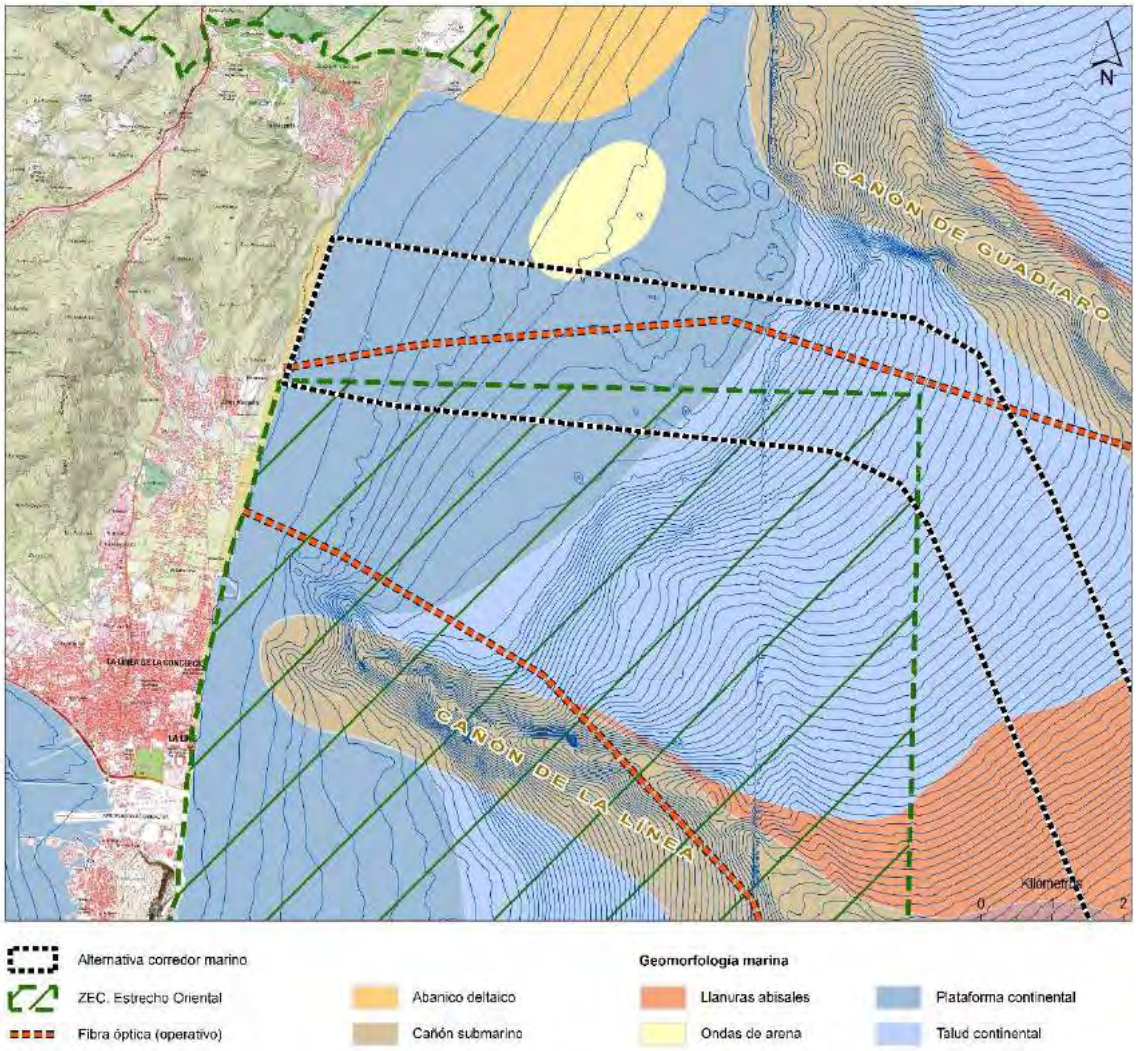
La definición de las rutas alternativas viene determinada sobre todo por los siguientes elementos:

- La presencia de la ZEC Estrecho Oriental, zona por la cual, se intenta no transcurrir o transcurrir el mínimo posible.
- Una geomorfología submarina compleja, con sistemas de cañones submarinos importantes como los de Ceuta, la Línea o Guadiaro, dritfs (zonas de acumulación de materiales) y conos deltaicos profundos y un talud continental de importante pendiente en Cádiz. Todos estos elementos deben evitarse ya que suponen un riesgo para la integridad del cable.
- La presencia de hábitats bentónicos relevantes, cuya afección debe minimizarse.
- La presencia de zonas UXO
- La presencia de cable de fibra óptico con el mismo origen (La Línea de la Concepción) y destino (Ceuta).

A partir de estos condicionantes en el primer tramo de trazado desde la salida en La Línea el único corredor planteado desde la playa de la Hacienda ha sido diseñado con orientación W-E con el objeto de evitar adentrarse en la ZEC Estrecho Oriental y discurrir entre los Cañones de La Línea de la Concepción y Ceuta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

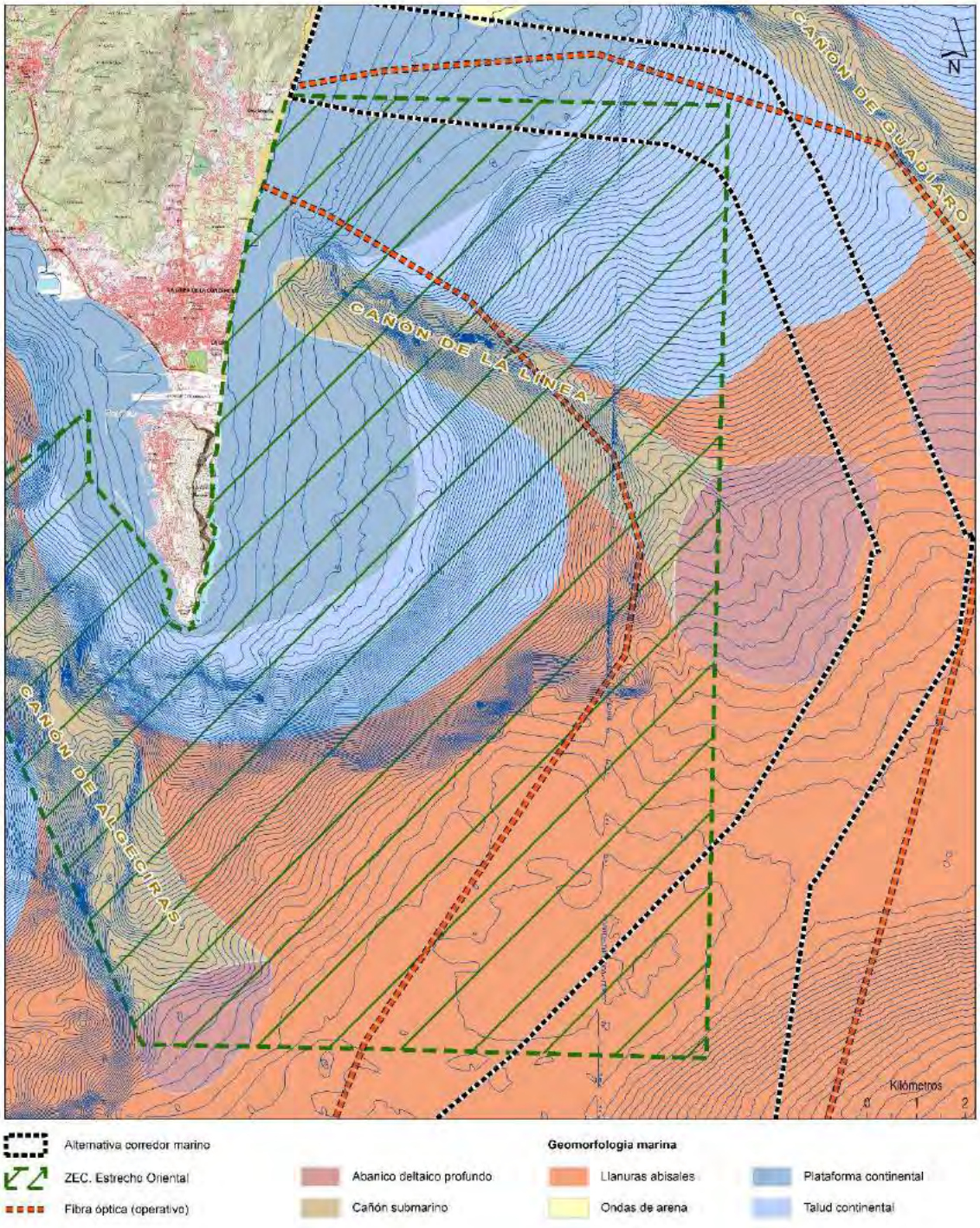
Corredor único planteado para la salida de Cádiz tratando de no adentrarse en la ZEC Estrecho Oriental



Más al sur siguiendo el recorrido de los dominios de la ZEC Estrecho Oriental el trazado comienza a tomar dirección sur evitando adentrarse en la misma y evitando los abanicos deltaicos profundos de los cañones de Guadiaro y La Línea, respectivamente tal y como se observa en la siguiente imagen.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Corredor único planteado bordeando la ZEC Estrecho Oriental en la medida de lo posible



Continuando al sur en el entorno de la zona más profunda del Estrecho (-900 aproximadamente) y coincidiendo con el ángulo sureste que conforma la ZEC Estrecho Oriental el corredor se

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ensancha para optar por dos alternativas independientes completamente de trazado, dirigirse a Ceuta norte o bordear la península de Ceuta para aterrar por la bahía sur.

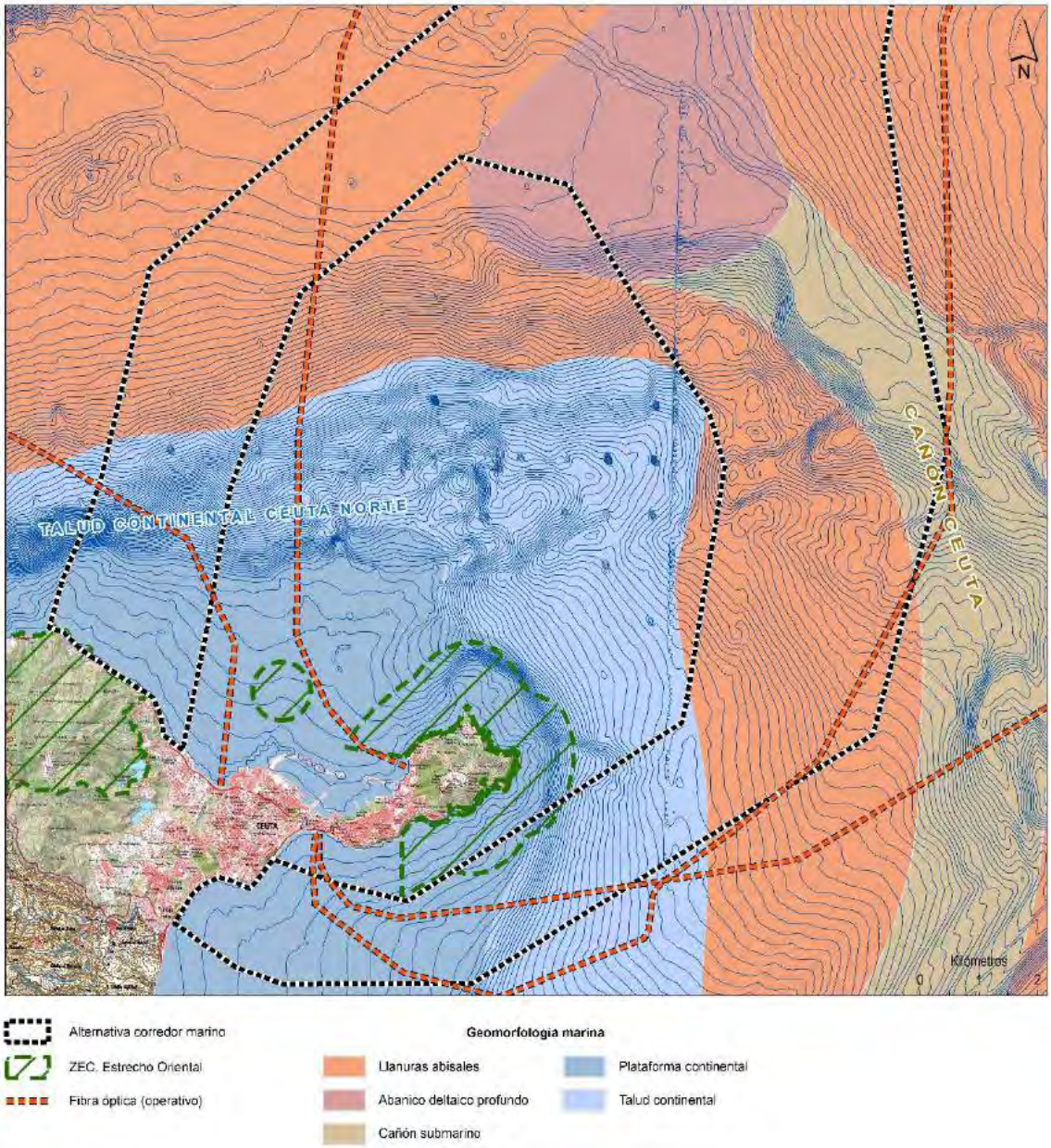
El trazado a Ceuta Norte ha sido descartado para realizar una posterior campaña marino de detalle sobre el mismo, en primer lugar, por los resultados obtenidos en la campaña marina de aguas someras que resultan que el frente norte de Ceuta cuenta con importantes condicionantes desfavorables para la llegada del cable como:

- Inviabilidad de plantear el aterraje en el entorno del Monte Hacho por las pendientes existentes, condicionantes técnicos y su protección como LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho y ZEPA Acantilados del Monte Hacho.
- Prácticamente todo el frente marino de la bahía norte presenta un lecho rocoso, con importantes irregularidades y desniveles.
- La presencia de una muy amplia zona de fondeo al noreste del puerto.
- La inviabilidad de utilizar la bocana del puerto por condicionantes legales, económicos y el sistema de fallas existentes.
- La presencia de numerosas zonas de protección arqueológica según la Carta Arqueológica de Ceuta.

En segundo lugar, se ha descartado este corredor para un análisis más detallado con campaña marina y, por tanto, descartado para el proyecto por la existencia de muy elevadas pendientes en el talud continental, difícilmente salvables técnicamente por los cables proyectados y, en segundo lugar, con mucha probabilidad se tratará de fondos rocosos dominados por comunidades bentónicas propias de ambientes arrecifales con un gran valor ecológico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Corredores planteados para la llegada a Ceuta evitando RN2000



En relación al corredor hacia el sur se han planteado diversas alternativas en gabinete a lo largo de los meses de análisis de proyecto, de estudio de documentación bibliográfica existente sobre los fondos marinos y de análisis de empresas especialistas en estudios marinos.

Entre ellas se valoró la posibilidad de llevar el trazado a lo largo del fondo del cañón de Ceuta, posteriormente subir laderas del mismo por su zona oriental tratando de localizar los enclaves con menores pendientes, pero se descartó esta opción por las fuertes corrientes en el fondo del mismo y la dinámica erosiva que podría dejar el cable al descubierto. En segundo lugar, se

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

descartó por la inestabilidad de las laderas de este cañón donde diversos autores tal y como se recoge en el Informe de CEIMAR relativo a la Caracterización Geológica del Corredor Oriental del Estrecho (Anexo al EIA) se localizan importantes cicatrices de deslizamiento en ambas laderas del canal de Ceuta cartografiadas por autores como Ercilla y el IGME.

Descartada la utilización del cañón se planteó llevar el trazado pegado a la zona más oriental del mismo atravesando el abanico deltaico donde se plantean dos soluciones fundamentales que serán objeto de campaña marina de detalle como se verá a continuación.

Además, dentro de esta zona más ensanchada del fondo del Estrecho y tal y como se expone en el siguiente capítulo se analizaron en campaña marina dos rutas alternativas, una más oriental evitando que ninguno de los dos cables invada la RN2000 y discurriendo para ello a lo largo de una ladera marina y otro discurriendo por los fondos más favorables y llanos del Estrecho.

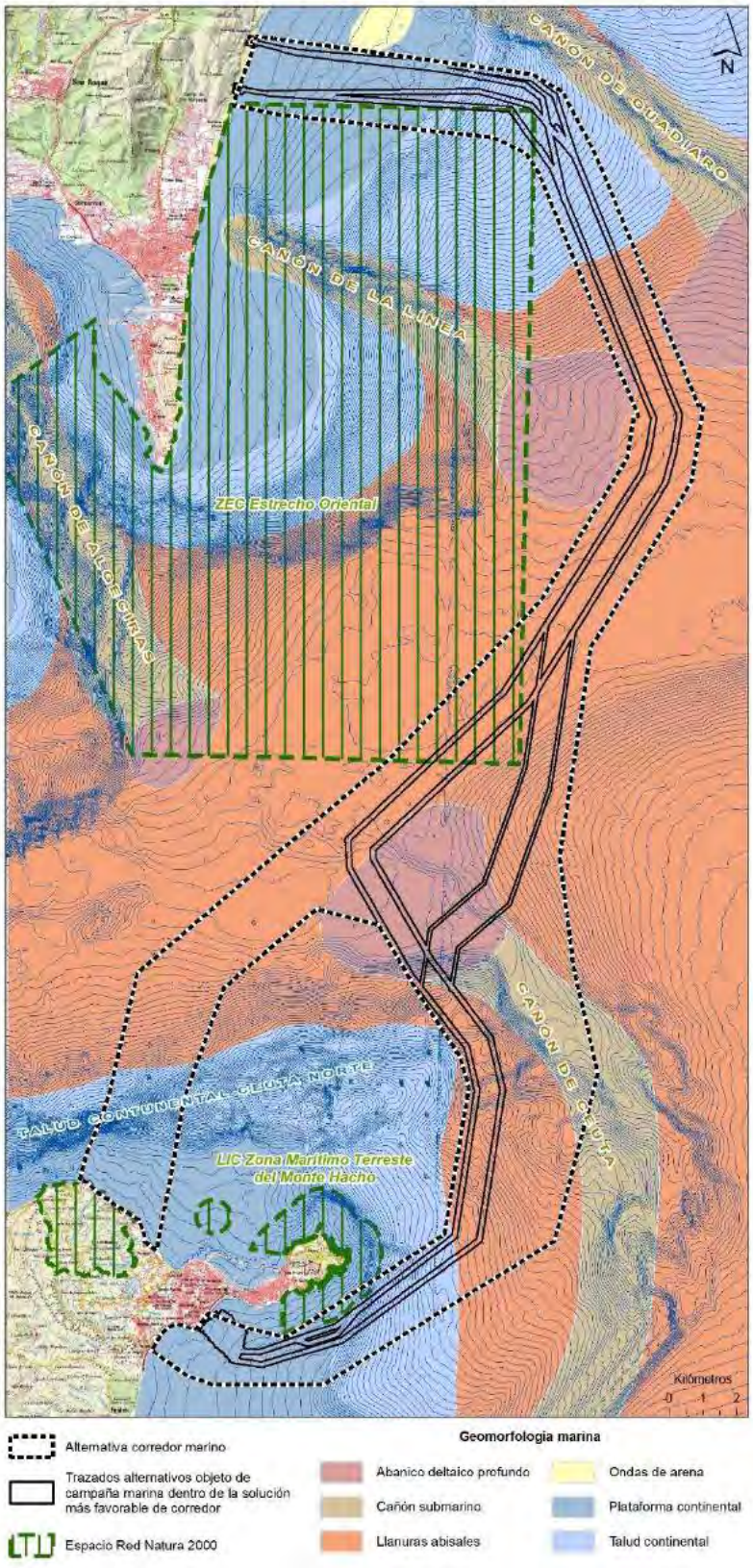
5.3.4.2 Alternativas estudiadas en campañas marinas

Una vez definidos los corredores estructurales y dada la imposibilidad de llevar a cabo una campaña marina en unos corredores tan anchos, se han definido diferentes alternativas de trazado tal y como se observa en la siguiente imagen global:

Estos trazados se han diseñado teniendo en cuenta que la L/132 kV se compone de dos circuitos (dos cables marinos diferentes) que deben separarse en el fondo marino con el objeto de evitar riesgos de rotura de los dos circuitos(cables) simultáneamente y poder reparar el que se averíe en condiciones seguras de operación y distancia con el segundo cable. En este sentido hay que diseñar trazados en paralelo para dos cables a partir del punto de salida de la perforación horizontal dirigida con el condicionante de que deben ser separados 1,5 veces la profundidad hasta una distancia de 750 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Trazados alternativos objeto de campaña marina dentro de la solución más favorable de corredor



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En la zona de aterraje de La Línea el cable circula encajado entre el cañón de Guadiaro al norte y el de La Línea al sur, y viene condicionado también por la presencia de las estribaciones norte de la ZEC. En esta zona de aterraje se han descrito dos alternativas, una más al norte (re-routing 1), que evita transcurrir por la ZEC a expensas de pasar cerca del cañón de Guadiaro y otra (ruta principal) que se aleja del cañón, pero penetra ligeramente en la ZEC en la esquina nororiental de este espacio RN2000.

Después de adentrase al mar en dirección este para penetrar en la ZEC lo mínimo posible, el corredor (único en esta zona) se orienta al sur para evitar el cañón de Guadiaro y pasar entre los abanicos deltaicos profundos de dicho cañón y del cañón de La Línea.

Después, los corredores discurren en dirección suroeste, para evitar al máximo el Ceuta drift y el cañón homónimo. Aquí es donde aparece la segunda alternativa de ruta. La denominada Ruta Principal evita el Ceuta drift y el cañón introduciéndose en la ZEC, mientras que la otra alternativa (re-routing 2) evita penetrar en la ZEC Estrecho Oriental a expensas de transcurrir por las formaciones citadas.

Una vez superadas estas formaciones, la ruta prosigue paralela al cañón de Ceuta, evitando el LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho y se dirige, por sustrato arenoso hasta el aterraje en la ciudad autónoma.

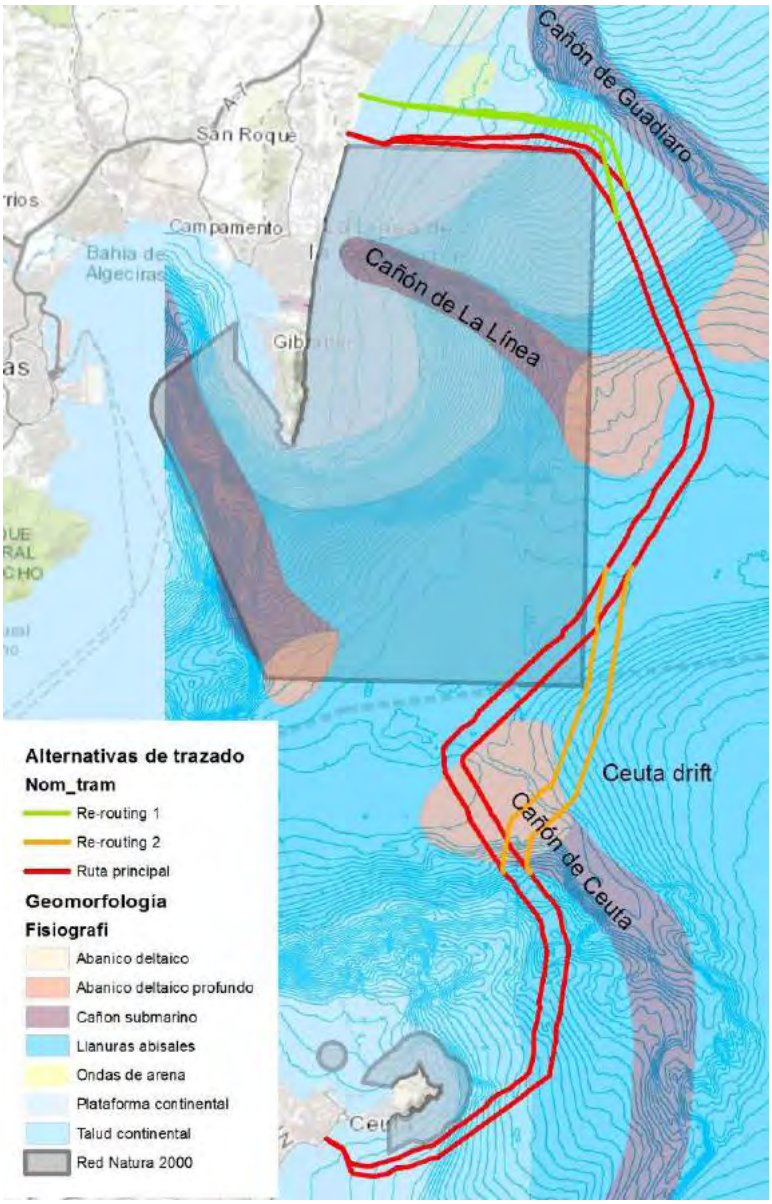
En resumen, se han considerado las siguientes variables de alternativas de trazado para los dos cables planteados en paralelo:

- En la zona del aterraje en La Línea:
  - La alternativa denominada *Ruta Principal*, que se corresponde con la solución más al sur, y
  - La alternativa denominada *Re-Routing 1 (RR1*), que se encuentra 1.460 m más al norte.
- En la zona del canal:
  - La alternativa denominada *Ruta Principal*, que, en la zona central de Estrecho evita el Ceuta drift y que penetra en la ZEC Estrecho Oriental, y
  - La alternativa denominada *Re-Routing 2 (RR2*), más al este, que evita penetrar en la ZEC y discurre por el Ceuta drift y las estribaciones del cañón de Ceuta.

Estas alternativas se muestran en la siguiente figura:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Alternativas de pasillos analizadas en campaña marina



Principales condicionantes para la elección de los corredores de los cables

A partir del inventario ambiental de detalle realizado (Volumen 2 del EIA), se han seleccionado aquellos aspectos ambientales que son significativos para la valoración de las alternativas propuestas.

Los aspectos que se han tenido en cuenta han sido:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Longitud total de cable tendido, para cada alternativa.
- Aspectos bióticos y de conservación:
  - Presencia de espacios protegidos (ZEC, LIC, etc.).
  - Presencia de comunidades bentónicas de alto valor ecológico: especies sésiles, con capacidad de estructuración del medio y/o protegidas.
  - Presencia de Hábitats de interés comunitario.
- Medio físico:
  - Morfología del terreno: presencia de pendientes que dificulten las tareas de instalación del cable o aumenten la probabilidad de daños al mismo debido a movimientos del sustrato, etc. y que por tanto impliquen mayor presencia del barco cablero, mayor probabilidad de tener que efectuar reparaciones en la fase de funcionamiento del cable, etc.
- Aspectos socioeconómicos:
  - Pesca y acuicultura.

No todas estas variables serán tenidas en cuanto a la hora de valorar alternativas, solamente aquellas que son significativas.

Alternativas de corredores en el aterraje en la Línea de la Concepción

Longitud total

La alternativa *Re-routing 1*, al discurrir más al norte implica un recorrido más largo de los cables.

La longitud de cable tendido total, desde el pk 0, hasta la convergencia de ambas alternativas es la siguiente:

- Alternativa *Ruta principal*: 22,1 km
- Alternativa *Re-routing* 1: 23,2 km

Si consideramos una longitud total aproximada de cable tendido de unos 115 km para la suma de los dos circuitos proyectados (depende de las alternativas escogidas) la diferencia entre ambas es de menos de un 1% de longitud de cable tendido.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Longitud de trazado a lo largo de la ZEC Estrecho Oriental

La alternativa Ruta Principal es la solución que afecta directamente a los dominios de la ZEC en su esquina nororiental, quedando la alternativa *Re-routing* 1 fuera del espacio RN 2000:

- Alternativa de la Ruta Principal a lo largo de la ZEC:
  - Circuito oeste: Cruzamiento de 1.220 m.
  - Circuito este: Bordea este espacio sin adentrarse en el mismo.
- Alternativa de la *Re-routing* 1 a lo largo de la ZEC:
  - Circuito oeste: 0 m.
  - Circuito este: 0 m.

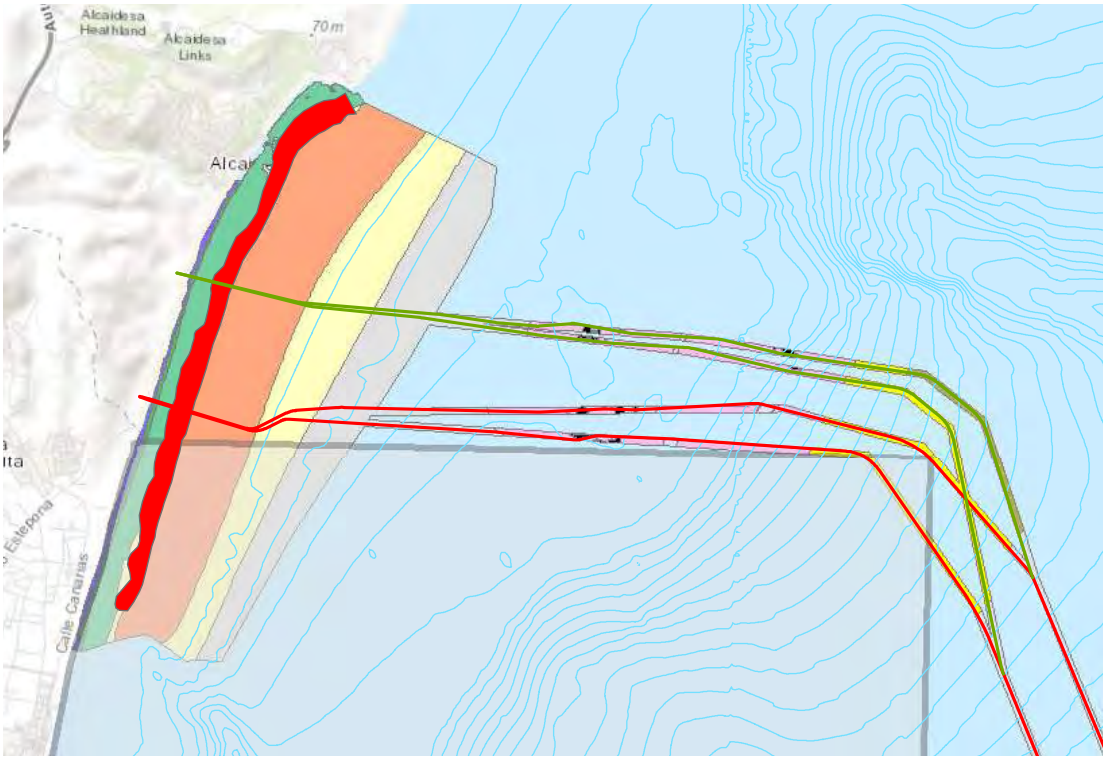
Aspectos bióticos y figuras de protección de hábitats

Las comunidades atravesadas por el conjunto de ambos trazados alternativos son prácticamente idénticas, ya que estas se sitúan en función de la batimetría en franjas paralelas a la costa que son atravesadas por igual en ambas alternativas de corredores.

Las comunidades de ambas alternativas constituyen mayoritariamente comunidades de fondos blandos formadas por arenas supralitorales mediterráneas (MA551), arenas mediolitorales mediterráneas (MA552), arenas finas mediterráneas de superficie (MB551), arenas finas bien calibradas mediterráneas (MB552) y sedimentos finos bien calibrados mediterráneos (MB45), fondos detríticos enfangados mediterráneos (MC451), sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo (ME45), y arenas del batial superior mediterráneo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunidades presentes en las diferentes alternativas en La línea (en rojo el HIC 1110 bancos de bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda)



Alternativas de trazado

Nom_tram

- Re-routing 1
- Ruta principal
- Red Natura 2000

Comunidades

Código y descripción - Hábitats EUNIS 2019:

- ME55: Arenas del batial superior mediterráneo
- MA551: Arenas supralitorales mediterráneas
- MA552: Arenas mediolitorales mediterráneas
- MB551: Biocenosis de arenas finas mediterráneas de superfície
- MB552+MB45: Arenas finas bien calibradas mediterráneas con sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MB552: Arenas finas bien calibradas mediterráneas
- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos
- ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo
- ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo

En la siguiente tabla se muestra la longitud total de cable tendido sobre cada comunidad a lo largo de todo el trazado de ambas alternativas. Como se aprecia las diferencias entre las 2 alternativas son mínimas, siendo las comunidades afectadas prácticamente las mismas y en la misma proporción, con la única excepción de una zona de arenas del batial superior, que se encuentran únicamente en el cable oeste de la alternativa *Re-routing 1.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Longitud de cable tendido sobre comunidades bentónicas por cada alternativa en La Línea, en km y porcentaje respecto el total

Biocenosis	Ruta principal	Ruta principal en %	Re-Routing 1	Re-routing 1 en %
MB551: Biocenosis de arenas finas mediterráneas de superficie	0,6	3,0	0,7	2,7
MB552+MB45: Arenas finas bien calibradas mediterráneas con sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos	1,7	8,3	1,7	6,7
MB552: Arenas finas bien calibradas mediterráneas	1,3	6,1	1,6	6,4
MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos	3,9	18,6	3,6	14,0
MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos	7,0	34,0	7,4	29,1
ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo	5,4	26,1	6,9	27,4
ME55: Arenas del batial superior mediterráneo	0	0,0	2,4	9,5
MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo	0,8	3,9	1,1	4,2
TOTAL		**100**		**100**

Entre estas comunidades es destacable la afección de afloramientos rocosos (MD151: Biocenosis de fondos rocosos de borde de plataforma), que forman parte del hábitat de interés comunitario 1170 Arrecifes (todos ellos en los tramos de ambas alternativas fuera de la zona ZEC), y que son de alto valor ecológico al contener especies estructurantes del medio y especies protegidas y/o amenazadas.

Estos afloramientos rocosos se presentan en franjas paralelas a la costa que son atravesadas por ambas alternativas fuera de la ZEC. Como indicador de su afección se ha considerado la longitud de cable tendido (respecto el centro del corredor estudiado) en cada alternativa sobre estas comunidades

El resultado de afección a esta comunidad MD151 es que en la alternativa *Ruta principal* los dos cables suman un total de 807 m lineales sobre estas comunidades, mientras que en la alternativa *Re-routing 1* el total es de 1.061 m, un 31% más. Esta es, por tanto, la afección previsible a comunidades asimilables al HIC 1170 Arrecifes en el entorno de la ZEC siendo este hábitat objetivo de conservación de este espacio.

Igualmente fuera de la ZEC y en ambas soluciones alternativas con el mismo nivel de afección se produje cruzamiento sobre la barra arenosa presente en el aterraje en La Línea corresponde al HIC 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda. Este

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

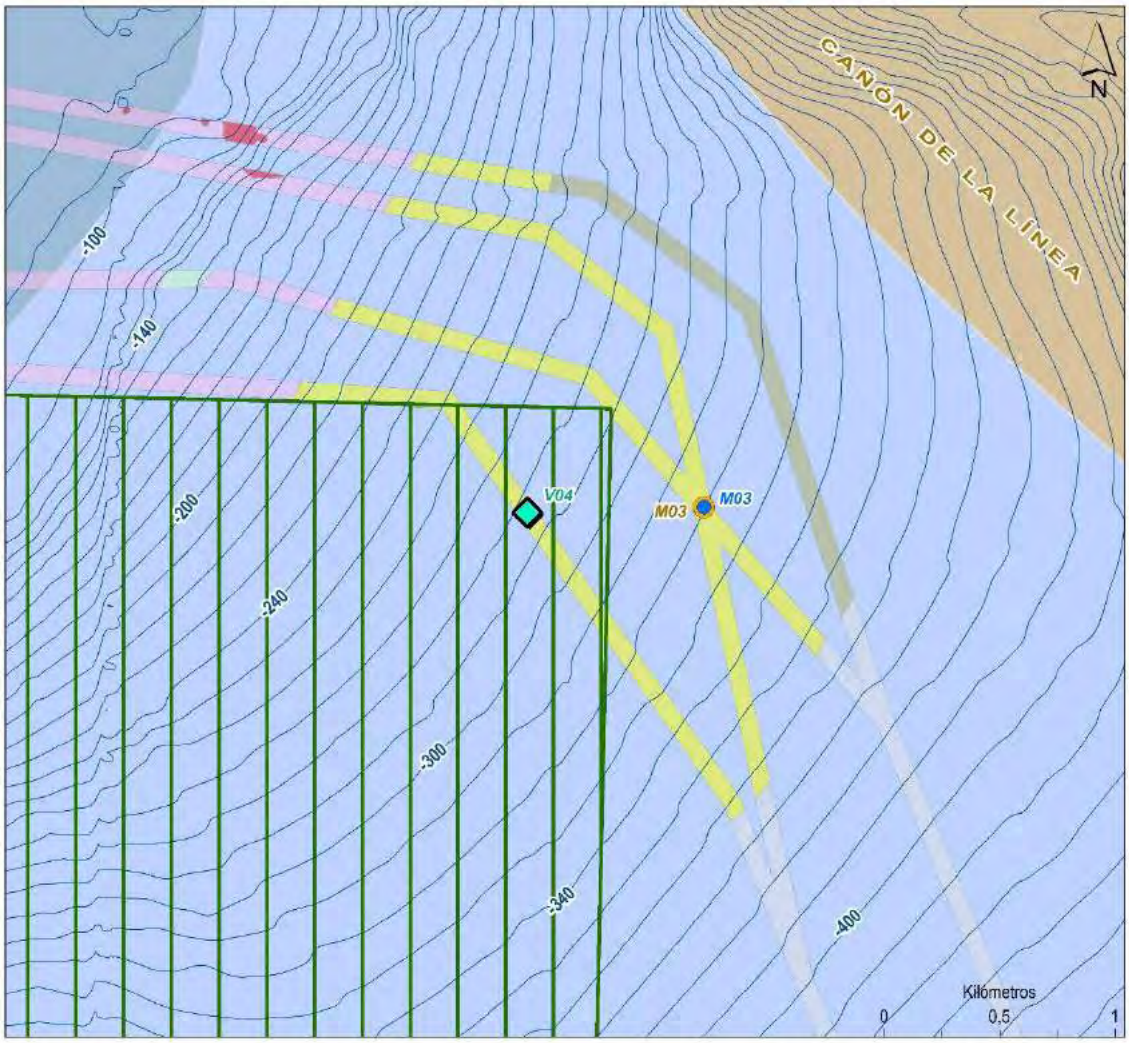
HIC se distribuye en forma de una franja de unos 150-200 m de anchura paralela a la costa. Los corredores de ambas alternativas lo cruzan casi perpendicularmente por lo que la longitud afectada es prácticamente idéntica; 255 m en la alternativa Ruta principal y 236 en la alternativa *Re-routing 1*. En cualquiera de estas soluciones alternativas la transición tierra mar a través de perforación horizontal dirigida evitaría la afección a este HIC (siempre fuera de la ZEC) al no afectar la PHD a la superficie al quedar los cables en túnel a varios metros de profundidad bajo el lecho.

En el caso concreto de las comunidades afectadas por las alternativas de los dos alternativas afectando (ruta principal) y evitando (re.routing 1) los dominios de la ZEC Estrecho Oriental las comunidades presentes son dominadas por la formación ME45 *Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo* y en el caso del trazado este del re.routing 1 por ME45 *Arenas del batial superior mediterráneo.*

Ninguna de estas formaciones se corresponde con ninguno de los 4 tipos de hábitats objetivos de conservación de la ZEC Estrecho Oriental (1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda, 1170 Arrecifes, 1180 Estructuras submarinas causadas por emisiones de gas ni 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas).

En este caso se han analizado con detalle en campaña marina ambiental posterior a la campaña geofísica, mediante videos y tomas de muestras (estaciones V03 y M04) las zonas de trazado tanto afectando y no afectando a RN2000 y se ha comprobado que las comunidades bentónicas afectadas por la alternativa de trazado en el interior de la ZEC (*ruta principal*) y fuera (*re-routing 1*)son de naturaleza similar y propia de sustratos blandos rápidamente recuperables y en ningún caso correspondientes a HIC objetivos de conservación de este. Se descarta igualmente la afección, por ausencia de las mismas, a especies objetivo de conservación o especies sensibles

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Red Natura 2000

ZEC Estrecho Oriental (ES6120032)

Puntos de muestreo

Estación de filmación submarina

Estación de muestreo de sedimentos

Estación de muestreo de aguas

Geomorfología marina

Cañon submarino

Plataforma continental

Talud continental

Comunidades marinas de los pasillos estudiados en campaña

MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos

MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos

MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo

ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo

ME55: Arenas del batial superior mediterráneo

ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo

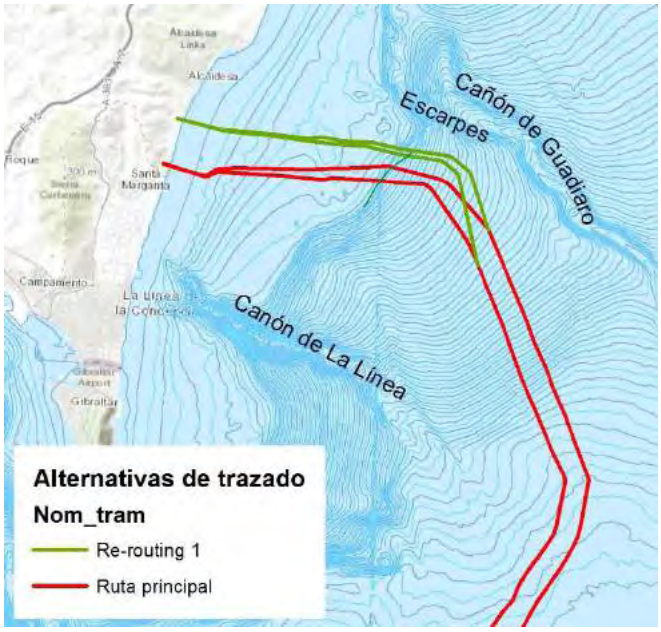
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Medio físico

En la salida del aterraje de La Línea, ambas alternativas discurren entre los cañones de La Línea al sur y de Guadiaro al norte.

La alternativa *Re-routing 1* pasa a unos 850 m del cañón de Guadiaro y presenta un perfil batimétrico más abrupto, mientras que la alternativa *Ruta principal* pasa más alejada del cañón y por una zona más llana, como puede observarse en la siguiente figura.

Batimetría de las diferentes alternativas en La Línea



El siguiente gráfico muestra visualmente como el perfil batimétrico de la alternativa *Re-routing 1* (especialmente en el cable Este), el más cercano al escapamiento del cañón de Guadiaro, presenta un perfil mucho más abrupto en el pk 6. Sobre la cota -100 m, la pendiente máxima de la alternativa *Ruta principal* es de unos 35º, mientras que la de la alternativa *Re-routing 1* es de más de 52º.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perfil batimétrico de las alternativas en La Línea

Alternativas de corredores en el canal central

Longitud total

La alternativa *Ruta principal*, al discurrir más al oeste pare evitar el Drift y cañón de Ceuta implica un recorrido más largo que la *Re-routing 2*.

La longitud de cable tendido total, desde el punto en que ambas alternativas divergen hasta que vuelven a converger es la siguiente:

- Alternativa *Ruta principal*: 28,3 km
- Alternativa *Re-routing 2*: 24,2 km

Si consideramos una longitud total aproximada de cable tendido de unos 115 km (depende de las alternativas escogidas) la diferencia entre ambas es de menos de un 4 % de longitud.

Longitud de trazado a lo largo de la ZEC Estrecho Oriental

La alternativa Ruta Principal es la solución que afecta directamente a los dominios de la ZEC Estrecho Oriental en su esquina suroriental, quedando la alternativa *Re-routing* 2 fuera del espacio RN 2000:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Alternativa de la Ruta Principal a lo largo de la ZEC:

- Circuito oeste: Cruzamiento de 3.970 m
- Circuito este: Cruzamiento de 2.260 m.

► Alternativa de la *Re-routing* 2 a lo largo de la ZEC:

- Circuito oeste: 0 m
- Circuito este: 0 m

Aspectos bióticos y figuras de protección de hábitats

Los fondos atravesados por ambas alternativas están constituidos por comunidades muy parecidas caracterizadas por sedimentos blandos batiales. No existe ninguna comunidad que sea exclusiva de alguno de los corredores alternativos. También se encuentran en proporciones muy similares.

Las comunidades dominantes son Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo (EUNIS ME651) y en menor proporción Sedimento grueso del batial superior mediterráneo (EUNIS ME35), en la zona más cercana a Ceuta, Arenas del batial superior mediterráneo (EUNIS ME55), más cercanas a La línea y por último Biocenosis de los fangos del batial superior caracterizados por sedimentos mixtos (EUNIS ME451).

La siguiente tabla muestra total de cable tendido por encima de cada una de las comunidades para cada alternativa.

Total de cable tendido sobre comunidades bentónicas para las alternativas *Ruta principal* y *Re-routing 2*, en km y en porcentaje respecto el total

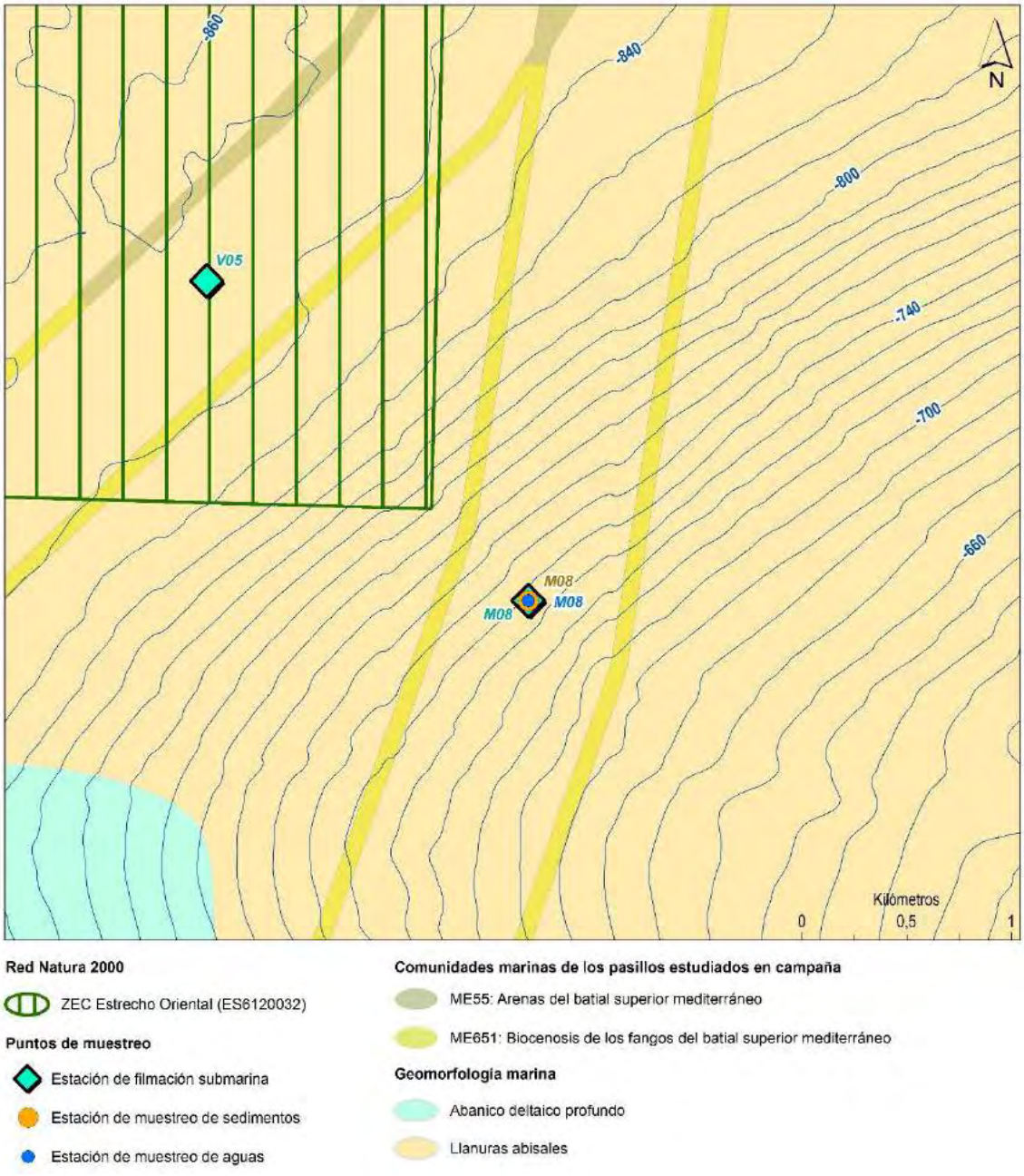
Biocenosis	Ruta principal	Ruta principal en %	Re-Routing 2	Re-routing 2 en %
ME651 fangos del batial superior mediterráneo	10,9	46	15,0	75
ME451 fangos del batial superior caracterizados por sedimentos mixtos	3,8	16	1,6	8
ME35 Sedimento grueso del batial superior mediterráneo	5,2	22	2.8	14
ME55 Arenas del batial superior mediterráneo	3,9	16	0,6	3
TOTAL		**100**		**100**

Ninguna de las 2 alternativas afecta HIC. La alternativa *Ruta principal* discurre a lo largo de 6,2 km (suma de los dos cables) por dentro de la ZEC Estrecho Oriental, mientras que la *alternativa Re-routing 2* no penetra dentro de su ámbito.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Al igual que en la zona de La Línea, durante la campaña ambiental se realizó un gran esfuerzo para caracterizar los fondos en la zona de la ZEC afectada por la alternativa *Ruta principal*. Los registros de vídeo (V05), detectándose el hábitat ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo, con características iguales a las estaciones de muestreo cercanas fuera de la ZEC (M07 y M08). No se observaron especies protegidas ni de especial interés en la zona.

Hábitats bentónicos en las alternativas en el centro del canal

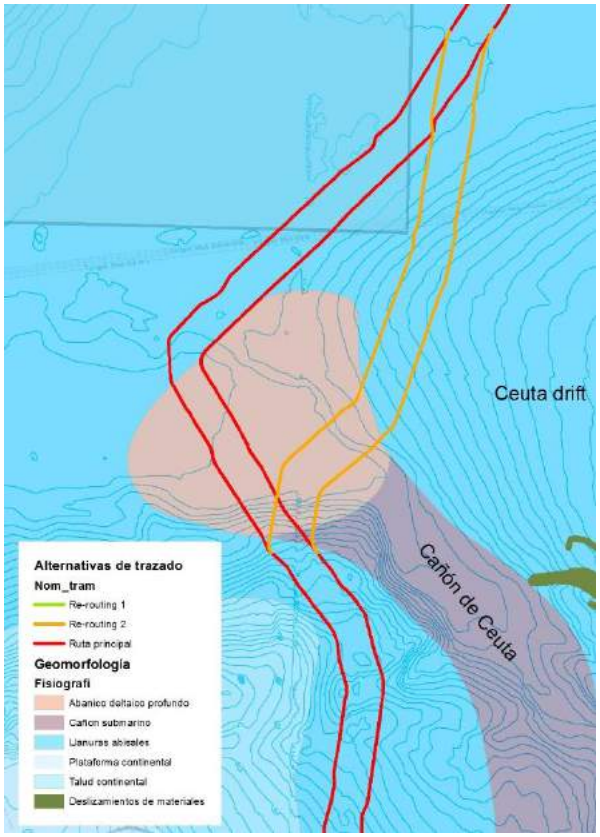


COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Medio físico

Los corredores de la alternativa *Ruta Principal* discurren sobre fondos batiales relativamente planos, mientras que el *Re-routing 2*, para evitar entrar en la ZEC Estrecho Oriental, discurren sobre las estribaciones del Ceuta drift, y por el abanico deltaico profundo del cañón de Ceuta, como se observa en la figura siguiente.

Geomorfología y batimetría de las alternativas en la zona del canal



El perfil batimétrico de la alternativa *Re-routing 2* es menos llano y con pendientes superiores, como muestra la figura siguiente, que representa la batimetría de ambos corredores (independientemente para cada uno de los cables) entre el pk 25 y 35, donde se encuentra el Ceuta drift. Además, destacan las pendientes laterales de la alternativa Re-routing 2, en el Ceuta drift que supone un riesgo adicional a la instalación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Perfil batimétrico de las diferentes alternativas en el canal central

5.3.4.3 Conclusión de la valoración de alternativas

Una vez identificados los principales condicionantes y valorados los impactos potenciales de cada una de las alternativas planteadas, en los sectores de La Línea y del centro del canal, estas se comparan entre sí con el objetivo de determinar la solución más idónea desde el punto de vista ambiental, socio-económico y técnico, y como conclusión del proceso de definición de corredores.

Se refleja de forma sintética en las siguientes tablas los resultados de la comparación de los impactos valorados para las distintas alternativas. Se califica en impacto para cada componente ambiental y alternativa de corredor asignando los siguientes códigos de colores, representativos de la magnitud del impacto.

Positivo	No significativo	Compatible	Moderado	Severo

Alternativas en el aterraje en La Línea

Se muestra a continuación la tabla resumen de la valoración de alternativas en La Línea.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Valoración de alternativas en La Línea

Variables ambientales y territoriales	Alternativa *Ruta principal*	Alternativa *Re-routing 1*
Longitud de cable instalado (suma de los 2 cables de cada alternativa, desde el pk 0 hasta donde las alternativas se unen, en km)	22,1	23,2
Condicionantes constructivos	No significativos	Elevados, por cercanía a los escarpes del cañón de Guadiaro
Afección a la ZEC Estrecho Oriental, en km.	1,2	0
Afección a HIC dentro de la ZEC en km	0	0
Afección al HIC Arrecifes (1170) fuera de la ZEC. Suma de la longitud de los 2 cables de cada alternativa sobre el HIC en m.	807	1.061
Afección al HIC Bancos de arena cubiertos de agua permanentemente (1110) fuera de la ZEC, en m.	240	236
CLASIFICACIÓN GLOBAL	**Aceptada**	**Descartada**

Tal como se muestra en la tabla anterior, a pesar de tratarse de alternativas con características muy similares, la alternativa *Re-routing 1* queda descartada esencialmente por los condicionantes constructivos, al disponerse por el borde del cañón de Guadiaro. Este condicionante es clave atendiendo a que geomorfológicamente se sitúa en una zona donde existe un riesgo geológico significativo, no solo por las altas pendientes registradas, inestabilidad de los materiales asociada a la morfología pronunciada del propio cañón, sino también por las características intrínsecas del propio sistema del cañón submarino. Los bordes de cañón submarino constituyen parte de las vías preferentes de transporte de material sedimentario desde la plataforma continental hacia las zonas centrales de la cuenca, además de ser conductos preferentes para el transporte de grandes masas de agua en según qué condiciones o eventos atmosféricos.

Las corrientes de turbidez (masas de agua cargadas de sedimentos y materiales detríticos), con un alto poder erosivo, son los factores que tienen un mayor papel en la morfodinámica de estos sistemas. Estos, además, son el reflejo de grandes procesos erosivos tanto del pasado como del presente.

Por lo tanto, los riesgos geomorfológicos de la alternativa re-routing 1 tienen un peso mayor que el hecho de que unos 1.200 m del trazado oeste de la alternativa Ruta Principal invadan la ZEC Estrecho Oriental ya que como se ha expuesto no se afectarían HIC dentro de este espacio,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

teniendo los fondos atravesados por ambas alternativas naturaleza bentónica similar y propia de sustratos blandos rápidamente recuperables.

Fuera de zona ZEC, además, la alternativa re-routing 1 es peor valorada por afectar en mayor medida al HIC Arrecifes (1170).

Alternativas en el canal central

Se muestra a continuación la tabla resumen de la valoración de alternativas en el canal central.

Valoración de alternativas en el canal central

Variables ambientales y territoriales	Alternativa "Ruta principal"	Alternativa "Re-routing 2"
Longitud de cable instalado (suma de los 2 cables de cada alternativa, entre los nexos de unión con la ruta principal, en km)	28,25	24,25
Condicionantes constructivos	No significativos	Elevados, por ubicarse en el Ceuta drift y a la salida del cañón de Ceuta
Afección a la ZEC Estrecho Oriental (km)	6,2	0
Afección a HIC dentro de la ZEC en km	0	0
Afección a HIC en el entorno de la ZEC en km	0	0
CLASIFICACIÓN GLOBAL	**Aceptada**	**Descartada**

De acuerdo con lo plasmado en la tabla anterior, a pesar de que la Ruta Principal es más larga y afecta sesgadamente a la ZEC Estrecho Oriental es la alternativa seleccionada, debido esencialmente a los condicionantes constructivos que presenta la alternativa Re-routing 2, ya que al disponerse en el Ceuta drift y cruzar el Cañón de Ceuta se incrementan notablemente los riesgos de producirse daños en los cables, con lo que ello podría suponer para la continuidad del suministro a la ciudad autónoma, objetivo del proyecto, y por las dificultades añadidas en su implantación y, sobre todo, en la necesidad de adoptar métodos de protección más contundentes, lo que puede derivar en mayores afecciones sobre el conjunto de elementos del medio presentes.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Como se ha comentado con anterioridad, el hecho de que la alternativa cruce el cañón de Ceuta o incluso se aproxime a las morfologías asociadas al mismo, supone un alto riesgo geológico, debido a las características intrínsecas del propio sistema, tanto por las características de los cañones submarinos, a nivel morfológico (grandes pendientes y zonas escarpadas) que pueden generar inestabilidad a la instalación, como por el hecho de la actividad natural que desempeñan (vías preferentes de transporte de sedimento y de masas de agua).

Se observa que la alternativa Re-routing 2 discurre de lleno en el abanico de deyección o depósito terminal del cañón que, por su naturaleza, es la acumulación de los materiales transportados desde la plataforma a la zona abisal. Este hecho hace que sea necesario la corrección de trayectoria a fin de evitar o como mínimo minimizar el paso sobre estas morfologías.

No solo el sistema de cañones submarinos debería ser evitado, sino que también el Ceuta drift, por sus características goemorfológicas. La situación de la alternativa a descartar transcurre por la pendiente del Ceuta drift, esculpida por grandes corrientes de contorno (tal y como indican los depósitos contouriticos hallados) que podrían ser causantes de desperfectos en los cables.

Por lo tanto, los riesgos geomorfológicos de la alternativa re-routing 2 tienen un peso mayor que el hecho de que unos 6,2 km de la alternativa Ruta Principal atraviesen la esquina suroriental de la ZEC Estrecho Oriental ya que como se ha expuesto no se afectarían HIC dentro de este espacio, teniendo los fondos atravesados por ambas alternativas (dentro y fuera de la ZEC) naturaleza bentónica similar y propia de sustratos blandos rápidamente recuperables.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6 RESULTADO DEL TRÁMITE DE CONSULTAS PREVIAS

A fecha de septiembre de 2016, RED ELÉCTRICA presentó en la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural (Subdirección General de Evaluación Ambiental) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, el Documento Inicial del Proyecto de "Interconexión Eléctrica Submarina entre la Península y Ceuta" (nº ref. SGEA/NAL/fjs/20160093), para dar comienzo al procedimiento de evaluación ambiental mediante el trámite de consultas previas, tal como se contempla en el artículo 34 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

De entro todos los organismos e instituciones consultadas por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural en el marco del DIP, fueron las siguientes las que realizaron apreciaciones sobre afecciones a la Red Natura 2000:

Organismo
Ecologista en Acción Campo de Gibraltar - Verdemar
Junta de Andalucía - Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio – Dirección General de Gestión del Medio Natural y Espacios Protegidos
Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente - Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar
Universidad de Cádiz – Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias del Mar - Ignacio Hernández Carrero
Junta de Andalucía - Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio – Delegación Territorial de Cádiz

A continuación, se exponen los fragmentos en los organismos e instituciones consultadas que expresaron consideraciones en relación con la Red Natura 2000. Consideraciones que han sido tenidas en cuenta tanto en el diseño y planteamiento final del proyecto como en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y el presente Estudio de Afecciones a la RN 2000 del mismo. El texto completo de pronunciamientos puede consultarse como anexo en el Tomo III del EsIA.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.1 RESUMEN DE LAS RESPUESTAS RECIBIDAS EN RELACIÓN CON LA RN2000 Y FORMA EN LA QUE HAN SIDO CONSIDERADAS POR EL PROYECTO

6.1.1 ECOLOGISTA EN ACCIÓN CAMPO DE GIBRALTAR - VERDEMAR

Contenido de la respuesta en relación con la RN2000 y forma en la que ha sido considerada en el proyecto

► La interconexión eléctrica de Ceuta supondrá un beneficio ambiental, social y económico para esta ciudad, que entre otros aspectos verá disminuida la contaminación atmosférica que actualmente produce la central térmica de diesel ubicada en las cercanías del núcleo urbano, con los efectos sobre la salud humana que ello conlleva. Sin embargo, La Línea de la Concepción se lleva la peor parte del proyecto, ya que no verá ningún beneficio del mismo y sí una pérdida de territorio, un impacto grave durante la fase de construcción, un riego ambiental posterior por rotura del cable, etc. Por esto, es necesario imponer medidas compensatorias, que según nuestro criterio deben ir encaminadas a:

- Asegurar una zona destinada a la conservación y mejora del hábitat de las especies de flora presentes en la zona, en especial las amenazadas que hemos citado en la consideración primera.
- Crear, en un edificio ya construido, un centro de interpretación y de información del ZEC Estrecho Oriental, prácticamente desconocido por la población general y que se verá afectado por el proyecto.
- Realizar mejoras en las infraestructuras del municipio de La Línea que supongan una mejora ambiental, social y económica, al igual que los beneficios que obtendrá la ciudad de Ceuta.
- Por ejemplo, se podrían mejorar las infraestructuras de saneamiento de agua, que actualmente provocan vertidos en las costas linenses, y que supondría también disminuir los impactos que estos vertidos suponen en el ZEC del Estrecho Oriental afectado por el proyecto.
- Promover la instalación de energías renovables que contrarresten la producción de energía eléctrica a través de otros sistemas que provocan contaminación atmosférica, a ser posible en la ciudad de Ceuta para así mejorar su capacidad de autoabastecimiento energético.

Respuesta:

Todas las propuestas ofrecidas por la asociación son muy interesantes. Algunas de ellas no son viables por no ser de competencia del promotor, luego no cabe su elección. El

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

trámite de evaluación del impacto ambiental de los proyectos que componen el expediente del futuro enlace submarino, nos abre la posibilidad de que el órgano ambiental competente evaluador, una vez conozca y evalúe los impactos residuales, proponga las medidas compensatorias más adecuadas dirigidas a la recuperación de esos elementos del medio sobre los que perdura el impacto tras la aplicación de las medidas preventivo-correctoras impuestas.

6.1.2 JUNTA DE ANDALUCÍA - CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO – DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN DEL MEDIO NATURAL Y ESPACIOS PROTEGIDOS

Contenido de la respuesta en relación con la RN2000 y forma en la que ha sido considerada en el proyecto

Este organismo tras exponer una síntesis de aspecto recogidos en el Documento Inicial de Proyecto relativos a la necesidad del proyecto, sus características fundamentales o las alternativas analizadas establece unas seria de consideraciones generales:

- Consideración general primera: Señala al Área C Los Portichuelos como la más favorable de las tres áreas favorables para el proyecto estudiadas, en base a criterios físicos, bióticos y territoriales. Esta alternativa es la única donde la posible ubicación de la subestación eléctrica y su conexión a la red de transporte de 220 kV no interceptaría ningún espacio Natura 2000 cuya gestión y protección es competencia de la Junta de Andalucía. Por su parte esta solución intercepta con la ZEC Estrecho Oriental (ES6120032), que es un espacio marino cuya gestión recae sobre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Medio Ambiente.

  En este sentido señala que el EIA debe resolver adecuadamente los siguientes aspectos:

  - Razones por las que se consideran inviables otras soluciones.
  - Evaluación y cuantificación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre los espacios Natura 2000 interceptados y también sobre aquellos que indirectamente se pueden ver afectados por el proyecto.
  - Medidas preventivas y correctoras que justifiquen adecuadamente que esta actuación no supondrá una afección significativa sobre los valores por los que fueron declarados estos espacios ZEC y ZEPA.
  - Programa de Vigilancia Ambiental adecuado para evitar daños a los hábitats y especies de la Red Natura 2000.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Completar con un capítulo específico denominado "Red Natura 2000" cuyo contenido se describe en las "Directrices para la elaboración de la documentación ambiental necesaria para la evaluación de impacto ambiental de proyectos con potencial afección a la Red Natura 2000", publicadas por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural.

Respuesta:

La documentación ambiental del proyecto incluye el presente informe de Evaluación de las Repercusiones del Proyecto sobre la Red Natura 2000 que incorpora todos los puntos solicitados. Entre ellos justifica la no afección directa ni indirecta sobre hábitats ni especies objetivo de conservación, justificando además que las soluciones alternativas de trazado que no invaden la ZEC Estrecho Oriental tienen los mismos valores ecológicos en sus fondos marinos que los tramos si incluidos en la ZEC y por ello finalmente elegidos para el trazado de los dos cables por los menores riesgos sobre estos al atravesar fondos constructivamente más favorables.

► Consideración general segunda: El informe de la Dirección General tras un análisis preliminar de los HIC conforme a la cartografía de referencia realiza las siguientes consideraciones:

- Se solicita al promotor que incluya en el estudio de impacto ambiental la descripción de los HIC presentes en el ámbito de desarrollo del proyecto y un análisis de los impactos previsibles derivados de apertura de la zanja terrestre y submarina, la instalación de conchas de acero fundido o matrices de cemento y el aumento de turbidez esperable durante la realización de estas actuaciones. También se deben identificar los impactos derivados de la construcción de las subestaciones eléctricas y la conexión aérea con la L/220 kV.
- El promotor prestará especial atención a los hábitats costeros y vegetación halófica por su especial sensibilidad ante estas actuaciones y la dificultad que supone su posterior recuperación. El promotor considerará la posibilidad de realizar trabajos in situ con el fin de describir con mayor detalle los HIC que se pueden ver afectados durante el tendido del cable submarino y disponer de información de calidad para definir la mejor alternativa.

Respuesta:

En relación con el primer punto, el EIA tanto en su análisis de alternativas (Memoria Vol. 1 Apartado 7) como en sus apartados de efectos, medidas e impactos, tanto en ámbito terrestre como marino (Memoria Vol. 2 Apartados 2 a 7), recoge detalladamente los

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

efectos resultado de la construcción y funcionamiento de los distintos elementos de proyecto.

En relación con los hábitats costeros y vegetación halófica se han llevado a cabo detallados estudios de detalle en tierra con varias visitas de campo para seleccionar el mejor punto de aterraje para el proyecto en la playa de La Hacienda, seleccionando una explanada utilizada como aparcamiento en jornadas estivales de playa que evitará, junto a la utilización de la técnica de PHD la afección a hábitats costeros, en especial a los incluidos en el dominio del ámbito de aplicación del Plan de Recuperación y Conservación de Dunas, Arenales y Acantilados Costeros.

En relación con los hábitats marinos se han realizado campañas marinas en las aguas someras que han permitido caracterizar las comunidades costeras presentes seleccionando los trazados de llegada a costa que generarán menores afecciones a los fondos marinos. Además, para el trazado en aguas profundas se han analizado diferentes alternativas, en especial con el objeto de evitar afecciones a HIC y especies objetivos de conservación de la ZEC Estrecho Oriental.

- Consideración general tercera: Dada la gran importancia que tienen estos espacios de la Red Natura 2000 como lugar de residencia y destino migratorio de un elevado número de especies, el promotor incluirá en el estudio de impacto ambiental un análisis de las especies que podrían sufrir impactos negativos como consecuencia de las actuaciones descritas en el proyecto. Además, se propondrán medidas preventivas y/o correctoras para evitar dichos impactos y controles en el Programa de Vigilancia Ambiental con el fin de verificar la eficacia de las medidas contempladas.

