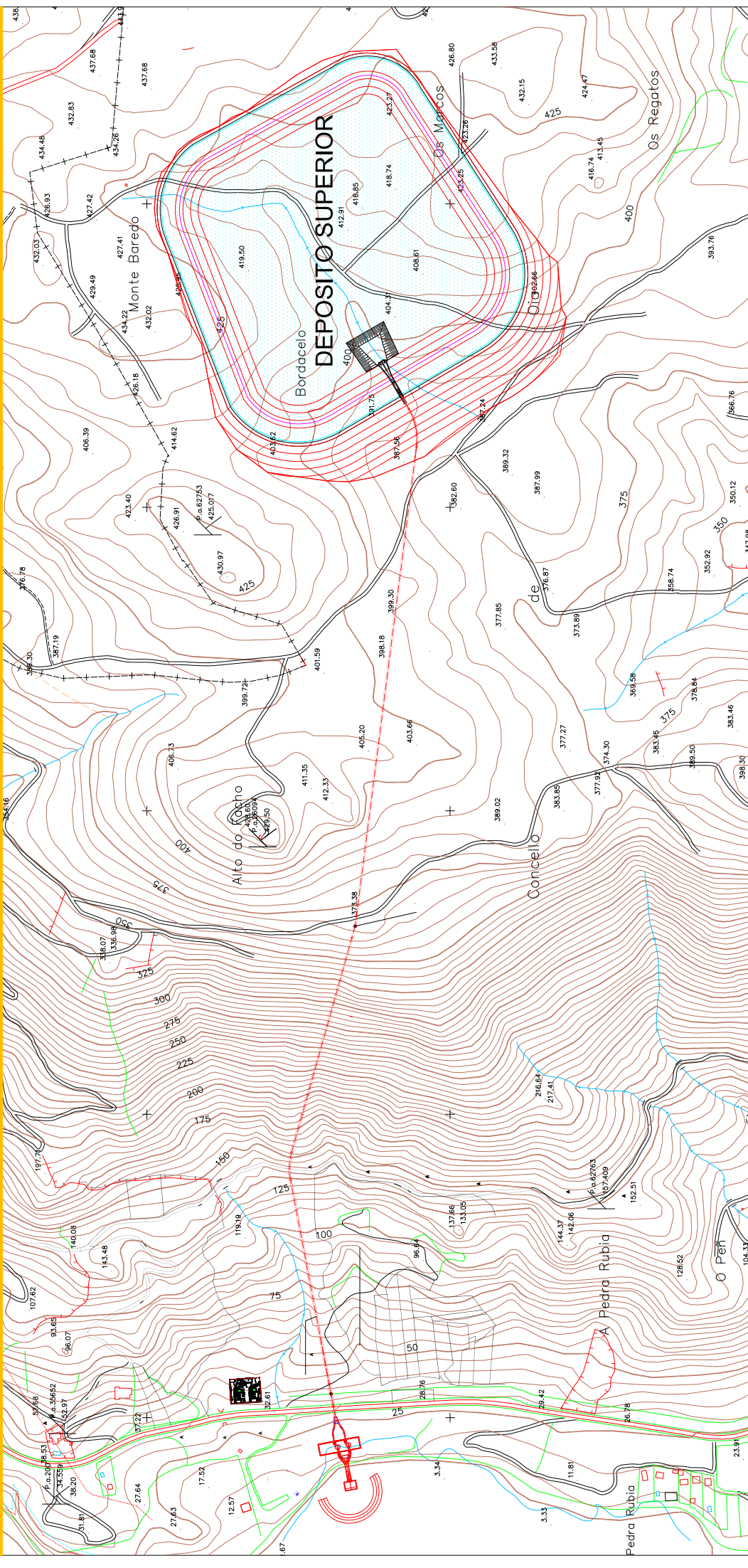


PROYECTO BÁSICO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA EN PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)



HIDROELÉCTRICA DIE OIA, S.L.

DICIEMBRE 2021

PROYECTO BÁSICO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA

PUNTA CENTINELA – OIA - PONTEVEDRA

0.- ANTECEDENTES	5
1.- MEMORIA JUSTIFICATIVA	8
1.1.- INTRODUCCIÓN	8
1.2.- JUSTIFICACIÓN DE LOS APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS REVERSIBLES	11
1.2.1.- Características generales del mercado eléctrico	11
1.2.2.- Sistemas de almacenamiento de energía	12
1.2.3.- Acoplamiento de los distintos tipos de centrales a la curva de consumo	14
1.2.4.- Conceptos económicos	18
1.3.- NECESIDAD ACTUAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE CENTRALES DE BOMBEO	20
1.4.- APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS REVERSIBLES MEDIANTE BOMBEO DE AGUA DE MAR	24
1.4.1.- Introducción	24
1.4.2.- La central de Okinawa	25
1.4.3.- Problemas asociados a la utilización de agua marina y sus soluciones	27
1.4.4.- Descripción general	29
1.4.5.- Depósito superior	29
1.4.6.- Circuito hidráulico y central subterránea	29
1.4.7.- Toma de agua	30
1.5 OBJETO DEL PROYECTO BÁSICO	30
1.6.- LEGISLACIÓN APLICABLE A LAS CENTRALES REVERSIBLES DE AGUA DEMAR	30
1.7.- DELARACIÓN EXPRESADEL CUMPLIMIENTO DE LA LEY 22/1988 DE COSTAS Y DISPOSICIONES QUE LA DESARROLLAN	36
1.8.- IDONEIDAD DE LA LOCALIZACIÓN ELEGIDA	37
2.- MEMORIA URBANÍSTICA	38
2.1.- FILALIDAD Y USO DE LA CONSTRUCCIÓN PROYECTADA	38
2.2.- CLASIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DEL SUELO OBJETO DE LA ACTUACIÓN	40
2.3.- ADECUACIÓN A LA NORMATIVA DE URBANISMO Y DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO	41
2.3.1.- Urbanismo	41
2.3.2.- Ordenación del territorio	41
2.4.- JUSTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS EN LA LEY 2/2016, DEL SULEO DE GALICIA Y SU REGLAMENTO	41
2.5.- LICENCIA MUNICIPAL	42
3.- SUPERFICIES A OCUPAR EN EL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE Y EN LAS ZONAS DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN Y DE INFLUENCIA	44
4.- VOLUMEN DE AGUA A UTILIZAR	45
5.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	46
5.1.- SITUACIÓN	46
5.2.- ACCESOS	46
5.3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES	46
5.4.- Balsa Superior	48
5.5.- TUBERÍA FORZADA	52
5.6.- CENTRAL	53

5.7.-	RESTITUCIÓN AL MAR	55
5.8.-	COMPUERTAS DE ASPIRACIÓN	55
5.9	EQUIPOS A INSTALAR	56
5.9.1.-	Válvulas esféricas	56
5.9.2.-	Grupos reversibles	57
5.9.3.-	Generadores/motores	58
5.9.4.-	Sistemas de servicios complementarios	59
5.9.5.-	Puente grúa	61
5.9.6.-	Compuerta de toma de agua de mar	61
5.10.-.	SUBESTACIÓN	61
6.-	GEOLOGÍA	63
7.-	DOCUMENTO AMBIENTAL PRELIMINAR	64
8.-	ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA DE LITORAL	65
9.-	EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	67
10.-	ESTUDIO DE COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIA MARINA	68
11.-	POTENCIA Y PRODUCCIONES DE LA INSTALACIÓN	69
12.-	PRESUPUESTO	70
13.-	VIAVILIDAD ECONÓMICO-FINANCIERA DEL PROYECTO	71
14.-	DOCUMENTOS DE QUE COSTA EL PROYECTO	72
15.-	SOLICITUD QUE SE FORMULA A LA ADMINISTRACIÓN	75

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo Nº 1: Central reversible de agua marina Okinawa.

Anejo Nº 2: Planeamiento urbanístico vigente.

Anejo Nº 3: Cálculos hidráulicos.

Anejo Nº 4: Subestación.

Anejo Nº 5: Documento ambiental preliminar.

Anejo Nº 6: Estudio básico dinámico litoral.

Anejo Nº 7: Viabilidad económica - financiera.

Anejo Nº 8: Estudio básico de seguridad y salud.

Anejo Nº 9: Evaluación de los posibles efectos del cambio climático

Anejo nº 10: Estudio de compatibilidad del proyecto con la estrategia marina

Documento n°1

MEMORIA

PROYECTO BÁSICO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA

PUNTA CENTINELA - OIA – PONTEVEDRA

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

0.- ANTECEDENTES

0.1.- Trámites realizados

Hidroeléctrica de Oia, S.L., presentó el 4 de junio de 2012, ante el Servicio provincial de Costas, solicitud para ocupar 2.778,40 m2 del DPMT y de utilización de agua de mar, para el funcionamiento de una central hidroeléctrica reversible, en el término municipal de OIA-Pontevedra, de unos 250 MW de potencia eléctrica.

El anuncio de información pública por el plazo de veinte días se publicó en:

- BOP de 4 de julio de 2012
- Ayuntamiento de OIA al día siguiente
- Diario Faro de Vigo 29 de junio de 2012

Simultáneamente el Servicio de Costas, solicito los preceptivos informes, que fueron contestados en las siguientes fechas:

- Ayuntamiento de OIA (30/07/2012)
- Órganos competentes de la Xunta de Galicia:
 - Consellería de Economía e Industria (3/07/2012)
 - Consellería del Mar (2/08/2012)
 - Secretaría General de Ordenación del Territorio y Urbanismo (19/07/2012)
 - Secretaría General de Calidad y Evaluación Ambiental (12/07/2012)
- Capitanía Marítima de Vigo (7/08/2012)

Con el siguiente resultado:

- Alegaciones, **NINGUNA**
- Informes sectoriales, **TODOS FAVORABLES**, en algún caso condicionados a facilitar más información

-Ayuntamiento de OIA, no contestó , por tanto se considera como favorable.

Desde el año 2012, el Servicio de Costas de Pontevedra no ha dictado nuevos trámites, por lo que desde entonces la tramitación del expediente está paralizada.

0.2.- Cambios legislativos desde mediados de 2012.

Desde entonces se han producido una serie de cambios legislativos, cuyas determinaciones deben tenerse en cuenta y que el proyecto presentado el 4 de junio de 2012, obviamente no contemplaba.

Concretamente estos cambios legislativos son resultado de la promulgación de las siguientes disposiciones:

- Estatales:
 - Ley 2/2013, de 29 de mayo, de Protección y uso sostenible del litoral y modificación de la Ley 22/1988, de Costas.
 - Ley 21/2013 de 9 de diciembre de evaluación ambiental.
 - Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.
 - Reglamento General de costas (R.D. 878/2014, de 10 de octubre)
 - R.D. 1.183/2020 de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
 - Ley 7/2021 del Cambio climático y transición energética(artículo 20.4)
- Comunidad autónoma de Galicia:
 - Decreto 37/2014, de 27 de marzo, por el que se declaran zonas especiales de conservación, los lugares de importancia comunitaria de Galicia y se aprueba el Plan director de la Red Natura 2000 de Galicia.
 - Ley 2/2016 de 10 de febrero del suelo de Galicia.

- Decreto 119/2016 de 28 de julio, por el que se aprueba el catálogo de los paisajes de Galicia.
- Decreto 83/2018 de 26 de julio, por el que se aprueba el Plan Básico Autonómico de Galicia.
- Decreto 238/2020 de 29 de diciembre, por el que se aprueban las Directrices del paisaje.
- Ley 1/2021 de 8 de enero, de Ordenación del territorio de Galicia.

0.3.- Conclusión.

Siendo interés de Hidroeléctrica de Oia, S.L., impulsar la promoción de la central reversible de agua marina en Punta Centinela (Oia, Pontevedra) de unos 250 MW, resulta necesario adaptar el proyecto presentado el 4 de junio de 2012, a estas nuevas disposiciones legales, ya que en sus características técnicas, no es necesario realizar ninguna modificación.

0.4.- Nueva tramitación.

Por las razones legales expuestas y por el tiempo transcurrido (mas de 9 años) desde la información pública e informes sectoriales realizados, en aras de la seguridad jurídica y conocimiento del proyecto, se considera que deben repetirse los trámites realizados, con el presente proyecto, que sustituye al presentado el 4 de junio de 2012.

1.- MEMORIA JUSTIFICATIVA.

1.1.-Introducción

Las centrales de almacenamiento o acumulación por bombeo existen desde hace más de 100 años.

El fundamento de las centrales hidroeléctricas de acumulación por bombeo consiste en elevar agua para salvar un desnivel de un depósito inferior a uno superior mediante bombeo, para turbinar después en sentido descendente.

La primera planta de estas características fue construida en Inglaterra en 1870. En 1891, se construyó en Suiza la del río Limmat, siguiendo otras en 1899 en el Lago Maggiore y en el río Aare. En Alemania, la primera planta de almacenamiento por bombeo fue construida en las minas de hierro de Rosenhof en las montañas Hartz en 1891: una máquina de vapor proporcionaba la energía para una bomba centrífuga que bombeaba agua de la mina hasta una represa desde donde se utilizaba para mover una rueda hidráulica.

Sin embargo, se considera como la pionera, la central hidroeléctrica de almacenamiento por bombeo construida en Alemania por la compañía Voith en 1908 (Central de Brönnenmühle).

La tecnología de centrales hidroeléctricas de almacenamiento por bombeo avanzó rápidamente, siendo puestas en servicio en los años siguientes plantas más eficientes y cuando la excavación en roca fue técnica y económicamente viable, turbinas y bombas fueron instaladas en centrales subterráneas permitiendo además diámetros mayores para las tuberías forzadas que las que fueran previamente instaladas sobre las laderas de las montañas.

Pese a que el rendimiento de las plantas siguió aumentando con máquinas más grandes y eficacias mejoradas y saltos más altos, no fue hasta la invención de la turbina-bomba en que el rodete Francis opera como una turbina en una dirección de circulación, y como una bomba en la dirección opuesta, cuando quedó solventado un decisivo obstáculo técnico que mejoró la operación económica de las plantas de almacenamiento por bombeo.

El funcionamiento en un sentido u otro (bombeo o turbinación), se realizará según falte o sobre potencia en el mercado. Si bien es cierto que de esta forma se puede tener un balance negativo de energía, este funcionamiento resulta útil económicamente y como garantía del sector

eléctrico, pues la energía sobrante es más barata y, en cambio la que se suministra después, corresponde a horas o momentos en que el mercado la necesita y tiene más valor. La central reversible, por tanto utiliza kWh. de horas valle en bombeo para entregarlos en las puntas de consumo, lo que justifica su funcionamiento.

El primer grupo hidráulico reversible para un aprovechamiento hidroeléctrico de acumulación por bombeo fue instalado en el año 1937, para la central de Pedreira en Brasil.

En España, la primera central de bombeo, también reversible, se finalizó en 1965, utilizando el río Sil como embalse inferior, mediante la presa de Santiago y el embalse de Santa. Eulalia (río Jares) como superior, con una potencia de 23,1 MW. con un salto como turbina de 216,5 m. y como bombeo de 241 m.

Las Centrales Reversibles -CR- adquirieron un gran auge en la década de los años 70 cuando se preveía que la mayor parte de la demanda energética de los sistemas eléctricos iba a ser suministrada con centrales nucleares -CN- de funcionamiento muy rígido, lo cual requiere por un lado una energía muy flexible -hidroeléctrica- para el servicio de la punta de la curva de carga, y por otro , el aumento del consumo mínimo del sistema durante las horas de valle para poder operar las centrales nucleares en forma eficiente y segura; este fue el caso de, entre otros países España, donde se emprendió un ambicioso programa de centrales nucleares para satisfacer los cometidos anteriormente señalados, alcanzándose una capacidad reversible total próxima a los 5.000 MW, de los que 3.000 MW son de bombeo puro. El abandono durante la década de los 80 de los programas de equipamiento nuclear motivó la disminución por el interés por este tipo de esquemas, la cual se vio incrementada posteriormente por las mejoras tecnológicas introducidas en las TG y por la extensión del uso del gas natural como combustible, lo cual ha provocado el abaratamiento de la energía de punta y, en consecuencia, ha afectado al valor de las centrales nucleares.

A pesar de estas circunstancias las centrales nucleares siguen siendo una solución válida en los sistemas preponderadamente térmicos en los que un pequeño porcentaje de potencia hidroeléctrica, entre el 5 y el 10% de la demanda máxima, facilita la operación y el control y mejora la eficiencia global.

Por ello, aunque con menor intensidad que en el pasado, se siguen construyendo grandes centrales reversibles, incluso en países que cuentan con importantes recursos hidráulicos o una amplia potencia hidroeléctrica instalada; en este sentido son de interés las conclusiones del inventario de las centrales

nucleares presentado en WP&DC 1997 Yearbook, donde se registran 290 instalaciones reversibles en operación y 42 en construcción, con una potencia instalada global de 82.800 y de 27.400 MW, respectivamente.

Los países con mayor potencia reversible instalada, según -IWP&DC, 1996-son:

PAIS	NUMERO Centrales Reversibles	POTENCIA INSTALADA -MW-
EUA	38	18.100
JAPON	36	17.000
ALEMANIA	20	6.400
ITALIA	35	5.700
ESPAÑA	23	4.900
FRANCIA	22	4.900
AUSTRIA	16	2.800
SUIZA	16	1.800

En España, entre otras cabe reseñar históricamente las siguientes:

<u>Río</u>	<u>Central</u>	<u>Año</u>	<u>Potencia</u>
Tajo	Torrejón	1966	132 MW.
Tormes	Villarino	1970	137,80 MW.
Rivera de Huelva	Guillena	1972	71,60 MW.
Tajo	Bolerque II	1976	52,20 MW.

En 1988, la más grande de todas, Cortés - La Muela en el río Júcar, (actualmente en ampliación a 1.470 MW.) con las características que se describen en la página siguiente:

Capacidad del depósito superior.....	22 Hm3
Superficie.....	115 Ha
Longitud del dique de cierre.....	4,5 Km.
Diámetros de las tuberías forzadas.....	4,80 y 3 m

Número de grupos turbina-bomba.....	3
Potencia de turbinación.....	570 MW
Potencia de bombeo.....	510 MW
Salto máximo.....	522 m
Caudal en turbinación.....	138 m3/s
Caudal en bombeo.....	102 m3/s
Dimensiones de la caverna principal.....	111 x 21,6 x 44
Consumo medio anual en bombeo.....	1.749 GWh
Producción media anual en turbinación.....	1.277 GWh

1.2.- Justificación de los aprovechamientos hidroeléctricos reversibles.

En el capítulo anterior se ha descrito la historia y fundamento de este tipo de centrales, si bien, para poder valorar mejor su importancia, se considera adecuado ampliar la razón de ser de las mismas.

1.2.1.- Características generales del mercado eléctrico.

Desde el punto de vista del mecanismo económico la electricidad como mercancía tiene dos peculiaridades:

- a) No es almacenable. Pues los acumuladores constituyen, podemos decir, un fracaso técnico, ya que para conservar pequeñas cantidades de electricidad son necesarios acumuladores de gran tamaño relativo, tamaño que resulta absurdo al pensar en las cantidades relacionadas con el consumo de eléctrico de cualquier mercado por pequeño que sea.
- b) La oferta ha de subvenir a la demanda en el mismo instante en que esta se produce; es decir, el usuario necesita la energía eléctrica en el mismo momento en que, con el uso de su interruptor, la pide.

Estas dos peculiaridades se convierten en una sola: la energía eléctrica se produce en el mismo momento en que se está demandando y consumiendo; ni antes (peculiaridad a) ni después de la demanda (peculiaridad b).

Por lo tanto la curva de producción de energía eléctrica coinciden sin desfase alguno con la de consumo; lo cual quiere decir que la producción de las centrales eléctricas ha de adaptarse en todo momento a la demanda existente.

Salta pues a la vista cual es el problema de la explotación del mercado eléctrico; el sistema ha de estar dispuesto, no sólo para funcionar a potencias muy diferentes sino también para adaptarse a rápidas variaciones de

potencia demandada, para lo que resulta necesario contar con sistemas de almacenamiento de energía.

1.2.2.- Sistemas de almacenamiento de energía

Existen diversas técnicas de almacenamiento de energía que pueden ser diferenciadas en función de los siguientes criterios:

- Del tipo de aplicación: permanente o portable.
- Duración del almacenamiento: corto o largos periodos.
- La potencia máxima demandada.

Por tanto, es necesario analizar las características fundamentales de los sistemas de almacenamiento con el objeto de establecer criterios para seleccionar la mejor tecnología. La elección del sistema de almacenamiento se basa en los criterios siguientes:

- Tiempo de almacenamiento
- Potencia disponible
- Grado de descarga
- Tiempo de descarga
- Localización
- Ciclos de vida útil
- Rendimiento
- Autonomía
- Costes
- Densidad de energía volumétrica (kJ/m³)

El almacenamiento de energía eléctrica se puede conseguir de forma eficaz. Para ello, la energía eléctrica debe ser almacenada como otra forma de energía y cuando se demande, se volverá a transformar en energía eléctrica.

Este almacenamiento puede ser:

- Pilas de combustible de hidrogeno
- Químico: baterías
- Energía mecánica -volante de inercia-
- Aire comprimido
- Súpercondensadores
- Sales fundidas aplicadas a centrales termo solares
- Por bombeo

De todas estas técnicas la más económica, y la más experimentada es el almacenamiento de energía mediante centrales hidráulicas reversibles, que

permite gestionar el equilibrio entre producción y consumo de energía garantizando la estabilidad de las redes eléctricas.

Su principio de funcionamiento es bien conocido; durante los periodos en los que la demanda es baja, y por lo tanto la energía barata, estas centrales utilizan la electricidad sobrante para bombear el agua desde el depósito inferior hacia el depósito superior. Cuando la demanda es muy elevada, el agua sale del depósito superior y activa las turbinas para generar energía eléctrica en horas pico.

Las centrales de bombeo hidroeléctricas tienen un grado de eficacia de entre 65% y el 80%. En general, se puede afirmar que, considerando el rendimiento del ciclo, se necesitan 4 MWh. para generar 3.

Desde el punto de vista técnico, cada emplazamiento tiene unos requisitos específicos en función de la diferencia de nivel entre la superficie de agua en el embalse -depósito superior- y la cota de descarga en la turbina. Las turbinas tienen que estar preparadas para funcionar en un rango de diferencia de cota que variará entre máximos y mínimos, ya que la descarga de agua será diferente, al igual que la capacidad para generar energía.

Un avance cualitativo que mejora la eficacia de los bombeos, es el realizado mediante velocidad variable.

La principal ventaja de esta tecnología es que facilita la regulación del consumo de energía, con lo que los gestores eléctricos disponen de un mayor control de sus recursos y adaptan la producción a la demanda de una forma más eficaz.

Otra de las ventajas, es que permite reducir el número de paradas y reinicios, al poder regular la frecuencia o la tensión de la red en modo de bombeo, ya que todas las turbinas pueden ajustar su producción en modo turbina, pero solo las de velocidad variable pueden regular la cantidad de energía que consume en el modo bombeo.

Estas ventajas permiten mejorar la viabilidad económica, y sobre todo que los operadores de la red mejoren la fiabilidad de esta, así como la calidad de la energía eléctrica suministrada a los consumidores.

En resumen actualmente los últimos avances tecnológicos para mejorar la eficiencia de los equipos de las centrales, han permitido bajar del 30% estipulado de pérdida de energía entre el bombeo y el turbinado del agua, alcanzando una eficacia global del 80%, con lo cual la pérdida queda limitada al 20%.

Además de todo lo expuesto, estas centrales tienen otras ventajas funcionales:

- Suministran potencia garantizada para el servicio de la punta de la curva de carga; la potencia garantizada de una central reversible es la correspondiente al salto disponible cuando se produce la máxima demanda, el cual suele ser un salto poco superior al mínimo.
- Colaboran en el control de la operación del sistema eléctrico ajustando la potencia generada a la demanda instantánea o, lo que es lo mismo, controlando la frecuencia de la red.
- Facilitan el seguimiento de la carga durante los periodos con variaciones bruscas o muy rápidas de la demanda
- Constituyen una reserva rodante de utilización inmediata -unos pocos segundos- bien parando bombas si están operando en este modo o bien conectando las turbinas que operan sincronizadas pero sin carga o, si ya están generando, aumentando el caudal turbinado.
- Proporcionan una reserva de utilización rápida -del orden de un minuto- arrancando las turbinas desde situación de parada con válvula cerrada.
- Pueden operar como compensadores síncronos para generar o absorber potencia reactiva y mejorar el factor de potencia y el voltaje de la red.

1.2.3.- Acoplamiento de los distintos tipos de centrales a la curva de consumo.

- 1) Centrales hidráulicas fluyentes. Este tipo de centrales sólo puede dar la potencia máxima cuando por el canal se deriva el caudal máximo. Si el río no trae agua suficiente no podrá dar esta máxima potencia, y si la trae y no se la pide, el caudal sobrante lo tirará; por lo que dan las potencias en zona de base de la demanda.
- 2) Centrales hidráulicas con embalse y con todas sus conducciones en presión. Este tipo de centrales presenta una elasticidad total, ya que las conducciones forzadas transmiten a todas partes, y en pocos segundos, cualquier variación de la demanda y los embalses aguantan suficientemente

las oscilaciones de caudal. La producción de estas centrales es pues la de las puntas de la demanda.

- 3) Centrales térmicas convencionales. Debido a la rigidez en el suministro de combustible y calor, se acoplan mucho peor que las hidráulicas con embalse, y aunque admitan variaciones, no se pueden acoplar a aquellas que sean rápidas. Por ello, estas centrales pueden dar potencia en zonas cercanas a las puntas, pero sin asomarse mucho a ellas. En general las centrales térmicas son tanto más económicas y funcionales cuanto más próximas al funcionamiento en base.
- 4) Centrales nucleares. Se parecen a las centrales térmicas convencionales, pero con mucha mayor rigidez, y además, como exigen fuertes inversiones, interesa utilizarlas siempre casi a su máxima potencia. Se disponen también en la zona de base.

Por otra parte, en las condiciones climatológicas existen variaciones estacionales y de una año a otro. Así, en verano, por efecto de la escasez de caudales, la potencia dada por las centrales hidráulicas fluyentes es más pequeña que en invierno, llegando incluso en algunos casos casi a anulares; y las centrales hidráulicas de puntas también sufren una merma en la energía producida aunque mucho menor. En cualquier caso, en el verano, toda la energía de procedencia hidráulica disminuye y, en consecuencia, hay que suplir el hueco del diagrama con energía procedente de fuentes térmicas. Esto es necesario todos los años, pero en algunos extremos aún más, por lo que existen las llamadas centrales térmicas de reserva que funcionan sólo aquellos años en que las condiciones hidrológicas son notablemente insuficientes. Otras centrales térmicas funcionan en determinadas partes del año, es decir, se encienden estacionalmente.

Sin embargo por las razones expuestas anteriormente, las centrales nucleares, como han de funcionar casi continuamente, no sirven para esta ayuda estival y mucho menos para la interanual.

- 5) Centrales hidráulicas reversibles: centrales de puntas de consumo. Cuando la energía producida por las centrales hidroeléctricas convencionales en puntas no es suficiente para dar toda la energía necesaria y dado que la energía de las puntas sólo puede ser proporcionada por las centrales hidráulicas de máxima elasticidad, al ser las únicas que se acoplan a las fuertes variaciones de la demanda, la única solución, es contar con centrales hidroeléctricas de acumulación por bombeo, que utilizan la energía sobrante en las centrales térmicas en las horas de valle para

bombear agua, de forma que cuando llegan las horas punta en que las térmicas son incapaces de cubrir la demanda de adaptarse a las fuertes pendientes de la curva de consumo, las centrales reversibles turbinan el agua que antes bombearon.

Por tanto, para complementar las centrales térmicas convencionales y nucleares, resultan ideales las centrales de acumulación por bombeo, ya que el rendimiento, la economía y seguridad de explotación exigen, como hemos dicho, que aquellas sean explotadas continuamente y con la mayor regularidad posible de carga, por tanto como centrales de base, combinándose bien con éstas como centrales de punta. Advirtamos una vez más que lo característico de las centrales de acumulación por bombeo es la generación de potencia de punta, y por tanto de gran calidad y precio, lo cual se ha de tener en cuenta en el momento de estudiar la viabilidad económica y conveniencia de una nueva central de acumulación. La investigación en este campo, ha conseguido entre otras las siguientes mejoras es estos últimos años:

- Mayor potencia unitaria en los grupos.
- Mayor altura de impulsión en el bombeo.
- Mayor rendimiento.
- Mejores condiciones de arranque.
- Disminución de la cavitación, y consiguientemente utilización de velocidades específicas mayores.
- Control de vibración.

En resumen, las centrales térmicas convencionales y nucleares podrían aumentar indefinidamente su energía producida, pero no puedan cubrir las zonas de puntas, que, por su propia naturaleza parece que quedará siempre reservada a las centrales hidroeléctricas: una parte debida a las hidráulicas convencionales, y otra producida por las centrales reversibles. El reparto de puntas entre unas y otras, debe tender a que las reversibles den lo más posible de las puntas.

Pero además este tipo de centrales, pueden solventar la integración de las energías renovables en el sistema, especialmente la energía eólica

- 6) Centrales de ciclo combinado. La aparición de las centrales de Ciclo combinado, ha variado en parte el modelo de regulación del sistema eléctrico.

Esta tecnología permite cierto grado de regulación, ya que la rampa de

subida de potencia es más rápida que la correspondiente a las centrales térmicas de carbón.

No obstante, esta tecnología, aunque colabora a regular el sistema, no puede considerarse por sí sola como la solución a las variaciones de carga de la red.

Esto hace que las centrales de bombeo, tal y como viene reclamando insistentemente Red Eléctrica, sigan siendo necesarias para la regulación del sistema, afirmación que soportan las razones siguientes:

Regulación en periodos valle y punta.

En periodos valle, la mayoría de las centrales de ciclo combinado no están funcionando, o lo están haciendo a su mínimo técnico por lo que ante un aumento de carga de energía no gestionable o un descenso del consumo, estas plantas no pueden regular.

Sin embargo, las centrales de bombeo pueden, tanto reducir su producción a cero, como aumentar el consumo en bombeo lo que les da un más amplio margen de regulación.

En periodos punta, con precios altos de mercado, las centrales de ciclo combinado, que no están orientadas a la regulación de la red, estarán produciendo al tope de su potencia por lo que no dispondrán de margen para regular ante un aumento de la demanda.

Capacidad de regulación.

La capacidad de aumento de potencia en el tiempo requerido por la Red, para mantener la estabilidad de esta, es de, aproximadamente, un 10% de la potencia instalada del ciclo combinado.

Sin embargo una central de bombeo tiene hasta un 100% de la potencia instalada en capacidad de regulación.

Mantenimiento del mínimo técnico de centrales térmicas.

Las centrales de bombeo, permiten que en momentos de bajo consumo las centrales térmicas puedan seguir funcionando. Si las centrales de bombeo no aumentaran su consumo la producción de las centrales térmicas tendría que bajar de su mínimo técnico y por tanto parar, dejando de estar dispuestas para subir carga cuando la demanda a si lo solicite.