Respuesta:

El EIA recoge de manera sintética los contenidos del estudio específico de presencia de cetáceos en el conjunto del Estrecho llevado a cabo por CEIMAR dentro del Estudio de Biocenosis Costera y Marina (Anexo 1.4) incorporándose a los capítulos de valoración de impactos y propuestas de medidas correctoras (Memoria EIA Volumen II, Apartados 3, 5 y 7) las posibles incidencias de las obras con estas especies. Todos estos aspectos son desarrollados en mayor medida en el presente informe de Evaluación de las Repercusiones del Proyecto sobre la RN2000.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.1.3 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE - DIRECCIÓN GENERAL DE SOSTENIBILIDAD DE LA COSTA Y EL MAR

Contenido de la respuesta en relación con la RN2000 y forma en la que ha sido considerada en el proyecto

El informe de la Dirección General de la Sostenibilidad de la Costa y el Mar comienza exponiendo de forma sintética diversos contenidos del DIP para una vez analizado este determinar lo siguiente:

- *En el desarrollo del proyecto, redacción del estudio de impacto ambiental y realización de los estudios específicos del medio marino deberá tenerse en cuenta lo establecido en el Real Decreto 1620/2012, de 30 de noviembre que aprueba las medidas de conservación de la ZEC Estrecho Oriental. En particular se destaca lo siguiente*:

  - "*Artículo 4.2: Corresponde al Director General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar la concesión de las autorizaciones administrativas y la emisión de los informes previstos en la regulación de usos y actividades recogidos en el anexo 1, sin perjuicio de las autorizaciones que sean exigibles por la aplicación de la legislación sectorial correspondiente y lo dispuesto en la disposición adicional primera de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*".
  - Anexo I Regulación usos y actividades artículo 8: Conducción y cableado submarino. *"Según lo establecido en los apartados 2 y 3 del artículo 79 «cables y tuberías submarinos en la plataforma continental» de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, deberá hacerse lo posible para evitar que el trazado para el tendido de cables y conducciones submarinas para cualquier actividad, discurra por el espacio protegido, sin perjuicio de las libertades al respecto establecidas en dicho Convenio. Además, queda prohibido cualquier trazado en el caso de zonas donde se haya constatado la presencia de hábitats sensibles, como son los bancos de arena y las zonas arrecifales*".

    Respuesta:

    La disposición de un amplio espacio protegido como es la ZEC Estrecho Oriental unido a la geomorfología presente en la zona del Estrecho entre la Línea de la Concepción y Ceuta (cañones del Guadiaro, La Línea y Ceuta, y abanicos deltaicos asociados a los mismos, talud continental muy abrupto en el frente norte de Ceuta etc…) ha limitado en gran medida las opciones de corredores para los 2 cables marinos proyectados en paralelo con el condicionante de que deben ser separados 1,5 veces la profundidad

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

hasta una distancia de 750 m con el objeto de evitar riesgos de rotura de los dos circuitos simultáneamente y poder reparar el que se averíe en condiciones seguras de operación y distancia con el segundo cable.

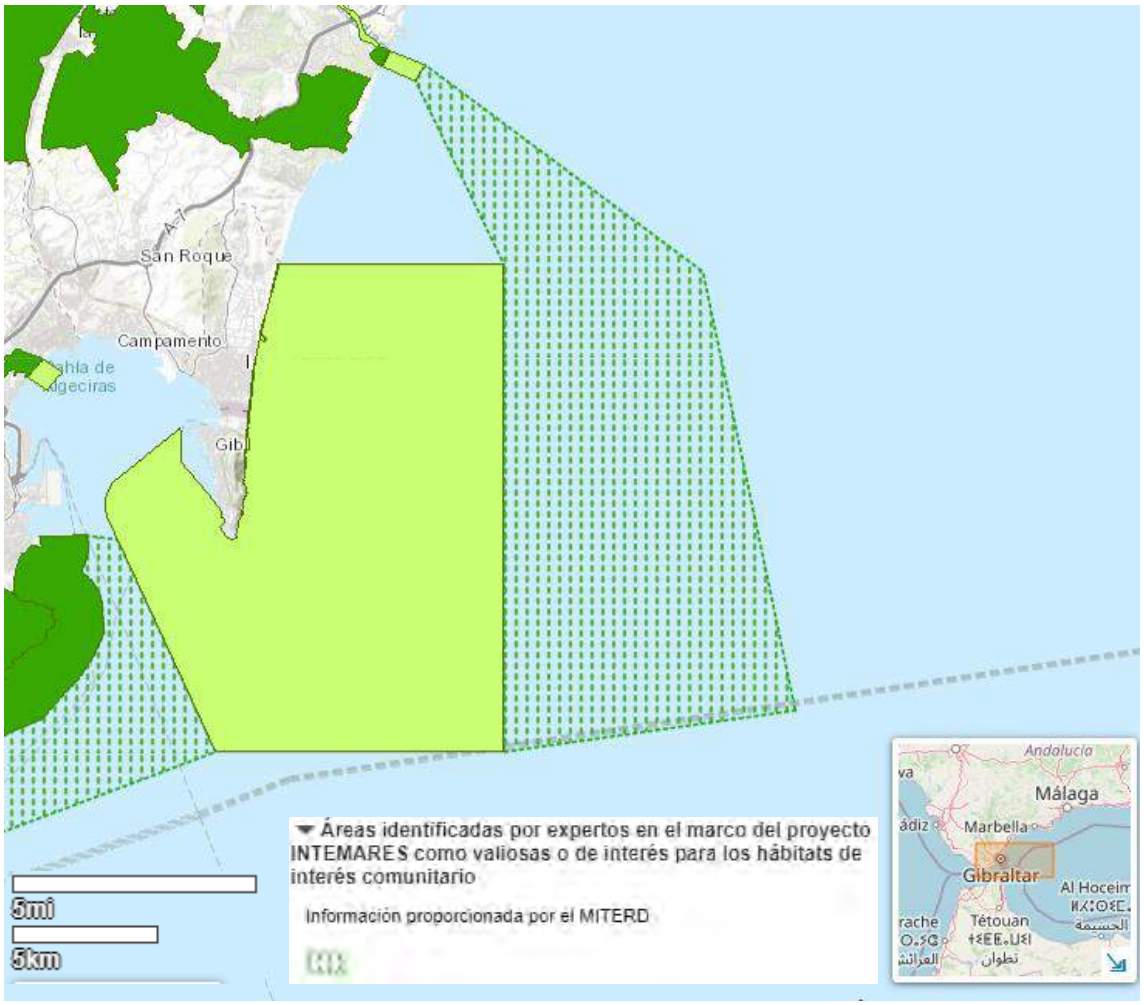
En este caso se han analizado trazados que no se adentran en el espacio RN 2000 y se ha comprobado mediante los resultados de la campaña geofísica y de la posterior campaña ambiental que las comunidades bentónicas afectadas por la alternativa de trazado en el interior de la ZEC y fuera son de naturaleza similar y propia de sustratos blandos rápidamente recuperables y en ningún caso correspondientes a HIC objetivos de conservación de este espacio como los bancos de arena (HIC 1110) y las zonas arrecifales (HIC1170). Se descarta igualmente la afección, por ausencia de las mismas, a especies objetivo de conservación o especies sensibles.

Resultado de esta similar afección dentro y fuera del espacio ZEC, el proyecto ha optado por el trazado afectando puntualmente a la ZEC debido a las mejores condiciones constructivas del trazado al estar más alejado del cañón del Guadiaro, en el caso del primer tramo, y por mantenerse al margen de una zona de ladera submarina en la zona central y más profunda del estrecho, en el segundo caso.

Además, recientes jornadas de expertos en el marco del proyecto Life Intermares en las que se proponen a nivel nacional la necesidad de mayores conocimientos de los espacios RN 2000 marinos han concluido en la propuesta ampliación de la ZEC Estrecho Oriental hacia el sur y hacia el este de manera que en un futuro es muy probable que los cables de interconexión queden incluidos (todo su tramo central) en los dominios de este espacio Red Natura 2000.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Zona propuesta ampliación de la ZEC Estrecho Oriental en el marco del proyecto INTERMARES



- "Anexo I Regulación usos y actividades artículo 12: Conducción y cableado submarino. *Podrán realizarse en el espacio protegido actividades de investigación científica, previa autorización conforme a lo dispuesto en el artículo 4. En dicha autorización se hará referencia a las limitaciones de uso de aquellas técnicas de estudio que se estime que puedan ser incompatibles con los objetivos de conservación establecidos en este real decreto.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Respuesta:

RED ELÉCTRICA ha solicitado y obtenido los permisos correspondientes para llevar a cabo las campañas marinas geofísicas y ambiental en los dominios de la ZEC Estrecho Oriental.

- Anexo I Regulación usos y actividades artículo 13 Prevención de la contaminación acústica. "*Queda prohibido en todo el ámbito del espacio protegido utilizar cañones de aire comprimido y sistemas activos de sónar de baja y media frecuencia. Únicamente se podrá autorizar su uso en circunstancias excepcionales, cuando sea indispensable para la consecución de los objetivos planteados en estudios científicos, de investigación o caracterización del fondo marino, cuando se garantice expresamente su inocuidad para las especies silvestres presentes en el espacio protegido y cuando se realice un efectivo control mediante equipos profesionales ad hoc de Observadores de Mamíferos Marinos y Seguimiento Acústico Pasivo, tal y como establecen los objetivos y las medidas asociadas a este real decreto*".

  Respuesta:

  De esta manera se ha procedido en las campañas marinas autorizadas por la Subdirección General para la Protección del Mar (SGPM/EMP/AUT/01/2020) de fecha 6 de febrero de 2020.

- "*En la ZEC Estrecho Oriental deberán tenerse en cuenta los planes de seguimiento y vigilancia ambiental necesarios para dar cumplimiento de las medidas de conservación recogidas en el Anexo II del Real Decreto 1620/2012, de 30 de noviembre, con especial atención a su incidencia en los hábitats de interés comunitario y especies marinas a las que se hace referencia en el presente informe. En concreto, se deberán estudiar medidas de mitigación activas a aplicar durante el desarrollo de la actividad*".

  Respuesta:

  El conjunto de medidas preventivas correctoras recogidas en el EIA han considerado los aspectos señalados de la misma manera que han sido considerados en el presente Estudio de Afecciones a la RN2000.

► "*El estudio de impacto ambiental deberá contener un análisis detallado del medio marino por el que se planteen las posibles alternativas del trazado del cable. Este estudio deberá incluir la bionomía del fondo marino, la presencia de cetáceos, tortugas y aves"*.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- "*Habrá que tener especial cuidado con la posible presencia de la especie Patella ferruginea en la zona de actuación. Las zonas que albergan las mayores poblaciones de Patella ferruginea están en Ceuta, Melilla y las Islas Chafarinas, por lo que es necesario que el estudio de impacto ambiental contenga un censo actualizado de la presencia de lapa ferruginea. Es una especie endémica del Mediterráneo occidental, incluida en el Anexo V de la Ley 42/2007 y en el Anexo del Real Decreto 139/2011 de 4 de febrero, dentro de la categoría de "en peligro de extinción. El traslado o traslocación de ejemplares adultos ha sido expresamente desaconsejado en la "Estrategia de conservación de la lapa ferruginea*".

  Respuesta:

  Se han realizado en el marco del proyecto distintos censos en zonas de posibles aterrajes en Ceuta siendo el definitivo el llevado a cabo por Tecnoambiente en el aparcamiento de la Playa del Chorrillo (Anexo 7) aunque esta especie no será en ningún caso afectada por el proyecto gracias a la medida preventiva de llevar a cabo el aterraje mediante perforación horizontal dirigida.

► "*El estudio de impacto ambiental deberá prever una serie de medidas encaminadas a la prevención y mitigación de los impactos sobre praderas de fanerógamas marinas protegidas, tales como la elección de una alternativa de trazado que minimice la superficie de praderas afectadas*".

Respuesta:

La ausencia de comunidades bentónicas de praderas de fanerógamas marinas en la Línea de la Concepción y Ceuta, confirmada en las campañas marinas llevadas a cabo para el proyecto, ha conllevado que no sea necesario considerar este condicionante en el análisis de alternativas.

► "*Otro de los impactos potenciales a considerar es la posible molestia a aves marinas presentes en la zona, alguna de ellas de gran interés desde el punto de vista de la conservación ya que la cercanía al Estrecho de Gibraltar lo convierten en una zona de paso importante para la avifauna migradora. Sería recomendable que el estudio de impacto ambiental contenga como medida preventiva una planificación de las obras evitando los períodos críticos de las especies*".

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Respuesta:

En ninguno de los ámbitos de estudio, tanto marino como terrestres, se han identificados puntos o áreas de reproducción de especies de aves sensibles en general, y de las aves marinas o dulceacuícolas, en particular (pardela balear, fumarel común, pardela cenicienta, cormorán moñudo, águila pescadora, gaviota de Audouin, ostrero, chorlitejo patinegro o charrancito común) por lo que el desarrollo del proyecto no llevará aparejados efectos directos sobre ejemplares de este grupo de aves ni sobre sus lugares de nidificación. Asimismo, no se producirán molestias o perturbaciones sobre ellas dada la distancia entre las zonas de cría y el área afectada por el proyecto. La única especie que cría próxima a la zona de actuación es el chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus)* que se reproduce en la playa de la Atunara, donde también se la puede ver durante la invernada. Para comprobar la presencia de esta especie en el entorno del proyecto se han hecho prospecciones en la playa de la Hacienda durante el periodo de reproducción del año 2019 dando como resultado la no presencia de esta especie en la playa de la Hacienda.

En cuanto a la comunidad de aves migradoras, el desarrollo del proyecto no generará durante la construcción afecciones que no estén presentes ya en el Estrecho de Gibraltar, tanto a nivel marítimo como terrestres. Es decir, la construcción de las instalaciones que conlleva tránsito de maquinaría y presencia humana, ocupación de terreno y el levantamiento de estructuras artificiales, entre otros, son factores que ya están actualmente en esta área a modo de rutas marítimas, autovías, carreteras, urbanizaciones, canteras, etc., por lo que su ejecución no adicionaría nuevas amenazas a las aves migratorias. Además, la escala de las actuaciones es de escasa magnitud para poder afectar de manera aparente a este grupo de aves, que por otro lado se encuentran muy acostumbradas a los efectos derivados de la presencia humana a escala territorial y migratoria en esta área.

6.1.4 UNIVERSIDAD DE CÁDIZ – DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR - IGNACIO HERNÁNDEZ CARRERO

Contenido de la respuesta en relación con la RN2000 y forma en la que ha sido considerada en el proyecto

- "*El proyecto ofrece una oportunidad para la mejora del conocimiento de la ZEC Estrecho Oriental ES6120032. Tanto durante el inventario ambiental como por la adopción de posibles medidas compensatorias debería mejorarse el conocimiento actual de los hábitats de la Directiva que llevaron a la conservación de este enclave marino".*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Respuesta:

El inventario ambiental y toda la información técnica del proyecto recabada en las campañas oceanográficas se pondrá a disposición de la comunidad científica y las administraciones y organismos públicos que lo soliciten de cara al establecimiento de proyectos de colaboración que pudieran surgir.

6.1.5 JUNTA DE ANDALUCÍA - CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO – DELEGACIÓN TERRITORIAL DE CÁDIZ

Contenido de la respuesta en relación con la RN2000 y forma en la que ha sido considerada en el proyecto

- "*El trazado submarino de la interconexión podría afectar al ZEC Estrecho Oriental. Dicha ZEC, cuya gestión corresponde al MAGRAMA, posee un Plan de Gestión aprobado por el Real Decreto 1620/2012, por lo que el Estudio de Impacto Ambiental que se redacte deberá adecuarse a lo establecido en el citado documento*".

Respuesta:

Todos los contenidos del Plan de Gestión, desde la caracterización del espacio, a los objetivos de conservación y la normativa han sido considerados en las distintas etapas del proyecto, incluyendo el análisis de alternativas de trazado, la valoración de impactos y la propuesta de medidas preventivas y correctoras.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7 INFORMACIÓN SOBRE LOS LUGARES NATURA 2000 POTENCIALMENTE AFECTADOS POR EL PROYECTO

7.1 ESPACIOS DE LA RED NATURA 2000 AFECTADOS

Conforme a lo establecido en el artículo 6.3 de la Directiva Hábitats, los impactos sobre la Red Natura que deben ser evaluados son aquellos que repercutan sobre los objetivos de conservación de los lugares, esto es, la propia integridad de los lugares y los objetivos de conservación del mismo, especies y hábitats que determinaron su declaración como espacios de la Red Natura 2000.

Como constata la cartografía adjunta, en el entorno de los distintos elementos proyectados que conforman la Interconexión Eléctrica Península-Ceuta son varios los espacios Red Natura 2000.

- ZEC y ZEPA Los Alcornocales. Se encuentra la zona más próxima de este espacio (sierra del Arca) a una distancia mínima de 4.100 m respecto a la futura línea de interconexión siendo este punto concretamente el del aterraje en la zona trasera de la playa de la Hacienda. Por su parte la zona de este espacio RN 2000 correspondiente con el Pinar del Rey se sitúa, en su punto más próximo a 5.500 m de la nueva subestación Algeciras 132 kV y el comienzo de la línea eléctrica a 132 kV proyectada. Es por ello que no son previsibles afecciones directas, ni tampoco indirectas sobre los objetivos de conservación de este espacio.
- ZEC y ZEPA Marismas del Río Palmones. Localizado al oeste del proyecto a una distancia de 4.200 al elemento más cercano, el nuevo parque a 132 kV de la Subestación Algeciras y la línea soterrada 220 kV de conexión. No se esperan por tanto afecciones a este espacio RN 2000.
- ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar. Este espacio ZEC de competencia británica e incluido en su totalidad en el interior de la ZEC Estrecho Oriental se encuentra a una distancia de 6.000 m respecto al circuito 2 de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África en el tramo más profundo de este, en la zona central del cruzamiento con el Estrecho de Gibraltar. No se esperan por tanto afecciones a este espacio RN 2000 británico.
- LIC y ZEPA Calamocarro – Benzú. Localizado en el frente N de la zona continental ceutí, el proyecto en su punto más cercano (subestación Virgen de África) dista 2.200 m de este espacio. Debido a que todo el proyecto en territorio ceutí discurre por terrenos urbanos del centro de la ciudad, se descarta la presencia de especies objetivo de conservación de este espacio que puedan verse afectadas por el proyecto.
- ZEPA Acantilados del Monte Hacho. Se localiza en el extremo oriental de la Ciudad Autónoma de Ceuta, en el frente costero que bordea el Monte Hacho. Dista unos 2.670 m

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

respecto a la zona más próxima del futuro tramo terrestre soterrado de la L/132 kV proyectada. Igualmente, respecto del tramo marino se encuentra este espacio a una distancia mínima de 1.300 m. Dadas estas distancias y al hecho de que todos los tramos sean soterrados o submarinos implica que no se vayan a producir impactos indirectos sobre las aves objetivos de conservación de este espacio.

- LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho. Espacio RN2000 conformado por la zona acantilada del Monte Hacho y la zona marítima entorno al mismo de una anchura aproximada de 1.000 m. Respecto al tramo marino de la L/132 kV prevista se encuentra a lo largo de unos 4 km a una distancia mínima (circuito oeste) de unos 200 m y una distancia media de 400 m, quedando el circuito este a una distancia media de unos 700 m. Se podrían, por tanto, producir afecciones indirectas sobre este espacio.

Estos espacios Red Natura localizados en el entorno del proyecto, no son afectados directamente ni indirectamente por este, entendiendo a estos últimos como aquellos que, aun materializándose fuera de los límites de un espacio Red Natura, pudieran repercutir sobre los objetivos de conservación del mismo.

Sin embargo, si hay un espacio que se verá afectado directamente por ocupación del mismo por parte de los trazados de los dos circuitos a 132 kV submarinos que conforman la conexión con Ceuta.

Se trata de la ZEC Estrecho Oriental que es atravesado por el circuito 2 en dos tramos diferentes y por el circuito 1 en tramo sumando una longitud total en este espacio de 7.730 m de futuro cable.

Las afecciones sobre este espacio son analizadas con detalle en el apartado 9 del presente Informe de Evaluación de Repercusiones del Proyecto sobre la RN2000, afecciones que igualmente se pueden localizar en las figuras y esquemas que acompañan al presente documento.

A efectos del presente estudio, se consideran objetivos de conservación de los espacios Red Natura los siguientes:

- **Objetivos de conservación de una ZEC:** de acuerdo con lo establecido en la Directiva Hábitats y la interpretación desarrollada en los manuales metodológicos de referencia, los objetivos de conservación de una ZEC están determinados por los tipos de hábitat naturales del Anexo I (Tipos de hábitats naturales de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de Zonas de Especial Conservación) y las especies del Anexo II (Especies

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

animales y vegetales de Interés Comunitario para cuya conservación es necesario designar Zonas de Especial Conservación) presentes y que motivaron en su momento su propuesta como LIC o declaración como ZEC (expresamente identificados y recogidos como tales en el Formulario Normalizado Red Natura correspondiente) o que quedan expresamente recogidos como tales en su instrumento de gestión.

- **Objetivos de conservación de una ZEPA:** de acuerdo con lo establecido en la Directiva Aves, son objetivos de conservación de una ZEPA las especies de su anexo I y las especies migradoras de presencia regular no incluidas en su anexo I que motivaron su declaración. A efectos de determinación de los objetivos de conservación de cada espacio, se consideran las especies expresamente identificadas y recogidas como tales en el Formulario Normalizado Red Natura correspondiente o en su Plan de Gestión.

Por otro lado, el mantenimiento de la integridad de los espacios y de la propia Red Natura 2000 es uno de los objetivos de conservación de las ZEC y ZEPA componentes de esta red coherente de espacios naturales protegidos a nivel europeo. Este objetivo debe entenderse tanto en el sentido del mantenimiento de la integridad física de los lugares como en el de mantenimiento de su integridad ecológica. Esta última depende del mantenimiento de los procesos ecológicos fundamentales que tienen lugar en la ZEC y que permiten el mantenimiento en un buen estado de conservación de los hábitats y de las poblaciones de especies de interés.

7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS RED NATURA POTENCIALMENTE AFECTADOS POR EL PROYECTO

7.2.1 ZEC Estrecho Oriental ES6120032

Este espacio es declarado Zona de Especial Conservación mediante Real Decreto 1620/2012, de 30 de noviembre, por el que se declara Zona Especial de Conservación el Lugar de Importancia Comunitaria ES6120032 Estrecho Oriental de la región biogeográfica mediterránea de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación.

Según el propio Real Decreto este espacio natural fue declarado Zona de Especial Conservación en virtud de que “sus aguas, que albergan una gran riqueza biológica con especies tanto mediterráneas como atlánticas, destacan por su importancia como corredor migratorio para numerosas especies de interés”. Asimismo, esta decisión se justifica debido a “diferentes factores socioeconómicos y geopolíticos que lo convierten en un enclave muy antropizado” y la creciente pérdida de calidad medioambiental, que deriva una toma de medidas legales para conservar y restaurar este patrimonio natural”.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El espacio marino protegido de la Red Natura 2000 denominado Estrecho Oriental se encuentra situado en el extremo meridional de la Península Ibérica, en la zona oriental del estrecho de Gibraltar (longitud 5º Oeste), en aguas bajo soberanía o jurisdicción española frente a la costa de la provincia de Cádiz.

Este espacio marino protegido incluye la zona este de la bahía de Algeciras y se extiende hasta el mar de Alborán, alcanzando su límite exterior una amplitud máxima de 7,4 millas náuticas. Cubre una superficie total de 23.641,82 hectáreas y baña el litoral del municipio de La Línea de la Concepción hasta la península de Gibraltar, en su extremo occidental.

El estrecho de Gibraltar se caracteriza por ser un cañón de orientación Este-Oeste, que cuenta con aguas poco profundas en su cara atlántica (200-300 metros) y aguas más profundas (800-1.000 metros) en la cara mediterránea. La ZEC Estrecho Oriental se encuadra dentro de estas últimas, alcanzando los 850 metros de profundidad.

7.2.1.1 Aportación de la ZEC Estrecho Oriental a la Red Natura 2000

El Estrecho es la única conexión natural existente entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico, y sus aguas, que albergan una gran riqueza biológica con especies tanto mediterráneas como atlánticas, destacan por su importancia como corredor migratorio para numerosas especies de interés. Este espacio formaría parte del sector oriental de este corredor y su delimitación complementa a la del LIC ES0000337 Estrecho en este sentido. Lugar de importancia para la conservación de las poblaciones de *Tursiops truncatus* en el Mediterráneo sur, así como para poblaciones atlánticas de *Caretta caretta* que posiblemente utilicen la zona como área de preparación en su migración a las zonas costeras del Atlántico occidental. Parece, que estos juveniles, originarios del Atlántico occidental, podrían retrasar su movimiento trans-atlántico para aprovecharse de los elevados recursos alimenticios existentes en la parte oeste del Mediterráneo. Importante asimismo para la conservación de un hábitat marino singular, conformado por estructuras submarinas complejas organizadas en bloques de hasta 4 m de altura formados por agregación de granos de arena en una matriz carbonatada originada por la oxidación microbiana de emisiones de gases procedentes de la descomposición de depósitos vegetales fósiles.

7.2.1.2 Instrumentos de gestión

Cuenta con un Plan de Gestión aprobado mediante el *Real Decreto 1620/2012, de 30 de noviembre, por el que se declara Zona Especial de Conservación el Lugar de Importancia*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunitaria ES6120032 Estrecho Oriental de la región biogeográfica mediterránea de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación.

La entidad responsable de la gestión de este espacio es la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

7.2.1.3 Inventario

Hábitats de interés comunitario

Aun considerando el limitado conocimiento que se tiene de este espacio marino, tanto el formulario normalizado de datos (actualizado en octubre de 2016) como el plan de gestión aprobado en 2012 señalan la presencia de 4 tipos de hábitats del anexo I en este espacio, no teniendo ninguno de ellos la consideración de prioritario.

Tipos de hábitat presentes en la ZEC Estrecho Oriental

Código	Descripción	Cobertura	Representatividad	Superficie relativa	Estado de conservación	Evaluación global
1110	Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda	1%	A	C	A	A
1170	Arrecifes	10%	A	C	A	A
1180	Estructuras submarinas causadas por emisiones de gas	1%	A	C	A	A
8330	Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas	1%	B	C	B	B

* Hábitat prioritario. Fuente: Plan de Gestión de la ZEC Estrecho Oriental, 2012 y Formulario Normalizado 2016.

1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda)

Este hábitat se encuentra dentro de la ZEC en la franja litoral que baña el municipio de La Línea de la Concepción.

En este caso, el hábitat se corresponde con bancos constituidos, de menor a mayor profundidad, por arenas medias, finas y muy finas, con un incremento progresivo en materia orgánica, siendo la comunidad vegetal prácticamente inexistente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En cuanto a la comunidad faunística presente, destaca la presencia de especies de bivalvos de interés pesquero como la coquina (*Donax trunculus*), la navaja (*Ensis minor*), la chirla (*Chamelea gallina*), el corruco (*Acanthocardia tuberculata*) y el almejón o concha fina (Callista chione), cuya distribución se va sucediendo en función de la granulometría del sedimento. De igual modo, en los fondos más superficiales aparece descrita la presencia de los decadópodos *Liocarcinus vernalis* y *Portumnus* latipes, el equinodermo *Echinocardium mediterraneum* y el poliqueto *Ophelia neglecta*. Conforme aumenta la profundidad, se observan ejemplares de cangrejo ermitaño (*Diogenes pugilator*) y los gasterópodos *Caliptraea chinensis* (frecuentemente asociado a valvas muertas de ejemplares del género Chamelea), *Mesalia breviales* (cuya concha vacía es frecuentemente utilizada por el cangrejo ermitaño) y *Nassarius reticulatus*, de hábitos necrófagos.

1170 Arrecifes

Este hábitat incluye todos aquellos sustratos duros, incluidos aquellos cubiertos por una delgada capa de sedimentos, de origen biogénico o geogénico.

Las localizaciones conocidas de este hábitat en la ZEC se encuentran en Punta Europa, en el extremo sur del peñón de Gibraltar, donde existe una zona de arrecife conocida como «La Seca». Se trata de un arrecife rocoso de gran tamaño con una cima bastante plana de bajas crestas rocosas, que da paso a una zona arenosa poco profunda al Este y arenas más profundas al Sur. A lo largo de la cresta noreste existe una caída desde los 18 a los 25 metros de profundidad, con multitud de grietas y pequeñas cuevas. Siguiendo la caída al este del arrecife se encuentra la zona conocida como «El Arrecife de Vladi», donde asimismo aparecen una serie de cuevas submarinas.

1180 Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases

Este tipo de hábitat, todavía en incipiente fase de estudio, se encuentra constituido por estructuras submarinas complejas, organizadas en bloques de hasta cuatro metros de altura formados por la agregación de granos de arena en una matriz carbonatada. Estas estructuras se originan por la oxidación microbiana de las emisiones de gas metano que, procedentes de la descomposición de depósitos vegetales fósiles, ascienden hacia la superficie del fondo oceánico.

En la actualidad, se desconoce el grado de afección que las actividades desarrolladas en la zona podrían tener sobre este tipo de hábitat natural. Hasta el momento, la pesca de arrastre ilegal constituiría la principal amenaza por los daños mecánicos que genera sobre los fondos marinos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas

La ZEC Estrecho Oriental se caracteriza por la presencia, principalmente en las zonas conocidas como «Tres Hermanas», «El Arrecife de Vladi» y el lado este del peñón de Gibraltar, del tipo de hábitat de interés comunitario 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas.

El lugar conocido como Tres Hermanas, al oeste del peñón de Gibraltar, cuenta con varios pináculos rocosos, algunos de los cuales afloran a la superficie. Estos pináculos están formados por la roca sedimentaria conocida como brecha que, en este caso, se encuentra constituida por una concreción de huesos, piedras y barro prehistóricos. Tanto la antigüedad del lugar como la compleja e intricada naturaleza de este tipo de roca han contribuido a que estos pináculos presenten multitud de grietas y pequeñas cavidades.

En el caso de El Arrecife de Vladi, al sur del peñón de Gibraltar y a una profundidad entre los 20 y los 25 metros, se han localizado siete cuevas submarinas.

Finalmente, la parte este del peñón de Gibraltar presenta una sucesión de cavidades sumergidas en un promontorio brechoide a una profundidad que oscila entre los tres y los seis metros, pudiendo alcanzar algunas un desarrollo de hasta 30 metros

Especies de flora y fauna

En el documento base para la delimitación del LIC Estrecho Oriental se recogen las especies de interés comunitario, con sus respectivos códigos (según el anexo II, de la Ley 42/2007) que motivaron la conservación de la zona.

Especies que motivaron la conservación de espacio

- *Caretta caretta** (1224)

  La tortuga boba, especie de interés comunitario prioritario, es una especie de marcado carácter migratorio. En el curso de estos movimientos, numerosos ejemplares entran y salen del mar Mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar, adentrándose en el ámbito de la ZEC donde, posiblemente, hacen uso del espacio como zona de alimentación.

  A este respecto, existen estudios que demuestran la permanencia en la parte occidental del mar de Alborán de ejemplares juveniles de gran tamaño durante un cierto periodo de tiempo. Posiblemente, la zona sea utilizada como área de preparación para la tortuga boba en su migración a las zonas costeras del Atlántico occidental. Parece, por lo tanto, que estos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

juveniles, originarios del Atlántico occidental, podrían retrasar su movimiento transatlántico para aprovecharse de los elevados recursos alimenticios existentes en la parte oeste del Mediterráneo.

- *Tursiops truncatus* (1349)

El delfín mular cuenta con poblaciones residentes tanto en el Estrecho (se estima que está compuesta por 250 individuos) como en la bahía de Estepona, principalmente en torno al Seco del Placer de las Bóvedas. Desde estos dos lugares se produce la llegada de ejemplares de delfín mular hasta el ámbito de la ZEC.

Presenta hábitos tróficos de carácter oportunista. Varias especies se encuentran presentes en su dieta, principalmente especies de espáridos como el besugo (*Pagellus bogaraveo*) y, en menor medida, la merluza (*Merluccius merluccius*) y pequeños pelágicos.

Los estudios sobre estructura poblacional de los delfines mulares de golfo de Cádiz, estrecho de Gibraltar y mar de Alborán muestran una segregación espacial significativa entre estas tres poblaciones, lo que sugiere una adaptación de cada una a los hábitats de las diferentes zonas, así como una ausencia de procesos reproductivos entre estas poblaciones.

- *Phocoena phocoena* (1349)

La marsopa es una especie residente oportunista en el Estrecho, que puede estar presente en cualquier época del año. Su abundancia, dieta y estructura social no se conoce adecuadamente debido a su escasa presencia en la zona.

Las observaciones de marsopa en el mar Alborán se suelen relacionar con ejemplares procedentes del Atlántico oriental que penetran a través del estrecho de Gibraltar, dado que no existe constancia de poblaciones estables de esta especie en el mar de Mediterráneo.

Otras especies de interés

En el Real Decreto 1620/2012 se incluyen además diversas especies que ponen de relevancia el valor natural de la ZEC Estrecho Oriental. Se presenta a continuación el listado ordenado según una clasificación por taxones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Aves

Se citan las siguientes especies de aves, que usan este espacio como lugar de paso en su ruta migratoria y que se encuentran incluidas en el anexo I de la Directiva Aves (2009/147/CE).

- Pardela balear (*Puffinus mauretanicus*)
- Pardela cenicienta (subespecie mediterránea) (*Calonectris diomedea diomedea*)
- Gaviota Audouin (*Larus audouinii*)
- Gaviota cabecinegra (*Larus melanocephalus*)
- Gaviota picofina (*Larus gene*i)
- Charrán patinegro (*Sterna sandvicensis*)
- Charrán común (*Sterna hirundo*)
- Charrancito común (Sterna albifrons)
- Fumarel común (*Chlidonias* niger)

Dentro del grupo de las aves, se destacan también como especies marinas de interés:

- Alcatraz atlántico (*Morus bassanus*)
- Págalo grande (*Stercorarius skua*)
- Alca común (*Alca torda*)
- Frailecillo común (*Fratercula arctica*)

► Cetáceos

Asimismo, además de las especies de cetáceos de interés comunitario, se hace referencia a la presencia de diversas especies de cetáceos que frecuentan el Estrecho y usan este espacio protegido.

Entre ellas las especies de cetáceos que presentan poblaciones estables (al menos en alguna estación).

- Delfín listado (*Stenella coeruleoalba*)
- Delfín común (*Delphinus delphis*)

Otras especies con presencia en ZEC:

- Calderón común (*Globicephala melas*)
- Cachalote (*Physeter macrocephalus*)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Calderón gris (*Grampus griseus*)
- Orca (*Orcinus orca*)

Especies que usan el ZEC como zona de paso:

- Rorcual común (*Balaenoptera physalus)*

► Invertebrados

- Lapa ferruginea (*Patella ferruginea*)
- Nacra (*Pinna nobilis*)
- Coral anaranjado (*Astroides calycularys*)
- Caracola (*Charonia lampas lampas)*
- Erizo de púas largas (*Centrostephanus longispinus*)
- Nudibranquio (*Roboastra europeae*)
- Gorgonia roja (*Paramuricea clavata*)
- Esponja roja (*Crambe crambe*)

► Especies ícteas

- Morena (*Muraena helena*)
- Congrio (*Conger conger*)
- Salmonete real (*Apogon imberbis*)
- Moma nariguda (*Tripterygion tripteronotum*)
- Pez luna (*Mola mola*)

7.2.1.4 Objetivos de conservación

Los objetivos finales o metas propuestas se encuentran orientados al mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y especies de interés comunitario por las que se ha designado el lugar, exceptuando la especie de interés comunitario *Phocoena phocoena* (marsopa común), así como de todas aquellas otras especies de interés del anexo V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, consideradas como relevantes en el espacio marino protegido.

Los objetivos globales guardan relación con las siguientes metas:

► Estado favorable de conservación de los tipos de HIC

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- 1110 bancos de arena cubiertos permanente por agua marinas poco profunda.
- 1170 Arrecifes.
- 1180 Estructuras submarinas causadas por emisiones de gas.
- 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas.

Para cada uno de estos HIC fijados como objetivos globales se establecen una sería de objetivos finales que va dirigidos en todos los casos a:

  - Completar los inventarios de estos HIC dentro de la ZEC Estrecho Oriental.
  - Definir el estado de conservación del HIC.
  - Mejorar su estado de conservación dentro del espacio RN2000.
  - Seguimiento del estado de conservación de este HIC dentro del espacio RN2000.

► Estado de conservación favorable de las especies de interés comunitario

- *Caretta caretta* (tortuga boba)
- *Tursiops truncatus* (delfín mular)

► Estado de conservación favorable de otras especies de interés

- *Delphinus delphis* (delfín común)
- *Stenella coeruleoalba* (delfín listado)
- *Patella ferruginea (*lapa ferruginea)

Para cada una de estas especies de interés comunitario y/o interés para el espacio fijados como objetivos globales se establecen una sería de objetivos finales que va dirigidos en todos los casos a:

  - Definir el estado de conservación de la especie en la ZEC
  - Mejorar el estado de conservación de la especie en la ZEC, así como de las condiciones de su entorno
  - Seguimiento del estado de conservación de la especie.

7.2.2 LIC Zona Marítimo- Terrestre del Monte Hacho ES6310002

Lugar de Importancia Comunitaria Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho, en el que se incluye la Zona de Especial Protección para las Aves Acantilados del Monte Hacho, está conformado principalmente por tres tipos de hábitats costeros en excelente estado de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

conservación que además están catalogados de interés por la normativa europea: acantilados, arrecifes y cuevas marinas.

En el área emergida (32,6 ha de las 871,5 que conforman el espacio), destacan los acantilados donde está presente el *Limonium emarginatum*, una especie endémica del Estrecho de Gibraltar. Especial relevancia cobra la zona Este del espacio protegido donde existen acantilados verticales o subverticales que llegan en algunos puntos a los cincuenta metros de altitud.

Respecto a las comunidades marinas existe una conjunción de taxones de diversa procedencia biogeográfica, motivado por el intercambio de agua entre el Atlántico y el Mediterráneo a través del Estrecho, que condiciona la oceanografía del lugar.

En la zona intermareal predomina el hábitat de arrecifes, que hacia el noroeste presenta afloramientos de roca madre, mientras que en el resto del espacio dominan los entrantes y salientes de los acantilados. Sobresale especialmente la presencia *Patella ferruginea*, así como las formaciones de céspedes de *Fucus spiralis*. En esta zona también existe un buen número de pequeñas cuevas que quedan al descubierto con la marea baja, formando parte del otro hábitat de interés comunitario.

En cuanto a la zona sumergida, el hábitat de arrecife sigue siendo protagonista, destacando las formaciones algales de especies como Cystoseira mediterránea y los bosques de laminariales de *Sacorriza polyschides*, así como la presencia de invertebrados como *Astroides calycularis*, *Charonia lampas* o *Centrostephanus longispinus*. En ambientes esciáfilos toman relevancia las formaciones de gorgonias, destacando especies como *Dendrophyllia ramea*, *Paramuricea clavata*, *Leptogorgia sarmentosa* o *Carallium rubrum*.

Este espacio Red Natura 2000 es un área de paso obligado de numerosas especies en sus migraciones, como es el caso de las aves; siendo especialmente relevante por su naturaleza costera y sus hábitats para las aves marinas. En la época pre y postnupcional pueden contabilizarse hasta 25 especies incluidas en la normativa de la Unión Europea para la protección de su hábitat. De estas, cinco especies dejan efectivos invernantes: *Larus audouinii*, *Sterna sandvicensis*, *Egretta garzetta*, *Sterna hirundo* y *Calonectris diomedea*.

Finalmente, cabe destacar la presencia de *Caretta caretta*, una tortuga marina contemplada como especie prioritaria que cuenta con presencia regular en el espacio protegido. También destacan mamíferos marinos tales como *Delphinus delphi*, *Grampus griseus*, *Balaenoptera borealis*, *Balaenoptera acutorostrata*, entre otros, sumando hasta un total de diez especies de cetáceos incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7.2.2.1 Aportación del LIC a la Red Natura 2000

El Estrecho es la única conexión natural existente entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico, y sus aguas, que albergan una gran riqueza biológica con especies tanto mediterráneas como atlánticas, destacan por su importancia como corredor migratorio para numerosas especies de interés.

La calidad e importancia del lugar reside, de forma genérica, en que presenta tres tipos de hábitats costeros del Anexo I de la Directiva 92/43/CEE en excelente estado de conservación, así como en la presencia regular de una especie prioritaria del Anexo II (*Caretta caretta*), una gran riqueza ornítica y un elevado número de taxones endémicos y catalogados como amenazados. Todo ello convierte al lugar en uno de los enclaves costeros más destacados de su contexto geográfico.

Desde el punto de vista de las comunidades marinas, la importancia se evidencia en la conjunción de taxones de diversa procedencia biogeográfica y en constituir un área de paso obligado para numerosas especies de mamíferos marinos migratorios. De especial relevancia además es la presencia de contingentes poblacionales numerosos de *Caretta caretta*, que utilizan gran parte del litoral de este lugar como zona de descanso y alimentación en su paso migratorio hacia las zonas de cópula y puesta en el Norte de África. Por otra parte, uno de los hábitats mayoritario en el lugar e incluido en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE, Acantilados con vegetación de las costas mediterráneas (con *Limonium spp*. endémicos), se corresponde con la comunidad *Limonietum emarginati*, distribuida de forma muy localizada únicamente en el área del Estrecho de Gibraltar y caracterizada por la presencia de *Limonium emarginatum*, especie endémica de esta área.

La importancia ornitológica de la zona viene definida por su estratégica situación geográfica, en la vertiente africana del Estrecho de Gibraltar, región de enorme relevancia en cuanto a la migración de las aves en el contexto geográfico de Europa occidental. Como rasgo particular, este lugar, debido a su peculiar geomorfología, situación geográfica y naturaleza costera, cobra especial preponderancia en lo que respecta al paso migratorio de aves marinas, que además dejan efectivos invernales en su costa. De igual forma, muestra interés para aves de hábitos rupícolas, que encuentran en los abruptos paredones y acantilados del Monte Hacho condiciones idóneas para su nidificación e invernada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7.2.2.2 Instrumentos de gestión

Existe un Documento Preliminar del Plan de Gestión del LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho elaborado en 2018. Una vez aprobado, el Plan de Gestión establecerá las medidas y objetivos de gestión y el régimen de protección necesarios y deseables para mantener el LIC-ZEPA Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho en un estado de conservación favorable, formulando los criterios orientadores de otras políticas sectoriales y ordenadores de las actividades económicas y sociales en el ámbito del mismo, de manera que sean compatibles con las exigencias de conservación de la Red Natura 2000.

La entidad responsable de la gestión de este espacio es la Consejería de Medio Ambiente y Servicios Urbanos del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Ceuta.

7.2.2.3 Inventario

Hábitats de interés comunitario

El documento preliminar del Plan de Gestión de este espacio ha actualizado mediante la realización de trabajos de campo que ha permitido constatar la presencia de tales hábitats de interés comunitario y se ha elaborado una cartografía de distribución de dichos hábitats que ha supuesto una mejora en cuanto a la precisión de la delimitación cartográfica y la cuantificación superficial de los mismos.

Tipos de hábitat presentes en LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho

Código	Descripción	% de ocupación en el LIC	Estructura y función	Perspectivas futuras	Evaluación global
1170	Arrecifes	1,25	Desfavorable-inadecuado	Desfavorable-inadecuado	Desfavorable-inadecuado
1230	Acantilados con vegetación de las costas atlánticas y bálticas	36,22	Desfavorable-inadecuado	Desfavorable-inadecuado	Desfavorable-inadecuado
8330	Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas	1,49	Desfavorable-inadecuado	Desfavorable-inadecuado	Desfavorable-inadecuado

Fuente: Borrador del Plan de Gestión del LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho 2018 y Formulario Normalizado 2012.

El documento preliminar destaca a su vez dos aspectos importantes:

- Los fondos blandos están ampliamente representados en el LIC, destacando entre ellos las biocenosis de fondos de maërls y fondos detríticos con pennatuláceos. Estas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

biocenosis, según las últimas interpretaciones de un comité de expertos a nivel nacional de las definiciones de los hábitats marinos de interés comunitario, podrían incluirse en el hábitat de interés comunitario 1110, actualmente denominado “Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda” por lo que existe la posibilidad futura de ampliar el inventario de hábitat de interés comunitario.

- Actualmente no se dispone de información de una parte del espacio protegido, área que ocuparía aproximadamente el 28%. Por tanto, existe también la posibilidad futura de conocer y obtener datos relevantes sobre dicha área.

1230 Acantilados con vegetación de las costas atlánticas y bálticas

Este Hábitat de Interés Comunitario está presente en la mayor parte del frente costero del lugar, especialmente en los acantilados de la zona Este y Sur donde ocupa una mayor superficie. Caracterizado por la presencia, abundancia y buen estado de conservación de *Limonium emarginatum*, especie endémica del Estrecho de Gibraltar.

El estado de conservación del rango geográfico y el área de ocupación se califican como favorables, mientras que la estructura y función y las perspectivas de futuro se evalúan como Desfavorable-inadecuados. Por tanto, la evaluación global de su estado de conservación es Desfavorable-inadecuado.

1170 Arrecifes

Este hábitat incluye todos aquellos sustratos duros, incluidos aquellos cubiertos por una delgada capa de sedimentos, de origen biogénico o geogénico.

Aparece sobre fondos rocosos generando una gran biodiversidad de comunidades bentónicas que varían desde la zona intermareal donde están presente *Patella ferruginea*, *Dendropoma petraeum* o *Lithophyllum byssoides*, a comunidades de algas fotófilas (*Cystoseira spp*.) o comunidades del precoralígeno y coralígeno con dominancia de invertebrados y presencia de especies como *Astroides calycularis*, *Eunicella singularis* o *Paramuricea clavata.*

El estado de conservación del rango geográfico y el área de ocupación se califican como favorables, mientras que la estructura y función y las perspectivas de futuro se evalúan como Desfavorable-inadecuados. Por tanto, la evaluación global de su estado de conservación es Desfavorable-inadecuado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas

En el espacio existen numerosas grietas, oquedades y galerías con distinto grado de desarrollo y un gradiente de intensidad lumínica, que se extienden desde el supralitoral al infralitoral, que pueden interpretarse como cuevas, al albergar comunidades biológicas características de estos ambientes, con facies esciáfilas dominadas por invertebrados, destacando el grupo de las esponjas, cnidarios, ascidias y briozoos.

Aunque se dispone de información sobre la presencia y extensión de estos ambientes esciáfilos, no se cuenta con información sistemática sobre su localización, distribución en el espacio y características, en parte debido a la propia naturaleza de este hábitat. Por tanto, se considera necesario desarrollar este inventario y georreferenciar los enclaves donde aparece.

El estado de conservación del rango geográfico y el área de ocupación se califican como favorables, mientras que la estructura y función y las perspectivas de futuro se evalúan como Desfavorable-inadecuados. Por tanto, la evaluación global de su estado de conservación es Desfavorable-inadecuado.

Especies de flora y fauna

El documento preliminar del Plan de Gestión identifica 291 especies relevantes de fauna (260) y flora (31) en el ámbito del LIC tal y como se observa en la siguiente tabla.

Especies en el LIC

Grupo	Nº de especies relevantes	Especies de interés comunitario	Especies amenazadas	Especies endémicas
Invertebrados	137	-	7	82
Aves	76	70	11	-
Otros vertebrados	47	3	14	22
Flora	31	-	-	23

Entre ellas destacan 3 vertebrados identificados como elementos clave del espacio como son *Caretta caretta* (tortuga boba), *Phocoena phocoena* (marsopa común) y *Tursiops truncatus* (delfín mular).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Destacan igualmente 10 especies de aves incluidas en el anexo I de la Directiva Aves; *Alcedo atthi*s (martín pescador común), *Calonectris diomedea* (pardela cenicienta), *Charadrius alexandrinus* (chorlitejo patinegro), *Egretta garzetta ssp. garzetta* (garceta común), *Falco peregrinus* (halcón peregrino), *Hydrobates pelagicus* (paíño europeo), *Larus audouinii* (gaviota de Audouin), *Sterna hirundo* (charrán común), *Sterna sandvicensis* (charrán patinegro) y *Sylvia undata spp. toni* (curruca rabilarga).

Por último, destaca también otras cuatro especies consideradas como elementos relevantes como *Astroides calycularis* (coral anaranjado), *Delphinus delphis* (delfín común), *Dendropoma petraeum* (vermétido) y *Patella ferruginea* (lapa ferruginosa)

Especies que motivaron la conservación de espacio

- *Caretta caretta (*tortuga boba)

  Especie significativa con presencia esporádica en el espacio puesto que lo frecuenta estacionalmente como zona de descanso y alimentación.

  Su estado de conservación es Desfavorable-malo, correspondiente al de la especie en el ámbito de la región biogeográfica, sin que requiera medidas específicas en el lugar.

- *Phocoena phocoena* (marsopa común)

  Inicialmente fue incluida en el Formulario Normalizado de Datos del espacio como especie con presencia muy rara en el lugar y población desconocida. Desde entonces, la mejora de la información sobre la situación global de la especie indica que actualmente no tiene poblaciones en el estrecho de Gibraltar y Mar de Alborán, por lo que debe considerarse ausente del espacio.

- *Turiops truncatus* (delfín mular)

  Cetáceo de distribución cosmopolita, que cuenta con poblaciones que frecuenta las aguas de la plataforma continental (poblaciones de hábitos costeros), existiendo también poblaciones pelágicas que viven en aguas alejadas de la costa.

  Inicialmente fue incluida en el Formulario Normalizado de Datos del espacio con presencia permanente, con una evaluación global como buena, pero con presencia rara. Actualmente debe considerarse como esporádica. Su estado de conservación es Desconocido,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

correspondiente al de la especie en el ámbito de la región biogeográfica, sin que requiera medidas específicas en el lugar.

- *Alcedo atthis* (martín pescador común)

Se considera invernante, siendo rara de paso. No obstante, su presencia es meramente testimonial y no requiere medidas específicas.

- *Calonectris diomedea* (pardela cenicienta)

Especie muy abundante en paso, siendo posible que algunos individuos sean invernantes. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

- *Charadrius alexandrinus* (chorlitejo patinegro)

Según la información disponible en el ámbito del plan la especie es considerada como invernante. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

- *Egretta garzetta ssp. garzetta* (garceta común)

Según el Formulario Normalizado del espacio esta especie es considerada como invernante. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

- *Falco peregrinus* (halcón peregrino)

En el FND se recoge como residente con dos parejas, siendo relativamente abundante en paso. Se tiene constancia de una pareja criando en los acantilados de Punta Almina, con una fuerte competencia con la gaviota patiamarilla. Se desconoce su presencia y el éxito reproductor en los últimos años.

Su estado de conservación puede considerarse como Desfavorable-inadecuado, a falta de confirmar su estatus en el lugar y determinar las posibles presiones.

- *Hydrobates pelagicus* (paíño europeo)

En función de la información disponible en el ámbito del plan la especie es considerada como invernante, siendo rara de paso. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- *Larus audouinii* (gaviota de Audouin)

Considerada como invernante y de paso. En principio, con la información actualmente disponible, no parece que requiera medidas específicas en el lugar. No obstante, dada su dinámica poblacional en Ceuta y Mar de Alborán, debe efectuarse un seguimiento de la especie, particularmente de sus zonas de nidificación.

- *Sterna hirundo* (charrán común)

Especie considerada como invernante y de paso. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

- *Sterna sandvicensis* (charrán patinegro)

Según los datos recogidos en el Formulario Normalizado del espacio, se encuadra como una especie invernante y de paso. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

- *Sylvia undata spp. toni* (curruca rabilarga)

Conforme al FND, se considera residente con escasos efectivos (5 parejas). Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

Otras especies de interés

- *Astroides calycularis* (coral anaranjado)

En el espacio cuenta con una presencia significativa conformando poblamientos de alto valor. Está considerada Vulnerable según el Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas. No obstante, se considera oportuno seguir avanzando en la obtención de información sobre la especie en el ámbito de aplicación del plan.

- *Delphinus delphis* (delfín común)

Especie de cetáceo catalogada como Vulnerable en el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Frecuenta tanto aguas costeras como zonas alejadas de la costa, aunque suele presentar preferencia por las áreas de los márgenes de la plataforma continental y aguas de fondos accidentados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Fue incluida en el Formulario Normalizado de Datos Natura 2000 del espacio como especie común, aunque su presencia es ocasional. Con la información actualmente disponible se considera que no requiere medidas específicas.

- *Dendropoma petraeum* (vermétido)

Molusco incluido en el Catálogo Español de Especies Amenazadas como Vulnerable, que está presente en el espacio protegido, aunque no conforma las estructuras de arrecifes (por concreciones de individuos) características de esta especie.

La información disponible se considera insuficiente para determinar su estado de conservación, por lo que se considera oportuno seguir recabando información sobre la especie en el ámbito de aplicación del plan.

- *Patella ferruginea* (lapa ferruginosa)

Endemismo del Mediterráneo Occidental que ha sufrido una importante regresión global. Está incluida en el Catálogo Español de Especies Amenazadas en la categoría de “En Peligro de Extinción”. Sin embargo, en Ceuta es abundante y su estado de conservación puede considerarse Favorable.

Según los datos más recientes, el espacio alberga unos 20.000 individuos de esta especie, lo que constituye un tercio de la población total de Ceuta. En el ámbito del plan, su estado de conservación es favorable, sin que se haya detectado presiones significativas. No obstante, dada su importancia, debe desarrollarse un seguimiento continuado y una vigilancia sostenida para mantener la tendencia positiva.

7.2.2.4 Objetivos de conservación

A falta de completarse el plan de gestión que defina claramente los objetivos de conservación de este espacio, en principio son los objetivos de conservación de este espacio son los tres. hábitats de interés comunitario ya descritos, las tres especies de fauna que motivaron la conservación de este espacio y las otras cuatro especies de interés identificadas para este espacio:

- Hábitats de interés comunitario

  - 1170 Arrecifes
  - .1230 Acantilados con vegetación de las costas atlánticas y bálticas
  - 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Especies que motivaron la conservación de espacio

  - *Caretta caretta* (tortuga boba)
  - *Phocoena phocoena* (marsopa común)
  - *Turiops truncatus* (delfín mular)
  - *Alcedo atthis* (martín pescador común)
  - *Calonectris diomedea* (pardela cenicienta)
  - Charadrius alexandrinus (chorlitejo patinegro)
  - Egretta garzetta ssp. garzetta (garceta común)
  - *Falco peregrinus* (halcón peregrino)
  - Hydrobates pelagicus (paíño europeo)
  - *Larus audouinii* (gaviota de Audouin)
  - *Sterna hirundo* (charrán común)
  - *Sterna sandvicensis* (charrán patinegro)
  - Sylvia undata spp. toni (curruca rabilarga)

- Otras especies de interés

  - *Astroides calycularis* (coral anaranjado)
  - *Delphinus delphis* (delfín común)
  - *Dendropoma petraeum* (vermétido)
  - *Patella ferruginea* (lapa ferruginosa)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8 ANÁLISIS DE LAS AFECCIONES DEL PROYECTO A LA RED NATURA 2000

8.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

En los apartados siguientes se han adoptado las siguientes referencias para el análisis de la afección del proyecto sobre la Red Natura 2000.

- **Efectos directos**: aquéllos que se materializan en el interior del espacio Red Natura considerado sobre los hábitats y las especies de fauna y flora que constituyen los objetivos de conservación del espacio, ya sea implicando su destrucción directa o el deterioro de su estado, o bien que suponen una afección directa a la integridad y coherencia ecológica del espacio.
- **Efectos indirectos:** aquéllos que, aun materializándose fuera del espacio, desencadenan procesos que pueden incidir sobre el estado de conservación de especies o hábitats presentes en el LIC, ZEC o ZEPA, y que constituyen sus objetivos de conservación.
- **Efectos sinérgicos:** aquéllos que se materializan como consecuencia de la concurrencia del proyecto analizado con otros proyectos, que, aun no afectando individualmente a los objetivos de conservación del espacio, si generan efectos apreciables sobre los mismos como consecuencia de la combinación de actuaciones.
- **Afección significativa:** en la valoración de los impactos residuales sobre hábitats y especies, se consideran así a las que contribuyen a reducir la superficie ocupada por un hábitat en el lugar o empeora los factores necesarios para su mantenimiento (incluidas las especies típicas) a largo plazo y las que contribuyen a reducir a largo plazo la población de una especie, su área de distribución o el tamaño de su hábitat en el lugar.
- **Afección apreciable**: en la valoración global de los efectos del proyecto sobre cada espacio Red Natura afectado, aquélla que, siendo negativa y significativa, incide sobre los objetivos de conservación del espacio empeorando o comprometiendo su estado de conservación, a través de su destrucción directa, o por interrupción de las funciones ecológicas que posibilitan su presencia y normal desarrollo.
- **Integridad del lugar:** se refiere a las interacciones ecológicas de las que dependen los objetivos de conservación del espacio; un espacio se ve afectado negativamente en su integridad cuando se ve comprometida la conservación de dichos objetivos.
- **Coherencia ecológica de la Red Natura 2000:** hace referencia al mantenimiento de la integridad de la Red y de la conectividad ecológica entre los espacios que la componen.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.2 ACCIONES DEL PROYECTO SUSCEPTIBLES DE CAUSAR EFECTOS NEGATIVOS

En los apartados siguientes se consideran los efectos potenciales derivados de la construcción y del funcionamiento del proyecto evaluado sobre los espacios Red Natura a los que afecta directa o indirectamente. Para la identificación de estas afecciones potenciales se han considerado las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos sobre los objetivos de conservación de los espacios de la Red Natura.

El proyecto afecta directamente a un solo espacio Red Natura, la ZEC Estrecho Oriental, pudiendo afectar indirectamente al LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho y se descarta la afección a la ZEC y ZEPA Los Alcornocales, ZEC y ZEPA Marismas de Palmones, la ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar, el LIC y ZEPA Calamocarro – Benzú y la ZEPA Acantilados del Monte Hacho.

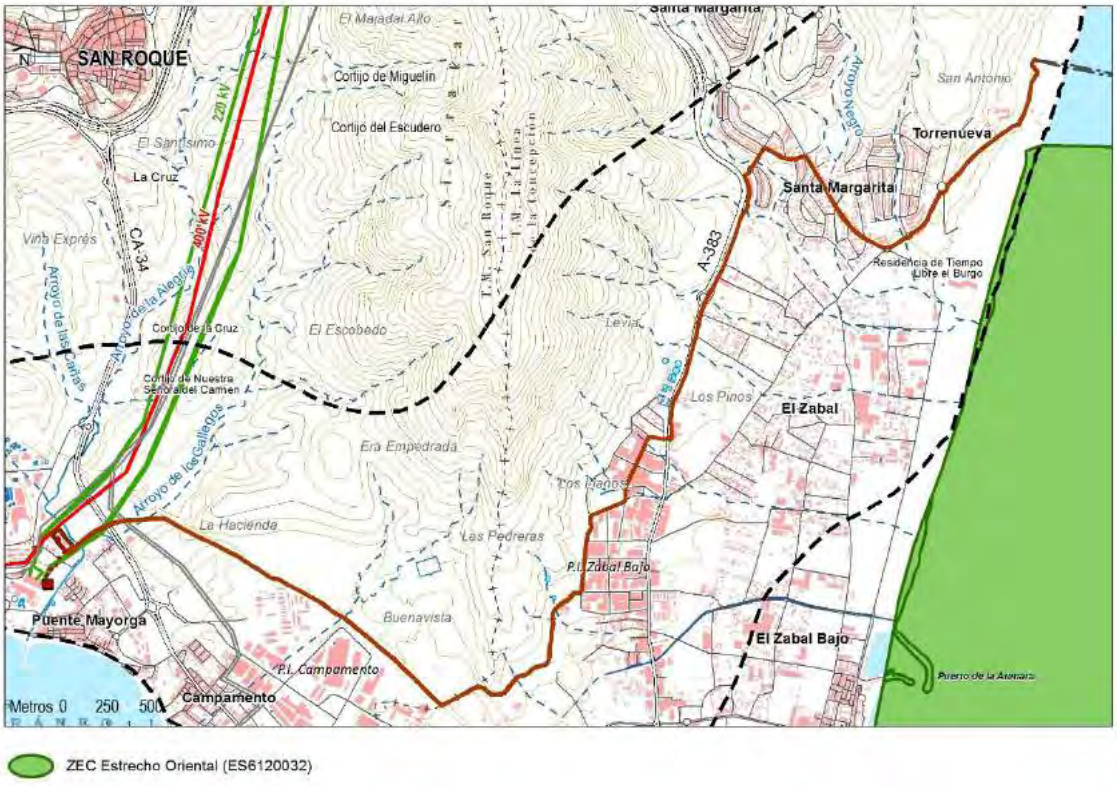
Estos espacios RN 2000 marinos podrán ser afectados, según los casos, por los siguientes elementos y acciones del proyecto (se han excluido los que no suponen ningún tipo de afección directa o indirecta a espacios Red Natura):

- Fase de construcción
  - Tránsito y presencia del barco cablero y las embarcaciones auxiliares.
  - Apertura de la zanja del cable.
  - Tendido del cable.
  - Instalación de elementos de protección adicionales del cable.
- Fase de funcionamiento
  - Presencia de los dos cables del tramo submarino de la línea eléctrica a 132 kV Algeciras-Virgen de África.
  - Conducción de corriente por los cables.

El mayor número de efectos sobre los valores de conservación de los espacios Red Natura, hábitats de interés comunitario y especies de fauna y flora, se producirán en la fase de construcción debido a la presencia del barco cablero y las embarcaciones auxiliares, la necesidad de excavaciones y el propio tendido y protección del cable. En la fase de funcionamiento los impactos se asociarán exclusivamente a la presencia del cable y la conducción de corriente en el mismo, no existiendo riesgo de fugas al tratarse de un cable seco.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Localización de las actuaciones proyectadas en relación con la RN 2000



8.3 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO SOBRE LOS ESPACIOS RED NATURA AFECTADOS

En los apartados siguientes se identifican y valoran los efectos del proyecto analizado sobre los espacios considerados, sus objetivos de conservación y la coherencia ecológica de la Red Natura 2000. Se tratan tanto los efectos directos como los indirectos y los sinérgicos. Asimismo, se analizan los efectos sobre la funcionalidad (integridad ecológica) del espacio.

8.3.1 Efectos sobre la ZEC Estrecho Oriental

8.3.1.1 Zona afectada por el proyecto

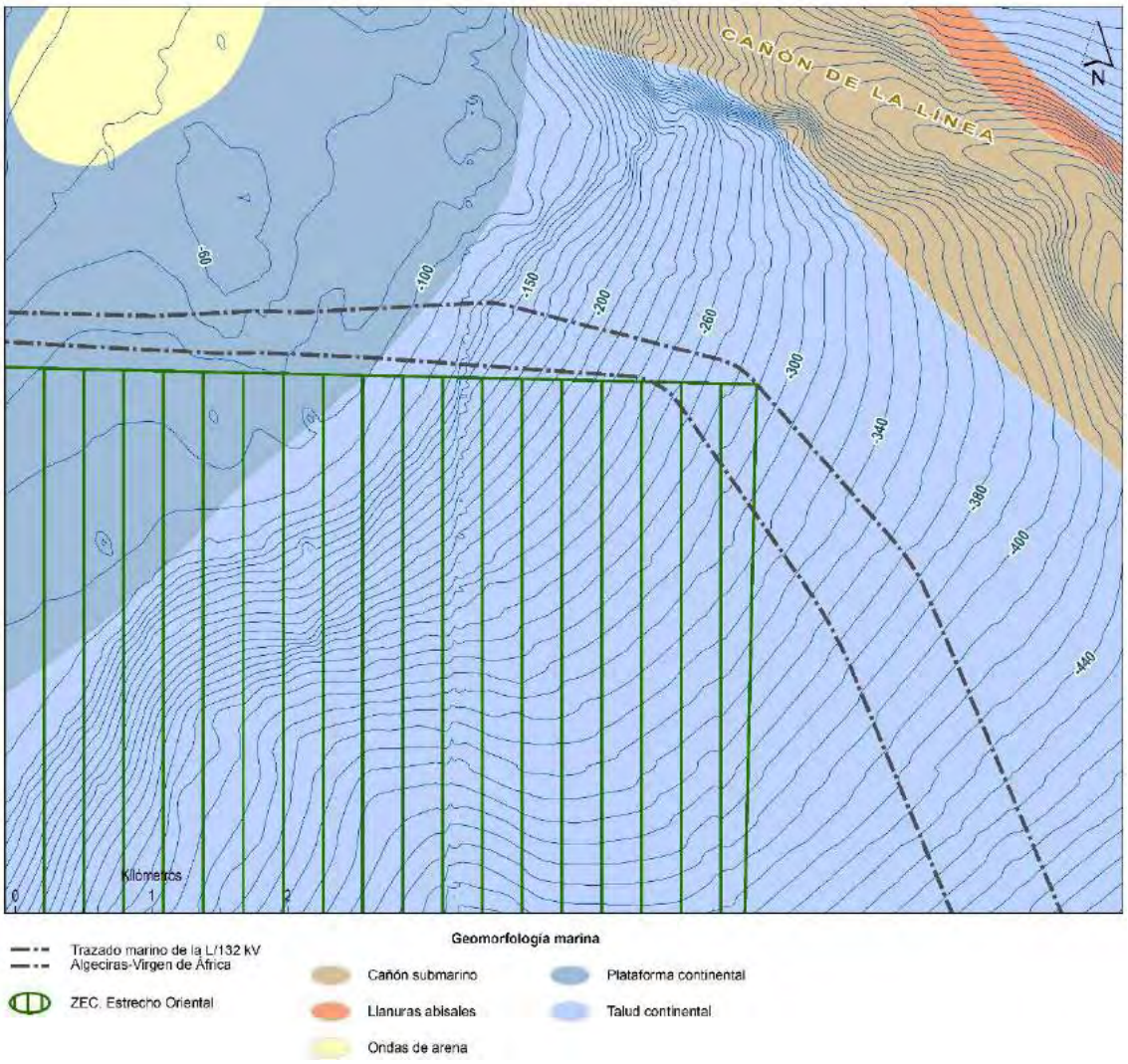
Los efectos sobre la ZEC Estrecho Oriental se producirán tanto de forma directa como indirecta.

De forma directa este espacio se verá afectado puntualmente por:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

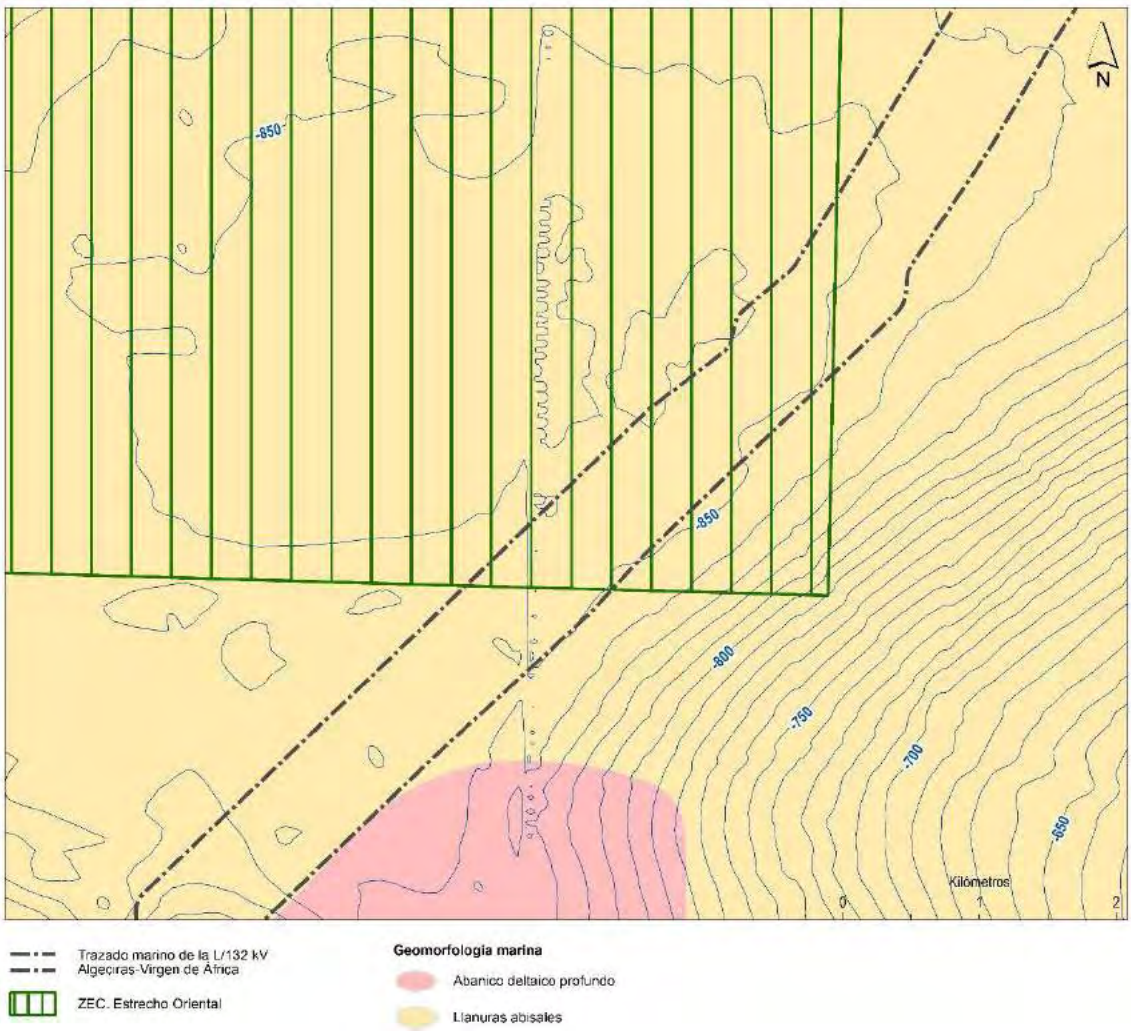
- Cruzamiento en la esquina nororiental de la ZEC
  - Cruzamiento de 1.220 m del circuito oeste.
  - El circuito este bordea este espacio sin adentrarse en el mismo.
- Cruzamiento en la esquina suroriental de la ZEC
  - Cruzamiento de 3.970 m del circuito oeste.
  - Cruzamiento de 2.260 m del circuito este.

Afección directa del proyecto sobre la ZEC Estrecho Oriental en la esquina nororiental



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Afección directa del proyecto sobre la ZEC Estrecho Oriental en la esquina suroriental



Las afecciones indirectas, que se producirán fuera de la propia ZEC no sobre sus hábitats objetivo de conservación, pero si podría producirse sobre los cetáceos y tortugas objetivo de conservación dada la movilidad de estas especies:

- Trazado de unos 9 km de cada uno de los dos circuitos bordeando los límites de la ZEC por su borde norte. El circuito oeste está diseñado a una distancia media de este espacio de unos 150 m mientras que el circuito este discurre a una media de 500 m en esta misma zona.
- Trazado de los dos circuitos bordeando este espacio por su zona este a unas distancias medias de entre 2 y 4 km.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.3.1.2 Representación de los objetivos de conservación de la ZEC en las zonas afectadas por el proyecto

Hábitats de interés comunitario

De los 4 hábitat que son objetivo de conservación de esta ZEC, ni las fuentes de información documentales existentes, ni las zonas determinadas por el plan de gestión establecen la presencia de ninguno de estos HIC por lo que no se verán afectadas por el proyecto.

Además, resultado de las campañas marinas realizadas en el marco del presente proyecto, tanto en ámbitos de aguas someras como a lo largo de las variantes alternativas para el trazado final de los dos cables que conforman el proyecto ha descartado la presencia de estos HIC en las zonas afectadas por el proyecto dentro de los límites de la ZEC Estrecho Oriental.

Las comunidades bentónicas identificadas a lo largo del trazado han sido resultado de:

- Sonometría e interpretación de los materiales del fondo marino realizados durante la campaña geofísica de la empresa MMT. Esta interpretación ha distinguido cuatro tipos de sustrato: arcillas, arenas, de arenas gravosas a gravas arenosas y roca.
- Sonometría e interpretación de la morfología del fondo marino realizados durante la campaña geofísica de la empresa MMT. Esta interpretación ha distinguido 10 categorías de elementos morfológicos: ripples, mega ripples, olas de arena (sand waves), bolos ocasionales, bolos numerosos, depósitos de transportes masivos de materiales, marcas de corrientes, depresiones, zonas de vertido de gravas y marcas de pesca de arrastre.
- Mapa de isopacas (profundidad del sedimento) generado por MMT según datos de su campaña geofísica con Sub Bottom Profiler.
- Visionado de los transectos de vídeo y análisis del sedimento y la fauna bentónica.

Para la clasificación de los hábitats se ha utilizado el sistema jerárquico EUNIS, que tiene en cuenta verticalmente la profundidad (penetración de la luz) y las condiciones hidrodinámicas y horizontalmente el tipo de fondo (sustratos blandos y duros o rocosos).

En las zonas atravesadas por el trazado en la ZEC las comunidades identificadas han sido las siguientes:

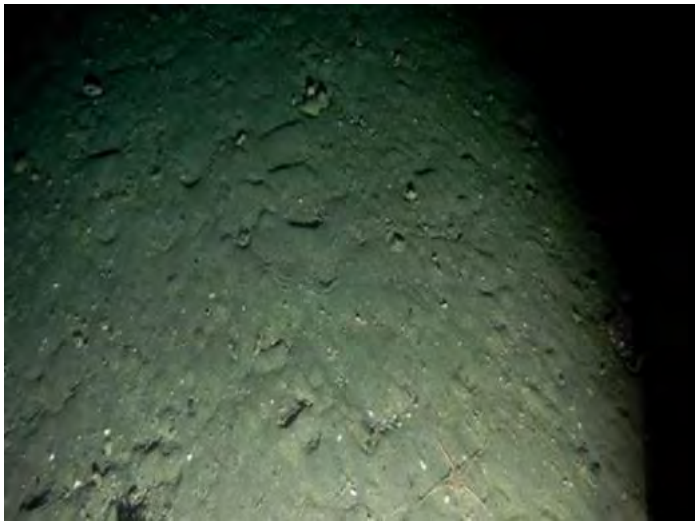
► ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se localiza en la zona atravesada por el cable oeste sobre la esquina nororiental de la ZEC. En estas zonas se han localizado las estaciones de muestreo M03 y V04 a una profundidad de 320 y 293 m respectivamente en el batial superior.

Los fondos de este hábitat se caracterizan por presentar una granulometría heterogénea, con presencia de un cierto porcentaje de gravas, arenas gruesas y medias, y finas. En esta estación la macrofauna bentónica se caracteriza sobre todo por la presencia de la familia de poliquetos Capitellidae, adaptada a vivir en sedimento con una baja concentración de oxígeno.

Aspecto de la estación V04 correspondiente al trazado del cable oeste en la zona nororiental de la ZEC Estrecho Oriental



► ME55 Arenas del batial superior mediterráneo

Mediante la interpretación de datos del sonar se concluye que esta comunidad se encuentra sobre todo en la llanura batial del centro del canal y correspondiéndose, por tanto, al trazado unos 2.650 m del trazado del cable oeste cruzando la esquina sureste de la ZEC.

En esta zona de la ZEC además de los datos de la campaña geofísica se llevó a cabo el estudio videográfico (estación V05) que muestra la ausencia de flora y fauna en los fondos de este hábitat.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aspecto de la estación V05 correspondiente a la zona de trazado de los cables en la zona suroriental de la ZEC Estrecho Oriental

- ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo

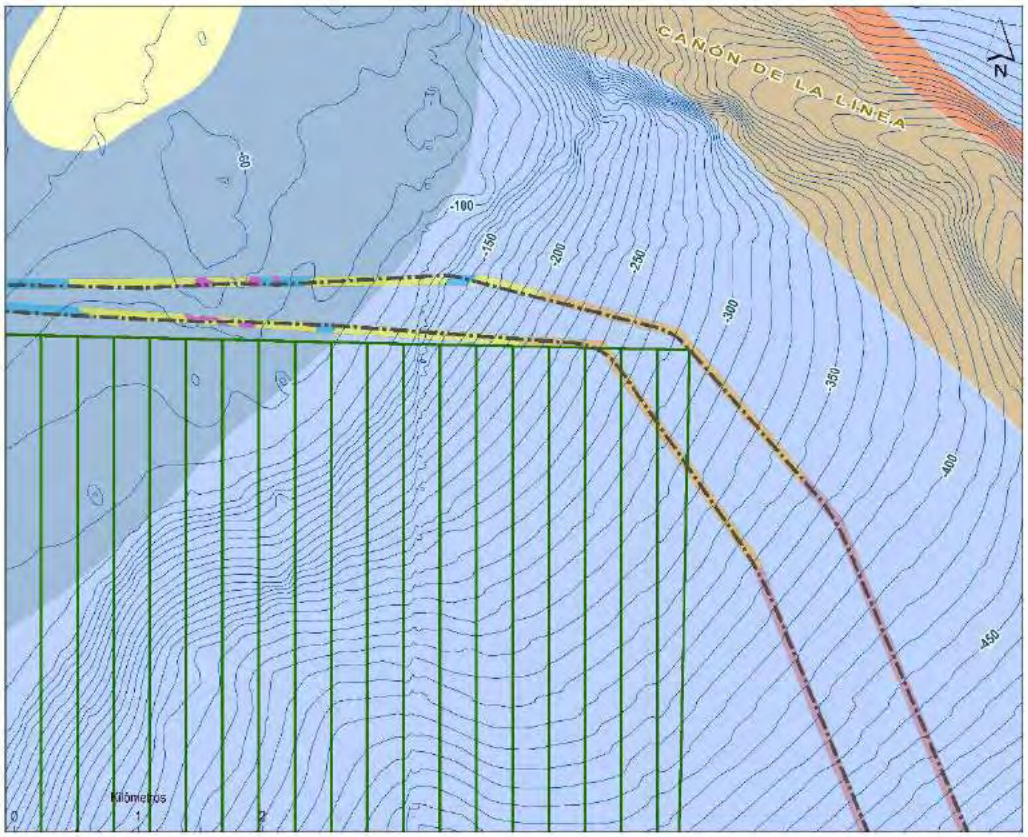
Se trata de la comunidad más extensa de toda la parte profunda de la zona de estudio del cable. La interpretación de los datos de sonar indica que esta comunidad se encuentra principalmente en el talud de La Línea entre los -360 y los -800 m y en las inmediaciones del Ceuta drift.

Dentro del trazado del cable dentro de la ZEC se correspondería al recorrido de unos 1.350 m del cable oeste y los 2.260 m del cable este a su paso por la zona suroriental del Estrecho Oriental.

Esta biocenosis está formada por grandes extensiones de fango arcilloso, generalmente compacto, gris amarillento o azulado. Se puede considerar como una continuación de la biocenosis de los lodos costeros terrígenos o de la biocenosis de los fondos detríticos del borde de la plataforma. La biocenosis de los fangos del batial superior se caracteriza por una homeotermia constante de alrededor 13° C y una ausencia casi total de luz. La granulometría y el grosor del sedimento no son homogéneos. Los fangos arenosos son bastante frecuentes en el horizonte superior pero bastante raros en el horizonte inferior. Las modificaciones en la granulometría, el espesor del estrato de los fangos, y la llegada de materia orgánica exógena, dan como resultado la aparición de facies especiales. La composición faunística se caracteriza por la presencia de foraminíferos, esponjas, poliquetos, equinodermos y crustáceos. Esta biocenosis se diferencia de otra muy similar (ME451: biocenosis de los fangos del batial superior) por la profundidad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunidades identificadas en las zonas atravesadas en la ZEC por los cables proyectados (esquina nororiental)



Trazado marino de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África

ZEC. Estrecho Oriental

Geomorfología marina

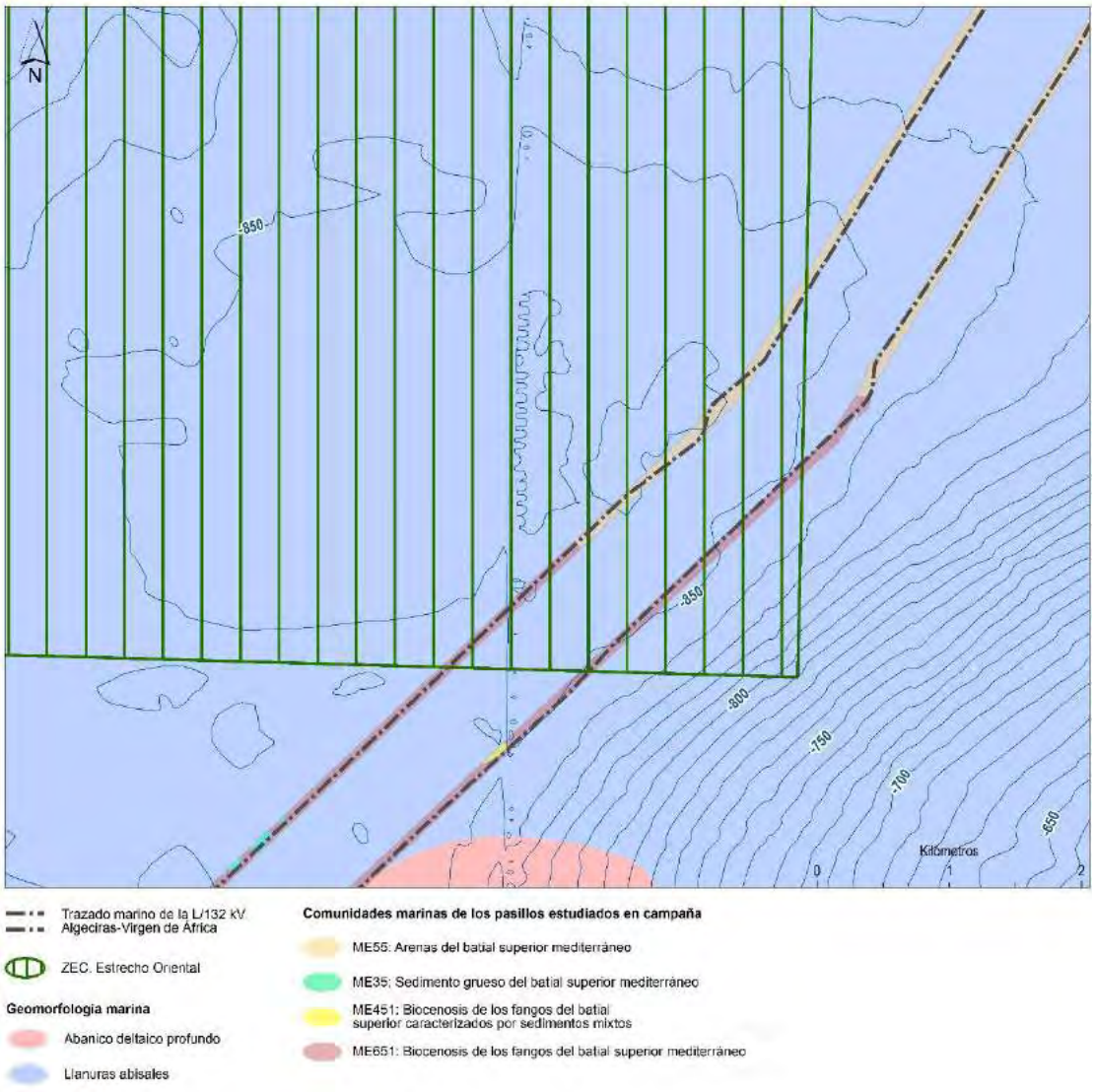
- Cañón submarino
- Llanuras abisales
- Ondas de arena
- Plataforma continental
- Talud continental

Comunidades marinas de los pasillos estudiados en campaña

- MB45: Sedimentos infralitorales mixtos mediterráneos
- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo (se corresponde con el Hábitat 1170 -Arrecifes-)
- ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo
- ME651: Biocenosis de los fangos del batial superior mediterráneo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Comunidades identificadas en las zonas atravesadas en la ZEC por los cables proyectados (esquina suroriental)



Ninguna de estas biocenosis se corresponde con sustratos duros por lo que en ningún caso se puede interpretar su correspondencia con el HIC 1170 Arrecifes, definido como todos aquellos sustratos duros compactos de origen biológico o geológico (se excluyen los arrecifes artificiales, espigones, etc.), cualquiera que sea su topografía o distribución batimétrica.

Por su parte dada la profundidad a la que se produce el cruzamiento con la ZEC (entre 240 y 310 m en el caso de la esquina nororiental y entre 840 y 850 m en el caso de la suroriental) también queda descartada la correspondencia de estas biocenosis identificadas con el HIC 1110 bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda, correspondiente

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

a fondos arenosos marinos de la plataforma continental y bancos de arena siempre sumergidos, con una profundidad en la zona más elevada menor de 20 m.

Por su parte, respecto al HIC 1180 Estructuras submarinas causadas por emisiones de gas es importante recalcar que los pockmarks detectados a lo largo del recorrido del cable no presentan concreciones carbonatadas- Estas estructuras están formadas por la precipitación de carbonatos formados por la oxidación anaeróbica bacteriana de los gases, principalmente metano, emitidos por los sedimentos, y que pueden tener forma de pavimentos o de columnas de hasta 4 m, son el sustrato para una gran diversidad de organismos sésiles y son en definitiva lo que define los pockmarks incluidos en este HIC.

Por lo que se refiere al cuarto de los HIC objetivo de conservación, el HIC 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas de este espacio los trazados de los dos cables planteados se encuentran muy alejados de los lugares identificados por el Plan de Gestión de la ZEC donde estos son conocidos «Tres Hermanas», «El Arrecife de Vladi» y el lado este del peñón de Gibraltar y dado de nuevo la profundada en la que el proyecto atraviesa la ZEC y la naturaleza sedimentaria de los fondos que serán afectados se descarta la presencia en el entorno del proyecto.

Especies del anexo II de la Directiva Hábitats

Flora

Ninguna de las especies de flora objetivos de conservación o de interés para el espacio ZEC han sido identificadas en las campañas marinas en las zonas atravesadas por el proyecto en el interior de la ZEC Estrecho Oriental o su zona próxima.

Fauna

La presencia de las especies que motivaron la conservación de este espacio u especies objetivo de conservación en la zona de estudio se describe de la siguiente forma:

Tortuga boba

En el curso de sus movimientos migratorios, numerosos ejemplares entran y salen del mar Mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar, adentrándose en el ámbito de la ZEC donde, posiblemente, hacen uso del espacio como zona de alimentación. A este respecto, existen estudios que demuestran la permanencia en la parte occidental del mar de Alborán de ejemplares juveniles de gran tamaño durante un cierto periodo de tiempo. Posiblemente, la zona sea utilizada

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

como área de preparación para la tortuga boba en su migración a las zonas costeras del Atlántico occidental. Parece, por lo tanto, que estos juveniles, originarios del Atlántico occidental, podrían retrasar su movimiento trans-atlántico para aprovecharse de los elevados recursos alimenticios existentes en la parte oeste del Mediterráneo.

La presencia de tortugas bobas en el área del estrecho está descrita también por la captura accidental en redes de enmalle de superficie, estudiados por Camiñas et al (1997) que determina una migración de poblaciones atlánticas occidental al mediterráneo oriental a través del Estrecho.

La entrada al Mediterráneo se produce en el primer semestre del año preferentemente entre mayo y junio y la migración del mediterránea a aguas atlánticas se produce en la época estival preferentemente en julio y agosto.

Este tipo de migración también es descrita por otros autores que concluyen que muchos otros juveniles americanos y africanos atraviesan el Estrecho de Gibraltar (Revelles et al., 2007) donde se mezclan con tortugas nacidas en el Mediterráneo oriental (Carreras et al., 2006). El Estrecho de Gibraltar se comporta como una barrera asimétrica para los desplazamientos de las tortugas Bobas (Revelles et al., 2007).

Por último, durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) no se avistó ningún ejemplar.

Delfín mular

Los delfines mulares pueden observarse a lo largo de todo el año en el estrecho de Gibraltar. Sin embargo, según un estudio realizado por Pérez Gimeno en 2004, parece que hay una tendencia a observarse más grupos de esta especie durante los meses de invierno y primavera. Los tamaños de grupo no parecen variar a lo largo del año. Esto significaría que durante estos meses se podrían observar más individuos que durante el verano y el otoño.

En base a sus comportamientos de inmersión, se espera que esta especie se sitúe en las aguas Atlánticas superficiales del Estrecho, limitando sus inmersiones a aguas de entre 0 y 50 metros de profundidad (Stephanis et al 2008).

La distribución de delfines en el Estrecho varía durante las distintas épocas del año y depende también de las especies que en ella habitan. En el caso de los delfines mulares se observa que durante los meses de invierno los delfines pueden localizarse en zonas exteriores de la misma, mientras que en los meses restantes su presencia es constantes en su parte central y cerca de las costas de Gibraltar y la Línea de la Concepción (Martin et al 2019).

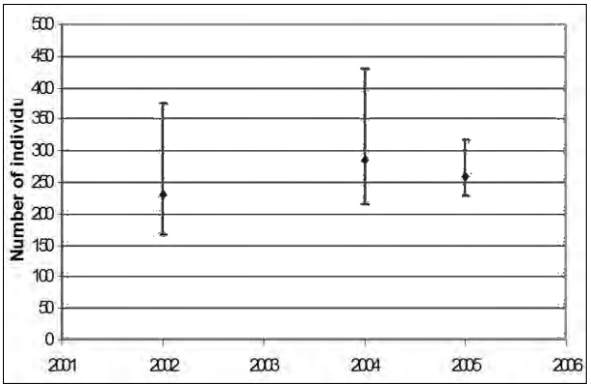
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los delfines mulares, cuentan con alrededor de 250 individuos en la zona del Estrecho. Se pudieron realizar modelos de marcaje y recaptura con fotografía durante los años 2002, 2004 y 2005, quedando las estimas de población más o menos estables durante estos 3 años. (Pérez 2007).

Estudios más recientes En el estrecho de Gibraltar la población de delfines mulares se estima en 297 animales (95% CI 276-332) a partir de modelos de marcaje recaptura (Chico Portillo et al. 2011).

Durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) solo se identificó un avistamiento de delfín mular (8/12/2019) a lo largo de la zona de proyecto.

Estimas de abundancia absoluta de delfines mulares en el estrecho de Gibraltar Fuente Pérez 2007



Los estudios sobre estructura poblacional de los delfines mulares de golfo de Cádiz, estrecho de Gibraltar y mar de Alborán muestran una segregación espacial significativa entre estas tres poblaciones, lo que sugiere una adaptación de cada una a los hábitats de las diferentes zonas, así como una ausencia de procesos reproductivos entre estas poblaciones.

Marsopa común

Las conclusiones del seminario de Brindisi en junio de 2010 relativo a la Red Natura 2000 de ámbito marino para las regiones marinas del Mediterráneo, mar Negro y Macaronesia, excluyen a la especie de interés comunitario *Phocoena phocoena* (marsopa) de la lista de referencia para el Mediterráneo por considerar su presencia en la zona como no significativa o residual, tal y como refleja el formulario normalizado de datos para este espacio protegido.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Además de estas especies de interés comunitario, otras especies de cetáceos presentan poblaciones estables, al menos en alguna estación en la zona de la ZEC o en el conjunto del Estrecho de Gibraltar.

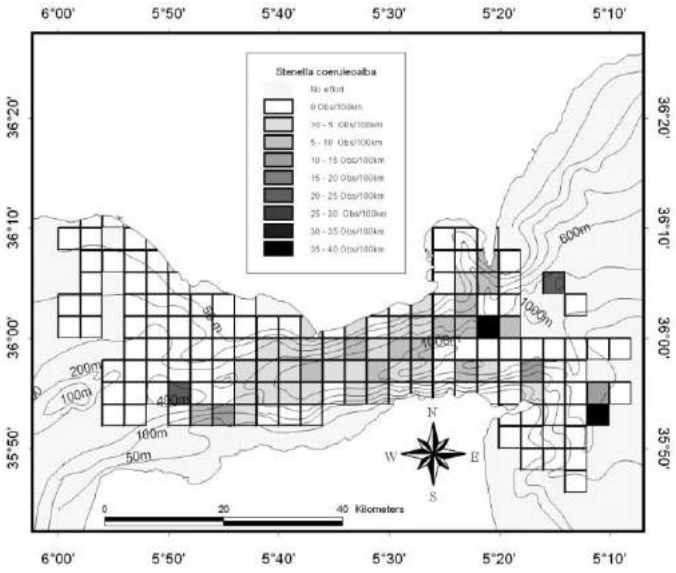
Delfín listado

Los delfines listados tienen una distribución bastante amplia y se sitúan sobre todo en la parte norte del Estrecho, concentrados sobre todo en las zonas de aguas profundas y a lo largo del borde norte del canal norte del Estrecho, compartiendo su distribución con los delfines comunes.

El espacio marino protegido alberga en sus aguas poblaciones estables, al menos estacionalmente, de esta especie.

Se estima que estas poblaciones se encuentran constituidas por más de 2.000 individuos de delfín listado.

Distribución de tasas de encuentro de delfín listado en el estrecho de Gibraltar. Fuente de Stephanis et al. 2008



Durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica en diciembre de 2019) y Tecnoambiente (ambiental en junio de 2020) se produjeron 5 avistamientos de manadas o individuos de delfín listado.

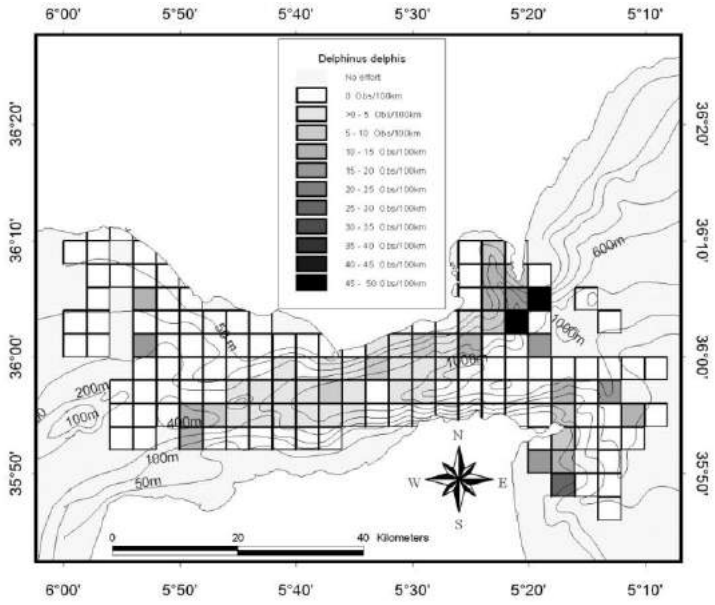
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Delfín común

La distribución espacial de los delfines comunes en el estrecho de Gibraltar es muy amplia compartiendo su distribución con los delfines listados. Se sitúan sobre todo en la parte norte del Estrecho, concentrados en las zonas de aguas profundas y a lo largo del borde norte del canal del Estrecho (de Stephanis et al. 2008). En concreto, la Bahía de Algeciras se ha identificado como una zona importante para la reproducción y la alimentación de los delfines comunes (Giménez et al. 2011).

A su vez se detectan movimientos entre la bahía y el estrecho de Gibraltar (Giménez et al. 2009), pero usado de manera diferencial ambas zonas (Giménez et al. 2011).

Distribución de tasas de encuentro de delfín común en el estrecho de Gibraltar. Fuente De Stephanis et al. 2008



En el estrecho de Gibraltar, estudios realizados por de Stephanis et al. (2008) durante los meses de verano de 2001-2004, encontraron con 113 avistamientos de delfines comunes, una talla media de grupo de 35,73 individuos, una tasa de encuentro de 2,29 observaciones/100 km navegados y un índice de abundancia de 81,97 individuos/100 km navegados.

En 2011, se estimó por modelos de marcaje-recaptura mediante foto-identificación la población de delfines comunes que usan la bahía de Algeciras determinándose 1868 individuos (Giménez et al. 2011). Parece determinar este estudio que la población de la Bahía podría ser abierta, sumando individuos precedentes del estrecho en determinadas épocas del año.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) solo identificaron 4 avistamientos de delfín común, 3 de ellos el día 8/12/2019 y otro más el día 5/12/2019.

Calderón común

Se trata de otra especie considerada residente en el Estrecho y una de las especies más estudiadas en esta zona.

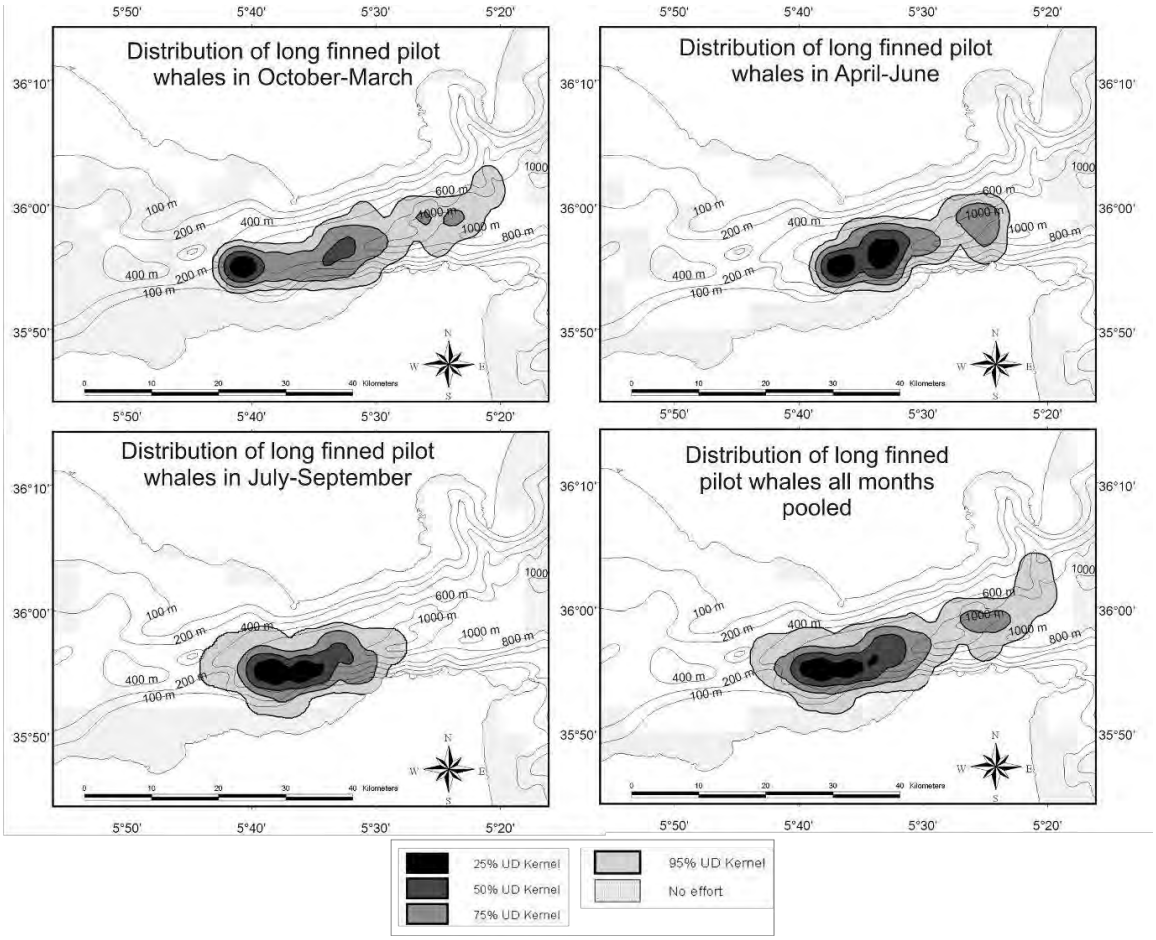
Los calderones están presentes todo el año en el Estrecho, aunque cada año, durante 2 o 3 semanas en mayo y/o junio, suelen abandonar la zona. Estos movimientos han sido relacionados con observaciones de grupos muy grandes en el mar de Alborán en estos periodos. Aún no se tiene los resultados para confirmar que los individuos del Estrecho se mueven hacia esta zona del Mediterráneo, pero la correlación entre los eventos es muy fuerte. Como por ejemplo en junio de 2006 cuando todos los individuos del estrecho desaparecieron durante semanas y volvieron con unas 30 crías. Este "*babyboom*" ha sido observado exactamente al mismo tiempo en el mar de Alborán lo que sugiere que estos movimientos tienen carácter reproductivo (Tesis doctoral de Stephanis 2007).

Los calderones comunes, los delfines mulares y los cachalotes comparten una amplia área de su zona de alimentación, siendo observados sobre todo en aguas profundas del canal principal del Estrecho, en verano. Durante el resto del año se observa una distribución más amplia, sobre todo en los calderones comunes. Este cambio de distribución podría estar relacionado con cambios de dietas teniendo una dieta más oportunista en invierno que en verano, ampliando de esta manera su área de campeo en busca de presas.

Las siguientes figuras muestran la distribución espacial de los calderones en el Estrecho. La unidad de medida, en estas figuras y las siguientes es la Utilization Distribution de Kernel, expresión estadística que representa la probabilidad de encontrar esa especie en el ámbito geográfico considerado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Distribución espacial de los calderones a lo largo del año. Fuente: de Stephanis et al 2008



Los calderones comunes del Estrecho de Gibraltar se estructuran en grupos sociales jerárquicamente organizados, a partir de grupos con una media de 14 individuos (de Stephanis et al. 2008) y con alrededor de 300 efectivos en 2007 (Gauffier 2008). Los individuos que forman un grupo social se quedan juntos toda la vida. Gracias a los estudios a largo plazo se sabe que la tasa de mortalidad de las crías en su primer año es de 32%, de los juveniles entre 1 y 5 años de 14% y para los adultos (más de 6 años) es de 1,5% (Gauffier 2008). La tasa de crecimiento poblacional anual entre 1999 y 2005 fue de 5,5% (Verborgh et al. 2009). También sabemos que las hembras tienen una cría cada 3,6 años pero que el intervalo medio para que sobreviva la cría tiene que ser alrededor de 4,5 años, un intervalo muy largo pero que asegura la supervivencia de las crías

Por último, durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) solo se identificó un avistamiento de calderón (2/12/2019) a lo largo de la zona de proyecto, siendo en este caso un grupo de 5 individuos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cachalote

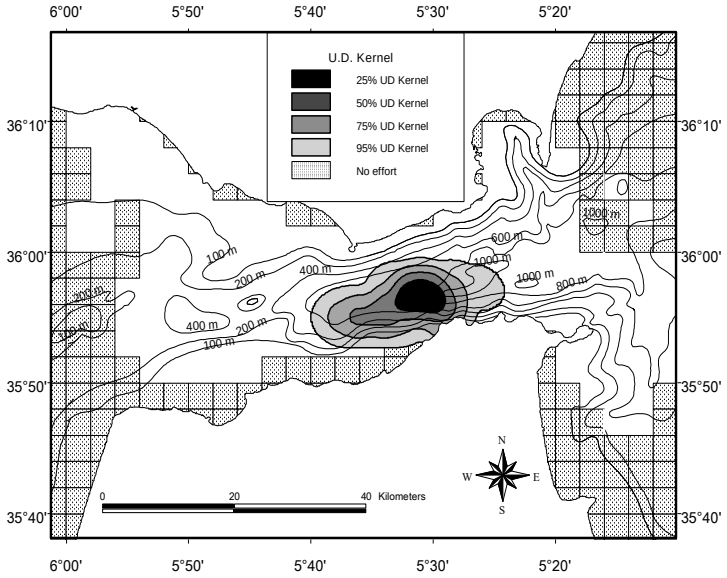
En el caso de los cachalotes, surcan el Estrecho desde finales del invierno hasta mediados del verano, con máximos en primavera.

En el estrecho de Gibraltar, su presencia es habitual, aunque la población no es residente, sino que los individuos provienen de toda la cuenca occidental del mar Mediterráneo (Carpinelli et al. 2011). Algunos individuos han podido observarse cada año en la zona (Gauffier et al. 2009).

De los 47 cachalotes identificados en el estrecho de Gibraltar entre 1999 y 2011, un total de 15 animales (32%) fueron capturados fotográficamente en otros sectores del Mediterráneo occidental en diferentes años. Ninguno de los cachalotes del estrecho de Gibraltar fue avistado en aguas del Atlántico o en la cuenca del Mediterráneo oriental (Carpinell et al 2014).

Los cachalotes, calderones comunes, y los delfines mulares, comparten una gran área de su zona de alimentación y estas tres especies fueron encontradas sobre todo en aguas profundas en el canal principal del Estrecho.

Distribución espacial de los cachalotes en primavera-verano. Fuente De Stephanis et al. 2008



En el estrecho de Gibraltar, 47 individuos han sido identificado desde el 1999 al 2010 (Carpinelli et al. 2011), con algunos individuos volviendo todos los años a esta zona (Gauffier et al. 2009).

Por último, durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) no se identificó ningún avistamiento cachalote.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Orca

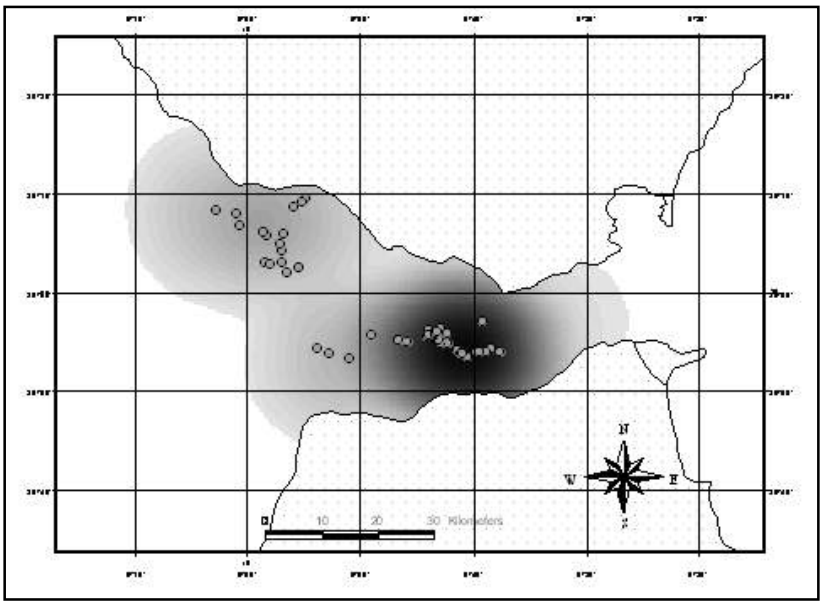
Las orcas son regularmente observadas en el estrecho de Gibraltar y aguas atlánticas contiguas (de Stephanis et al. 2002, 2005, 2005, Esteban 2008) Las orcas tan solo fueron observadas en las aguas centrales del Estrecho durante los meses de junio y agosto. En el 90% de los casos, fueron observadas asociadas a los pescadores de atún de Tarifa.

Se las observó alimentándose de atunes en todos los casos. Según se ve en su mapa de distribución, la zona de distribución se limita al centro del Estrecho y aguas cercanas a Conil y Barbate.

En los muestreos realizados en las costas del Golfo de Cádiz, se pudieron observar orcas durante los meses de abril a septiembre, y los datos que se presentan en este estudio, confirman también la presencia de esta especie durante el mes de noviembre.

Por tanto, las orcas estarán presentes en el centro del Estrecho, asociadas a las pesquerías de atún, durante los meses de julio y agosto, aprovechando el esfuerzo de pesca de los pescadores tarifeños, y el resto del año estarían presentes en las aguas colindantes al Estrecho, como en Barbate y Conil. Durante el invierno, no se ha observado la especie, pero este hecho puede ser debido a la falta de esfuerzo por parte de los estudios realizados en la zona durante esta época del año.

Distribución de las orcas en el Golfo de Cádiz y el estrecho de Gibraltar. Fuente De Stephanis et al. 2008



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

42 individuos han sido foto-identificados en la población del estrecho de Gibraltar, existiendo cinco grupos sociales (Esteban 2008). Los mismos animales han sido observados entre 1999 y 2009 y se suelen observar constantemente entre marzo y octubre (temporada de muestreos intensos en la zona de estudio). A pesar de no haber sido observados durante el invierno, esto puede ser debido a la falta de esfuerzo de búsqueda en estas épocas del año. No se han podido establecer ninguna conexión con otras poblaciones de orcas del Atlántico norte por medio de identificación fotográfica de aletas dorsales por el momento (Esteban 2015).

Por último, durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) no se identificó ningún avistamiento de orca.

Rorcual común

El rorcual común se ha confirmado como la única especie que se observa transitando el Estrecho en migración.

Los rorcuales utilizan el Estrecho de Gibraltar como un corredor migratorio estacional entre el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo. Estas ballenas migraran con una direccionalidad notable: todos los individuos viajaron hacia el oeste, hacia el Océano Atlántico entre mayo y octubre y la mayoría de los animales (69%) en dirección opuesta hacia el mediterráneo entre noviembre y marzo (Gauffier 2020).

En todas las observaciones realizadas entre abril y octubre los animales transitaban a grandes velocidades (entre 5 y 8 nudos) hacia el Atlántico.

En los pocos avistamientos realizados durante el invierno se pudo observar a los rorcuales alimentándose lentamente. La escasa tasa de encuentro durante esos meses, hace pensar que este tipo de alimentación es ocasional y podrían ser individuos provenientes del Atlántico contiguo según los datos obtenidos por isótopos estables y de seguimiento por satélite de los mismos.

La intensa actividad ballenera del siglo XX puede haber esquilmado la población migrante en el Estrecho de Gibraltar (Cañadas et al. 1999; Sanpera y Aguilar 1992; Aguilar y Borrel 2007; Palsbøll et al. 2004). La disminución de la abundancia de rorcuales en esta zona pudo haberse producido por la pérdida de la existencia de este hábitat en la memoria cultural de la población de rorcuales (Clapham et al. 2008). Un seguimiento reciente por satélite parece confirmar que el Mediterráneo Español contaría con animales procedentes del Atlántico y con animales típicamente Mediterráneos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En el Estrecho de Gibraltar, 55 individuos han sido foto-identificados, con algunos ejemplares observados en dos ocasiones en años diferentes (Gauffier et al. 2009), pero el esfuerzo fotográfico no es suficiente para obtener estimas fiables del número de rorcuales comunes que usan el Estrecho, aunque haya aumentado en los últimos años.

Selling (2007) propuso una estima de entre 48 y 122 rorcuales cruzando el Estrecho cada año a partir de datos de observaciones desde barcos de avistamiento turístico de cetáceos. La mayoría de los individuos observados en el Estrecho de Gibraltar son adultos, aunque también se han registrado madres acompañadas de crías y jóvenes.

Por último, durante las dos campañas de marinas realizadas por MMT (geofísica) y Tecnoambiente (ambiental) solo se identificó un avistamiento de rorcual común (2/06/2020) en este caso fuera de la zona de estudio, frente a la costa de Sotogrande.

Otras especies de interés para este espacio ya sean invertebrados (lapa ferruginea, nacra, coral anaranjado, caracola, erizo de púas largas, nudibranquio, gorgonia roja o esponja roja) no han sido identificados a lo largo del trazado del cable en el dominio de la ZEC ni su entorno próximo.

8.3.1.3 Efectos del proyecto sobre los objetivos de conservación de la ZEC Estrecho Oriental

Efecto sobre los hábitats

En la línea de lo expresado anteriormente, no se considera presente en la zona afectada por el proyecto ninguno de los hábitats de interés comunitario listados para esta extensa ZEC. Las zonas más próximas a la ZEC que se interpreta pueda estar presente algún HIC objetivo de conservación de este espacio se corresponde con las siguientes zonas:

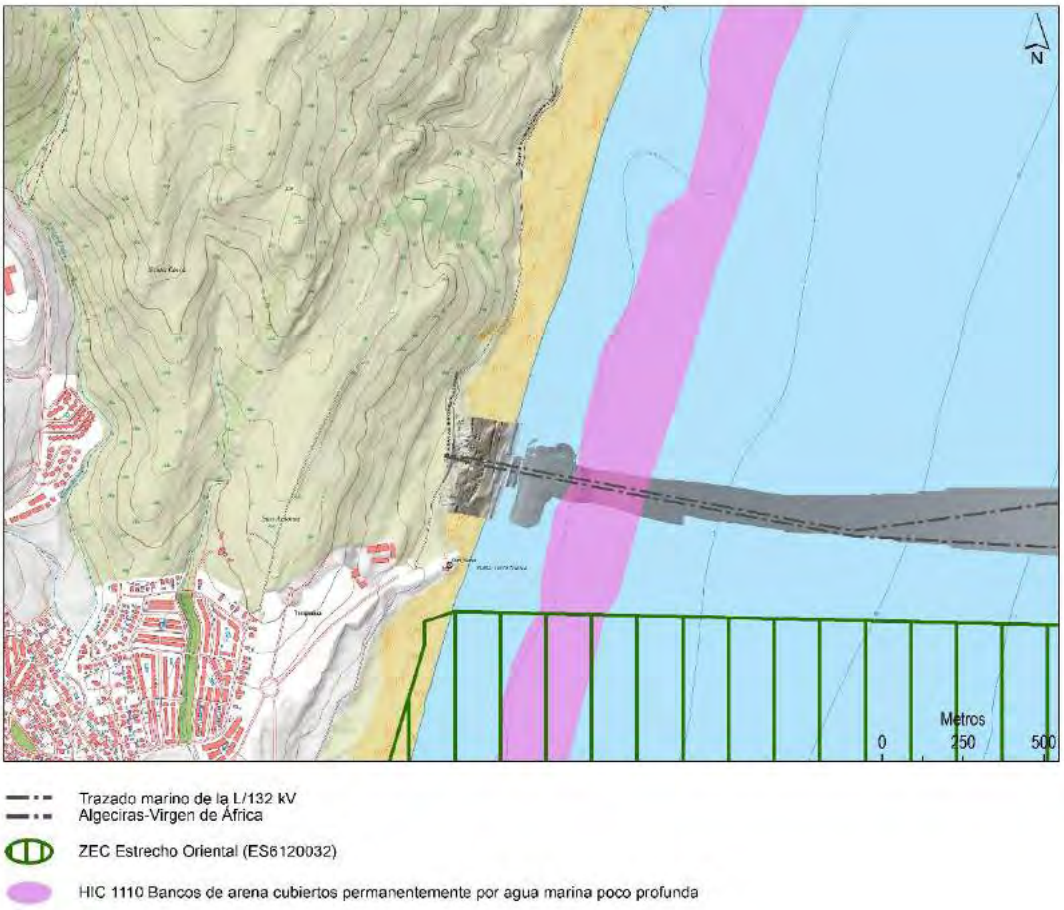
HIC 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda

La REDIAM de la Junta de Andalucía no establece la presencia de este hábitat en la zona de estudio por falta de información y estudios específicos. Este hábitat lo asigna principalmente a zonas con presenciad *Cymodocea nodosa*, fanerógama de la que sí dispone información detallada. Pero la presencia de esta fanerógama no es único factor que determina la existencia de este HIC.

Resultado de las campañas marinas realizadas se concluye que la barra o cordón litoral sumergido de arena paralela a la costa de la Línea de la Concepción se corresponde con el HIC 1110.

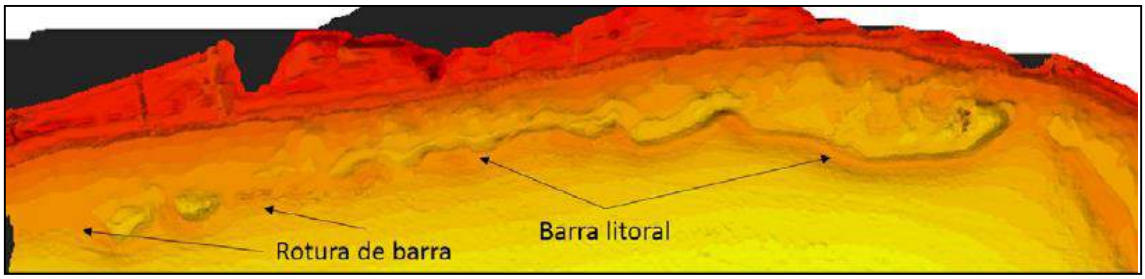
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Localización del HIC 1110 respecto al trazado



Esta barra de arena está acentuada en la zona NE perdiendo potencia e identidad hacia el SW.

Barra arenosa en la zona de aterraje en La Línea



La zona interna presenta una pendiente pronunciada de forma generalizada hasta la isobata -6 m donde se invierte la pendiente hasta llegar a la parte alta de la barra de arena. Posteriormente desciende suavemente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Según los datos batimétricos analizados parece clara la presencia en la zona de estudio de un *Bancal externo lineal o barra de batida del oleaje,* que se extiende desde los 150 m de distancia desde la línea costa hasta los 400 m y donde la profundidad disminuye desde la cota -5/-6 m hasta la cota -3/-4 m.

Esta tipología de barra es una de las que la ficha de interpretación del HIC 1110 considera como parte del citado hábitat y, por tanto, se considera esta zona de barra arenosa como tal.

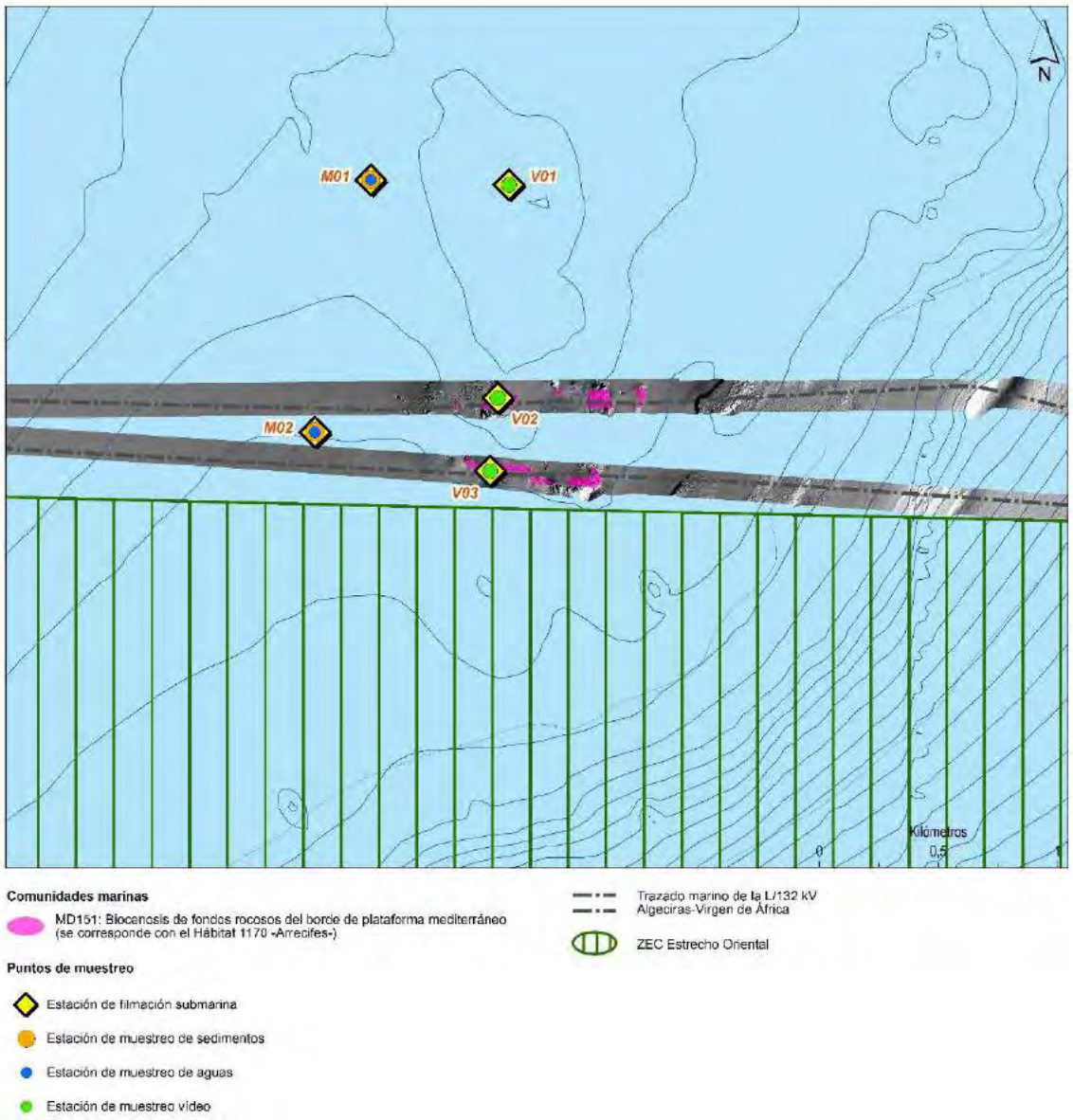
Este HIC no será afectado por el proyecto gracias a que la salida por PHD se encuentra a la cota de -11,4 m y, por tanto, una vez superado este cordón arenoso. Además, el proyecto en esta zona se situaría a unos 380 m del límite exterior de la ZEC.

HIC 1170 Arrecifes

La zona de presencia de este HIC afectada por el proyecto más próxima a la ZEC Estrecho Oriental se corresponde con las formaciones o localizaciones puntuales de la comunidad o biocenosis MD 151 Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Localización de la comunidad MD 151 Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo en el exterior de la ZEC Estrecho Oriental



Dentro de la ZEC no se producirá afección sobre esta formación, pero si a una distancia de 150 m en el caso del cable oeste y 460 m en el caso del cable este a profundidades de entre los 50 y los 150 m.

Además de por los resultados de la geofísica en estas zonas se situaron las estaciones de muestreo V02 y V03. Estas estaciones se han incluido entre las biocenosis de fondos rocosos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

del borde de plataforma, por la escasa o nula presencia de algas, hecho que determina que la casi totalidad de la biomasa presente sea animal.

En la estación V02, que se localiza a 65 metros de profundidad y 460 m de distancia a la ZEC, se observa la abundante presencia de colonias de grandes dimensiones de *Eunicella verrucosa* que colonizan el sustrato rocoso disponible. La existencia de corrientes moderadas también se puede deducir por la presencia del equinodermo *Astrospartus mediterraneus* que coloniza a su vez la gorgonia *Eunicella verrucosa*. Cabe destacar también la posible presencia de la gorgonia *Paramurciea cf. macrospina* con su morfotipo amarillo y el erizo *Centrostephanus longispinus* (Listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de especies amenazadas).

Aspecto de la estación V02. *Eunicella verrucosa* con *Astrospartus mediterraneus*

Esta misma situación se repite en la estación V03 (160 m de distancia a la ZEC), donde predomina la presencia de *Eunicella verrucosa* colonizada por el equinodermo *Astrospartus mediterraneus.*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aspecto de la estación V03. *Eunicella verrucosa* con *Astrospartus mediterraneus*

Como se ha señalado no se producirá afección a este HIC dentro de la ZEC pero si en un enclave puntual próximo al mismo correspondiente con el borde de plataforma mediterráneo siendo la afección previsible a lo largo de unos 392 m de trazado (290 m del cable este y 102 del cable oeste) siendo la zanja a abrir en este tramo para el enterramiento del cable de entre 0,20 y 0,25 m) y el ancho de afección durante la apertura de la zanja de entre 3 y 4 m dependiendo la técnica utilizada.

En todo caso, y como se señala igualmente en el EIA, como medida preventiva se recomienda realizar una caracterización del fondo marino de detalle (pre-laying survey) antes del tendido del cable para confirmar la cartografía bionómica de la zona y diseñar un micro-routing para evitar o minimizar el impacto en dicha comunidad.

Efectos sobre las especies de flora

No se encuentran presentes ejemplares de especies de la flora considerados objetivo de conservación de esta ZEC en la zona afectada por el proyecto ni en su entorno inmediato, por lo que se valora el efecto sobre las mismas como no significativo.

Efectos sobre las especies de fauna

No existen especies de la fauna invertebrada ni peces de interés del espacio ZEC a lo largo del trazado del cable dentro del espacio protegido ni en su entorno inmediato que vayan a verse afectadas ni por la construcción, ni durante la fase de funcionamiento del proyecto.

Por el contrario, si existe presencia habitual especies de cetáceos y tortugas de importante movilidad geográfica en la zona de proyecto y su entorno, especies tanto objetivo de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

conservación del espacio como el delfín mular o la tortuga boba como otras de interés como el delfín listado, el delfín común, el calderón común, el cachalote, la orca o el rorcual común.

Durante la fase de funcionamiento estas especies no van a recibir ningún tipo de impacto, pero durante las obras de construcción de la zanja y enterrado/protección del cable, la presencia del barco cablero y de embarcaciones auxiliares en la zona, y posteriormente del barco que realiza la protección del cable puede provocar accidentes, ya sea por colisión o por heridas por las hélices y, por otro lado, afectar a las especies de cetáceos por el aumento de los niveles de ruido submarino.

Colisión contra barcos de las obras

Este riesgo existe para los cetáceos y, en mayor medida para la tortuga boba y los rorcuales, por el hecho de su menor velocidad de desplazamiento y capacidad de reacción.

Sin embargo, se consideran muy poco probables los accidentes durante el tendido del cable por la baja velocidad a la que se desplazan ambos barcos especialmente el segundo de estos (< 2 km/h) pero aumenta durante los tránsitos de estos por la mayor velocidad de desplazamiento.

Por su parte, las embarcaciones auxiliares (lanchas tipo zodiac normalmente) solo se movilizan en la fase de aproximación de la punta correspondiente del cable a la costa, actividad que se circunscribe a los últimos kilómetros del tendido, en función de la profundidad de la costa en el punto de aterraje. Siendo su uso restringido a ese momento de la maniobra, que suele durar en torno a las dos-tres horas, en función de la situación que presente el mar en ese momento. Estos trabajos se restringen, además, a recorridos muy próximos a la costa, siendo actividades en las que es muy fácil la detección de ejemplares de cetáceos o tortugas en el desarrollo de los trabajos, al estar en todo momento acompañadas las lanchas por buzos que colaboran en la actividad.

Considerando medidas preventivas como la minimización de la velocidad de los tránsitos del barco cablero y las embarcaciones auxiliares, la vigilancia activa permanente para avistar cetáceos durante la navegación, el cambio de rumbo y velocidad en caso de que avisten especies lentas (tortugas, rorcuales u otras ballenas) o la dotación de protectores para las hélices de las embarcaciones auxiliares para minimizar riesgos en caso de colisiones o accidentes, el efecto por colisión o accidentes contra estas especies se considera como no significativo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Efectos del incremento de ruido sobre los cetáceos

Resultado de la presencia de los barcos responsables del tendido del cable y de la protección de este, así como de la apertura de las zanjas submarinas y todos los trabajos asociados se producirá un incremento de los niveles de ruido submarino.

El ruido puede afectar a la fauna, especialmente a los mamíferos marinos en su capacidad de comunicarse, detectar presas y evitar peligros (p.e. colisiones con barcos).

Generalmente, los niveles de máxima presión sonora asociados a la instalación de cables son de bajos a moderados (Guidelines of Best Environmental Practices on Cable laying and protection. OSPAR 2012.

Las fuentes de ruido del barco son los motores y otra maquinaria existente, las hélices (transversales y principales) y la fricción del casco con el agua. El ruido aumenta con la velocidad del barco, cavitación de las hélices y con la falta de mantenimiento en general. En este caso, por la naturaleza de los trabajos a realizar, la velocidad del barco cablero será extraordinariamente baja.

Por lo que respecta a las operaciones de protección del cable, las fuentes asociadas son dispositivos acústicos (ecosondas, perfiladores, sonares, sistemas de posicionamiento acústico), bombas, sistema de chorro de agua a presión (jetting), formación de trinchera mediante cuchilla (trenching), desplazamiento por el fondo, deslizamiento (arrastre) o mediante orugas y motores (para desplazamiento sobre el fondo), extracción y deposición de materiales en el surco, y finalmente maquinaria a bordo de izado y arriado.

El sonido subacuático producido por la actividad antropogénica puede tener una variedad de efectos inmediatos en mamíferos marinos, incluyendo lesiones, pérdida temporal de audición (Temporal threshold shift o TTS), pérdida permanente de audición (Permanent threshold shift o PTS), cambios en el comportamiento, enmascaramiento auditivo y estrés. La gravedad de los impactos disminuye generalmente con la distancia de la fuente de sonido y depende del escenario específico que consiste en el tipo de sonido, el entorno acústico y el individuo receptor.

No todas las especies de mamíferos marinos tienen la misma capacidad auditiva, en términos de sensibilidad auditiva absoluta y de la banda de frecuencia de la audición.

Los misticetos (ballenas con barbas como rorcuales, ballena azul, etc.) vocalizan a bajas frecuencias (7Hz a 35kHz) mientras que los odontocetos lo hacen a frecuencias medias y altas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

A continuación, se enumeran las especies de cetáceos protegidas presentes en la zona del proyecto, así como su sensibilidad al ruido antrópico continuo (según la Guía de Fauna Marina de Red Eléctrica de España).

Sensibilidad al ruido de las especies de cetáceos protegidas presentes en la zona de estudio

Especie	Nombre común	Sensibilidad al ruido continuo
Delphinus delphis	Delfín común	Media
Stenella coeruleoalba	Delfín listado	Media
Tursiops truncatus	Delfín mular	Media
Globicephala melas	Calderón común	Media
Grampus griseus	Calderón gris	Media
Physeter macrocephalus	Cachalote	Media
Orcinus orca	Orca	Media
Phocoena phocoena	Marsopa	Media
Balaenoptera physalus	Rorcual común	Alta
Balaenoptera borealis	Rorcual boreal	Alta
Balaenoptera musculus	Ballena azul	Alta
Balaenoptera acutorostrata	Roscual aliblanco	Alta
Megaptera novaengliae	Ballena jorobada	Alta

Fuente: Guía de fauna marina de REE

Como se observa, las especies más sensibles son los misticetos (ballenas) ya que se trata de especies que se agrupan en lo que se denomina Baja Frecuencia, ya que vocalizan en las franjas de los 7-35.000 Hz, que incluyen las frecuencias en las que se emite el ruido antrópico asociado a barcos y maquinaria y por tanto se favorece el efecto de apantallamiento.

Con el objetivo de poder describir posibles afecciones del ruido marino sobre cetáceos, es preciso establecer un criterio de evaluación, y para ello se resume lo extraído de diversas fuentes bibliográficas (Southall 2007, US National Marine Fisheries Service , NOAA) y que aúna las diferentes consideraciones establecidas a nivel internacional.

Además, se ha tenido en cuenta los señalado en el “Documento Nacional de Referencia (DNR) sobre Impactos y Mitigación de la contaminación Acústica Marina” (MAGRAMA, 2012) el nivel de seguridad más aceptado para reducir el impacto en la fauna marina es de 180 re 1 µPa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Resumen de los criterios de impacto acústico seleccionados para el análisis de las afecciones acústicas en cetáceos

Indicador	Nivel límite	Efecto	Referencia
Nivel pico	230 dB re 1 µPa	Umbral de daño auditivo permanente (PTS)	Southall et al. 2007
Nivel pico	224 dB re 1 µPa	Umbral de las lesiones con trastorno temporal (TURSIOPS TRUNCATUSS)	Southall et al. 2007
Nivel sonoro RMS (SPL)	180 dB re 1 µPa	Comportamiento de huida	NMFS (1995) MAGRAMA (2012)
A pesar de que las ballenas presentan sensibilidad a bajas frecuencias, no se han encontrado niveles umbrales específicos.			

El sonido producido por un barco de tendido o protección del cable se estima del rango de 155-170 dB, inferior que el de un barco carguero navegando a velocidad de crucero (180 dB).

El ruido emitido por la maquinaria de protección del cable es del orden de 178 dB re 1 uPa a 1m de la fuente. (Nedwell J., Langworthy J. and Howell D., 2003, “Assessment of Sub-Sea Acoustic Noise and Vibration from Offshore Wind Turbines and its Impact on Marine Wildlife”, The Crown Estates Office Report 544 R 0424, 72p).

De lo dicho anteriormente se deduce que la actividad solamente es susceptible de generar un comportamiento de huida a los individuos que se encuentren a menos de un metro de la fuente (situación altamente improbable) y en todo caso no supera el umbral definido por el documento “Documento Nacional de Referencia (DNR) sobre Impactos y Mitigación de la contaminación Acústica Marina” (MAGRAMA, 2012), que establece un valor de seguridad de 180 dB re 1uPa

Por ello se considera compatible el impacto del proyecto durante las obras sobre las especies de cetáceos objetivo de conservación y de interés de la ZEC.

Se concluye, por tanto, la ausencia de afecciones significativas sobre las especies faunísticas, objetivo de conservación o no, de la ZEC Estrecho Oriental considerando, además, que el conjunto del Estrecho y por tanto de la ZEC, y básicamente debido a la gran cantidad de tráfico marítimo, presenta una calidad del ambiente acústico baja y aun así es habitual la presencia de las citadas especies y que se aplicarán todas las buenas prácticas posibles dirigidas a minimizar el ruido generado durante las obras.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Efectos sobre la integridad del lugar Red Natura

La integridad de un lugar Red Natura se vincula al mantenimiento de las relaciones y procesos ecológicos de los que dependen los objetivos de conservación de dicho lugar.

El proyecto analizado no incluye acciones que afecten directamente a los HIC objetivo de conservación de este espacio. Del mismo modo estos ni las especies objetivo de conservación se verán afectadas resultado de una disminución de la calidad de las aguas marinas por la presencia de los barcos cablero y de protección dada la baja probabilidad de que se produzca un vertido accidental y dado que siempre se llevarán a cabo las medidas preventivas y se cumplirán las restricciones MARPOL.

Además, en el marco del presente proyecto Tecnoambiente (ver anexo 2 del EIA para mayor detalle) ha realizado la simulación de la dispersión de turbidez asociada a la excavación de las zanjas en el lecho marino para el tendido de los cables eléctricos entre La Línea de la Concepción y Ceuta.

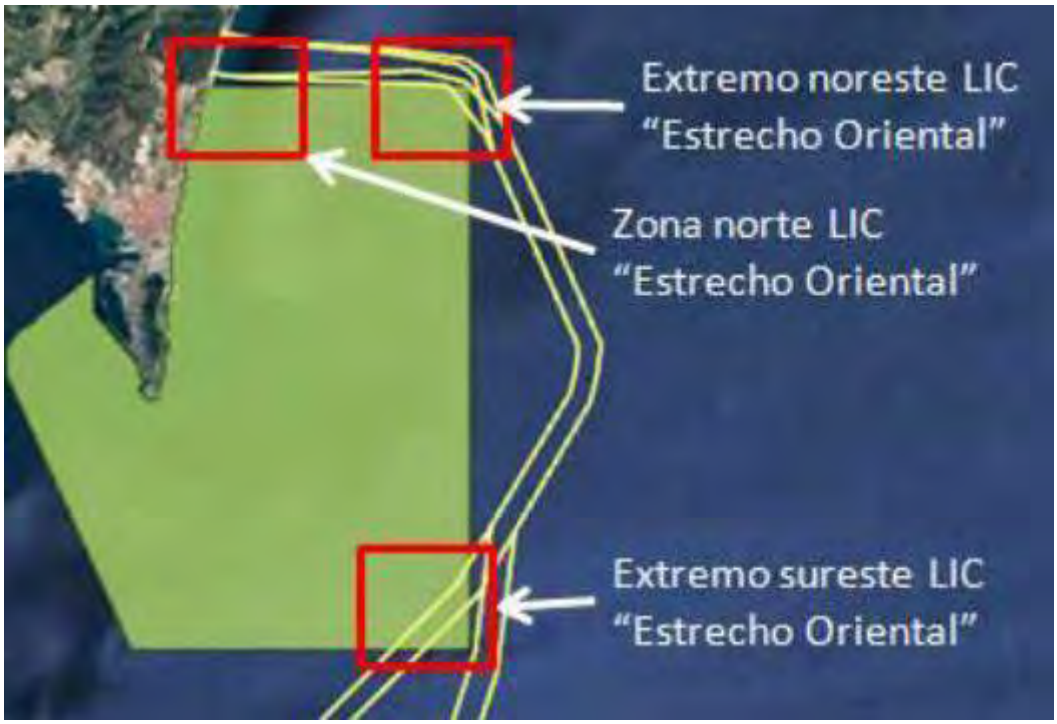
La simulación se ha realizado con el modelo MOHIR y se ha tenido en cuanta tanto las características oceanográficas y meteorológicas de la zona (profundidad, batimetría, mareas, vientos, corrientes), como la composición granulométrica del sedimento (obtenida de las muestras obtenidas por CEIMar y Tecnoambiente) en la zona de estudio. El estudio ha considerado las condiciones más desfavorables posibles de corrientes y las concentraciones en agua de sólidos en suspensión en las zonas estudiadas.

Los resultados se han comparado con los objetivos de calidad marcados por los Planes Hidrológicos de cada zona por lo que refiere a valores de materias en suspensión (para los tramos centrales del recorrido los planes hidrológicos no aplican, pero se ha considerado el mismo valor).