Gestión de las restricciones locales de la red.

Las centrales de bombeo propuestas se encuentran cercanas a zonas de alta producción de energías no gestionable (principalmente eólica).

Por tanto las centrales de bombeo, podrían aliviar la congestión local consumiendo energía eólica en momentos de alta producción eólica y bajo consumo.

Ayuda a la participación del régimen especial en los mercados de regulación.

Las cogeneraciones, pueden participar en los mercados de regulación, pero por razones de proceso y económicas, tienden a proponer solo banda a bajar.

Las centrales de bombeo pueden colaborar cubriendo la necesaria banda a subir no ofertada por las cogeneraciones.

Reducción del consumo de combustibles fósiles y de emisiones de CO₂.

Para poder regular, las centrales de ciclo combinado requieren trabajar fuera de su punto óptimo de diseño (para tener margen de subida de potencia). Por tanto la eficiencia del ciclo combinado será menor, lo que conlleva un mayor consumo de combustible fósil y por tanto un aumento de emisiones de CO₂ por MWh producido.

Independencia energética.

La reducción del consumo de combustibles fósiles, y el aprovechamiento de energía eólica almacenada por el bombeo, permite un mayor uso de los recursos naturales autóctonos y por tanto un reducción de la dependencia energética del exterior.

1.2.4.- Conceptos económicos.

A) Coste de la central.

El coste de una central de acumulación por bombeo, como sucede también en las centrales convencionales, disminuye al aumentar el desnivel geodésico del bombeo y de la turbinación ya que al aumentar este, para una misma potencia disminuye el volumen del embalse superior y el diámetro de la tubería forzada y en consecuencia su coste.

B) Factor de calidad.

De lo expuesto se desprende que la construcción de una central de acumulación por bombeo será tanto más económica cuanto mayor sea la elevación en vertical, o altura geodésica del embalse, y cuanto menor se la

distancia en horizontal, es decir cuanto menor sea un factor de calidad F, que podría definirse así:

$$F = \frac{L}{H}$$

y según la experiencia de las instalaciones realizadas, indicativamente, se tiene:

$$\frac{L}{H} \leq 3 - \textit{Emplazamiento muy favorable}$$

$$3 < \frac{L}{H} < 6 - \textit{Emplazamiento de favorable a normal}$$

$$\textit{Relaciones superiores } \frac{L}{H} > 6 - \textit{Pueden ser aceptables, hasta 15}$$

C) Valoración de la rentabilidad de la central.

Al realizar la valoración económica de la rentabilidad de estas centrales de acumulación por bombeo, se han tenido en cuenta los factores siguientes, de los cuales unos son positivos y otros negativos:

- a) Pérdidas hidráulicas internas en la o las máquinas en el bombeo y en la turbinación, porque la energía se transforma dos veces.
- b) Pérdidas hidráulicas en los conductos en ambos sentidos de transformación.
- c) Precio de la energía en las horas punta mucho mayor que en las horas de menor consumo.
- d) Aumento de rendimiento de las centrales conectadas a la red, (térmicas convencionales y nucleares) al funcionar con más regularidad de carga conseguida con la absorción de la potencia sobrante en el bombeo;
- e) Mayor duración del equipo de las centrales de carga base debido a esta misma regularidad de carga;
- f) Pérdidas eléctricas en el tiempo de turbinación y en el transformador;
- g) Pérdidas en las conducciones eléctricas de la red al motor en el bombeo;
- h) Pérdidas de agua almacenada en el embalse.**
- i) Integración sin contaminación, en el sistema de la energía eólica producida.**

1.3.- Necesidad actual de la construcción de centrales de bombeo.

Como se ha explicado las centrales reversibles, se han desarrollado en el siglo pasado fundamentalmente para mantener en las horas de menor consumo, el régimen de producción de las centrales nucleares y en menor medida la de las térmicas convencionales.

Pese a la incertidumbre, sobre el futuro de la energía nuclear en España y a la proliferación a partir de finales del siglo de centrales de ciclo combinado, se viene anunciando o tramitando de al menos, la promoción de 5 grandes nuevos proyectos de centrales reversibles, concretamente:

	MW.
- Sil (Galicia)	750 (1)
- Sil y Limia (Galicia)	1.143 (2)
- Aguayo (Cantabria)	1000 (3)
-Cortés La Muela (C. Valenciana)	800 (1)
TOTAL	3.693 MW

(1) Iberdrola (2) Gas Natural Fenosa: dos proyectos (3) E.ON.

De estos proyectos, es probable que por razones medioambientales ó económicas, uno o más de ellos, no se desarrollen.

Pero al margen de las razones sobre las decisiones empresariales, sobre estos cinco grandes proyectos, el desarrollo espectacular de la energía eólica, ha creado un nuevo escenario, que ha producido una conclusión unánime: para integrar adecuadamente en el sistema, 35.000 MW. eólicos, energía de alta variabilidad y baja predictibilidad, es decir -no gestionable-, deberán construirse necesariamente centrales de almacenamiento, tal como se justifica en el Informe de la Subcomisión de análisis de la estrategia energética española para los próximos 25 años, constituida en el seno de la Comisión de Industria, Turismo y Comercio del Congreso de los Diputados (Boletín Oficial de las Cortes Generales de 30/12/2010).

Del citado informe, se reproduce el siguiente apartado:

Medidas para afrontar el apuntamiento de la curva de requerimiento.

En el horizonte 2020, con 35.000 MW de generación eólica en el sistema en la Banda de Eficiencia, el problema de apuntamiento del requerimiento del sistema -la demanda prevista menos la generación no gestionable-, se²⁰

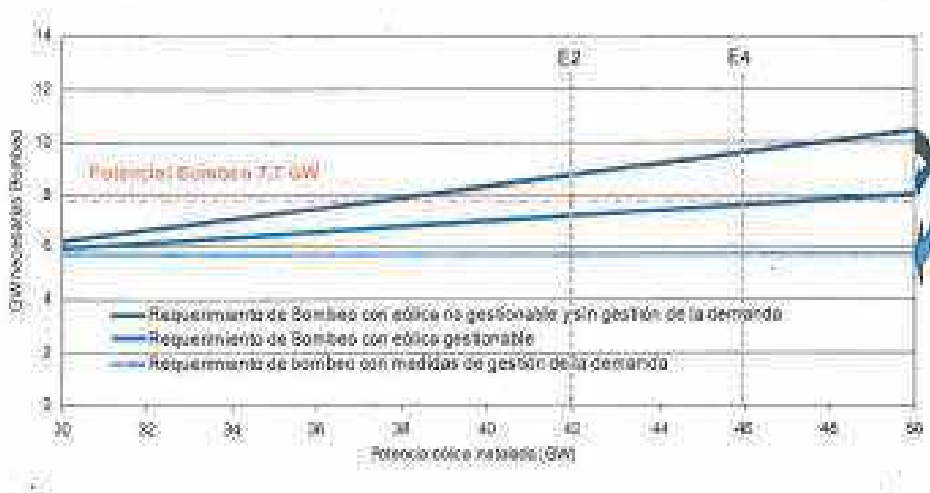
agravará considerablemente. Para mitigar sus efectos negativos, se pueden aplicar las siguientes medidas:

- ♦ Limitar la producción de generación eólica en valle, lo cual supone una pérdida de energía primaria de origen renovable.
- ♦ El desarrollo a gran escala del vehículo eléctrico.
- ♦ Disponer de sistemas de almacenamiento de energía, como por ejemplo centrales de bombeo puro con funcionamiento en ciclo diario (consumiendo en horas valle y generando en horas punta), que reduzcan el apuntamiento de la curva de requerimiento.

En la actualidad, las centrales de bombeo son el único sistema de almacenamiento de grandes cuantías de energía tecnológica y comercialmente disponible. Mientras se produce el desarrollo de otros sistemas de almacenamiento, la integración del bombeo permite reducir el problema de apuntamiento de la curva de requerimiento, es decir, evita las pérdidas de energía primaria renovable en valle, y permite disponer de una generación de respuesta rápida frente a las variaciones de la generación renovable no gestionable.

La cuantía de bombeo necesaria, dada una curva de demanda, sigue una relación más o menos proporcional a la potencia eólica instalada, tal y como puede verse en el siguiente gráfico. El potencial disponible de centrales de bombeo se encontraría entre 4,7 GW y 7,7 GW (incluyendo los existentes) dependiendo de la política de tramitación concesional por la que se opte. Según esto, en la situación óptima de potencial de bombeo, con la tecnología actual eólica, y las políticas actuales de gestión de la demanda se podrían incorporar a la red un máximo de 36 GW eólicos. Por supuesto, si las instalaciones eólicas fueran gestionables, en el horizonte de este estudio, ya sea combinando recursos eólicos con otro tipo de recursos renovables gestionables, o con sistemas de producción de hidrógeno, o si por otro lado, se consiguiera aplanar la curva horaria de demanda a través de cambios en los hábitos de consumo, la potencia eólica a incorporar al sistema podría ser mucho mayor, sin necesidad de incorporar unidades de bombeo.

Gráfico 50 Dimensionamiento de equipos de bombeo según potencia eólica instalada



Esta introducción procede actualizada según lo previsto en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC, 2021-2030) y la estrategia de almacenamiento energético (MITECO, febrero 2021).

PNIEC:

Según el estudio realizado, las medidas contempladas en el PNIEC permitirán alcanzar los siguientes resultados en 2030:

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de renovables sobre el uso final de la energía.
- 39,5% de mejora de la eficiencia energética.
- 74% de energía renovable en la generación eléctrica.

Estos resultados permitirán avanzar hacia el cumplimiento del objetivo a más largo plazo que ha guiado la elaboración de este Plan que es alcanzar la neutralidad de emisiones de GEI de España en 2050, en coherencia con las posiciones adoptadas por la Comisión Europea y la mayoría de los Estados miembros. Este objetivo supone la reducción de, al menos, un 90% de las emisiones brutas totales de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990 para 2050. Además, se persigue alcanzar para esa fecha un sistema eléctrico 100% renovable.

El Plan prevé para el año 2030 una potencia total instalada en el sector eléctrico de **161 GW** de los que 50 GW serán energía eólica; 39 GW solar fotovoltaica; 27 GW ciclos combinados de gas; 16 GW hidráulica; 9,5 GW bombeo; 7 GW solar termoeléctrica; y 3 GW nuclear, así como capacidades menores de otras tecnologías.

La generación eléctrica renovable en 2030 será el **74% del total**, coherente con una trayectoria hacia un sector eléctrico 100% renovable en 2050. En lo que respecta a almacenamiento, señalar el alza de las tecnologías de almacenamiento con una potencia adicional de **6 GW**, aportando una mayor capacidad de gestión a la generación. Junto con el impulso de la flexibilidad y gestión de la demanda, esto permite una mayor integración de la generación renovable en el sistema, contribuyendo a la seguridad del suministro.

Las actividades I+i+c, orientadas a luchar contra el cambio climático y a favorecer la transición energética, incluye entre otras la siguiente línea de trabajo:

- Flexibilidad y optimización del sistema energético mediante la implementación de tecnologías que aporten flexibilidad al sistema eléctrico, esencial para alcanzar un alto grado de penetración en el sistema de generación renovable no gestionable.
- Almacenamiento eléctrico, con y sin vehículo eléctrico, y participación de la demanda en la operación del sistema.
- Almacenamiento térmico en particular acoplado a tecnologías solares termoeléctricas.
- **Almacenamiento hidroeléctrico.**
- Almacenamiento químico en forma de hidrógeno, bien empleando electrólisis y consumo en pilas de combustible, o bien inyectándolo a la red.

Estrategia de almacenamiento energético:

Con el fin de desarrollar lo previsto en el PNIEC, esta Estrategia aborda el análisis técnico de las distintas alternativas de generación, la diagnosis de los retos actuales del almacenamiento energético, las líneas de acción para avanzar en el cumplimiento de los objetivos previstos y las oportunidades que supone el almacenamiento para el sistema energético y para el país.

Existe una amplia variedad de tecnologías de almacenamiento con diferentes aplicaciones y características que son complementarias a la hora de otorgar flexibilidad al sistema energético, ya sea por su aplicación en el sector eléctrico y su relación con la electrificación de la economía, o bien, en los distintos usos finales, como el almacenamiento de energía térmica.

Durante la elaboración de la Estrategia ya se han dado los primeros pasos para transformar, en consonancia con las directivas europeas, el marco regulatorio, que necesitará reformularse para integrar el almacenamiento energético, tanto a gran escala como detrás del contador. Sin embargo, aún será necesario adaptar la regulación a las nuevas características implícitas a estas tecnologías para el desarrollo de este nuevo agente del sector energético. Una de las cuestiones clave vendrá también determinada por la

apertura y consolidación de la participación del almacenamiento a los existentes y futuros mecanismos de mercado.

El despliegue de las tecnologías de almacenamiento se realizará con un enfoque integral en la sostenibilidad, analizando sus potenciales impactos a lo largo de todo el ciclo de vida de las tecnologías, incluyendo impacto medioambiental y la huella de carbono, y minimizándolos.

Las necesidades mínimas de almacenamiento para España, derivadas de los objetivos del PNIEC y de la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP) 2050, se han cuantificado en esta Estrategia, pasando de los 8,3 GW disponibles en la actualidad a un valor de alrededor de 20 GW en 2030 y 30 GW en 2050 de potencia de almacenamiento total disponible en esos años. Esta cuantificación incluye el almacenamiento a gran escala diario y semanal, almacenamiento detrás del contador y almacenamiento estacional, según el estado actual de la tecnología.

Centrales hidráulicas de bombeo

Por su concreción, reproducimos el párrafo del documento, incluido en su página 15:

“Dentro de los proyectos de bombeo innovadores se encuentra el bombeo con agua marina, en el que uno de los depósitos es precisamente el mar. Existen proyectos en los que el agua utilizada requiere de un proceso de desalación, mientras que en otros proyectos singulares se hace un uso directo del agua marina.”

1.4.- Aprovechamientos hidroeléctricos reversibles mediante bombeo de agua de mar.

1.4.1.- Introducción.

El funcionamiento de una central reversible mediante bombeo de agua de mar será exactamente igual que el de un aprovechamiento hidroeléctrico convencional de agua dulce con la ventaja de que el embalse inferior es el mar, en consecuencia fuente inagotable de agua para bombear y además sin necesidad de obras importantes, salvo las de toma.

Además, el desarrollo y puesta en marcha, de una Central Hidráulica Reversible de agua marina plantea las siguientes ventajas:

- No se precisa el embalse inferior (es el propio mar u océano).
- Mínimos impactos ambientales.
- Utilización de un recurso no escaso.

La singularidad de la orografía de la Costa Atlántica Gallega, con

importantes desniveles entre mar y planicies, favorece este tipo de instalaciones.

El presente anteproyecto pretende definir las obras e instalaciones precisas para una Central Hidráulica Reversible de Agua Marina ubicada en Punta Centinela en el Término Municipal de Oía (Pontevedra).

1.4.2.- La central de Okinawa

Dado que tecnológicamente está resuelto el posible problema de corrosión por la utilización de máquinas hidráulicas con agua de mar, resulta extraño que no se hubieran planteado construir centrales reversibles utilizando esta agua, cuando en todos los países con costas existen montañas inmediatas a la misma, hasta la primera experiencia mundial de la planta piloto de Kunigami, en Okinawa – Japón, finalizada en 1999.

Para la construcción de esta primera planta piloto mundial de agua de mar reversible, la Agencia de la Energía y de los Recursos Naturales del Ministerio de Industria y Comercio de Japón desarrolló el programa “Test de verificación e investigación de las técnicas para el almacenamiento por bombeo de agua de mar” que comenzaron en 1981, investigándose desde 1984, las características de corrosión de materiales metálicos, efecto de la pintura anti-corrosiva, protección catódica, la adherencia característica de los organismos marinos, y otros problemas bajo las condiciones simuladas de la futura máquina a realizar.

El test de verificación fue ejecutado para tres modelos de turbinas – bomba, que están hechos de los mismos materiales que los de la máquina que se ha colocado, construida de modo que el rodete puede ser sacado de abajo para su fácil desmontaje y reensamblaje, siendo la superficie de paso del agua simplificada para vigilar tanto como sea posible la corrosión y grietas.

Las características de la central son:

Diámetro del embalse octogonal: 252 m.

<u>Turbina</u>		<u>Bomba</u>	
Potencia	31.400 kW.	Potencia	31.800 kW.
Salto	141 m.	Desnivel	160 m.
Caudal	26 m ³ /s	Caudal	20,2 m ³ /s

La evaluación global de esta planta se realizó sobre la base de los datos medidos en el periodo de prueba de cinco años (1999 – 2004). Las conclusiones se indican a continuación, en la página siguiente:

- 1.- Se confirmó que el sistema de sellado del embalse superior (sistema de detección de fugas de agua de mar y sistema de recarga) mediante Hoja de caucho EPDM, como elemento principal para sellado de agua fuera del depósito superior es de una gran durabilidad de más de 40 años y funciona de forma fiable.
- 2.- Tubería de FRP es eficaz en la inhibición de la adhesión de organismos marinos.
Muestra resistencia superior contra la corrosión al agua de mar y alta resistencia a la abrasión.
- 3.- Para la prevención de la corrosión ante el agua de mar, la combinación de una pesada capa resistente a la corrosión y sistema de protección catódica resulta eficaz para tuberías de acero.
- 4.- El acero SUS329J4L utilizados para la pantalla de toma de agua resulta con alta resistencia contra la corrosión. Aunque un bajo grado de corrosión apareció en grietas, se trata de un problema que podría ser técnicamente superado con un diseño apropiado.
- 5.- Un revestimiento anti – incrustaciones en el túnel reforzado de hormigón de canal descarga es una medida eficaz contra la adherencia de organismos marinos en dicho canal.
- 6.- Como resultado de la vigilancia medio ambiental, la dispersión de sal desde el depósito superior impulsada por fuertes vientos y los cambios en la ecología de organismos marinos, como los corales fueron convenientemente estudiados.

La experiencia de esta planta piloto ha demostrado que con una planificación adecuada para mitigar los efectos ambientales y una ejecución adecuada de las medidas de protección del medio ambiente, el impacto de la construcción y operación de una planta de almacenamiento de agua de mar bombeada en el medio ambiente circundante puede ser muy reducido.

En general, la corrosión del agua de mar, las fugas de agua de mar y los efectos sobre el medio ambiente circundante no fueron notables.

Todo ello confirmó que las centrales de generación de almacenamiento de agua de mar bombeada son fiables para su uso práctico.

Además en trabajos realizados en Japón, a partir de la experiencia de la planta piloto de Okinawa, se ha demostrado que pueden construirse turbo – bombas para 800 metros de salto y potencia instalada unitaria de 500 MW.,²⁶

por las conclusiones de estudios de una serie de procesos de selección de aceros inoxidables dúplex, tests de fundiciones, forjas y productos de soldadura, con la fabricación incluso de un rodete prototipo, a escala (diámetro: 3.000 mm., peso: alrededor de 20 toneladas).

1.4.3.- Problemas asociados a la utilización de agua marina y sus soluciones.

Los principales problemas que pudiera presentar la utilización de agua marina son:

- Variaciones del nivel del agua en el océano entre pleamar y bajamar
- Corrosiones provocadas por agua marina
- Incrustaciones en tuberías y turbinas (bio incrustaciones)
- Contaminación de acuíferos por agua salada

Pasemos a describir como se ha resuelto en este proyecto básico los posibles efectos asociados al empleo de agua marina. Para ello se han utilizado en parte las experiencias de la Central Reversible de Agua Marina de Okinawa (Okinawa Seawater Pumped-Storage Power Plant) en el Océano Pacífico en Japón. (Anejo N° 1)

- a) Variaciones del nivel de agua en el océano entre pleamar y bajamar.

Esta característica de las mareas en la zona (de 3,50 m de variación del nivel del mar), se ha resuelto simplemente implantando los equipos atendiendo al mínimo nivel de marea (bajamar). Esto no presenta ninguna dificultad asociada al proyecto dadas las muy importantes contrapresiones precisas en las aspiraciones de los equipos de bombeo.

- b) Corrosiones provocadas por agua marina.

Para evitar las corrosiones asociadas al uso del agua marina, se emplearán tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), hasta la máxima gama de presiones para este tipo de tubería, revestimientos de polietileno de alta densidad (PEAD) y aceros inoxidables de especial composición para resistir el agua marina (en la turbina y tramo final de tubería).

El uso del polietileno de alta densidad (PEAD) está profusamente utilizado para evitar la contaminación por residuos peligrosos,

mientras que la tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) no plantea problemática por el uso de agua marina.

c) Incrustaciones en tuberías y turbinas (bio incrustaciones)

Se ha previsto el empleo de técnicas antiincrustantes electrolíticas. Se basa en el empleo de un ánodo de cobre y un ánodo de aluminio induciendo una circulación de corriente entre ellos.

El ánodo de cobre libera iones que provoca que ni las lapas ni los mejillones puedan asentarse ni reproducirse en el entorno de protección, pero generando una concentración de iones de cobre extremadamente pequeña (menos de 2 partes por cada mil millones), pero suficiente para impedir la incrustación.

El ánodo de aluminio, a su vez, produce iones que evitan la corrosión interna.

Este método de protección está ampliamente experimentado en buques y plataformas petrolíferas requiriendo únicamente la sustitución de los ánodos cada cierto tiempo (habitualmente 5 años).

d) Contaminación de acuíferos por agua salada.

El empleo de membranas de PEAD está ampliamente empleado para evitar la contaminación de acuíferos por residuos peligrosos.

Sin embargo, y con el fin de garantizar la ausencia de fugas de agua salada al terreno, se emplearán las siguientes medidas adicionales:

- Unión de las membranas de PEAD mediante soldadura.
- Colocación de filtro geotextil para recogida de las hipotéticas fugas y conducción de ellas hacia una galería de control y drenaje. (Anejo N° 1)

De todas formas, debe tenerse en cuenta que las características geológicas del terreno donde se asienta el depósito superior (migmatitas como se verá en la geología del proyecto), plantean ya de por sí una muy notable impermeabilidad frente a infiltraciones.

Por otro lado, en la tubería forzada se colocará una barrera de PRFV unida mediante soldadura química que ofrece una absoluta impermeabilidad y grandes deformaciones admisibles.

e) Dispersión de agua salada desde la balsa superior.

Del seguimiento realizado sobre esta cuestión en la planta de Okinawa, se concluye que el impacto de la posible dispersión de sal desde la balsa superior a los terrenos colindantes, es insignificante en comparación con la de origen marino. (Anejo Nº 1)

1.4.4.- Descripción general.

En función de lo expuesto, han de buscarse ubicaciones de altiplanicies próximas al mar con una relación distancia/altura menor de 6.

Si se encontrase la posibilidad de disponer de un depósito superior de capacidad prácticamente ilimitada resultarán los emplazamientos más favorables que pueda imaginarse para la instalación de un esquema de acumulación por bombeo.

El esquema general de estos saltos consiste, pues, en tomar agua del mar en la costa y elevarla por medio de unos grupos reversibles situados en una central en superficie o subterránea, hasta un depósito superior en la altiplanicie seleccionada. El mismo circuito hidráulico, con sólo invertir el sentido de giro de la máquina, sirve para la turbinación.

Habrà que contar además con que las condiciones geológicas del emplazamiento sean favorables. El caso de que el basamento rocoso del depósito superior sea permeable será necesario una impermeabilización completa del mismo.

1.4.5.- Depósito superior.

El depósito superior se conseguirá excavando hasta la cota media determinada en la meseta seleccionada, y disponiendo los productos de dicha excavación en un dique perimetral, para obtener un embalse que ocupando la mínima superficie, alcance la máxima capacidad. La forma en planta será la más adecuada, para adaptarse a la topografía de la zona. La estanqueidad necesaria para almacenar el agua caso de posibles filtraciones de agua se conseguirá por medio de una pantalla impermeable que recubra interiormente todo el depósito.

1.4.6.- Circuito hidráulico y central subterránea.

El circuito hidráulico parte del depósito elevado con una estructura de toma en hormigón armado y con forma abocinada en abanico que permite una máxima recuperación de energía cuando funciona como desagüe en el bombeo.

Tras la torre de toma, y en la que se incluyen ataguía, compuerta y aireación la conducción pasa a ser circular, atravesando el dique perimetral.

La conducción discurrirá enterrada e inclinada en una zanja o túnel hasta llegar a la central subterránea, en la que se encuentran las válvulas de alta presión y las turbinas-bombas. Aguas abajo, las conducciones de salida, con compuerta de protección, se realizan hasta la correspondiente ataguía y estructura de restitución al mar que funciona como toma cuando se bombea.

1.4.7.- Toma de agua.

Para la realización de las obras de la toma de agua será necesario ocupar terrenos de dominio público marítimo - terrestre, si bien la toma no será prácticamente apreciable desde la costa ya que el canal de descarga deberá ser en presión, y en consecuencia sumergido.

Por ello, teniendo en cuenta que desde el aspecto legal tal como se justifica en el punto 1.6, resulta factible la instalación de este tipo de centrales, se redacta el presente proyecto para solicitar la oportuna concesión.

1.5.- Objeto del proyecto básico.

El objeto del proyecto básico, es delimitar la extensión de la zona de dominio público marítimo – terrestre a ocupar y de las de servidumbre e influencia afectadas.

A mayores, para justificar la mínima ocupación y un mayor conocimiento del proyecto, se incluye así mismo la descripción, características y presupuesto de las instalaciones y obras de la central hidroeléctrica de acumulación por bombeo de agua de mar, que incluye la central, conducciones, balsa de almacenamiento, accesos, y subestación ya que la línea eléctrica de conexión, será objeto de proyecto independiente.

1.6.- Legislación aplicable a las centrales reversibles con agua de mar.

1.6.1.- Legislación aplicable.

La diferente legislación sectorial de aplicación para la ejecución de un aprovechamiento hidroeléctrico de agua de mar, sin perjuicio de que, en cada caso, pueda ser afectada otra normativa sectorial (régimen local, expropiación forzosa, contratos administrativos, aguas, carreteras,...), es como mínimo la siguiente:

- Estatales:
 - 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.

- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de Protección y uso sostenible del litoral y modificación de la Ley 22/1988, de Costas.
 - Ley 21/2013 de 9 de diciembre de evaluación ambiental.
 - Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.
 - Reglamento General de costas (R.D. 878/2014, de 10 de octubre)
 - R.D. 1.183/2020 de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
 - Ley 7/2021 del Cambio climático y transición energética(artículo 20.4)
- Comunidad autónoma de Galicia:
 - Decreto 19/2011 de 10 de febrero, por el que se aprueban las directrices de ordenación del territorio de Galicia.
 - Decreto 20/2011 de 10 de febrero, por el que se aprueba el Plan de Ordenación del Litoral.
 - Decreto 37/2014, de 27 de marzo, por el que se declaran zonas especiales de conservación, los lugares de importancia comunitaria de Galicia y se aprueba el Plan director de la Red Natura 2000 de Galicia.
 - Ley 2/2016 de 10 de febrero del suelo de Galicia.
 - Decreto 119/2016 de 28 de julio, por el que se aprueba el catálogo de los paisajes de Galicia.
 - Decreto 83/2018 de 26 de julio, por el que se aprueba el Plan Básico Autonómico de Galicia.
 - Decreto 238/2020 de 29 de diciembre, por el que se aprueban las Directrices del paisaje.
 - Ley 1/2021 de 8 de enero, de Ordenación del territorio de Galicia.

- Municipales:
 - Normas subsidiarias de planeamiento municipal, aprobadas definitivamente el 17/03/1996.

1.6.2.- Análisis específico.

Enunciada la legislación aplicable, se analiza de una forma esquemática la incidencia de cada una, de cara al desarrollo de un aprovechamiento hidroeléctrico con agua marina.

A) Costas:

La primera cuestión a plantear se refiere a la ubicación de la instalación (central) destinada a obtener el aprovechamiento hidroeléctrico del agua del mar.

Resulta inevitable ocupar el dominio marítimo terrestre, ya sea en mayor o menor medida, es decir, por la instalación principal y accesorios, o, simplemente, por las tomas de agua.

El principio general para el uso no general (especial o privativo –como sería el caso-) del dominio público marítimo terrestre se contiene en el artículo 32.1 de la Ley Costas y se desarrolla en el artículo 61 de su Reglamento de 2014: únicamente se podrá permitir la ocupación del dominio público marítimo-terrestre para aquellas actividades o instalaciones que, por su naturaleza, no puedan tener otra ubicación; en todo caso la ocupación deberá ser la mínima posible y así resulta en este caso, 2.278, 40 m², destinados solo a parte de la tubería de aspiración/restitución de agua de mar, obra de toma de toma y escollera de protección, que por las características de esta obras, no pueden tener otra ubicación.

El resto de la central se desarrolla en la zona de servidumbre del D.P.M.T. (central subterránea, parte de la tubería de presión, accesos 2.607,30 m²), influencia 12.853 m² (tubería subterránea y subestación).

Es decir que la ocupación del D.P.M.T. (2.778,40 m²), sobre la totalidad los terrenos ocupador por la instalación 436.941,70 m², **representa el 0,6%.**

La aclaración del Reglamento a las instalaciones y/o actividades a las cuales se puede permitir la ocupación del dominio público es muy deficiente, refiriéndose simplemente a *“las que desempeñan una función o presten un servicio que, por sus características, requiera la ocupación del dominio público marítimo-terrestre; y las de servicio público o al público que, por la configuración física del tramo de costa en que resulte necesario su emplazamiento, no puedan ubicarse en los terrenos colindantes con dicho*

dominio". En todo caso, el Tribunal Supremo (RJ 1994/10020) ha manifestado que será preciso alegar, justificar y probar que la ocupación del dominio público es imprescindible para la actividad de que se trata.

En este proyecto la central subterránea y la subestación del aprovechamiento hidroeléctrico, estarán situadas en la zona de servidumbre del D.P.M.T., mientras que parte de la tubería de aspiración, la obra de toma y la escollera de protección, necesariamente se ubicarán en el mar y en el dominio público marítimo - terrestre, dado que por su naturaleza, estas obras no pueden tener otra ubicación.

La concesión demanial le corresponde a la administración general del Estado (artículo 110 de la Ley de Costas y 220 del Reglamento), en estos momentos, el Ministerio de Transición Energética, y el plazo máximo concesional será de 75 años (artículos 66.2 de la Ley de Costas y 153.2 de su Reglamento).

En el caso de que el plazo sea de duración inferior, el título otorgado podrá prever, a su vez prórrogas sucesivas dentro del límite temporal de 75 años.

De acuerdo con el objeto de la solicitud, se considera que es de aplicación lo señalado en el artículo 153.4.b del Reglamento, es decir un plazo máximo de 50 años.

En cualquier caso, la competencia para resolver sobre la concesión demanial le corresponde al departamento ministerial, previa calificación inicial del Servicio Periférico de Costas.

En cuanto a los usos permitidos en la zona de servidumbre de protección estarán sujetos a autorización de la Comunidad Autónoma, con sujeción a lo dispuesto en la Ley de Costas (A 48 RD1112/92) y deberán respetar el planeamiento urbanístico en vigor.