Tres de los 4 de los puntos de estudio seleccionados coinciden con la zona de trazado al norte de la ZEC Estrecho Oriental, así como los tramos que afectan a los extremos noreste y sureste de la ZEC.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Puntos de simulación de la dispersión de turbidez asociada a la excavación de la zanja



- En el caso del punto 1, al norte de la ZEC, el dragado de la zanja pone en suspensión los sedimentos más finos, pero las concentraciones máximas sólo alcanzan los 5 mg/l en las inmediaciones de la zanja, en el fondo, y en los puntos de control ubicados dentro de la ZEC no se superan los 3,5 mg/l. Teniendo en cuenta que los límites según el plan de gestión de la masa de agua están en 3,88 mg/l, se considera que el impacto del dragado sobre la ZEC es compatible.
- En el caso del punto 2, en el interior del extremo noreste de la ZEC, las concentraciones no superan los 5 mg/l en la zona de la zanja, y en los puntos de control no se superan los 2,5 mg/l, por lo que el impacto sobre la ZEC es compatible, ya que queda por debajo del límite definido.
- En el caso del punto 3, en el interior del extremo sureste de la ZEC, las concentraciones en la zona 3, no superan los 5 mg/l en la zona de la zanja, y en los puntos de control no se superan los 1,8 mg/l, por lo que el impacto sobre la ZEC es compatible, ya que queda por debajo del límite legal.

Además, la calidad tanto del sedimento como de las aguas en toda la zona de estudio es en general buena por lo que no es previsible que la re-suspensión del sedimento genere efectos negativos en la calidad química del agua. De la misma manera, el nivel de materia orgánica del

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

sedimento es también moderado, por lo que la contribución a los niveles de eutrofización de la zona será limitada.

Por otro lado, la mera presencia de la línea eléctrica submarina en el medio natural no tiene capacidad para inducir efectos barrera que puedan repercutir sobre la disponibilidad del hábitat para las especies objetivo de conservación distribuidos por toda la ZEC, ni a su capacidad de dispersión y restablecimientos en zonas potencialmente recuperables, de forma que no repercute apreciablemente sobre la conectividad ecológica interior o exterior de la ZEC.

Se concluye que el proyecto en su conjunto no tiene entidad para afectar de forma apreciable a la integridad de la ZEC Estrecho Oriental por alteración de las relaciones ecológicas de las que depende el buen estado de sus objetivos de conservación.

Efectos sinérgicos

Para la valoración de los efectos sinérgicos del proyecto se considera si este refuerza las causas de degradación o amenazas sobre los objetivos de conservación del espacio, en este caso, identificadas de entre las del formulario de la Red Natura o en los instrumentos de gestión, o si potencia los efectos negativos identificados para otras instalaciones o proyectos.

El Plan de Gestión de la ZEC identifica una serie de amenazas concretas y su grado de intensidad de las mismas sobre los hábitats y especies objetivo de conservación de la ZEC:

- Pesca de arrastre
- Marisqueo con rastro remolcado y otras artes de pesca artesanal
- Polución y contaminación marina
- Tráfico marítimo y tareas de bunkering
- Colisión con embarcaciones
- La actividad de observación de cetáceos con fines recreativos o comerciales
- Contaminación acústica asociada al elevado tráfico marítimo existente
- Actividades que suponga el uso del sonar, como las actividades militares o de exploración sísmica.

Como ya se ha expuesto, la construcción y funcionamiento de las instalaciones proyectadas no representará ningún efecto que solape, desencadene o refuerce las anteriores amenazas (los riesgos de colisión y contaminación acústica se han considerado como no significativos aplicando las medidas establecidas), ni dentro de la ZEC, ni en su entorno inmediato, por lo que se concluye la ausencia de efectos sinérgicos del proyecto sobre la ZEC Estrecho Oriental.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.3.1.4 Cumplimiento de las determinaciones del Plan de Gestión

Real Decreto 1620/2012, de 30 de noviembre, por el que se declara Zona Especial de Conservación el Lugar de Importancia Comunitaria ES6120032 Estrecho Oriental de la región biogeográfica mediterránea de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación incluye en su anexo I medidas reguladoras de los usos y actividades que deberán aplicarse en el ámbito de la ZEC Estrecho Oriental con el fin de que su ejercicio sea compatible con los objetivos de conservación establecidos en el plan de gestión.

En relación con las conducciones y cableado submarino se señala en su punto 8 lo siguiente:

> "*Según lo establecido en los apartados 2 y 3 del artículo 79 «cables y tuberías submarinos en la plataforma continental» de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, deberá hacerse lo posible para evitar que el trazado para el tendido de cables y conducciones submarinas para cualquier actividad, discurra por el espacio protegido, sin perjuicio de las libertades al respecto establecidas en dicho Convenio. En el caso de tendidos ya existentes, cualquier reparación se realizará aprovechando las infraestructuras desarrolladas a tal efecto, procurando minimizar el impacto que se pueda causar en el espacio protegido.*
>
> *Queda prohibido cualquier trazado en el caso de zonas donde se haya constatado la presencia de hábitats sensibles, como son los bancos de arena y las zonas arrecifales*".

Como se ha expuesto con anterioridad el proyecto no afectará dentro de la ZEC a ninguno de los dos HIC citados por lo que el proyecto de la línea a 132 kV Portichuelos-Virgen de África es compatible con las medidas reguladoras de los usos y actividades de este espacio RN 2000.

8.3.2 Efectos indirectos sobre el LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho

8.3.2.1 Zona afectada por el proyecto

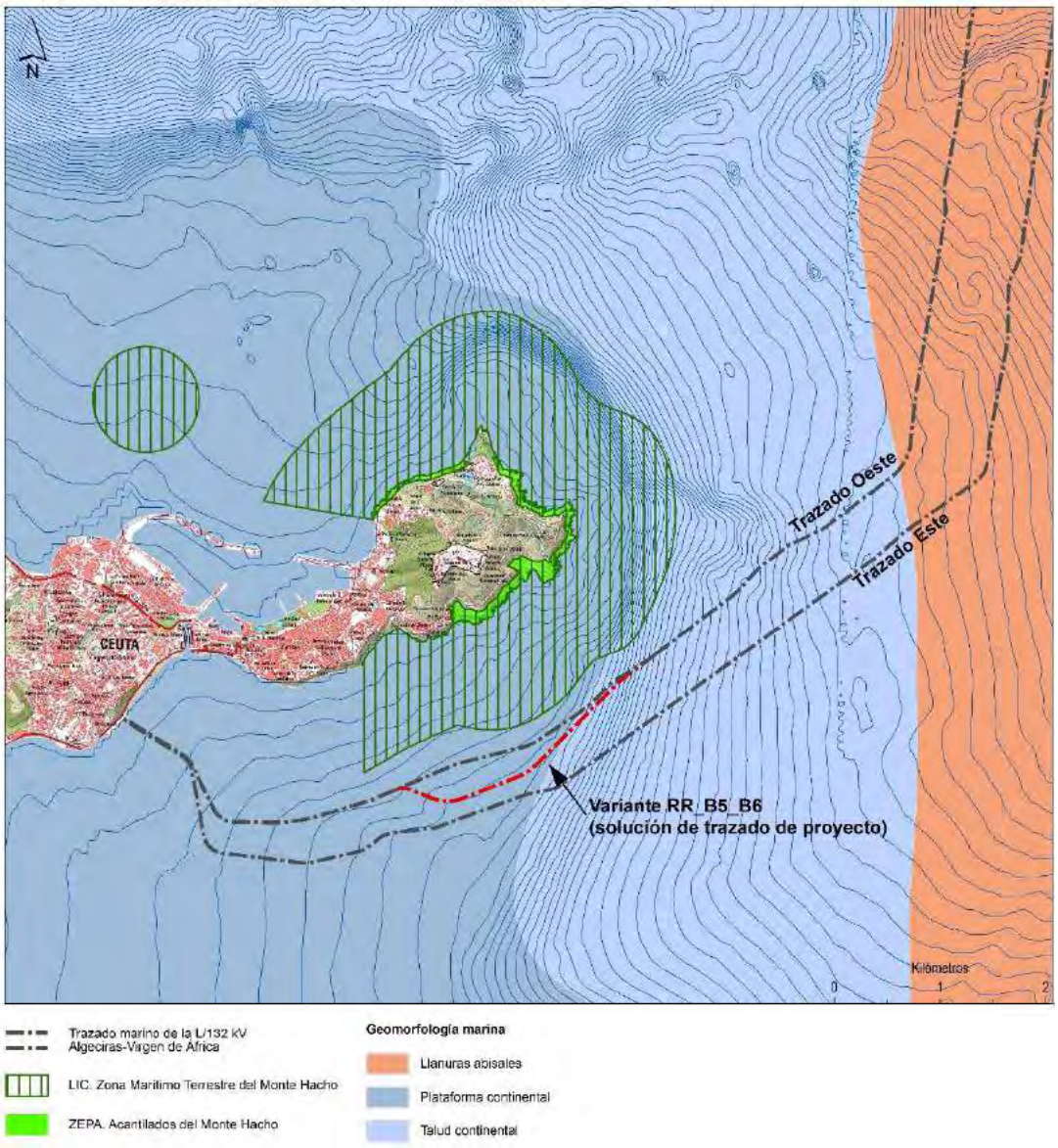
Los cables proyectados en su trayectoria bordeando territorio ceutí para aterrar en la explanada del aparcamiento del Chorrillo discurren bordeando igualmente los límites marinos del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho.

Concretamente, el circuito Oeste de la línea proyectada a 132 kV discurre a lo largo de unos 4 km a una distancia media de los límites externos marinos de este espacio de unos 700 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por su parte el circuito Este discurre igualmente a lo largo de unos 4 km bordeando este espacio manteniendo una distancia mínima de unos 300 m de media a lo largo de unos 2 km para posteriormente alejarse hasta los 500 m siguiendo el trazado estudiado en campaña marinas denominado “Variante RR_B5-B6”.

Localización del proyecto en el entorno del LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho



Dada la distancia existente entre el trazado y el espacio Red Natura 2000, se descarta la existencia de efectos directos sobre los mismos, así como de otros efectos indirectos sobre las

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

comunidades bentónicas y hábitats de interés comunitario de este espacio en relación con la afectación de la calidad de las aguas, alternación de la granulometría de los sedimentos etc…

Sin embargo, a pesar de que no se va a producir afección directa al espacio ni indirecta en relación a la afección a HIC y comunidades bentónicas si es previsible el paso frecuente de las especies de cetáceos, reptiles marinos o aves marinas identificadas por el documento preliminar de la gestión de este espacio como elementos clave del mismo por lo que se analizan a continuación las citadas afecciones.

8.3.2.2 Representación de los objetivos de conservación del LIC en las zonas afectadas por el proyecto.

Hábitats de interés comunitario

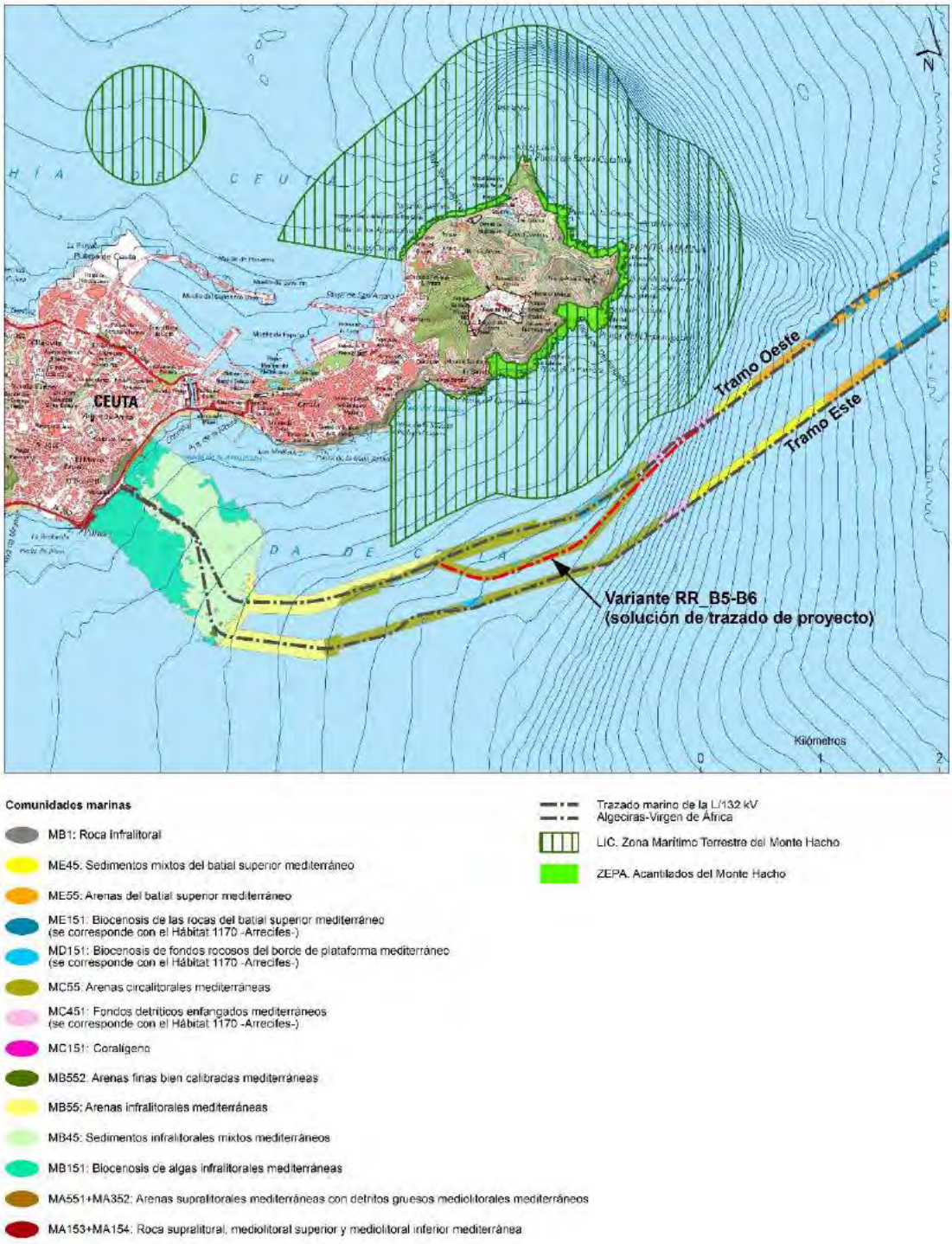
El trazado de los cables proyectados no discurre por el interior de la ZEC por lo que no se producirá afección directa sobre ninguno de los HIC objetivo de conservación dentro del espacio.

En el entorno de la zona afectada por el proyecto analizadas en campañas marinas las comunidades identificadas han sido las siguientes comunidades en el siguiente orden de extensión, siendo las profundidades del tramo señalado entre 70 y 300 m, aproximadamente:

- MC55 Arenas circalitorales mediterráneas
- ME45: Sedimentos mixtos del batial superior mediterráneo
- ME55: Arenas del batial superior medio
- MB55: Arenas infralitorales mediterráneas
- MC451: Fondos detríticos enfangados mediterráneos
- ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo
- MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Biocenosis en el entorno del proyecto



De estas comunidades las tres últimas presentan características que las incluyen dentro del HIC 1170 Arrecifes. Ninguna de las otras cuatro comunidades restantes es asimilable a los otros HIC

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

objetivo de conservación de la ZEC 1230 Acantilados con vegetación de las costas atlánticas y bálticas ni 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas.

De las tres comunidades asimilables, dado su carácter más rocoso, son especialmente asimilables al HIC 1170 Arrecifes las comunidades ME151 Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo y MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo.

- ME151 Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo

  En la descripción de esta biocenosis formulada por EUNIS se hace explicita referencia a los corales de aguas frías. Los corales de aguas frías profundas, también llamados corales blancos, imperfectamente conocidos en el Mediterráneo, incluyen básicamente dos especies ramificadas principales, *Lophelia pertusa (Desmophyllum pertusum* según la nomenclatura actualizada del World Register of Marine Species.*)* y *Madrepora oculata*, que son especies relictas de la fauna del Cuaternario. Estos grupos de coral blanco se desarrollan a partir de los 200 metros de profundidad, hasta llegar a los bordes de los cañones. Las partes vivas suelen estar reducidas a las puntas de las ramas. Las partes muertas que no están por debajo del lodo están muy colonizadas por briozoos, braquiópodos, equinodermos y poliquetos serpulidos. Según la definición propuesta por EUNIS, estas especies pueden crear dos facies individuales o una tercera, caracterizadas por la co-presencia de estas dos especies.

  Esta biocenosis se ha detectado en la estación de muestreo M13, que se localiza a 440 metros de profundidad a unos 1.300 m del borde exterior de la ZEC, coincidiendo con el talud de Ceuta y cerca del cañón homónimo. En el recorrido de la filmación vinculada a este punto de muestreo se han detectado varios ejemplares de las esponjas del género *Asconema sp*. que desarrollan su ciclo vital principalmente en los sustratos rocosos batiales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

***Asconema sp*. en la estación M13**

***Helycolenus dactylopterus* en la estación M13**

Entre los organismos necto bentónicos, destaca la presencia de varios ejemplares del escorpénido comercial *Helicolenus dactylopterus*, que desarrolla su ciclo vital, en parte, en los sustratos rocosos batiales.

► MD151: Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo

Siguiendo la definición propuesta por EUNIS, las biocenosis de los fondos rocosos circalitorales profundos se componen principalmente de esponjas, antozoos, briozoos y braquiópodos, mientras que la vida vegetal macroscópica está ausente. Estas biocenosis, que llegan hasta los 250 m de profundidad, generalmente ocupan fondos ásperos donde la corriente y la turbidez son razonablemente importantes. La disminución de la intensidad lumínica determina que producción primaria sea muy escasa o en unos casos inexistente. A

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

pesar de estas condiciones, los niveles de biodiversidad y producción de biomasa (en este caso animal) son a veces comparables con aquellos encontrados en aguas poco profundas.

Esta biocenosis se ha encontrado en las estaciones de muestreo V6 y V7 localizadas a una profundidad de 115 y 90 m, respectivamente y a unas distancias respecto a los límites de la ZEC de 220 y 760 m. Estas estaciones se han incluido entre las biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma, por la escasa o nula presencia de algas, hecho que determina que la casi totalidad de la biomasa presente sea animal.

La estación V6 se caracteriza por presentar una parte del recorrido constituido por sedimento detrítico que se puede incluir en la biocenosis MC451, y otra parte donde predomina el sustrato rocoso. En la parte rocosa se ha encontrado una fauna diferente respecto a las estaciones descritas anteriormente, aunque la biomasa sigue siendo casi exclusivamente animal.

En la parte donde el sustrato blando predomina, se ha detectado la presencia del coral blando *Veretillium cynomorium*, que así confirma su capacidad de poder colonizar diferentes tipos de sustratos blandos, con un cierto porcentaje de finos.

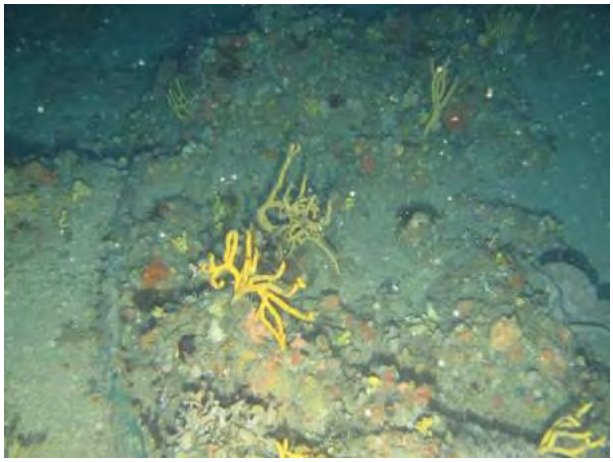
Aspecto de la parte sedimentaria de la estación V06 con *Veretillium cynomorium*

Por otro lado, la parte rocosa de la estación V06 se caracteriza por la presencia de varias especies de esponjas que colonizan el sustrato rocoso disponible.

Entre las especies más frecuentes observadas en el recorrido, destacan las *esponjas Axinella polypoides* y *Spongia lamella,* ambas incluidas en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aspecto de la estación V06. Parte rocosa con dominancia de *Axinella polypoides* y presencia de *Spongia lamella*



La estación V07, se localiza a 90 metros de profundidad. Como en el caso anterior una parte del transecto se puede incluir entre los sustratos blandos circalitorales y concretamente entre la biocenosis MD55 (arenas del circalitoral profundo mediterráneo), que se caracteriza por la escasez de epifauna, con la excepción de algún ejemplar aislado de *Veretillium cynomorium*..

Aspecto de la estación V07- Parte con sustrato blando y *Veretillium cynomorium*

La parte rocosa, que constituye en la zona examinada unos enclaves, se caracteriza, por presentar una elevada diversidad de esponjas, tanto incrustantes como erectas. Entre las erectas destacan las especies *Axinella polypoides* y *Verongia aerophoba*, esta última incluida en el Libro Rojo de los invertebrados de Andalucía. Como en las anteriores estaciones no se observa recubrimiento vegetal evidente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Entre las gorgonias se ha detectado la presencia de *Eunicella verrucosa* y *Ellisella paraplexauroides* (incluida recientemente, 2019, en el Listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de especies amenazadas).

Especies del anexo II de la Directiva Hábitats

Flora

Ninguna de las especies de flora objetivos de conservación o de interés para el espacio LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho han sido identificadas en las campañas marinas en las zonas atravesadas por el proyecto bordeando este espacio Red Natura 2000.

Fauna

En la zona afectada por el proyecto en su zona bordeando al LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho no se han identificado ninguna de las dos especies de interés sésiles objetivo de conservación de este espacio RN 2000 como son el coral anaranjado *Astroides calycularis* ni el molusco gasterópodo *Dendropoma petraeum.*

Por su parte, las restantes especies objetivo de conservación o de interés que motivaron la declaración de este espacio (tortuga boba, marsopa común, delfín mular y delfín común son coincidentes a las ya descritas para el caso de la ZEC Estrecho Oriental siendo su distribución y poblaciones ya descritas en el apartado 8.3.1.2, donde se ha caracterizado la presencia de estas especies en el conjunto del Estrecho de Gibraltar.

En el caso de la marsopa común, debe considerarse ausente del espacio y su entorno según la última información global de la especie a pesar de que inicialmente fue incluida en el Formulario Normalizado de Datos del espacio como especie con presencia muy rara en el lugar y población desconocida.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.3.2.3 Efectos del proyecto sobre los objetivos de conservación del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho

Efecto sobre los hábitats

En la línea de lo expresado anteriormente, no se producirá afección sobre ningún hábitat objetivo de conservación dentro del espacio RN 2000 al no atravesar ninguno de los dos cables proyectados este enclave.

En el entorno del LIC, sin embargo, si se producirá afección sobre el HIC 1170. En la siguiente tabla se reflejan las afecciones a las comunidades cuyas características ecológicas son asimilables a la del HIC 1170 arrecifes.

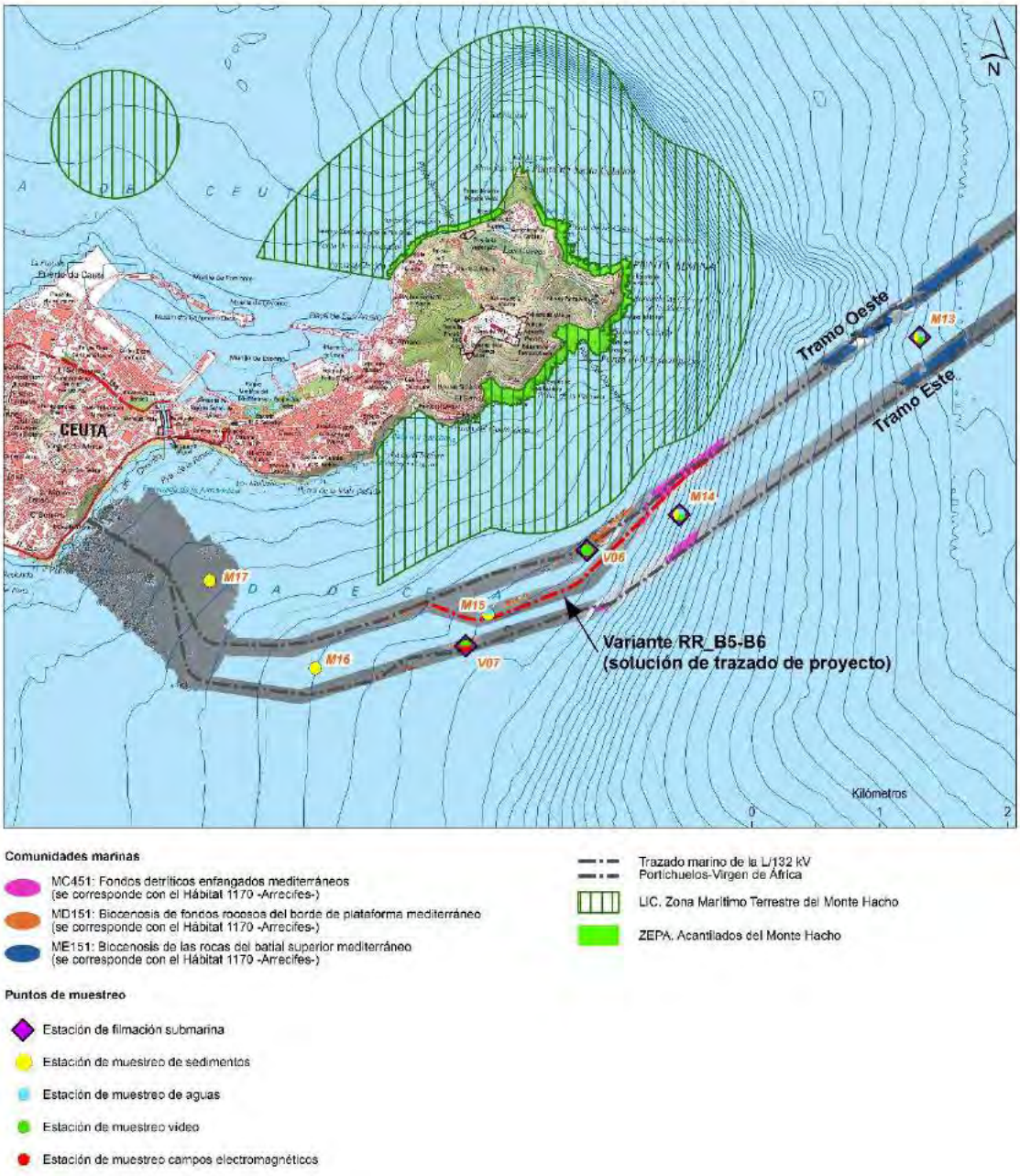
Afección de los cables a las comunidades asimilables al HIC 1170 en el entorno del LIC Zona Marítimo - Terrestre Monte Hacho

Cable	Comunidad	Longitud (m)
Este	MC451	333
Este	MD151	76
Este	ME151	554
Oeste (variante RR B5-B6)	MC451	738
Oeste	MD151	57
Oeste	ME151	1.050
TOTAL		**2.808**

Fuente: Elaboración propia

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Afección al HIC 1170 arrecifes en el entorno del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho

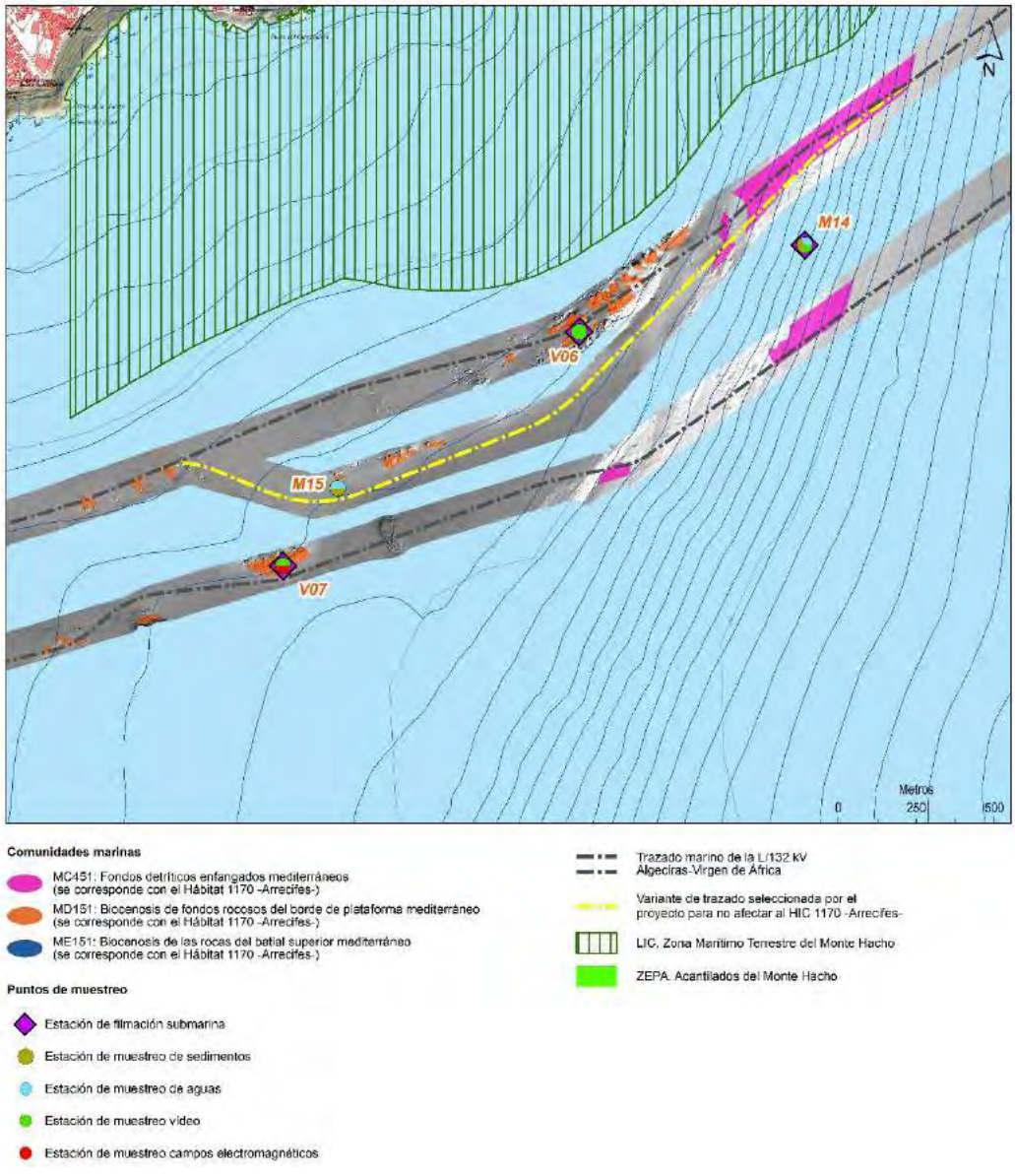


Las distancias mínimas de estas afecciones se producen a unos 220 m del borde exterior del LIC. Sin embargo, las afecciones más significativas sobre el HIC 1170, en cuento al valor de la comunidad afectadas y también la mayor longitud de tramo afectado se producen sobre la biocenosis ME151, definido como biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo, correspondiente a la zona situada al este de la ZEC. Esta afección se producirá a lo largo de unos 1.600 m y a una distancia del LIC mínima de 800 m en el caso del cable oeste y de 1.380 m en el caso del cable este.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Por otro lado, con el objeto de minimizar la afección a esta zona de HIC 1170 en el entorno del LIC se ha llevado a cabo dentro de las campañas geofísica de MMT y ambiental de Tecnoambiente un estudio de una variante de trazado (RR B5-B6) que discurre totalmente sobre la comunidad MC55 arenas circalitorales mediterráneas y que ha sido finalmente la solución de trazado seleccionada para el cable oeste de manera que se evita afectar a las formaciones del MD151 (Biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo) localizadas en el entorno de la estación de muestreo V6, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

Variante de trazado para evitar propuesta como medida preventiva para evitar la afección sobre HIC 1170 (MD151 biocenosis de fondos rocosos del borde de plataforma mediterráneo)



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Efectos sobre las especies de flora

No se encuentran presentes ejemplares de especies de la flora considerados objetivo de conservación de esta ZEC en la zona afectada por el proyecto ni en su entorno inmediato, por lo que se valora el efecto sobre las mismas como no significativo.

Efectos sobre las especies de fauna

En la zona afectada por el proyecto en su zona bordeando al LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho no se han identificado ninguna de las dos especies de interés sésiles objetivo de conservación de este espacio RN 2000 como son el coral anaranjado *Astroides calycularis* ni el molusco gasterópodo *Dendropoma petraeum* por lo que la instalación de los dos cables no generará ninguna afección sobre los mismos.

En relación con la potencial afección del proyecto sobre los cetáceos y quelonios objetivo de conservación o de interés para el LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho (tortuga boba, delfín mular y delfín común) las potenciales afecciones serán similares y del mismo orden a las ya expuestas para el caso del ZEC Estrecho Oriental entendiendo el comportamiento de estas especies a una escala del conjunto del Estrecho de Gibraltar.

Por tanto, estas especies no van a recibir en fase de explotación de la línea a 132 kV Algeciras-Ceuta ningún tipo de impacto. Los impactos se van a limitar a la fase de construcción y van a guardar relación con los riesgos de colisión contra el barco cablero y las embarcaciones auxiliares de obra durante la construcción de la zanja y el enterrado/protección del cable y, por otro lado, los impactos sobre las especies de cetáceos van a resultar de los aumentos del ruido submarino.

La argumentación de ambos impactos ha sido desarrollada para el caso del análisis de los efectos del proyecto sobre las especies objetivo de conservación de la ZEC Estrecho Oriental y, concluyen de la misma manera que para el caso del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho señalando que no se considera significativo el riesgo de colisión o accidentes de estas especies siempre que se apliquen las medidas preventivas señaladas (Minimización de la velocidad en los tránsitos de las embarcaciones, vigilancia activa de presencia de especies para alertas de la necesidad de cambios de rumbo o reducciones de velocidades y protecciones de las hélices de las embarcaciones auxiliares).

Para el caso de las afecciones por ruido, se concluye, al igual que para el caso de la ZEC Estrecho Oriental que las afecciones no serán significativas considerando, además, que se

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

aplicarán todas las buenas prácticas posibles dirigidas a minimizar el ruido generado durante las obras.

Por último, debido a que el trazado proyectado es en submarino y soterrado en Ceuta no se afectará a las aves marinas de interés para este espacio de la misma forma que al no discurrir el trazado dentro del LIC ni fuera de este afectando acantilados ni paredones se afectará a las aves de hábitos rupícolas que encuentran en el Monte Hacho sus condiciones idóneas para la nidificación e invernada como es el caso de *Falco peregrinus*, *Falco tinnunculus*, *Ptyonoprogne* rupestris y *Monticola solitarius*, entre otras.

Se concluye por tanto la ausencia de afecciones significativas sobre las especies faunísticas, objetivo de conservación o de interés para el LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho.

Efectos sobre la integridad del lugar Red Natura

La integridad de un lugar Red Natura se vincula al mantenimiento de las relaciones y procesos ecológicos de los que dependen los objetivos de conservación de dicho lugar.

El proyecto analizado no incluye acciones que afecten directamente a los HIC objetivo de conservación de este espacio dentro del mismo. Del mismo modo estos ni las especies objetivo de conservación se verán afectadas resultado de una disminución de la calidad de las aguas marinas por la presencia de los barcos cablero y de protección dada la baja probabilidad de que se produzca un vertido accidental y dado que siempre se llevarán a cabo las medidas preventivas y se cumplirán las restricciones MARPOL.

Además, en el marco del presente proyecto Tecnoambiente (ver anexo 2 del EIA para mayor detalle) ha realizado la simulación de la dispersión de turbidez asociada a la excavación de las zanjas en el lecho marino para el tendido de los cables eléctricos entre La Línea de la Concepción y Ceuta.

El cuarto de los puntos de estudio seleccionados coincide con la zona de trazado bordeando por el sur el LIC Zona Marítimo – Terrestre del Monte Hacho.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Punto de simulación de la dispersión de turbidez asociada a la excavación de la zanja en el entorno del LIC

Las conclusiones extraídas del análisis de los resultados obtenidos es que las concentraciones alcanzadas son inferiores a 4 mg/l en la zanja, y dentro del LIC no se llega a 1 mg/l, aunque dura bastantes horas en valores superiores a 0.

Además, la calidad tanto del sedimento como de las aguas en toda la zona de estudio es en general buena por lo que no es previsible que la re-suspensión del sedimento genere efectos negativos en la calidad química del agua. De la misma manera, el nivel de materia orgánica del sedimento es también moderado, por lo que la contribución a los niveles de eutrofización de la zona será limitada.

Por otro lado, la mera presencia de la línea eléctrica submarina en el medio natural no tiene capacidad para inducir efectos barrera que puedan repercutir sobre la disponibilidad del hábitat para las especies objetivo de conservación distribuidos el LIC y su entorno, ni a su capacidad de dispersión y restablecimientos en zonas potencialmente recuperables, de forma que no repercute apreciablemente sobre la conectividad ecológica interior o exterior del LIC.

Se concluye que el proyecto en su conjunto no tiene entidad para afectar de forma apreciable a la integridad del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho por alteración de las relaciones ecológicas de las que depende el buen estado de sus objetivos de conservación.

Efectos sinérgicos

Para la valoración de los efectos sinérgicos del proyecto se considera si este refuerza las causas de degradación o amenazas sobre los objetivos de conservación del espacio, en este caso, identificadas de entre las del formulario de la Red Natura o en los instrumentos de gestión, o si potencia los efectos negativos identificados para otras instalaciones o proyectos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El documento preliminar del LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho incluye un listado de presiones y amenazas en el espacio siguiendo el Listado Estandarizado de la Comisión Europea de Presiones y Amenazas actualizado a fecha de 07/05/2018. Estas se recogen en el siguiente listado:

- Desarrollo y funcionamiento de sistemas de transporte (carreteras, pistas, vías de tren etc.).
- Tráfico marítimo en la bahía norte.
- Desarrollo y construcción y uso de áreas e infraestructuras residenciales, comerciales y recreativas.
- Riesgos geológicos asociados a avenidas e inundaciones, deslizamientos y caídas de rocas, temporales, tsunamis y ascenso del nivel del mar.
- Incendios forestales y degradación de la cubierta vegetal.
- Extracción y cultivo de recursos biológico (diferentes de agricultura y selvicultura).
- Especies exóticas y especies nativas problemáticas.
- Actividades relacionadas con el ocio (pesca deportiva, buceo, tránsito de embarcaciones recreativas.

Como ya se ha expuesto, la construcción y funcionamiento de las instalaciones proyectadas no representará ningún efecto que solape, desencadene o refuerce las anteriores amenazas (los riesgos de colisión y contaminación acústica se han considerado como no significativos aplicando las medidas establecidas), ni dentro de la ZEC, ni en su entorno inmediato, por lo que se concluye la ausencia de efectos sinérgicos del proyecto sobre la ZEC Estrecho Oriental.

La introducción de especies exóticas es una de las amenazas que constan en el plan de gestión del Espacio RN2000 Monte Hacho en Ceuta. Durante los trabajos de campo para el censo de la especie protegida *Patella ferruginea* se detectó el alga invasora *Caulerpa cylindracea* en el mediolitoral de Ceuta y son conocidos los efectos perniciosos sobre la biodiversidad, turismo, etc. que genera el alga invasora *Rugulopteryx okamurae* en la ciudad autónoma que está desplazando otras especies invasoras como *Asparagopsis arnata* y *Asparagopsis taxiformis*, Dado su amplio rango batimétrico de distribución (está presente hasta más de 40 m de profundidad) no solo afecta a las algas fotófilas sino también a esciáfilas, al precoralino y al coralino.

En este sentido, los barcos cableros pueden llevar hasta 4000 m^3 de agua de lastre. Un estudio realizado en un buque carguero japonés reveló que en las aguas de lastre contenía 367 especies (M.García, CSIC, en ponencia).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Debido a la vulnerabilidad del Mediterráneo a este aspecto, y al hecho de que está expresamente contemplado en el plan de gestión de la RN 2000 del Monte Hacho, se considera un efecto potencialmente significativo por lo que se dará cumplimiento al sistema de gestión de aguas de lastre de la International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM Convention).

8.3.2.4 Cumplimiento de las determinaciones del Plan de Gestión

El Plan de Gestión del LIC Zona Marítimo –Terrestre del Monte Hacho únicamente cuenta con un documento preliminar de plan de gestión en el que se ha llevado a cabo la caracterización ambiental y socioeconómica y se han identificado y diagnosticado los elementos clave del espacio RN2000, no existiendo aun una normativa o regulación de usos o actividades.

8.3.3 Efectos del proyecto sobre la coherencia ecológica de la Red Natura 2000

La coherencia ecológica de la Red Natura depende del mantenimiento de la integridad de los espacios que la componen y de la conectividad ecológica entre los mismos. En este sentido, todos los espacios de la Red Natura 2000 del entorno del proyecto representan un eslabón clave en el mantenimiento de esta coherencia, al permitir la conectividad ecológica entre el mar Mediterráneo y el Océano Atlántico y entre Europa y África.

En la media que el proyecto analizado tuviera capacidad para afectar a la integridad de estos espacios, podría concluirse la existencia de una afección apreciable sobre la coherencia ecológica de la Red Natura 2000.

En los apartados anteriores se ha puesto de manifiesto que el proyecto no generará afecciones apreciables sobre los objetivos de conservación de los espacios Red Natura, ya sea de forma directa o indirecta o por posibles efectos sinérgicos con otras instalaciones.

El carácter temporal de las obras y la mera presencia de la línea eléctrica a 132 kV Algeciras – Virgen de África no tienen capacidad para disminuir la conectividad entre los mares y continentes citados ni entre los espacios de la Red Natura 2000 situadas a uno y otro lado del Estrecho, así como en la propia zona marina del mismo como es la ZEC Estrecho Oriental. El proyecto planteado no restringe en grado alguno la función de los espacios RN 2000 como corredores ecológicos y físicos naturales de dispersión, ni contribuye a potenciar de forma apreciable los efectos de otras amenazas reconocidas por los instrumentos de gestión.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El proyecto no afectará a los hábitats objetivo de conservación de estos espacios y, por tanto, al estado de conservación de los mismos, ni tampoco de las especies objetivo de conservación de todos los espacios, en particular aquellas que tienen poblaciones en los mismos o para los que estos suponen en mayor o menor medida el límite de su área de distribución.

La reflexión anterior es igualmente aplicable a la conectividad entre espacios marinos y terrestre forestales no incluidos en la Red Natura, y de estos con aquella, en tanto que las acciones sobre los fondos marinos y las zonas forestales en la zona terrestre de Cádiz (en Ceuta el proyecto se implanta en soterrado bajo callejero urbano) previstas tendrán una magnitud muy limitada, al plantearse la L/132 kV en soterrado a lo largo de un camino existente cuyas bordes son desbrozados periódicamente como medida preventiva ante incendios forestales por lo que la afección sobre formaciones naturales va a ser muy limitada y en todo caso al margen de espacios naturales protegidos. De esta forma se mantendrá la tónica dominante en la estructura de las formaciones naturales actuales, por lo que no representarán las acciones del proyecto una merma de las condiciones de conectividad ni un aumento de la fragmentación en los hábitats terrestres.

La conectividad entre los distintos espacios de la Red Natura o sectores de estos no afectados directamente por el proyecto, no se verá comprometida en medida alguna; la línea eléctrica proyectada (soterrada y submarina), ni las dos subestaciones tienen capacidad para inducir efectos barrera que repercutan en la capacidad de desplazamiento ni sobre la disponibilidad de hábitat de las especies objetivo de conservación, de forma que no repercute apreciablemente sobre la conectividad ecológica interior o exterior de los espacios de la Red Natura.

Se puede concluir por tanto que el proyecto no tiene capacidad por sí mismo de disminuir de forma apreciable la conectividad ecológica entre los espacios protegidos existentes en su entorno, ni entre estos ni entre las zonas marinas ni espacios forestales externos a los mismos, y, por lo tanto, de afectar a la coherencia ecológica de la Red Natura 2000.

8.4 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

En relación con las posibles afecciones del proyecto sobre los objetivos de conservación de la Red Natura, el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto recoge las siguientes medidas preventivas y correctoras, entre otras, que inciden o guardan relación con los espacios RN2000 y sus objetivos de conservación que se verán afectados directa o indirectamente por el proyecto, en este caso por el trazado marino de la L/132 kV Algeciras-Virgen de África.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.4.1 Medidas en la fase de diseño

Se detallan a continuación las principales medidas en la fase de diseño de las soluciones del proyecto en relación a los espacios RN2000 del entorno:

- Se ha realizado un Documento Inicial de Proyecto para el pronunciamiento de las administraciones y organismos interesados en el que incluyó un análisis de alternativas para un territorio que englobaba todo el territorio sur del conjunto del Estrecho de Gibraltar con el objeto de seleccionar el área más favorable para la implantación del proyecto en la parte de Cádiz conjugando esta situación con la necesidad de conexión submarina con Ceuta. Fruto de este análisis se consideró, y así quedo refrendado en la respuesta a las consultas previas del DIP, como solución más favorable para la conexión con Ceuta la conexión a través de la playa de la Hacienda.
- De esta manera se ha evitado la afección a los espacios RN2000 ZEC y ZEPA Los Alcornocales y ZEC y ZEPA Estrecho por los elementos de proyecto en la zona de Cádiz.
- Resultado del análisis de alternativas del EIA se evitado igualmente la afección directa por los elementos del proyecto necesarios en la zona de Ceuta a los espacios RN 2000 en Ceuta: LIC y ZEPA Calamocarro-Benzú, ZEPA Acantilados del Monte Hacho y LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho.

En el caso del trazado marino para la L/132 kV Algeciras-Virgen de África, se ha considerado el espacio ZEC Estrecho Oriental como uno de los principales condicionantes en el planteamiento del trazado entre la playa de la Hacienda y Ceuta. Además, se ha considera todo el conocimiento adquirido en la campaña marina llevada a cabo por CEIMAR en las aguas someras de la Línea de la Concepción, Ceuta Norte y Ceuta Sur.

Unido a esto se han tenido en cuenta otros condicionantes geomorfológicos de primer orden como en la zona como (cañones del Guadiaro, La Línea y Ceuta, y abanicos deltaicos asociados a los mismos, talud continental muy abrupto en el frente norte de Ceuta etc…). Estos han limitado en gran medida las opciones de corredores para los 2 cables marinos proyectados en paralelo, teniendo en cuenta, además, que estos deben diseñarse separados a una distancia de 1,5 veces la profundidad hasta una distancia de 750 m con el objeto de evitar riesgos de rotura de los dos circuitos simultáneamente y poder reparar el que se averíe en condiciones seguras de operación y distancia con el segundo cable.

Debido a esto se han planteado soluciones de trazado tanto afectando a la ZEC Estrecho Oriental como no afectando a la misma. Soluciones de trazado que han sido objeto de sendas campañas marinas (geofísica y ambiental) en las que se ha comprobado que las comunidades bentónicas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

afectadas por las alternativas no se corresponden a HIC objetivo de conservación (HIC 1110 ni HIC 1170) siendo las zonas de las alternativas atravesadas de naturaleza similar y propia de sustratos blandos rápidamente recuperables.

Resultado de esta similar afección dentro y fuera del espacio ZEC, el proyecto ha optado por el trazado afectando puntualmente a la ZEC debido a las mejores condiciones constructivas del trazado al estar más alejado del cañón del Guadiaro, en el caso del primer tramo, y por mantenerse al margen de una zona de ladera submarina (drift) en la zona central y más profunda del Estrecho, en el segundo caso.

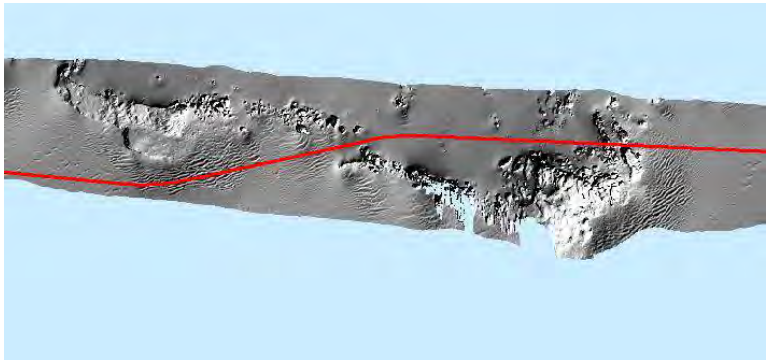
8.4.2 Medidas en la fase de proyecto

- Se han llevado a cabo campañas geofísicas y ambientales a lo largo de los trazados de proyecto con anchuras de 160 m de pasillo para poder tener pleno conocimiento de los fondos y diseñar dentro del mismo el mejor trazado posible.
- A pesar de diseñarse los puntos de aterraje fuera de las zonas RN2000 se plantea como medida preventiva las realizaciones de perforaciones horizontales dirigidas en el paso tierra mar. De esta manera en el caso del aterraje en Cádiz se evita la afección al HIC 1110 Bancos de arena mientras que en la zona de Ceuta se evita la afección al HIC 1170 Arrecifes, así como a las poblaciones de *Patella ferruginea* asentadas en el espigón del aparcamiento de la playa del Chorrillo.
- Con el objeto de minimizar la afección al HIC 1170 en el entorno del LIC Zona Marítimos Terrestre del Monte Hacho se ha llevado a cabo dentro de las campañas geofísica de MMT y ambiental de Tecnoambiente un estudio de una variante de trazado (RR B5-B6) que ha sido finalmente la solución de trazado seleccionada para el cable oeste.
- Mediante el mircrorouting se ha evitado o minimizado donde ha sido posible la afección a aquellas zonas de mayor valor ecológico como por ejemplo los afloramientos rocosos en los que hay el hábitat ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo, o MC151: Biocenosis de coralígeno, conformantes en ambos casos del HIC 1170.

En este caso aun fuera de los espacios RN2000 mediante esta técnica se ha minimizado la afección al HIC 1170 en las proximidades de la ZEC Estrecho Oriental como se muestra en la siguiente imagen.

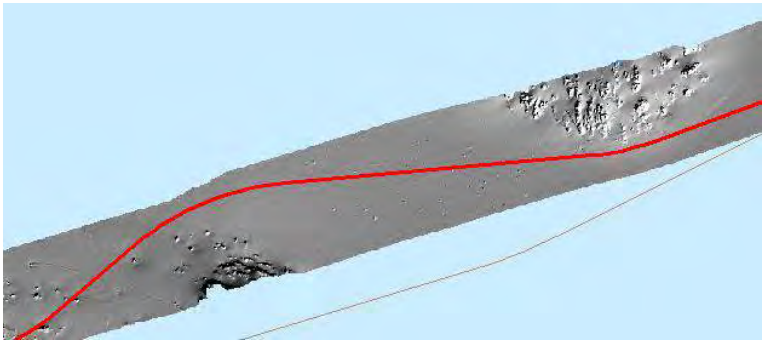
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Micro-routing del cable oeste para evitar afloramientos rocosos al norte de la ZEC Estrecho Oriental



Y se ha minimizado también al sur del LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho tal u como se muestra en la siguiente imagen.

Micro-routing del cable circuito este para evitar afloramientos rocosos al sur del LIC Monte Hacho



8.4.3 Medidas en la fase de construcción

En relación con la prevención de accidentes con cetáceos y tortugas

- Durante los tránsitos, el barco cablero y las embarcaciones auxiliares empleadas en la operativa, como el barco que realiza la protección se desplazarán a baja velocidad.
- Se mantendrá siempre una vigilancia activa para avistar cetáceos durante la navegación. En caso de que se avisten especies lentas (rorcuales u otras ballenas) en rumbo de colisión se llevará a cabo una maniobra para esquivarlos.
- Las embarcaciones auxiliares a utilizar (para el despliegue del cable, flotadores, asistencia a buzos, etc.) tendrán las hélices dotadas de protectores para evitar accidentes con la fauna.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En relación con la afección del ambiente acústico submarino y efecto sobre los cetáceos

Se aplicarán las buenas prácticas recogidas en las *Guidelines for the reduction of underwater noise from comercial Shipping to adress adverse impacts on marine life (IMO Abril 2014).*

Entre otras:

- Se planificará en tendido del cable de manera que dure el menor tiempo posible.
- Durante los tránsitos el barco irá a baja velocidad, y en todo caso siempre por debajo de la velocidad de cavitación de las hélices. Se evitarán aceleraciones bruscas.
- Tanto el casco como la maquinaria estarán correctamente mantenidos.
- No se llevarán a cabo actividades ruidosas, como por ejemplo voladuras de rocas.
- Se dimensionarán los medios a utilizar para que sean los menos ruidosos posible. Se evitará la utilización de medios sobredimensionados en peso, potencia o capacidad.
- Si es posible, se iniciarán las tareas de enterramiento del cable a baja intensidad (baja velocidad, baja presión de agua en el caso de jetting, poca potencia de la zanjadora en caso de trenching), para ir aumentando la intensidad paulatinamente. Con esto se pretende dar tiempo a los animales sensibles al ruido a abandonar la zona antes de llegar al nivel máximo de ruido.

En relación con la afección a comunidades bentónicas

Además de las comentadas técnicas seleccionadas en fase de proyecto como medidas preventivas para minimizar la afección sobre los fondos bentónicos de mayor valor (perforación horizontal dirigida y microrouting), donde técnicamente no se puedan evitar las zonas rocosas el cable se protegerá mediante técnicas alterativas al rock dumping o colchones de hormigón como por ejemplo con protecciones de hierro (iron cast shells) o de materiales plásticos.

Además, se recomienda realizar una caracterización del fondo marino de detalle (pre-laying survey) antes del tendido del cable para confirmar la cartografía bionómica de la zona, especialmente en las comunidades ME151: Biocenosis de las rocas del batial superior mediterráneo y diseñar un micro-routing para evitar impactarlas debido a su elevado valor ecológico

En relación con la afección a la calidad de las aguas por posibles vertidos

El barco cablero y el de protección del cable cumplirán con las restricciones MARPOL por lo que refiere a prevención del vertido de sustancias oleosas (MARPOL I), vertido de sustancias

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

peligrosas (MARPOL II), vertido de aguas grises y negras (MARPOL IV) y vertido de residuos (MARPOL VI).

Además, se tendrá en cuenta que el Mediterráneo es un área especial MARPOL y por tanto sujeto a especiales medidas de prevención de vertidos por lo que refiere a los anexos MARPOL I y V: sustancias oleosas y vertido de residuos.

No se producirá ningún vertido intencionado de ninguna sustancia oleosa o peligrosa al medio durante la estancia del barco cablero en la zona del proyecto.

Las descargas de aguas grises y negras quedan prohibidas a no ser que se cumplan estos requisitos:

- Aguas residuales trituradas y desinfectadas: al menos a 3 millas náuticas de la costa más próxima.
- Aguas residuales no trituradas o desinfectadas: al menos a 12 millas náuticas de la costa más próxima.
- Las aguas residuales que se hayan almacenado en tanques de retención deberán descargarse a una tasa moderada cuando el buque esté en ruta y navegue a no menos de 4 nudos (la velocidad de descarga deberá ser aprobada por la Administración teniendo en cuenta las normas elaboradas por la Organización Marítima Internacional (IMO).
- El buque tiene en funcionamiento una planta de tratamiento aprobada que ha sido certificada por la Administración.

El barco estará en perfectas condiciones de navegabilidad y llevará a cabo todas las acciones necesarias para evitar accidentes como colisiones o varamientos.

- Vigilancia activa de la navegación, visual por radar y AIS
- Disposición de cartas náuticas actualizadas
- Estudio de la ruta y posibles peligros para la navegación
- AIS y radar conectado en todo momento e indicando buque con maniobra restringida.
- Contacto con radio con las autoridades de tráfico del Estrecho, capitanía Marítima de Algeciras y Ceuta y con los otros buques de la zona

El barco dispondrá de un plan de emergencia que incluya el vertido de grandes cantidades de hidrocarburos por accidente grave, ya sea colisión, hundimiento o incendio. Se dispondrá de los

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

medios humanos (equipos de intervención), materiales y organizativos (formación, simulacros, etc.) para que los protocolos de emergencia se apliquen correcta, segura y eficazmente.

En caso de que el incidente no pueda ser controlado por medios propios se contactará inmediatamente por radio con las autoridades para que movilicen los medios anticontaminación (barreras, absorbentes, etc.) que consideren necesarios. Se colaborará en todo momento con las autoridades facilitando de manera inmediata información veraz y relevante sobre el tipo de accidente, tipo y cantidad de productos involucrados, etc.

Se dará cumplimiento a la International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation (OPRC) por lo que refiere a comunicación en caso de accidente, medios anticontaminación y los simulacros de accidente.

En relación con la afección a la calidad de las aguas durante la excavación de la zanja

Debido la buena calidad general del agua y del sedimento en el entorno de la ZEC Estrecho Oriental y el LIC Monte Hacho, unido a la relativa poca presencia de finos en el sedimento no hace prever una disminución importante de la calidad de las aguas. Además, la distancia a hábitats sensibles, como por ejemplo el coralígeno en el LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho hacen que no se prevean efectos negativos para estos organismos.

En todo caso, si se observase excesiva turbidez en las aguas y que la pluma afecta hábitats sensibles, se instalarían pantallas anti-turbidez en aquellos tramos de la zanja en que fuese necesario.

También se evaluaría utilizar técnicas de excavación de la zanja que generen menos turbidez, por ejemplo, sustituir el *jetting* por *ploughing.*

En relación con la introducción de especies invasoras

El barco dará cumplimiento al sistema de gestión de aguas de lastre de la International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM Convention), incluyendo como mínimo las siguientes prescripciones (Estándar D1):

- Evitar o minimizar la descarga de aguas de lastre, y si es técnicamente imprescindible. hacerlo en zonas lo más alejadas de la costa para reducir la supervivencia de posibles especies invasoras.
- Estar en posesión de un plan de gestión de aguas de lastre.
- Llevar un registro de todo el intercambio de agua de lastre que se lleva a cabo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Estar en posesión del Certificado Internacional de gestión de las aguas de lastre.

Y en función del año de construcción del buque cablero también;

- Dará cumplimiento a los valores máximos de organismos presentes en el agua de lastre descargada. (Estándar D2).

8.4.4 Medidas en la fase de funcionamiento

- No se esperan impactos ni en la ZEC Estrecho Oriental ni en el LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho, por lo que no son necesarias medidas especiales de prevención y corrección de impactos más allá de las medidas asociadas a la presencia del cable y que son las habituales del sector de la pesca y navegación.

- En el caso de que fuera necesario alguna reparación de los cables se tomarán las medidas preventivas y correctoras señaladas en fase de construcción.

8.5 VALORACIÓN GLOBAL DE LA INCIDENCIA DEL PROYECTO SOBRE LOS OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN DE LOS ESPACIOS DE LA RED NATURA

En el cuadro siguiente se sintetiza la valoración de los efectos del proyecto sobre los espacios Red Natura 2000; se valora la incidencia sobre sus objetivos de conservación (hábitats y especies) así como sobre su coherencia ecológica, y se realiza una valoración global de la incidencia del proyecto sobre el espacio, considerando la efectividad de las medidas protectoras y correctoras descritas.

Síntesis de efectos del proyecto sobre los objetivos de conservación de los espacios Red Natura

Espacio	Afección	Incidencia sobre hábitats de interés	Incidencia sobre especies	Incidencia sobre coherencia ecológica	Valoración global de los efectos sobre el espacio
ZEC Estrecho Oriental	Directa	No significativa	No significativa	No significativa	No apreciable
LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho	Indirecta	No significativa	No significativa	No significativa	No apreciable

Fuente: Elaboración propia, 2021

Para realizar esta valoración se sigue parcialmente el esquema metodológico propuesto en los distintos documentos de referencia del Ministerio de Medio Ambiente ("Directrices para la elaboración de la documentación ambiental necesaria para la evaluación de impacto ambiental de proyectos con potencial afección a la Red Natura 2000", "Evaluación ambiental de proyectos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

que puedan afectar a espacios de la Red Natura. Criterios - guía para la elaboración de la documentación ambiental" "*Guía Interpretativa para la Aplicación de Medidas Compensatorias*", que pretende determinar mediante una lista de chequeo la existencia de afecciones.

La valoración se realiza a partir de las siguientes conclusiones alcanzadas:

- Las instalaciones proyectadas solo afectan directamente a la ZEC Estrecho Oriental e indirectamente al LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho.
- No se produce afección directa, dentro de los espacios RN2000 sobre los hábitats de interés comunitario objetivo de conservación de estos espacios.
- La afección sobre HIC fuera de los mismos en zonas cercanas se limita a:

    - Unos 102 m de zanja (entre 0,20 y 0,25 m de anchura) del cable oeste sobre HIC 1170 Arrecifes a unos 150 m del límite exterior norte de la ZEC Estrecho Oriental, y unos 290 m de zanja del cable este sobre este mismo HIC 1170 a unos 460 m del límite exterior norte de la ZEC Estrecho Oriental.
    - Unos 2.800 m de zanja sobre el HIC 1170 Arrecifes a una distancia del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho mínima de 800 m en el caso del cable oeste y de 1.380 m en el caso del cable este.

- No se han identificado ejemplares de especies de la flora considerados objetivo de conservación de las dos ZEC marinas en la zona afectada por el proyecto ni en su entorno inmediato.
- En relación con la afección a las especies de cetáceos y reptiles objetivos de conservación de los dos espacios RN2000 marinos no se considera significativo el riesgo de colisión o accidentes de estas especies siempre que se apliquen las medidas preventivas señaladas (Minimización de la velocidad en los tránsitos de las embarcaciones, vigilancia activa de presencia de especies para alertas de la necesidad de cambios de rumbo o reducciones de velocidades y protecciones de las hélices de las embarcaciones auxiliares).
- El proyecto no tiene entidad para afectar de forma apreciable a la integridad del LIC Zona Marítimo Terrestre del Monte Hacho ni de la ZEC Estrecho Oriental por alteración de las relaciones ecológicas de las que depende el buen estado de sus objetivos de conservación.
- Se descartó cualquier tipo de incidencia indirecta sobre otros espacios de la Red Natura 2000 dada la distancia existente con el proyecto y otros factores biofísicos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9 PROPUESTA DE MEDIDAS COMPENSATORIAS

Las medidas compensatorias en el marco de la evaluación de actuaciones sobre la Red Natura 2000 deben consistir en medidas específicas orientadas a los inevitables efectos asociados a dichas actuaciones cuando se considera que estas deben ser ejecutadas por razones ineludibles relacionadas con el interés público. Su objetivo debe ser asegurar la coherencia global de la Red Natura proporcionando una compensación adecuada a los efectos negativos producidos.

Para garantizar que la coherencia global de la Red Natura 2000 es preservada, las medidas compensatorias propuestas para una actuación deben contribuir a la conservación de hábitats o especies de interés comunitario y ser proporcionales a los efectos generados, facilitando las funciones ecológicas por las que el lugar afectado fue incluido en la Red Natura.

Se considera que las medidas compensatorias deben ser aplicadas en proximidad del área afectada, de cara a potenciar su éxito en la protección de la coherencia de la Red y ejecutadas con anterioridad al comienzo de la actuación que las motiva, de forma que el efecto de compensación sea máximo.

Estas medidas compensatorias pueden consistir en una o más de las siguientes:

- restauración o mejora dentro de lugares Red Natura: restauración del hábitat hasta asegurar el mantenimiento de su valor de conservación o mejora del hábitat restante en proporción a la pérdida causada;
- recreación de un hábitat fuera de un lugar Red Natura o ampliando un lugar existente, para su posterior incorporación a la Red;
- designación de un nuevo lugar para su incorporación a la Red Natura.

En el caso del proyecto analizado se concluye la ausencia de afecciones apreciables sobre los objetivos de conservación de las ZEC y ZEPA de su entorno, ya sean directas, indirectas o sinérgicas, y se considera que el proyecto no afecta a la coherencia global de la Red Natura, por lo que no está justificada la adopción de medidas compensatorias.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10 PROPUESTA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL EN EL MARCO DE LA RN2000

El programa de seguimiento y vigilancia de los efectos del proyecto sobre la Red Natura 2000 se enmarcará en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) del proyecto que se desarrolla en el Estudio de Impacto Ambiental (Memoria Volumen II).

Las presentes propuestas de vigilancia ambiental se plantean para abarcar tanto la fase de construcción como la fase de funcionamiento de las instalaciones con especial atención al medio marino por ser este el medio en el que, como se ha expuesto, se esperan afecciones directas e indirectas sobre los espacios RN2000.

10.1 VIGILANCIA AMBIENTAL EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN EN MEDIO TERRESTRE

Básicamente se llevarán a cabo dos tipos de controles durante la ejecución del PVA en la fase de construcción de los elementos terrestres:

- Controles sobre el estado de los elementos ambientales que puedan verse afectados por las obras.
- Controles sobre distintos aspectos de las propias obras.

Para la realización de los controles se llevarán a cabo, por parte del equipo de vigilancia y seguimiento ambiental, estudios, muestreos y análisis sobre los distintos factores del medio y aspectos a vigilar, con el fin de cuantificar las actuaciones realizadas y afecciones detectadas. Se establecerá, por tanto, un sistema de controles basado en la comparación de las situaciones anteriores y posteriores a cada intervención, de forma que sea posible conocer la evolución de cada factor del medio o proceso susceptible de verse afectado en cada momento de la fase de obras.

Para la realización de los controles se recurrirá al empleo de indicadores que podrán ser de dos tipos:

- Indicadores de realizaciones, que miden la aplicación y ejecución efectiva de las actuaciones.
- Indicadores de eficacia, que miden los resultados obtenidos con la aplicación de la actuación correspondiente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10.1.1 Controles sobre los elementos ambientales

A continuación, se listan los controles a efectuar sobre el estado de los distintos elementos ambientales que puedan verse afectados por las obras, considerando que durante la fase de obras no son esperables efectos sobre los espacios RN2000 ni sobre sus objetivos de conservación dada la lejanía de estos a los elementos proyectados.

Las fichas que desarrollan y detallan los contenidos de los controles se pueden consultar en el EIA del proyecto:

- Control de la emisión de partículas y polvo.
- Control de las emisiones de gases.
- Control de los niveles acústicos de la maquinaria.
- Seguimiento de la calidad de las aguas superficiales.
- Seguimiento de las obras de drenaje y canalización.
- Seguimiento de la calidad de las aguas subterráneas.
- Control de la alteración y compactación de suelos.
- Vigilancia de la erosión de suelos y taludes.
- Seguimiento de la estabilidad de laderas y taludes.
- Vigilancia de especies comunidades singulares y hábitats de interés comunitario.
- Vigilancia de las medidas protectoras contra incendios.
- Control de la afección a la fauna.
- Seguimiento de la reposición de servicios afectados.
- Control de la protección del patrimonio histórico, artístico, arquitectónico, etnográfico o arqueológico.
- Seguimiento de la incidencia visual de las obras.

10.1.2 Controles sobre otros aspectos de las obras

Aparte de los controles recogidos en el apartado anterior, referidos al seguimiento y vigilancia de la incidencia sobre distintos elementos del medio, se contempla un conjunto de controles adicionales de aspectos generales con incidencia potencial sobre distintos componentes ambientales. Las fichas que desarrollan los mismos están igualmente desarrolladas en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto.

- Control a los contratistas.
- Mantenimiento de maquinaria.
- Gestión de residuos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Durante el replanteo de las obras puede delimitarse la zona de obras, evitando afecciones innecesarias.
- El movimiento incontrolado de maquinaria puede dar lugar a afecciones no previstas sobre el entorno, que pueden resultar muy negativas en zonas con recursos naturales o culturales valiosos. Por ello es preciso realizar una vigilancia de este aspecto, y un seguimiento de las medidas protectoras establecidas.
- Tras la finalización de las obras, es necesario el desmantelamiento de instalaciones y la limpieza de la zona de obras, aspectos que precisan un seguimiento.

10.1.3 Emisión de informes

Los tipos de informes y su periodicidad vendrán marcados por el Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental y la Declaración de Impacto Ambiental/Autorización Ambiental Unificada. En principio, y sin perjuicio de lo expuesto en los anteriores documentos, que prevalecerá en todo caso, se pueden plantear los siguientes informes:

- **Informe paralelo al acta de replanteo**: En este informe se recogerían todos aquellos estudios, muestreos o análisis que pudieran precisarse y que deban ser previos al inicio de las obras, y, en caso de ser necesario, la ubicación de campas de trabajo o zonas de acopios temporales. Asimismo, debería incluirse aquella documentación que la Declaración de Impacto Ambiental/Autorización Ambiental Unificada pudiera exigir de forma previa al inicio de las obras, y que no se encuentre incluida en el proyecto de construcción.
- **Informes ordinarios**: Se realizarán mensualmente reflejando los resultados e incidencias registradas de las inspecciones realizadas en el periodo anterior, un resumen de las medidas aplicadas y su grado de eficacia, así como todas aquellas no conformidades (con su solución correspondiente) y mejoras que se puedan detectar. Incluirá un reportaje fotográfico que refleje el avance de la obra, así como la implementación de medidas correctoras y cualquier tipo de imprevisto surgido. Incluirá además cartografía a la escala adecuada que se estime necesaria para la correcta comprensión del informe, que refleje en cualquier caso el estado tras las obras, las medidas correctoras adoptadas y su implementación en obra, las labores de restauración y/o recuperación y en definitiva cualquier información de carácter ambiental que pueda resultar necesaria y que resulte de interés para su inclusión en el informe. Este informe actuará como control interno de la vigilancia ambiental y en su caso podrá ser remitido a la administración ambiental si ésta lo demandara. Será elaborado por el técnico de medio ambiente responsable de la obra.
- **Informes extraordinarios**: Se emitirán cuando exista alguna afección no prevista o cualquier aspecto que precise una actuación inmediata, y que, por su importancia, merezca la emisión

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

de un informe especial. Será elaborado por el técnico de medio ambiente responsable de la obra y estará referido a un único tema, no sustituyendo ningún otro informe.

- **Informe final de obra**: Se elaborará en paralelo al acta de recepción de la obra y aportará un resumen y unas conclusiones de todos los aspectos desarrollados a lo largo de la vigilancia y seguimiento ambiental de las obras. Contendrá las Especificaciones Técnicas para la operación y mantenimiento de la instalación y una propuesta de Plan de Vigilancia Ambiental para la fase de funcionamiento de las instalaciones construidas.

10.2 VIGILANCIA AMBIENTAL EN LA IMPLANTACIÓN DE CABLE MARINO PENÍNSULA-CEUTA

10.2.1 Fases del programa de vigilancia ambiental en medio marino

El PVA se desarrollará en diferentes fases:

- Preoperacional, antes de la llegada del barco cablero, para determinar las características del medio receptor justo antes del inicio de los trabajos y poder realizar las comparaciones pertinentes.
- Operacional: durante los trabajos de tendido y protección del cable, para verificar que los impactos reales se adaptan a los previstos y las medidas preventivas son adecuadas y suficientes.
- Post operacional, una vez finalizadas las actuaciones de instalación y protección, para verificar el estado en el que queda el medio y determinar si son necesarias medidas extraordinarias de restauración o compensación.

10.2.2 Controles ambientales

Los vectores ambientales a controlar durante el PVA serán, como mínimo;

- Control ambiental de la realización de zanjas sobre lecho marino

Se realizarán vídeos para el control ambiental del estado de las zanjas realizados en el fondo marino sobre el trazado definitivo del cable.

Los vídeos estarán georreferenciados indicando en todo momento al menos: su posición geográfica en coordenadas, profundidad, fecha y hora en la que se efectúa la filmación.

- 1 video del trazado en los tramos de interés previo al comienzo de las obras.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- 1 video del trazado en los tramos de interés inmediatamente posterior a la realización de los trabajos de tendido del cable.

Los videos se centrarán en las zonas con comunidades de fondos duros (arrecifes).

► Control de la calidad de las aguas

Durante el período de obras en el medio marino, se realizarán campañas oceanográficas para el control de la calidad de la columna de agua receptora, en unas estaciones prestablecidas con carácter previo al comienzo de las obras, durante la realización de las mismas y una vez terminados los trabajos de instalación de los cables submarinos. Los puntos de muestreo se elegirán y planificarán una vez que se conozca el trazado definitivo del cable en el fondo marino.

Además, se establecerá una estación de control alejada del área de influencia de las obras para poder comparar los valores obtenidos a lo largo del desarrollo de los trabajos.

Los parámetros a analizar serán como mínimo los incluidos en el EIA. Se prestará especial atención a los valores de metales en Ceuta, puesto que se observaron valores altos en la campaña de primavera de 2020 (Cu).

► Control de la calidad de los sedimentos superficiales

Para el estudio de la calidad de los sedimentos marinos se seguirá un protocolo de muestreo específico (muestreos y analíticas) pudiendo variar la tipología de las analíticas y la frecuencia de la toma de muestras, en función de los resultados obtenidos durante los controles. Dichos muestreos serán realizados, de forma previa al comienzo de las obras, durante la ejecución de las actuaciones y una vez terminados los trabajos de construcción.

► Control del macrobentos

El macrobentos es un excelente indicador de la calidad del sedimento y las aguas circundantes. Se realizarán muestreos de las comunidades bentónicas asentadas sobre el lecho marino previo al comienzo de las obras, durante la realización de las obras y una vez terminados los trabajos de construcción desde la superficie de la embarcación. En laboratorio, mediante la ayuda de una lupa binocular, se realizará un inventario biológico de especies para cada una de las muestras recolectadas y un estudio estadístico para la obtención de los diferentes parámetros descriptores de la estructura biológica de las poblaciones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

► Control del ruido submarino

Con el objetivo de determinar los posibles impactos que la ejecución de las obras generaría sobre las especies de cetáceos, se instalarán dos sistemas de monitorización acústica pasiva (PAMs) para la detección del ruido submarino en la zona de ejecución de operaciones.

Durante la fase de obras, se seguirá registrando el ruido submarino presente en la zona de tendido del cable. Debido a que las actividades generadoras de ruido estarán asociadas al tendido y protección del cable (cutting), la atención se centrará en capturar el ruido de tales actividades y en la detección de las especies que pueden estar presentes cerca del punto de generación de ruido, aunque no se descarta la detección de otras especies pelágicas.

Para la valoración del ruido submarino en la zona de ejecución del proyecto, propuesta como AMP, y la valoración de los efectos reales que las obras podrían haber generado sobre los cetáceos, se analizarán y compararán los datos obtenidos durante la ejecución de las obras con los datos resultantes de la adquisición realizada durante los estudios previos.

10.2.3 Emisión de informes y modo de seguimiento de las actuaciones

Con anterioridad al inicio de las obras, se elaborarán y redactarán una serie de informes tales como:

- Redacción del PVA definitivo, que contendrá la verificación de los impactos en relación al Proyecto Constructivo, incorporando a su vez, las recomendaciones derivadas de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).
- Informe de descripción preoperacional o “estado cero” de la zona de estudio, a partir del cual se establecerá la propuesta de valores de referencia para el seguimiento temporal de los impactos ambientales que surjan durante la fase de obras.
- Redacción de Protocolos.

Durante la fase de construcción se redactarán informes completos sobre la evolución de las medidas preventivas y correctoras. Además, en ellos, se recogerá cualquier tipo de incidencia que se haya detectado durante las visitas o inspecciones.

A partir de todos los datos y observaciones obtenidos durante los controles se elaborarán informes de periodicidad determinada con la finalidad de tener un compendio informativo a disposición de la Administración. Los informes que se generarán durante la fase de obras hacen

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

referencia a distintos tipos de documentos, tales como los Partes diarios o semanales, Informes mensuales, Informes de No Conformidad, etc.

Al finalizar la asistencia, y justo antes del comienzo de la fase de funcionamiento se elaborará un informe final con el resumen de todas las operaciones realizadas y conclusiones del PVA en la fase de obra. El informe final contendrá principalmente, los siguientes aspectos:

- Recopilación de toda la información y datos generados durante el control de todos los vectores ambientales.
- Análisis y comprobación del grado de ajuste entre los impactos reales producidos y los impactos previstos en el EIA.
- Valoración de los efectos ambientales de la obra y análisis de las principales desviaciones detectadas, teniendo en cuenta la perturbación introducida en las variables ambientales características de la zona de estudio.
- Descripción de las especificaciones técnicas para la operación y mantenimiento de las instalaciones.
- Propuesta del Programa de Vigilancia Ambiental a largo plazo definitivo, durante la fase de explotación de las infraestructuras.

Durante la fase de operación y mantenimiento, se redactará un informe tras el primer año en funcionamiento, en el que se recogerán las revisiones y la eficacia de las medidas correctoras llevadas a cabo. La periodicidad de los informes a emitir durante la fase de operación será determinada en función del análisis y resultados obtenidos para la fase de construcción.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

11 RESUMEN DE CONCLUSIONES

Se ha llevado a cabo un análisis de las afecciones a la Red Natura 2000 del proyecto de la Interconexión Eléctrica Península-Ceuta. Se han analizado los efectos directos, indirectos, sinérgicos, y sobre la funcionalidad y conectividad ecológica de los espacios atravesados por los elementos del proyecto (ZEC Estrecho Oriental) y también sobre aquellos próximos que pudieran verse afectados indirectamente: LIC Zona Marítimo-Terrestre del Monte Hacho. Inicialmente se consideró y descartó posibles afecciones a otros espacios más alejados y/o no ser previsibles efectos sobre la avifauna en el caso de las ZEPAS como la ZEC y ZEPA Los Alcornocales, el LIC y ZEPA Calamocarro – Benzú, la ZEPA Acantilados del Monte Hacho o la ZEC y ZEPA Southern Waters Of Gibraltar.

El análisis se ha realizado de forma diferenciada para estos espacios Red Natura afectados, en lo que se refiere a las afecciones indirectas, sinérgicas y sobre la funcionalidad ecológica, y de forma general para la Red Natura en lo que se refiere a las afecciones sobre su coherencia. Las conclusiones del estudio se resumen en los siguientes puntos:

- El proyecto no afectará de manera apreciable a la Red Natura 2000: en ningún caso se prevén afecciones significativas, ya sean directas, indirectas o sinérgicas con otras amenazas identificadas ni con instalaciones existentes o programadas, sobre los objetivos de conservación (hábitats y especies) de las ZEC y ZEPA, como tampoco sobre la funcionalidad ecológica de los mismos, o el reforzamiento de las principales amenazas a la conservación de estos espacios identificadas por sus planes de gestión y formularios normalizados RN2000.
- No se reconoce capacidad al proyecto para, por sí mismo o en combinación con otras instalaciones existentes o actuaciones que supongan un cambio de usos del suelo o alteraciones de los fondos marinos, disminuir de forma apreciable la conectividad ecológica entre los espacios protegidos existentes en su entorno, ni entre estos y espacios forestales externos a los mismos y, por lo tanto, de afectar a la coherencia ecológica de la Red Natura 2000.
- No se considera necesario adoptar medidas compensatorias de los posibles efectos del proyecto sobre la Red Natura, que en todos los casos se valoran como no significativos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO IX. ESTUDIO DE SEGURIDAD INCLUIDO EN EL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SUBTERRÁNEO-SUBMARINA A 132 kV D/C ENTRE LA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 132 kV Y LA SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SUBTERRÁNEO-SUBMARINA A 132 kV D/C ENTRE LA SUBESTACIÓN ALGECIRAS 132 kV Y LA SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV

DOCUMENTO 5

ESTUDIO DE SEGURIDAD

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

DOCUMENTO Nº 5

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD 4

2 MEMORIA 6

2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA 6

2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA 11

2.3 CONTROL DE ACCESOS 12

2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS 12

2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA 38

2.5.1 Gestión de la Obra 38

2.5.2 Ejecución de trabajos de obra civil de líneas subterráneas 40

2.5.3 Ejecución de trabajos de tendido de cables aislados en zanjas 49

2.5.4 Obra civil tramo submarino 49

2.5.5 Tendido del tramo submarino 53

2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 57

2.6.1 Medidas de Prevención de Riesgos 76

2.6.2 Organización de la Seguridad 77

2.6.3 Principios Generales aplicables durante la Obra 77

2.6.4 Formación 78

2.6.5 Medicina Preventiva 79

2.6.6 Medios de Protección 79

2.7 INSTALACIONES PROVISIONALES (LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR) 80

2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA 80

2.8.1 Vías de evacuación 80

2.8.2 Iluminación 81

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.8.3 Instalaciones de suministro y reparto de energía 81
2.8.4 Ventilación 81
2.8.5 Ambientes nocivos y factores atmosféricos 82
2.8.6 Detección y lucha contra incendios 83
2.8.7 Primeros auxilios 83
2.9 CONTENIDO DEL PLAN DE SEGURIDAD 84
3 PLIEGO DE CONDICIONES 85
3.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN 85
3.2 NORMATIVA INTERNA DE REE 86
4 CROQUIS 87
4.1 ZANJA DE LA CANALIZACIÓN 87
4.2 ENTIBACIÓN 89
4.3 PENDIENTES DE SEGURIDAD EN TALUDES 90
4.4 CROQUIS Y MANIOBRAS TRABAJOS DE TENDIDO SUBTERRÁNEO 91
4.5 SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA 94
4.6 SEÑALES GESTUALES 96
5 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD 97

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD

Este estudio establece las medidas de seguridad que deben adoptarse en los trabajos de construcción a realizar en la línea de interconexión subterráneo-submarina de transporte de energía eléctrica, de doble circuito a 132 kV que conectará el nuevo parque de transformación 132/220 kV de la subestación existente de Algeciras, situada en el término municipal de San Roque, con la nueva subestación en proyecto de Virgen de África, situada en la Ciudad Autónoma de Ceuta.

Servirá para dar las directrices básicas de las Normas de Seguridad y Salud aplicables a la obra, facilitando la aplicación que la Dirección Facultativa debe realizar de tales Normas, conforme establece el R.D. 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad en las Obras de Construcción.

El Estudio de Seguridad forma parte del Proyecto de Ejecución de la Obra, tiene por objeto definir y desarrollar las líneas generales de actuación en Seguridad y Salud Laboral de todas las Empresas y Trabajadores que intervienen, cualquiera que sea su carácter o participación, estableciendo consecuentemente las medidas oportunas para la vigilancia de su funcionamiento y el control de sus resultados.

Concebido fundamentalmente como conjunción de acciones en el campo de la prevención de accidente de trabajo y enfermedades profesionales, el Estudio de Seguridad pretende conseguir los siguientes objetivos principales:

- Evitar los riesgos de la actividad a realizar, facilitando los elementos de protección colectiva y personales que sean precisos para garantizar la integridad física de los trabajadores.
- Atender las necesidades de los Trabajadores en caso de accidente, habilitando los adecuados medios de transporte y asistencia médica.
- Organizar conjunta, homogénea y racionalmente todas las actividades preventivas, de tal forma que la acción resulte técnicamente idónea y económicamente rentable, tanto para las Empresas participantes en la Obra como para Red Eléctrica de España, S.A.U.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Cumplir las disposiciones legales vigentes relativas a la Seguridad y Salud Laboral, procurando la mayor eficacia en la aplicación de las diferentes medidas preceptivas.

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene carácter obligatorio y contractual para todas las empresas que participan en el desarrollo de la Obra.

Este Estudio es vinculante a todos los contratos firmados entre Red Eléctrica de España, S.A.U. y las Empresas Contratistas que intervengan en la Obra, así como en los que éstas suscriban con Subcontratistas.

Se consideran Empresas Contratistas todas aquellas Empresas contratadas directamente por Red Eléctrica de España, S.A.U., considerando también, a efecto de cumplimiento de la normativa de seguridad, como personal propio de aquellas perteneciente a las Empresas subcontratadas.

La Empresa Contratista quedará obligada a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la Obra, las previsiones contenidas en este Estudio. Estas previsiones no implicarán variación del importe económico en él señalado. Dicho Plan de Seguridad deberá ser presentado antes del inicio de la Obra a Red Eléctrica S.A.U. para su aprobación.

Como consecuencia de la puesta en práctica del Plan de Seguridad y Salud, y a la vista de los resultados obtenidos, puede determinarse la modificación o ampliación de una o varias de las disposiciones en él contenidas, siempre con la aprobación de la Dirección de Obra.

Red Eléctrica S.A.U. se reserva el derecho de la interpretación última del Plan de Seguridad que se apruebe.

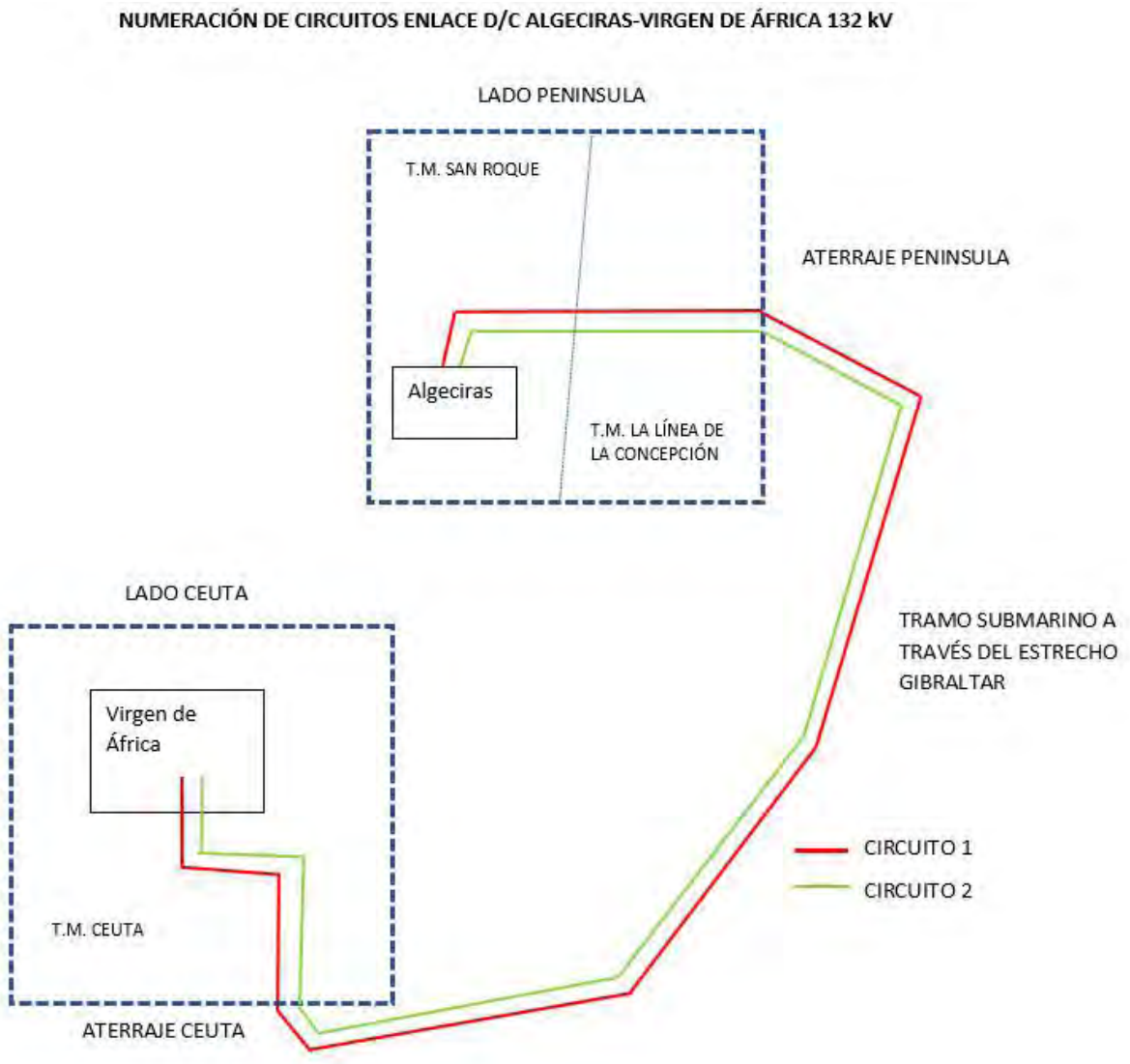
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 MEMORIA

2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Se ha proyectado la construcción de una línea subterránea-submarina de transporte de doble circuito a 132 kV, con una longitud aproximada de 68,919 km para el circuito 1 y 66,915 km para el circuito 2, que conectará el nuevo parque de transformación 132/220 kV de la subestación existente de Algeciras, situada en el término municipal de San Roque (provincia de Cádiz), con la nueva subestación en proyecto de Virgen de África, situada en la Ciudad Autónoma de Ceuta.

A continuación se incluye un esquema con la denominación de circuitos del enlace D/C Algeciras-Virgen de África 132 kV.



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Línea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

Sistema ..... Corriente alterna trifásica

Frecuencia ..... 50 Hz

Tensión nominal de la red: U (U_m) ..... 132 kV

Origen de la línea de alta tensión ..... SE Algeciras (Península)

Final de la línea de alta tensión ..... SE Virgen de África (Ceuta)

Nº de circuitos 2

TRAMO SUBMARINO

Factor de carga ..... 100 %

Capacidad de transporte por circuito (planificada) ..... 80 MVA

Capacidad de transporte por circuito (calculada) ..... 85,4 MVA

Hipótesis de cálculo ..... perforación dirigida en tubo de diámetro exterior 500 mm PE100 SDR11 (PN16) a profundidad 20 m

Nº de cables por fase ..... 1, en configuración de cable tripolar

Tipo de cable referencial (sección estimada) .....

..... 145 kV 3x1x500 mm^2AL + F.O zona nearshore o poco profunda

..... 145 kV 3x1x300 mm^2 Cu+ F.O zona offshore o profunda

Cortocircuito en la pantalla

Intensidad de cc máxima ..... 3x15,7 kA

Duración del cortocircuito ..... 0,5 s

Temperatura inicial / final en la pantalla ..... 75 / 200 ºC

Disposición de los cables ..... Tresbolillo

Tipo de canalización ..... directamente enterrado en el fondo marino

Profundidad enterramiento objetivo en el fondo marino ..... 1.000 mm

Profundidad máxima cable submarino ..... 900 m

Conexión de pantallas ..... both-ends

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Origen línea submarina ..... explanada en camino de tierra de la
.....playa de Torre Nueva, La Línea de la Concepción

Nº unidades origen .....6 empalmes de transición subterráneo - submarino

Final línea subterránea .....aparcamiento Playa de El Chorrillo, Ceuta

Nº unidades final.....6 empalmes de transición subterráneo - submarino

Nº cámaras de empalme transición subterráneo – submarino S/C ..... 4 (2 en
..... Península y 2 en Ceuta)

Empalmes.....El cable submarino se tenderá en una única tirada

.....siendo ejecutados los empalmes necesarios en fábrica.

Longitud de la línea submarina ..... 58,144 km para el circuito 1 y
.....56,187 km para el circuito 2

Regiones afectadas:.....Provincia de Cádiz y Ciudad Autónoma de Ceuta

TRAMO SUBTERRÁNEO

Factor de carga ..... 100 %

Capacidad de transporte por circuito (planificada) .....80 MVA

Capacidad de transporte por circuito (calculada) .....88,5 MVA

Nº de cables por fase..... 1, en configuración de cable unipolar

Tipo de cable referencial (sección estimada) .....

. RHE-RA+2OL y RHZ1-RA+2OL(AS) 76/132 kV 1x400KAL+ H135+8FO en secciones

.....en zanja hormigonada con tramos de simple y doble circuito y

..... RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x630KAL+ H135+8FO en secciones con PHD

Cortocircuito en la pantalla

- Intensidad de cc máxima..... 31,5 kA
- Duración del cortocircuito.....0,5 s
- Temperatura inicial / final en la pantalla.....80 / 250 ºC

Disposición de los cables..... Tresbolillo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tipo de canalización ..... zanja hormigonada con tramos de simple y doble circuito

..... y perforación horizontal dirigida (PHD) de simple circuito

Profundidad normalizada de zanja..... 1.300 mm

Conexión de pantallas

Circuito 1 lado Península: ..... Single Point y Cross-Bonding

Circuito 2 lado Península: ..... Single Point y Cross-Bonding

Circuito 1 lado Ceuta:..... Single-Point con empalme sin seccionamiento de pantallas

Circuito 2 lado Ceuta:..... Single-Point con empalme sin seccionamiento de pantallas

Origen línea subterránea .....Terminales exteriores en SE Algeciras

Nº unidades terminales origen 6

Final línea subterránea .....Terminales tipo GIS en SE Virgen de África

Nº unidades terminales final 6

Nº cámaras de empalme S/C..... 20 (18 en Península y 2 en Ceuta)

Nº cámaras de empalme S/C transición subterráneo-submarino 4

..... (2 en Península y 2 en Ceuta)

Nº de empalmes unipolares tramos subterráneos..... 60

Nº de empalmes unipolares transición subterráneo-submarino 12

Longitud de traza de línea subterránea:

Península:

Longitud total circuito 1: .....9.170 metros

Longitud total circuito 2: .....9.137 metros

Ceuta:

Longitud total circuito 1: .....1.605 metros

Longitud total circuito 2: .....1.591 metros

Términos municipales afectados:

.....San Roque y La Línea de la Concepción, provincia de Cádiz

.....Ciudad Autónoma de Ceuta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Resumidamente, la obra consistirá básicamente en realizar las siguientes actividades:

- Preparación de caminos y vías de acceso a lugares de trabajo.
- Excavación en zanja.
- Entubado.
- Ejecución del prisma hormigonado.
- Colocación de elementos prefabricados de hormigón.
- Relleno de zanjas.
- Ejecución de estructuras con cimentaciones especiales.
- Entibaciones y apuntalamientos.
- Tendido del cable subterráneo bajo tubo y/o galería.
- Tendido del cable submarino.
- Descargo de líneas existentes, zonas protegidas y de trabajo.
- Conexionado del cable.
- Retirar zonas de trabajo y protegidas, devolver descargo.
- Pruebas y puesta en servicio.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

Según consta en el Proyecto para esta Obra se considera que los trabajos requerirán los siguientes capítulos y presupuestos. En función de datos estadísticos de obras similares y dado el volumen de obra civil a realizar, se prevé el siguiente plazo de ejecución y número de operarios.

Actividad adjudicada a contratas	Presupuesto (K€)	Operarios previstos	Plazo ejecución (meses)
Tramo subterráneo			
Obra Civil	5.696	40	20
Tendido	2.362	40	15
Pruebas	1.793	15	3
Tramo submarino			
Obra Civil	17.726	10	10
Transporte, tendido y protección	46.661	30	5

Presupuesto de ejecución. Materiales	**62.444**	Kilo€uros
Presupuesto de ejecución por contratas	**74.239**	Kilo€uros
Volumen mano de obra	**183.920**	Jornadas – hombre
Punta de trabajadores	**50**	Trabajadores

En virtud de estos valores y conforme a lo establecido en el art. 4 del R.D. 1627/1997 para Obras de Construcción o Ingeniería Civil, donde se expone que hay obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad en los casos en que se superen alguna de las de las circunstancias siguientes:

- Cuando el presupuesto total adjudicado de obra supere 450 kiloeuros.
- Cuando la duración sea superior a 30 días y haya 20 o más trabajadores.
- Cuando el volumen de mano de obra supere 500 jornadas – hombre.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se procede a elaborar este Estudio de Seguridad y Salud.

2.3 CONTROL DE ACCESOS

En el Plan de Seguridad el Contratista definirá: las desviaciones y pasos provisionales para vehículos y peatones, los circuitos y tramos de señalización, la señalización, las medidas de protección y detección, los pavimentos provisionales, las modificaciones que comporta la implantación de la obra y su ejecución, diferenciando, si es oportuno, las diferentes fases de ejecución. A estos efectos, se tendrá en cuenta lo que determina la Normativa.

Cuando corresponda, de acuerdo con las previsiones de ejecución de las obras, se diferenciará con claridad y para cada una de las diferentes fases de la obra, los ámbitos de trabajo y los ámbitos destinados a la circulación de vehículos y peatones, de acceso a edificios y vados, etc., y se definirán las medidas de señalización y protección que corresponda a cada una de las fases.

Deberá señalizarse toda la excavación con elementos adecuados a la intemperie. Si se establece la existencia de lugares de paso, estarán protegidos con elementos de resistencia garantizada.

Se colocará la señalización adecuada a lo largo de las excavaciones y para informar al personal ajeno de la prohibición de acceder a la obra.

Solo es personal de obra, aquel que está incluido en el Plan de Seguridad aprobado al Adjudicatario.

2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Este Estudio de seguridad contempla actividades diferenciadas según la siguiente clasificación:

Clave	Actividad
00	Gestión de la obra.
07	Ejecución de trabajos de obra civil de líneas subterráneas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

08	Ejecución de trabajos de tendido de cables aislados en zanjas y/o galerías
18	Ejecución de trabajos de comunicaciones en la red de cables (en FO's)
25	Estudios geotécnicos, topografía, termografía a pie, medidas de tierras

Se prevé que la Obra sea dividida en dos partes diferenciadas e independientes entre sí, lo cual supondrá que pueden intervenir de una a seis Empresas adjudicatarias como Contratistas Principales, cada una en una fase del Proyecto.

Los trabajos se realizarán bajo la dirección técnica del técnico competente integrado en la dirección Facultativa.

Los trabajos de Obra Civil en Zanjas y el Montaje de Cable Subterráneo y Conexionado no estarán interferidos entre sí, aunque se realicen por varias empresas ya que se ejecutarán en fases secuencialmente distintas. Tampoco estarán interferidos los trabajos de tendido submarino y los trabajos de protección del cable aislado.

La relación de cruzamientos y paralelismos previstos es:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

TRAMOS SUBTERRÁNEOS

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
1	Arroyo	CUENCA MEDITERRÁNEA ANDALUZA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	285476,53	4007146,91
2	CA-34	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	ANDALUCIA	CADIZ	SAN ROQUE	285629,67	4007269,36
3	Arroyo	CUENCA MEDITERRÁNEA ANDALUZA	ANDALUCIA	CADIZ	SAN ROQUE	285750,83	4007216,16
4	Gas	REDEXIS	ANDALUCIA	CADIZ	SAN ROQUE	286352,24	4007091,63
5	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	SAN ROQUE	287007,84	4006709,70
5.1	Ferrocarril	ADIF	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	287552,77	4006239,55
6	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	SAN ROQUE	287572,19	4006249,67
7	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288164,95	4006722,45
8	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288322,95	4006873,78
9	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288325,75	4006875,45
10	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288331,26	4006892,71
11	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288337,67	4006958,15
12	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288341,65	4006998,76
13	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288344,28	4007025,63
14	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288345,45	4007037,52
15	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288347,42	4007057,62
16	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288349,65	4007080,39
17	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA	288352,42	4007108,63

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
					CONCEPCIÓN		
18	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288353,55	4007120,23
19	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288355,17	4007136,75
20	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288358,59	4007170,93
21	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288359,71	4007178,07
22	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288360,47	4007182,82
23	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288362,06	4007192,87
24	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288383,68	4007238,94
25	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288382,90	4007272,56
26	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288399,84	4007317,67
27	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288416,11	4007324,34
28	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288452,40	4007339,22
29	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288456,25	4007340,80
30	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288489,63	4007354,49
31	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288492,65	4007355,73
32	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288515,49	4007365,09
33	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288540,31	4007375,27
34	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288559,34	4007383,08
35	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288561,67	4007384,03
36	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288574,28	4007390,83

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
37	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288577,03	4007397,36
38	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288577,19	4007402,21
39	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288577,21	4007403,24
40	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288577,38	4007410,82
41	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288577,55	4007418,39
42	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288577,97	4007437,32
43	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288578,41	4007456,99
44	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288578,54	4007463,06
45	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288578,65	4007465,69
46	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288581,67	4007473,89
47	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288582,10	4007474,84
48	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288583,08	4007477,00
49	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288584,02	4007479,07
50	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288584,53	4007480,20
51	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288585,71	4007482,81
52	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288588,35	4007488,65
53	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288589,33	4007490,80
54	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288602,47	4007519,83
55	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288603,19	4007521,41
56	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA	288603,94	4007523,08

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
					CONCEPCIÓN		
57	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288616,39	4007550,57
58	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288616,77	4007551,41
59	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288626,77	4007573,49
60	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288626,95	4007573,88
61	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288627,19	4007574,42
62	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288630,31	4007581,31
63	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288632,55	4007586,25
64	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288633,81	4007589,04
65	Alumbrado	AYUNTAMIENTO	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288634,78	4007591,18
66	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288634,96	4007591,56
67	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288637,45	4007597,07
68	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288639,22	4007600,98
69	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288640,61	4007604,04
70	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288641,81	4007606,71
71	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288642,80	4007608,88
72	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288647,41	4007619,07
73	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288654,88	4007635,57
74	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288660,31	4007647,55
75	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288675,09	4007680,19

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
76	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288694,36	4007722,75
77	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288700,79	4007736,95
78	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288701,99	4007739,61
79	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288702,71	4007741,19
80	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288704,09	4007744,24
81	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288704,50	4007745,13
82	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288704,67	4007745,51
83	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288711,00	4007753,77
84	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288718,05	4007755,45
85	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288720,96	4007755,53
86	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288726,08	4007755,67
87	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288749,72	4007752,65
88	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288750,80	4007752,44
89	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288771,51	4007748,29
90	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288781,88	4007746,21
91	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288803,85	4007746,10
92	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288808,85	4007748,53
93	Alumbrado	AYUNTAMIENTO	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288811,75	4007749,94
94	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288813,23	4007750,66
95	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA	288814,67	4007751,36

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
					CONCEPCIÓN		
96	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288829,56	4007758,60
97	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288831,35	4007759,47
98	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288839,62	4007773,54
99	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288839,84	4007778,41
100	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288839,62	4007824,66
101	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288839,16	4007826,31
102	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288915,98	4008099,07
103	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288945,38	4008199,97
104	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288960,73	4008259,05
105	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288961,41	4008261,64
106	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289007,84	4008457,86
107	A-383	Consejería de fomento. JUNTA DE ANDALUCÍA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289040,47	4008537,75
108	Drenaje	CUENCA MEDITERRÁNEA ANDALUZA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289046,98	4008550,49
109	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289059,34	4008574,67
110	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289079,09	4008613,06
110.1	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289080,09	4008613,06
111	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289079,87	4008614,52
111.1	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289081,09	4008613,06
112	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA	289097,47	4008647,12

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
					CONCEPCIÓN		
113	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289098,18	4008648,42
114	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289107,98	4008666,58
115	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289134,79	4008719,03
116	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289147,92	4008753,06
117	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289190,96	4008873,95
118	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289197,32	4008892,45
119	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289206,78	4008914,25
120	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289207,05	4008914,75
121	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289225,08	4008972,27
122	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289225,56	4008973,89
123	Tubo	AYUNTAMIENTO	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289231,92	4008992,64
124	Drenaje	CUENCA MEDITERRÁNEA ANDALUZA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289265,68	4009049,56
125	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289274,72	4009070,60
126	Tubo	AYUNTAMIENTO	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289275,87	4009101,48
127	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289281,94	4009135,96
128	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289281,79	4009145,92
129	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289268,08	4009204,32
130	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289257,60	4009241,09
131	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA	289297,03	4009290,32

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
					CONCEPCIÓN		
132	Alumbrado	AYUNTAMIENTO	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289299,40	4009291,48
133	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289302,73	4009294,52
134	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289305,11	4009298,41
135	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289317,29	4009319,18
136	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289320,70	4009323,58
137	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289321,38	4009324,30
138	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289321,83	4009324,77
139	Arroyo	CUENCA MEDITERRÁNEA ANDALUZA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289323,01	4009326,02
140	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289323,08	4009326,10
141	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289332,25	4009339,07
142	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289342,45	4009356,09
143	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289342,99	4009356,99
144	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289351,43	4009371,07
145	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289352,18	4009372,33
146	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289354,44	4009376,10
147	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289369,21	4009395,87
148	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289370,99	4009396,44
149	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289374,96	4009396,74
150	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA	289378,87	4009395,76

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
					CONCEPCIÓN		
151	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289380,46	4009394,93
152	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289381,01	4009394,60
153	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289383,64	4009392,98
154	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289384,94	4009392,18
155	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289392,71	4009387,39
156	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289399,83	4009383,00
157	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289411,22	4009375,98
158	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289419,76	4009370,73
159	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289421,07	4009369,92
160	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289445,51	4009353,95
161	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289450,09	4009350,41
162	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289466,78	4009341,44
163	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289481,40	4009337,26
164	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289485,24	4009336,54
165	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289490,26	4009335,60
166	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289512,03	4009334,39
167	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289524,66	4009333,76
168	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289534,05	4009332,62
169	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289539,13	4009332,01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
170	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289544,38	4009331,54
171	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289545,32	4009331,61
172	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289577,77	4009345,08
173	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289587,02	4009346,76
174	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289601,70	4009343,60
175	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289604,81	4009342,80
176	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289606,55	4009342,00
177	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289614,91	4009331,24
178	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289620,74	4009321,35
179	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289633,60	4009299,57
180	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289648,21	4009274,81
181	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289658,14	4009257,98
182	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289667,59	4009241,96
183	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289682,37	4009216,92
184	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289682,69	4009216,37
185	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289686,61	4009209,73
186	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289695,52	4009194,63
187	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289699,92	4009187,17
188	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289703,01	4009181,92
189	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA	289704,00	4009180,25

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
					CONCEPCIÓN		
190	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289704,45	4009179,49
191	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289708,06	4009173,38
192	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289721,24	4009151,04
193	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289725,25	4009144,25
194	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289730,59	4009135,19
195	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289733,15	4009130,85
196	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289742,85	4009114,41
197	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289747,78	4009106,06
198	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289756,42	4009091,62
199	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289757,44	4009089,93
200	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289758,36	4009088,41
201	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289765,01	4009077,40
202	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289765,51	4009076,58
203	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289767,54	4009073,21
204	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289771,14	4009067,26
205	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289774,65	4009061,44
206	Drenaje	CUENCA MEDITERRÁNEA ANDALUZA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289774,77	4009061,25
207	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289775,41	4009060,19
208	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA	289789,61	4009036,68

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
					CONCEPCIÓN		
209	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289803,28	4009015,17
210	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289807,57	4009008,51
211	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289809,03	4009006,24
212	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289813,37	4008999,52
213	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289814,11	4008998,36
214	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289814,95	4008997,06
215	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289818,61	4008992,03
216	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289819,65	4008990,69
217	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289824,75	4008984,13
218	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289827,27	4008980,89
219	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289829,85	4008977,57
220	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289852,17	4008951,96
221	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289859,42	4008945,39
222	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289864,97	4008940,39
223	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289872,18	4008933,88
224	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289881,60	4008925,39
225	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289884,19	4008923,05
226	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289885,90	4008921,51
227	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289900,55	4008909,09

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
228	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289914,19	4008899,09
229	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289925,26	4008891,12
230	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289934,71	4008885,65
231	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289935,80	4008885,02
232	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289941,14	4008881,93
233	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289951,98	4008875,66
234	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289982,77	4008859,73
235	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289986,63	4008857,77
236	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289992,72	4008854,66
237	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289994,20	4008853,91
238	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289999,09	4008851,41
239	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290008,20	4008846,77
240	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290032,70	4008834,28
241	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290044,47	4008828,77
242	Telecomunicaciones	ONO	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290057,56	4008829,46
243	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290065,65	4008830,24
244	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290117,00	4008851,87
245	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290124,10	4008856,60
246	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290159,37	4008880,06

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
247	Drenaje	CUENCA MEDITERRÁNEA ANDALUZA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290165,25	4008883,98
248	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290203,89	4008911,08
249	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290205,02	4008911,80
250	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290205,91	4008912,37
251	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290206,88	4008912,98
252	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290210,19	4008914,85
253	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290235,07	4008930,22
254	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290300,54	4009008,97
255	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290303,03	4009014,99
256	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290304,60	4009018,78
257	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290307,86	4009026,67
258	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290311,82	4009036,19
259	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290326,34	4009065,29
260	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290336,77	4009086,19
261	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290338,53	4009089,72
262	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290346,29	4009105,27
263	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290351,79	4009116,28
264	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290363,79	4009139,93
265	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290366,73	4009142,79

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
266	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290368,30	4009143,73
267	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290368,81	4009143,97
268	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290377,62	4009144,81
269	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290406,46	4009175,22
270	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290406,43	4009179,00
271	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290501,66	4009290,09
272	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290518,37	4009310,73
273	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290521,27	4009314,15
274	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290593,60	4009383,48
275	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290594,97	4009384,59
276	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290625,47	4009408,66
277	Teléfono	TELEFÓNICA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290703,23	4009467,74
278	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290712,25	4009474,16
279	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290760,38	4009508,40
280	Indeterminado	-	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290764,80	4009511,55
281	Alumbrado	AYUNTAMIENTO	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290817,48	4009537,84
282	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290902,18	4009870,35

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE PARALELISMOS SUBTERRÁNEOS (Provincia de Cádiz)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Organismo Propietario	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
283	Ferrocarril	ADIF	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	286933,67	4006782,91
284	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	288382,82	4007274,17
285	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289358,52	4009382,91
286	Saneamiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289418,13	4009371,73
287	Abastecimiento	ARCGISA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289564,94	4009341,47
288	Electricidad	ENDESA	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	289769,99	4009069,15
289	Telecomunicaciones	ONO	ANDALUCIA	CADIZ	LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	290019,08	4008841,22

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CIRCUITO 1 (CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	**Tipo de cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
1	MEDIA TENSION	ENDESA Distribución Empresa de Alumbrado Eléctrico de Ceuta (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290101,974	3973325,166
2	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290097,448	3973341,139
3	BAJA TENSION	ENDESA Distribución (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290097,573	3973341,569
4	BAJA TENSION	ENDESA Distribución (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290122,512	3973389,58
5	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290125,541	3973397,22
6	BAJA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290154,987	3973462,732
7	BAJA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290166,948	3973488,858
8	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290222,75	3973562,08
9	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290223,332	3973563,019
10	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290277,805	3973633,549
11	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290306,702	3973669,534
12	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290321,812	3973689,103
13	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290362,791	3973742,182
14	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290369,751	3973751,351
15	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290380,643	3973765,7
16	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290389,547	3973777,429
17	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290392,188	3973780,908
18	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290419,925	3973817,45
19	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290419,979	3973817,52
20	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290552,022	3974166,528
21	BAJA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290551,801	3974169,501
22	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290551,412	3974174,739

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CIRCUITO 1 (CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	**Tipo de cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
23	BAJA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290549,988	3974193,885
24	ESTRUCTURA	-	CEUTA	-	CEUTA	290549,878	3974195,37
25	ESTRUCTURA	-	CEUTA	-	CEUTA	290549,156	3974205,08
26	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290541,526	3974228,566
27	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290530,474	3974242,713
28	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290512,63	3974263,612
29	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290497,769	3974280,075
30	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290480,571	3974299,128
31	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290463,805	3974317,701
32	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290444,185	3974336,487
33	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290423,509	3974355,844
34	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290401,13	3974376,797
35	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290391,517	3974385,798
36	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290391,027	3974386,257
37	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290378,77	3974397,733
38	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290344,612	3974429,714
39	TELECOMUNICACIONES	TELEFONICA	CEUTA	-	CEUTA	290338,469	3974435,466
40	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290332,936	3974440,646
41	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290310,568	3974461,59
42	TELECOMUNICACIONES	TELEFONICA	CEUTA	-	CEUTA	290296,293	3974474,955
43	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290289,022	3974481,763
44	BAJA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290288,31	3974482,429
45	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290287,556	3974483,135
46	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290286,9	3974483,749

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CIRCUITO 1 (CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	**Tipo de cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
47	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290286,013	3974484,58
48	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290281,58	3974488,73
49	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290278,929	3974491,213
50	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290271,725	3974497,957
51	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290270,775	3974498,847
52	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290261,923	3974507,135
53	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290258,996	3974509,875
54	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290246,008	3974522,036
55	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290235,902	3974531,498
56	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290225,809	3974540,948
57	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290217,524	3974548,705
58	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290215,353	3974550,737
59	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290204,659	3974562,474
60	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290203,837	3974566,573
61	BAJA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290204,957	3974572,128

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE PARALELISMOS CIRCUITO 1 (CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de paralelismo	**Tipo de paralelismo**	**Organismo Propietario**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
1	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290125,541	3973397,22
2	BAJA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290154,987	3973462,732
3	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290222,75	3973562,08
4	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290419,979	3973817,52
5	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290546,334	3974023,86

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CIRCUITO 2 (CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	**Tipo de cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
1	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290103,709	3973327,66
2	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290139,285	3973396,06
3	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290143,524	3973405,52
4	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290145,458	3973409,83
5	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290155,31	3973431,82
6	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290158,05	3973437,93
7	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290199,879	3973510,74
8	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290215,727	3973531,14
9	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290242,91	3973566,13
10	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290260,423	3973588,68
11	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290266,17	3973596,08
12	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290279,999	3973613,88

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CIRCUITO 2 (CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	**Tipo de cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
13	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290299,839	3973639,42
14	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290301,253	3973641,24
15	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290309,423	3973651,76
16	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290331,2	3973679,79
17	AGUAS	ACEMSA(AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290344,175	3973696,49
18	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290348,406	3973701,94
19	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290349,928	3973703,9
20	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290364,013	3973722,03
21	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290392,088	3973758,17
22	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290418,593	3973808,19
23	AGUAS	ACEMSA(AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290418,964	3973811,37
24	AGUAS	ACEMSA(AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290421,425	3973816,27
25	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290422,763	3973817,9
26	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290552,022	3974166,53
27	BAJA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290551,801	3974169,5
28	AGUAS	ACEMSA(AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290551,412	3974174,74
29	BAJA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290549,988	3974193,88
30	ESTRUCTURA	-	CEUTA	-	CEUTA	290549,945	3974194,47
31	ESTRUCTURA	-	CEUTA	-	CEUTA	290549,223	3974204,18
32	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290541,527	3974228,57
33	AGUAS	ACEMSA(AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290530,474	3974242,71
34	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290512,63	3974263,61
35	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290497,77	3974280,08
36	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290480,571	3974299,13
37	AGUAS	ACEMSA(AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290463,805	3974317,7

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CIRCUITO 2 (CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	**Tipo de cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
38	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290444,184	3974336,49
39	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290423,51	3974355,84
40	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290401,13	3974376,8
41	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290391,517	3974385,8
42	AGUAS	ACEMSA(AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290391,027	3974386,26
43	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290378,77	3974397,73
44	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290344,612	3974429,72
45	TELECOMUNICACIONES	TELEFONICA	CEUTA	-	CEUTA	290338,469	3974435,47
46	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290332,937	3974440,65
47	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290310,568	3974461,59
48	TELECOMUNICACIONES	TELEFONICA	CEUTA	-	CEUTA	290296,294	3974474,96
49	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290289,022	3974481,76
50	BAJA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290288,311	3974482,43
51	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290287,557	3974483,14
52	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290286,901	3974483,75
53	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290286,013	3974484,58
54	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290281,581	3974488,73
55	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290279,742	3974490,45
56	AGUAS	ACEMSA(AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290271,726	3974497,96
57	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290270,775	3974498,85
58	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290262,734	3974506,38
59	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290258,997	3974509,88
60	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290246,008	3974522,04
61	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290235,902	3974531,5
62	INDEFINIDO	-	CEUTA	-	CEUTA	290225,809	3974540,95

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CIRCUITO 2 (CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de cruzamiento	**Tipo de cruzamiento**	**Organismo Propietario**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
63	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290217,525	3974548,71
64	AGUAS	ACEMSA(AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290215,354	3974550,74
65	SANEAMIENTO	AYUNTAMIENTO	CEUTA	-	CEUTA	290205,852	3974564,66
66	BAJA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290206,97	3974570,24

RELACIÓN DE PARALELISMO CIRCUITO 2 (CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA)						COORDENADAS ETRS89-H30	
Nº de paralelismo	**Tipo de paralelismo**	**Organismo Propietario**	**Comunidad**	**Provincia**	**Municipio**	**X**	**Y**
1	TELECOMUNICACIONES	TELEFONICA	CEUTA	-	CEUTA	290190,945	3973497,66
2	MEDIA TENSION	ENDESA DISTRIBUCIÓN (EAC)	CEUTA	-	CEUTA	290194,814	3973502,46
3	AGUAS	ACEMSA (AYTO.)	CEUTA	-	CEUTA	290364,013	3973722,03

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

TRAMOS SUBMARINOS

La relación de servicios afectados por cruzamientos con la línea de transporte de energía eléctrica en el tramo submarino es:

Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Denominación	Organismo Propietario	Ángulo de cruce circuito 1 – circuito 2
1	CABLE SUBMARINO DE TELECOMUNICACIONES	FLAG Europe-Asia (FEA)	GLOBAL CLOUD XCHANGE	58º-58º
2	CABLE SUBMARINO DE TELECOMUNICACIONES	Atlas Offshore	MAROC TELECOM	42º-65º
3	CABLE SUBMARINO DE TELECOMUNICACIONES	FLAG Atlantic Interlink Seg A/B	GLOBAL CLOUD XCHANGE	86º-75º
4	CABLE SUBMARINO DE TELECOMUNICACIONES	Europe India Getaway (EIG)	AT&T, TELECOM, MTN, VODAFONE	80º-80º
5	CABLE SUBMARINO DE TELECOMUNICACIONES	SeaMeWe-3	ORANGE, TELECOM, BICS	88º-88º

La relación de servicios afectados por cruzamientos con la línea de transporte de energía eléctrica en el tramo submarino cuyo ángulo de cruce no ha podido ser determinado en la campaña de toma de datos del fondo marino es:

Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Denominación	Organismo Propietario
6	CABLE SUBMARINO DE TELECOMUNICACIONES	Columbus II - Sección C Tramo Funchal -Palermo	COLUMBUS CONSORCIO (Telecom Italia Sparkle, AT&T, Verizon, Telxius, Portugal Telecom, Tata Communications, Telkom South Africa, Telecom Argentina, Instituto Costarricense de Electricidad, Embratel, Cyta, CANTV, Ukrtelecom)
7	CABLE SUBMARINO DE TELECOMUNICACIONES	Columbus III Tramo Conil de la Frontera -Sicilia	COLUMBUS CONSORCIO (Telecom Italia Sparkle, AT&T, Verizon, Telxius, Portugal Telecom, Tata Communications, Telkom South Africa, Telecom Argentina, Instituto Costarricense de Electricidad, Embratel, Cyta, CANTV, Ukrtelecom)
8	CABLE SUBMARINO DE TELECOMUNICACIONES	DOS CONTINENTES I & II Fibra óptica de comunicación Península-Ceuta	GTD España

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

2.5.1 Gestión de la Obra

UC: Preparación de los trabajos

La preparación de los trabajos se manifestará mediante la reunión de lanzamiento en la que participarán todas las unidades intervinientes, incluso los contratistas adjudicatarios.

Se analizarán si existen imposiciones externas (administrativas, de licencias, de permisos, …) que afecten a la prevención de riesgos y en consecuencia se acordarán las actuaciones a seguir admitiéndose que no serán atendidos aquellos condicionantes que afecten negativamente a la prevención de riesgos laborales.

Se determinará que trabajos habrán de realizarse con otras instalaciones o partes de la instalación existentes en servicio, y cuáles no. Para los trabajos en los que mantienen instalaciones próximas en servicio, deben adoptarse las medidas preventivas que se establecen en la normativa sobre riesgo eléctrico.

Si se viera la necesidad de realizar trabajos sin tensión, se indicará que serán aplicables los procedimientos de REE que permitan realizar el descargo de la instalación, y a continuación crear la zona protegida y la zona de trabajo. Se expondrá de forma dominante la funcionalidad de la Autorización de Trabajos y la participación del jefe de trabajos del contratista.

Esta UC no tiene riesgos identificados.

UC: Seguimiento de los trabajos

La estructura organizativa que se haya establecido realizará seguimiento in situ de la obra, desde su inicio hasta su finalización, verificando de forma razonable las medidas preventivas establecidas para la ejecución de los trabajos.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante.

UC: Puesta en Servicio

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Esta unidad constructiva forma parte de la gestión de obra y supone la realización de las pruebas previas a conectar eléctricamente la nueva instalación. Es pues la fase final de los trabajos.

Para la realización de trabajos de pruebas o energizado de una parte, o de la totalidad, de una Instalación todos los trabajos de construcción se habrán dado por terminados, permaneciendo solo una brigada de apoyo para resoluciones de tareas no detectadas.

En esta unidad constructiva la instalación será transferida por la unidad de Construcción a la unidad de Mantenimiento que pasará a ser la responsable de la instalación y se actuará conforme a las premisas siguientes:

- Los elementos de corte que sean frontera entre la nueva instalación y la que está en servicio (en explotación) deben estar abiertos, bloqueados y señalizados como consecuencia de un descargo, o en su caso desmontados.
- La instalación en Construcción permanecerá bajo la responsabilidad del Técnico de Construcción hasta en tanto este no indique la finalización de los trabajos a su Director de Proyecto para que se lo comunique a la Unidad de Mantenimiento correspondiente.
- La comunicación de que los trabajos han finalizado se hará con constancia escrita e indicando claramente que en lo que se refiere a la actividad de construcción, la instalación no tiene ningún impedimento de materiales, equipos o personas trabajando, para poder ser sometida a tensión por primera vez.
- A partir de la entrega, la nueva instalación pasará a depender de la Unidad de Mantenimiento. Desde ese momento, ninguna actividad puede iniciarse en su Área de Proximidad, sin el conocimiento y autorización escrita de la Unidad de Mantenimiento.
- Si otros trabajos de Construcción persisten en posiciones contiguas a la de la P.E.S, la Unidad de Mantenimiento gestionará un Descargo para bloquear y señalizar los elementos de corte que pasan a ser posibles fuentes de tensión. Informará de la nueva situación al Técnico de Construcción.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.5.2 Ejecución de trabajos de obra civil de líneas subterráneas

UC: Caminos y vías de acceso

La adecuación y preparación necesaria de los caminos para el tránsito de vehículos y maquinaria de obra debe garantizar la circulación segura de los mismos.

La preparación de los caminos se realizará con dominancia de medios mecánicos, de forma que la presencia de operarios reduzca al máximo.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante.

UC: Zanja hormigonada

La zanja tipo simple circuito tendrá unas dimensiones de 700 mm de anchura y 1.300 mm de profundidad. Para la zanja doble circuito las medidas serán 1.400 mm de anchura y 1.300 mm de profundidad.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 200 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad.

Para la colocación de cada terna de tubos se empleará el separador brida cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE003 incluido en el Documento 3 - Planos. Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada.

Además de los tubos de los cables de potencia, se colocará dos tubos de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará su transposición en la mitad del tramo “Single Point” (cuando se use este tipo de conexión de pantallas). Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas “Single Point”, pero se incluirá aunque no sea éste el tipo de conexión de pantallas utilizado. Además, al igual que los tubos de los cables de potencia, este tubo estará sujeto mediante el mismo separador cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE003 incluido en el Documento 3 - Planos. Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

existe un soporte preparado para sujetar los bitubos de telecomunicaciones, de tal forma que se colocará un cuatro bitubos de polietileno de 2 x 40 mm de diámetro exterior en el soporte de cada terna de tubos. En el caso de las líneas de simple circuito se colocarán cuatro bitubos, sujeto cada uno de ellos en separadores alternos, de tal forma que el separador en su instalación se gira alternativamente de tal forma que el testigo en un soporte queda a la derecha y el siguiente a la izquierda. Los bitubos de telecomunicaciones serán de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 10 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el montaje de los tubos y siempre antes del hormigonado, se irá colocando en el interior de cada uno de los tubos de los cables de potencia y acompañamiento una cuerda guía continua entre cámaras de empalme, es decir, sin ningún tipo de nudo o unión. Esta cuerda será de ø ≥10 mm y carga de rotura ≥1850 kg para tubos destinados a cables de potencia. Los tubos de telecomunicaciones no precisarán de cuerda guía salvo en las perforaciones dirigidas que se instalará una cuerda guía de ø ≥6 mm y carga de rotura ≥500 kg. Deberá prestarse especial atención durante el proceso de unión de dos tubos contiguos para que estos hagan tope con la cara interior de la conexión y que la cuerda guía colocada en el interior de la canalización no quede enganchada con la misma.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/14 I al menos en dos tongadas. Una

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

primera para fijar los tubos y otra para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

A continuación, se procederá a colocar los tubos de telecomunicaciones en los soportes de los separadores. Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 5 mm.

Una vez colocados los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/14 I hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano nº LSZ007 (SC) ó LSZ006 (DC) incluidos en el Documento 3 - Planos. Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o zahorra normal al 95% P,M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 250 mm por encima del dado de hormigón, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión. Las cintas de señalización subterránea serán opacas, de color amarillo naranja vivo B532, según norma UNE 48103 y ET141.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante.

UC: Cámaras de empalmes

Las cámaras de empalme serán del tipo no registrables y/o del tipo hibridas de simple circuito. Se ajustarán a la pendiente del terreno con un máximo del 10%. El método de ejecución de las cámaras podrá ser “prefabricada”, siendo transportada desde fábrica y colocada con una grúa adecuada o ejecutada “in-situ”

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Una vez colocada la cámara en su sitio se procederá a la conexión de los distintos tubos de la canalización con la cámara y a la unión de los anillos exteriores con la puesta a tierra interior. También se conectará la cámara con la arqueta prefabricada anexa en cuyo interior se instalará la caja de conexión de pantallas o puesta a tierra.

Las cámaras de empalme no registrables y/o híbridas no serán accesibles una vez finalizada la instalación quedando su interior relleno de arena. Únicamente será accesible la arqueta anexa para poder realizar las inspecciones de mantenimiento necesarias a través de la caja de conexión de pantallas o puesta a tierra.

Cámaras de empalme de transición subterráneo-submarino:

Las cámaras de transición submarina – subterránea empalme serán ejecutadas "in-situ", no accesibles y habrá una por cada circuito. En el documento 3 planos se adjuntan sus medidas.

Características generales:

- La cámara está destinada a albergar los empalmes de transición entre el cable subterráneo y el cable submarino.
- Dicha cámara no debe de ser estanca, aunque es recomendable que el cuerpo de dicha cámara sea monobloque para evitar la entrada de agua al interior, en el momento de la instalación, en espacios donde el nivel freático es alto.
- La cámara está conformada por un cuerpo y ocho tapas.
- En una de las paredes cortas existen 3 huecos o pasamuros para la entrada de los cables subterráneos de potencia a la cámara y en la cara opuesta un hueco para la entrada del cable tripolar submarino.
- La cámara dispone de 4 conjuntos de pre-rotos en la parte inferior de los extremos de las paredes largas. Únicamente se empleará uno de los 4 conjuntos de pre-rotos para comunicar mediante 3 tubos la cámara de empalme con la arqueta para la instalación de la caja de conexión de pantallas.
- El conjunto de pre-rotos que se utilice, se ha de sellar con posterioridad a meter los tubos de conexión con la arqueta, para evitar la entrada de agua a la cámara durante el tiempo de instalación de los cables.
- Con la cámara se suministra una pletina de cobre estañado para disponer de un punto común de conexión de tierras. Esta pletina se ha de colocar en los insertos que hay encima de los pre-rotos que se utilicen. Existen insertos encima de los 4 conjuntos de pre-rotos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Del mismo modo se alojarán 2 conjuntos de pre-rotos en la parte inferior al centro de las paredes largas. Únicamente se empleará uno de los dos conjuntos de pre-rotos para comunicar mediante 2 tubos la cámara de empalme con la arqueta para las empalmes del cable de fibra óptica.
- Estas cámaras presentan como esencial ventaja el hecho de que tanto la construcción, como la integración de los diferentes elementos que lo componen (Pre-rotos, pletinas de tierra, etc.) pueden ser realizadas íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidadoso diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.
- Una vez confeccionados los empalmes, la cámara será rellenada con arena de río, se instalarán las losas superiores, se compactará el terreno al 95% del P.M. y se restituirá el firme según las condiciones previas a la ejecución de la cámara.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante

UC: Arquetas de telecomunicaciones

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones y como ayuda para el tendido de los mismos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones.

La zanja tipo de telecomunicaciones para estas desviaciones se realizará según el plano nº LST006 incluido en el Documento 3 - Planos. Las arquetas serán sencillas (de 900 mm x 815 mm x 1.200 mm) y dobles (de 900 m x 1.425 x 1.200 mm) y se emplearán para facilitar el tendido de los cables de telecomunicaciones y tener puntos intermedios en el caso de averías.

Las arquetas serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con nervaduras exteriores para soportar la presión exterior según los planos nº LST002 y LST003 del Documento 3 - Planos. Las arquetas se emplearán como “encofrado perdido” rellenado sus laterales tanto paredes como solera con hormigón HM-20/B/14/I de 25 cm de espesor mínimo. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo hasta recoger el cerco de la tapa de fundición.
Las arquetas dispondrán de tapa de función tipo D-400 si fuera instalada en calzada y tipo B-125 si fuera instalada en acera.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los bitubos de telecomunicaciones se instalarán en una única pieza sin empalmes entre las arquetas dobles de telecomunicaciones, siendo pasantes en las arquetas sencillas. En el interior de las arquetas dobles se realizará corte de los bitubos a 30 cm de la pared interior.

Las arquetas sencillas se instalarán según la tabla adjunta:

Instalación arquetas sencillas telecomunicaciones	
Distancia (m) entre cámaras de empalme / cámara de empalme y subestación o cámara de empalme y apoyo transición aéreo-subterráneo	**Nº arquetas sencillas**
≤ 500	0
500 < x ≤ 1000	1
750 < x ≤ 1500	2

Distancias para instalación de arquetas sencillas de telecomunicaciones

Las arquetas dobles se instalarán en cada cámara de empalme, al principio y al final de cada perforación dirigida, en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie y en los puntos singulares del trazado, según proyectista de la instalación.

UC: Perforaciones dirigidas

La perforación horizontal dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación.

Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

La trayectoria de perforación se realiza a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos.

La perforación dirigida se puede ver como una secuencia de cuatro fases:

Fase 1: Disposición

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra. En esta primera fase se determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir.

Fase 2: Perforación piloto

Se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo.

Para facilitar la perforación se utiliza un compuesto llamado bentonita. Esto es una arcilla de grano muy fino que contiene bases y hierro. La bentonita es inyectada a presión por el interior de las varillas hasta el cabezal de perforación siendo su misión principal refrigerar y lubricar dicho cabezal y suministrar estabilidad a la perforación. En esta perforación piloto, la cabeza está dotada de una sonda, de manera que mediante un receptor se puede conocer la posición exacta del cabezal.

La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados pudieran salir a la superficie. La trayectoria se puede variar si fuese necesario debido a la aparición de obstáculos en la trayectoria marcada.

Fase 3: Escariado

Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.

Este proceso se realiza en sentido inverso; es decir, tirando hacia la máquina.

Fase 4: Instalación de la tubería

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado.
Los tubos empleados serán de PEHD PE100 en color negro con bandas rojas según Especificaciones Técnicas del REE.

En el interior de cada tubo se instalará una cuerda de nylon de Ø10 mm.

UC: Entibaciones y Apuntalamientos

Se procederá a la entibación de las zanjas, cuya profundidad supere a 1,3 m., mediante los procedimientos propuestos por la empresa contratista de obra civil.

Además, en esta fase deberán apearse mediante la colocación de puntales o la sujeción mediante bragas de obra las conducciones interceptadas de abastecimiento, saneamiento y otros servicios afectados en el trazado de la zanja.

Mediante esta protección y con los medios auxiliares utilizados para lo descrito anteriormente podrá realizarse el hormigonado del prisma en la parte inferior de la misma.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante.

UC: Mandrilado

Una vez finalizada la obra civil, para comprobar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado en los dos sentidos de todos los tubos, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones. Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo.

La operación de mandrilado de los tubos de los cables de potencia y acompañamiento se realizará según se describe a continuación:

Tirando de la cuerda guía existente en los tubos se instalará en su interior un cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm.

En uno de los extremos de la canalización se conectará al cable piloto el conjunto antigiratorio+cepillo+mandril y en el otro extremo el cabrestante (o máquina de tiro que

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

disponga de registradora digital, como mínimo cada 5 m, de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido).
A continuación, se realizará el tarado de la registradora digital, de tal forma que el origen de los registros coincida con el origen de la canalización entubada y el final del registro del tramo coincidirá con el final de la canalización entubada.

El conjunto antigiratorio+cepillo+mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deberá deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar a su vez un nuevo cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm que permitirá extraer el mandril por el lado contrario en caso de quedar atrapado.

Después se tirará del cable piloto instalando una cuerda guía de ø ≥10 mm y carga de rotura ≥1850 kg que sirva para el tendido posterior de los cables de potencia y acompañamiento.

No se permitirá el mandrilado de los tubos de los cables de potencia o acompañamiento de tal forma que la cuerda guía arrastrase directamente al conjunto antigiratorio, cepillo y mandril. El esfuerzo durante el mandrilado deberá ser inferior a 750 kg de forma continuada, permitiendo valores de pico máximos de 1000 kg. Por tanto, el esfuerzo máximo de tiro de la máquina de tiro quedará limitado en ese valor.

La operación de mandrilado de los tubos de telecomunicaciones se realizará según se describe a continuación:

El mandrilado se hará mediante impulsión neumática o “soplado” de un calibre con sonda entre arquetas dobles consecutivas.

Una vez realizado el mandrilado no será necesario dejar cuerda guía en el interior de los tubos excepto en los tramos de perforaciones dirigidas en los que se deberá instalar cuerda guía de ø ≥6 mm y carga de rotura ≥500 kg entre las arquetas dobles de telecomunicaciones situadas al inicio y al final de la perforación.

UC: Reposición de Pavimentos

Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las reposiciones de pavimentos se realizarán según las normas de los organismos afectados, con reposición a nuevo del mismo existente antes de realizar el trabajo. Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que el organismo afectado indique un espesor superior.

En el caso de superficies no pavimentadas, la reposición será a las condiciones iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos anteriores a realizar la obra. Las losas, losetas, mosaicos, etc. a reponer, serán de las mismas características que las existentes.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante.

2.5.3 Ejecución de trabajos de tendido de cables aislados en zanjas

UC: Tendido de cables aislados y conexionado

El tendido de los cables de potencia consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización. Antes de empezar el tendido de los cables habrá que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin antes de iniciar el tendido de los cables se realizará un nuevo mandrilado de todos los tubos de la instalación utilizando los mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante.

2.5.4 Obra civil tramo submarino

Se han desarrollado estudios CBRA (Cable Burial Risk Assestment) que establecen la necesidad de enterramiento de los cables submarinos en base a los riesgos a agresiones externas debidos fundamentalmente que puedan producirse por las actividades de pesca y navegación durante la vida útil de la instalación, así como otros riesgos debidos a las particularidades del fondo marino (evitar tramos de cable suspendidos entre dos puntos de apoyo “free-span” que puedan causar fatiga ene el cable, estabilidad del fondo marino, etc…).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

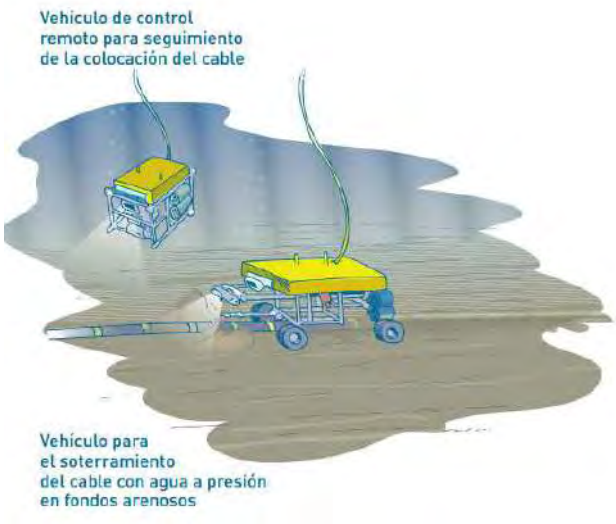
Como resultado de dicho estudio se prevé enterrar el cable a lo largo de todo el trazado submarino, con una profundidad objetivo de enterramiento de 1 m.

Dependiendo de las características geofísicas y geológicas del fondo marino se considerará el empleo de los siguientes métodos de protección:

MÉTODO DE PROTECCIÓN MEDIANTE ENTERRAMIENTO DEL CABLE

- "Jetting". Se realiza posteriormente al tendido. Se utiliza un barco desde el que remotamente se manejará un vehículo submarino que descenderá hasta colocarse sobre el cable. El citado vehículo irá provisto de un mecanismo de chorros de agua a alta presión, que licuará el terreno ubicado bajo y alrededor del cable, permitiendo que el cable se hunda a través de los sedimentos en suspensión hacia el fondo de la zanja, según el mecanismo avanza hacia adelante. Cuando la máquina se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, solidificándose de nuevo y rellenando por sí mismos la zanja.