Obviamente la actividad, está vinculada directamente a la utilización del dominio público marítimo – terrestre, ya que sin su ocupación y utilización no podría realizarse la misma, por lo que previamente a la autorización de este uso en la zona de servidumbre, ha de otorgarse la oportuna concesión.

B) Urbanismo:

El suelo donde pretende ubicarse la instalación, según el planeamiento vigente en el Concello de Oia (Normas subsidiarias de planeamiento, aprobadas definitivamente el 17/03/1996, está clasificado como suelo rústico de especial protección, de costas y forestal.

Como quiera que este planeamiento, no fue adaptado a la Ley 9/2002 de Ordenación urbanística y de protección del medio rural de Galicia, le es de aplicación lo establecido en la disposición transitoria primera de la Ley 2/2016 del Suelo de Galicia, en su apartado 2.d: al suelo no urbanizable o suelo rústico, se le aplicará lo dispuesto en la presente Ley, para el suelo rústico.

La actividad de producción de energía en el suelo rústico está contemplada como posible en la Ley 2/2016, del Suelo de Galicia, según letra m) del número 1 del Art. 35: m) instalaciones de Infraestructuras hidráulicas, telecomunicaciones, de producción y transporte de energía, gas de abastecimiento de agua, saneamiento y gestión y tratamiento de residuos, siempre que no impliquen la urbanización o transformación urbanística de los terrenos por los que discurren.

Previa a la licencia directa municipal al tratarse de suelo rústico de especial protección, según el artículo 36.2, será necesario obtener la autorización e informe favorable del órgano competente de la Xunta de Galicia en materia de montes, ya que el de costas irá implícito con el título concesional.

Así mismo por encontrarse parte de la instalación en la zona de servidumbre de protección del D.P.M.T., las obras precisarán de autorización en materia de costas, competencia que corresponde a la Xunta de Galicia, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 158/2005, por el que se regulan las competencias autonómicas en la zona de servidumbre de protección del D.P.M:T.

C) Ordenación del territorio:

La entrada en vigor de las Directrices de Ordenación del Territorio -D.O.T.- y del Plan de Ordenación del Litoral, aprobados definitivamente por los Decretos 19/2010 y 20/2010, de 10 de febrero de 2011 (D.O.G. del 22 y 23 de febrero); introduce algunas modificaciones en lo expuesto, para los usos previstos en el apartado m) del apartado 1 del artículo 35 de la Ley 2/2016 del Suelo de Galicia.

Así resulta que, la Determinación 6 referente al litoral, de las -D.O.T.-, remite al Plan de ordenación del litoral, la concreción de las medidas de protección necesarias y el establecimiento de las condiciones para el desarrollo urbanístico y implantación de instalaciones destinadas a usos productivos, turísticos y recreativos.

El Plan de Ordenación del Litoral en su regulación de los usos específicos para cada área, establece como USOS COMPATIBLES, los señalados en el artículo 3.1.m, de la citada Ley, para las aéreas de:

- Protección ambiental: intermareal y costera

- Mejora ambiental y paisajística
- Ordenación, previo informe vinculante del organismo con competencia en materia de paisaje.

Todo ello complementado por lo establecido en el Decreto 119/2016, por el que se aprueba el catálogo de los paisajes de Galicia y el Decreto 238/2020 por el que se aprueban las directrices del paisaje.

En relación con el Plan de ordenación del litoral de Galicia (decreto 20/2011, de 10 de febrero) las actuaciones se proyectan en un área de protección costera, coincidente con un corredor ecológico y un espacio de interés (plano BQ05 de la serie cartográfica del modelo territorial), de modo que constituyen un uso compatible conforme al artículo 46.2.m en relación con los artículos 54.2, 57.2 y 58.2 por lo que deberá solicitarse un informe preceptivo del organismo competente en materia de paisaje, de acuerdo con el artículo 50.

D) Industria:

El artículo 22.3 de la Ley 24/2013, del sector eléctrico establece: En el procedimiento de otorgamiento de concesiones y autorizaciones para el uso del agua para la producción de energía eléctrica o necesario para el funcionamiento de unidades de producción no hidráulicas instalado por particulares, será preceptivo el informe previo de la Administración Pública competente en materia energética que deba autorizar, conforme a lo dispuesto en la presente Ley, las citadas unidades de producción.

Las autorizaciones y concesiones para los usos señalados en el párrafo anterior no podrán ser autorizadas cuando sea desfavorable el informe emitido por la Administración Pública competente para autorizar las unidades de producción.

En este caso la Administración Pública competente para autorizar las unidades de producción es la del Estado, por tratarse de una instalación de potencia eléctrica superior a 50 MW y por lo tanto serán los órganos competentes de esta administración los que deberá informar, no siendo por tanto necesario, solicitar el informe al órgano competente en materia de energía de la Xunta de Galicia

1.6.3.- Innecesaridad de evaluación de impacto ambiental para las obras de toma y restitución en zona de dominio público marítimo terrestre para una central hidroeléctrica reversible con agua marina de 250 MW.

La competencia y la necesidad de evaluación de impacto ambiental para los obras citadas, están resueltas con lo establecido en la Ley 21/2013 de

evaluación ambiental.

La central **hidroeléctrica reversible con agua marina**, no será posible, si previamente no se ha obtenido la concesión para la ocupación del dominio público marítimo – terrestre, necesario para la realización de las obras de la captación de agua marina.

Por tanto, resulta evidente, que en esta primera etapa de tramitación, correspondiente a la solicitud de ocupación de 2.778,40 m², del dominio público marítimo – terrestre, destinado a la instalación de una central reversible de agua marina, habrá que decidir única y exclusivamente, sobre si las OBRAS DE TOMA Y RESTITUCIÓN DEL AGUA DE MAR, deben someterse o no a Evaluación de Impacto Ambiental , por ser estas y sólo estas, las que son objeto de la solicitud presentada y resulta que **por aplicación de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental resulta evidente, que las obras previstas para la toma y restitución del agua de mar, objeto de la solicitud de ocupación del dominio público marítimo – terrestre al no estar contempladas en la misma ni afectar a terrenos incluidos en la Red Natura 2000, NO NECESITAN someterse a Evaluación de Impacto Ambiental.**

Sin embargo para entender su objeto, finalidad y justificación, se presenta el proyecto básico, que define la totalidad de las obras necesarias para el funcionamiento de la central **hidroeléctrica**.

Obtenida la concesión del dominio público marítimo – terrestre, la presentación del proyecto **hidroeléctrico**, ante el **Órgano sustantivo**, que deberá autorizar el mismo, dará lugar al inicio del procedimiento para que el **Órgano ambiental** competente, inicie el procedimiento de someter la central **hidroeléctrica** a Evaluación de Impacto Ambiental **simplificada**, ya que:

- Así está contemplada en el anejo 2
- No resulta de aplicación lo previsto para embalses permanentes de volumen superior a 10 Hm³.

1.7.- Declaración expresa del cumplimiento de la ley 22/1988 de costas y disposiciones que la desarrollan.

El presente proyecto cumple las disposiciones de la Ley 22/1988 de Costas y las normas generales y específicas que se han dictado para su desarrollo y aplicación.

1.8.- Idoneidad de la localización elegida.

Como se ha señalado uno de los indicadores más importantes para seleccionar la localización más idónea es el llamado “factor de calidad, F” cociente entre la distancia en horizontal entre la central y la balsa de almacenamiento y el desnivel entre ambas, según el cual, resultarían unos emplazamientos:

- ≤ 3, muy favorable.
- 3 – 6, favorable.
- ≥ 6, aceptable hasta 15.

En el presente proyecto, el salto bruto medio es de 410,00 m. y la distancia en horizontal entre la central y la balsa es de 1.831,00 m., por lo que resulta un factor de calidad:

$$F = 1.831,00:410,00 = 4,47 \text{ y por tanto, emplazamiento favorable.}$$

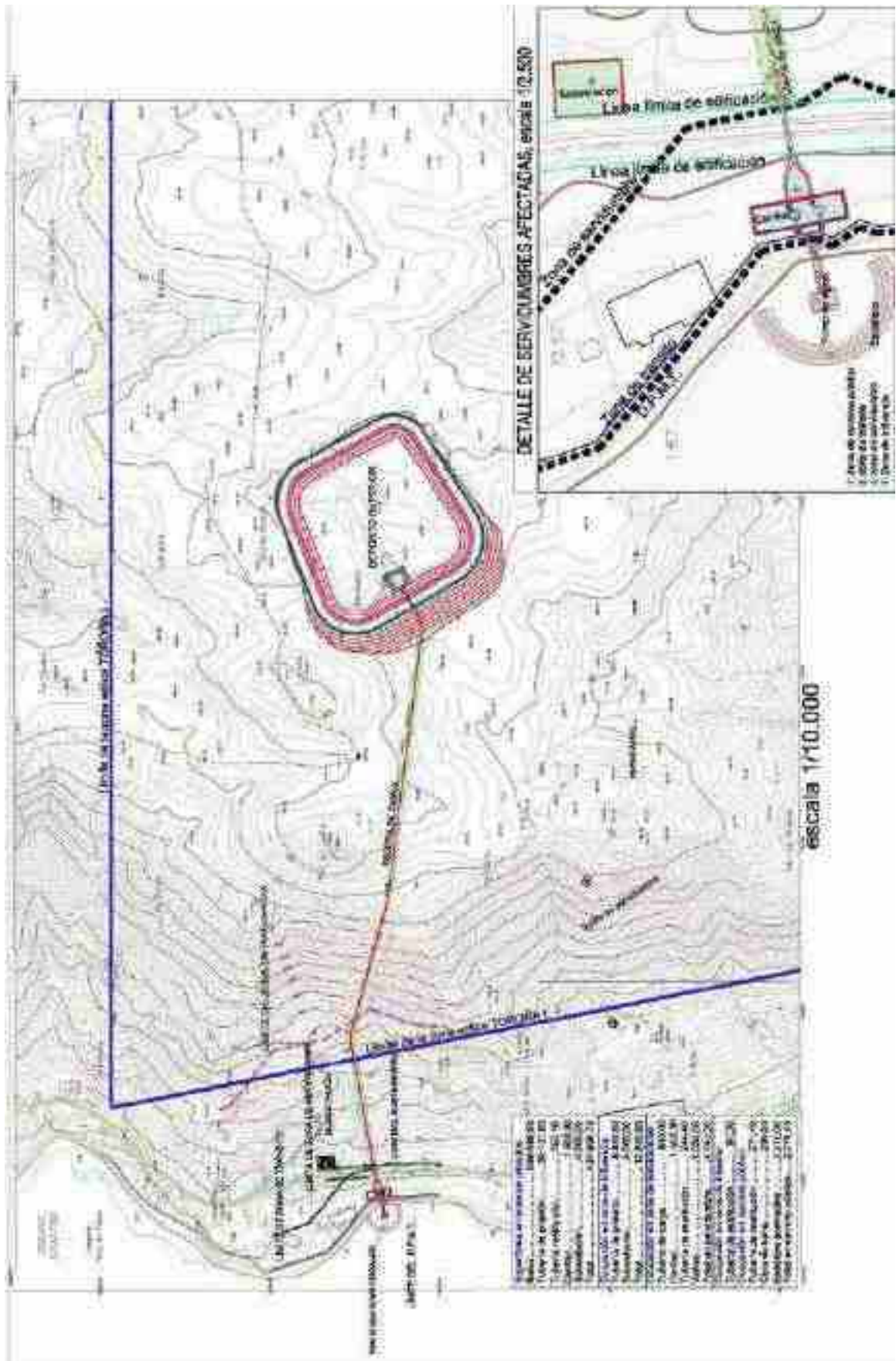
2.- MEMORIA URBANÍSTICA.

2.1.- Finalidad y uso de la construcción proyectada.

La construcción que se proyecta es un aprovechamiento hidroeléctrico mediante una central reversible, con bombeo de agua marina, cuya finalidad y uso, es obviamente producir energía eléctrica en las horas de mayor demanda garantizando además potencia para el sistema eléctrico.

La superficie necesaria de la parcela vinculada a la instalación es resultado de la implantación en el territorio de sus distintos elementos, según esquema reflejado en la página siguiente, con el desglose siguiente:

TERRENOS ALTERADOS	
OBRA	m²
<u>Depósito superior.</u> - Balsa de almacenamiento.....	399.099,00
<u>Circuito hidráulico y central subterránea</u> - Tubería: en túnel (se considera una franja afectada en superficie igual al diámetro de la tubería mas 1 m. a cada lado), y para la enterrada, 10 m. a cada lado del eje..... - Central subterránea (zona de servidumbre normal).....	27.731,44 (810 m ² en zona de servidumbre normal, 8.853 m ² en la zona de influencia) 1.552,90
<u>Toma de agua</u> (en túnel hasta alcanzar el mar). Zona de servidumbre normal..... Zona de servidumbre de tránsito..... Zona de dominio público marítimo - terrestre.....	153,10 91,30 2.778,40 3.022,80
<u>Subestación eléctrica (zona de influencia)</u> (Incluye franja para taludes laterales).....	50,00 x 80,00 =4.000,00
<u>Accesos (zona de servidumbre normal)</u>	1.536
SUMA	436.941,70



Como quiera que este planeamiento, no fue adaptado a la Ley 9/2002 de Ordenación urbanística y de protección del medio rural de Galicia, le es de aplicación lo establecido en la disposición transitoria primera de la Ley 2/2016 del Suelo de Galicia, en su apartado 2.d: al suelo no urbanizable o suelo rústico, se le aplicará lo dispuesto en la presente Ley, para el suelo rústico.

La actividad de producción de energía en el suelo rústico está contemplada como posible en la Ley 2/2016, del Suelo de Galicia, según letra m) del número 1 del Art. 35: m) instalaciones de Infraestructuras hidráulicas, telecomunicaciones, de producción y transporte de energía, gas de abastecimiento de agua, saneamiento y gestión y tratamiento de residuos, siempre que no impliquen la urbanización o transformación urbanística de los terrenos por los que discurren.

2.3.- Adecuación a la normativa de urbanismo y ordenación del territorio.

2.3.1.- Urbanismo

Según se justifica en el punto 1.6 B

2.3.2.- Ordenación del territorio

Según se justifica en el punto 1.6 C

2.4.- Justificación del cumplimiento de las condiciones establecidas en la ley 2/2016 y su reglamento.

2.4.1.- Condiciones

La superficie de la parcela vinculada es de 868.326,60 m²

		Proyecto		Cumplimiento
a) Servicios urbanísticos	Garantía de existencia	Incluye acceso y energía. Abastecimiento de agua y saneamiento: Pozo y fosa séptica para los aseos de la central.		Si
b) Condiciones de edificación	Máxima ocupación en planta: 20% s/ 868.326,60 m ² = 173.665,32	Central	Subestación	Si
		1.552,90+ 4.000		
	Nº de plantas máximas: 1	1		Si
	Altura máxima: 7,00 m.	3,50		Si
	Cierres opacos: 1,50 m. de altura máxima	0,50 m. opaco		Si
	Mantenimiento del 50% de la parcela en estado natural	434.163,30 m ²		Si
Retranqueos mínimos: 5 m.	5 m.		Si	

2.4.2.- Normas de aplicación directa.

De acuerdo con el apartado 3 del artículo 216 del Reglamento de la Ley 2/2016, del Suelo de Galicia, Normas de aplicación directa, adaptación al ambiente y protección del paisaje, las obras a realizar cumplen con su apartado b) ya que:

- La subestación se sitúa en el borde izquierdo de la carretera Bayona – A Guardia, colindante con la misma.
- La central al ser subterránea (de la que solo sobresaldrá un caseto para acceso a la escalera y ascensor de 6,70 x 5,00 = 33,50 m² y una altura al alero de 3,00 m situada en el borde derecho de la carretera no limitará para nada el campo visual para contemplar las bellezas naturales.

2.5.- Licencia municipal.

Previa a la licencia directa municipal al tratarse de suelo rústico de especial protección, según el artículo 36.2, será necesario obtener la

autorización e informe favorable del órgano competente de la Xunta de Galicia en materia de montes, ya que el de costas irá implícito con el título concesional.

Así mismo por encontrarse parte de la instalación en la zona de servidumbre de protección del D.P.M.T., las obras precisarán de autorización en materia de costas, competencia que corresponde a la Xunta de Galicia, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 158/2005, por el que se regulan las competencias autonómicas en la zona de servidumbre de protección del D.P.M:T.

En relación con el Plan de ordenación del litoral de Galicia (decreto 20/2011, de 10 de febrero) las actuaciones se proyectan en un área de protección costera , coincidente con un corredor ecológico y un espacio de interés (plano BQ05 de la serie cartográfica del modelo territorial), de modo que constituyen un uso compatible conforme al artículo 46.2.m en relación con los artículos 54.2, 57.2 y 58.2 por lo que deberá solicitarse un informe preceptivo del organismo competente en materia de paisaje, de acuerdo con el artículo 50.

3.- SUPERFICIES A OCUPAR EN EL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO – TERRESTRE Y EN LAS ZONAS DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN Y DE INFLUENCIA.

OCUPACIÓN EN D.P.M.T.	
OBRA	m²
Tubería de restitución	271,40
Obra de toma	295,00
Escollera permeable	2.212
Total en D.P.M.T.	2.778,40
OCUPACIÓN EN ZONA DE TRÁNSITO	
Tubería de restitución	91,30
OCUPACIÓN EN ZONA DE SERVIDUMBRE	
Tubería de carga	810,00
Edificio de central	1.552,90
Tubería de restitución	244,40
Viales de acceso	1.536,00
Total ocupación zona de servidumbre	4.143,30
OCUPACIÓN EN ZONA DE INFLUENCIA	
Tubería de presión	8.853 ,00
Subestación	4.000,00
Total ocupación en zona de influencia	12.853,00

4.- VOLUMEN DE AGUA A UTILIZAR.

Según se justifica en el Anejo N° 3, el volumen de agua a utilizar será de 5,515 Hm³.

5.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.

5.1.- Situación

El aprovechamiento hidroeléctrico del agua del mar, mediante central reversible de bombeo puro, se encuentra situado en el término municipal de Oía, provincia de Pontevedra.

La captación y la central se situaran concretamente en Punta Centinela, y la balsa de almacenamiento en el monte de mano común de la parroquia de Mougás, en las proximidades del Alto do Facho, cuasí lindando con el término municipal de Baiona,

La unión entre la balsa de almacenamiento y la central, se realizara mediante una tubería enterrada que será ejecutada en zanja en la zona de topografía suave a partir de la balsa, en pozo al llegar al borde de las fuertes pendientes del frente litoral del Alto do Facho, y en galería desde el pozo vertical a la central.

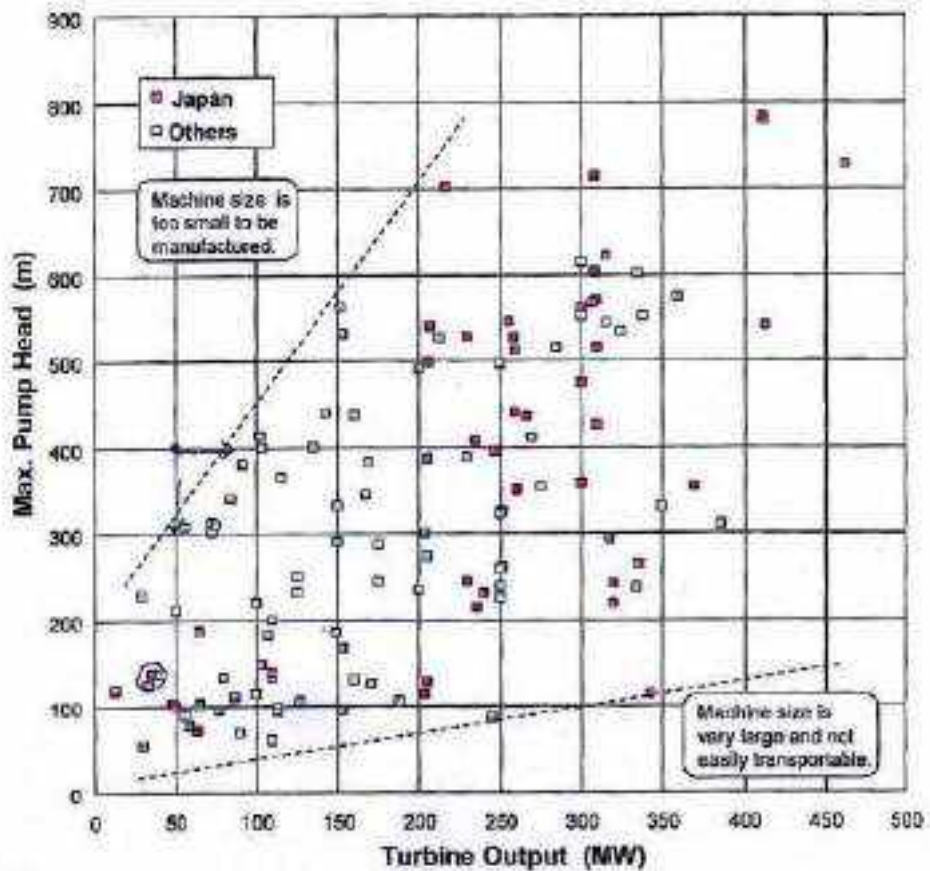
5.2.- Accesos

El acceso a la balsa a construir así como a las obras de la conducción forzada y túnel, se hará por medio de la carretera EP-2202 Baiona – O Rosal, y el desvío de la misma existente en el Alto da Nogueira.

El acceso a la central, cámara de transformadores, y parque de alta tensión, se realizara desde la carretera PO-552 Baiona – A Guardia, al encontrarse la explanada de Punta Centinela, a menos de 300 metros de la citada carretera.

5.3.- Características generales

El diseño de la instalación, se ha determinado en base a la topografía existente en la zona, y en el conocimiento de centrales de similares características existentes, tomado la referencia facilitada por la compañía japonesa J POWER, que se refleja en el cuadro siguiente:



Trend and limitation of Francis type pump-turbine

En función de ello, se proyecta la central para una potencia de 250 MW., mediante dos grupos reversibles para un caudal nominal por grupo de 34,50 m³/s en turbinación y 27,60 m³/s en bombeo, con turbinas tipo Francis.

La balsa superior, se dimensiona en función del estudio de optimización de la producción, con el objeto de minimizar su impacto visual, resultando una lamina de agua de 25,64 Has., con una capacidad de almacenamiento de 5.515 Hm³

La ocupación de los terrenos del monte de mano común exclusivamente para la balsa será de 39,91Has., a los que habrá que añadir 42,35 Has. de terrenos vinculados inalterados, para el cumplimiento de la legislación urbanística.

El aprovechamiento hidroeléctrico, mediante central reversible utilizando agua del mar, comprende la balsa de almacenamiento superior, el mar del Océano Atlántico, el circuito hidráulico que los conecta, la central, galerías, y pozos de salida de cableado de potencia, parque de alta tensión, y accesos.

En su diseño, se ha tratado de minimizar los impactos medioambientales referidos a la balsa de almacenamiento -único elemento exterior- de la explotación apreciable, ya que la rampa de acceso a la central quedara disimulada en la explanada de cubrición de la central y las instalaciones de la subestación no sobresaldrán de la citada explanada.

La tubería forzada discurrirá toda ella enterrada o subterránea. Desde la balsa superior, a partir de la obra de toma, partirá enterrada, previa excavación a cielo abierto, con una pendiente suave, hasta la vertical del Alto do Facho, donde pasara a discurrir su trazado totalmente subterránea mediante pozo vertical, para continuar en galería horizontal hasta volver a tramo enterrado, para de nuevo discurrir en pozo y galería vertical, hasta llegar a la proximidad de la central donde se repartirá el caudal a cada grupo, hasta las válvulas de guarda.

5.4.- Balsa superior

Su dimensionamiento se ha realizado atendiendo a la minimización de su impacto medioambiental.

Para ello, se dispone a media ladera adaptándose a la topografía del lugar, lo que permite la utilización del mejor material de los volúmenes de excavación en el terraplén del dique de cierre, utilizándose los sobrantes de las excavaciones de menor calidad en el recubrimiento aguas abajo del dique de cerramiento, y conseguir así la mejor revegetación, al poder seguir utilizando el suelo como explotación forestal.

Tendrá una forma cuasi cuadrada ubicándose al este del Alto do Facho, en dirección NO. Todo el fondo de la balsa se apoyara en terreno firme, para garantizar que no se produzcan asentamientos, a igual que la solera para el dique de escollera a construir con materiales procedentes de la excavación.

Esta solución produce un excedente sobre el volumen necesario para construir la parte de la balsa, mediante dique por lo que el material sobrante (el de peor condiciones geotécnicas), se extenderá desde la coronación del dique sobre su talud exterior con una ligera compactación, sobre la cual se colocara la capa de tierra vegetal que permitirá la plantación de especies arbóreas., para no limitar la explotación forestal de esta superficie.

Con esta solución, se mejora además las condiciones de estabilidad de la parte de la balsa, cuyo cierre se realiza con dique de escollera.

La excavación de los bordes de la balsa, sobre el terreno natural, se realizaran con taludes 2,00 m. horizontal, 1 m. vertical-, para facilitar la colocación del sistema de impermeabilización

Las dimensiones en planta medidas en interior de la base serán de 394,06 m. de ancho por 404,08 m. de largo, en su punto medio.

El fondo del embalse superior se ubicará en la elevación 400,00 m mientras que la coronación de los diques perimetrales se ubicarán en la elevación 425,00 m siendo en mínimo nivel de operación en la elevación 400,50 m y el máximo nivel de operación en la elevación 424,00 m.

Los taludes del dique perimetral de escollera serán de 2/1 H/V en ambos paramentos con un pasillo de coronación de 8,00 m de ancho, y en el paramento interior, con un bancal de 5,00 m. de anchura situado a la mitad de su altura.

La impermeabilización del dique, se ejecutará con materiales seleccionados provenientes de la excavación, y se instalara una lámina impermeable de PEAD de 2,5 mm. de espesor con uniones por termofusión sobre filtro de geotextil no tejido de filamentos continuos de polipropileno 100% perforados por las dos caras de 300 gr./m² apoyado sobre un espesor de 15 cm. de material clasificado de préstamo compactado al 95% del P.M. para evitar daños en la impermeabilización.

Los taludes no impermeabilizados (exteriores) se recubrirán con una capa vegetal de 30 cm. de espesor mínimo y se hidrosiembra. Todo el recinto será vallado.

El volumen disponible entre las elevaciones 424,00 m. y 400,50 m permite a la instalación trabajar a plena carga de forma semanal.

Bajo el fondo del depósito se ubicará una red de drenaje comunicada con el filtro geotextil que concluirá en una galería de inspección y drenaje de 2,50 m. de altura y 1,60 m. de ancho.

Para la construcción del dique escollera, se utilizara el material procedente de la excavación previa selección del más adecuado, que deberá cumplir lo establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puertos, del Ministerio de Fomento (PG 3)

Su sección interior estará dividida en tres zonas principales de forma siguiente:

- Desde el talud exterior, hasta casi la mitad del dique, se utilizaran las rocas de mejor calidad y de tamaño grande y bien graduada,

desde 0,03 a 0.80 m³ para permitir una buena compactación que proporcione estabilidad a la sección.

- Para el resto del núcleo, hasta el talud interior, para apoyo de la base de la pantalla impermeabilizante, se utilizara la roca de menor calidad, bien graduada con en tamaño máximo e 0,30 m³, compactadas para reducir el asentamiento de la membrana.
- Borde del talud interior, formado por la piedra mas pequeña y grava seleccionada o bien graduadas, de aproximadamente 7,5 cms., pasando entre el 5% y el 15% por el tamiz N° 100, debidamente compactada, para proporcionar el apoyo adecuado a la pantalla impermeabilizante, para evitar pérdidas de agua, debidas a una improbable fisura de la misma
- Capa de nivelación, para apoyo de la pantalla, deberá mantener un espesor mínimo de 15 cms. y superficie lisa, y estará formada por material bien graduado con tamaño máximo de 2,5 cms. a 5,00 cms., en el que del 5% al 7% pase por el tamiz N° 200.

Para la colocación del material de escollera, se tendrán en cuenta las consideraciones siguientes:

- El asentamiento del material de escollera se ha correlacionado con la aplicación de agua; se ha demostrado que el material de escollera colocado en seco y posteriormente mojado puede tener un asentamiento apreciable. Durante mucho tiempo se ha defendido que el riego es un método que asegura el contacto entre las piedras más grandes y el lavado de los materiales más finos hasta los huecos. Sin embargo, cuando el material de escollera se pone en espesores delgados y se compacta con rodillos vibratorios, no hay ninguna prueba definida que indique que regando se reduzca de forma significativa el asiento total.
- La cantidad de agua usada para regar ha variado mucho, pero normalmente el rango es de dos a cuatro veces el volumen de roca; la piedra sucia exige mas agua para lavar los finos. En el caso de rocas excepcionalmente sucias, las segregaciones pueden causar una capa de finos saturada de agua debajo de la superficie de la roca cuando s descarga y se riega. La capa será relativamente impermeable y dificultará o impedirá que se mojen todas las partes de las piedras de la capa por debajo de la superficie de finos. Esto puede corregirse usando capas más

gruesas que permitan aumentar el tiempo de regado o quizás mojando la escollera antes de la colocación.

- El regado se hace normalmente con boquillas que tiene un diámetros de entre 6,40 a 12,20 cms. Debe estar disponible un equipo de regado suficiente para logra máximos ratios de colocación de escollera; sino, puede limitarse la cantidad de escolera colocada. Los equipos de regado deben ser móviles. Actualmente el método de construcción mas usado, es colocar la escollera en tongadas delgadas y compactadas con rodillo vibrador.
- La construcción de una balsa de escollera con pantalla, consta de tres zonas de material. El material aguas abajo del eje mediano vertical de su sección, debe ser sólido, roca durable de alta calidad vertida en capas de 0,30 a 1,20 m., y compactada con rodillo vibratorio. El material de aguas arriba del eje mediano vertical de su sección, puede ser roca de menor calidad que la zona de aguas abajo, y pude ser vertida en capas de 0,30 a 0,90 m. compactada con rodillo vibratorio. La zona de apoyo de la membrana de PEAD que proporcionara la superficie de sustentación para la misma, de aguas arriba, puede ser material procesado o seleccionado de la cimentación o prestamos de excavación de vaciados. El material de esta zona debe compactarse en capas de 30 cms., con tractor tipo oruga o con rodillo vibrador, y el material debe mojarse totalmente antes de la compactación. La superficie del material de esta zona debe ser compactada con pasadas de un rodillo vibratorio hacia arriba y debajo de la superficie. Generalmente la vibración se para después de las dos primeras pasadas para prevenir desplazamientos. Si se coloca una capa de base sobre paramento, esta deberá ser compactada con pasadas de un rodillo liso vibratorio hacia arriba y debajo de la superficie de la misma forma descrita para la superficie anterior.

El camino de coronación tiene una anchura de 8,00 m. formado por un todo uno artificial de 20 cms. de espesor, con tierras procedentes de la excavación compactadas al 98% P. M., rematado en su borde interior con una resguarda lastre de hormigón, sobre el anclaje de la lámina impermeable de PEAD de 2,50 mm., y por su borde exterior por una cuneta.

El resguardo tiene por objeto proporcionar protección contra la elevación de las olas y las posibles salpicaduras, como consecuencia de la acción del viento sobre la lámina de agua con el embalse lleno.

5.5.- Tubería forzada

La tubería forzada se desarrollará totalmente enterrada, y en parte de su longitud en pozo y galerías.

El diámetro de perforación será de 5,00 m.

Constructivamente constará de una tubería de 4,00 metros de diámetro interior, de distintos espesores, con tramos en PRFV, reforzado con fibra de vidrio y acero.

En planta constara de cuatro alineaciones acodadas entre si mediante arcos de 100,00 m. de radio.

La primera alineación, a partir de la obra de toma de la balsa, tendrá una longitud de 26,44 m., a la que seguirá un arco de 37,13° y 64,96 m. de longitud, a partir del cual se mantendrá la alineación hasta el pozo vertical, en cuyo fondo, se producirá un cambio de alineación hasta otro arco de 26,31° y 46,29 m. de longitud, de donde partirá la última alineación de la tubería, hasta otro pozo vertical, para enlazar con la bifurcación hacia los grupos.

El perfil, constará de 7 alineaciones acordadas entre sí mediante arcos de 20 m. y 100 m. de radio

El tramo inicial contendrá la transición de entrada a la tubería forzada mediante una toma de forma abocinada con una altura constante interior de 4,80 metros. Antes de la compuerta se realizara una apertura de las paredes laterales de 5° y 6,50 m. antes de otros 5°. Este semiángulo de apertura de 10° se mantendrá a lo largo de 16 m., punto a partir del cual comienza la transición elíptica que debido a su forma rectangular y sección variable se diseña con una longitud de 8,00 m.

Las rejillas se dispondrán en 4 paneles, 2 centrales perpendiculares al eje de la conducción en planta, y los otros 2 de los en los extremos formando un ángulo de 60° respecto al eje de la conducción, todos ellos verticales, que se apoyaran en los laterales de la toma y en 3 partidores.

Los partidores cumplen la función de direccional el flujo de aguas arristrar las rejillas y servir de apoyo para la losa superior del abocinamiento.

Al funcionar como tomas permanentemente sumergidas, no resulta necesario instalar limpia rejillas.

Las compuertas de toma se sitúan al inicio de la transición del conducto rectangular de 4,00 x4,80 m., a circular de diámetro de 4,00 metros.

Su accionamiento, se realizara en una torre cilíndrica aislada, que se sitúa próxima al paramento interior del dique de la balsa, a la que se accederá desde la coronación mediante una pasarela.

La primera alineación, saliendo desde el depósito superior, tendrá un primer tramo de 697,57 m., con una pendiente del 0,93 %, y un segundo con una pendiente del 2,62 %, enlazado con un arco de 10,32°.

La segunda alineación tendrá una longitud de 159,56 m. y una pendiente del 21,31 %.

La tercera alineación será un pozo vertical de 174,89 m.

La cuarta alineación, será horizontal mediante túnel de 288,58 m.

La quinta alineación, discurrirá enterrada y paralela al terreno con una pendiente media de 24,41%, y una longitud de 392,49 m.

La sexta alineación, volverá a ser un pozo vertical de 36,34 m. y el último tramo será horizontal, finalizando en la pieza de bifurcación hacia los dos grupos de generación/bombeo, mediante dos ramales de 2,50 m. de diámetro y 43,34 m. de longitud, hasta llegar a las bridas de unión con las dos válvulas esféricas de protección para cada grupo.

La longitud total de la tubería forzada entre la transición de la toma y la bifurcación de los grupos, resulta de 1.898,63 m.

5.6.- Central

La central será subterránea, pero se ejecutará mediante excavación a cielo abierto.

Para ello, previamente al inicio de la excavación de la central, se procederá a la explanación de la zona, hasta la cota $\pm 0:00$ m., coincidente con la de la parte superior de la cubierta, hasta llegar al nivel de las tuberías forzadas de los dos grupos, desde donde se realizara la excavación de sus túneles, así como el resto del túnel horizontal, para la tubería forzada.

Según se vaya avanzando la excavación en vertical de la central, se irán construyendo los muros de sostenimiento inicialmente con pantallas, hasta donde la consistencia del terreno lo permita, para continuar hasta el fondo con

el procedimiento de bataches previa excavación tradicional mediante voladuras controladas y/o utilización de líquidos expansivos, hasta llegar al nivel de las tuberías forzadas de los dos grupos, desde donde se realizara la excavación de sus túneles, así como el resto del túnel horizontal, para la tubería forzada.

Sobre la cubierta de la central (cota +22,27) se situará un caseto de $6,70 \times 5,00 = 33,50 \text{ m}^2$ y una altura al alero de 3 m., para acceso a las escaleras y ascensor de las plantas inferiores, así como una trampilla estanca de $12,40 \times 12,40$, para el transporte en vertical de la maquinaria, mediante grúas móviles.

En la central, se instalaran dos grupos de turbinas reversibles de 238,12 MW. de potencia en la fase de turbinación, y 261,07 MW. en la operación de bombeo. El caudal estimado unitario estimado de cada grupo será de $34,50 \text{ m}^3/\text{s}$ en la operación de turbinación, y $27,60 \text{ m}^3/\text{s}$ en operación de bombeo.

El circuito hidráulico se ha proyectado con doble sistema de cierre, tanto aguas arriba, como aguas debajo de los grupos instalados. En el circuito de aguas arriba se dispondrá de una compuerta que cierra la conducción común, próxima a la toma de la balsa superior, y ambas válvulas esféricas estarán situadas en la galería de la central. El circuito aguas abajo se dispondrá de compuertas hacia la mitad de cada uno de los tramos individuales de las conducciones y una compuerta al final del tramo común, que remonta con planchas sobre perfiles, tal como se refleja en los planos.

En su mayor parte los circuitos, se proyectan con conducción unida, y únicamente en las proximidades de la central se ejecutara la separación de los caudales para cada grupo por medio de las correspondientes conducciones.

La salida del cableado de generación se ejecutara por medio de dos pozos verticales hasta el parque de alta tensión, situado en la subestación.

En la cota -19,00 m. en una planta de $68,10 \text{ m.} \times 19,65 \text{ m.}$ se situara la plataforma de montaje, a la que se accederá mediante una trampilla estanca de $12,40 \times 12,40 \text{ m.}$ insertada en la cubierta de la central, por cuyo hueco se transportara la maquinaria mediante grúas móviles.

Así mismo, en esta cota se instalara la sala de control, y en su parte superior el puente grúa de 180/20 T.

En la cota - 24,80 m., en una planta de $56,26 \text{ m.} \times 19,65 \text{ m.}$ se sitúa el nivel de la planta de los alternadores con sus instalaciones auxiliares. La planta de alternadores se comunicara con las plantas superiores e inferiores, mediante el desarrollo de tramos de escaleras correspondientes a cada planta.

En la parte superior de los huecos de los recintos donde se situaran los alternadores, apoyaran dos tapas móviles para permitir que por estos huecos

se puedan colocar la cámara espiral, rodete y tubo de aspiración, permitiendo además el acceso a las válvulas de las tuberías forzadas.

Así mismo de esta planta, partirán dos pozos por las que discurrirán las barras de generación, hasta llegar a la subestación.

En la cota – 31,27 m. en una planta con las mismas dimensiones que la planta de alternadores, se sitúa la planta de turbinas. En esta planta, se situaran los equipos auxiliares de las turbinas, y se instalara un pequeño polipasto de 2,00 T., para movimiento de equipos, con el pozo de achique.

Y finalmente, por debajo de la planta de turbinas, se instalara la planta de la cámara espiral, a la cota - 37,70 m. y dimensiones 44,72 m. x 19,65 m. las válvulas de guarda, planta para eje de aspiración a la cota – 37,25 m., así como las correspondientes galerías de acceso, bajo las cuales se sitúa la galería de drenaje y el pozo de achique.

5.7.- Restitución al mar

Tras los dos grupos generadores y a continuación de los codos de aspiración, partirán dos tuberías de 3,00 m. de diámetro, perpendiculares al eje de la central. En ambas tuberías se colocarán compuertas para aislar los grupos reversibles.

A la tubería que parte del primer grupo, se unirá la del segundo grupo, dando inicio al conducto circular de aspiración con un diámetro de 4,50 m., en una longitud de 15,30 m. donde se iniciara una transición de 12,60 m. de longitud circular rectangular, para quedar con unas dimensiones de 4,50 m. x 6,00 m. hasta llegar a la obra de toma, consistente en un romboide, de dimensiones 18,40 m. lado vertical en el que se integrara la transición de 4,50 x 6,00 m., 9,20 m. de base y 5,36 m. escalón fondo marino-obra de toma, siendo el cuarto lado virtual, al tratarse de lamina de agua, con una anchura de 18,00 m.

Todo el conducto de aspiración discurrirá con una pendiente constante del 67.37 %

Después de las rejillas, se colocara una compuerta, que permitirá aislar todo el conducto de aspiración, situada en un pozo de hormigón armado de 4,50 m. x 5,97 m. unido a la transición descrita.

5.8.- Compuertas de aspiracion

En recintos adosados a la central, tal como se reflejan en planos, se situaran los accionamientos de las compuertas de aspiración, con unas dimensiones, de 3,00 x 3,00 m.

El funcionamiento en condiciones normales será con presiones equilibradas, en cierre y apertura, pero estarán dimensionadas para cerrar en carga, bajo la máxima presión y abrir con pequeñas aperturas para llenar el tubo de aspiración y equilibrado de presiones.

Así mismo, deberán soportar la importante contrapresión como consecuencia del desnivel entre la bajamar y la cota inferior de los tubos de aspiración

Las compuertas de aspiración permanecerán abiertas normalmente, pero podrán cerrarse automáticamente ante cualquier emergencia. Su accionamiento será mediante un cilindro hidráulico con aceite a presión a través de la correspondiente bomba, y contará con un sistema de desenclavamiento, para permitir el cierre de la compuerta en situaciones de emergencia, por falta de energía eléctrica.

Par los trabajos de montaje, mantenimiento, y maniobras requeridas por la explotación, se instalaran para cada una de las compuertas, polipastos de 20 T.

5.9.- Equipos a instalar

Se prevé la instalación de dos grupos reversibles turbina-bomba/generador-motor, con dos válvulas esféricas en el lado de presión y dos compuertas en el lado de aspiración.

5.9.1.- Válvulas esféricas

Para la protección de los grupos, se instalara una válvula tipo esférica a la entrada de la cámara de espiral en cada una de las turbo bombas

Se han proyectado la instalación de 2 válvulas esféricas de 1,60 metros de diámetro. Estas válvulas normalmente funcionarán por medio de presión equilibrada, y se ha tenido en cuenta en su diseño, que puedan cerrar en carga en las condiciones mas desfavorables de caudal y presión.

La presión con que se diseñan cada una de las válvulas para su funcionamiento, incluirá un 45% de sobrepresión por golpe de ariete. Las válvulas serán probadas en taller con una presión del 150% sobre la calculada para su diseño y fabricación.

El alojamiento de las válvulas se hará en fosos independientes, a la misma cota que la cámara espiral de las turbinas.

El cuerpo de la válvula llevara unos cojinetes autolubricados, que permiten el giro del obturador de la válvula. La parte de los ejes sobre la que se deslizan los citados cojinetes se ejecutara en acero inoxidable.

El cuerpo de la válvula aguas arriba estará unido directamente a la tubería forzada y aguas abajo dispondrá de un carrete, con junta de desmontaje. A ambos lados de la válvula existirán dos entradas de hombre.

Cada una de las válvulas está equipada con un by-pass, dotado de una válvula de aislamiento y otra automática, con capacidad para equilibrar las presiones a los dos lados de la válvula, para que puedan abrir con presiones equilibradas.

Su accionamiento en apertura y cierre, será mediante un cilindro hidráulico de doble efecto, accionado por aceite a presión proporcionado por un equipo propio.

5.9.2.- Grupos reversibles

Los dos grupos reversibles Francis de eje vertical, se ubicaran en la galería principal de la central, y contarán con tres cojinetes guía –superior e inferior del alternador y de turbina- con el cojinete de empuje situado por encima del alternador, combinado con el cojinete guía superior.

En la parte inferior de los cojinetes de los álabes directrices, existirá un acceso con la finalidad de facilitar el mantenimiento y desmontaje de los mismos, sin necesidad de desmontar otras partes de la turbina.

Para el desmontaje la turbina se adopta la solución lateral/intermedio, que se realizara hacia el hueco de las válvulas esféricas; por disponer las mismas de un eje intermedio desmontable, y por lo que el foso contará con los medios necesarios de elevación para esta maniobra.

Como el rodete necesita estar desanegado para el arranque directo asíncrono, las turbinas estarán dotadas de los equipos y elementos necesarios que les permitirá funcionar como compensadores síncronos.

La cámara espiral llegará al carrete de desmontaje, de la válvula esférica. El conjunto de cámara espiral y predistribuidor irán hormigonados; y sobre los anillos del predistribuidor irán atornilladas las tapas superior, e inferior de la turbina.

Los portacojinetes de los álabes directrices irán alojados en las tapas, y atornillados a las mismas; La tapa superior soportara el cojinete guía y las juntas del eje, y la tapa inferior amarrara el cono de aspiración.

El rodete de la turbina será ejecutado en acero inoxidable, para resistir adecuadamente la agresión del agua marina.

Formaran el distribuidor un conjunto de álabes directrices de acero inoxidable, que serán accionados mediante aceite a presión, por servomotores de doble efecto.

Para permitir la revisión o sustitución de los álabes directrices, sin desmontar las tapas de la turbina, sus cojinetes irán montados sobre portacojinetes desmontables.

Se dotara de un acceso al cojinete inferior de los álabes, que permita su mantenimiento y desmontaje sin necesidad de desmontar otras partes de la turbina.

El tubo de aspiración será de acero inoxidable para resistir adecuadamente la agresión del agua marina; y el cono de aspiración estará unido a la tapa inferior, contando con un acceso de personal para inspección y reparación del rodete, mediante un plataforma desmontable que se introducirá por medio del citado acceso.

Su regulación se realizara mediante tecnología digital que controlara la regulación de la velocidad/potencia del grupo, utilizando variadores de frecuencia que permitirán conseguir velocidades variables que pueden regular la energía consumida en la operación de bombeo

Cada una de las turbinas, contarán con equipos de aceites propios, que constara de dos bombas de corriente alterna, colocadas sobre un depósito con capacidad para todo el aceite que se usa en el sistema, electroválvulas, válvulas, filtros, etc.

Por seguridad se instalara un acumulador de aire/aceite a presión con capacidad para maniobrar los grupos en condiciones de emergencia.

5.9.3.- Generadores – Motores

Se instalaran dos generadores –motores, bi-giro, trifásicos, con una tensión de 13,80 KV., 50 Hz. de frecuencia, 280 MVA. de potencia aparente, y una velocidad de giro de 600 r.p.m.

Irán instalados en un recinto de hormigón, y su refrigeración se realizara por circulación de aire en circuito cerrado, refrigerado a su vez con radiadores de agua. En la parte superior de la maquina ira el cojinete de empuje, dimensionado para soportar el máximo empuje hidráulico y el peso de todas las partes giratorias.

El estator ira situado en una carcasa construida en acero laminado.

Su bobinado será de barras tipo Roebel, con un aislamiento realizado con una cinta de mica impregnada con resinas epoxi termoendurecibles.

Contará con sondas termométricas, para medir la temperatura del bobinado del estator.

La línea de ejes estará constituida por el cubo del rotor y dos semiejes; atornillados al cubo y mecanizados para la instalación de los cojinetes guía: el inferior para el acoplamiento del eje de la turbina; y el superior, atornillado al cubo para la instalación del cojinete combinado empuje-guía superior, cables de excitación y anillos colectores. Los cojinetes serán autolubricados.

Cada uno de los cojinetes dispondrá de indicadores de temperatura, e interruptores de nivel de aceite en la cuba, con los contactos de alarma y disparo necesarios para el control y protección del grupo, incluido los de vibraciones.

Se dispondrá de un sistema de excitación estática, cuyo primario ira conectado directamente a las bornas de la maquina, y estará preparado para funcionar:

- Como generador y/o motor acoplado a la red.
- Como generador de arrastre para arranque síncrono del otro grupo de la central.
- Arranque síncrono como motor arrastrado por el otro grupo de la central.
- Arranque mediante equipo arrancador estático.
- Frenado eléctrico.

Desde cada unidad de generación de 13,80 KV., a partir de sus terminales, comenzaran las líneas de salida del mismo, que terminaran en la conexión de las barras de generación con los transformadores trifásicos de los grupos.

El embarrado principal, irá blindado y conectará el generador-motor con los transformadores trifásicos de potencia. El blindado será por fase aislada con tubos de aluminio de gran pureza y alta conductividad, montados sobre aisladores de porcelana, instalado en el interior de una envolvente metálica y separada por un espacio de aire de las envolventes de las otras fases.

La instalación se completara con las celdas de aparellaje del sistema de 20 kV., que serán de construcción blindada y divididas en compartimentos independientes mediante paneles metálicos.

Asimismo, cada grupo llevara asociado un transformador trifásico para elevación de la tensión de generación (13,80 KV) a la tensión de la red de transponte (220 KV.), instalados en un recinto semienterrado, como se refleja en los planos.

Los dos circuitos trifásicos, se instalaran al aire, por galerías y pozos, con disposición: horizontal, vertical e inclinada. El tipo de cable será monofásico con aislamiento XLPE, con conductor de aluminio clase 2.

5.9.4.- Sistemas de servicios complementarios

a.- Refrigeración

Servirá para suministrar agua a presión con el caudal y grado de limpieza adecuado para eliminación del calor producido en:

- Estator de los alternadores.
- Cojinetes guía y de empuje de los alternadores.
- Cojinete guía de las turbinas.
- Sistema de regulación de turbinas.
- Transformadores de generación.

El sistema funcionara en circuito abierto, mediante la toma del agua en los tubos de aspiración de las turbinas, impulsándola con tres bombas -una por grupo y una de reserva- a los circuitos de refrigeración, retornara de nuevo a los mismos tubos mediante un colector de desagüe por grupo.

Cada grupo turbina/alternador contará con un sistema de refrigeración independiente.

b.- Agotamiento y Achique

Su función será la de evacuar al exterior todas las aguas vertidas y recogidas en el pozo de agotamiento de la central, este tendrá sección rectangular, localizándose en un extremo de la central, con acceso desde la galería de los codos de aspiración.

b.1.- Achique

El sistema de achique constará de un colector general, que recorriendo la galería de drenaje, recogerá las tuberías de vaciado de cada uno de los tubos de aspiración de los grupos

b.2.- Agotamiento

En el pozo de agotamiento, se instalaran cuatro bombas iguales sumergibles, conectadas de dos en dos a los colectores de impulsión, para bombear al exterior.

c.- Aire Comprimido

c.3.1.- Frenado del Rotor

Para frenar los rotores de los alternadores se dispondrá de gatos, operados por aire comprimido, para detener el movimiento del rotor en un tiempo inferior a 1 minuto desde el 30 % de la velocidad nominal.

Para realizar el frenado se dispondrá de un sistema de aire comprimido común para los dos alternadores, y compuesto por dos grupos motocompresores que suministrarán aire a 30 kg/cm², e irán montados sobre calderines que almacenaran y suministraran el aire a los armarios de frenado, estando preparados para poder realizar indistintamente las acciones de frenado o desfrenado.

c.3.2.- Barras de Generación

Las barras de generación de fases segregadas irán dentro de envolventes metálicas, para su aislamiento y protección, conductos que se rellenaran de aire presurizado para mantener el ambiente interior en condiciones idóneas de humedad y limpieza.

c.3.3.- Desanegado

Con objeto de disminuir la potencia necesaria cuando arranquen los grupos funcionando con bombas, debe realizarse previamente el desanegado de la turbina y la introducción de aire, mediante un equipo independiente para cada grupo formado por un compresor, acumulador de aire, tuberías, valvulería, e instrumentación adecuada.

Por seguridad, se instalara un compresor de reserva por cada grupo.

5.9.5.- Puente grúa

El traslado la de maquinaria de menos dimensiones a la Central subterránea se realizara a través de una trampilla aneja a la escalera de acceso, con un polipasto para su traslado hasta la planta de montaje de la central; y el resto mediante una trampilla de 12,40 x 12,40 m. colocada en la cubierta de la central.

En la planta de montaje se instalará el puente grúa de la Central, formado por dos carros independientes con una capacidad de elevación cada uno de 180 T.; asimismo se contara con un polipasto auxiliar de 20 T.

5.9.6.- Compuerta de toma de agua de mar

Con el fin de poder realizar la revisión de las compuertas de espiración así como el conducto de aspiración, desde las mismas, se colocara una compuerta al inicio de la conducción, después del distribuidor de toma de agua de mar y sus rejillas de entrada, con las características siguientes:

- Tipo..... Deslizante
- Dimensiones..... 5,00 x 7,50 m.
- Funcionamiento.....Hidráulico

5.10.- Subestación

La subestación eléctrica transformadora se situara en una parcela de unas dimensiones en planta de 50,00 x 80,00 metros ubicada en una explanada, situada en el monte de Mougás, fuera de la línea de servidumbre de costas, sobre el margen izquierdo de la carretera Baiona- A Guardi, colindante con la

misma y respetando la línea de edificación, establecida en la legislación carreteras de Galicia

La subestación se proyecta con tecnología compacta PASS (Plug And Switch System), módulo de apartamento híbrida de ABB, consiguiendo de esta forma una reducción del espacio ocupado así como el impacto visual de la misma.

Los factores principales de funcionamiento de la serie PASS, se apuntan brevemente a continuación:

- Todas las funciones de una celda se combinan en un sólo módulo.
- Las funciones de trabajo y seccionamiento se integran dentro de una carcasa con SF6.
- El producto es transportable y fácil de instalar.
- Máxima fiabilidad, garantizada por la tecnología SF6.
- Extremadamente versátil al exponer soluciones y configuración de subestaciones.

La característica innovadora del sistema PASS es el seccionador, cuyos contactos móviles se integran en la propia cámara.

El giro correcto de los contactos móviles permite las siguientes funciones:

- Desconexión de línea.
- Desconexión de la barra colectora.
- Puesta a tierra de la línea mediante el cierre del interruptor automático.
- Puesta a tierra de la barra mediante el cierre del interruptor automático.

Todas estas configuraciones se consiguen mediante el mismo elemento de accionamiento.

Los diferentes módulos PASS contarán con los siguientes componentes:

- Interruptor.
- Seccionador.

- Interruptor de puesta a tierra.
- Transformadores de intensidad.
- Aisladores de apoyos.

El resto de los componentes de la SET serán los comprendidos por los transformadores de potencia, transformador de servicios auxiliares, transformador de arranque estático, TT's, celdas de media tensión, etc...

Las características de la subestación, se describen con detalle en el anejo Nº 4, del presente proyecto básico de construcción.

6.- GEOLOGÍA.

Si bien para el desarrollo del proyecto de construcción se efectuarán los oportunos estudios geológicos-geotécnicos con las campañas de prospección precisas para analizar con detalle las dificultades inherentes a la ejecución de las obras proyectadas, se ha efectuado una primera aproximación mediante las hojas del mapa geológico de España 1/50000 publicado por el Instituto Geológico y Minero de España, y en particular de las hojas 260 (03-12) y 261 (04-12 como relleno) que se adjunta apreciando lo siguiente:

- Zona del depósito superior:
Se trata de un macizo de rocas ígneas (básicamente migmatitas y granitos de afinidad alcalina), sin grandes discontinuidades.
- Zona del pozo y galería:
Se trata igualmente de un macizo de rocas ígneas (en este caso básicamente granitos de dos micras), existiendo la posibilidad de dos pequeñas fallas en el tercio inferior (desde aguas arriba a aguas abajo) del trazado del túnel.
- Zona de Central:
La zona donde se situará la Central está fuera de los conos de deyección existentes a unos 250 metros al norte y al sur de la ubicación prevista. Se trata como en el túnel de un macizo de rocas ígneas, granitos de dos micras, no observándose en los mapas geológicos ninguna discontinuidad significativa.

7.- DOCUMENTO AMBIENTAL PRELIMINAR.

Se adjunta como anejo N° 5, a los efectos de que el Órgano Ambiental en su momento determine si el presente proyecto, debe someterse o no a la evaluación de impacto ambiental.

8.- ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL.

El Art. 42.2 de la Ley 22/1988 de Costas, referido a la formulación del proyecto básico, establece:

“Cuando las actividades proyectadas pudieran producir una alteración importante del dominio público marítimo – terrestre se requerirá además una previa evaluación de sus efectos sobre el mismo, en la forma que se determine reglamentariamente”.

Y el Art. 44.3

“Cuando el proyecto contenga la previsión de actuaciones en el mar o en la zona marítimo – terrestre, deberá contener un estudio básico de la dinámica litoral, referido a la unidad fisiográfica costera correspondiente y de los efectos de las actuaciones previstas”.

Entre ambos, el artículo intercalado aclara que las obras se ejecutarán conforme al proyecto de construcción que en cada caso se apruebe, que contemplará el proyecto básico.

De la lectura incardinada de estos contenidos al solicitar una concesión debe de resultar una interpretación lógica:

Si las obras que afectan al dominio público marítimo – terrestre (que incluye el mar) pudieran producir una alteración importante del mismo, el proyecto básico deberá incluir una evaluación previa de los posibles efectos, y en todos los casos el proyecto de construcción, deberá contener un estudio básico de dinámica litoral.

Para tener la seguridad, sobre el posible efecto de las obras de toma, se encargó al Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente de la Universidad de A Coruña, el -Estudio hidrodinámico del entorno costero de Punta Centinela. Determinación de oleaje, corrientes y transporte litoral potencial-. (Anejo N° 6) del que se deducen las conclusiones siguientes:

- Los oleajes dominantes en la zona de análisis para el régimen extremal son los procedentes de las direcciones W, WNW, y NW.
- Estos oleajes de mayor presentación en aguas profundas también son los más susceptibles de afectar a la zona de estudio tras la propagación hasta la costa.
- Se ha propagado el caso extremal más representativo (Hs = 6,50m. Tp = 17 s) mediante el modelo Mopla del Sistema del de Modelado Costero (SMC), obteniendo una altura de ola entorno a 0,5 metros para la zona analizada.

- El estudio hidrodinámico refleja además que las corrientes en el punto objetivo tienen un valor máximo de 0,090 m/s, considerado bajo dada la protección natural que rodea el punto de estudio.
- El análisis de la morfología costera indica la presencia de *coidos* o bolos de granito de un metro de diámetro, con una velocidad crítica de comienzo del movimiento superior a 1 m./s.
- Por lo tanto, y dado que las velocidades máximas en dicho punto son muy inferiores a la velocidad crítica de movimiento de sedimentos, el transporte potencial de sedimentos existente en la zona es considerado nulo.
- En el análisis de usos de la zona, no se ha detectado otras afecciones relevantes en el punto de estudio.
- Por lo tanto, puede concluirse que la construcción de la obra marítima en el punto objetivo ubicado en la costa, no tendrá afecciones morfodinámicas ni de interacción con otros usos.

9.- EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El anejo 9 contiene la Evaluación de los posibles efectos del cambio climático, dando respuestas a lo estipulado en el artículo 91 del R.D. 876/2014, por el que se aprueba el Reglamento de Costas.

10.- ESTUDIO DE COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON LA ESTRATEGIA MARINA.

Por serle de aplicación a las obras proyectadas en el D.P.M.T. , el R.D. 79/2019, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas, se adjunta como Anejo 10 el correspondiente estudio.

11.- POTENCIA Y PRODUCCIONES DE LA INSTALACIÓN.

En el anejo N° 3 se calculan las pérdidas de carga, así como la potencia producida como turbina y consumida como bomba, y en el anejo N° 7 las producciones obtenidas y consumidas.

La potencia máxima eléctrica en bornas de generador trabajando como turbina será de 238,12 MW. entre los dos grupos, mientras que la potencia máxima eléctrica consumida como bomba será de 261,01 MW.

Las energías producidas y consumidas anualmente, serán de 425.878 MW.h y 609.252 MW.h respectivamente.

12.- PRESUPUESTO.

Se han calculado los presupuestos parciales a partir de las mediciones cuyos resultados se adjuntan en el documento N° 4 del Proyecto.

El presupuesto de contrata de las obras de la Central Reversible de Agua Marina de “Punta Centinela” en el Término Municipal de Oia (Pontevedra), asciende a la cantidad de 95.032.902,46 €,

A los efectos previstos en el Art. 88.1 de la Ley de Costas, el presupuesto de las obras a ejecutar en el dominio público marítimo – terrestre, asciende a 804.353,00 €.

13.- VIABILIDAD ECONÓMICO – FINANCIERA DEL PROYECTO.

En el Anejo N° 7, se justifica la viabilidad económica – financiera del proyecto.

El estudio de viabilidad, se ha realizado con el planteamiento de que la central va operar en el régimen ordinario.

14.- DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO.

El presente proyecto básico para la construcción de la central reversible de agua marina Punta Centinela, situada en el municipio de Oía, provincia de Pontevedra, consta de los documentos siguientes:

- Documento Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

- Anejo Nº 1: Central reversible de agua marina Okinawa.
- Anejo Nº 2: Planeamiento urbanístico vigente.
- Anejo Nº 3: Cálculos hidráulicos.
- Anejo Nº 4: Subestación.
- Anejo Nº 5: Documento ambiental preliminar.
- Anejo Nº 6: Estudio básico dinámico litoral.
- Anejo Nº 7: Viabilidad económica - financiera.
- Anejo Nº 8: Estudio básico de seguridad y salud.
- Anejo Nº 9: Evaluación de los posibles efectos del cambio climático
- Anejo nº 10: Estudio de compatibilidad del proyecto con la estrategia marina

- Documento Nº 2: PLANOS

Nº	TÍTULO	ESCALA
PLANOS DE INFORMACIÓN		
i1	Situación	1/25.000
i2	Emplazamiento / Topografía	1/5.000
i3	Planeamiento municipal vigente	1/10.000
i4	Plan de ordenación del litoral de Galicia (POL)	1/10.000
i5	Plan básico autonómico	1/10.000

i6	Deslinde Dominio Público Marítimo Terrestre (D.P.M.T.)	1/2.000
i7	Parcelario catastral	1/10.000
i8	Ortofoto	1/10.000

PLANOS DE PROYECTO

1.1	Planta general	1/5.000
1.2	Planta general sobre Deslinde Dominio Público Marítimo Terrestre	1/2.000
1.3	Planta general sobre Plan de ordenación del litoral de Galicia (POL)	1/10.000
1.4	Planta general sobre Plan básico autonómico	1/10.000
1.5	Planta general sobre ortofoto	1/10.000
1.6	Planta general sobre parcelario catastral	1/10.000
1.7	Planta general sobre planeamiento municipal vigente	1/10.000
1.8	Ocupación D.P.M.T., terrenos privados y afecciones según legislación de Costas y carreteras	1/10.000
		1/2.500
2.1	Depósito superior, planta	1/2.500
2.2	Depósito superior: perfiles (2 hojas)	1/5.000
2.3	Depósito superior: sección tipo y detalles	Varias
2.4	Depósito superior: toma	1/500
3	Circuito hidráulico, planta y perfil	1/5.000
4.1	Central subterránea: planta nivel de acceso (-19,00)	1/250
4.2	Central subterránea: Planta nivel de alternadores (-24,80)	1/250
4.3	Central subterránea: Planta nivel Turbinas (-31,27)	1/250

4.4	Central subterránea: Planta nivel ejes de turbinas	1/250
4.5	Central subterránea: planta nivel acceso a conos de aspiración	1/250
4.6	Central subterránea: sección A-A	1/250
4.7	Central subterránea: sección B-B	1/250
4.8	Central subterránea: sección C-C	1/250
5	Toma de mar y escollera de protección	1/500
6	Subestación	varias

- **Documento Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

- **Documento Nº 4: PRESUPUESTO:**

- **Mediciones**

- **Presupuesto**

15 .- SOLICITUD QUE SE FORMULA A LA ADMINISTRACION.