  Este método es válido para la parte del trazado con sedimentos arenosos o blandos.



- "Trenching": En fondos con arcillas duras o rocas para alcanzar la profundidad deseada pueden ser necesarias operaciones de corte del fondo marino de forma puntual, es decir, la utilización de un tipo de excavadora submarina con cuchillas rotatorias.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

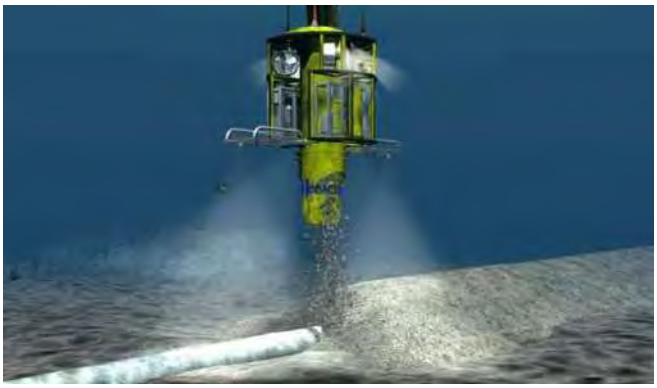
- “Ploughing”: Se trata de una técnica de enterramiento por medio de un dispositivo de arado arrastrado por el barco de tendido de cable, que actúa simultáneamente sobre el fondo marino abriendo la zanja y enterrando el cable a la vez que avanza por el fondo.

  Esta técnica es adecuada desde terrenos blandos a terrenos duros que no presenten rocas.

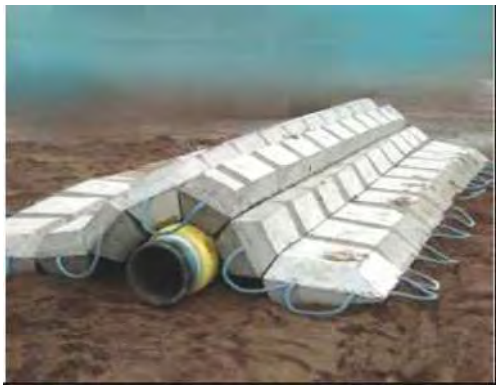
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- MÉTODO DE PROTECCIÓN MEDIANTE PROTECCIÓN EXTERNA DEL CABLE

  - "Rock dumping": en terrenos muy duros o en aquellos donde se complica mucho penetrar en el fondo marino, la protección del cable se consigue por medio de vertido de rocas de manera controlada sobre el propio cable (rock dumping). El tipo de roca deberá ser de características similares a la encontrada en la zona.



  - Mattresses. Una vez tendido el cable sobre el fondo marino en las zonas donde no es viable el enterramiento del cable, se instalan sobre el cable unos "colchones" como elemento deprotección, habitualmente compuesto por bloques de hormigón de dimensiones 6 x 3 x 0,3 m. Este método de protección, también se usa como método de protección adicional en cruzamientos con otros servicios.



  - Sistema de protección adicional (CPS = "Cable ProtectionSystem"). En los tramos en los que no sean posibles otras medidas de protección como las anteriormente descritas por limitaciones de las pendientes del fondo marino, protección adicional en los cruzamientos con otro serviciosy sea necesario proteger el cable, se instalará este método de protección mediante conchas de acero (CastIronShells)o similar (Uraduct,etc…).

    Ejemplo de Cast Iron Shells:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Ejemplo de Uraduct:

Los riesgos asociados a esta UC se identificarán según los medios a emplear por el contratista y quedarán reflejados en el Plan de Seguridad y Salud que el mismo elabore.

2.5.5 Tendido del tramo submarino

Después de la fabricación y ensayos en fábrica de los cables submarinos, éstos serán transferidos a grandes plataformas giratorias en las fábricas y desde allí se cargarán directamente a las plataformas de los barcos encargados del tendido.

Los barcos estarán equipados con sistemas de posicionamiento GPS dinámicos para seguir exactamente las trayectorias prefijadas y mantenerse fijos cuando las condiciones del mar requieran suspender durante unas horas los trabajos de tendido.

El método de tendido, a grandes rasgos, puede describirse como sigue:

Para comenzar las operaciones de tendido el barco se situará lo más cerca posible de la costa en línea con la dirección de la ruta a seguir por los cables. El barco, para mantener la posición preestablecida sin necesidad de muertos o amarres, utilizará su propio sistema de posicionamiento dinámico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cuando el barco esté situado correctamente, el cable submarino será lentamente cargado desde el barco con una serie de flotadores hinchables y tendido hacia la costa por medio de botes auxiliares. Del mismo modo, desde la máquina de tiro instalada en tierra, se tenderá un cable piloto de tiro con otro bote auxiliar. El número de botes auxiliares necesarios para realizar esta operación dependerá de las condiciones atmosféricas y la distancia de flotación necesaria.

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1.5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o al cabezal del cable submarino. Entonces se empezará a tirar del cable piloto hasta la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto del empalme de transición entre el cable submarino y el cable subterráneo, mientras que simultáneamente el barco va entregando más cable en los flotadores hinchables.

Una vez finalizada la operación de tendido en la costa el cable será sumergido en el fondo del mar por buceadores especializados que irán retirando los flotadores hinchables del cable. La retirada de los flotadores se realizará partiendo del barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

Una vez preparada la salida del cable submarino, el barco procede a recorrer la traza del cable correspondiente hasta la llegada en la costa. Para el tendido del cable el barco avanza lentamente siguiendo la traza del mismo, desenrollando el cable desde la bodega del barco de forma paulatina y ajustada al avance del mismo. El cable abandona la bodega y siguiendo las poleas y guías dispuestas en la cubierta, cuelga por la popa y siguiendo una amplia curva, se deposita en el fondo del mar siguiendo la estela del navío. El peso del cable hace que se sitúe exactamente en la traza definida.

En su avance el barco de tendido va depositando el cable en el fondo, siguiendo en todo momento la trayectoria prefijada, utilizando para ello el sistema de posicionamiento dinámico. La navegación estará basada en el uso del DGPS (Diferencial Global Positioning System). El GPS es un sistema de medida de distancia donde el receptor, situado a bordo del barco de tendido, mide la distancia simultáneamente de todos los satélites GPS sobre el horizonte.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El tendido del cable estará basado en el perfil del fondo marino e información obtenida del informe marino desarrollado antes del tendido y posterior estudio realizado sobre los parámetros de tendido.

Por lo tanto, para poder comparar los valores precalculados y asegurar que el cable es tendido adecuadamente sobre el fondo marino según el trazado previsto, se monitorizará desde el barco cablero con la siguiente información:

- Posicionamiento del barco de tendido.
- Posición del vehículo de control remoto (ROV).
- Velocidad de suministro del cable.
- Tensión del cable y ángulo de la bobina de tendido.
- Longitud del cable ya tendido.
- Profundidad.
- Velocidad y dirección del viento.

Durante el tendido se realizará una monitorización del posicionamiento del cable en el lecho marino (touch down monitoring), es decir, se realizará la detección del punto de contacto o posado del cable mediante un vehículo de control remoto para posibilitar pequeños ajustes de trazado con los que evitar apoyar sobre obstáculos aislados y evitar los “free spans”, vanos libres entre apoyos del cable en irregularidades locales del fondo marino. El ROV operará desde un barco de apoyo independiente con su propio sistema de posicionamiento dinámico.

Esto se realizará de forma continua salvo en la zona de gran profundidad (y menores irregularidades) con el objeto de reducir al máximo la duración de las campañas de tendido de los cables ya que el ROV tiene mayores restricciones meteorológicas que el barco cablero.

En las proximidades del punto de llegada a tierra y antes de comenzar las operaciones terrestres, el barco se alejará cuidadosamente de la alineación de la ruta final del cable de forma que deje su popa libre para las operaciones de tendido y será situado en su posición final utilizando su sistema de posicionamiento dinámico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cuando el barco esté correctamente asegurado en su posición final, el cable flotará en un amplio bucle con la ayuda de flotadores y buceadores hasta que haya una suficiente longitud de cable fuera del barco.

Al ser el cable de mayor longitud que la necesaria para su tendido, el mismo será cortado y sellado a bordo, procediéndose entonces al tendido del lazo mediante botes auxiliares hacia tierra.

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1.5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o cabezal del cable submarino. Entonces, se empezará a tirar del cable piloto desde la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto de empalme entre el cable submarino y el cable subterráneo.

La retirada de los flotadores se realizará partiendo desde el barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

Los riesgos asociados a esta UC se identificarán según los medios a emplear por el contratista y quedarán reflejados en el Plan de Seguridad y Salud que el mismo elabore.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Las Empresas Contratistas adjudicatarias de los trabajos han de considerar que la evaluación de riesgos concerniente a cada una de las actividades de construcción de líneas supone el análisis previo de:

- Las condiciones generales del trabajo, las máquinas y equipos que se manejen, las instalaciones próximas existentes y a los agentes físicos, químicos y biológicos que puedan existir.
- Las características de organización y ordenación del trabajo, que influyen en la magnitud de los riesgos.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.

La valoración de riesgos en cada momento se conocerá tras realizar inspecciones de los trabajos. Para ello se establecen criterios en el apartado “Seguimiento y Control de los Trabajos”

No obstante, se consideran Riesgos Generales y como tales están presentes en cualquier actividad de construcción de líneas los de la siguiente relación no exhaustiva:

- Caídas al mismo nivel durante los desplazamientos por la obra.
- Caídas a distinto nivel por trabajos en altura sobre escaleras y andamios.
- Caídas a distinto nivel por trabajos realizados al borde de la zanja excavada.
- En levantamiento y transporte de cargas manualmente, se pueden producir lesiones musculares, atrapamientos, cortes, etc.
- Caída de objetos pesados sobre personas, golpes en maniobras, etc. durante el levantamiento de cargas con grúa.
- Riesgos eléctricos, debidos a la proximidad de elementos en A.T. Lo que puede ocasionar daños por contactos directos y arcos eléctricos.
- Riesgos eléctricos, debidos a no haber puesto previamente las instalaciones de A.T. en condiciones de trabajar en las mismas modificando su topología o estableciendo áreas de intervención.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Riesgos eléctricos derivados de la inducción producida por la proximidad de instalaciones en tensión.
- Riesgos eléctricos, debidos a instalaciones provisionales de BT para alimentar a herramientas y alumbrado.
- Heridas y punzamientos en pies, manos y otras partes del cuerpo debido a la existencia de elementos punzantes y cortantes (ferralla, clavos, flejes, perfiles).
- Golpes y cortes durante la utilización de herramientas portátiles eléctricas.
- Atrapamientos y cortes debido a la utilización de máquinas - herramientas.
- Atrapamientos por desprendimientos de tierra en excavación de la zanja, por sobrecarga de los bordes o por variación de la densidad del terreno.
- Choques o golpes por pisadas sobre objetos
- Atropellos, vuelcos, golpes, choques, etc. debido a la circulación habitual de vehículos pesados.
- Proyección de materiales hacia la cara, ojos y otras partes del cuerpo, en excavaciones sobre hormigón o terreno rocoso utilizando herramientas percutoras.
- Tropiezos, caídas y torceduras debido a lo irregular del terreno y a lo limitado del espacio disponible para aprovisionamiento de materiales.
- En trabajos de soldadura eléctrica pueden producirse daños en la vista por radiaciones no ionizantes, inhalación de vapores metálicos y quemaduras.
- Otros riesgos pueden ser: problemas de las vías respiratorias en atmósferas cargadas de polvo, excesivo nivel acústico en el uso de algunas herramientas, etc.

En las tablas siguientes se indican de forma más exhaustivas las situaciones de riesgo que van a presentarse. El Adjudicatario de los trabajos debe tenerlas en cuenta para reflejarlas en su Plan de Seguridad y darlas a conocer a sus empleados y a sus subcontratistas.

Unidad constructiva	**Seguimiento de los trabajos de líneas**
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Agresión de animales	Picadura de insectos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Seguimiento de los trabajos de líneas
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
	Ataque de perros. Agresión por otros animales.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por desniveles, zanjas, taludes, etc.
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo. Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie.
Configuración del puesto de trabajo	Espacios de trabajo Distribución de equipos Características de equipos (PDV's, iluminación, reflejos, etc.)
Choques y golpes	Choques contra estructuras Golpes por máquinas y equipos de trabajo manejados por otros. Golpes por herramientas manuales manejadas por otros. Golpes por otros objetos.
Caída de objetos	Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos Hundimiento de zanjas o galerías Desprendimiento de tierras excavadas
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Seguimiento de los trabajos de líneas
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
	Estrés térmico.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente. Deslumbramientos y reflejos.
Vuelco de vehículos	Salida de vehículos de caminos de acceso. Vuelco de vehículos por accidente de tráfico.

Unidad constructiva	Preparación de caminos y vías de acceso
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Agresión de animales	Picadura de insectos. Ataque de perros. Agresión por otros animales.
Atrapamiento por maquinaria automotriz y vehículos	Salida de vehículos de las vías. Choques y golpes entre vehículos. Choques y golpes contra elementos fijos. Vuelco de vehículos. Caída de cargas. Atropello a personal circulante.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por herramientas manuales. Atrapamiento por objetos. Atrapamiento por mecanismos en movimiento.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por huecos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Preparación de caminos y vías de acceso
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
	Caída por desniveles, taludes, etc.
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo. Caída por pisar o tropezar con objetos en el suelo. Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie. Caída por falta de iluminación
Carga física	Movimientos repetitivos Carga dinámica (actividad física) Condiciones climáticas exteriores
Carga mental	Distribución de tiempos. Monotonía por trabajos repetitivos. Aislamiento. Horario de trabajo.
Condiciones ambientales	Humedad. Temperatura. Ruido molesto.
Contactos eléctricos	Contactos directos con líneas de MT.
Cortes	Cortes por herramientas manuales.
Choques y golpes	Golpes por herramientas manuales. Golpes por herramientas portátiles eléctricas Golpes por otros objetos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Preparación de caminos y vías de acceso
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
	Pisadas sobre objetos por falta de iluminación Choques contra objetos fijos y objetos móviles
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de protección perimetral. Desprendimientos de taludes
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Explosiones	Voladuras o Material explosivo.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en caso de horarios prolongados.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables.
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas. Proyecciones líquidas.
Ruido	Exposición a ruido
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de objetos. Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Vibraciones	Exposición a vibraciones de herramientas de perforación.

Unidad constructiva	Zanja hormigonada
Riesgos	*Situaciones de riesgo*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Zanja hormigonada
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Agentes químicos	Exposición a sustancias tóxicas (hormigones). Exposición a tierras polvorientas
Agresión de animales	Picadura de insectos Agresión por otros animales.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por herramientas neumáticas manuales Atrapamiento por máquinas de excavación Atrapamiento por máquinas de carga y transporte
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de componentes manipulados con grúas autopropulsadas. Caída de objetos en el interior de la zanja durante tareas de excavación y rellenos
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde el borde de la zanja excavada Caída por desniveles, taludes, etc. Caída desde escaleras portátiles al bajar y salir a la zanja. Caída de acceso a fondos para rellenos
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo. Caída por pisar o tropezar con objetos en el suelo. Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie. Caída por falta de iluminación
Carga física	Carga dinámica durante el hormigonado (actividad física).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Zanja hormigonada
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento. Horario de trabajo
Condiciones ambientales	Humedad. Temperatura Ruido de maquinaria de excavación.
Contactos eléctricos	Contactos directos con circuitos eléctricos subterráneos
Cortes	Cortes por herramientas portátiles neumáticas. Cortes por herramientas manuales. Cortes por objetos superficiales. Cortes por objetos punzantes.
Choques y golpes	Golpes por herramientas manuales. Golpes por herramientas portátiles eléctricas. Golpes por otros objetos. Pisadas sobre objetos por falta de iluminación
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de protección perimetral Hundimiento de paredes de la zanja
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Voladuras o Material explosivo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Zanja hormigonada
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en caso de horarios prolongados Iluminación ambiental insuficiente en trabajos bajo rasante
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables.
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al colocar encofrados Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Ruido	Exposición a ruido de máquinas de excavación y rellenos Exposición a ruido de máquinas de carga y transporte
Vibraciones	Exposición a vibraciones de herramientas de perforación. Exposición a vibraciones en cabinas de máquinas de excavación y/o rellenos Exposición a vibraciones en cabinas de máquinas de carga y transporte

Unidad constructiva	Cámaras de empalmes
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento al dirigir y situar los elementos prefabricados.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con grúas autopropulsadas.
Caídas de personas a distinto	Caída por huecos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Cámaras de empalmes
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
nivel	Caída desde escaleras portátiles.
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo. Caída por pisar o tropezar con objetos en el suelo. Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie.
Carga física	Carga dinámica durante la manipulación de cajones (actividad física).
Confinamiento	Golpes, choques, cortes o atrapamientos por espacio reducido. Posición incómoda, esfuerzos.
Cortes	Cortes por herramientas manuales. Cortes por objetos superficiales. Cortes por objetos punzantes.
Choques y golpes	Golpes por herramientas manuales. Golpes por herramientas portátiles. Golpes por otros objetos estructurales
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos Hundimiento de hoyos o cimentaciones
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en el interior de la cámara.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Cámaras de empalmes
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas. Proyecciones líquidas.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o posicionar cajones prefabricados. Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.

Unidad constructiva	Entibaciones y apuntalamientos
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Agentes químicos	Exposición a tierras polvorientas Exposición a sustancias tóxicas existentes en el nivel freático
Agresión de animales	Picadura de insectos. Agresión por otros animales.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por herramientas neumáticas manuales Atrapamiento por máquinas de elevación de materiales para la realización de entibaciones y apuntalamientos.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de componentes manipulados con grúas autopropulsadas. Caída de objetos en el interior de la zanja durante tareas de entibación y apuntalamiento
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por desniveles, taludes, etc. Caída desde escaleras portátiles al bajar y salir a la zanja. Caída durante el proceso de colocación de estribos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Entibaciones y apuntalamientos
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el terreno Caída por pisar o tropezar con objetos en el terreno Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie. Caída por falta de iluminación
Carga física	Carga dinámica durante el apuntalamiento y realización de entibaciones (actividad física).
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento. Horario de trabajo
Condiciones ambientales	Humedad. Temperatura Ruido de maquinaria
Contactos eléctricos	Contactos directos con circuitos eléctricos subterráneos
Cortes	Cortes por herramientas portátiles neumáticas. Cortes por herramientas manuales. Cortes por objetos superficiales. Cortes por objetos punzantes. Cortes por uso de herramientas manuales y/o mecánicas con elementos estructurales

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Entibaciones y apuntalamientos
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Choques y golpes	Golpes por herramientas manuales. Golpes por herramientas portátiles eléctricas. Golpes por otros objetos. Pisadas sobre objetos por falta de iluminación
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de sujeción de taludes e infraestructuras subterráneas Hundimiento de paredes de la zanja
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Producidas por atmósferas explosivas
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en caso de horarios prolongados Iluminación ambiental insuficiente en trabajos bajo rasante
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables.
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas. En el proceso de ajuste de piezas En el uso del martillo neumático

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Entibaciones y apuntalamientos
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al colocar entablados Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Ruido	Exposición a ruido de herramientas manuales
Vibraciones	Exposición a vibraciones de herramientas manuales

Unidad constructiva	Reposición de pavimentos
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Agentes químicos	Exposición a sustancias tóxicas componentes de los elementos del pavimento a utilizar (cementos, betunes, aditivos, etc.)
Agresión de animales	Picadura de insectos Agresión por otros animales.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por herramientas neumáticas manuales Atrapamiento por máquinas de ejecución de pavimentos continuos Atrapamiento por el mecanismo de giro de la hormigonera
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de componentes manipulados con grúas autopropulsadas.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por desniveles, huecos existentes en el acerado, etc. Caídas desde el perímetro de zonas a diferente nivel

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Reposición de pavimentos
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el terreno Caída por pisar o tropezar con objetos en el terreno Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie. Caída por falta de iluminación
Carga física	Carga dinámica durante la ejecución de pavimentos (actividad física).
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento. Horario de trabajo
Condiciones ambientales	Humedad. Temperatura Ruido de maquinaria
Cortes	Cortes por herramientas portátiles neumáticas. Cortes por herramientas manuales. Cortes por objetos superficiales. Cortes por objetos punzantes. Cortes por uso de herramientas manuales y/o mecánicas con elementos estructurales

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Reposición de pavimentos
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Choques y golpes	Golpes por herramientas manuales. Golpes por herramientas portátiles eléctricas. Golpes por otros objetos. Pisadas sobre objetos por falta de iluminación Golpes por compuertas de camiones de suministro Golpes por cambios de complementos de máquinas Golpes y choques por descarga y reparto de materiales
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en caso de horarios prolongados
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables.
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas. Cortes de materiales en seco En el proceso de ajuste de losas de pavimentos En el uso del martillo neumático
Sobreesfuerzos	Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Ruido	Exposición a ruido de herramientas manuales
Vibraciones	Exposición a vibraciones de herramientas manuales

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Tendido de cables aislados y conexionado
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Arcos eléctricos	Durante la realización de pruebas de aislamiento. Por golpes o perforaciones involuntarias durante trabajos próximos.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por mecanismos de tendido de cables aislados.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles. Caída desde bocas de acceso a la galería.
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo. Caída por pisar o tropezar con objetos en el suelo. Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie.
Carga física	Carga estática o postural (espacios de trabajo). Carga dinámica durante el asentamiento de cables (actividad física).
Carga mental	Atención complejidad. Horario de trabajo.
Confinamiento	Golpes, choques, cortes o atrapamientos por espacio reducido. Posición incómoda, esfuerzos. Dificultades para rescate.
Contactos eléctricos	Contactos directos con cables de fuerza y control. Contactos indirectos por manipulación en cajas de conexiones. Corrientes inducidas por existencia de circuitos próximos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Tendido de cables aislados y conexionado
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Cortes	Cortes por herramientas portátiles eléctricas. Cortes por herramientas manuales. Cortes por objetos superficiales. Cortes por objetos punzantes.
Choques y golpes	Golpes por herramientas manuales. Golpes por herramientas portátiles. Golpes contra ménsulas soporte de los cables.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en el interior de la galería.
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de los cables aislados. Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Ventilación	Ventilación ambiental insuficiente en el interior de la galería Atmósferas bajas en oxígeno.

Unidad constructiva	Montaje de equipos y botellas
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Agresión de animales	Picadura de insectos
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por montaje de las bobinas sobre bastidores de giro Atrapamiento por cabrestante de freno. Atrapamiento por máquina de tiro

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Montaje de equipos y botellas
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Caídas de objetos	Caída de herramientas durante el tendido de cables piloto. Caída de herramientas durante el tendido de conductores.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por desniveles y taludes naturales Caída en el ascenso /descenso plataformas de trabajo. Caída durante la permanencia en la estructura del apoyo terminal. Caída durante el montaje de equipos sobre plataformas.
Caídas de personas al mismo nivel	Resbalones / tropezones en la zona de ubicación máquinas Resbalones / tropezones en la traza de la línea
Carga física	Carga dinámica (actividad física) por ascenso y descenso de las plataformas de trabajo
Contactos eléctricos	Por corrientes inducidas procedentes de otros circuitos próximos
Cortes	Cortes por herramientas manuales. Cortes por flejes y elementos punzantes de las bobinas.
Choques y golpes	Choques contra equipos de trabajo en la zona de montaje de equipos. Golpes por herramientas manuales. Golpes por fallos de grapas de retención.
Desprendimientos desplomes y derrumbes	De poleas de cable aislado durante su instalación.
Proyecciones	Polvo de lijado (no tóxico) durante la confección de terminales
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío durante la permanencia en las torres. Golpe de calor.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Unidad constructiva	Montaje de equipos y botellas
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en horarios nocturnos.

Unidad constructiva	Puesta en Servicio
Riesgos	*Situaciones de riesgo*
Arcos eléctricos	No haber retirado elementos de obra que generen cortocircuitos. Aislamientos defectuosos en la fase de construcción.
Carga mental	Distribución de tiempos. Atención complejidad de la p.e.t.
Configuración del puesto	Espacios de trabajo durante la p.e.t. Distribución de equipos Características de equipos (PDV's, iluminación, reflejos, etc.)
Contactos eléctricos	Contactos directos por permanencia en zona de tensión Contactos indirectos por deficiencias.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en espacio de control

2.6.1 Medidas de Prevención de Riesgos

De forma general, las medidas de prevención y de protección para cada uno de los riesgos se detallan en la Normativa indicada en el Pliego de Condiciones, ya sean las de carácter legal o la normativa interna de Red Eléctrica.

Asimismo deben estar recogidas en el Manual de Seguridad de las Empresas Contratistas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las Empresa adjudicatarias asumirán estas normas como obligado cumplimiento. Si se adoptaran otras medidas específicas o su exposición más detallada, deben ser concretadas y desarrolladas en el Plan de Seguridad que las Empresas Adjudicatarias deben elaborar.

2.6.2 Organización de la Seguridad

Coordinador en Materia de Seguridad y Salud

Las tareas de Obra Civil y Tendido estarán programadas en periodos distintos y en espacios no interferidos, no obstante sobre la base del Art. 3 del R.D. 1627/97, si se dieran alguna de las condiciones por las que se precisase nombrar un Coordinador en Materia de Seguridad y Salud, RED ELÉCTRICA en su calidad de Promotor procederá a tal nombramiento.

Jefe de Trabajo de la Empresa Contratista

Las personas que ejerzan in situ las funciones Jefes dirigiendo y planificando las actividades de los operarios garantizarán que los trabajadores conocen los principios de acción preventiva y velarán por su aplicación.

La persona que ejerza las funciones de Jefe de Obra de la Empresa Contratista garantizará que los trabajadores conocen y aplican los principios de acción preventiva expuestos en este documento.

Vigilante de Seguridad de la Empresa Contratista

La empresa Contratista está obligada a reflejar en el Plan de Seguridad que elabore el nombre de una persona de su organización que actuará como su Vigilante de Seguridad para los trabajos, bien a tiempo total o compartido, actuando como apoyo del Jefe de Obra en las tareas preventivas.

2.6.3 Principios Generales aplicables durante la Obra

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada pueden acceder a las zonas de riesgo grave o específico.

- Dar las debidas instrucciones a los empleados.

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.

- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

- El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo, almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.

- La eliminación o evacuación diaria de residuos y escombros.

- La adaptación, en función de la evolución de obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

- La cooperación entre RED ELÉCTRICA y el Contratista.

- Las interacciones e incompatibilidades con los trabajos de mantenimiento que se realicen en la Subestación.

2.6.4 Formación

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El personal de la Empresa Contratista que sea habitual en estos trabajos debe estar instruido en Seguridad. No obstante, en las fechas inmediatas a la incorporación recibirá información específica acorde al trabajo que va a realizar.

La empresa Contratista garantizará que el personal de sus Empresas Subcontratadas será informado del contenido del Plan de Seguridad, antes de incorporarse al trabajo, explicándoseles los riesgos que se presentan y la forma de asistencia a lesionados.

Los operarios que realicen trabajos con riesgo eléctrico tendrán la categoría de "personal autorizado" o "personal cualificado" para las funciones que le asigna el R.D. 614/2001. Esta clasificación vendrá reflejada en el listado de personal para la obra.

2.6.5 Medicina Preventiva

Reconocimientos médicos

La Empresa Contratista queda obligada a practicar a los trabajadores que desee contratar para la ejecución de los trabajos, un reconocimiento médico previo a su ingreso, respetando la clasificación de puesto de trabajo que dictamine el resultado del reconocimiento médico.

Los trabajadores propios pasarán un reconocimiento periódico al menos una vez al año. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la Empresa Contratista queda obligada a realizarlo.

En cualquier momento RED ELÉCTRICA podrá solicitar certificados de estos reconocimientos.

2.6.6 Medios de Protección

Antes del inicio de los trabajos todo el material de seguridad estará disponible en la obra, tanto el de asignación personal como el de utilización colectiva.

Así mismo, todos los equipos de protección individual se ajustarán a lo indicado en el R.D. 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

trabajadores de equipos de protección individual, haciéndose especial hincapié a los artículos 4, 5, 6 y 7, referentes a: Criterio para el empleo de los EPI; Condiciones que deben reunir los EPI; Elección de los EPI y Utilización; Mantenimiento de los EPI, respectivamente.

2.7 INSTALACIONES PROVISIONALES (LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR)

A tenor de lo establecido en el R.D. 486/1997 sobre Disposiciones Mínima de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo y analizando el Anexo V, se considera que en una obra de evolución continua a realizar a lo largo de la línea y en campo abierto, no es posible la instalación de casetas de obra.

En localidades próximas se habilitará Almacén o Dependencias para descanso y aseo de los trabajadores el Contratista dispondrá de una caseta de obra para ser usada como lugar de descanso.

2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA

2.8.1 Vías de evacuación

En los tramos en galería o túnel, siempre existirán dos vías o salidas de emergencia para una posible evacuación, señaladas convenientemente.

Las vías de circulación de personas deben permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona segura libre de interferencias.

Las mangueras de alimentación eléctrica, agua, aire o de cualquier otro elemento deben ir colgadas de los muros, paredes, pilares o soportes al respecto. Si han de cruzar las vías de circulación lo harán perpendicularmente y protegidas de forma que no supongan riesgos de tropezones y caídas.

La anchura de las vías de circulación será como mínimo de 90 cm. Se incrementará en función de las dimensiones de los locales y del número de personas que puedan estar presentes en la Obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las vías de circulación y las puertas que dan acceso a ellas no deben estar obstruidas por ningún acopio temporal ni definitivo de cualquier objeto ni por el campo de accionamiento de cualquier maquinaria, ya sea fija o desplazable, que esté ubicada en su proximidad.

Si se desea que un espacio no sea considerado vía de circulación debe ser señalizado al efecto con elementos permanentes de señalización o delimitación.

2.8.2 Iluminación

Se empleará un grupo electrógeno pequeño para el suministro puntual de la energía eléctrica que requiere algún equipo de trabajo.

Los trabajos que se realicen a la intemperie y en horario diurno, no será necesaria la instalación de alumbrado.

2.8.3 Instalaciones de suministro y reparto de energía

Se empleará un grupo electrógeno pequeño para el suministro puntual de la energía eléctrica que requiere algún equipo de trabajo.

El suministro de energía en la obra se utilizará de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Por tratarse de equipos de intemperie, el grado de protección será IP45 para los envolventes y las tomas de corriente.

Cuando se trate de otras instalaciones eléctricas el acceso a las partes activas de las mismas quedará limitado a trabajadores autorizados o cualificados.

2.8.4 Ventilación

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En los trabajos en galerías, centros subterráneos, etc. Previo al acceso al recinto y durante su permanencia en el mismo, se procederá a las determinaciones higiénicas oportunas de la atmósfera confinada que posibiliten conocer si los valores de oxigeno son suficientes o si los niveles de contaminantes tóxicos o inflamables están por encima de los niveles máximos permitidos.

Los trabajos a realizar en este tipo de recintos deberán en todo momento tener vigilancia desde el exterior, con una comunicación continua entre los trabajadores que permanezcan en el interior y exterior del recinto confinado. Tomándose todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

Dado que será necesario utilizar herramientas o máquinas que producen gases o vapores que reducen de forma peligrosa la concentración de oxigeno (<18%), y no está asegurada una buena renovación del aire existente en el lugar de trabajo, se instalará un sistema de ventilación de aire limpio.

Al preverse la existencia de contaminantes inflamables, las herramientas a utilizar serán compatibles con el riesgo detectado (herramientas antideflagrantes).

2.8.5 Ambientes nocivos y factores atmosféricos

Dado que se trata de un trabajo a la intemperie, la planificación de tareas que requieran un consumo metabólico alto se planificarán para que no coincidan con los periodos de temperatura extremos.

En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

A criterio del responsable de los trabajos, las actividades de su personal serán suspendidas cuando las condiciones meteorológicas incidan negativamente en la seguridad de los trabajadores.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo,...), sin la protección adecuada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.8.6 Detección y lucha contra incendios

No se prevé en la obra la existencia de carga térmica elevada, para facilitarlo se mantendrán adecuadas condiciones de orden y limpieza. Los restos de obra serán apilados en lugar apartado.

Para los trabajos que comporten la introducción de llama o de equipo productor de chispas en zonas con riesgo de incendio o de explosión, será necesario tener un permiso de forma explícita, hecho por una persona responsable, donde aparte de las fechas inicial y final, la naturaleza y la localización del trabajo y el equipo a usar, se indicarán las precauciones a adoptar respecto a los combustibles presentes (sólidos, líquidos, gases, vapores, polvo), limpieza previa de la zona y los medios adicionales de extinción, vigilancia y ventilación adecuados.

Se limitará la presencia de productos inflamables en los lugares de trabajo en las cantidades estrictamente necesarias para que el proceso productivo no se detenga. El resto, se guardará en locales diferentes al de trabajo, y si esto no fuera posible se hará en recintos aislados y condicionados.

La Obra dispondrá de extintores en la cantidad indicada en el apartado presupuesto. Los extintores deberán situarse en lugares de fácil acceso. Deberá colocarse un extintor y un botiquín tanto en la caseta principal, como en el vestuario de los trabajadores y una señal en la parte exterior de cada una de las casetas con indicación de la ubicación del extintor.

No existirán B.I.E. Al no disponer el recinto de acometida de aguas.

2.8.7 Primeros auxilios

Todo el personal debe conocer que el número de solicitud de ayuda de primeros auxilios es el 112. La Administración dispondrá ayuda técnica o sanitaria que se solicite en dicho número.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La Empresa Contratista deberá disponer un botiquín de obra para prestar primero auxilios. Asimismo siempre deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

El Contratista expondrá, de forma bien visible, para conocimiento de todos sus trabajadores la dirección del Centro de Asistencia a posibles accidentados.

2.9 CONTENIDO DEL PLAN DE SEGURIDAD

El Plan de Seguridad que elabore la Empresa adjudicataria de los trabajos debe establecer su forma particular de ejecutarlos.

El Plan de Seguridad una vez aprobado debe ser el documento aplicable en obra, para lo cual debe permanecer en poder del Jefe de Trabajo y del Coordinador de Seguridad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/03 de 12 de diciembre de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/97 de 24 de octubre sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- RD 171/04 de 30 enero, por el que desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre Disposiciones Mínimas para La Protección de La Salud y Seguridad de Los Trabajadores Frente al Riesgo Eléctrico.
- R.D. 1215/97 de 18 de julio sobre Equipos de Trabajo.
- R.D. R.D. 1644/ 2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- R.D. 486/97 de 14 de abril sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril sobre Manipulación Manual de Cargas.
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual
- O.M. de 6 de Julio de 1984, por las que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- O.M. del 10 de marzo del 2000, por las que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.2 NORMATIVA INTERNA DE REE

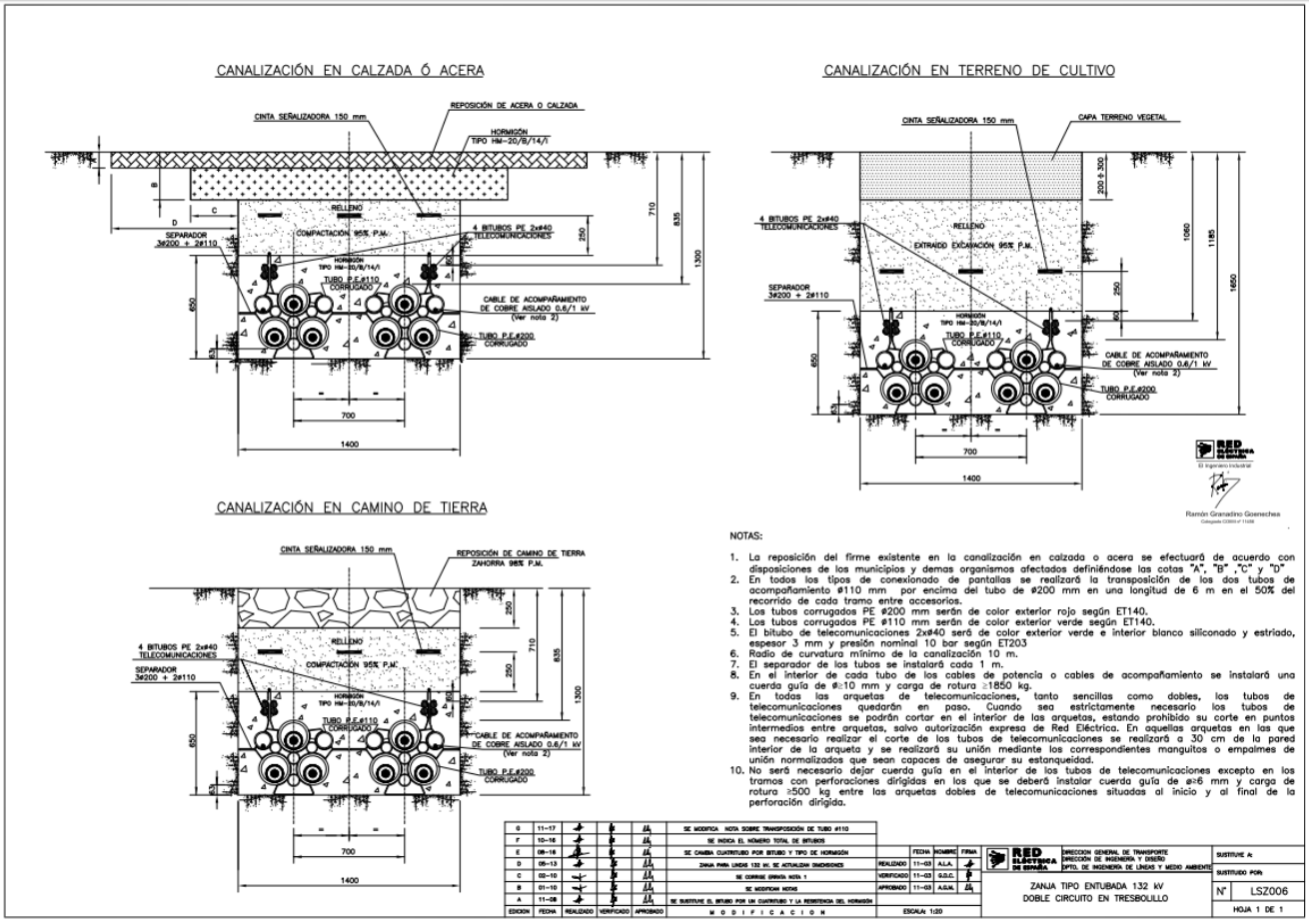
La ejecución de la obra queda igualmente condicionada por la normativa de RED ELÉCTRICA que se referencia, a efectos de aspectos más generales que aplican a la obra.

- TM001. Organización de los Trabajos en instalaciones eléctricas de A.T.
- IM001. Medidas de seguridad en instalaciones de AT para trabajos en tensión.
- IM002. Medidas de Seguridad en instalaciones de A.T. para trabajos sin tensión.
- IM013. Medidas de seguridad en trabajos en instalaciones de BT.
- IM016. Seguridad en los trabajos de apertura de pistas y explanación de terrenos.
- IM017. Seguridad en trabajos en cimentaciones de apoyos en líneas.
- IM018. Seguridad en los trabajos de armado e izado de apoyos en líneas.
- IM019. Seguridad en trabajos en conductores de líneas de A.T.
- IM021. Seguridad en trabajos de tala, poda y desbroces en líneas de A.T.
- IM030. Medidas de seguridad para ampliación de subestaciones en servicio.
- AM004. Aplicación de la línea de seguridad para trabajos en alturas.
- AM005. Trabajos de manutención manual y mecánica.
- AM011. Maquinaria y equipos. Normas de Seguridad.
- AM024. Trabajos en Espacios Confinados.
- IM043. Seguridad en trabajos de tendido de conductores y C.T de líneas de A.T.
- IC003. Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

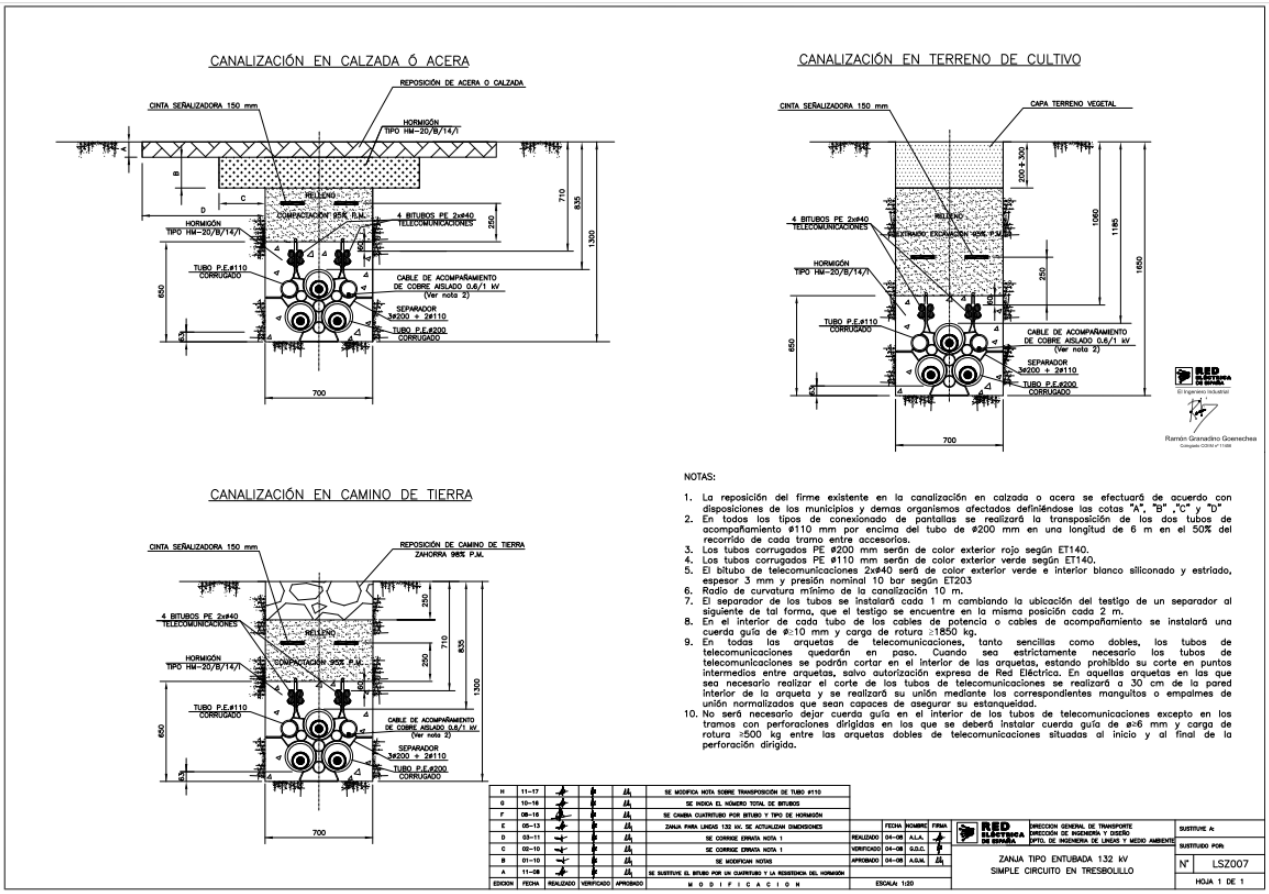
4 CROQUIS

4.1 ZANJA DE LA CANALIZACIÓN

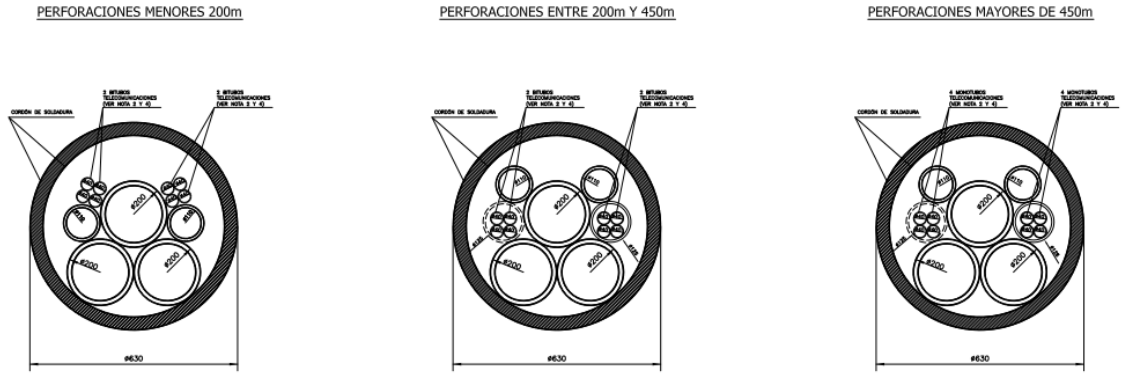


Sección tipo zanja doble circuito

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Sección tipo zanja simple circuito



Sección tipo Perforación horizontal dirigida

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

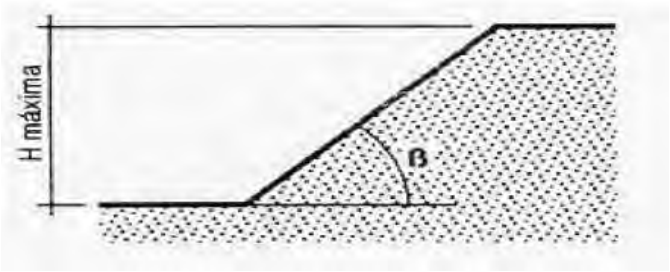
4.2 ENTIBACIÓN

En el siguiente apartado se pueden observar ejemplos de entibación de canalizaciones subterráneas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

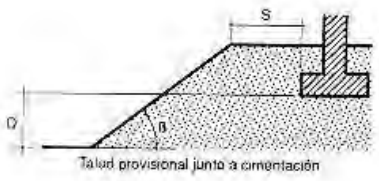
4.3 PENDIENTES DE SEGURIDAD EN TALUDES

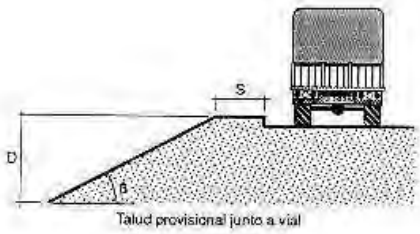
En la siguiente tabla se puede determinar la altura máxima admisible para taludes libres de solicitaciones y distancias de seguridad para cargas próximas.



Determinación de la altura máx. admisible para taludes libres de solicitaciones

Tipo de terreno	Angulo de talud β	Resistencia a compresión simple Ru en kg/cm^2				
		0,250	0,375	0,500	0,625	>= 0,750
Arcillas y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcillas y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcillas y limos poco plásticos.	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
Arcillas arenosas y arenas arcillosas	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00



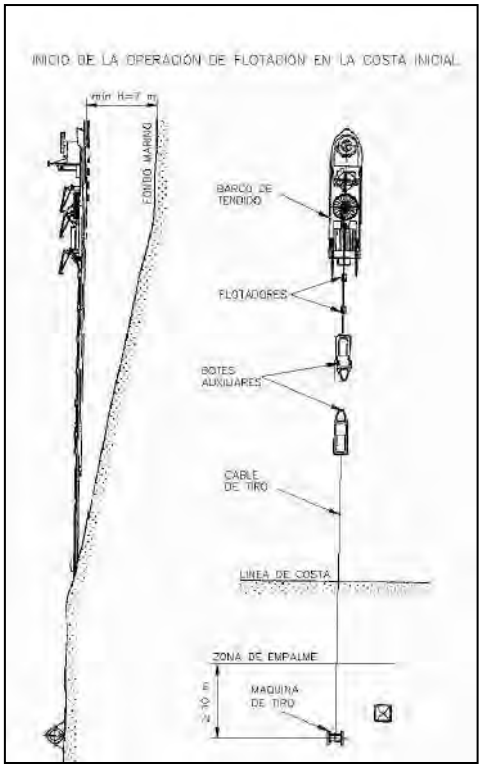


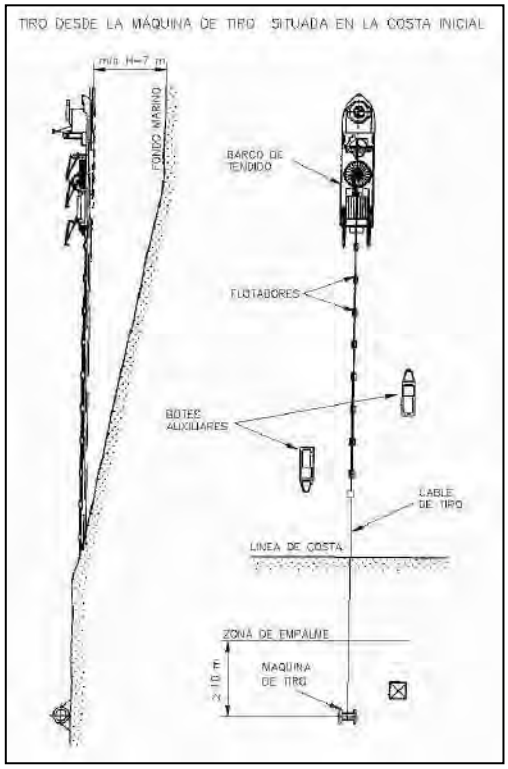
Determinación de la distancia de seguridad "s" para cargas próximas al borde de una zanja

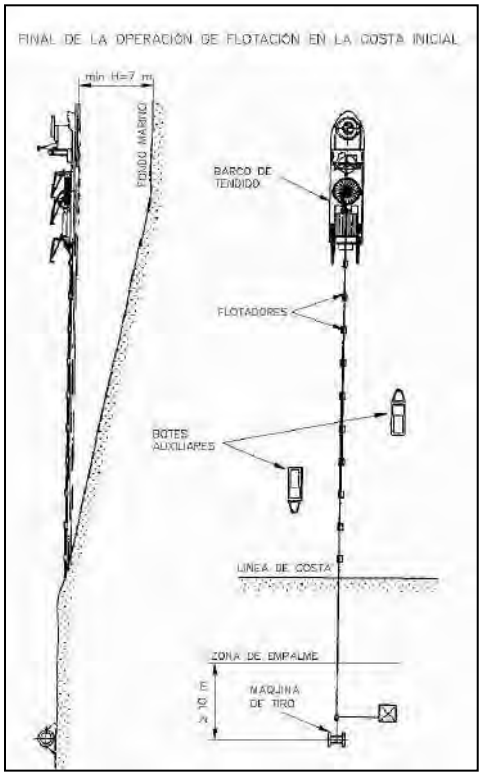
Tipo de solicitación	Angulo de talud	
	β > 60°	β ≤ 60°
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

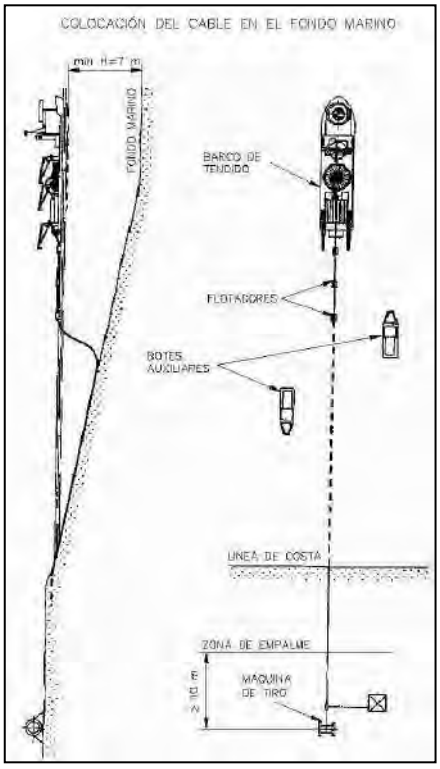
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.4 CROQUIS Y MANIOBRAS TRABAJOS DE TENDIDO SUBTERRÁNEO

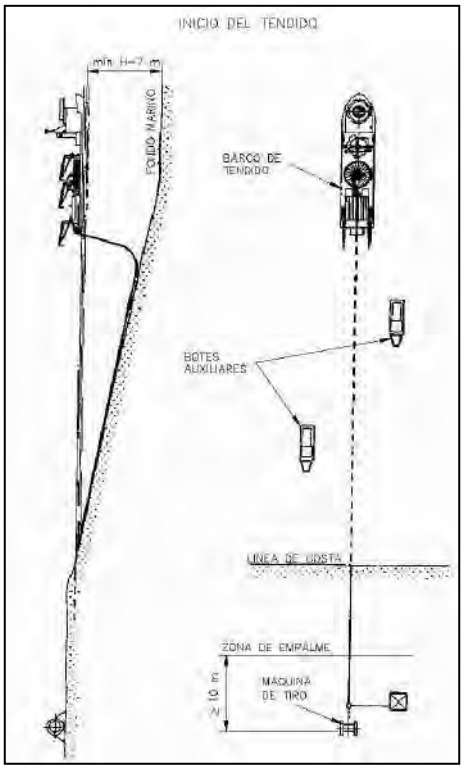


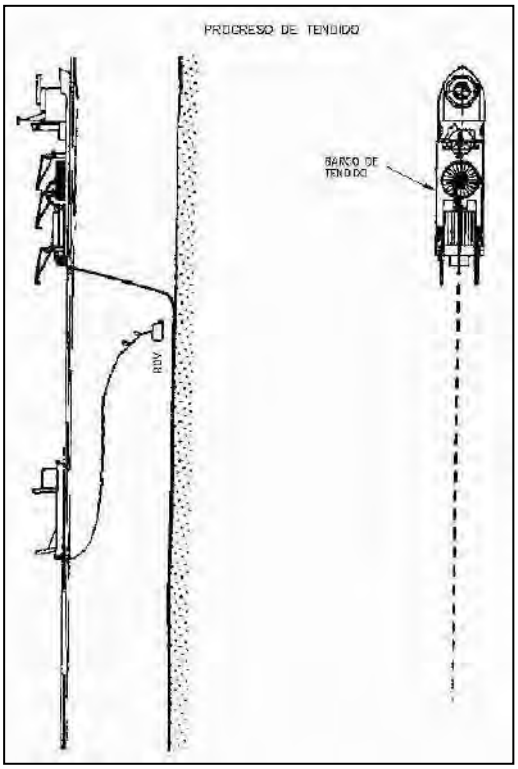


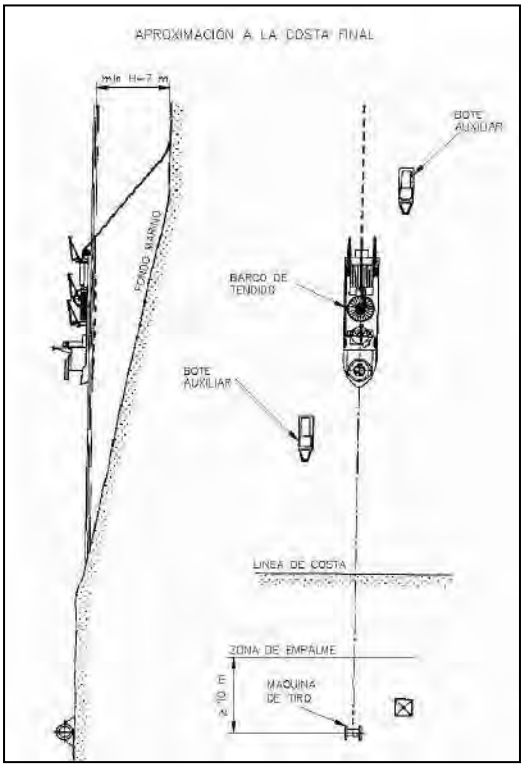


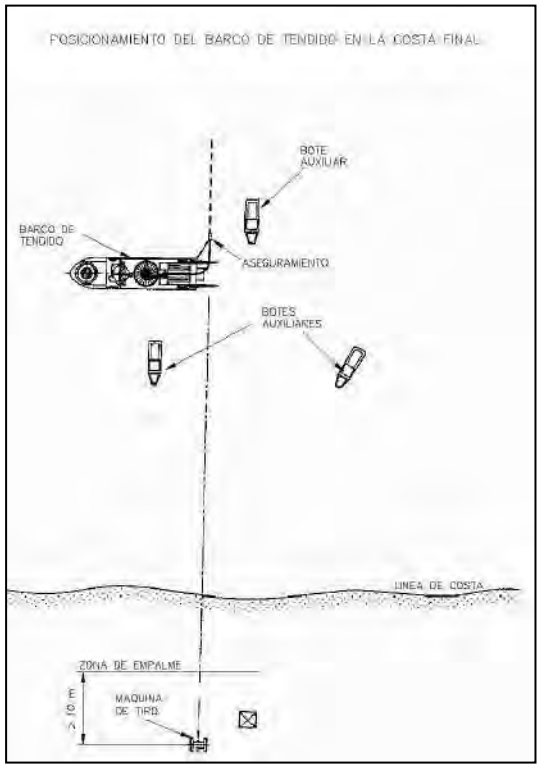


COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

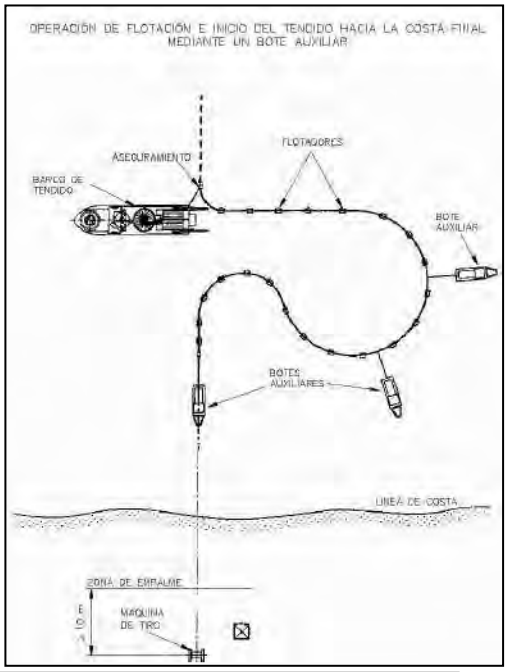


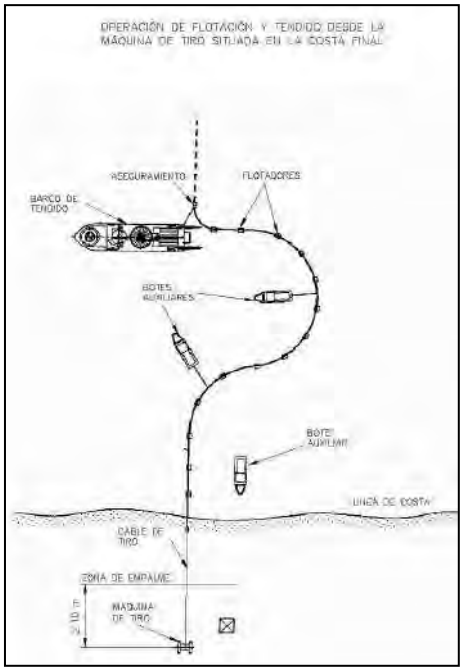


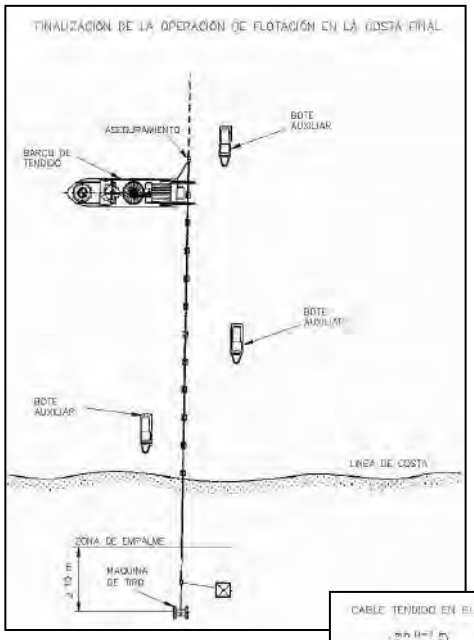


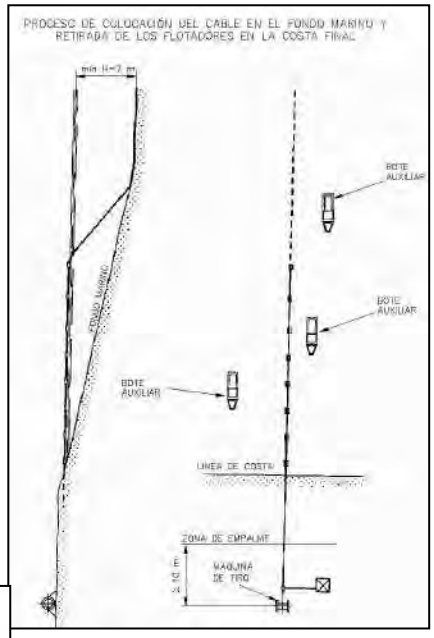


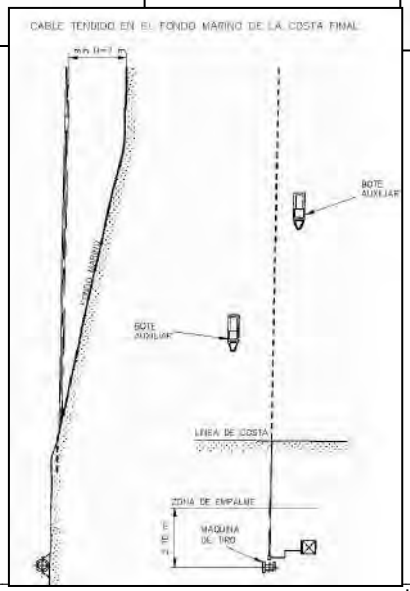
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx











COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.5 SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA

Este tipo se señales está establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI

SEÑALES DE ADVERTENCIA

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.

Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.6 SEÑALES GESTUALES

Este tipo se señales está establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI

- Gestos Generales
- Movimiento Verticales
- Movimientos horizontales
- Peligro

GESTOS GENERALES		
Significado	**Descripción**	**Ilustración**
Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Alto: Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia delante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

MOVIMIENTOS HORIZONTALES		
Significado	**Descripción**	**Ilustración**
Avanzar	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
Retroceder:	Los dos brazos doblados , las palmas hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal	Las manos indican la distancia.	

PELIGRO		
Significado	**Descripción**	**Ilustración**
Peligro: Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente.	

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Fase de trabajo:	**Obra Civil Línea Subterránea**
Duración del trabajo: (meses)	30
Operarios previstos:	50

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco de protección	1	126	5,1	643,9
2	Gafas antiimpactos.	2	251	4,8	1.199,8
3	Mascarilla autofiltrante desechable.	24	3001	0,1	330,1
4	Protectores auditivos.	0,1	14	13,1	184,0
5	Guantes de trabajo.	12	1501	4,4	6.574,4
6	Botas de seguridad Clase III	1,3	164	46,6	7.639,1
7	Botas de agua.	1	126	38,4	4.842,2
8	Ropa de trabajo	2	251	69,2	17.379,2
9	Trajes impermeables.	1	126	28,3	3.569,6
				Coste Parcial	**42.362,2**

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cinta de señalización para hoyos	100	0,1	10,0
2	Capuchones protección ferralla	100	0,3	30,1
3	Botiquín primeros auxilios	2	18,0	36,1
4	Tablero o camilla evacuación accidentados	0,2	253,8	50,8
5	Extintor de 6 kg polvo polivalente	6	30,8	184,8
			Coste Parcial	**311,7**

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	100	34,0	3.400,0
2	Reconocimientos médicos	10	30,6	306,0
			Coste Parcial	**3.706,0**

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades (horas)	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	900	34,0	30.600,0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	16	34,0	544,0
			Coste Parcial	**31.144,0**

Cotes Total Excavación y Hormigonado **77.523,9**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Fase de trabajo:	**Tendido y Montaje Línea Subterránea**
Duración del trabajo: (meses)	20
Total Operarios previstos:	70

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco con barboquejo fijo	2	233	42,3	9.855,9
2	Arnés de seguridad homologado	0,5	58	146,1	8.475,0
3	Dispositivo anticaida deslizante y compl.	0,5	58	90,3	5.236,8
5	Guantes de montador	12	1400	4,4	6.132,0
6	Botas de seguridad	2	233	46,6	10.853,1
7	Ropa de trabajo	1,25	146	69,2	10.109,0
8	Traje impermeable	2	233	28,3	6.600,9
				Coste Parcial	**57.262,8**

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	875	1459	1,1	1.579,8
2	Complementos para Línea de Seg.	35	59	28,8	1.696,3
3	Verificador de tensión	0,5	1	450,8	450,8
4	Equipo de p.a.t. + pértiga	8,75	15	93,2	1.397,9
5	Camilla evacuación accidentados	2	4	60,2	240,6
6	Botiquín primeros auxilios	5	9	18,0	162,4
7	Extintores	2	4	30,8	123,2
				Coste Parcial	**5.650,9**

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	140	34,0	4.760,0
2	Reconocimientos médicos	2	30,6	61,2
			Coste Parcial	**4.821,2**

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	600	34,0	20.400,0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	16	34,0	544,0
			Coste Parcial	**20.944,0**

Coste Total Tendido **88.678,9**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Fase de trabajo:	**Pruebas**
Duración del trabajo: (meses)	3
Total Operarios previstos:	15

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco con barboquejo fijo	2	8	42,3	338,4
2	Arnés de seguridad homologado	0,5	2	146,1	292,2
3	Dispositivo anticaida deslizante y compl.	0,5	2	90,3	180,6
5	Guantes de montador	12	45	4,4	197,1
6	Botas de seguridad	2	8	46,6	372,6
7	Ropa de trabajo	1,25	5	69,2	346,2
8	Traje impermeable	2	8	28,3	226,6
				Coste Parcial	**1.953,8**

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	188	47	1,1	50,9
2	Complementos para Línea de Seg.	7,5	2	28,8	57,5
3	Verificador de tensión	0,5	1	450,8	450,8
4	Equipo de p.a.t. + pértiga	1,875	1	93,2	93,2
5	Camilla evacuación accidentados	2	1	60,2	60,2
6	Botiquín primeros auxilios	5	2	18,0	36,1
7	Extintores	2	1	30,8	30,8
				Coste Parcial	**779,4**

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	30	34,0	1.020,0
2	Reconocimientos médicos	1	30,6	30,6
			Coste Parcial	**1.050,6**

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	90	34,0	3.060,0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
			Coste Parcial	**3.060,0**

Coste Total Pruebas **6.843,8**

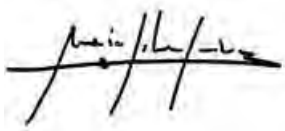
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

	Obra Civil	Tendido	Pruebas y ensayos
Material de asignación personal	42.362	57.263	1.954
Material de asignación colectiva	312	5.651	779
Formación + Medicina preventiva	3.706	4.821	1.051
Control de la Seguridad	31.144	20.944	3.060
Total	**77.524**	**88.679**	**6.844**
Cantidad Total Presupuestada		**173.047 €**	

Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de: -- CIENTO SETENTA Y TRES MIL CUARENTA Y SIETE EUROS --.

Madrid, marzo de 2022
La Ingeniera Industrial



María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123/3353

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO X. PLANO DE CLASIFICACIÓN Y USOS DEL ENTORNO

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

LIMITE MARITIMO / TERRESTRE
Art. 23/24/25 y 26 LEY DE COSTAS

SG-13 PG AL ED-6 SG-5 SG 5 SG-10 ED-8 ED-7 ED-5 SD EU EM DE AA AM SI 2.22 EI 2.26 EI 2.44 SD 2.45 SD 1.20 SG-7 SG-8 ED-9 APD-9 PT1

SUELO NO URBANIZABLE

PROTEGIDO	SUELO NO URBANIZABLE CON ESPECIAL PROTECCION ECOLOGICA	SNU-PE
	SUELO NO URBANIZABLE CON ESPECIAL PROTECCION DEL LITORAL	SNU-PL
SIMPLE	SUELO NO URBANIZABLE COMUN	SNU-C

SUELO URBANIZABLE

SUELO URBANIZABLE PROGRAMADO A DESARROLLAR EN	PRIMER CUATRIENIO	PPI nº
	SEGUNDO CUATRIENIO	PPII nº
SUELO URBANIZABLE NO PROGRAMADO		PAU nº

SUELO URBANO

EDIFICACION EN MANZANA CERRADA	1
EDIFICACION EN BLOQUE ABIERTO	2
EDIFICACION EN HILERA	3
EDIFICACION EN VILLAS Y CHALETS	4
EDIFICACION EN NUCLEOS ECONOMICO PRODUCTIVOS	5
EDIFICACION CONSOLIDADA	6
PROTECCION NIVEL 1	1
PROTECCION NIVEL 2	2

AREAS DE PLANEAMIENTO DIFERENCIADO	APD-nº

AREAS REMITIDAS A PLANEAMIENTO PARA	REFORMA INTERIOR	PR-nº
	DETERMINACIONES TEMATICAS	PT-nº
	ESTUDIO DE DETALLE	ED-nº

SISTEMAS GENERALES Y DOTACIONALES

DOTACION LOCAL	DOTACION GENERAL	
RED VIARIA	RV	RED VIARIA
COMUNICACIONES	EP	ESTACIONAMIENTO
	ES	ESTACION DE SERVICIO
	EB	ESTACION DE AUTOBUSES
	EM	ESTACION MARITIMA
	PG	PUERTO GENERAL
	PD	PUERTO DEPORTIVO
	PP	PUERTO PESQUERO
	SP	SERVICIOS PORTUARIOS
ZONAS VERDES	PS	PARQUE SUBURBANO
	PU	PARQUE URBANO
	PD	PARQUE DEPORTIVO
OTROS ESPACIOS LIBRES PUBLICOS	AA	AMBITO AJARDINADO
	AM	AMBITO MONUMENTAL
	AL	AMBITO LITORAL
DEPORTIVOS	DE	DEPORTIVO
EQUIPAMIENTO	EU	EQUIPAMIENTO
SERVICIOS URBANOS E INFRAESTRUCTURALES	SC	CEMENTERIOS
	SD	DEFENSA
	SU	SERVICIOS URBANOS
	SI	INFRAESTRUCTURAS
SERVICIOS DE LA ADMINISTRACION	SA	SERVICIOS DE LA ADMINISTRACION

SISTEMAS REMITIDOS A DESARROLLO POSTERIOR	SG-nº

DELIMITACIONES
- LIMITE DE LOS SISTEMAS GENERALES
- LIMITE DE LAS AREAS DE PLANEAMIENTO DIFERENCIADO Y LAS REMITIDAS A PLANEAMIENTO ULTERIOR
- LIMITE DE LAS ZONAS

AYUNTAMIENTO DE CEUTA
PLAN GENERAL DEL
MUNICIPIO DE CEUTA-1990

ORDENACION

CALIFICACION Y REGULACION DEL SUELO Y LA EDIFICACION

PLANO CRS 9

ESCALA 1/2.000

Estudio de coordinación y asesoramiento S.L. Valencia. Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización expresa. Este documento no puede ser distribuido ni comunicado a terceros sin autorización expresa. Este documento está protegido por la ley de propiedad intelectual. Cualquier uso indebido será perseguido por la ley.

SUELO NO URBANIZABLE

PROTEGIDO	SUELO NO URBANIZABLE CON ESPECIAL PROTECCION ECOLOGICA	SNU-PE
	SUELO NO URBANIZABLE CON ESPECIAL PROTECCION DEL LITORAL	SNU-PL
SIMPLE	SUELO NO URBANIZABLE COMUN	SNU-C

SUELO URBANIZABLE

SUELO URBANIZABLE PROGRAMADO A DESARROLLAR EN.	PRIMER CUATRIENIO	PPI nº
	SEGUNDO CUATRIENIO	PPII nº
SUELO URBANIZABLE NO PROGRAMADO		PAU nº

SUELO URBANO

EDIFICACION EN MANZANA CERRADA	1
EDIFICACION EN BLOQUE ABIERTO	2
EDIFICACION EN HILERA	3
EDIFICACION EN VILLAS Y CHALETS	4
EDIFICACION EN NUCLEOS ECONOMICO PRODUCTIVOS	5
EDIFICACION CONSOLIDADA	6
PROTECCION NIVEL 1	1.
PROTECCION NIVEL 2	2.

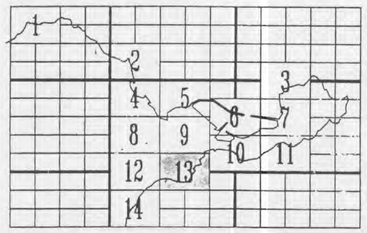
AREAS DE PLANEAMIENTO DIFERENCIADO	APD-nº

AREAS REMITIDAS A PLANEAMIENTO PARA	REFORMA INTERIOR	PR-nº
	DETERMINACIONES TEMATICAS	PT-nº
	ESTUDIO DE DETALLE	ED-nº

SISTEMAS GENERALES Y DOTACIONALES

DOTACION LOCAL		DOTACION GENERAL
RED VIARIA	RV	RED VIARIA
COMUNICACIONES	EP	ESTACIONAMIENTO
	ES	ESTACION DE SERVICIO
	EB	ESTACION DE AUTOBUSES
	EM	ESTACION MARITIMA
	PG	PUERTO GENERAL
	PD	PUERTO DEPORTIVO
	PP	PUERTO PESQUERO
	SP	SERVICIOS PORTUARIOS
ZONAS VERDES	PS	PARQUE SUBURBANO
	PU	PARQUE URBANO
	PD	PARQUE DEPORTIVO
OTROS ESPACIOS LIBRES PUBLICOS	AA	AMBITO AJARDINADO
	AM	AMBITO MONUMENTAL
	AL	AMBITO LITORAL
DEPORTIVOS	DE	DEPORTIVO
EQUIPAMIENTO	EU	EQUIPAMIENTO
SERVICIOS URBANOS E INFRAESTRUCTURALES	SC	CEMENTERIOS
	SD	DEFENSA
	SU	SERVICIOS URBANOS
	SI	INFRAESTRUCTURAS
SERVICIOS DE LA ADMINISTRACION	SA	SERVICIOS DE LA ADMINISTRACION

SISTEMAS REMITIDOS A DESARROLLO POSTERIOR	SG-nº



ESCALA 1/2.000

0 10 50 100 m

DELIMITACIONES

- LIMITE DE LOS SISTEMAS GENERALES
- LIMITE DE LAS AREAS DE PLANEAMIENTO DIFERENCIADO Y LAS REMITIDAS A PLANEAMIENTO ULTERIOR
- LIMITE DE LAS ZONAS

AYUNTAMIENTO DE CEUTA

PLAN GENERAL DEL MUNICIPIO DE CEUTA-1990

ORDENACION

CALIFICACION Y REGULACION DEL SUELO Y LA EDIFICACION	PLANO CRS 13

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 064/721. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJTFXT12TMGC81. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/Validar/CSV.aspx

N
W E
S

Metros
0 250 500

Sistema de Referencia Geodésico ETRS89. Proyección UTM. Huso 30. Zona Norte

Base cartográfica elaborada a partir de:

- Base Topográfica Nacional a escala 1:25.000 (2019). © IGN
- Actualización a partir de Ortofoto PNOA Máxima Actualidad (2019). © IGN
- Datos INSPIRE de la dirección general del Catastro.

Leyenda genérica

Red viaria
- Carretera
- Camino / pista
- Viario urbano

Construcciones
- Edificio / Depósito
- Instalación deportiva
- Zona verde
- Murallas
- Torre
- Construcción histórica

Hidrografía
- Cauce de agua no permanente
- Piscina / Balsa / Alberca / Estanque

Telecomunicaciones
- Antena
- Baliza

Relieve
- Curva de nivel
- Curva de nivel maestra

- Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT). Aprobado
- Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT). En tramitación
- Servidumbre de Protección. Aprobado
- Servidumbre de Protección. En tramitación
- Ribera del mar

NUEVA SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV
- PLATAFORMA

LÍNEA A 132kV ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA
- TRAZADO TERRESTRE EN TÚNEL
- CÁMARA DE EMPALME
- TRAZADOS MARINOS
- TRAZADO SOTERRADO TERRESTRE
- OCUPACIÓN TEMPORAL DE LA PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (PHD)
- PUNTOS DE SALIDA DE LA PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (PHD)

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

CLAVE

TÍTULO DEL PROYECTO:

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SUBMARINA PENÍNSULA - CEUTA

SUBESTACIÓN ALGECIRAS 132 kV (ANTERIOR PORTICHUELOS 132 kV).
LÍNEA DE INTERCONEXIÓN SUBTERRÁNEO-SUBMARINA A 132 kV, DOBLE CIRCUITO,
ALGECIRAS (ANTERIOR PORTICHUELOS) - VIRGEN DE ÁFRICA (ANTERIOR CEUTA).
SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV (ANTERIOR CEUTA)

AUTORIZACIÓN DE AFECCIÓN A DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

TÍTULO DEL PLANO:	HOJA:	Nº. PLANO:
AFECCIÓN AL DPMT Y A SU ZONA DE SERVIDUMBRE EN LA CIUDAD DE CEUTA	1 de 1	1
	ESCALA: 1 : 5.000	FECHA: Diciembre, 2021

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 084721. Fecha: 24/08/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante "Sede Electrónica" en https://portalcolegiados.cni.es/sede/CSV.aspx
Autenticidad verificable a través de la página: https://portalcolegiados.cni.es/sede/CSV.aspx

N
W E
S

Metros
0 250 500

Sistema de Referencia Geodésico ETRS89. Proyección UTM. Huso 30. Zona Norte
Base cartográfica elaborada a partir de:
- Base Topográfica Nacional a escala 1:25.000 (2019). © IGN
- Actualización a partir de Ortofoto PNOA Máxima Actualidad (2019). © IGN
- Datos INSPIRE de la dirección general del Catastro.

Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT). Aprobado
Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT). En tramitación
Servidumbre de Protección. Aprobado
Servidumbre de Protección. En tramitación
Ribera del mar

NUEVA SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV
PLATAFORMA

LÍNEA A 132kV ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA
TRAZADO TERRESTRE EN TÚNEL
CÁMARA DE EMPALME
TRAZADOS MARINOS
TRAZADO SOTERRADO TERRESTRE
OCUPACIÓN TEMPORAL DE LA PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (PHD)
PUNTOS DE SALIDA DE LA PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (PHD)

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
CLAVE

TÍTULO DEL PROYECTO:
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SUBMARINA PENÍNSULA - CEUTA
SUBESTACIÓN ALGECIRAS 132 kV (ANTERIOR PORTICHUELOS 132 kV).
LÍNEA DE INTERCONEXIÓN SUBTERRÁNEO-SUBMARINA A 132 kV, DOBLE CIRCUITO, ALGECIRAS (ANTERIOR PORTICHUELOS) - VIRGEN DE ÁFRICA (ANTERIOR CEUTA).
SUBESTACIÓN VIRGEN DE ÁFRICA 132 kV (ANTERIOR CEUTA)

AUTORIZACIÓN DE AFECCIÓN A DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

TÍTULO DEL PLANO:	HOJA:	Nº. PLANO:
AFECCIÓN AL DPMT Y A SU ZONA DE SERVIDUMBRE EN LA CIUDAD DE CEUTA (ORTOFOTO)	1 de 1	2
	ESCALA: 1 : 5.000	FECHA: Diciembre, 2021

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVQ77FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE Y SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN EN CÁDIZ Y CEUTA

DEL NUEVO ENLACE ELÉCTRICO SUBMARINO DOBLE CIRCUITO, ENTRE LA SUBESTACIÓN DE ALGECIRAS (CÁDIZ) Y LA SUBESTACIÓN DE VIRGEN DE ÁFRICA (CEUTA) A 132kV

DOCUMENTO 2
PLANOS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

DOCUMENTO Nº 2 – PLANOS

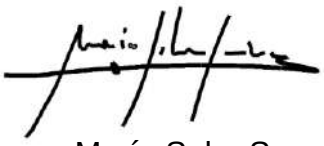
Este documento consta de 13 páginas con los planos indicados:

	Nº DE PLANO	EDICIÓN	FECHA
PLANTA GENERAL (hojas 1 a 2)	J-0382-L0549L001	A	02-22
DETALLE DE OCUPACIÓN DEL DPMT			
ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE PENÍNSULA	J-0382-L0549L010	-	03-22
ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE CEUTA	J-0382-L0549L011	-	05-22
MAR TERRITORIAL	J-0382-L0549L012	-	03-22
ZONA SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN	J-0382-L0549L014	-	05-22
ESQUEMA DE CONEXIONADO DE LAS PANTALLAS	J-0382-L0549L004	-	12-21
PLANOS DE DETALLE OBRA CIVIL			
SECCIÓN TIPO PERFORACIÓN DIRIGIDA SALIDA AL MAR	J-0382-L0549L002	-	02-22

Aprobados planos referenciados con sello:

Madrid, junio de 2022

La Ingeniera Industrial



María Soler Soneira

Colegiada del ICAI nº 4123/3353

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., as the sole owner of all rights to the drawing or graphical work contained in this document, hereby reserves all such rights, including but not limited to the rights of reproduction, distribution, public communication and transformation, and prohibits any use of this document without its express authorisation. Any unauthorised use of this document will be subject to the penalties established by law.
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es el único titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento, todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supone ninguna autorización para usar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente o transformar el mismo sin el consentimiento previo y expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. Así mismo, cualquier explotación no autorizada del mismo será perseguida por la ley.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7PXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

N

TRAMO SUBTERRÁNEO PENÍNSULA

TRAMO SUBTERRÁNEO CEUTA

SUBESTACIÓN

TRAZADO SUBMARINO

DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

LÍMITE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	feb.–22	M.M.G.	C.G.B.	REAJUSTE PHD
0	dic–21	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
La Ingeniería Industrial
María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 41251 / 2383

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

INSTALACIÓN
INTERCONEXIÓN PENÍNSULA–CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA PORTICHUELOS–VIRGEN DE ÁFRICA

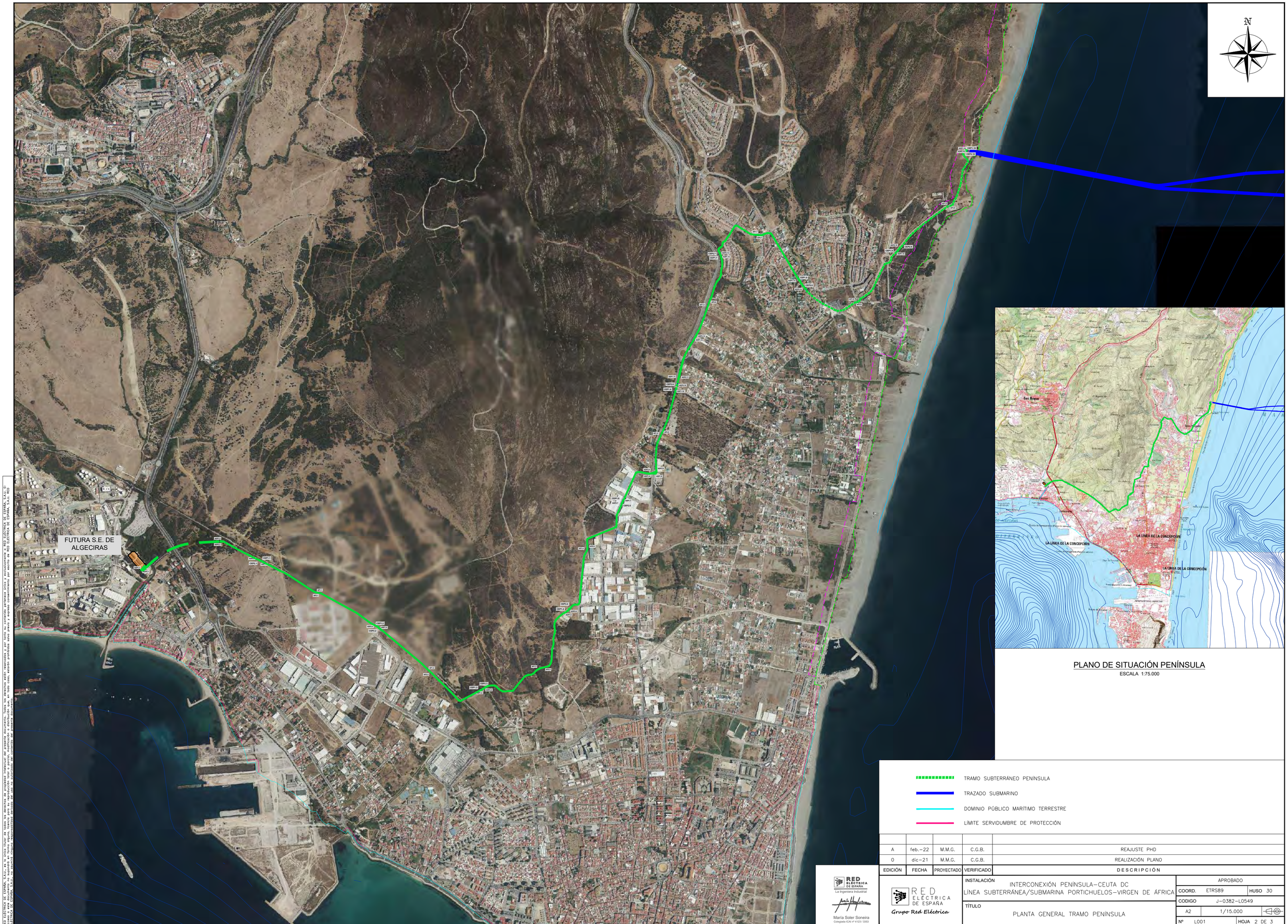
TÍTULO
PLANTA GENERAL

APROBADO

COORD.	ETRS89	HUSO	30
CODIGO	J–0382–L0549		
A2	1/15.000		
Nº	L001	HOJA	1 DE 3

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

W:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\Algeciras-Virgen_Africa 132kV_J-0382-L0549\Planta-General\J-0382-L0549L001_A.dwg



PLANO DE SITUACIÓN PENÍNSULA

ESCALA 1:75.000

TRAMO SUBTERRÁNEO PENÍNSULA

TRAZADO SUBMARINO

DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

LÍMITE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	feb.-22	M.M.G.	C.G.B.	REAJUSTE PHD
0	dic-21	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
La Ingeniera Industrial
María Soler Soneira
Colegiada ICAI Nº 4123 / 3353

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

INSTALACIÓN: INTERCONEXIÓN PENÍNSULA-CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA PORTICHUELOS-VIRGEN DE ÁFRICA

TÍTULO: PLANTA GENERAL TRAMO PENÍNSULA

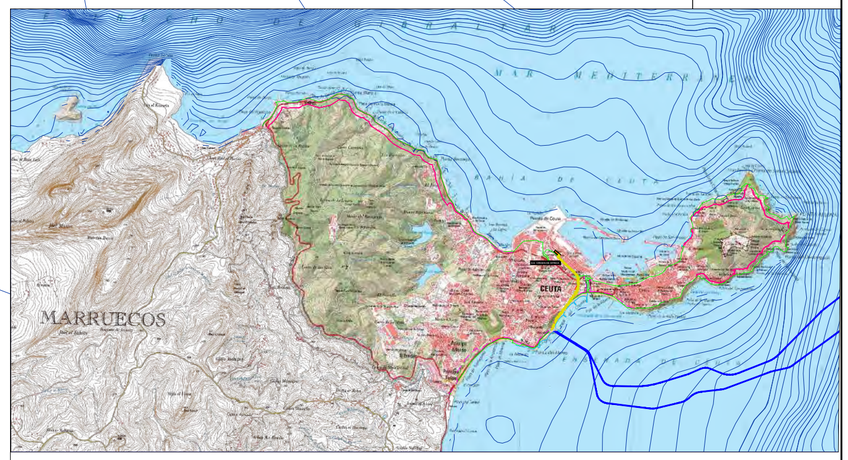
APROBADO

COORD.	ETRS89	HUSO	30
CODIGO	J-0382-L0549		
A2	1/15.000		
Nº	L001	HOJA	2 DE 3

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto no quedan permitidos actos y actividades que puedan atentar contra la propiedad intelectual de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso de este documento por parte de terceros, incluyendo la reproducción, modificación, distribución, cesión, comunicación pública y explotación económica de todo o parte del mismo, están prohibidos sin previa y expresa autorización por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asume ningún tipo responsabilidad derivada del uso no autorizado de cualquier de presente documento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

U:\S. AREA DE TRABAJO DE INGENIERÍA\4. PROYECTOS INVERSIÓN\629 Inter_Porticheulos_Ceuta_L8161_L0549\Algeciras-Virgen_Africa 132kv_J-0382-L0549\Planta-General\J-0382-L0549L001_A.dwg



PLANO DE SITUACIÓN CEUTA

ESCALA 1:75.000

S.E. VIRGEN DE ÁFRICA

AC2.2
ACC2.2
CEC1.2
ADC1.2
CEC2.2
ADC2.2
AC1.2
AC1.1
AC2.1
ADC1.1
ADC2.1
CEC1.1
CEC2.1

SUBESTACIÓN

TRAZADO SUBMARINO

TRAMO SUBTERRÁNEO CEUTA

DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

LÍMITE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	feb.-22	M.M.G.	C.G.B.	REAJUSTE PHD
0	dic-21	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
La Ingeniera Industrial
María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123 / 3353

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

INSTALACIÓN: INTERCONEXIÓN PENÍNSULA–CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA PORTICHUELOS–VIRGEN DE ÁFRICA

TÍTULO: PLANTA GENERAL TRAMO CEUTA

APROBADO

COORD.	ETRS89	HUSO	30
CODIGO	J-0382-L0549		
A2	1/15.000		
Nº	L001	HOJA	3 DE 3

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto no podrán parcialmente ni íntegramente reproducirse, transformarse, cedidos o comunicados a terceros sin el previo consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El presente documento no podrá ser objeto de explotación, reproducción, distribución, comunicación pública, transformación, cesión o cualquier otra forma de explotación, total o parcial, por cualquier medio o procedimiento, sin la previa autorización por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asume ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 - Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/Validar/CSV.aspx

U:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\Algeciras-Virgen_África 132kV_J-0382-L0549\Planta-General\J-0382-L0549L001_A.dwg

T.M. LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN
PROVINCIA DE CÁDIZ

DESLINDE DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN

DESLINDE DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

OCUPACIÓN PERMANENTE ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE

LINEA DE AGUAS

CEP1.10

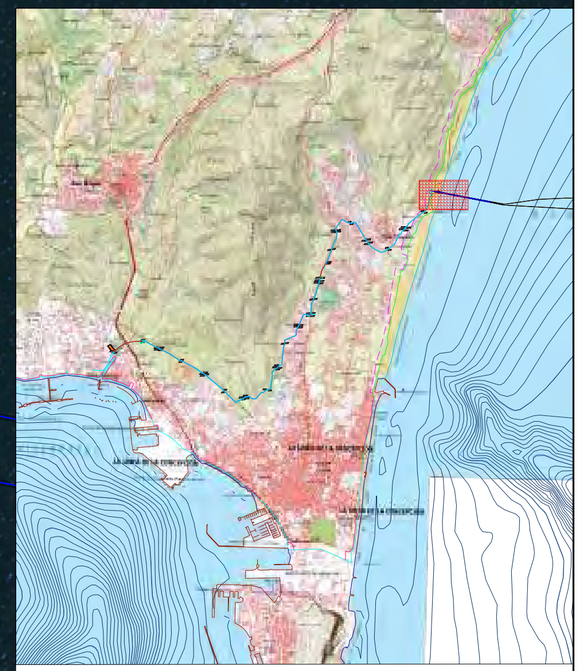
ADP1.16

ADP2.16

CEP2.10

CIRCUITO 1

CIRCUITO 2



PLANO DE SITUACIÓN PENÍNSULA
ESCALA 1:75.000

LEYENDA

- CIRCUITO 1 / CIRCUITO 2 — CABLE EN ZANJA DOBLE CIRCUITO
- PERFORACIÓN DIRIGIDA
- OCUPACIÓN PERMANENTE ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE
- OCUPACIÓN TEMPORAL ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE
- TRAZADO SUBMARINO
- CÁMARA DE TRANSICIÓN

AFECCIONES ZONA MARÍTIMO–TERRESTRE	
OCUPACIÓN PERMANENTE CIRCUITO 1	108.01m²
OCUPACIÓN PERMANENTE CIRCUITO 2	109.20m²

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	mar.–22	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
La Ingeniera Industrial
María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123 / 3353

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

INSTALACIÓN: INTERCONEXIÓN PENÍNSULA–CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA PORTICHUELOS–VIRGEN DE ÁFRICA

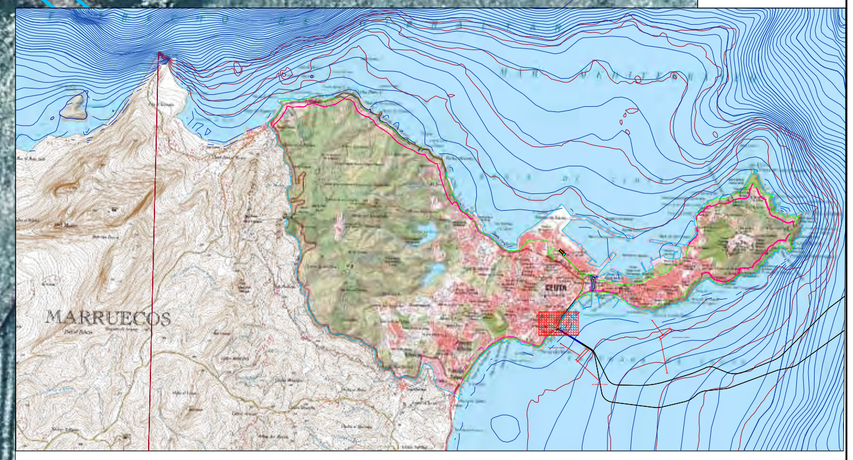
TÍTULO: PLANO DE AFECCIONES EN ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO–TERRESTRE PENÍNSULA

COORD.	ETRS89	HUSO	30
CODIGO	J–0382–L0549		
A2	1/1.000		
Nº	L010	HOJA	1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto no, contenidos pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso, distribución, reproducción, comunicación pública, transformación, cesión y comercialización de todo o parte de este documento sin el consentimiento expreso y por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asume ningún tipo responsabilidad derivada del uso no autorizado de contenidos del presente documento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: PVZJ7PXT12TMGC81. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

W:\S. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\11. DPMT Algeciras-Virgen_Africa_J-0382-L0549\J-0382-L0549L010_012_recover.dwg



PLANO DE SITUACIÓN CEUTA

ESCALA 1:75.000

CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA

DESLINDE DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN

LINEA DE AGUAS

ADC2.1

CEC2.1

ADC1.1

CEC1.1

OCUPACIÓN PERMANENTE ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE

DESLINDE DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

OCUPACIÓN TEMPORAL ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE

AFECCIONES ZONA MARÍTIMO–TERRESTRE	
OCUPACIÓN PERMANENTE CIRCUITO 1	92.62m²
OCUPACIÓN PERMANENTE CIRCUITO 2	96.11m²
OCUPACIÓN TEMPORAL	2550.4

LEYENDA

- CIRCUITO 1 / CIRCUITO 2 — CABLE EN ZANJA DOBLE CIRCUITO
- PERFORACIÓN DIRIGIDA
- OCUPACIÓN PERMANENTE ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE
- OCUPACIÓN TEMPORAL ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE
- TRAZADO SUBMARINO
- CÁMARA DE TRANSICIÓN

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	may–22	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Grupo Red Eléctrica

INSTALACIÓN: INTERCONEXIÓN PENÍNSULA–CEUTA DC LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA PORTICHUELOS–VIRGEN DE ÁFRICA

TÍTULO: PLANO DE AFECCIONES EN ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO–TERRESTRE CEUTA

COORD.	ETRS89	HUSO	30
CODIGO	J–0382–L0549		
A2	1/1000		
Nº	L011	HOJA	1 DE 5

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., se reserva todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El presente documento no podrá ser reproducido, modificado, distribuido, transmitido, cedido a terceros, publicado total o parcialmente sin el previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. Tampoco podrá ser objeto de ningún tipo de explotación comercial. Los derechos de propiedad intelectual aquí descritos son de aplicación en todo el mundo. Cualquier uso no autorizado de este documento será considerado un grave incumplimiento de los derechos de RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. que reclamará cuantas responsabilidades de ello se deriven.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 064721. Fecha: 24/06/2022. - Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGc81 Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PLANO DE SITUACIÓN CEUTA

ESCALA 1:75.000

LEYENDA

- CIRCUITO 1 / CIRCUITO 2 — CABLE EN ZANJA DOBLE CIRCUITO
- PERFORACIÓN DIRIGIDA
- OCUPACIÓN PERMANENTE ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE
- OCUPACIÓN TEMPORAL ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE
- TRAZADO SUBMARINO
- CÁMARA DE TRANSICIÓN

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	may-22	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

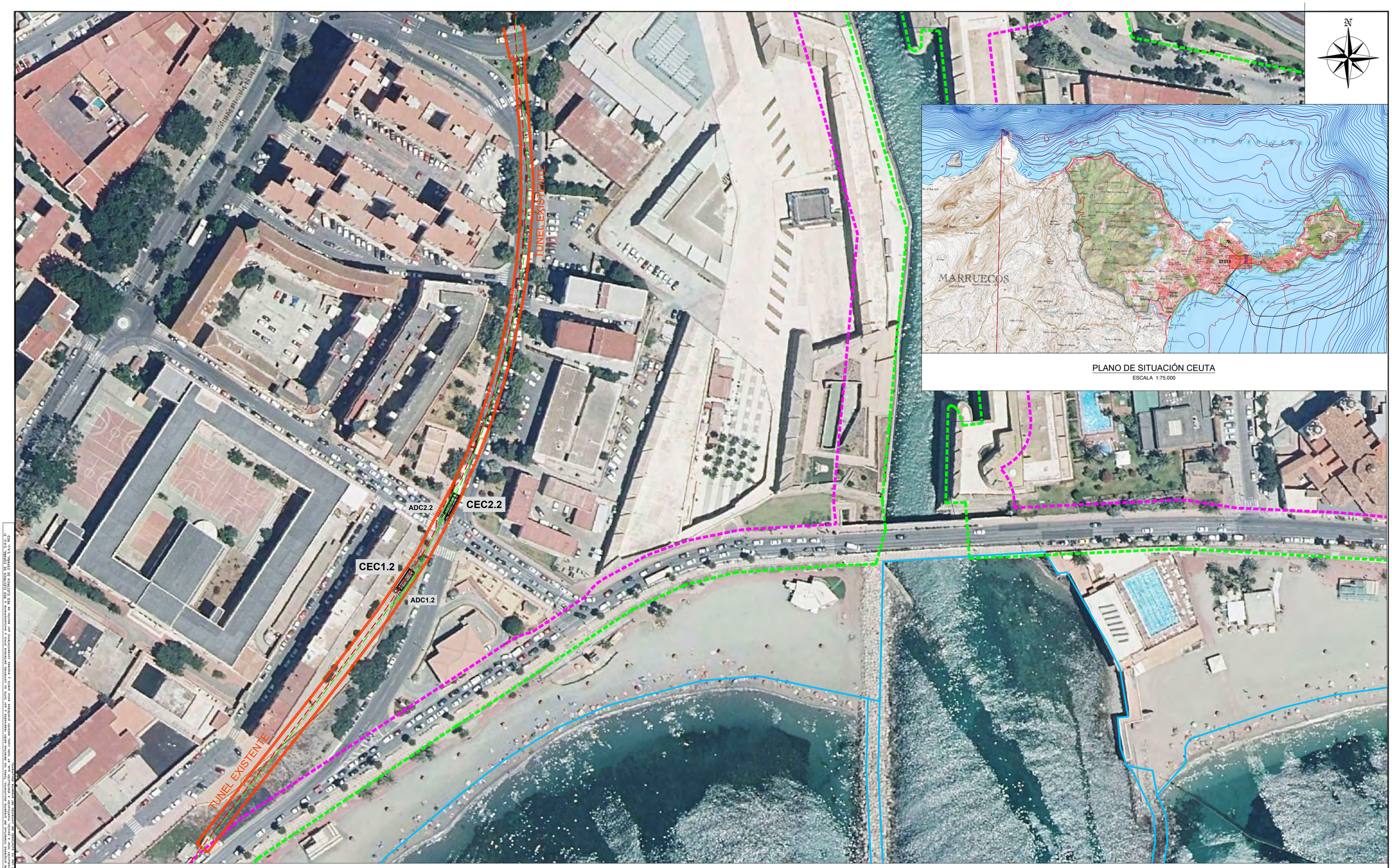
Grupo Red Eléctrica

INSTALACIÓN: INTERCONEXIÓN PENÍNSULA-CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA PORTICHUELOS-VIRGEN DE ÁFRICA

TÍTULO: PLANO DE AFECCIONES EN ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE CEUTA

COORD.	ETRS89	HUSO	30
CODIGO	J-0382-L0549		
A2	1/1000		
Nº	L011	HOJA	2 DE 5

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., se reserva todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. (T. E. Transporte) o a terceros que hayan autorizado su inclusión en el mismo. Queda prohibida la reproducción, distribución, comunicación pública y transformación, total o parcial, de este documento sin la autorización expresa de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. en soporte papel o electrónico, así como cualquier otra forma y fuente conocidos, a no ser que se cuente con



PLANO DE SITUACIÓN CEUTA

ESCALA 1:75.000

LEYENDA

- CIRCUITO 1 / CIRCUITO 2 — CABLE EN ZANJA DOBLE CIRCUITO
- PERFORACIÓN DIRIGIDA
- OCUPACIÓN PERMANENTE ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE
- OCUPACIÓN TEMPORAL ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE
- TRAZADO SUBMARINO
- CÁMARA DE TRANSICIÓN

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	may-22	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

INSTALACIÓN: INTERCONEXIÓN PENÍNSULA-CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA PORTICHUELOS-VIRGEN DE ÁFRICA

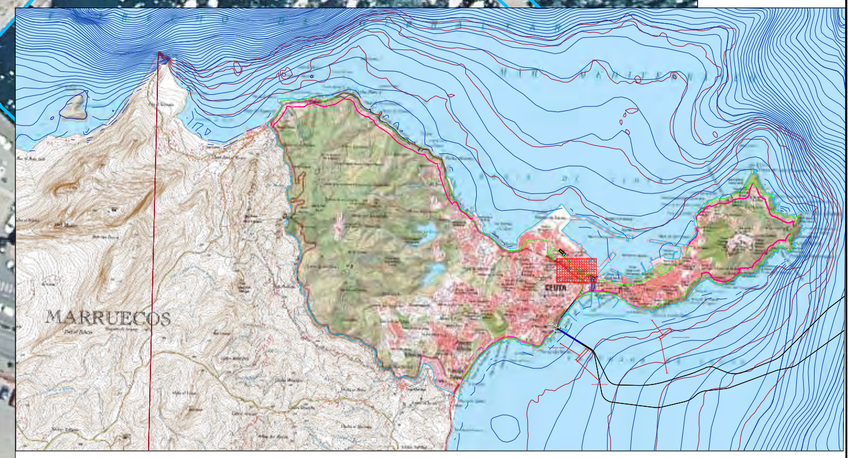
TÍTULO: PLANO DE AFECCIONES EN ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE CEUTA

COORD.	ETRS89	HUSO	30
CODIGO	J-0382-L0549		
A2	1/1000		
Nº	L011	HOJA	3 DE 5

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no implica en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidos salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

W:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\11. DPMT Algeciras-Virgen_Africa_J-0382-L0549\J-0382-L0549L011.dwg



PLANO DE SITUACIÓN CEUTA

ESCALA 1:75.000

LEYENDA

- CIRCUITO 1 / CIRCUITO 2 — CABLE EN ZANJA DOBLE CIRCUITO
- PERFORACIÓN DIRIGIDA
- OCUPACIÓN PERMANENTE ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE
- OCUPACIÓN TEMPORAL ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE
- TRAZADO SUBMARINO
- CÁMARA DE TRANSICIÓN

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	may-22	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Grupo Red Eléctrica

INSTALACIÓN: INTERCONEXIÓN PENÍNSULA-CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA PORTICHUELOS-VIRGEN DE ÁFRICA

TÍTULO: PLANO DE AFECCIONES EN ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE CEUTA

COORD.	ETRS89	HUSO	30
CODIGO	J-0382-L0549		
A2	1/1000		
Nº	L011	HOJA	4 DE 5

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto no pueden ponerse a disposición de terceros, ni ser objeto de explotación, reproducción, distribución, comunicación pública, transformación, ni cualquier otra forma de utilización, total o parcial, salvo que sea autorizado por escrito por RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asume ningún tipo de responsabilidad derivada de los usos no autorizados de contenidos de presente documento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 06471/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PLANO DE SITUACIÓN CEUTA

ESCALA 1:75.000

AFECCIONES ZONA MARÍTIMO–TERRESTRE	
OCUPACIÓN PERMANENTE CIRCUITO 1	53.11m²
OCUPACIÓN PERMANENTE CIRCUITO 2	53.19m²
OCUPACIÓN TEMPORAL	311.60m²

LEYENDA

- CIRCUITO 1 / CIRCUITO 2 — CABLE EN ZANJA DOBLE CIRCUITO
- PERFORACIÓN DIRIGIDA
- OCUPACIÓN PERMANENTE ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE
- OCUPACIÓN TEMPORAL ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE
- TRAZADO SUBMARINO
- CÁMARA DE TRANSICIÓN

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	may–22	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Grupo Red Eléctrica

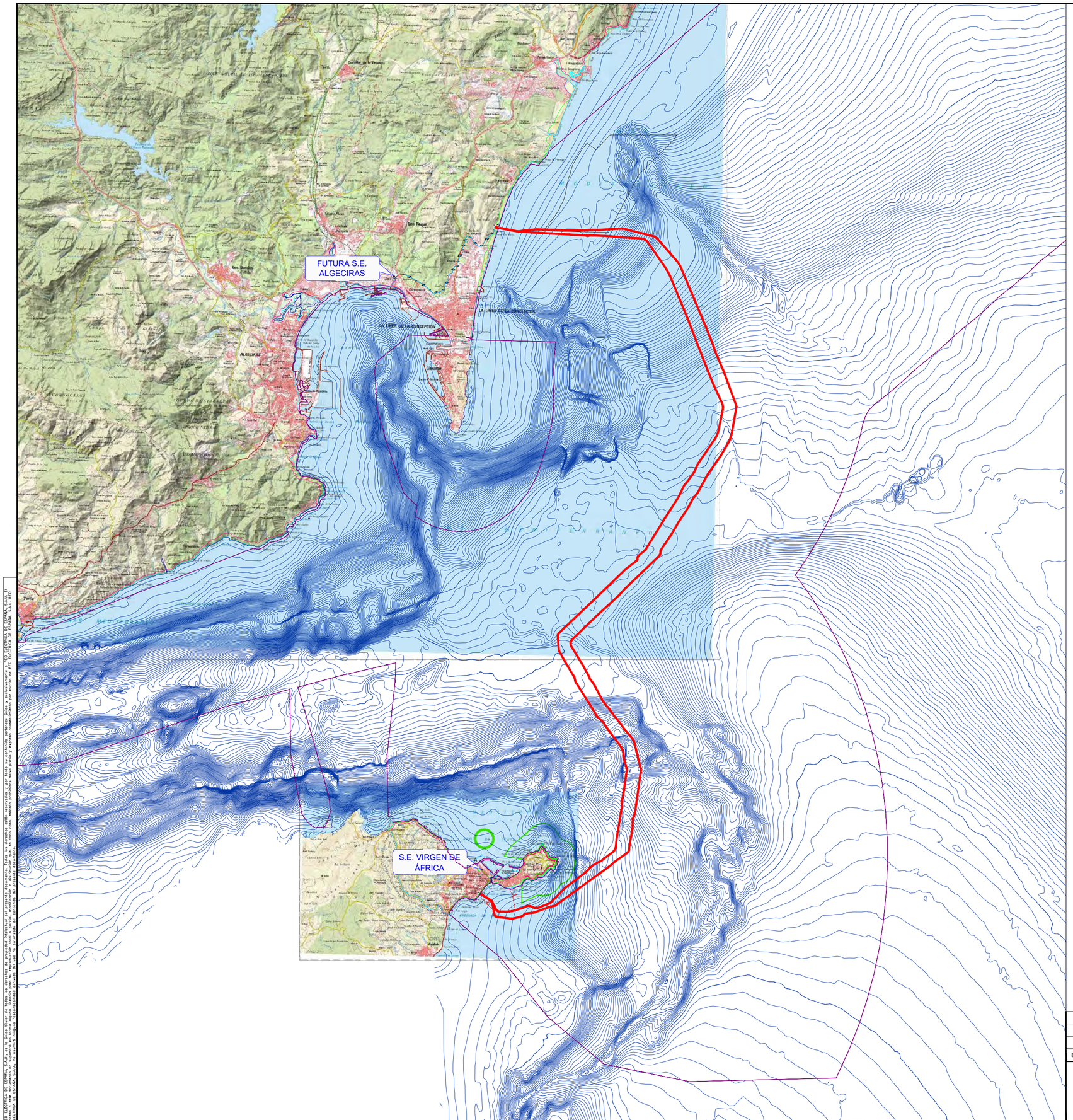
INSTALACIÓN: INTERCONEXIÓN PENINSULA–CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA PORTICHUELOS–VIRGEN DE ÁFRICA

TÍTULO: PLANO DE AFECCIONES EN ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO–TERRESTRE CEUTA

COORD.	ETRS89	HUSO	30
CODIGO	J–0382–L0549		
A2	1/1000		
Nº	L011	HOJA	5 DE 5

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., as a sole owner of all rights, title and interest in and to this document, hereby reserves all of its rights, including but not limited to, all copyrights, trade secrets and other intellectual property rights, in connection herewith. Any reproduction, distribution, public communication or making available, in whole or in part, of this document or the information contained herein for any purpose without the prior express written permission of RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. is strictly prohibited. Except for the rights expressly granted in the foregoing sentence, this document shall not be construed as granting, by implication, estoppel or otherwise, any license or right to any boilerplate, logo or trademark contained herein. All boilerplate, logos or trademarks may be registered and/or used by RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. or third parties. Misuse of any boilerplate, logo or trademark shall be prosecuted to the maximum extent permitted by law. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. is not responsible for the content or reliability of the pages or documents obtained through links as well as for the changes or updates that third parties may make to their pages. The mere existence of a link does not imply any kind of association, endorsement or acceptance by RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. of the third party website, its content or services. Unauthorized use of the contents of this document and/or the design of the pages generated by the access to the links, as well as the infringement of the intellectual and industrial property rights of RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. or third parties, may give rise to the relevant claims and actions by the parties entitled to enforce them.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: PVZJTFXTT12TMGC81. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



AFECCIONES MAR TERRITORIAL	
OCUPACIÓN PERMANENTE PHD ZONA PENÍNSULA CIRCUITO 1	875.59m²
OCUPACIÓN PERMANENTE PHD ZONA PENÍNSULA CIRCUITO 2	877.13m²
OCUPACIÓN PERMANENTE CABLE SUBMARINO CIRCUITO 1	56603.79m²
OCUPACIÓN PERMANENTE CABLE SUBMARINO CIRCUITO 2	54646.91m²
OCUPACIÓN PERMANENTE PHD ZONA CEUTA CIRCUITO 1	458.59m²
OCUPACIÓN PERMANENTE PHD ZONA CEUTA CIRCUITO 2	455.37m²

– LEYENDA –

FUTURA LÍNEA

LÍMITE MAR TERRITORIAL

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
La Ingeniera Industrial

María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123 / 3303

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	mar.-22	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

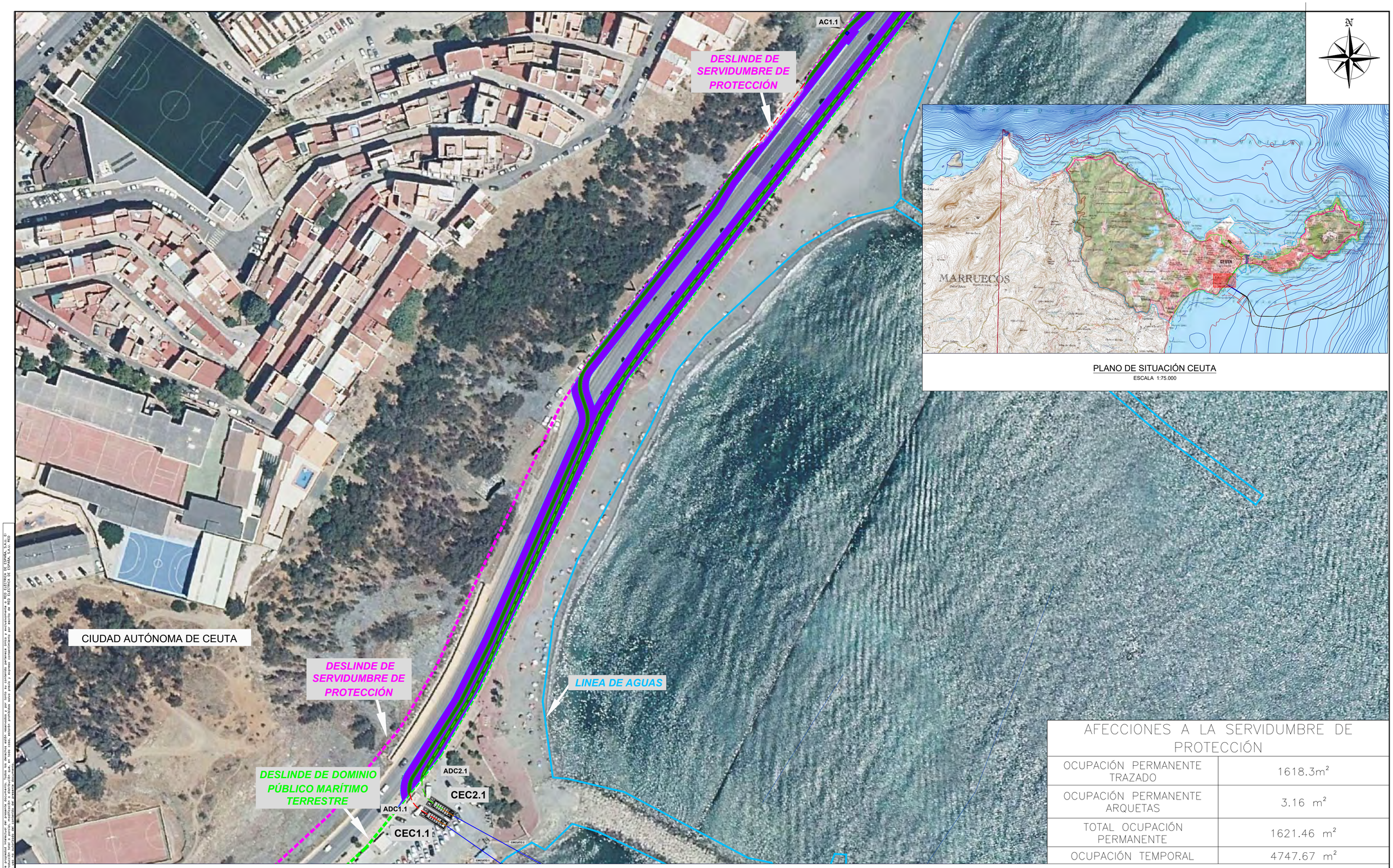
INSTALACIÓN: INTERCONEXIÓN PENÍNSULA-CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA PORTICHUELOS-VIRGEN DE ÁFRICA

TÍTULO: PLANO DE AFECCIONES EN ZONA DE MAR TERRITORIAL

COORD.	ETRS89	HUSO	30
CODIGO	J-0382-L0549		
A2	1/150.000		
Nº	L012	HOJA	1 DE 1

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es titular de todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El uso, reproducción, distribución, comercialización, transformación o cualquier otra actividad de explotación de todo o parte del contenido de este documento sin el consentimiento expreso y por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. está estrictamente prohibido salvo para usos autorizados por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El incumplimiento de esta limitación puede constituir violación de derechos de propiedad intelectual.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 064721. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGc81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



PLANO DE SITUACIÓN CEUTA

ESCALA 1:75.000

AFECCIONES A LA SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN	
OCUPACIÓN PERMANENTE TRAZADO	1618.3m²
OCUPACIÓN PERMANENTE ARQUETAS	3.16 m²
TOTAL OCUPACIÓN PERMANENTE	1621.46 m²
OCUPACIÓN TEMPORAL	4747.67 m²

LEYENDA

- CIRCUITO 1 / CIRCUITO 2 — CABLE EN ZANJA DOBLE CIRCUITO
- PERFORACIÓN DIRIGIDA
- TRAZADO SUBMARINO
- OCUPACIÓN PERMANENTE TRAZADO
- OCUPACIÓN TEMPORAL
- OCUPACIÓN PERMANENTE ARQUETA SENCILLA TELECOMUNICACIONES

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	may-22	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Grupo Red Eléctrica

INSTALACIÓN: INTERCONEXIÓN PENÍNSULA-CEUTA DC LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA PORTICHUELOS-VIRGEN DE ÁFRICA

TÍTULO: PLANO DE AFECCIONES EN ZONA DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN CEUTA

COORD.	ETRS89	HUSO	30
CODIGO	J-0382-L0549		
A2	1/1000		
Nº	L014	HOJA	1 DE 2

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., en su propio nombre y en el de todas las sociedades de su grupo, titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. Queda prohibida cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de este documento sin la autorización de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., salvo que se cuente con la autorización de terceros o se trate de un uso permitido por la legislación vigente. Queda prohibida la supresión o manipulación de cualquier información contenida en el presente documento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJTFXT1ZITMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PLANO DE SITUACIÓN CEUTA

ESCALA 1:75.000

AFECCIONES A LA SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN	
OCUPACIÓN PERMANENTE TRAZADO	1618.3m²
OCUPACIÓN PERMANENTE ARQUETAS	3.16 m²
TOTAL OCUPACIÓN PERMANENTE	1621.46 m²
OCUPACIÓN TEMPORAL	4747.67 m²

LEYENDA

- CIRCUITO 1 / CIRCUITO 2 — CABLE EN ZANJA DOBLE CIRCUITO
- PERFORACIÓN DIRIGIDA
- TRAZADO SUBMARINO
- OCUPACIÓN PERMANENTE TRAZADO
- OCUPACIÓN TEMPORAL
- OCUPACIÓN PERMANENTE ARQUETA SENCILLA TELECOMUNICACIONES

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	may-22	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

INSTALACIÓN: INTERCONEXIÓN PENÍNSULA-CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA PORTICHUELOS-VIRGEN DE ÁFRICA

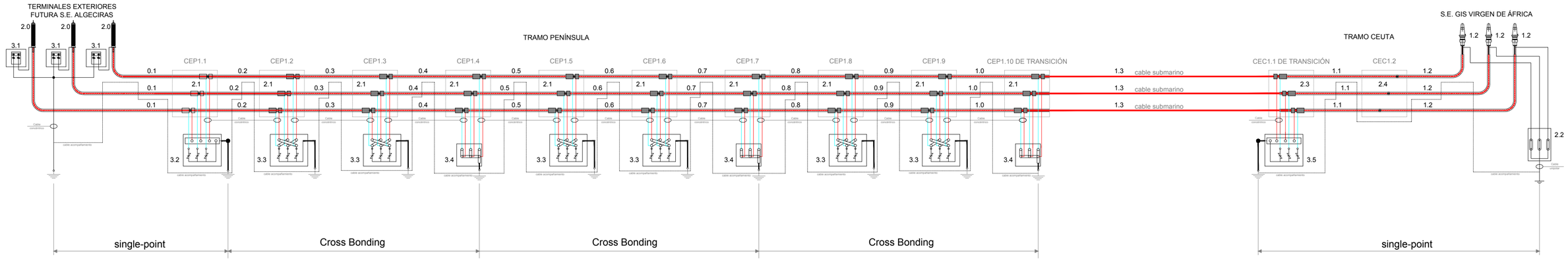
TÍTULO: PLANO DE AFECCIONES EN ZONA DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN CEUTA

COORD.	ETRS89	HUSO	30
CODIGO	J-0382-L0549		
A2	1/1000		
Nº	L014	HOJA	1 DE 2

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El incumplimiento de este documento, no implicando ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado de contenido del presente documento.

1.3	145KV 3X1X500 MM2 AL + F.O EN ZONA POCO PROFUNDA Y 145KV 3X1X300 MM2 CU + F.O EN ZONA PROFUNDA	3x1X500/132kV 3x1X300/132kV	≃ 58.144m
REF.	TIPO	SEC./TENSION	LONGITUD
TRAMO SUBMARINO CIRCUITO 1			



1.0	CABLE RHE-RA+20L 76/132 kV 1x400KAL +H135	1x400/132kV	≃ 908m			
0.9	CABLE RHE-RA+20L 76/132 kV 1x400KAL +H135	1x400/132kV	≃ 923m			
0.8	CABLE RHE-RA+20L 76/132 kV 1x400KAL +H135	1x400/132kV	≃ 876m			
0.7	CABLE RHE-RA+20L 76/132 kV 1x630KAL +H135	1x630/132kV	≃ 953m			
0.6	CABLE RHE-RA+20L 76/132 kV 1x630KAL +H135	1x630/132kV	≃ 932m	3.4	CAJA TRIPOLAR P.A.T. DIRECTA	
0.5	CABLE RHE-RA+20L 76/132 kV 1x400KAL +H135	1x400/132kV	≃ 924m	3.3	CAJA CROSS-BONDING CON DESCARGADORES	
0.4	CABLE RHE-RA+20L 76/132 kV 1x400KAL +H135	1x400/132kV	≃ 945m	3.2	CAJA TRIPOLAR P.A.T. DIRECTA Y C/DESCARGADORES	
0.3	CABLE RHE-RA+20L 76/132 kV 1x400KAL +H135	1x400/132kV	≃ 897m	3.1	CAJA UNIPOLAR P.A.T. DIRECTA	
0.2	CABLE RHE-RA+20L 76/132 kV 1x400KAL +H135	1x400/132kV	≃ 892m	2.1	EMPALME SECCIONADO	
0.1	CABLE RHE-RA+20L 76/132 kV 1x630KAL +H135	1x630/132kV	≃ 925m	2.0	TERMINALES EXTERIORES	
REF.	TIPO	SEC./TENSION	LONGITUD	REF.	DESIGNACION	TIPO
CABLE TRAMO PENÍNSULA CIRCUITO 1				ACCESORIOS		

				3.5	CAJA TRIPOLAR P.A.T. DIRECTA Y C/DESCARGADORES	
				2.4	EMPALME CONTINUO	
				2.3	EMPALME SECCIONADO	
1.2	CABLE RHE-RA+20L 76/132 kV 1x400KAL +H135	1x400/132kV	≃ 798m	2.2	CAJA TRIPOLAR P.A.T. DIRECTA CABLE UNIPOLAR	
1.1	CABLE RHE-RA+20L 76/132 kV 1x400KAL +H135	1x400/132kV	≃ 806m	1.2	TERMINALES GIS	
REF.	TIPO	SEC./TENSION	LONGITUD	REF.	DESIGNACION	TIPO
CABLE TRAMO CEUTA CIRCUITO 1				ACCESORIOS		

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El contenido del presente documento no podrá ser objeto de reproducción, transformación, distribución, comunicación pública, puesta a disposición, extracción y reutilización, en todo o en parte, sin el consentimiento expreso y por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asume ningún tipo de responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJTFXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA
La Ingeniería Industrial
María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123 / 3383

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
0	dic-21	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

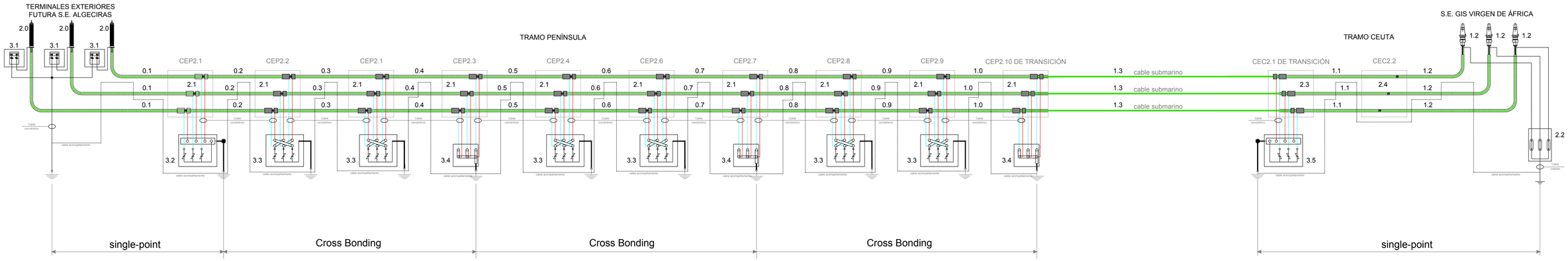
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

INSTALACIÓN
INTERCONEXIÓN PENÍNSULA-CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA

TÍTULO
ESQUEMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE PANTALLAS
CIRCUITO 1

COORD.	HUSO
CODIGO	J-0382-L0549
A2	S/E
Nº L004	HOJA 1 DE 2

1.3	145KV 3X1X500 MM2 AL + F.O EN ZONA POCO PROFUNDA Y 145KV 3X1X300 MM2 CU + F.O EN ZONA PROFUNDA	3x1X500/132kV 3x1X300/132kV	≃ 56.187m
REF.	TIPO	SEC./TENSION	LONGITUD
TRAMO SUBMARINO CIRCUITO 2			



1.0	CABLE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL +H1.35	1x400/132kV	≃ 872m			
0.9	CABLE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL +H1.35	1x400/132kV	≃ 887m			
0.8	CABLE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL +H1.35	1x400/132kV	≃ 925m			
0.7	CABLE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x630KAL +H1.35	1x630/132kV	≃ 937m			
0.6	CABLE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x630KAL +H1.35	1x630/132kV	≃ 973m	3.4	CAJA TRIPOLAR P.A.T. DIRECTA	
0.5	CABLE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL +H1.35	1x400/132kV	≃ 891m	3.3	CAJA CROSS-BONDING CON DESCARGADORES	
0.4	CABLE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL +H1.35	1x400/132kV	≃ 941m	3.2	CAJA TRIPOLAR P.A.T. DIRECTA Y C/DESCARGADORES	
0.3	CABLE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL +H1.35	1x400/132kV	≃ 905m	3.1	CAJA UNIPOLAR P.A.T. DIRECTA	
0.2	CABLE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL +H1.35	1x400/132kV	≃ 921m	2.1	EMPALME SECCIONADO	
0.1	CABLE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x630KAL +H1.35	1x630/132kV	≃ 890m	2.0	TERMINALES EXTERIORES	
REF.	TIPO	SEC./TENSION	LONGITUD	REF.	DESIGNACION	TIPO
CABLE TRAMO PENÍNSULA CIRCUITO 2				ACCESORIOS		

				3.5	CAJA TRIPOLAR P.A.T. DIRECTA Y C/DESCARGADORES	
				2.4	EMPALME CONTINUO	
				2.3	EMPALME SECCIONADO	
1.2	CABLE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL +H1.35	1x400/132kV	≃ 831m/	2.2	CAJA TRIPOL.P.A.T. DIRECTA CABLE UNIPOLAR	
1.1	CABLE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x400KAL +H1.35	1x400/132kV	≃ 761m	1.2	TERMINALES GIS	
REF.	TIPO	SEC./TENSION	LONGITUD	REF.	DESIGNACION	TIPO
CABLE TRAMO CEUTA CIRCUITO 2				ACCESORIOS		

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJTFXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El contenido de este documento no podrá ser objeto de ningún tipo de explotación, reproducción, distribución, comunicación pública, transformación o cualquier otra actividad similar sin el consentimiento previo y por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asume ningún tipo de responsabilidad derivada del uso no autorizado del presente documento.

0	dic-21	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

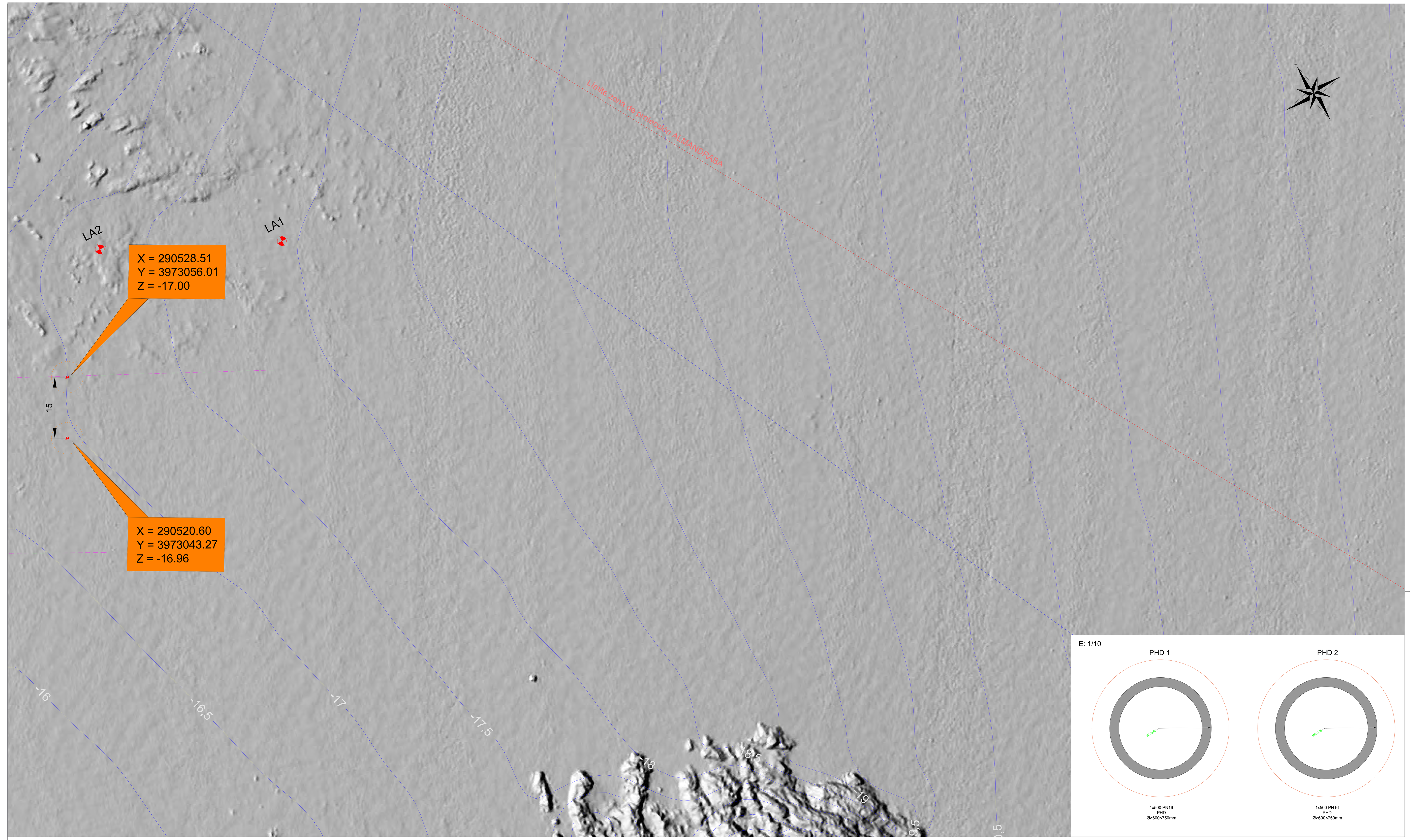
INSTALACIÓN
INTERCONEXIÓN PENÍNSULA-CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA

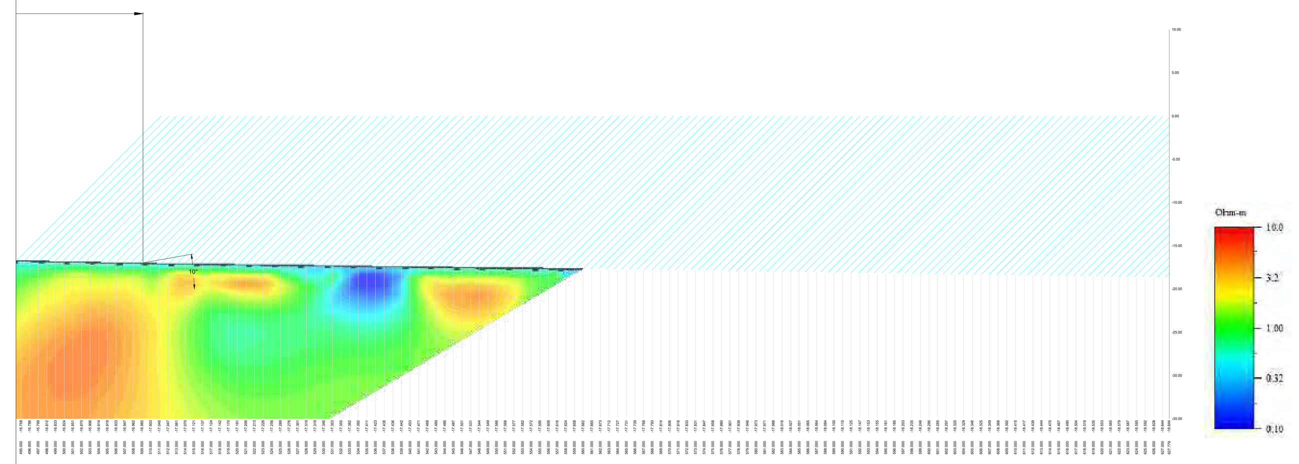
TÍTULO
ESQUEMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE PANTALLAS
CIRCUITO 2

COORD.	HUSO
CODIGO	J-0382-L0549
A2	S/E
Nº L004	HOJA 2 DE 2

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
La Ingeniería Industrial
María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123 / 3383

B:\S. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\A. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\Algeciras-Virgen_Africa 132kV_J-0382-L0549\Esquemas de Conexionado\J-0382-L0549L004.dwg





Lanza	UTM X	UTM Y	Coord. Z	Potencia de arena (m)
1	290591,05	3973056,61	-17,98	1,2
2	290551,95	3973078,52	-17,06	0,2
3	290502,56	3973103,07	-16,07	0
4	290458,16	3973125,20	-15,05	0,5
5	290413,29	3973150,79	-13,36	0,8
6	290370,23	3973171,59	-11,65	0,5
7	290503,41	3973049,71	-16,64	1
8	290458,17	3973074,37	-15,55	0,8
9	290409,07	3973096,19	-14,25	0,8
10	290548,61	3973134,87	-15,87	0,4
11	290497,96	3973163,12	-14,62	0,4
12	290461,35	3973178,94	-13,88	0,6

LEYENDA:

- saneamiento
- agua
- telefónica
- alumbrado
- semáforos
- gas
- electricidad
- telecomunicaciones
- tubo no asociado
- señal de tráfico
- farola

Bases Topográficas UTM (ETRS89 Huso 30N)				
Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
GS1123	290104.196	3973270.591	5.976	B1
GS1124	290105.539	3973324.379	6.575	B2
GS1125	290043.064	3973267.550	6.896	B3

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
La Ingeniera Industrial
María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123 / 3353

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
A	feb.-22	M.M.G.	C.G.B.	ACOTACIÓN DISTANCIA 8 m A CARRETERA A-383
0	dic.-21	M.M.G.	C.G.B.	REALIZACIÓN PLANO

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

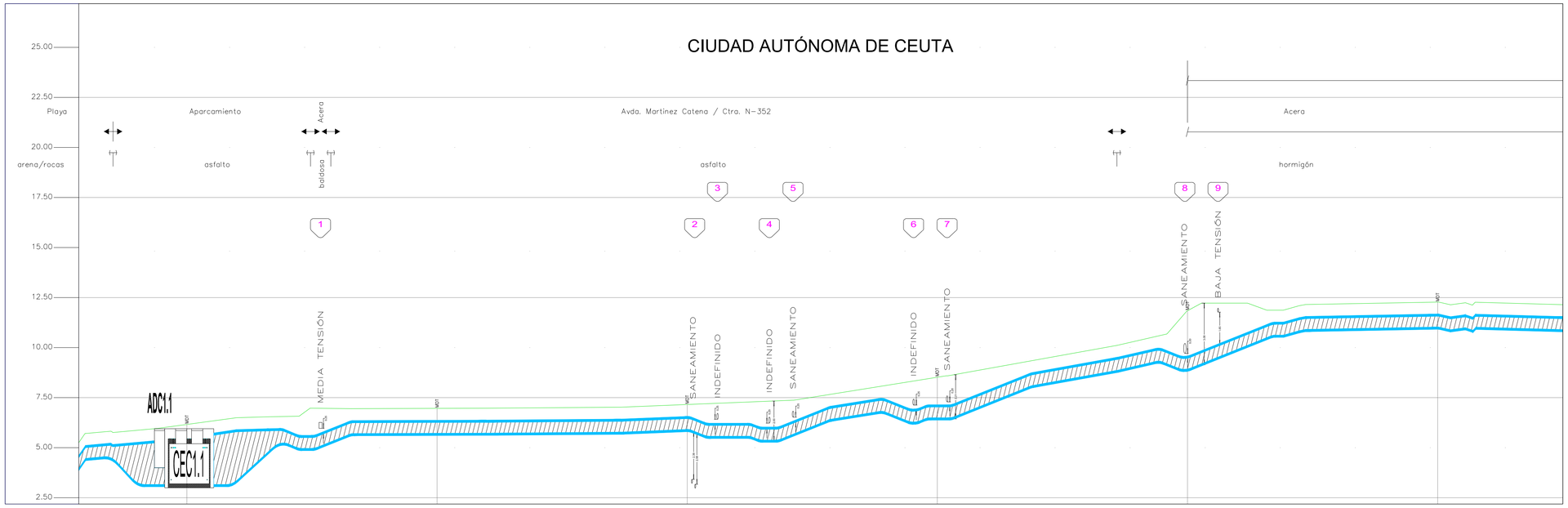
INSTALACIÓN
INTERCONEXIÓN PENÍNSULA-CEUTA DC
LÍNEA SUBTERRÁNEA/SUBMARINA ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA

TÍTULO
PLANO DE PERFIL Y PLANTA
PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA SUBTERRÁNEO-SUBMARINO
LADO CEUTA

COORD. ETRS89 HUSO 30
CODIGO J-0382-L0549
A1 EXT 1/500
Nº L002 HOJA 39 DE 51

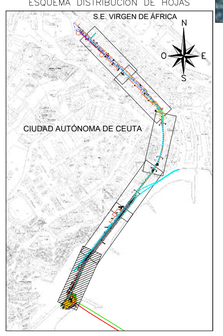
PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA H: 1/500 V: 1/125



COTAS DEL TERRENO	6.16	6.96	7.16	8.52	11.84	12.27
DISTANCIAS AL ORIGEN	0.00	50.00	100.00	150.00	200.00	250.00

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA PERFIL

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- 00 — Nº CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HÍBRIDA SC 1.32kV S/P LSC048
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA PLANTA

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1
- CABLE CIRCUITO 2
- CÁMARA HÍBRIDA SC 1.32kV TRAMO CEUTA S/P LSC048-A
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA SERVICIOS

RED SANEAMIENTO	SAN	SAN
RED ABASTECIMIENTO	ABAS	ABAS
RED TELEFONICA	TELF	TELF
RED TELECOMUNICACIONES	TELEC	TELEC
RED JAZZTEL	JAZZTEL	JAZZTEL
RED ALUMBRADO PÚBLICO	AP	AP
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	BT	BT
LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN	MT	MT
SERVICIO DESCONOCIDO	???	???
FAROLA		

ÁREA OCUPACIÓN TEMPORAL MAQUINARIA PHD

ESCALAS

1/500	0	10m	20m
1/125	0	2.5m	5m

ORIGINALES A1 GRÁFICAS

PLANTA

ESCALA 1/500

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO
A	feb.-22	M.M.G.
0	dic-21	M.M.G.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

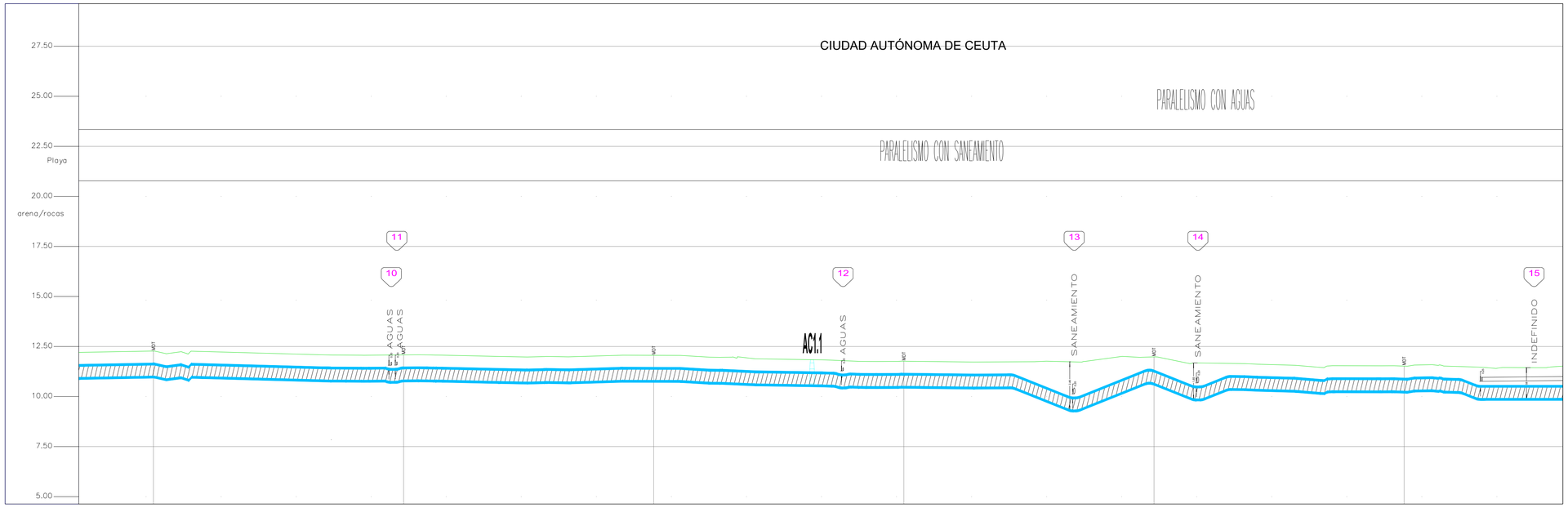
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647121. Fecha: 24/09/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: PVZJTFXT1ATMCR1. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.icai.es/validarCSV.aspx

REE ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., se reserva todos los derechos sobre el presente proyecto, plano o documento, incluso en el supuesto de publicación. Queda prohibida su reproducción o comunicación pública sin autorización de REE ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. Asimismo, REE ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. se reserva cualquier acción legal que pueda ejercitar en caso de uso indebido de este proyecto, plano o documento, incluyendo, a título meramente enunciativo, pero no limitativo, la reproducción, modificación, cesión a terceros, distribución, venta, alquiler, transformación, puesta a disposición, así como la incorporación a bases de datos o programas informáticos, sin el previo consentimiento por escrito de REE ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

U:\3_ AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4_ PROYECTOS INSERSION\429 Inter_Portichuelos_Ceuta_LSR67_L\04Planos\Ceuta_LSR67_L\04Pl\Agencia-Virgen_Africa 132kv_L-0362-L0647\Hoja1.vi-0362-L0647&002_Ceuta_A.dwg

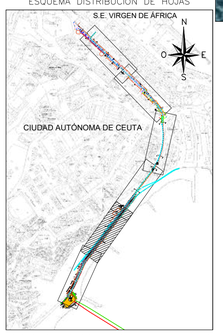
PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA H: 1/500 V: 1/125



COTAS DEL TERRENO	12.27	12.08	12.06	11.84	11.77	11.98	11.52
DISTANCIAS AL ORIGEN	250.00	300.00	350.00	381.65	400.00	450.00	500.00

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA PERFIL

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- 00 — Nº CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HÍBRIDA SC 1.32kV S/P LSC048
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA PLANTA

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1
- CABLE CIRCUITO 2
- CÁMARA HÍBRIDA SC 1.32kV TRAMO CEUTA S/P LSC048-A
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA SERVICIOS

RED SANEAMIENTO	SAN	SAN
RED ABASTECIMIENTO	ABAS	ABAS
RED TELEFONICA	TELF	TELF
RED TELECOMUNICACIONES	TELEC	TELEC
RED JAZZTEL	JAZZTEL	JAZZTEL
RED ALUMBRADO PÚBLICO	AP	AP AP
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	BT	BT
LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN	MT	MT
SERVICIO DESCONOCIDO	???	???
FAROLA		

ESCALAS

1/500 — 0, 10m, 20m

1/125 — 0, 2.5m, 5m

ORIGINALES A1 — GRÁFICAS

PLANTA

ESCALA 1/500

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO
A	feb.-22	M.M.G.
0	dic-21	M.M.G.