Por cuanto antecede, Hidroeléctrica de Oía S. L. solicita le sea otorgada la autorización del aprovechamiento de agua del mar sin consumo para la Central Hidroeléctrica Reversible de Agua Marina de “Punta Centinela” en el Término Municipal de Oía (Pontevedra), así como la concesión de 2.778,40 m² , para la ocupación del dominio público marítimo – terrestre necesarios de acuerdo con el presente proyecto básico y documentos anexos.

Santiago de Compostela, diciembre 2021

Benito Fernández González
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Colegiado 4752

ANEJOS

Anejo N° 1: Central Reversible Agua Marina de Okinawa.

Anejo N° 1.1: Estudio de fiabilidad de una planta de generación de agua marina.

PROYECTO BÁSICO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA
REVERSIBLE DE AGUA MARINA
PUNTA CENTINELA - OIA - PONTEVEDRA

***ANEJO Nº 1.1: ESTUDIOS DE FIABILIDAD DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE AGUA
MARINA BASADA EN UN NUEVO PROYECTO DE
PLANTA PILOTO.***

Resumen:

Los sistemas de generación eléctrica de almacenamiento de agua de mar bombeada son beneficiosos y económicos, ya que no hay necesidad de un nuevo depósito inferior y el sistema puede estar situado en las proximidades de las zonas pobladas donde haya una fuerte demanda de energía eléctrica.

Sin embargo, hay varios tipos de problemas de ingeniería que se han de superar, como la adhesión de los organismos marinos, la corrosión de los materiales, y fugas de agua de mar inesperadas o proyecciones hacia el medio ambiente circundante de agua salda del depósito superior por efecto del viento.

Con el objetivo de proporcionar medidas globales para resolver estos problemas, es necesario desarrollar un concepto de diseño adecuado para satisfacer las demandas de un nuevo material compuesto para el conducto de tubería de carga, para garantizar que el embalse superior sea impermeable y para proporcionar una estructura de toma de agua de mar en la costa.

Este artículo presenta los elementos esenciales obtenidos de un nuevo proyecto de generación de energía de almacenamiento de agua de mar bombeada - llevada a cabo por parte del gobierno del Japón (el Ministerio de Economía, Comercio e Industria) en una localización en la costa norte de la isla principal de Okinawa.

Los resultados de la planta piloto pusieron de manifiesto que las medidas adoptadas para resolver los problemas encontrados, así como el nuevo concepto de diseño en el estudio son prácticos y confiables en la realización de una planta de energía del bombeo de agua de mar de almacenamiento y hacen viable su comercialización.

Introducción

Muchas plantas de energía de almacenamiento mediante agua de río bombeada se han construido en Japón desde 1934.

Sin embargo, no son pocas las limitaciones en el medio ambiente en lo que respecta a la preservación del medio ambiente natural y en cuanto a la topografía y los requisitos geológicos.

Teniendo en cuenta estas cuestiones, el número de sitios candidatos para la construcción de nuevas plantas se encuentra en descenso.

Donde haya una costa con fuerte pendiente, la idea de plantas de energía de almacenamiento de agua de mar bombeada usando la diferencia de potencial entre en el nivel del mar y el del depósito superior, puede ser concebida.

Las ventajas de las plantas de energía de almacenamiento agua de mar bombeada puede resumirse como sigue:

- (1) Los costos de construcción se reducen porque no es necesario construir un depósito inferior.
- (2) Hay pocas restricciones sobre la topografía
- (3) El sistema puede estar situado cerca de zonas de alta demanda de energía que son típicas de las costas.

Por las razones antes mencionadas, una planta de almacenamiento de energía de bombeo de agua de mar es prometedora como ayuda a la gestión del sistema de energía eléctrica, sin embargo, en la práctica no ha sido utilizada en el país.

Había tres objetivos para el estudio, el primero profundizar en el conocimiento de los problemas de ingeniería de plantas de energía de almacenamiento e agua marina bombeada, el segundo se refiere al desarrollo de nuevos materiales y métodos para la solución de los problemas encontrados, y el tercero se centró en las propuestas de los conceptos de diseño, así como la realización de la operación de comercialización.

El nuevo proyecto de planta piloto se inició en 1987 con el propósito de desarrollar un nuevo método de bombeo de almacenamiento de generación de energía para atender el aumento en la demanda de electricidad en ese momento.

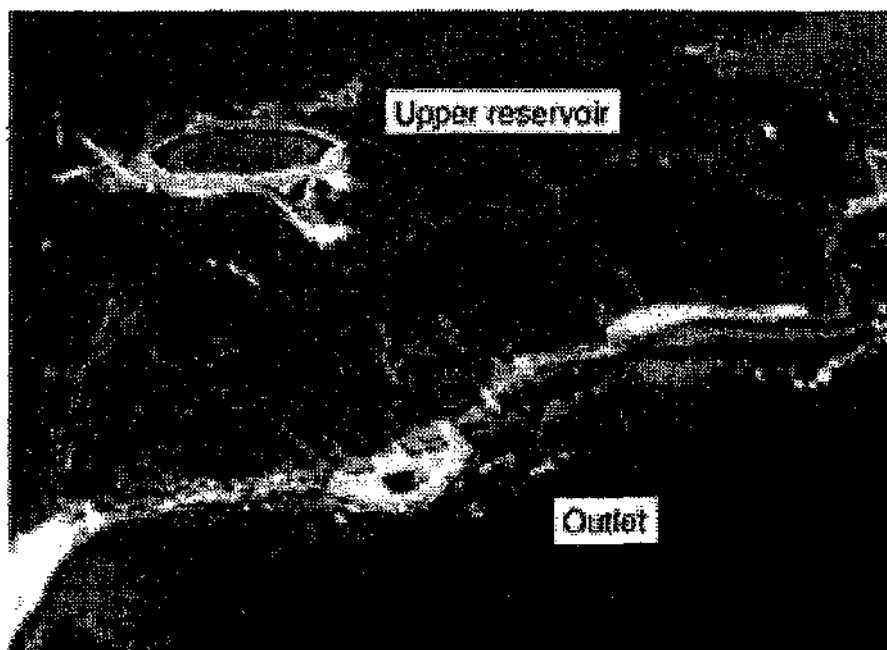


Photo 1 Aerial view of pilot plant

FOTO 1

Esquema de la Planta Piloto

La Foto 1 y figura 1 muestran una vista aérea de la planta y su ubicación, respectivamente.

La central eléctrica y el conducto se encuentran debajo de la tierra para preservar el medio ambiente natural y el paisaje.

La Figura 2 presenta un perfil vertical del sistema de la planta y en la Tabla 1 se muestra las especificaciones de los componentes diseñados.

La planta piloto se encuentra en la costa norte de la isla principal de Okinawa en el lado del Océano Pacífico.

La geología consiste en roca sedimentaria con piedra arenisca y filitas del Período Cretácico de la Era Mesozoica.

Esta planta puede hacer uso de 136 m de diferencia efectiva entre la cabeza del embalse superior y el nivel inferior del mar para obtener una descarga máxima de 26 m³ / s, con un rendimiento máximo de capacidad de generación de 30 MW.

Table 1 Specifications of the pilot plant

Items	Unit	Data
Power generation plan	Maximum power discharge	m ³ /sec 26
	Output	MW 30
Penstock	Configuration	– Circular
	Inside diameter	m 2.4
	Length (FRP pipe)	m 300
	Length (total)	m 314
Tailrace tunnel	Configuration	– Circular
	Inside diameter	m 2.7
	Length	m 205
Power station	Type	– Underground power station
	Width	m 16.4
	Height	m 32.5
	Length	m 40.4
	Pump-turbine	– Francis on a longitudinal axis

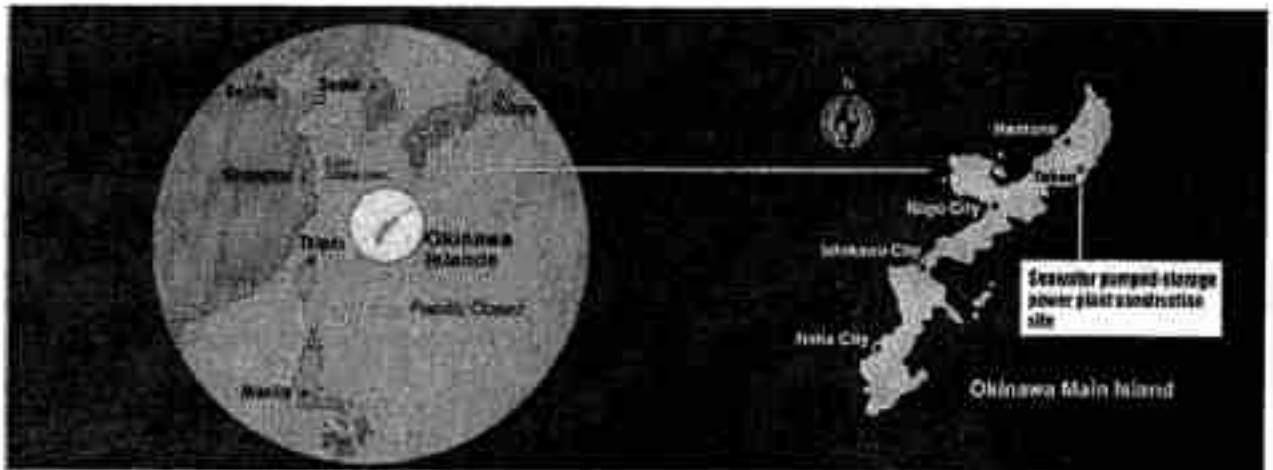


Fig. 1 Location of pilot plant

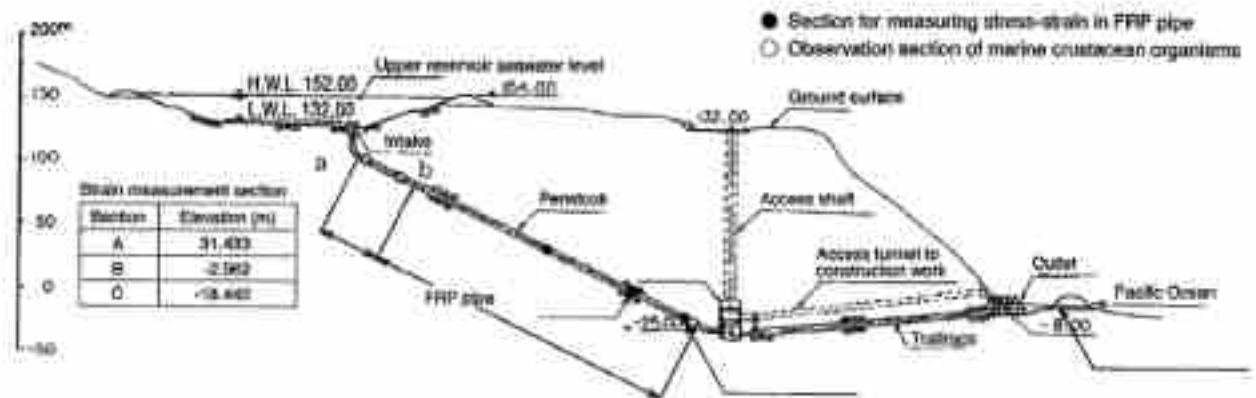


Fig. 2 Vertical profile of pilot plant

El depósito superior fue construida sobre una meseta con una altitud de aproximadamente 150 metros, una distancia de unos 600 m de la costa, y cuenta con un dique de planta octogonal, de 25 m de altura y terraplenes que rodea con una longitud de cresta de 848 m

La capacidad efectiva de almacenamiento del agua del embalse superior es de 560.000 m³.

La central de energía está a 200 metros de la costa, alrededor de 30 m bajo el nivel del mar.

El depósito superior está conectado por una tubería de carga con una longitud de 314 metros y un diámetro interior de 2,4 m, y la descarga de agua de mar se lleva a cabo a una toma de la central a través de un túnel de descarga de hormigón reforzado de 205 m de largo con un diámetro interior de 2,7 m.

Debido a que la planta piloto se diseñó también para el suministro de electricidad, la generación de energía y las operaciones de bombeado son dependientes de oferta y la demanda de energía en la isla principal de Okinawa.

La población de la isla principal de Okinawa es de 1,3 millones de personas en una superficie de 1.200 km². La isla está situada en una región subtropical y tiene una precipitación total de 2.037 milímetros al año con una temperatura media de 22,4°C. El programa de estudios de las cuestiones y los componentes chequeados se muestran en la Tabla 2.

Después de haberse llevado a cabo diez tests iniciales en relación a la planta, incluidos dos pruebas preparatorias para el suministro y drenaje, la planta fue testada desde marzo de 1999 hasta finales de 2004.

Problemas técnicos a establecer y discusión de los resultados.

Los ingenieros encargados del proyecto no tenían ninguna experiencia en el diseño de este tipo de plantas piloto o en la determinación de los elementos a analizar, sin embargo, realizaron un buen trabajo.

El proyecto constaba de los siguientes temas para resolver:

- (1) Prevención de fugas de agua de mar desde el depósito superior hasta el suelo de la roca base y la consiguiente contaminación de las aguas subterráneas causada por filtraciones de agua de mar del depósito superior.
- (2) Mitigación de los efectos indeseables de agua de mar impulsada por el viento sobre los elementos ecológicos tales como la vegetación y la agricultura en las proximidades del embalse superior.
- (3) Las pérdidas de energía eléctrica en la energía generada, el consumo de energía adicional en las operaciones de bombeo y también el deterioro de la turbina hidráulica que resulta e la adhesión de organismos marinos a las paredes de la tubería y de los corredores.
- (4) Protección de materiales metálicos y de plástico de la corrosión del agua de mar y los daños a alta presión y velocidad.
- (5) Estabilidad de la ingesta de agua de mar y de descarga con los cambios de altura de las olas en la pleamar y bajamar.
- (6) Reducción al mínimo de los daños a los arrecifes de coral cercanos de la cuenca de salida.

Con el fin de resolver estos problemas técnicos, varios ensayos e inspecciones in situ se llevaron a cabo como se muestra en la Tabla 2.

En la tabla, los componentes a ser testados corresponden a problemas técnicos y se clasifican en tres grupos: las estructuras hidráulicas, rendimiento de la turbina y máquinas de bombeo, y el impacto ambiental.

Una discusión de los resultados de la investigación se resume a continuación.

Table 2 Test schedule of pilot plant

Fiscal year		1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Test schedule	Operation	Operation started from March, 1999						◇ Regular inspection
	Inspection		◇ ◇	◇ ☆	◇ ◇	◇ ◇	◇ ☆	☆ Comprehensive inspection (with water drained)
1. Hydraulic structures		■ ■ ■						
2. Power turbine and pump machines								
3. Environmental impact								The test in 2003 was conducted only on silt dispersion.

Table 3 Test items for pilot plant

Testing Items	Seawater tightness in upper reservoir & penstock	Metal corrosion due to seawater	Head losses owing to marine organisms	Stability in operation & lower basin
Upper reservoir	Gum sheet tightness & drainage system			
Penstock	Tightness of mechanical joints	Corrosion of FRP/steel pipe	Adhesion of marine crustacean organisms to pipe wall	
R.C. Tailrace lower basin			Effect of coating material	Calmness of lower basin
Pump-turbine		Corrosion of pump-turbine runner	Hydraulic efficiency of runner	Stability of pump-turbine running
Environmental impact	Wind driven dispersed salt			Undesirable impact on coral-reef

TABLA 2

Embalse superior

De la capacidad necesaria para el depósito de la parte superior se puede calcular mediante la adición de dos elementos: el volumen (capacidad de almacenamiento real) igual al producto de la descarga disponible por la duración de la generación de energía, más el volumen muerto que no se puede tomar durante la generación de energía debido a la forma de la toma de agua.

Para mejorar la eficiencia económica, la forma de la toma de agua se ha mejorado de modo que el almacenamiento de volumen no utilizable se ha reducido tanto como es posible.

Como la figura. 2 muestra el perfil de la toma se reformó en forma de campa, a través del cual la eficiencia económica es mayor en comparación con el método convencional de la ingesta de agua.

Para evitar fugas de agua de mar desde el depósito superior en el suelo circundante, se empleo el sistema de sellado de la figura. 3 se empleo.

En este sistema, tanto el terraplén de la presa y el terreno de cimentación excavado fueron cubiertos de piedras trituradas como una capa de drenaje, un tejido no entretejido se colocó sobre esta y luego se cubrió con un grueso revestimiento de 2 mm. de etileno propileno dieno monómero (EPDM, en lo sucesivo).

La hoja de revestimiento contaba con excelente impermeabilidad, flexibilidad y durabilidad, y fue asegurada al terreno con elementos prefabricados de anclaje de hojas de revestimientos.

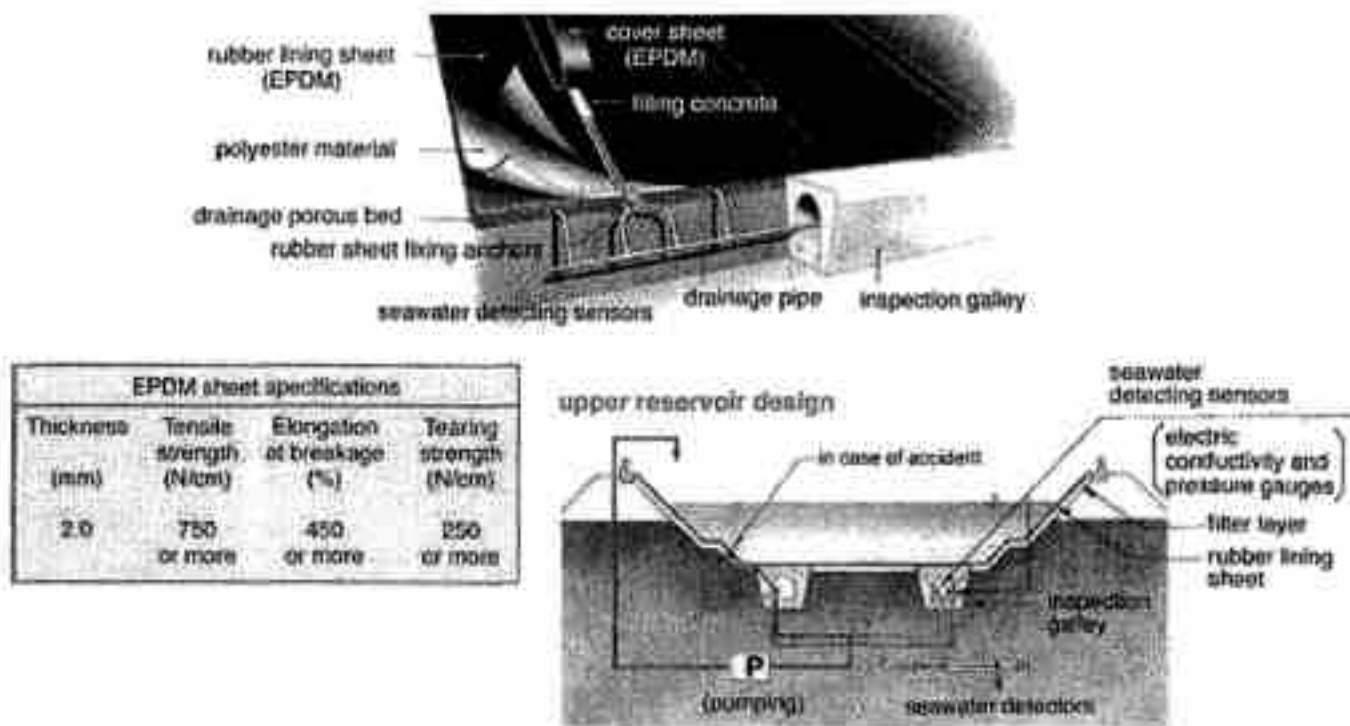


Fig. 3 The lining with rubber sheet and upper reservoir design

FIGURA 3

En el caso de fuga de agua de mar de la hoja de revestimiento, el agua del mar penetra en la capa de drenaje y desemboca en el tubería de drenaje que está conectado a la galería de inspección.

El agua del mar conducida por la tubería de drenaje se recoge en un pozo y luego se regresa al embalse superior por medio de una bomba instalada en el pozo. Para detectar las fugas de agua de mar, el tubería de drenaje está equipado con un detector de conductividad eléctrica.

La hoja de revestimiento de goma sintética es susceptible de ser afectada por radiación solar, ozono y rayos ultravioleta, y pueden sufrir cambios físicos y degradación con el tiempo.

Por esta razón, una prueba de exposición se llevó a cabo cerca de la planta piloto para evaluar la durabilidad de la hoja. En la prueba de exposición, la tasa de alargamiento a la rotura y la resistencia a la tensión se registraron en intervalos de tiempo específicos.

Los cambios en los dos tipos de muestras de ensayo con el paso del tiempo se muestran en la figura. 4. Según esto, la tasa de alargamiento a la rotura tiende a disminuir, más o menos cinco años después de la primera exposición pero permanece constantes en adelante.

La Resistencia a la tracción disminuye con el tiempo con menor importancia con respecto a la propiedad antes referida.

En la figura. 5, la tasa de retención de la elongación de la hoja de revestimiento con el tiempo que resulta de dividir la tasa de alargamiento a la rotura por la tasa de alargamiento inicial en la primera exposición se graficó después de la integración de los datos de la figura. 4 con los datos registrados en varios lugares incluyendo embalses de uso agrícola.

El diagrama sugiere que la capa de revestimiento reduce la tasa de alargamiento a la rotura después de ocho años.

Así, tras prestar atención a la variabilidad con el tiempo de la tasa de alargamiento, se definió la longevidad de la hoja de revestimiento como la duración de la capacidad de elongación que satisfaga al menos un determinado valor y se pasó a calcularlo. Basándose en los resultados de las pruebas, se determinó que el índice de elongación inicial de la hoja de revestimiento ha ser del 500%.

Teniendo en cuenta la máxima elongación analíticamente inducida (57%) en el momento de fuertes vientos, y un factor de seguridad de tres, puede estimarse una tasa de elongación del 170% como la capacidad necesaria. Si es así, el alargamiento la tasa de retención puede ser obtenida a través de la ecuación $170\% / 500\% = 34\%$.

Con referencia a la figura 5, la longevidad de la hoja de revestimiento puede inferirse a más de 40 años. Por lo tanto, puede considerarse que la hoja de revestimiento seleccionada tiene la durabilidad suficiente para ser implementada.

El sistema de sellado se estableció sobre la base del concepto de diseño anterior. Los resultados empíricos de los cinco años de experimentación no mostraron ninguna deformación anormal en la hoja de revestimiento, en los anclajes de la hoja de elementos prefabricados ni en la galería de inspección y ninguna fuga de agua de mar.

También se confirmó en las inspecciones periódicas que el sistema de detección de la salinidad para detectar fallos de la hoja de revestimiento y el sistema de bombeo para devolver el agua de mar filtrada desde el pozo hasta el depósito superior, funcionan bien y no mostraban anomalías.

En consecuencia, consideramos que la validez de este sistema de sellado ha quedado demostrada.

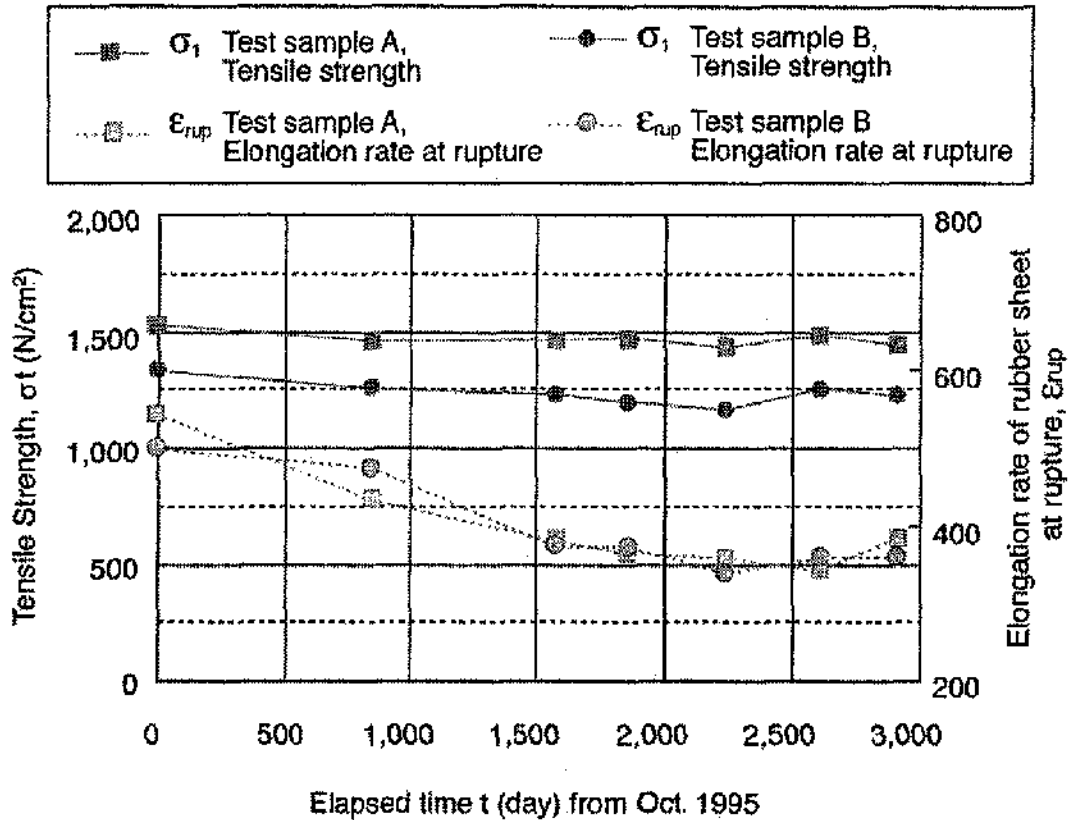


Fig. 4 Change in ruptured tensile strength and elongation rate with elapsed time t

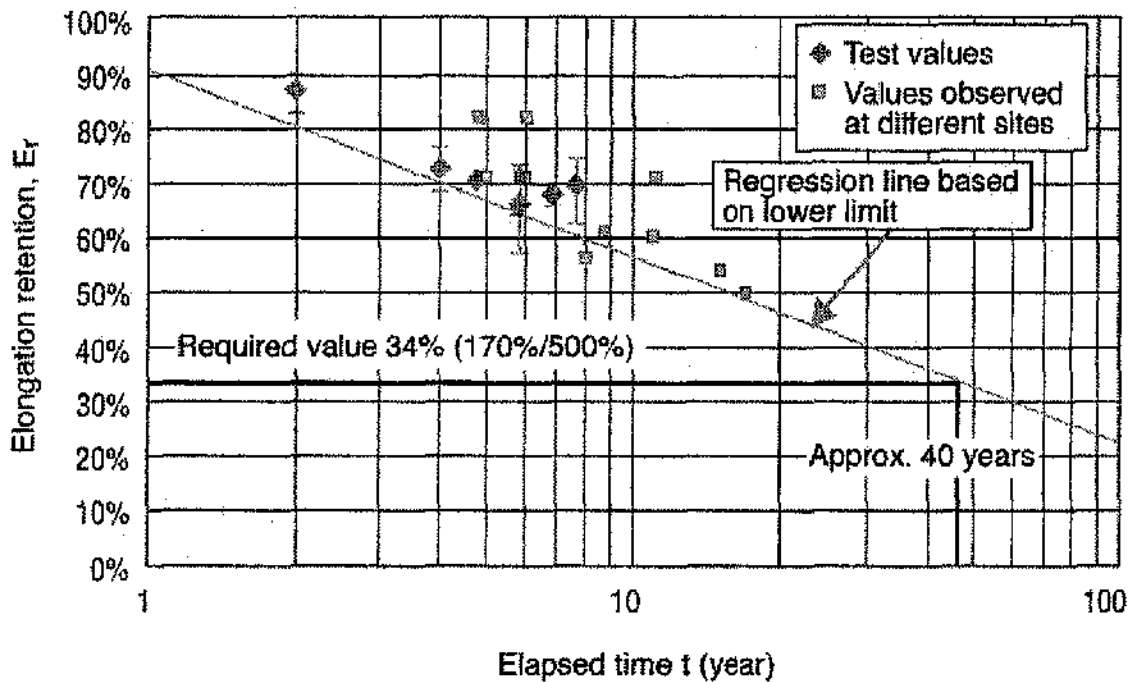


Fig. 5 Correlation between elongation retention (E_r) and elapsed time (t) of lining rubber sheet on semi-logarithmic scale

Canal de agua

Como la figura. 2 muestra, en el proceso de generación de energía, los flujos de agua de mar desde el depósito superior, pasan a través de la toma de agua, tubería de carga, turbo-bomba, canal de descarga y salida, y finalmente desemboca en el océano.

El uso de agua de mar por lo general trae consigo problemas de corrosión de materiales y adherencia de organismos marinos.

En esta sección, los resultados empíricos de los experimentos llevados a cabo sobre las instalaciones, tubería de carga y canal de descarga en particular, son discutidos.

A) Toma y salida de Agua.

Tanto la entrada como la salida están equipadas con pantallas. La instalación de la pantalla es esencial para evitar la entrada de partículas de polvo suspendidas en la corriente, y garantizar un nivel de consumo estable.

Acero inoxidable bifásicos resistente a la corrosión de, SUS329J4L, se aplicó a la pantalla de la toma de agua, mientras que la pantalla de salida de agua empleaba fibra de plástico reforzado con (FRP) para la completa pantalla del cuerpo de y acero SUS329J4L como material de fijación.

Como la Foto 2 indica, la adhesión de organismos marinos se pueden observar alrededor de casi toda la toma de agua: Percebes en zonas de alta velocidad y “Pinctada maculada” en las zonas de baja velocidad.

Sin embargo, a pesar de que los organismos marinos se adhieran de esta manera, sólo se acumulan en una capa. Además, en las primeras etapas de diseño, la barra de la pantalla se construyó con una mayor altura en previsión de la adhesión de organismos marinos.

Así, el grado de adhesión se considera poco probable que resulte en una pérdida grave de carga o que impida el flujo de entrada.

La adhesión de organismos marinos a la pantalla de la toma de FRP no es más significativa que la de la tubería de carga de FRP, y que se discute a continuación.

Como se había previsto anteriormente, el acero SUS329J4L fue probado en la planta piloto para averiguar su más o menos resistencia a la corrosión. Sin embargo, como la Foto 2 indica, en algunas zonas se descubrió corrosión en grietas en los sitios de fijación de pernos.

Además, fue posible trazar el desarrollo de la bio corrosión debida a la película compuesta de microorganismos marinos formadas en zonas de cordones de soldadura que no había sido completamente eliminadas. Estos puntos deben ser tenidos en cuenta en el diseño y la construcción de una planta comercial.

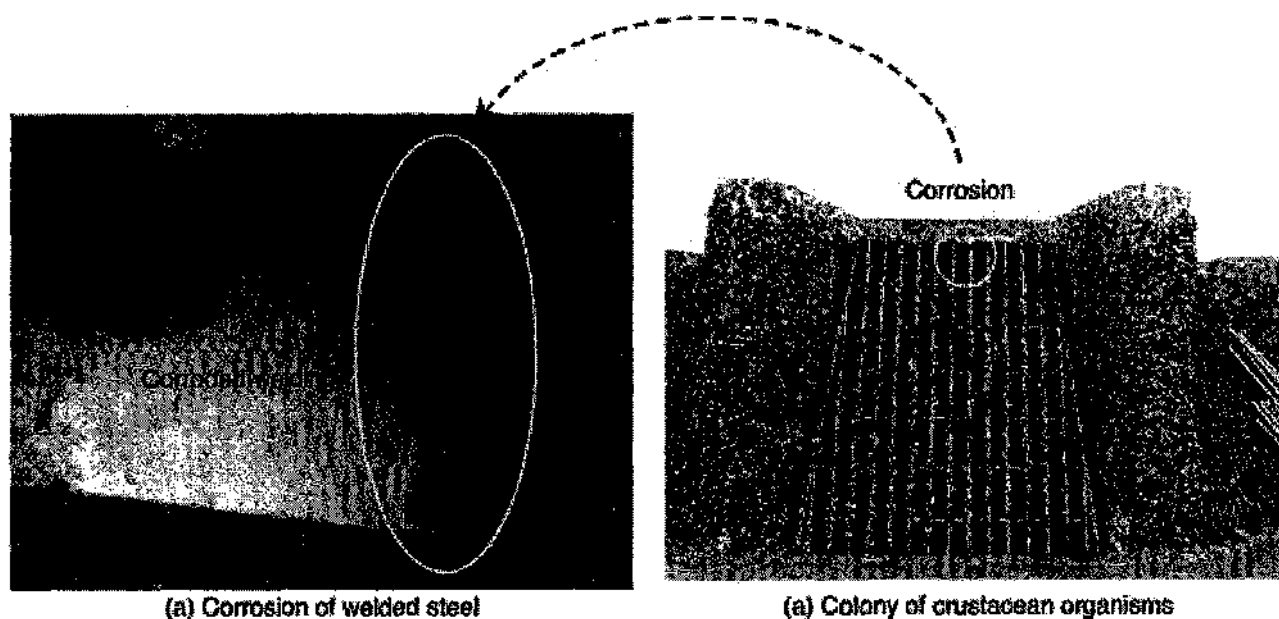


Photo 2 Corrosion of welded steel and colony of crustacean organisms on lattice of intake screen

FOTO 2

B) Tubería de carga

La tubería de carga es la que conecta la toma de agua con la turbobomba.

Debido a que una tubería de carga se ve afectada por agua a alta presión y a velocidad del flujo muy alta dentro de la tubería es, debe estar caracterizada con una gran resistencia y estanqueidad. Además, una tubería de carga debe estar pulida con una superficie interior lisa para disminuir la pérdida de carga.

Aunque la mayoría de las plantas de energía convencional utilizan tubería de acero, el principal material de la tubería elegido para la planta piloto fue FRP, un material que presenta una excelente resistencia a la corrosión del agua de mar, y que cuenta con una superficie considerablemente menor en rugosidad que una tubería de acero, y una mayor resistencia a la adhesión de organismos marinos.

Una prueba que se llevó a cabo antes del proyecto de planta piloto para investigar los efectos de la adhesión de organismos marinos en el coeficiente de rugosidad de las tuberías se resume en la Tabla 4. Los resultados revelan que la tubería de PRFV es capaz de mantener una menor rugosidad en comparación con la tubería de acero y los tuberías de mortero por la naturaleza de su material.

La rugosidad de la tubería de PRFV antes de sumergirse en el agua de mar es mayor que la tubería de acero y la tubería de mortero, probablemente debido a que este espécimen en particular no contenía un conjunto uniforme de sección.

Las condiciones bajo las cuales los organismos marinos se adhirieron a las superficies sumergidas en el proyecto de la planta piloto se detallan en esta sección. Como indica el cuadro 2, los inspectores realizaron inspecciones visuales bajo el agua.

Además de estas inspecciones, en 2000 y 2004, la tubería de carga fue completamente vaciada y se realizó un examen completo de la superficie de la tubería.

La Foto 3 muestra las condiciones de adhesión de organismos marinos observados en el extremo superior (flujo hacia arriba) de la tubería de carga de FRP. Los organismos adheridos a la parte superior de la tubería de incluían un pequeño número de Chirona (*Striatobalanus*), amarillis, ostras de borde negro y Chama japónica.

Aunque la mayoría tenían menos de 20 mm. de tamaño, el más grande mide cerca de 30 mm. La adhesión de organismos marinos, se observó que se realiza sobre todo en la mitad superior de la tubería.

Este fenómeno puede explicarse por las razones siguientes:

- a) Los moluscos tienden a evitar entornos en que las sustancias en suspensión, como limo y arcilla se acumule y por el contrario se aferran a paredes de tubería cuando el flujo de agua se detiene debido a paradas ocasionales operacionales de la planta
- b) Se concentran donde la concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar sea más elevada que es en la zona superior. Las observaciones demostraron muchos organismos adheridos a la zona alrededor del conjunto de goma impermeable.

Esto puede atribuirse a la naturaleza del material utilizado y a la menor velocidad de flujo de agua en esta zona causada por una depresión ligeramente cóncava de unos pocos milímetros.

La Fig. 6 muestra los cambios en la densidad de población de la adhesión de organismos marinos observados en los sitios representados con un pequeño círculo (O) en la figura. 2 (A y B se encuentra a 30 m y 70 m aguas abajo de la toma, respectivamente).

La densidad de población aumenta gradualmente para los niveles en alrededor de 60 organismos/m².

La evidencia de las marcas hechas por muchos mariscos que se habían caído de la superficie de la tubería de carga de FRP muestra una dimensión similar.

Cuando se hizo un intento para eliminar los organismos marinos con un martillo, se constató que las ostras podrían eliminarse fácilmente y que la amaryllis Chirona, que había mostrado una firme adherencia, también puede ser eliminada por ligeros golpes sin dañar la tubería de FRP. Este hecho pone de relieve la suavidad de la superficie de FRP.

En esta sección, el coeficiente de rugosidad utilizado en el diseño de la tubería de carga de FRP se compara con el valor observado en la planta piloto de proyecto a fin de examinar su validez.

Según los estudios existentes, la siguiente expresión relacional estima el efecto del cambio de rugosidad en las superficies de las paredes causada por la adherencia de organismos marinos en el incremento del coeficiente de rugosidad como pérdida de fricción.

$$n = 0,0372 \times k^{0,14} \quad (1)$$

Donde, n: coeficiente de rugosidad de Manning y k: rugosidad media (m)

El estudio preliminar ya había confirmado que la especie marina predominante en adherirse en el sitio del experimento fue el Balanus reticulotes y que su espesor crítico de adhesión fue casi de 20 mm.

Al tomar en cuenta la distribución desigual de los organismos, consideramos que el promedio de rugosidad k podría ser aproximadamente la mitad del espesor de la adhesión o 10 mm.

En consecuencia, un coeficiente de rugosidad $n = 0,018$ se derivó de la ecuación 1 y se empleó como un valor de diseño.

La Fig. 6 ilustra la relación entre las condiciones de adhesión de organismos marinos y los cambios en el coeficiente de rugosidad que se calcularon sobre la base de las mediciones precisas de la diferencia de pérdidas de presión de carga en la salida de la tubería de carga. El coeficiente de rugosidad de la tubería de carga que ha estado en operación durante casi cinco años $n=0,011$ del cual no se han observado cambios reseñables excepto por un ligero incremento durante el periodo entre febrero del 2002 y octubre del 2003, lo cual sugiere que los resultados reflejan adecuadamente las condiciones de adhesión de los organismos marinos.

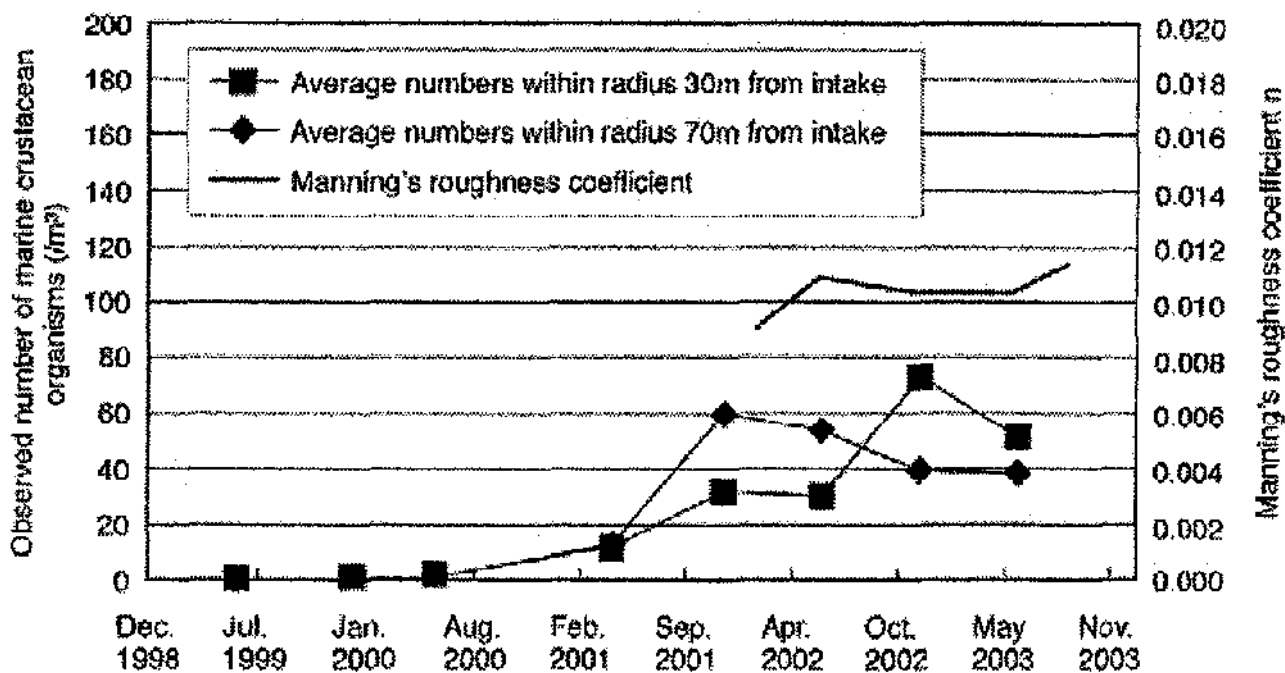


Fig. 6 Number of marine crustacean organisms and coefficient of Manning's roughness in penstock

FIGURA 6

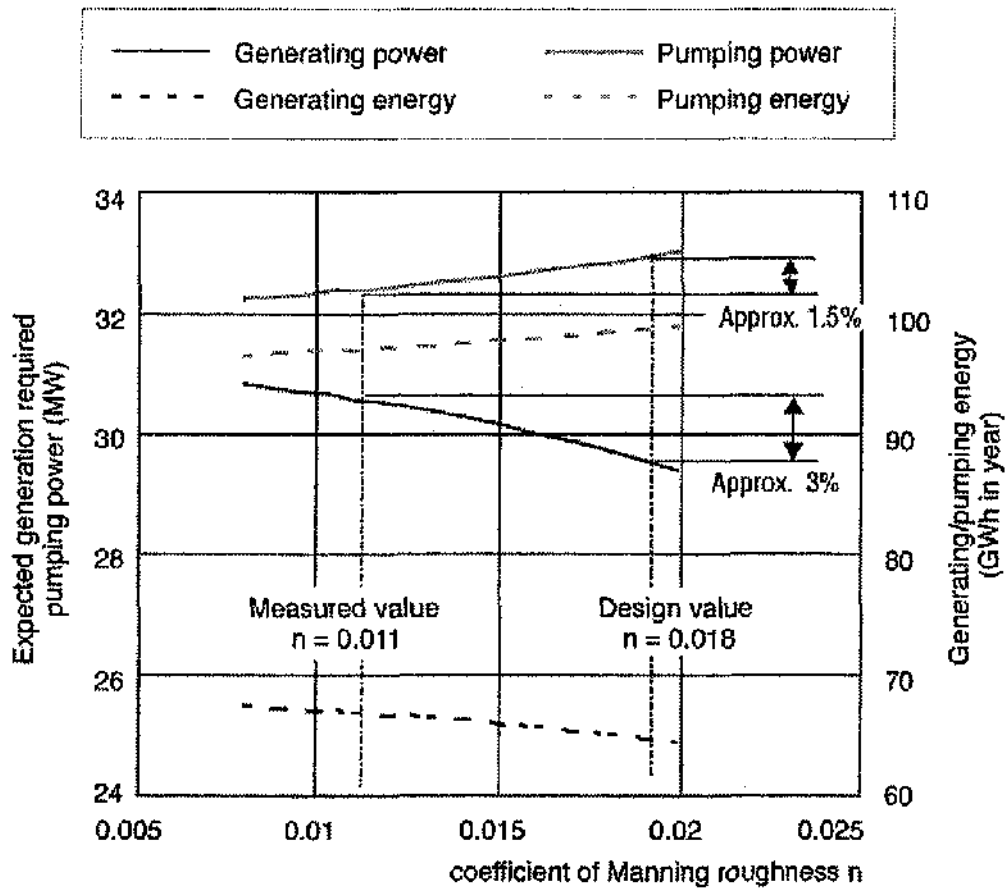


Fig. 7 Computed diagram on expected generation power/required pumping energy due to roughness dependency

FIGURA 7

Basado en los hallazgos arriba mencionados, el coeficiente de rugosidad (0,018) derivado de la ecuación 1 y utilizado para diseñar la tubería de carga FRP puede ser evaluado como un valor con suficiente margen para la planta piloto. En tanto que para las plantas comerciales, puede ser posible aplicar un valor menor de coeficiente de rugosidad al diseño en tanto que las condiciones de adherencia de los organismos marinos en la localización han sido estudiados en profundidad.

Aunque la velocidad máxima en la tubería de carga de la planta piloto era de 5,7 m/seg. si la velocidad de diseño se establece en 10 m/seg. e incluso mayores para las plantas comerciales, es esperable que se impida la adhesión y crecimiento de organismos marinos lo cual incidirá en un coeficiente de rugosidad menor.

Al utilizar el coeficiente de rugosidad aplicado al diseño, así como la obtenida de la medición real, llevamos a cabo los cálculos para ver hasta qué punto se diferenciaban en términos de potencia eléctrica (W) y energía eléctrica (k Wh) durante el tiempo de generación de energía y operación de bombeo (Figura. 7).

La diferencia fue estimada en casi el 3% para la generación de energía y del 1,5% para la operación de bombeo -la velocidad en la tubería se reduce durante la operación de bombeo en comparación con la velocidad durante la generación de energía.

Desde el punto de vista del diseño, vale la pena señalar que las variaciones en el coeficiente de rugosidad de la tubería de carga solo son significativas en la utilización de la planta y el mérito de la utilización de tuberías de FRP en vez de tuberías de acero es evidente.

En este sentido, hay espacio para considerar la racionalización del diseño con respecto a la metodología convencional, que se realiza con la utilización de tuberías de PRFV: subestimación de la pérdida de carga para aumentar la diferencia de presión efectiva, o la reducción del diámetro de la tubería de carga, mientras que mantiene una diferencia de presión efectiva.

A la luz de la concepción estructural, se aclararon los siguientes puntos. La Tubería de carga debe ser diseñada para resistir las presiones aplicadas tanto a nivel interno como externo.

Debido a que el comportamiento mecánico de una tubería de PRF no ha sido completamente aclarado todavía, la tubería de FRP utilizados en este experimento fueron diseñados para un supuesto conservador que tomarían toda la presión interna que se aplicó.

En realidad, sin embargo, cualquier tensión impuesta en una tubería es probable que se redujera, desde el lecho de roca circundante que confina a la tubería también interviene para soportar la presión cuando la presión interior comienza a expandir la tubería.

Los puntos de observación del comportamiento de tuberías, las especificaciones de las secciones examinadas y la ubicación de los instrumentos se muestran en la figura. 2, Tabla 5 y la figura. 8, respectivamente.

La Fig. 9 ilustra la relación entre la presión del agua y la tensión circunferencial, o la histéresis de comportamiento elasto-plástico, en el momento del rellenado de agua tras el llenado inicial en la sección transversal C que había sido drenada. Este sitio registró la mayor presión de agua entre todos los puntos de medición.

El gráfico revela que en torno al 50% de la presión interna es soportada por el lecho de roca incluso cuando el efecto fluencia es tomado en consideración cuando se alcanza la presión de diseño.

Cuando se adquiere un conocimiento más preciso de esta inclinación, será posible reducir el espesor de la tubería de la tubería de carga FRP considerablemente. Por lo tanto, se espera que los estudios detallados que se llevará a cabo a fin de realizar el practica1 aplicación de una planta comercial. La carga soportada por el lecho de roca se incrementa cuando el grosor de la tubería se reduce. Cuando una mayor comprensión de esta tendencia se consigue, será posible rehuir el grosor de la tubería de la tubería de FRP considerablemente. Por ello se espera que estudios detallados sean realizados con el objeto de realizar una implementación práctica de un planta comercial.

El proyecto de la planta piloto ha verificado que FRP es capaz de impedir la adhesión de los organismos marinos y mantener un coeficiente de rugosidad conveniente durante un largo periodo de tiempo. Con suficiente durabilidad, la abrasión de la tubería es improbable que ocurra y se confirma la adecuada estanqueidad entorno a las uniones mecánicas. A mayores las características económicas inherentes al FRP han confirmado que la carga de presión interna de la tubería puede ser soportada por el lecho de rocas y que el coeficiente de rugosidad puede ser reducido.

Table 5 Measurement sections

Measured sections	Pipe type	Center elevation	P	E _{A1}	E _{1J}	F* ¹⁾
		EL (m)	(Mpa)	(kgf/mm)	(N/mm ²)	
A	FRP pipe: B type	31.43	1.36	81844	216.9	FC
B	FRP pipe: A type	-2.96	1.75	92904	216.9	FC
C	FRP pipe: A type	-18.44	2.20	92904	216.9	NC
J ₁	Sleeve pipe	-17.58	2.18	97328	216.9	NC
J ₂	Sleeve pipe	-19.30	2.20	97328	216.9	NC

TABLA 5

Nota: El diámetro interior de 2,4 m para las secciones de A a C y 2,53 m para las secciones de JL y J2.

P: Representa el salto de diseño tomado en cuenta tanto el nivel alto de agua de embalse como la presión del golpe de ariete.

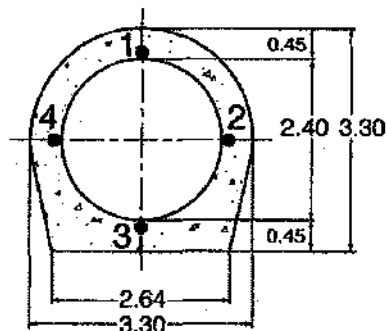
Ea1: Tensión circunferencial y rigidez a la compresión.

E1j: Módulo de elasticidad circunferencial

1) Llenado de hormigón:

FC (FC hormigón: cenizas volátiles y hormigón)

NC(hormigón normal)



●: Surface strain meter
(Length 150 mm, Capacity = 200×10^{-6})
* Facing downstream

Fig. 8 Measurement points of strain gauges in FRP pipe (refer Fig. ??)

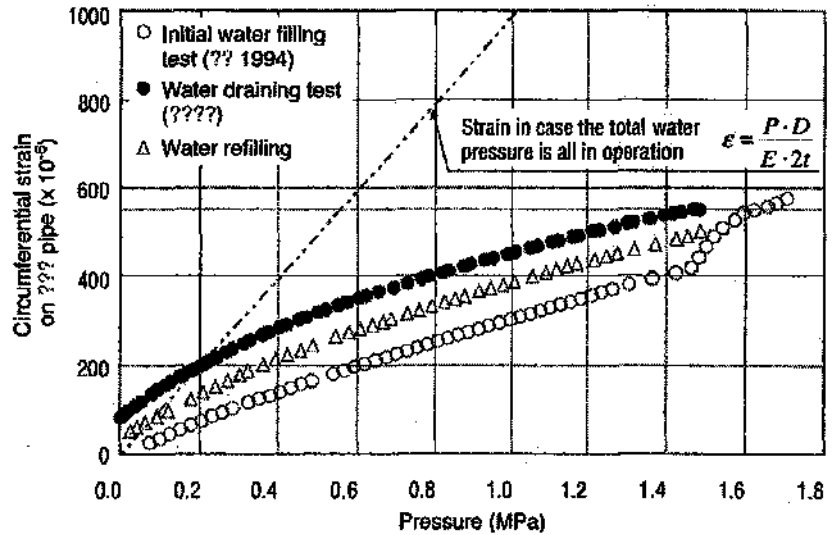


Fig. 9 Relationships between internal pressure and circumferential strain

c. Tubería de carga de acero (tubería forzada)

Aunque el FRP constituye un excelente material para una tubería de carga expuesta al agua de mar, sigue siendo todavía no razonable en términos de coste de producción y de la técnica a aplicar una tubería de FRP cuando se produzcan curvas o cambios de sección transversal.

Por esta razón y para evitar la corrosión del agua de mar, un tubería de acero cubierta con pesados recubrimiento anti-corrosivos fue empleado como revestimiento interior para la toma de agua, para la parte inferior de la tubería de carga y para el revestimiento interior del canal de descarga.

Como material de revestimiento se utilizó resina de éster de vinilo, con 750 micras de partículas de vidrio. Además, se instaló un dispositivo de protección catódica externo.

En esta planta piloto se utilizaron dos métodos para investigar la salud del recubrimiento: el seguimiento de una corriente eléctrica con un dispositivo de protección catódica y una inspección visual periódica.

Durante el período de operación experimental, no se observó particularmente áreas con una amplia corrosión, aunque se ha detectado a nivel local corrosión relacionados con la inflamación.

Por lo tanto, una combinación de este tipo de métodos de recubrimientos y de dispositivo de protección catódica se considera que funciona adecuadamente para evitar la corrosión.

El resultado de la prueba también reveló que la tubería de acero protegida por el recubrimiento anti-corrosión también permitía poca adhesión de organismos marinos como ocurrió en la tubería forzada de FRP, en comparación con una tubería forzada de acero ordinaria recubierta con resina epoxi.

d. Canal de descarga

El canal de descarga es un túnel de hormigón armado. Aunque los preparativos para soportar el uso de agua de mar en el túnel se hicieron mediante el control de la relación agua cemento, la instalación de barras de refuerzo que se recubrieron con resina epoxi y con un espesor mayor de cubierta protectora, todavía había una preocupación que un gran número de organismo marinos se pudieran adherir al túnel de descarga provocando una gran pérdida de carga.

Teniendo en cuenta este efecto, el coeficiente de rugosidad se ha calculado para un valor de 0,018 conservador

De hecho, como se vio en la tubería de carga, la adhesión de los organismos marinos se concentró en la parte superior del túnel en las que no se ha aplicado revestimiento.

El cambio en su densidad de población se muestra en la figura. 10, en la que el valor parece ubicarse alrededor de 100 organismos/m². Las especies principales son percebes con grosor de de 1-2 cm. siendo el mayor de 4 cm.

Mariscos se adhirieron en una sola capa, sin formación de aglomeraciones, por lo tanto se obvia la necesidad de una operación de expulsión periódica.

Mientras tanto, la parte cubierta con revestimiento especial anti-incrustaciones para evitar la adhesión de organismos, demuestra la notable capacidad de que el recubrimiento impida la adherencia de los mariscos.

Durante el período del experimento, como se ve en la figura. 10, los coeficientes de rugosidad del canal de descarga aumentaron ligeramente, aunque los valores se estabilizaron y se mantuvieron constantes después de un cierto punto.

Según el gráfico, el coeficiente de rugosidad se corresponde con la mayor adhesión de organismos marinos, lo que sugiere, como se había previsto, que la adhesión de organismos marinos hace que el coeficiente de rugosidad del canal de descarga aumente.

El valor del coeficiente de rugosidad se estableció en torno a 0,015, menor que el esperado en la etapa de diseño.

En consecuencia, en el diseño del túnel RC través del cual fluye el agua de mar, vale la pena considerar un diseño económico; la aplicación de un recubrimiento anti-incrustantes a su superficie interior con el fin de evitar un aumento en el coeficiente de rugosidad y también para mejorar la durabilidad del hormigón; la adopción de un salto neto mayor para compensar la pérdida de carga o un diámetro de túnel menor.

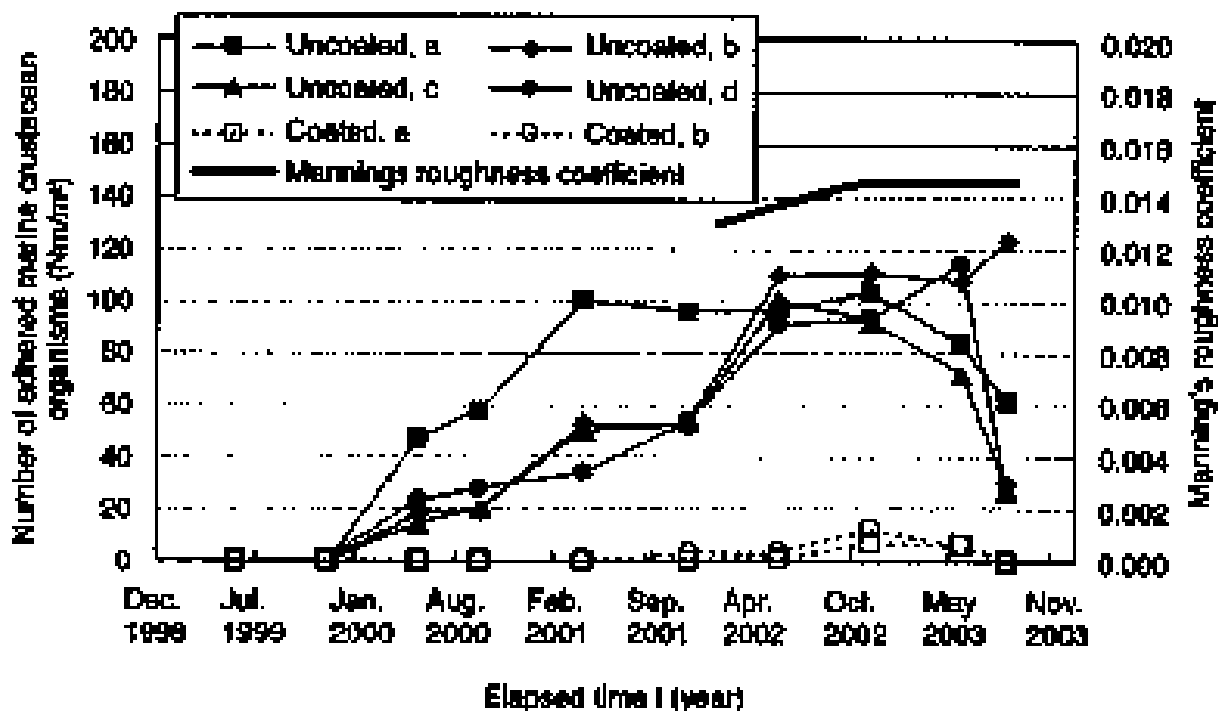


Fig. 10 Correlation between number of marine crustacean organisms and Manning's roughness coefficient in tailrace ??? pipe

FIGURA 10

Garantizar la seguridad operacional

Con el objetivo de garantizar la operación de la turbo-bomba ante grandes olas, un total de 900 bloques de hormigón para disipación de olas que pesan 50 toneladas y 32 toneladas se dispusieron en hileras dobles alrededor de la sección frontal de modo que el mar en la presente zona se mantuvo en calma.

La Fig. 11 muestra la relación de alturas significativas de ola entre los que entra y sale de la bahía. Los valores medidos son más pequeños tanto que los valores analizados como de los valores derivados de una tesd de modelo hidráulico.

Si los registros de altura significativa de ola no superan los 3 m en la costa, la altura de las olas tras los bloques de hormigón son a menudo reducidos e inferiores a 0,5 m.

La máxima altura de las olas en alta mar es de 12 m, por ejemplo, que se atenúa a 1,5 m.

Mientras tanto, ya que el nivel de salida de agua se fija a 2,9 m por debajo del nivel mínimo de agua (flotación), la operación de la planta sufre poco, incluso en período de grandes olas como la experimentada durante la temporada de tifones anuales.

Desde la primera instalación de los bloques de hormigón de disipación de olas en 1994, la zona ha sido azotada por tifones más de 20 veces pero no se detecta el movimiento o la deformación de los bloques.

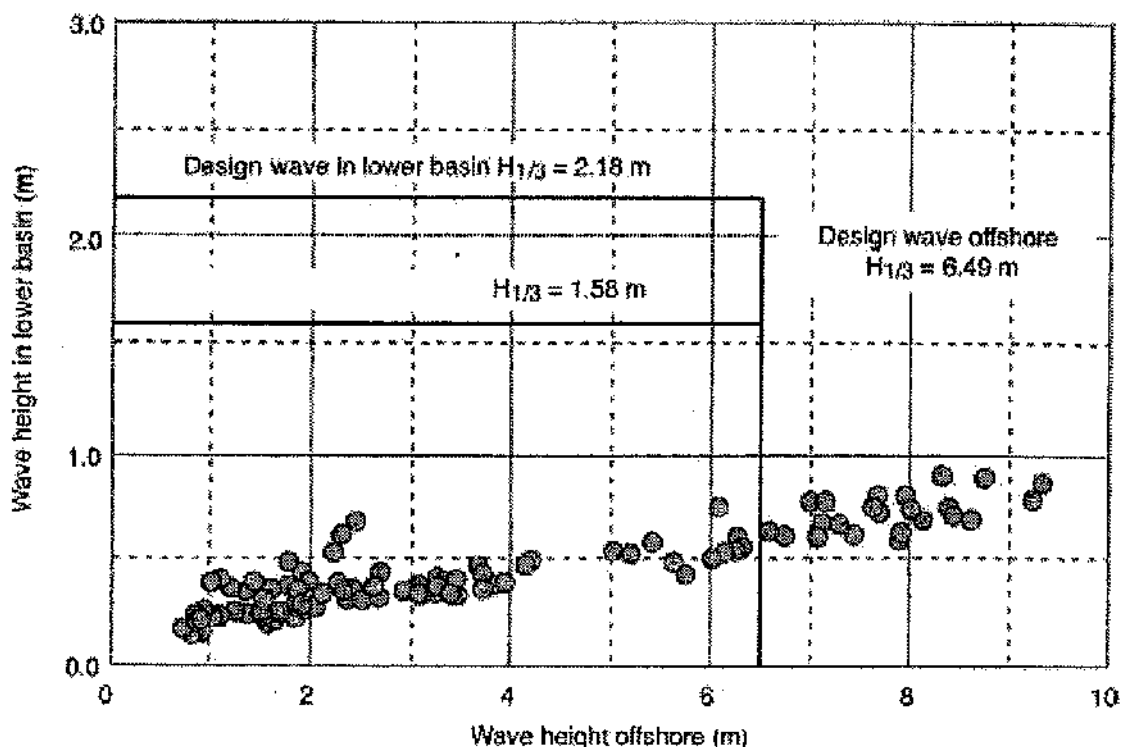


Fig. 11 Relationship between wave height offshore and wave height in lower basin

FIGURA 11

4. Impacto sobre el entorno circundante

Como muestra el Cuadro 3, los problemas medioambientales asociados en este proyecto de planta piloto se pueden resumir en la mitigación de los efectos de infiltración de agua de mar en el medio terrestre, la dispersión de agua marina del depósito superior y el impacto de la operación de la planta de energía en el entorno del medio marino.

En este contexto, dos proyectos de investigación se llevaron a cabo como se describe en la Tabla 6, un estudio preliminar antes de la construcción de la planta, la vigilancia durante la construcción de la planta, y el seguimiento durante el proyecto de planta piloto, incluyendo tanto períodos anteriores y posteriores a la operación.

Todas las consideraciones y medidas de protección ambiental incorporados en el diseño resultaron ser eficaces, y sin que ningún impacto ambiental adverso llamativo fuera detectado.

Table 6-1 Summary of monitoring terrestrial flora and fauna

Items surveyed	Preliminary survey	Monitoring during the plant construction	Monitoring during the pilot plant project
Flora	<ul style="list-style-type: none"> • Potential natural vegetation and standing vegetation • Area of approx. 2km x 1km near the pilot plant (1985: twice) 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigation on designated trees • Five quadrats excepting a biotope (1995-1997: once a year) 	<ul style="list-style-type: none"> • Standing vegetation and designated trees Area of natural vegetation and a quadrat excepting a biotope each at five locations (1998-2002: two to three times a year before and after the typhoon season) • Forestry area of natural vegetation (2001-2002: three times a year before and after the typhoon season and in winter)
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • All animals • Area of approx. 2km x 1km near the pilot plant • (1986: once in summer and winter, 1987: once in spring, and 1988: twice in spring and autumn) 	<ul style="list-style-type: none"> • Line census and fixed-point survey of birds at four locations (1992-1997: once or twice a year) • Route census of amphibians and reptiles (1990-1997: once a year) • Survey of soil animals and aquatic organisms each at four locations (1990-1997: once a year) 	<ul style="list-style-type: none"> • Two courses of route censuses and two locations of fixed-point surveys for mammals • Eight courses of line censuses and six locations of fixed-point surveys for birds • Four courses of route censuses for amphibians and reptiles • Sweeping sampling of insects (five courses for ordinary sampling and two locations for lighting sampling) • Four locations for surveying soil animals • Seven locations for surveying aquatic organisms (Conducted twice a year from 1998 to 2003)

Table 6-2 Summary of monitoring oceanic environment and marine organisms

Items surveyed		Preliminary survey		Monitoring during plant construction		Monitoring during pilot plant project	
Oceanic environment	Flow regime	Six coastal observation points in front of the outlet	1987-1988: eight times in total	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • One course of fixed-point survey off the outlet • Survey near the outlet during water intake and discharge 	1998-2000 : twice a year
	Water quality (incl. salinity and water temperature)	Four coastal observation points in front of the outlet	1985 and 1987-1988: eight times in total	(SS only) Three coastal observation points in front of the outlet	1990-1996: twice a year	Same observation points as in the preliminary survey	1997-2001 : twice a year

a. Medio terrestre.

Aunque un cierto grado de influencia derivada de la construcción se observó en algunas áreas forestales, la vegetación natural, así como los árboles replantados en la zona restaurada se desarrollaron sin grandes problemas..

El número de animales silvestres observados, incluidas especies protegidas, y la calidad de los pantanos y arroyos de aguas subterráneas siguen siendo casi constantes y no exhiben ningún impacto adverso producido por el depósito superior Agua de mar almacenada.

En cuanto a la dispersión del agua de mar, a pesar de un aumento tanto en la salinidad del suelo como en la salinidad foliares en algunas zonas a sotavento de la reserva debido a la incidencia de un tifón, no se alcanzó un nivel de contaminación por sal excesivo, sino que se permaneció dentro del rango de fluctuación natural.

b. Medio ambiente marino.

Ningún cambio notable en la calidad del agua se detectó en el seguimiento periódico llevado a cabo en la parte frontal del canal de descarga tanto durante la construcción como la operación de la planta.

Además, ninguna variante de la encuesta preliminar se observó en tanto a la migración de sedimentos y organismos marinos como el coral.

Cualquier variación observada fue dentro del rango de fluctuación natural, lo que sugiere que el impacto de la operación de la planta de energía en el medioambiente no es significativo.

Conclusiones

Una planta piloto a gran escala con capacidad eléctrica máxima de 30 MW, se ha construido para probar el concepto de diseño y poner a prueba algunos de los problemas técnicos previstos. La operación se llevó a cabo en cooperación con la Okinawa Electric Power Co., para la inspección detallada y vigilancia de los equipos.

La evaluación global se realizó sobre la base de los datos medidos en el período de prueba de cinco años. Las conclusiones son tal como se indica a continuación:

- (1) Se confirmó que el sistema de sellado del embalse superior del (sistema de detección de fugas de agua de mar y sistema de recarga) mediante Hoja de caucho EPDM, como elemento principal para sellado de agua fuera del depósito superior es de una gran durabilidad de más de 40 años y funciona de forma fiable
- (2) Tubería de FRP es eficaz en la inhibición de la adhesión de organismos marinos.

Muestra resistencia superior contra la corrosión al agua de mar y alta resistencia a la abrasión.

El Coeficiente de rugosidad de Manning tras la adhesión de organismos marinos registrados fue de 0,01.

Teniendo en cuenta la transferencia de presión interna a la masa de roca circundante, nuevas reducciones de costes puede ser previsible.

- (3) Para la prevención de la corrosión ante el agua de mar, la combinación de una pesada capa resistente a la corrosión y sistema de protección catódica resulta eficaz para tuberías de acero.

- (4) El acero SUS329J4L utilizados para la pantalla de toma de agua se mostró de alta resistencia contra la corrosión. Aunque un bajo grado de corrosión apareció en grietas, se trata de un problema que podría ser técnicamente superado con un diseño apropiado.
- (5) Un revestimiento anti-incrustaciones en el túnel reforzado de hormigón de canal de descarga es una medida eficaz contra la adherencia de organismos marinos en dicho canal.
- (6) Como resultado de la vigilancia medio ambiental, la dispersión de sal desde el depósito superior impulsada por fuertes viento y los cambios en la ecología de organismos marinos, como los corales fueron convenientemente estudiados.

Si embargo, todos los niveles cayeron dentro del rango de fluctuación natural, como se había confirmado en el estudio preliminar.

Con una planificación adecuada para mitigar los efectos ambientales y una ejecución adecuada de las medidas de protección del medio ambiente, el impacto de la construcción y operación de una planta de almacenamiento de agua de mar bombeada de energía en el medio ambiente circundante puede ser muy reducido.

En general, la corrosión del agua de mar, las fugas de agua de mar y los efectos sobre el medio ambiente circundante no fueron notables.

Esto confirmó que las centrales de generación de almacenamiento agua de mar bombeada son fiable para su uso práctico.

Investigaciones más detalladas serían deseables con el fin de avanzar con el método de diseño.

Los resultados de este estudio aportan una información muy valiosa para la planificación y el diseño de plantas a escala completa, y contribuyen al diseño

práctico de sistemas de tuberías de agua de mar y varios tipos de plantas costeras.

Acuse de recibo. Los autores desean expresar su sincero agradecimiento al Profesor Asistente Kazuyoshi Iwashita, el Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Saitama y el Desarrollo Electric Power Co., Ltd., por su valiosa contribución a esta investigación.

Referencias

- 1) Kiho, S. "Uso técnico y la perspectiva de la energía de los océanos", la energía (diciembre de 2000): pp. 62-66 (en japonés).
- 2) Kiho, S. "La energía del océano", Ingeniería Química (diciembre de 2002): pp. 902-907 (en japonés).
- 3) Kiho, S. "ola de marea y la generación de energía de las mareas," DIE Journal, vol. 71 (mayo de 1992): pp. 330-338 (en japonés).
- 4) Hirose, M. "ola de marea y la generación de energía de las mareas", la térmica y de energía nuclear, vol. 42, No. 10 (octubre 1991): pp. 66-71 (en japonés).
- 5) "Tide impulsada central, Rance, Francia," LIGHTAND AGUA (1992): pp. 6-9.
- 6) Haws, E.T., Ma, Feng, FICE, FIPENZ. "Energía de las mareas, una perspectiva importante para el 21st century (Real Sociedad Parsons Memorial Lecture)", ProInstn Civilization. Engrs Wat., Marit. Y Energía (1997): pp. 1-24.
- 7) Hiratsuka, A., Hori, M. y Obara, H. "Las cuestiones técnicas de agua de mar bombeada la generación de energía de almacenamiento y el esquema de constmction planta piloto," Ingeniería Civil Joz ~ ol rnalV. 3 1, N ° 1 (enero 1990) (en japonés).

- 8) Takimoto, J., Onoi, Y. y Ikeguchi, Y. "Diseño y ejecución de los trabajos de control de la filtración de superficie de la capa superior de goma embalse de empleado en el bombeo de agua de mar de Okinawa proyecto piloto de almacenamiento de las centrales: Parte 1 de diseño, "Electric Power Ingeniería Civil, N ° 260 (noviembre 1995) (en japonés).
- 9) Komatsu, T., Yoshimura, Y. y Okamoto, J. "Diseño y aplicación de la tubería de carga reforzado con tuberías de plástico y de plástico reforzado con tuberías compuestos empleados en el bombeo de agua de mar de Okinawa proyecto piloto de almacenamiento de las centrales, "Electric Power Ingeniería Civil, n ° 250 (marzo 1994) (en japonés).
- 10) Fukuhara, K. "Evaluación del coeficiente de rugosidad en la superficie adherida por los depósitos y ejemplos de diseño de canal de agua para impedir la adherencia de moluscos", en el Seminario: Diseño de admisión y de descarga de agua de mar y los problemas de los lodos (Nov. 1984): pp. 97-106 (en japonés).
- 11) OKINAWA YAMBARU SEA WATER PUMPED-STORAGE POWER PLANT. J Power, Electric power development, co., ltd.

OKINAWA YAMBARU SEAWATER PUMPED-STORAGE POWER PLANT



Electric Power Development Co., Ltd.

SUMMARY

This Plant is located on the northern part of Okinawa Island. The Plant utilizes the effective head of 135 meters between the upper pond and the sea, and it generates a maximum of 30,000 kilowatts, using 26 cubic meters per second of seawater. This is the world's first high-head type pumped-storage power plant using seawater.

Since 1961, the Ministry of International Trade and Industry (MITI) of Japan has carried out surveys and researches on the technologies necessary for using seawater to generate power and the impacts on the environment. And MITI has also been examining the possibility of a pumped-storage power plant. After the feasibility of the project was confirmed, MITI decided to build a demonstration plant and carry out test operations for five years after the completion of construction. Construction of plant started in 1991 and was completed in 1996. Electric Power Development Co., Ltd. performed this project as a consignment enterprise from MITI. Although test operation for five years finished, Electric Power Development Co., Ltd. succeeded to the plant, and continues operation and maintenance since 2004.

SIGNIFICANCE OF A SEAWATER PUMPED-STORAGE POWER PLANT

As well as the tendency of increasing demand for electricity in Japan, peak power demand is rising sharply. To supply power to meet peak demand, a large number of pumped-storage power plants along rivers have been constructed. However, the number of suitable sites is decreasing in terms of geography and geology in recent years.

On the other hand, Japan is surrounded by the sea and the coastline has many elevated areas. Therefore, there are many advantages to utilizing seawater pumped-storage power plants.

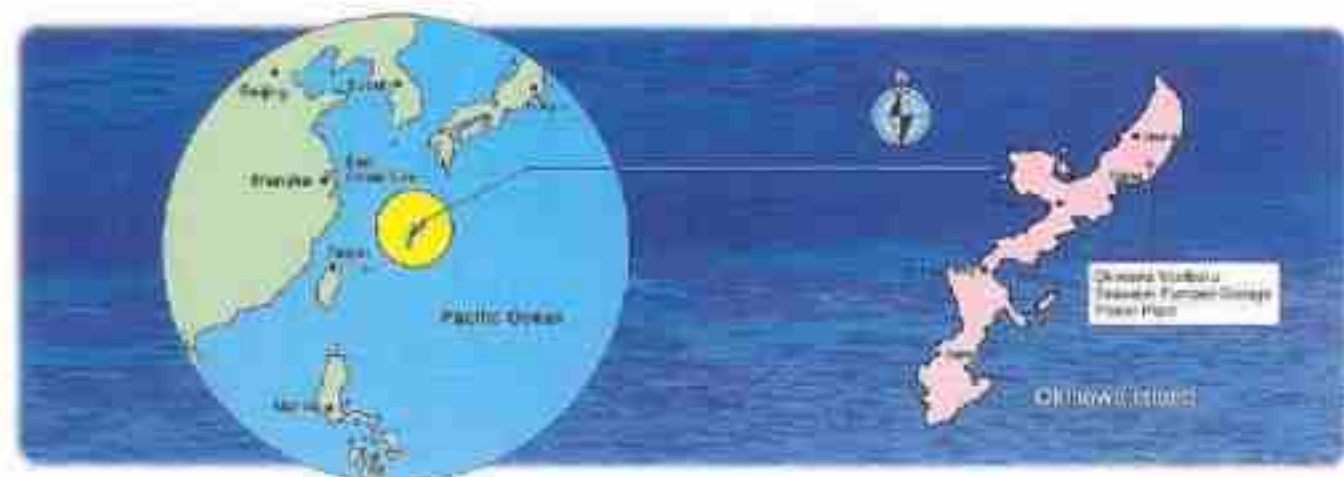
A seawater pumped-storage power plant has following advantages over a normal pumped-storage power plant in terms of costs and power system operations.

- It does not necessitate construction of a lower pond.
- It can be located in the neighborhoods of large-scale sources such as thermal or nuclear power plants, or in which power demand largely arises in populated areas.

ISSUES FACING A SEAWATER PUMPED-STORAGE POWER PLANT

There are several issues facing seawater pumped-storage power plants. These issues were examined during the test operations of the plant.

- ★ Evaluation of measures taken to prevent permeation and pollution by seawater from the upper pond into the ground and/or into ground water.
- ★ Efficiency reduction in power generation and pumping as a result of adhesion of marine organisms to the waterways and the turbine.
- ★ Corrosion of metal materials that come into contact with seawater under high pressure and high flow speed created by the pump/turbine.
- ★ To ensure stable power output through steady intake and discharge of seawater at the outlet against high waves.
- ★ Impacts on plants, animals and other biological systems around the site by the water's dispersion of seawater from the upper pond.
- ★ Impacts on coral and other marine organisms that live near the outlet.



Upper pond.

OUTLINE OF THE PLANT

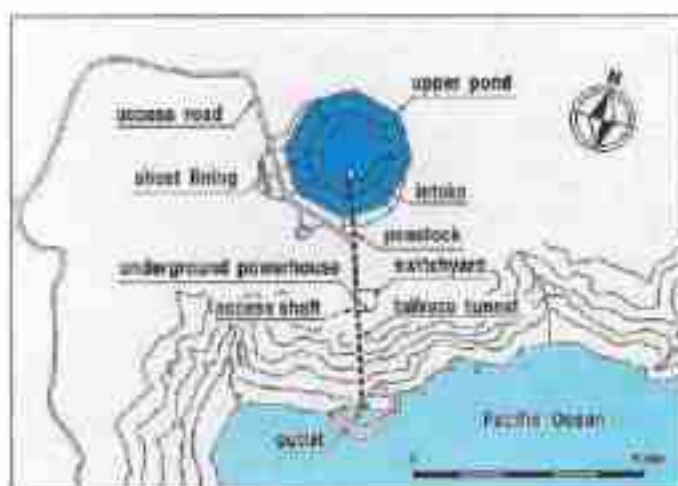
The site of this plant faces the Pacific Ocean and the ground comprises sedimentary rock mainly made up of phyllite. The upper pond is located on the plateau, 150 meters above the sea level, about 500 meters from the coast. To preserve the landscape in the area, the penstock, powerhouse and tailrace are laid under the ground.

The upper pond is octagonal, 25 meters deep and 262 meters across. It has an effective storage capacity of 564,000 m³. The shape and location of the upper pond were decided based on, 1) the need for a simple shape, because it is to be lined entirely with rubber membrane, 2) a minimum volume of earth works with an optimum balance between excavation and embankment volumes.

The intake is morning glory-shaped. The straight pipe section, which couples most of the penstock, uses fiber-glass reinforced plastic (FRP) pipes. The curved pipe section is made of steel with electrolysis protection.

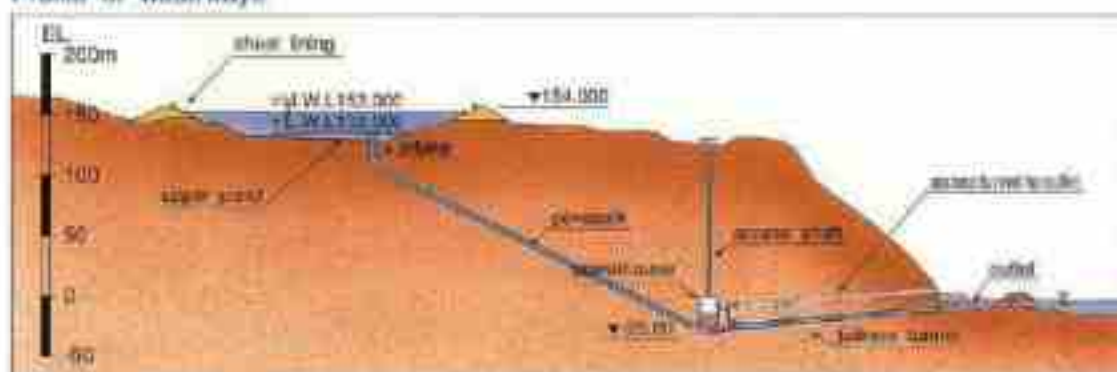
The powerhouse is located about 150 meters underground and is installed in a cavern 15 meters wide, 32 meters high and 40 meters long.

The tailrace tunnel has a concrete-lining structure. A location of the coast where the coral reef is the least developed has been selected as the site for the outlet. At the same time, the layout was sought to minimize impacts on the neighboring environment. In order to maintain stable seawater intake and discharge and to ensure safety, a breakwater structure using precast concrete blocks was adopted.



General plan

Profile of waterways



Outlet

Specifications of the plant

Description	Unit	Data
Upper regulating pond		
High water level	m	182
Low water level	m	132
Available drawdown	m	50
Water surface area	cat	0.03
Gross storage capacity	10 ⁶ m ³	0.80
Effective storage capacity	10 ⁶ m ³	0.56
Type	-	Embankment dam (rubber sheet lining)
Height	m	25
Gross length	m	940
Embankment volume	10 ⁶ m ³	420
Waterway		
Flow intake	-	Morning glory type
Penstock	mm	2.4×314
Crude dia. × length		
Tailrace tunnel	mm	2.7×395
Crude dia. × length		
Power generator		
Normal headwater level	m	140
Normal tailwater level	m	0
Normal effective head	m	130
Maximum discharge	m ³ /s	36
Maximum output	MW	30
Transmission line (Chuzosaki-Taihe)		66kV
		Total length 18 km

NEW TECHNOLOGIES

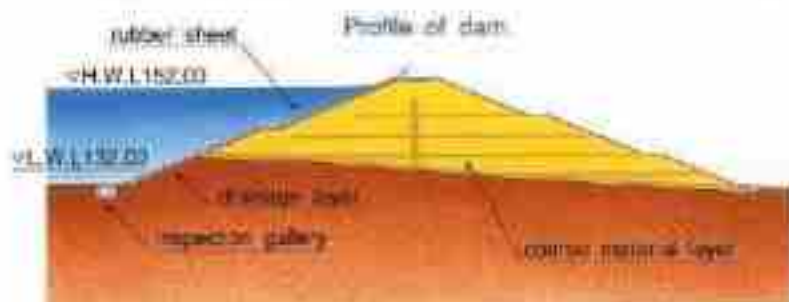
(1) LINING BY RUBBER SHEETS AND SEAWATER DETECTION SYSTEM

An ethylene propylene dien monomer (EPDM) rubber sheet has been adopted for the lining of the upper pond. An EPDM has excellent material properties and weather-resistance characteristics. Before selecting EPDM, assessments on the durability, mechanical strength, waterproofing capacity and ease of installation for alternative materials have been made, by performing many tests including:

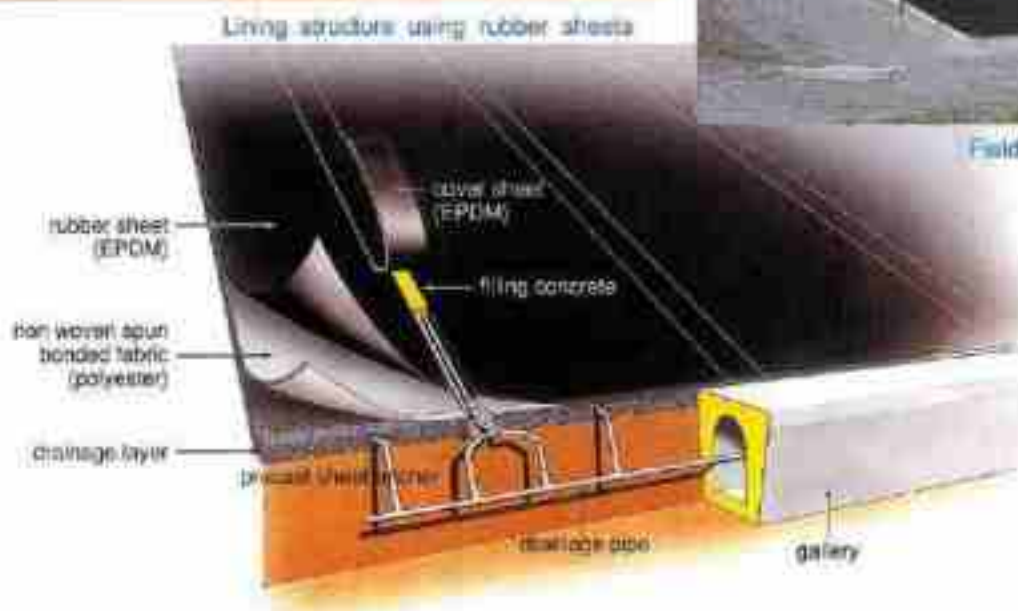
- ★ Ozone and ultraviolet ray induced deterioration
- ★ Functional deterioration caused by marine organisms (barnacles)
- ★ Test for watertightness at bonding parts by adding repeated water pressure
- ★ Large field tests for detailed improvements on the actual works
- ★ Confirmation of stability under a strong wind (typhoon) through the field tests.

For the lining structure, a drainage layer is constructed using gravel materials (20mm or less). The layer is 50 centimeters thick across the entire surface of the pond. On this layer, a cushioning material to prevent damage from the angular parts of gravels is laid using a nonwoven spun-bonded fabric of polyester. Then, a rubber sheet of 2.0mm thick is installed as a surface material. The span of sheet anchors was set at a standard of 6.5 meters (on slopes).

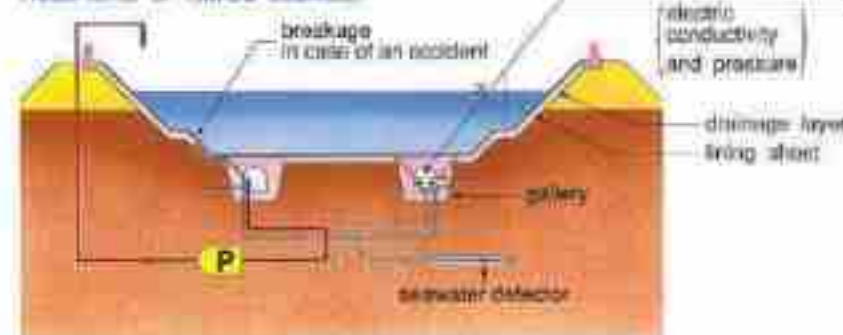
If damage to the sheet occurs, seawater leakage will be detected by seawater sensors and pressure gauges, both of which are installed in the pipes connected to the drainage layer in each zone. The detector will emit an alarm to indicate seawater leakage, and at the same time the pump will recharge leaked seawater to the upper pond. This system prevents seawater from leaking into the neighboring environment. Furthermore, since the rubber sheet is the top layer of the lining structure, it can be repaired easily.



Field tests of sheet lining



Treatments of leaked seawater



EPDM sheet specifications			
Thickness (mm)	Tensile strength (N/cm ²)	Elongation at breakage (%)	Tearing strength (N/cm)
2.0	981 or more	400 or more	250 or more

NEW TECHNOLOGIES

(2) WATERWAYS

(a) Penstock

FRP pipes are used for the 500 meters straight section for the following reasons:

- These pipes do not corrode from seawater.
- It is more difficult for marine organisms to adhere to these pipes than to coated steel pipes, based on test results. The demonstration represents the first in the world in which an FRP pipe is used for an embedded penstock.

(FRP pipe)

An FRP pipe consists of FRP layers and protective layers. The protective layers have antifouling, anti-acid and anti-oxid characteristics.

The FRP layer has a two-way complex pile structure. Resin is impregnated in the fibreglass and wound in the pipe's axial and circumferential directions.

Mechanical properties of FRP (unit: N/mm²)

Direction	Modulus of tensile elasticity	Allowable tensile strength	Allowable compressive strength
Circum.	21,690	72	59
Axial	6,570	20	21



Manufacturing of an FRP pipe



Installation of FRP pipes



Surface coating of the outlet and FRP screens

In order to reduce water head loss and prevent adhesion of marine organisms, a sleeve joint was adopted for the pipe joint.

Rubber is used for a water stopper.

(Filling material around the penstock)

Flyash + Cement paste (FC paste) was used as the filling material. FC paste was developed as an effective use of the ash produced by coal-fired thermal power plants. FC paste :
 i) enables long-distance transportation because it has high liquidity and ingredients are difficult to separate. ii) does not require compaction.

Standard mix proportion of FC paste and the result of unconfined compression tests.

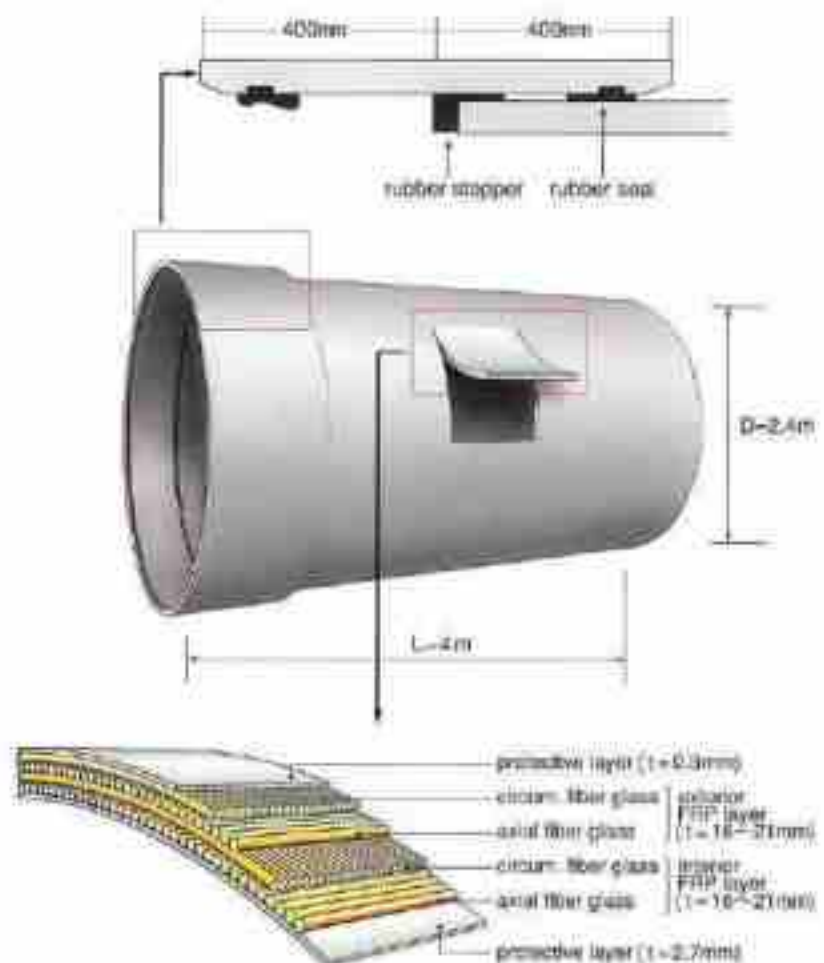
Standard mix proportion	Cement ¹⁾ (kg/m ³)	Flyash (kg/m ³)	Water (kg/m ³)	Unconfined compression strength (180 days later)
	240	600	500	18

¹⁾ Ordinary portland cement

(b) Tailrace tunnel and outlet

In order to provide corrosion resistance, epoxy resin coated steel bars are used for the concrete-lined tailrace tunnel. The outlet has a special ceramic coating to maintain antifouling and antiradiation characteristics. An FRP material is used for the outlet screens as it is used for the penstock.

Structure of an FRP pipe



NEW TECHNOLOGIES

(3) PUMP-TURBINE AND GENERATOR-MOTOR

Materials for the pump-turbine runner and the guide vanes must have anticavitation, antiwear and anticorrosive characteristics. Anticorrosion tests were implemented using three types of special stainless steel (two-phase type, martensite and austenite). Results favored austenite stainless steel, which improves on the conventional type by adding a higher percentage of niobium.

For high efficiency power generation and pumping, a variable speed pumped-storage power generation system was adopted based on a gate turn off thyristor converter-inverter AC excitation system.

Conventional pumped-storage power generation system enables the automatic frequency control (A.F.C.) operation only during generating operation by adjusting guide vanes opening (G.V.O.). However, the variable speed pumped-storage power generation system enables the A.F.C. operation during pumping operation as well as generating operation by adjusting revolving speed of the unit.

Therefore, the variable speed system reduces the impacts on the power system by minimum input power operation at the beginning of the pumping operation.

The variable speed system also realizes higher efficiency operation during generation than the conventional system, because the revolving speed is controlled at a high efficiency point corresponding to the nominated net head and output.

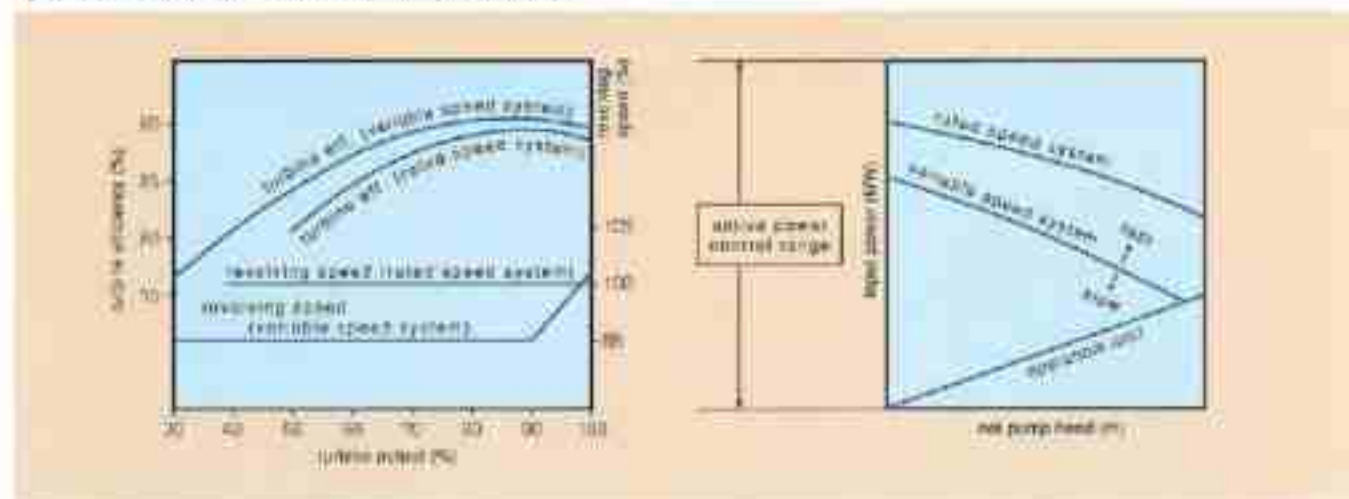


Turbine runner at assembling



Model for anticorrosion tests

Different features between the conventional pumped-storage turbine operation system and the AC excitation variable speed system



ENVIRONMENTAL CONSERVATION

In the area surrounding the upper pond, there are 15 species of precious animals (birds and amphibians) that are considered biologically important. And large coral reefs widely surround the culvert. The following measures are being implemented to conserve the land and sea, and the animals and coral occupying those areas:

(a) Reduction in discharge velocity

To mitigate the impact of seawater discharge from power generation on coral, a breakwater of precast concrete blocks (60 tons; 500 pieces, 30 tons; 500 pieces, a total of 500 pieces) is installed around the culvert circumference of the culvert structure, and thereby the seawater velocity at the time of power generation is reduced to 10 cm/s approximately.

(b) Conservation of small animals

Fences (20 cm in height, made of polyethylene) were installed around the construction area so that small animals such as land turtles could not enter the construction area, thus protecting them from accidents involving construction vehicles. Slope-type side ditches were also installed.

The structure enables small animals such as land turtles and young birds to exit by way of the slope in the direction from which they entered, even when they fall into the side ditches.

(c) Treatments of muddy water

For the purpose of preventing damage by muddy water as a result of earth works, all muddy water generated at construction sites was stored and chemically treated before discharging into natural streams.

In order to repair the living environment for plants and animals, planting seedlings of indigenous trees was practiced in disposal yards and temporary work yards. Monitoring, such as soil included in the air, was also carried out, to evaluate the environmental effect of the impoundment of seawater.

Also, following surveys were carried out:

(1) Surveys of the coral, (2) Surveys of soil animals, (3) Hydrobiological surveys, (4) Surveys of birds, (5) Surveys of amphibians, (6) Measurements of water quality and noise from works, (7) Measurements of soil content in underground water, (8) Measurements of wave height and velocity in the area surrounding the culvert, (9) Surveys of adhesion quantity of marine organisms.



Small animals (birds and amphibians)



Coral



Slope-type side ditch



Drainage and Retention Wall



Electric Power Development Co., Ltd.

Okinawa Yambaru Seawater Pumped-Storage power Plant

1301-1 Aza-Aha Kawasabaru Kunigami-son Kunigami-gun Okinawa

905-1099 Japan

Tel. 0980-43-2601 Fax. 0980-43-2802

Ishikawa Coal-Fired Thermal Power Station

3-4-1 Akasaki Ishikawa-City Okinawa 904-1103 Japan

Tel. 098-954-3711 Fax. 098-954-3716

Anejo N° 1.2: Rendimiento de las hojas de caucho sintético.



Photo 1. General view of the plant

FOTO 1

La planta piloto utiliza una lámina de goma para el revestimiento de la parte superior del estanque. La hoja es una lamina de caucho sintético compuesto por terpolímeros de etileno propileno dien (EPDM), que es un material definido en las normas ASTM.

El revestimiento está sustentado por una capa gruesa de 50 cm. a de grava triturada como capa de transición. Las hojas de revestimiento estaban conectadas entre sí con piezas de conexión especialmente diseñadas embebidas con una forma U en bloques de hormigón y con un número de elementos integrados de polivinilo de Vinilo (PVC) para las tuberías de ventilación y drenaje.

En este trabajo el proceso y los resultados de la hoja de revestimiento de goma y el rendimiento a largo plazo desde el inicio de la operación son documentados. El detalle del diseño de la estanque superior, incluidas sus actividades de revestimiento, también se documentan (Shimizu &Amp).

2.- SISTEMA de REVESTIMIENTO CON HOJA DE GOMA

Como se muestra en la Figura 1, EL sistema de revestimiento de la hoja de goma consiste en:

- 1) Las hojas de caucho en sí, que comprende las hojas principales, un cojín de tela y hojas protectoras.
- 2) La hoja de conexión (incluidos el llenado de hormigón),
- 3) Una capa de transición para la ventilación y drenaje.

La figura 2 muestra el detalle de la estructura de la hoja de conexión. Las hojas de revestimiento, cada una con un ancho de 8,5 m, se colocaron en la superficie de la ladera de la laguna. La longitud de la sección superior de la pendiente es de 33 m, mientras que los rangos más bajos de la sección están entre 32 y 41 m. La superficie de la parte inferior de la laguna se dividió en secciones estándar con una superficie de 17,0 m x 17,5 m para cada sección que fue cubierta con las hojas de revestimiento por separado.

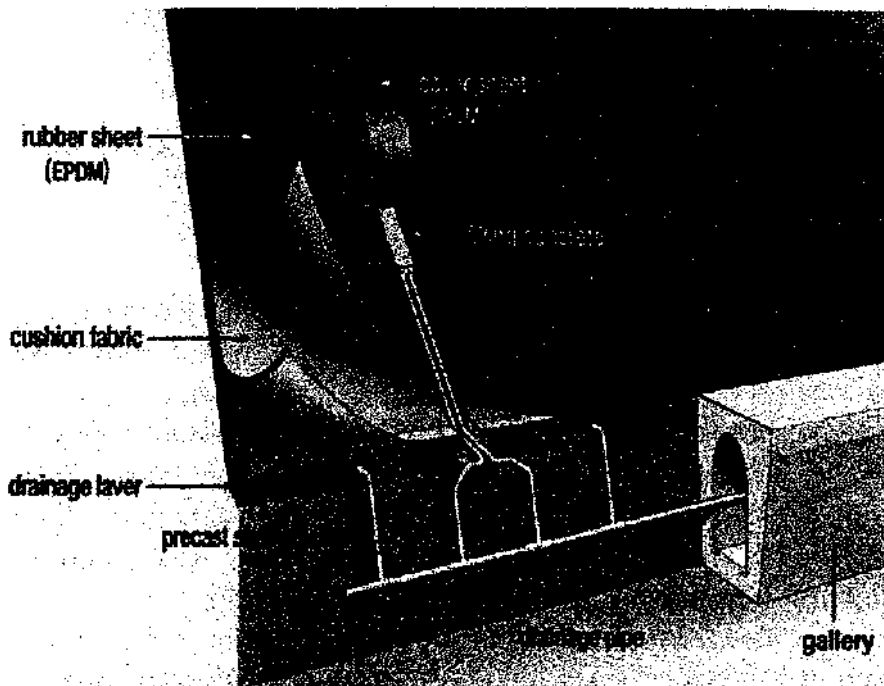


Figure 1. Structure of rubber sheet lining system

FIGURA 1

La Figura 3 muestra los detalles de la estructura de la hoja de conexión.

Las hojas de revestimiento de goma principal, que funcionan como capa de impermeabilización frente al agua, estaban conectados entre sí y a la respectiva estructura de conexión de la hoja. El cojín de tela se utiliza para absorber posibles hendiduras pequeñas y salientes en la superficie de la capa de transición (Le., capa de drenaje) y la superficie de hormigón evitando cualquier posible daño a la hoja de caucho.

La hoja cubre protectora fue diseñada para cubrir la sección de conexión respectiva mientras que se adhiere a la hoja de goma principal.

La respectiva estructura de conexión de las hojas consta de unos bloques de hormigón en forma de U, especialmente diseñados. Cada bloque contiene un par de tuberías de PVC de 100 mm. de diámetro para drenaje de agua que ha sido construido por adelantado para dejar salir el aire residual drenar el agua hacia un sistema de tuberías de drenaje instalado en la galería de inspección (ver figura 1).

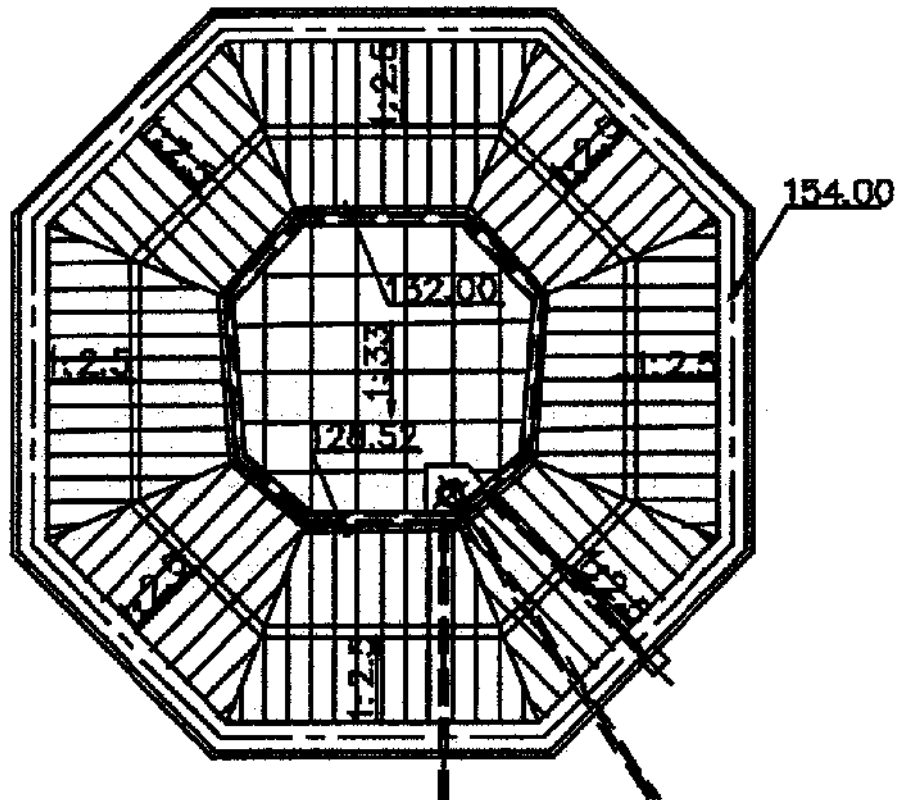


Figure 2. Layout of sheet connection structure

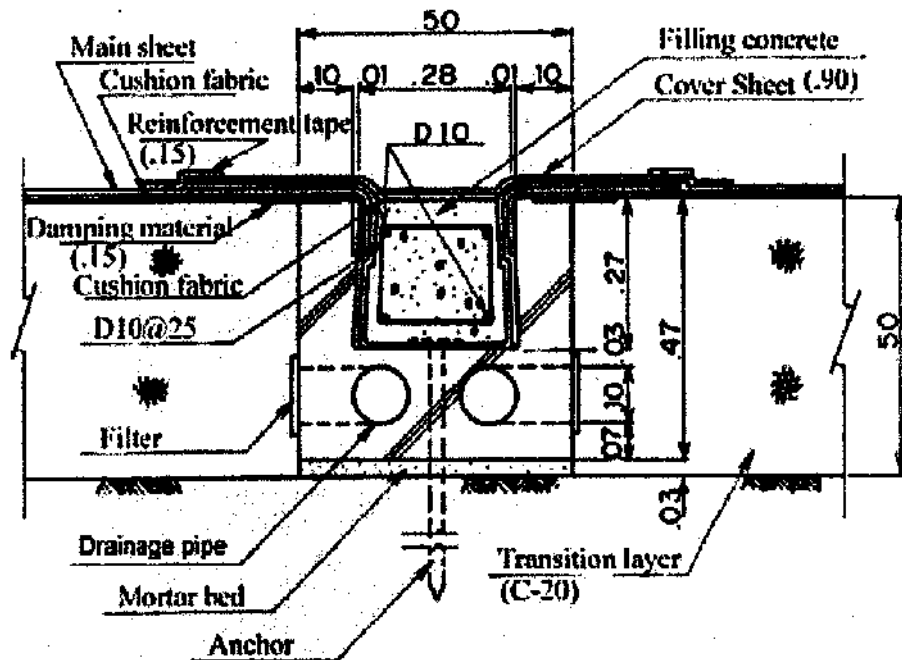


Figure 3. Sheet connection structure

FIGURA 3

Una capa de transición dura y firme fue construida por compactación de una mezcla triturada (C-20-material de base con un máximo de diámetro de 26,5 mm. D₁₀ = 2,5 mm. D₃₀ = 5 mm. D₅₀ = 13 mm. un 5% de contenido de 5% - 10% y un coeficiente de uniformidad de 5,2) con un espesor de 50 cm. según el Estándar JIS A 5001.

La capa de transición fue diseñado para tener no sólo una permeabilidad lo suficientemente alta que permita el libre drenaje hacia la galería de inspección de los posibles aguas de manantial de las montañas y del agua de mar filtrada desde el estanque como consecuencia de una falla de la hoja impermeable, sino también lo suficientemente permeable a las altas presiones de aire para poder descargar cualquier aire residual que podrían entrar en a parte de atrás de las hojas.

3.- TRABAJOS EN EL CONEXIONADO DE LAS HOJAS.

Los bloques de hormigón para las estructuras de conexión de la hoja fueron manufacturados producidos no solo en una fábrica al aire libre existente, sino en la propia ubicación de la planta. El bloque de hormigón estándar tiene una longitud de 2 m y un peso aproximado de 680 kg. La Foto 2 muestra la instalación de la estructura de conexión de la lámina. Cada bloque es situado sobre un lecho de mortero que habían sido colocados para entregar una superficie plana. Después de confirmar un ajuste perfecto al lecho de mortero, el bloque se ancla a la capa de transición. Entonces, el relleno de hormigón fue vertido dentro en el interior del hueco del bloque.

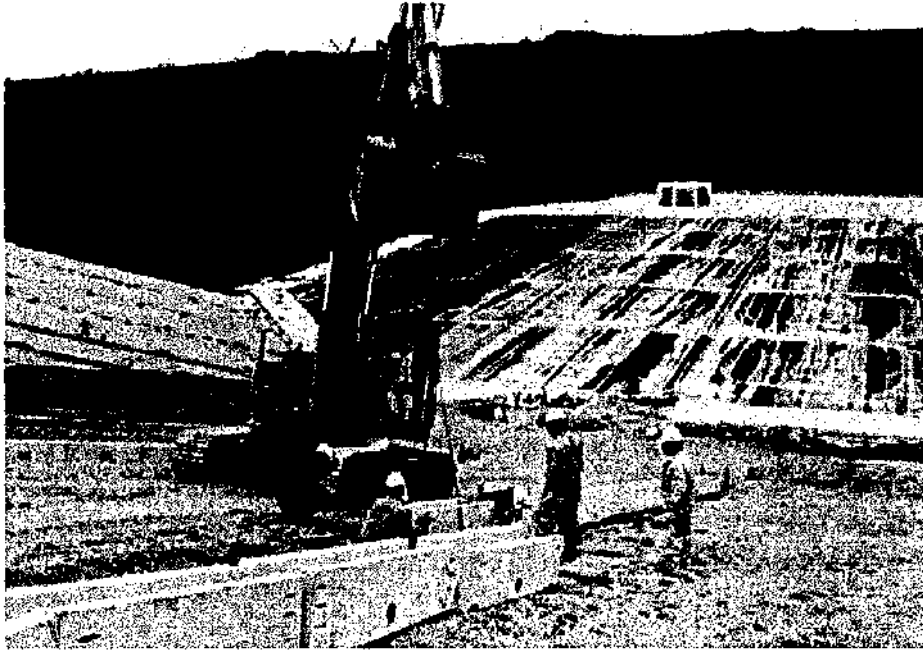


Photo 2. Construction of sheet connection structure

FOTO 2

1. Una fila de bloques de hormigón fue conectada a una estructura integral mediante una colada de hormigón de forma fundida in situ vertida entre los huecos de los bloques de hormigón adyacentes a la par que se proporcionaba acero reforzado a dichos bloques adyacentes. Un posible problema con esta medida son las grietas de expansión y contracción que se puede desarrollar en el hormigón de llenado por un cambio de temperatura relativamente grandes. Para evitar lo anterior, se proporcionaron articulaciones en el hormigón de llenado a una distancia de 10 m de de la estructura de hormigón unificado. Además, para evitar doblamientos localizados que pueden surgir como consecuencia de posibles asentamientos diferenciales durante el almacenamiento de agua de mar en torno a los límites entre las zonas de excavación y terraplén en el sitio de la presa, se proporcionaron articulaciones a los bloques de hormigón localizados en estos límites.

2. El llenado de hormigón fue arrojado en el lugar entre los huecos de los bloques de hormigón, donde varias hojas de revestimiento de goma había sido colocadas de antemano, como se muestra en la Figura 3. Esto fue posible, por este procedimiento, se formaron pequeñas secciones triangulares en las

esquinas derechas e izquierdas en la parte superior de la superficie de hormigón la cuales podrían dañar las hojas de revestimiento. Para evitar este problema, materiales EPDM triangulares de caucho se colocaron en las esquinas como tiras de chaflán.

4.- TRABAJOS EN LA CAPA DE TRANSICIÓN

La Figura 4 muestra la secuencia de los trabajos de construcción de la capa de transición en la sección de la pendiente, que se estableció en función de los resultados de los ensayos de instalación realizados antes de los trabajos de instalación.

Para compactar la gravilla triturada con a un óptimo contenido de agua , se roció con agua la grava almacenada en patio de existencias y también durante los trabajos de compactación.

Para asegurar una superficie lisa y plana de la capa de transición sin ningún tipo de irregularidades, la parte de la pendiente fue vibro-compactada, mientras que los rodillos de compactación se desplazaba siempre en movimiento hacia arriba.

Este procedimiento también fue esencial para garantizar una alta densidad de grava compactada prevenir la segregación de materiales de grano grueso y fino.

Un rodillo de vibro-compactación fue trasladado a la ladera y controlado remotamente para la seguridad de los trabajadores.

Como se muestra en la foto 3, los movimientos hacia arriba y hacia debajo de los respectivos rodillos se lograron mediante el apoyo del rodillo, con un conjunto de cables de extensión de una grúa sobre orugas que se fijó en la parte superior de la ladera.

La velocidad de movimiento del rodillo fue controlada para que se mantuviera constante. En las zonas adyacentes a las estructuras de la hoja de conexión, este trabajo fue llevado a cabo manualmente para evitar posibles daños en los bloques de hormigón debido al contacto con el equipo pesado de construcción.

La compactación manual se logró utilizando placas de acero vibrado que fueron apoyados con cables que se extiende desde la parte superior de la pendiente.

La secuencia de los trabajos de construcción en la parte inferior fue casi el mismo que en la sección de la pendiente, salvo que el sistema de apoyo y soportación del rodillo no se utilizó en la sección inferior.

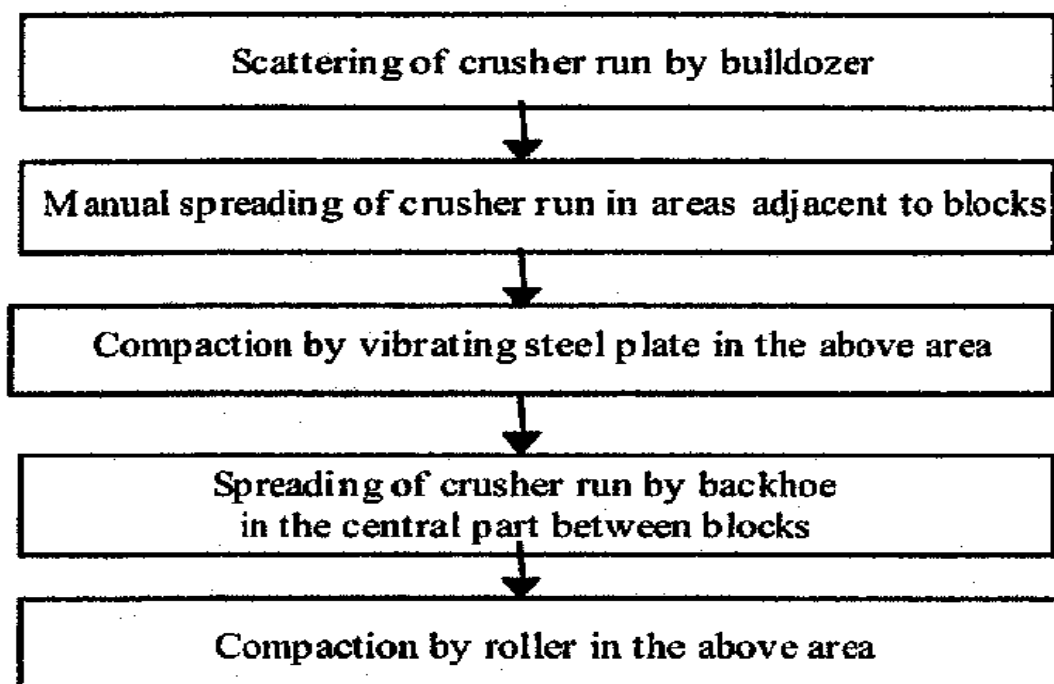


Figure 4. Construction sequence of the transition layer

FIGURA 4

Figure 4. Construction sequence of the transition layer

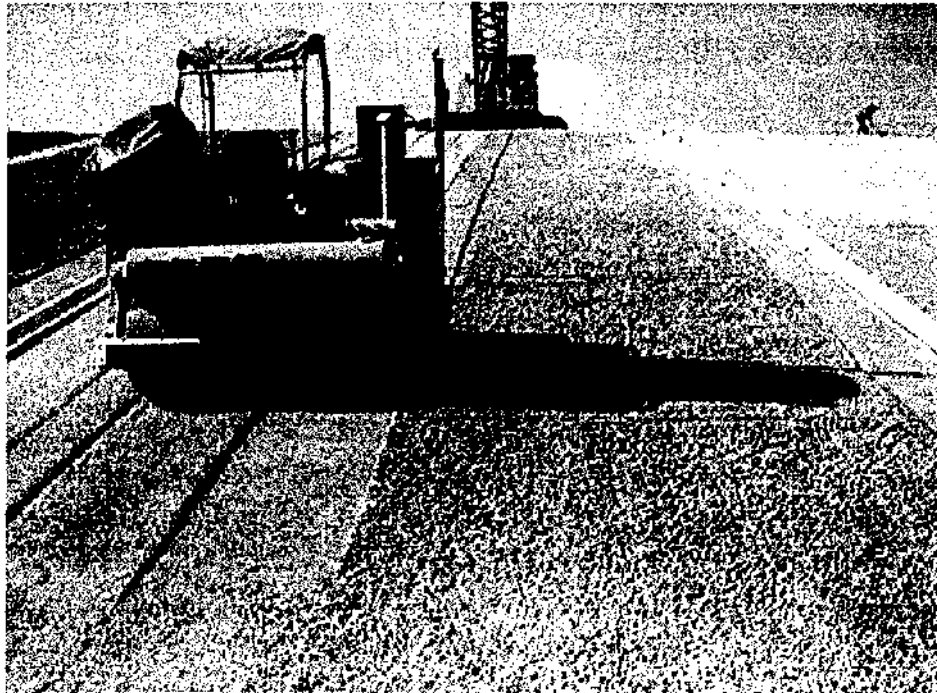


Photo 3. Compaction of the transition layer

FOTO 3

5. INSTALACIÓN DE LA HOJA DE REVESTIMIENTO DE GOMA Y SU CONTROL DE CALIDAD

5.1 Instalación de hoja de revestimiento de goma

La Figura 5 muestra el procedimiento de instalación de la lámina de goma de revestimiento alrededor de las estructuras de conexión de la hoja.

Las hojas de revestimiento fueron transportados mediante grúas de oruga al sitio donde iban a ser colocadas. Los trabajos completos de instalación en el sitio se llevaron a cabo manualmente. La instalación de la hoja comenzó de una sección a otra de tal manera que diferentes pasos se realizaron en varias secciones diferentes. Este procedimiento de instalación minimiza el tiempo total de instalación reduciendo el tiempo de espera antes de proceder al siguiente paso de instalación en cada sección.

Por otro lado, el agua de lluvia podría dañar la superficie de la capa de transición y podría humedecer el cojín de tela antes de colocar el revestimiento de hojas principales, con lo que afectaría al trabajo de adhesión posterior entre el cojín de tela y el forro de la hoja principal. Si aquello ocurriera en cualquier sección, los trabajos de instalación completos tendrían que ser reiniciados desde el inicio a partir de las secciones ya conectadas..

Por lo tanto, los trabajos de instalación coordinados y simultáneos se restringieron a solo dos o tres secciones al mismo tiempo.

El trabajo de instalación se detuvo cuando una de las siguientes condiciones parecía según la cuales un adhesivo (ya sea un agente adhesivo o una cinta adhesiva) no se puede utilizar:

1. Humectación de la superficie de la capa por agua de lluvia.
2. Caída de la temperatura ambiente o temperatura de la superficie de la hoja por debajo de 5 °C.
3. Aumento de la humedad en más del 85%.
4. Aumento de la velocidad del viento por encima de 7 m / s.
5. Movimientos de tierra dentro de la zona de instalación.

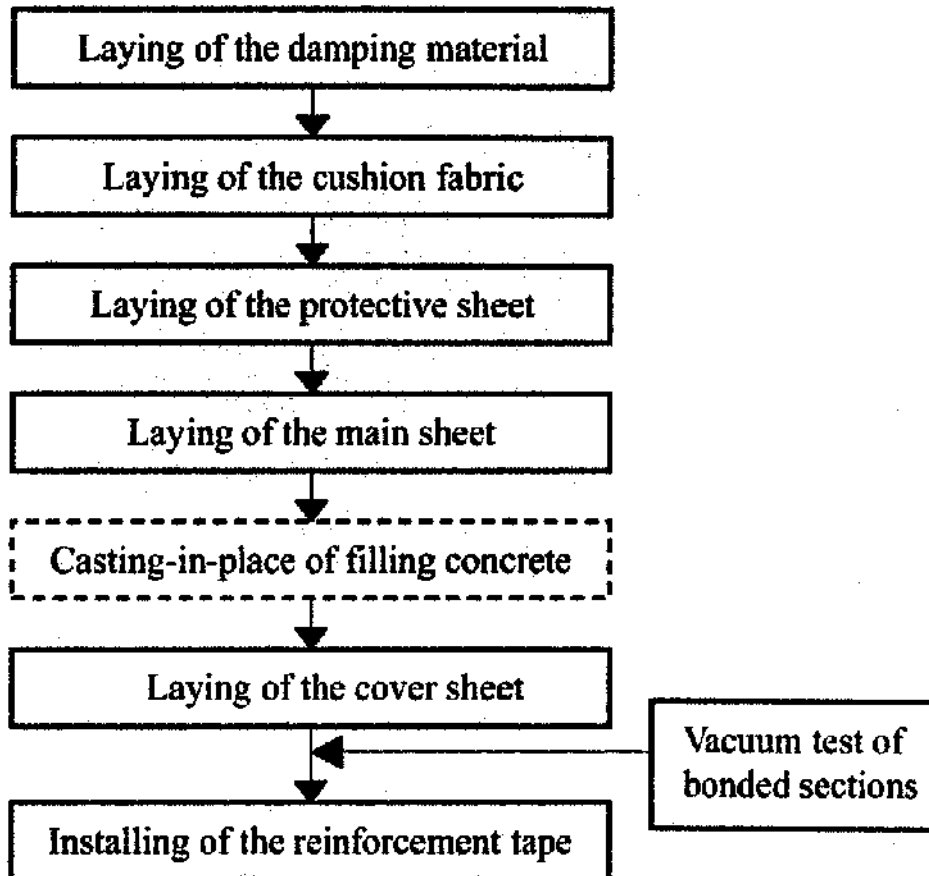


Figure 5. Installation sequence of water impervious sheet

FIGURA 5

Las hojas de revestimiento de goma principales, los cojines de tela, las hojas cubre-protectoras y los materiales de amortiguación se ha reducido a la anchura especificada en la fábrica. Las hojas de caucho fueron cortadas en un sierra de acero junto con los cojines de tela recortados fueron entregados para el montaje.

Como se muestra en la foto 4, para instalar el cojín de tela y revestimiento de chapas de caucho en los tramos con pendiente de la laguna, un rollo de tela-cojín y una lámina de revestimiento de goma se colocaron en la cima de la ladera. Primero, el cojín de tela, y a continuación, la hoja de caucho que fue manualmente estirada desde los respectivos rollos donde estaban enrolladas pasó a paso desde el pie del talud de la ladera.

Para instalar la tela-cojín y las hojas de goma en el piso de las secciones del fondo de la laguna, dos tercios de la longitud total de los rollos fueron desenrollados y extendidos para arreglarse desde izquierda a derecha.

En este trabajo de instalación, es esencial para evitar la ondulación, las arrugas y deformaciones de la tela-cojín y de las hojas de revestimiento principal, mantener la tensión