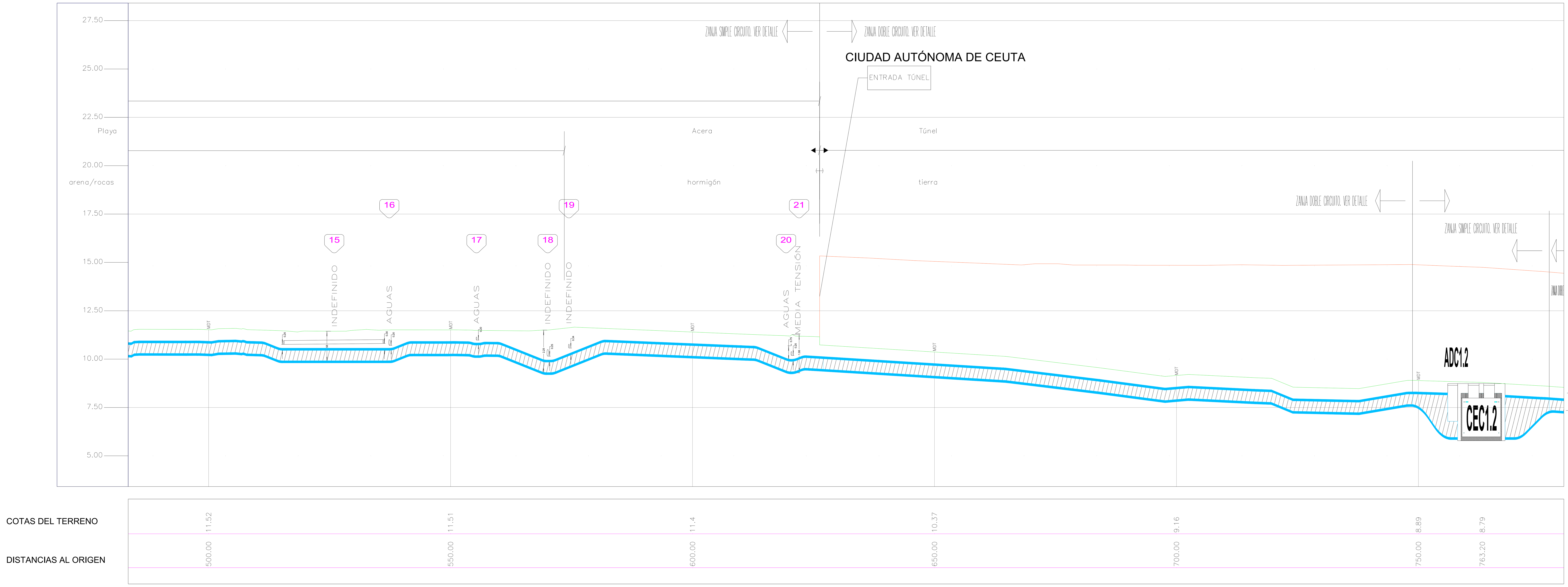
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647121. Fecha: 24/09/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: PVZJTFXT12TMCR3L Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.icai.es/validarCSV.aspx

REE ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., en su propio nombre y en nombre de sociedades de su grupo, titular de derechos de propiedad intelectual sobre este documento, prohíbe expresamente su reproducción, distribución, comunicación pública y transformación sin su autorización. Reservados todos los derechos. Queda prohibido el uso, reproducción, modificación, distribución, comercialización, archivo, en soporte informático o electrónico, comunicación pública o puesta a disposición de terceros, salvo con la autorización de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

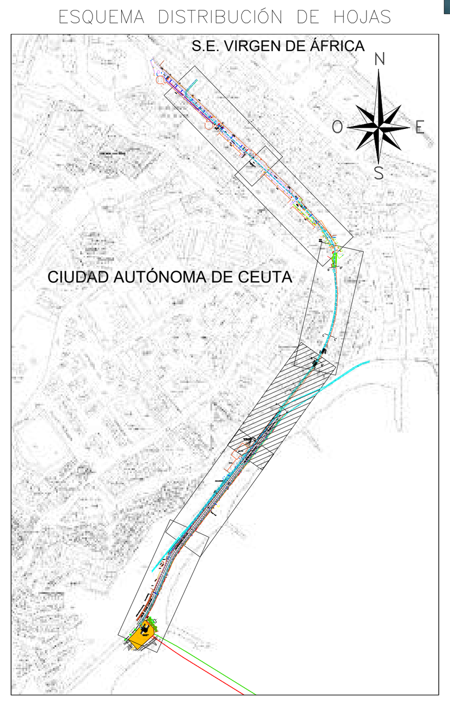
U:\3_ AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4_ PROYECTOS INSERSION\429 Inter_Peninsular\ceuta_LSR67_LSR48\Agencia-Virgen_Africa 132kv_-_LSR2-LSR48\Hojas\U-LSR2-LSR48_002_Ceuta_A.dwg

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA H: 1/500 V: 1/125



PLANTA
ESCALA 1/500

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

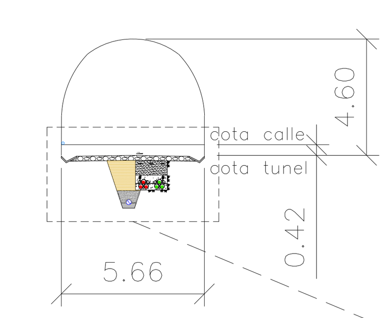


LEYENDA PERFIL
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- 00 N° CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV S/P LSC048
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

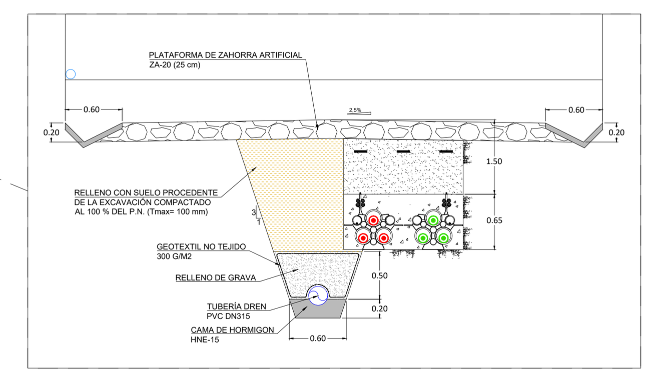
LEYENDA PLANTA
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1
- CABLE CIRCUITO 2
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV TRAMO CEUTA S/P LSC048-A
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

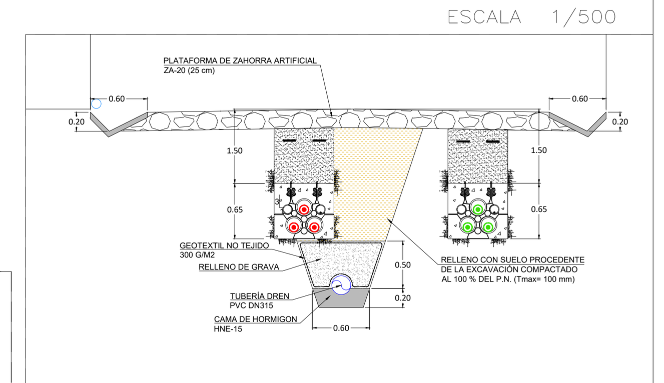
LEYENDA SERVICIOS

RED SANEAMIENTO	S	SAN
RED ABASTECIMIENTO	A	ABAS
RED TELEFONICA	T	TELF
RED TELECOMUNICACIONES		TELEC
RED JAZZTEL	JAZ	JAZZTEL
RED ALUMBRADO PÚBLICO	AP	AP
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN		BT
LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN		MT
SERVICIO DESCONOCIDO		???
FAROLA		



SECCIÓN A-A'
ESCALA : 1/40





EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO
A	feb.-22	M.M.G.
0	dic-21	M.M.G.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

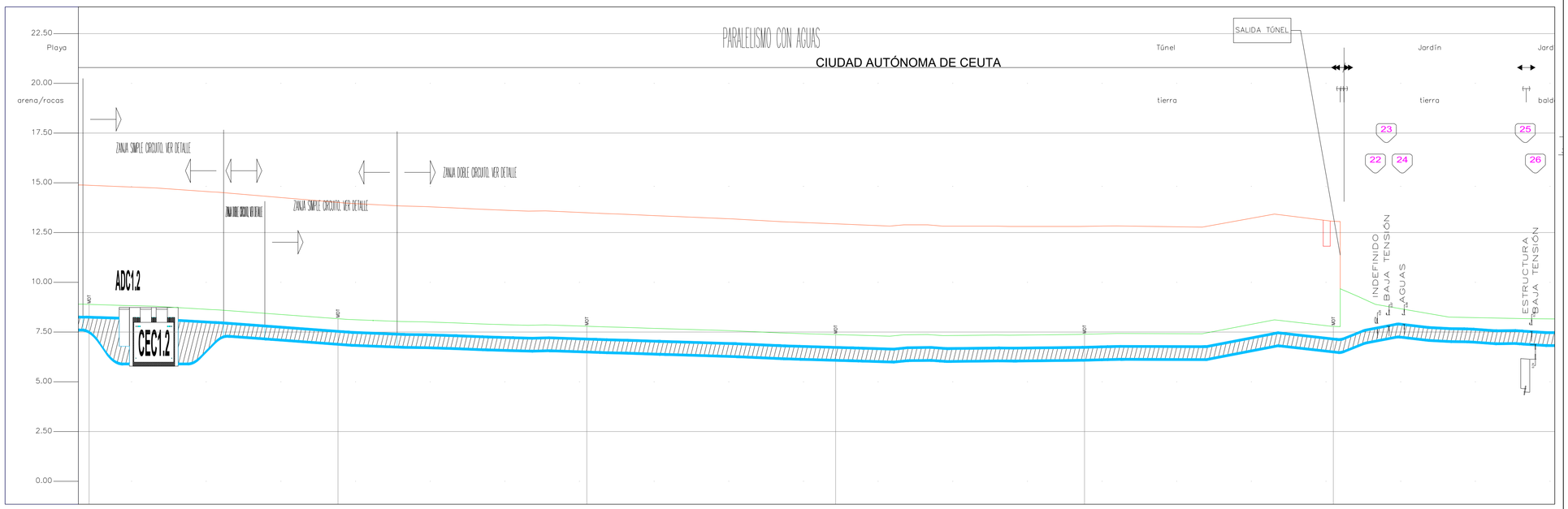
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
La Ingeniera Industrial
María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123 / 3353

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

U:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\Algeciras-Virgen_Africa 132kV_J-0382-L0549\Hojas\J-0382-L0549L002_Ceuta_A.dwg

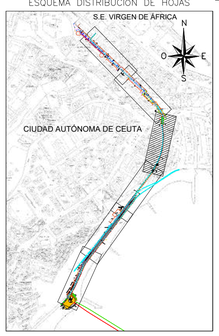
PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA H: 1/500 V: 1/125



COTAS DEL TERRENO	8.89	8.79	8.17	7.79	7.38	7.39	7.79
DISTANCIAS AL ORIGEN	750.00	763.20	800.00	850.00	900.00	950.00	1000.00

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA PERFIL

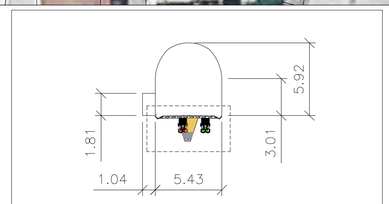
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- 00 — Nº CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HIBRIDA SC 132kV S/P LSC048
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA PLANTA

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1
- CABLE CIRCUITO 2
- CÁMARA HIBRIDA SC 132kV TRAMO CEUTA S/P LSC048-A
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

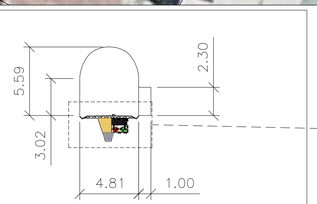
LEYENDA SERVICIOS

RED SANEAMIENTO	S	SAN
RED ABASTECIMIENTO	A	ABAS
RED TELEFONICA	T	TELF
RED TELECOMUNICACIONES		TELEC
RED JAZZTEL	PJ1	JAZZTEL
RED ALUMBRADO PÚBLICO	P2	AP
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN		BT
LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN		MT
SERVICIO DESCONOCIDO		???
FAROLA		



SECCIÓN B–B'

ESCALA : 1/40

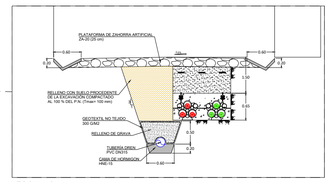


SECCIÓN C–C'

ESCALA : 1/40

PLANTA

ESCALA 1/500



ESCALAS

1/500	0	10m	20m
1/125	0	2.5m	5m

ORIGINALES A1 GRÁFICAS

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO
A	feb.-22	M.M.G.
0	dic-21	M.M.G.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
La Ingeniería Industrial
María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 41.031 / 5393

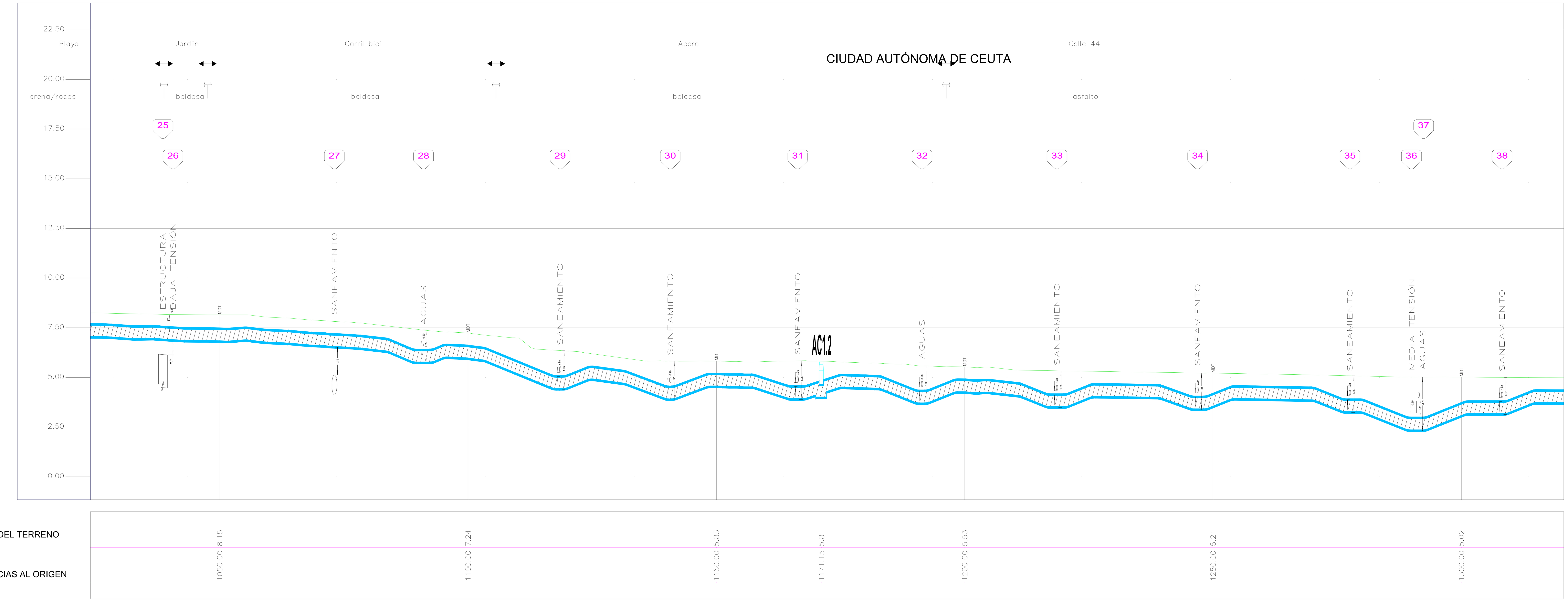
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647121. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: PVZJTFCT1ZTMCR3L Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.cse.es/validarCSV.aspx

REPRODUCCIÓN PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA. La utilización no autorizada de esta obra, constituirá una infracción y podrá dar lugar a responsabilidades legales. Los derechos de explotación de esta obra pertenecen a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

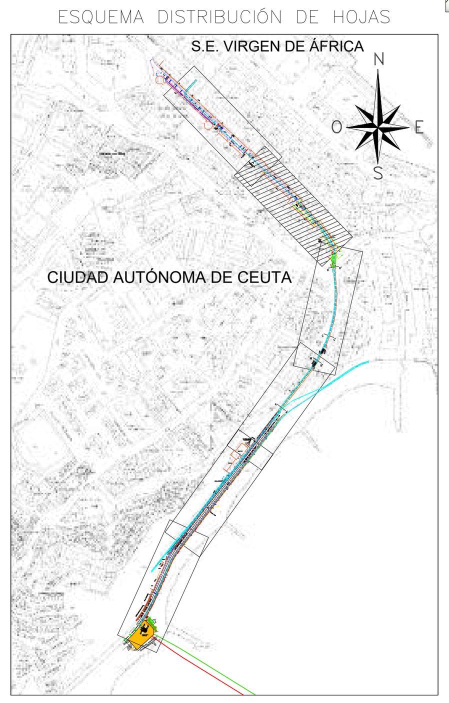
U:\3_ AREA DE TRABAJO DE INGENIERÍA\4_ PROYECTOS INGERSON\229 Inter_Portchuetas_Ceuta_LSC48\1_LSC48\Subestacion-Virgen_Africa 132kv_-_LSC48\Hojas\U-LSC48-HOJA002_Ceuta_A.dwg

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA H: 1/500 V: 1/125



PLANTA
ESCALA 1/500

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA PERFIL

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- 00 — N° CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV S/P LSC048
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA PLANTA

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1
- CABLE CIRCUITO 2
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV TRAMO CEUTA S/P LSC048-A
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA SERVICIOS

RED SANEAMIENTO	S S	SAN — SAN
RED ABASTECIMIENTO	A A	ABAS — ABAS
RED TELEFONICA	T T	TELF — TELF
RED TELECOMUNICACIONES		TELEC — TELEC
RED JAZZTEL	JAZ	JAZZTEL — JAZZTEL
RED ALUMBRADO PÚBLICO	AP	AP — AP — AP
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN		BT — BT
LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN		MT — MT
SERVICIO DESCONOCIDO		??? — ???
FAROLA		

ESCALAS

1/500	0	10m	20m
1/125	0	2.5m	5m

ORIGINALES A1 GRÁFICAS

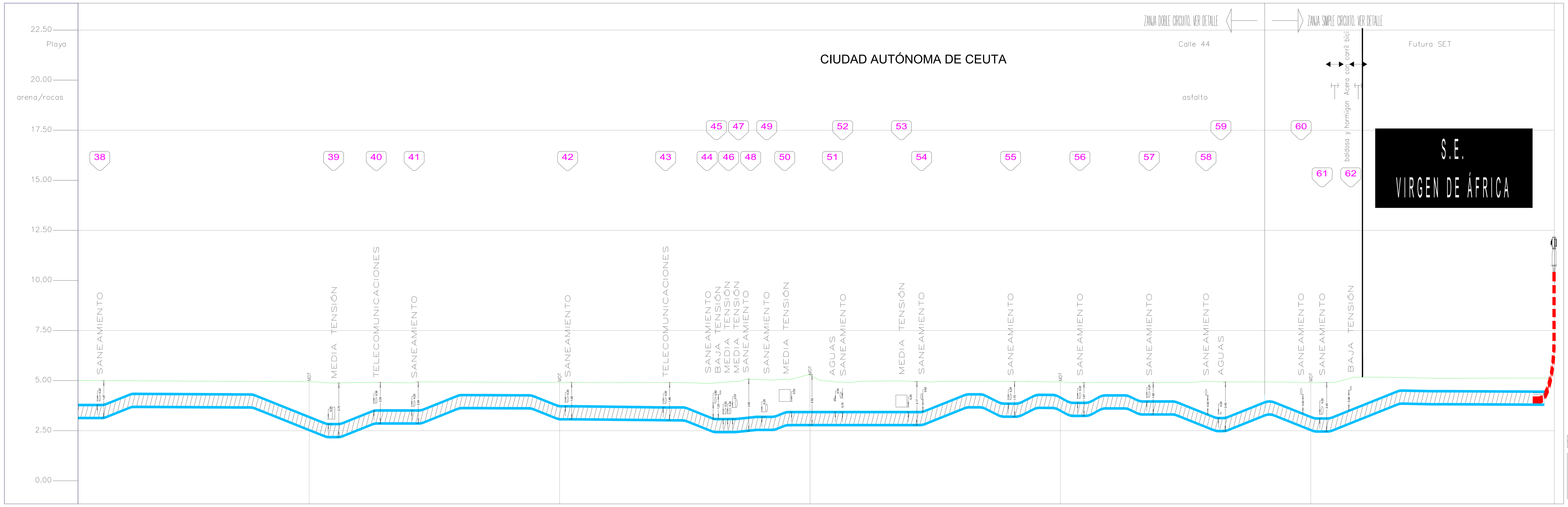
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO
A	feb.-22	M.M.G.
0	dic-21	M.M.G.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

U:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\Algeciras-Virgen_Africa 132kV_J-0382-L0549\Hojas\J-0382-L0549L002_Ceuta_A.dwg

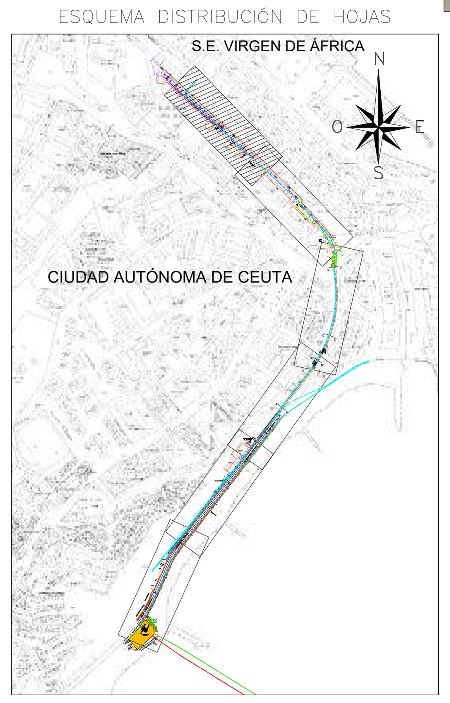
PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA H: 1/500 V: 1/125



	1350.00	1400.00	1450.00	1500.00	1550.00	1598.63
COTAS DEL TERRENO	4.94	4.91	5.28	4.93	4.91	5.13
DISTANCIAS AL ORIGEN	1350.00	1400.00	1450.00	1500.00	1550.00	1598.63

PLANTA
ESCALA 1/500

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA PERFIL
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- 00 — Nº CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV S/P LSC048
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA PLANTA
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1
- CABLE CIRCUITO 2
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV TRAMO CEUTA S/P LSC048-A
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA SERVICIOS

RED SANEAMIENTO	S S	SAN — SAN
RED ABASTECIMIENTO	A A	ABAS — ABAS
RED TELEFONICA	T T	TELF — TELF
RED TELECOMUNICACIONES		TELEC — TELEC
RED JAZZTEL	JAZ	JAZZTEL — JAZZTEL
RED ALUMBRADO PÚBLICO	AP	AP — AP — AP
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN		BT — BT
LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN		MT — MT
SERVICIO DESCONOCIDO		??? — ???
FAROLA		

ESCALAS
1/500: 0 — 10m — 20m
1/125: 0 — 2.5m — 5m
ORIGINALES A1 GRÁFICAS

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO
A	feb.-22	M.M.G.
0	dic-21	M.M.G.

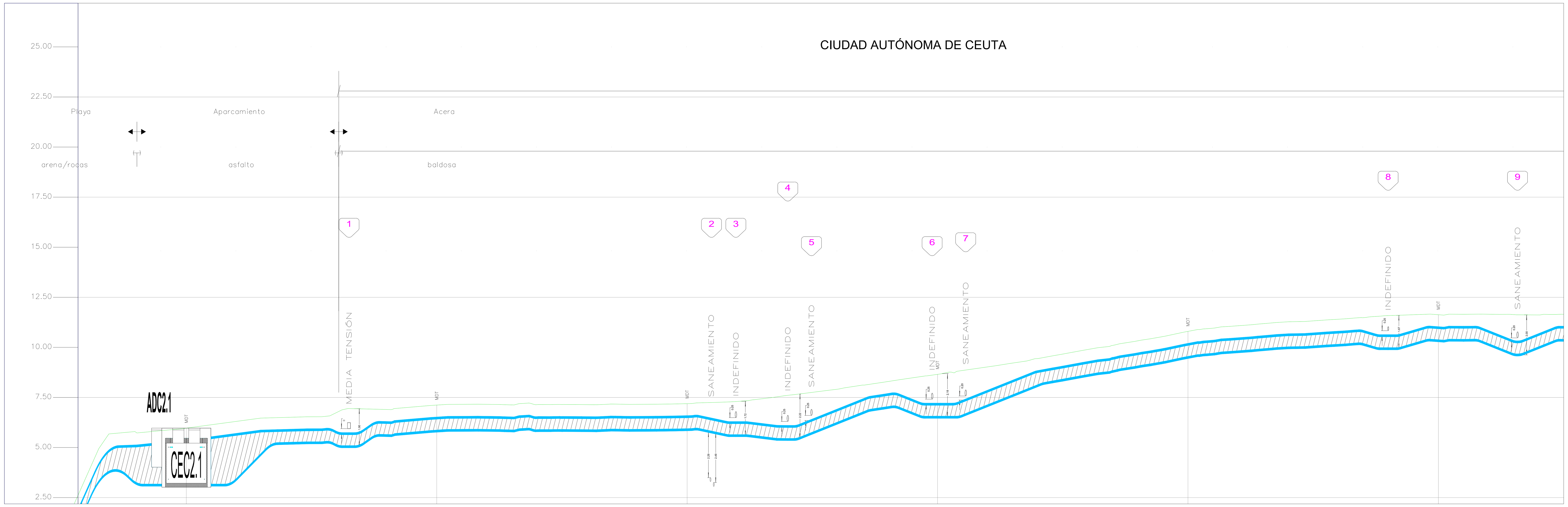
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación y distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

U:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\Algeciras-Virgen_Africa 132kV_J-0382-L0549\Hojas\J-0382-L0549L002_Ceuta_A.dwg

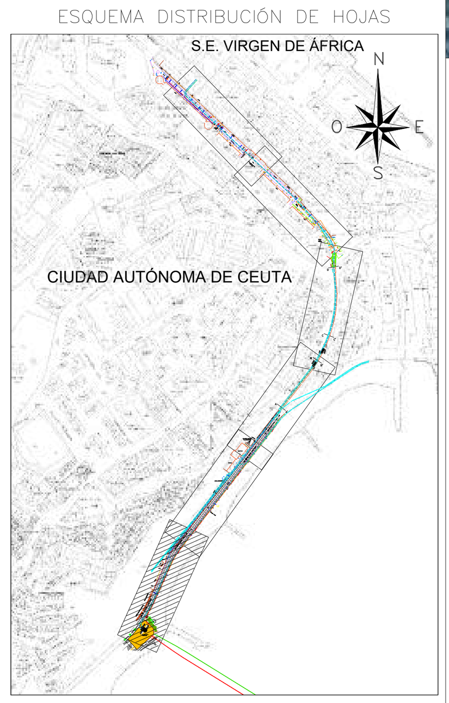
PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA H: 1/500 V: 1/125



COTAS DEL TERRENO	5.99	7.12	7.19	8.65	10.80	11.63
DISTANCIAS AL ORIGEN	0.00	50.00	100.00	150.00	200.00	250.00

PLANTA
ESCALA 1/500

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA PERFIL
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- 00 Nº CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV S/P LSC048
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA PLANTA
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1
- CABLE CIRCUITO 2
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV TRAMO CEUTA S/P LSC048-A
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA SERVICIOS

RED SANEAMIENTO	S	SAN — SAN
RED ABASTECIMIENTO	A	ABAS — ABAS
RED TELEFONICA	T	TELF — TELF
RED TELECOMUNICACIONES		TELEC — TELEC
RED JAZZTEL	JAZ	JAZZTEL — JAZZTEL
RED ALUMBRADO PÚBLICO	AP	AP — AP — AP
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN		BT — BT
LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN		MT — MT
SERVICIO DESCONOCIDO		??? — ???
FAROLA		

ÁREA OCUPACIÓN TEMPORAL MAQUINARIA PHD

ESCALAS
1/500 0 10m 20m
1/125 0 2.5m 5m
ORIGINALES A1 GRÁFICAS

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO
A	feb.-22	M.M.G.
0	dic-21	M.M.G.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

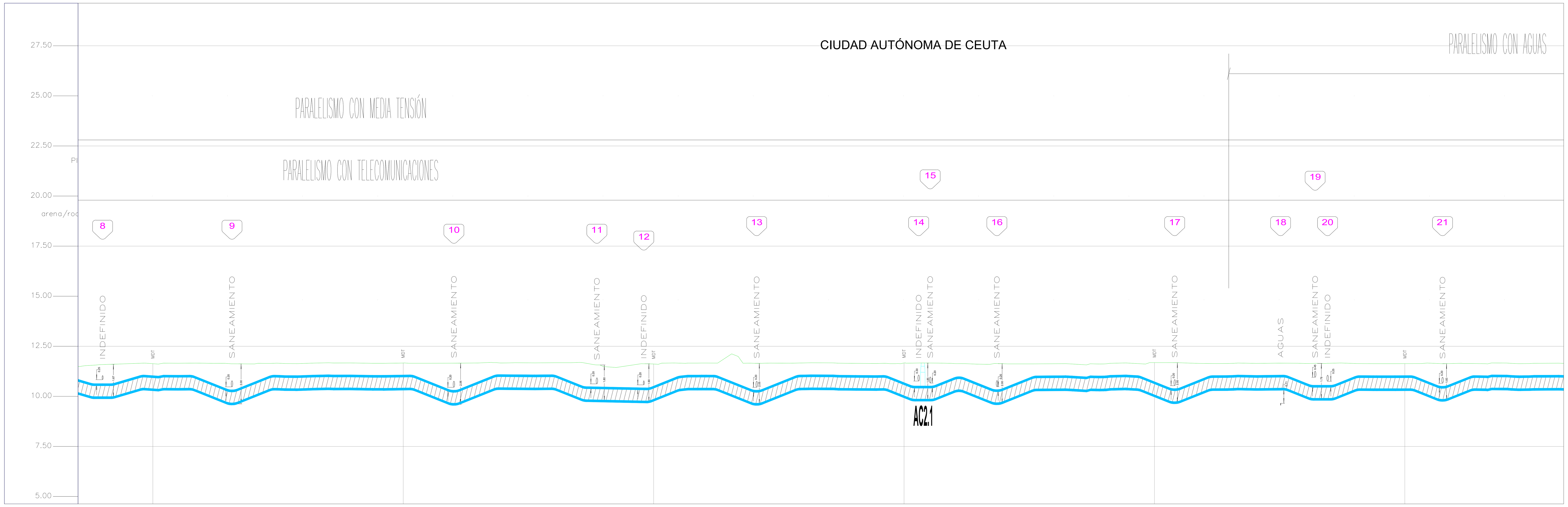
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

U:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\Algeciras-Virgen_Africa 132kV_J-0382-L0549\Hojas\J-0382-L0549L002_Ceuta_A.dwg

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA H: 1/500 V: 1/125

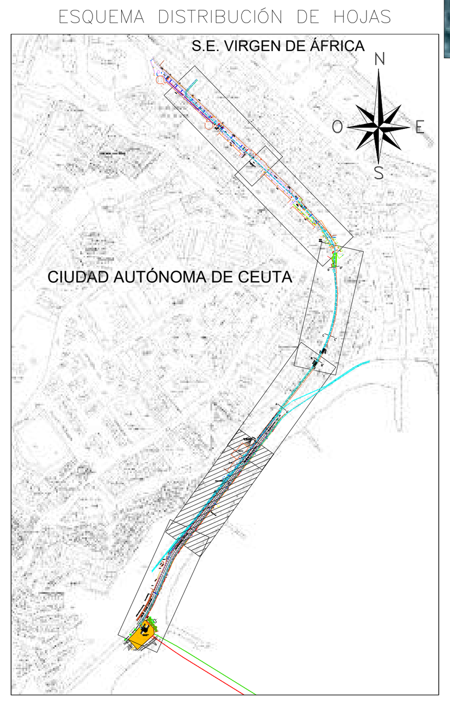


COTAS DEL TERRENO	11.63	11.67	11.62	11.67	11.67	11.68	11.63
DISTANCIAS AL ORIGEN	250.00	300.00	350.00	400.00	403.75	450.00	500.00

PLANTA

ESCALA 1/500

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA PERFIL

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- 00 — Nº CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV S/P LSC048
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA PLANTA

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1
- CABLE CIRCUITO 2
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV TRAMO CEUTA S/P LSC048-A
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA SERVICIOS

RED SANEAMIENTO	S (S)	SAN — SAN
RED ABASTECIMIENTO	A (A)	ABAS — ABAS
RED TELEFONICA	T (T)	TELF — TELF
RED TELECOMUNICACIONES		TELEC — TELEC
RED JAZZTEL	JAZ	JAZZTEL — JAZZTEL
RED ALUMBRADO PÚBLICO	AP	AP — AP — AP
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN		BT — BT
LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN		MT — MT
SERVICIO DESCONOCIDO		??? — ???
FAROLA		

ESCALAS

1/500	0	10m	20m
1/125	0	2.5m	5m

ORIGINALES A1 GRÁFICAS

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO
A	feb.-22	M.M.G.
0	dic-21	M.M.G.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

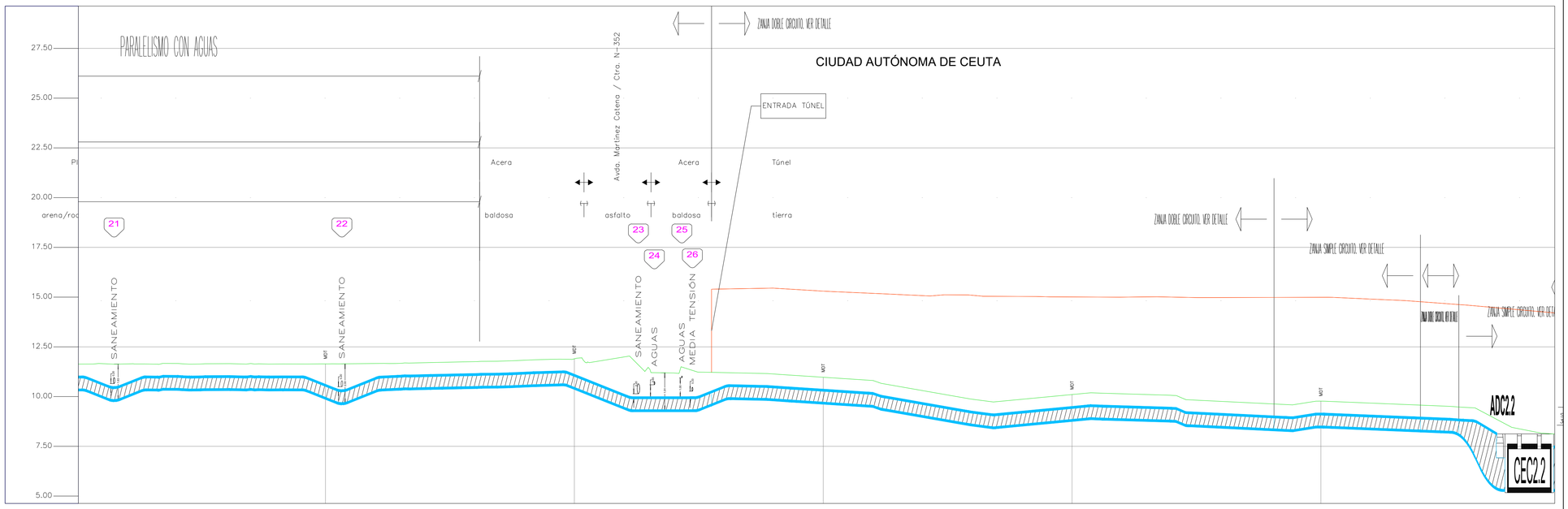
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

U:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\Algeciras-Virgen_Africa 132kV_J-0382-L0549\Hojas\J-0382-L0549L002_Ceuta_A.dwg

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA H: 1/500 V: 1/125

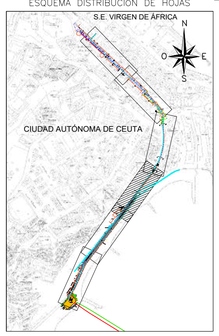


COTAS DEL TERRENO	11.64	11.9	10.97	10.10	9.77	8.28
DISTANCIAS AL ORIGEN	550.00	600.00	650.00	700.00	750.00	791.88

PLANTA

ESCALA 1/500

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA PERFIL

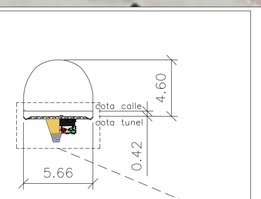
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- 00 — Nº CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HÍBRIDA SC 1.32kV S/P LSC048
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA PLANTA

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1
- CABLE CIRCUITO 2
- CÁMARA HÍBRIDA SC 1.32kV TRAMO CEUTA S/P LSC048-A
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

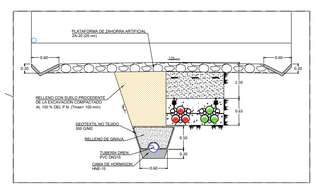
LEYENDA SERVICIOS

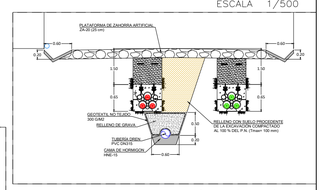
RED SANEAMIENTO	S	SAN — SAN
RED ABASTECIMIENTO	A	ABAS — ABAS
RED TELEFONICA	T	TELF — TELF
RED TELECOMUNICACIONES		TELEC — TELEC
RED JAZZTEL	PZ1	JAZZTEL — JAZZTEL
RED ALUMBRADO PÚBLICO	P2	AP — AP — AP
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN		BT — BT
LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN		MT — MT
SERVICIO DESCONOCIDO		??? — ???
FAROLA		



SECCIÓN A—A'

ESCALA : 1/40





EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO
A	feb.-22	M.M.G.
0	dic-21	M.M.G.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

La Ingeniera Proyectista

María Soler Soneira

Colegiada Cnl nº 4122 / 3303

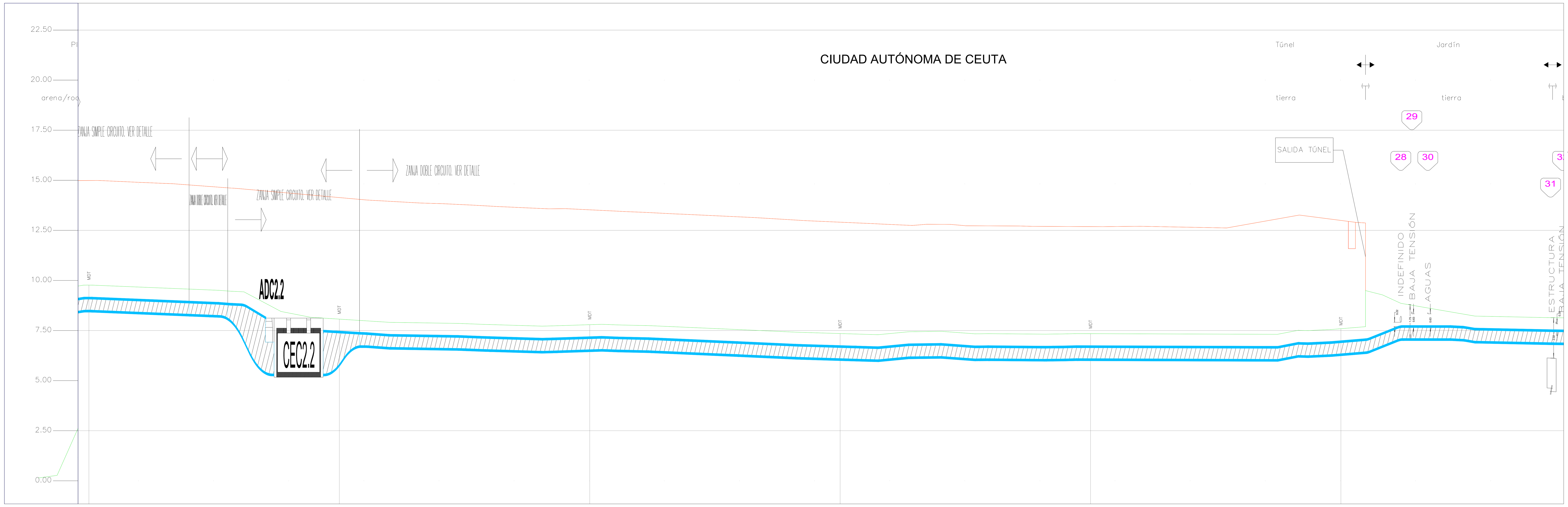
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Grupo Red Eléctrica

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0941721. Fecha: 24/06/2022. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: PVZJTFXT1ZTMGC81 Autenticidad verificable a través de la página: https://postdocumentos.coi.es/validarCSV.aspx

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., en su nombre y en el de las sociedades que integran su grupo, le informa que los datos de carácter personal que se incluyen en este correo electrónico y en sus documentos anexos, serán tratados con la finalidad de mantener la relación comercial que nos vincula con su empresa. Puede ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, así como otros derechos reconocidos en el Reglamento (UE) 2016/679 y en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, dirigiendo un escrito a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., Paseo Conde de los Gaitanes, 177, 28109 La Moraleja, Alcobendas (Madrid) o a la dirección de correo electrónico protecciondedatos@ree.es

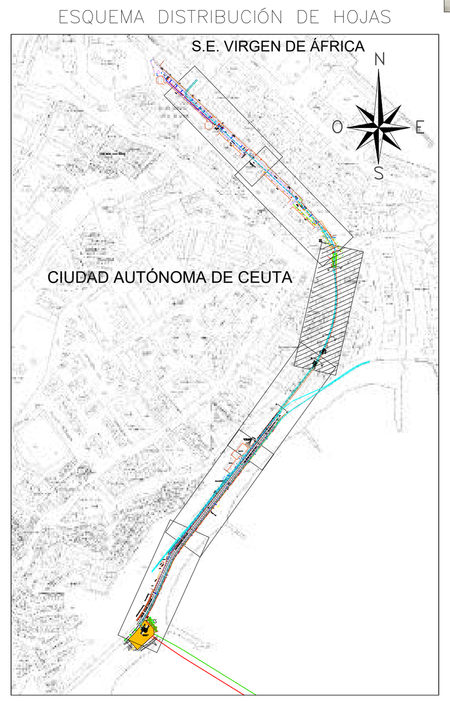
PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA H: 1/500 V: 1/125



COTAS DEL TERRENO	9.77	8.28	8.07	7.79	7.35	7.35	7.59
DISTANCIAS AL ORIGEN	750.00	791.88	800.00	850.00	900.00	950.00	1000.00

PLANTA
ESCALA 1/500

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

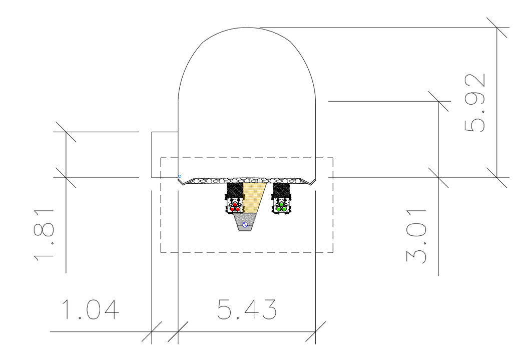


LEYENDA PERFIL
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- 00 — N° CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV S/P LSC048
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

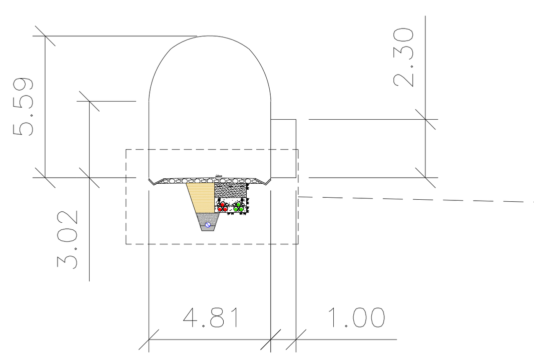
LEYENDA PLANTA
- ZANJA DOBLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1
- CABLE CIRCUITO 2
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV TRAMO CEUTA S/P LSC048-A
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA SERVICIOS

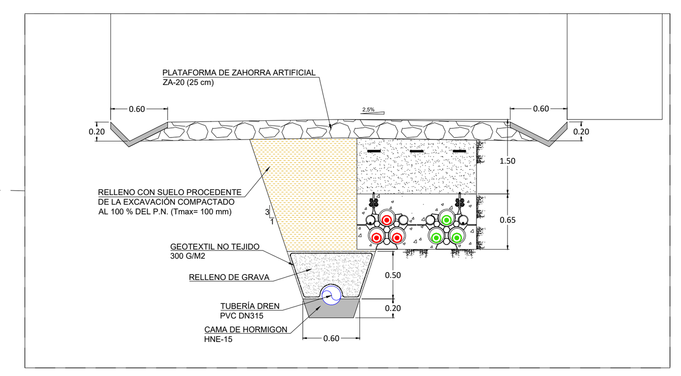
Servicio	Símbolo	Línea
RED SANEAMIENTO	S	SAN
RED ABASTECIMIENTO	A	ABAS
RED TELEFONICA	T	TELF
RED TELECOMUNICACIONES		TELEC
RED JAZZTEL	JAZ	JAZZTEL
RED ALUMBRADO PÚBLICO	AP	AP
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN		BT
LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN		MT
SERVICIO DESCONOCIDO		???
FAROLA		



SECCIÓN B-B'
ESCALA : 1/40



SECCIÓN C-C'
ESCALA : 1/40



ESCALAS

1/500	0	10m	20m
1/125	0	2.5m	5m
ORIGINALES A1			GRÁFICAS

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO
A	feb.-22	M.M.G.
0	dic-21	M.M.G.

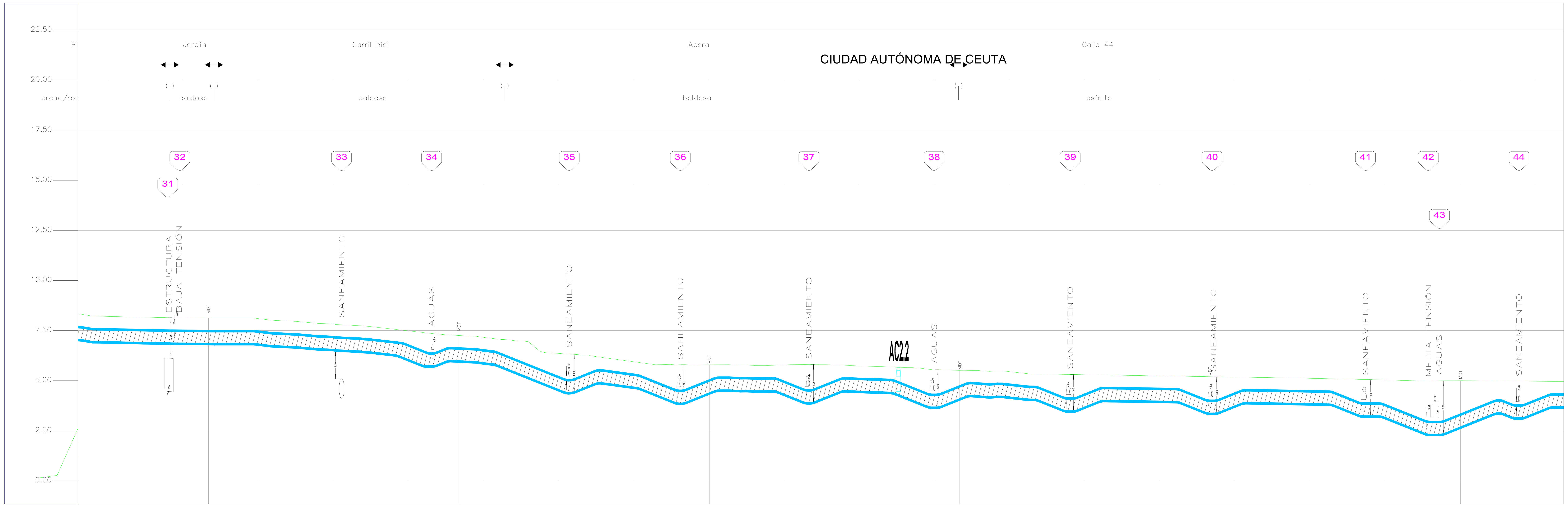
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
La Ingeniera Industrial
María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123 / 3353

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

U:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\Algeciras-Virgen_Africa 132kV_J-0382-L0549\Hojas\J-0382-L0549L002_Ceuta_A.dwg

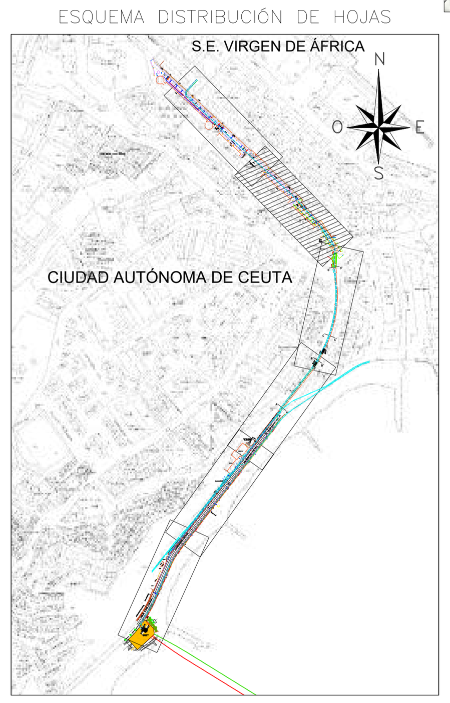
PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA H: 1/500 V: 1/125



COTAS DEL TERRENO	8.12	7.25	5.79	5.66	5.52	5.20	5.00
DISTANCIAS AL ORIGEN	1050.00	1100.00	1150.00	1187.77	1200.00	1250.00	1300.00

PLANTA
ESCALA 1/500

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA PERFIL

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- 00 — Nº CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV S/P LSC048
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA PLANTA

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1
- CABLE CIRCUITO 2
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV TRAMO CEUTA S/P LSC048-A
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA SERVICIOS

RED SANEAMIENTO	S	SAN — SAN
RED ABASTECIMIENTO	A	ABAS — ABAS
RED TELEFONICA	T	TELF — TELF
RED TELECOMUNICACIONES		TELEC — TELEC
RED JAZZTEL	JAZ	JAZZTEL — JAZZTEL
RED ALUMBRADO PÚBLICO	AP	AP — AP — AP
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN		BT — BT
LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN		MT — MT
SERVICIO DESCONOCIDO		??? — ???
FAROLA		

ESCALAS
1/500: 0 — 10m — 20m
1/125: 0 — 2.5m — 5m
ORIGINALES A1 — GRÁFICAS

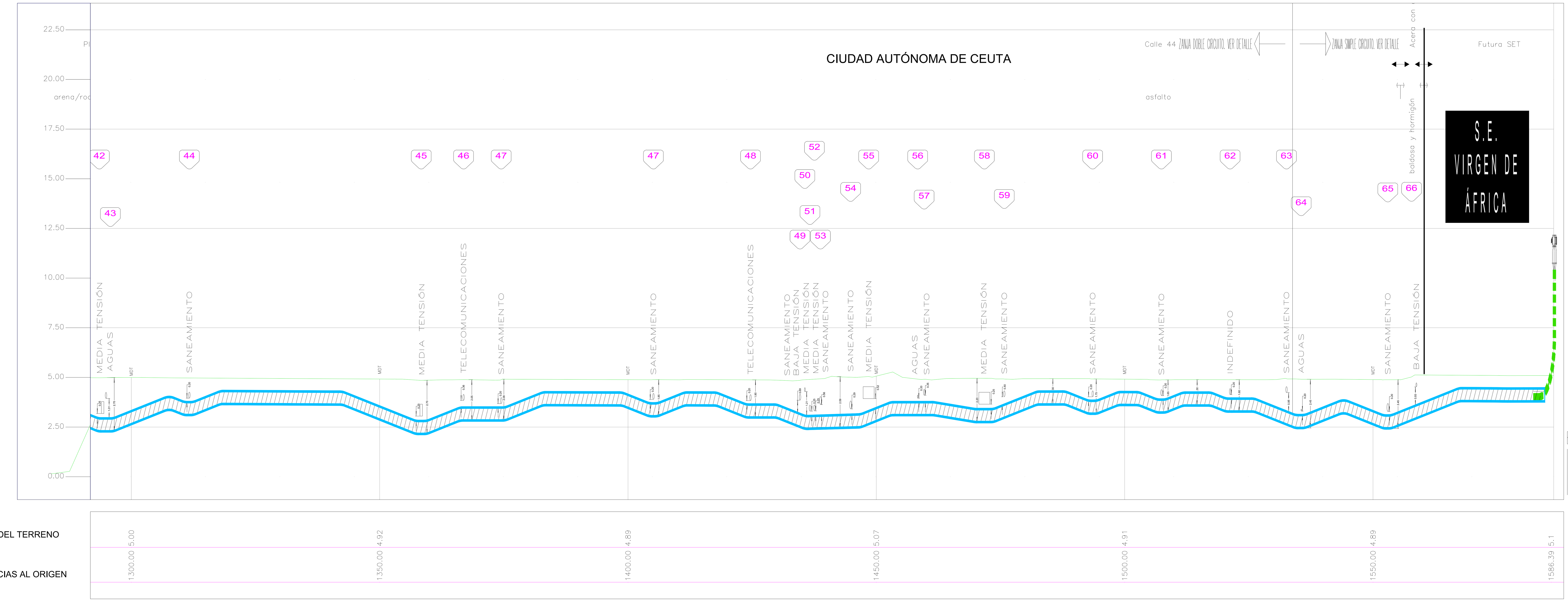
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO
A	feb.-22	M.M.G.
0	dic-21	M.M.G.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

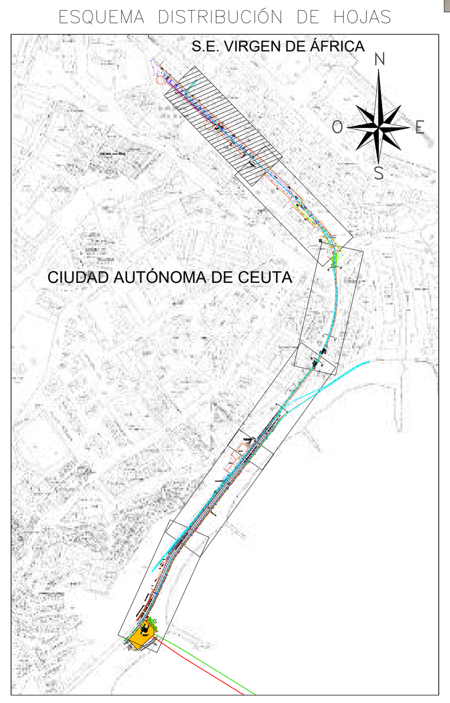
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece único y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

U:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\Algeciras-Virgen_Africa 132kV_J-0382-L0549\Hojas\J-0382-L0549L002_Ceuta_A.dwg



PLANTA
ESCALA 1/500

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA PERFIL

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PERFIL
- 00 Nº CRUCE SEGÚN MEMORIA PROYECTO
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV S/P LSC048
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA PLANTA

- ZANJA DOBLE CIRCUITO PLANTA
- CABLE CIRCUITO 1
- CABLE CIRCUITO 2
- CÁMARA HÍBRIDA SC 132kV TRAMO CEUTA S/P LSC048-A
- ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA
- ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES TRAMO CEUTA

LEYENDA SERVICIOS

RED SANEAMIENTO	S	SAN — SAN
RED ABASTECIMIENTO	A	ABAS — ABAS
RED TELEFONICA	T	TELF — TELF
RED TELECOMUNICACIONES		TELEC — TELEC
RED JAZZTEL	JAZ	JAZZTEL — JAZZTEL
RED ALUMBRADO PÚBLICO	AP	AP — AP — AP
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN		BT — BT
LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN		MT — MT
SERVICIO DESCONOCIDO		??? — ???
FAROLA		

ESCALAS

1/500	0	10m	20m
1/125	0	2.5m	5m
ORIGINALES A1			GRÁFICAS

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO
A	feb.-22	M.M.G.
0	dic-21	M.M.G.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Grupo Red Eléctrica

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

U:\5. AREA DE TRABAJO DE INGENIERIA\4. PROYECTOS INVERSION\629 Inter_Portichuelos_Ceuta_L8161_L0549\Algeciras-Virgen_Africa 132kV_J-0382-L0549\Hojas\J-0382-L0549L002_Ceuta_A.dwg

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE EN CÁDIZ Y CEUTA

DEL NUEVO ENLACE ELÉCTRICO SUBMARINO DOBLE CIRCUITO, ENTRE LA SUBESTACIÓN DE ALGECIRAS (CÁDIZ) Y LA SUBESTACIÓN DE VIRGEN DE ÁFRICA (CEUTA) A 132kV

DOCUMENTO 3
PRESUPUESTO

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

DOCUMENTO Nº 4 – PRESUPUESTO

1. ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE 3

2. RESUMEN TOTAL 5

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1. ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SUBMARINA HVAC 132 kV DC ALGECIRAS-VIRGEN DE ÁFRICA

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SUBMARINA 132 kV PENINSULA-CEUTA

		CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
1	**MATERIALES**					**53.475.880**
1.1	TRAMO SUBMARINO					
		Cable submarino y accesorios	m traza circuito	113.917,23	468,28	53.344.751
1.2	TRAMO TERRESTRE					
		Cable terrestre y accesorios	m traza circuito	316,91	413,77	131.128
2	**SERVICIOS**					**65.189.811**
2.1	OBRA CIVIL TRAMO TERRESTRE		Ud.	0,015	5.696.239,00	83.694
2.2	OBRA CIVIL SALIDA MAR		Ud.	0,958	17.726.154,24	16.978.172
2.3	TENDIDO TRAMO SUBMARINO					
		Transporte y tendido cables submarinos	m traza circuito	113.917,23	181,00	20.618.806
2.4	PROTECCIÓN TRAMO SUBMARINO					
		Protección cables submarinos	Ud.	1,00	25.974.625,58	25.974.626
2.5	INSTALACIÓN TRAMO SUBTERRÁNEO					
		Tendido cables subterráneos y montaje de accesorios	m traza circuito	316,91	109,51	34.706
2.6	PUESTA EN SERVICIO Y DOCUMENTACIÓN					
		Revisión, ensayos y documentación	Ud.	0,836	1.793.478,95	1.499.806

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3	**GESTIÓN, ADMINISTRACIÓN Y OTROS**				**764.403**
3.1	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	Ud.	0,836	173.047,00	144.711
3.2	DIRECCIÓN FACULTATIVA DE OBRA Y SUPERVISIÓN	Ud.	0,836	597.488,10	499.653
3.3	GESTIÓN DE RESIDUOS	Ud.	0,836	143.543,00	120.039
	TOTAL				**119.430.093**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2. RESUMEN TOTAL

1. MATERIALES	53.475.880	€
2. SERVICIOS	65.189.811	€
3. GESTIÓN, ADMINISTRACIÓN Y OTROS	764.403	€
TOTAL	**119.430.093**	**€**

Importa el presente presupuesto la cantidad de CIENTO DIECINUEVE MILLONES CUATROCIENTOS TREINTA MIL NOVENTA Y TRES euros.

Con relación al Estudio económico financiero de la rentabilidad, de conformidad con lo establecido en el artículo 89 del Reglamento de Costas debemos destacar que las obras solicitadas en concesión no serán objeto de explotación lucrativa por parte de Red Eléctrica ni por parte de terceros, destacar que en virtud de lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico y de conformidad con el artículo 4.2 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U, como gestor de la red de transporte y transportista único, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

Madrid, junio de 2022

La Ingeniera Industrial

María Soler Soneira
Colegiada del ICAI nº 4123/3353

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0647/21. Fecha: 24/06/2022 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVZJ7FXT12TMGC81
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx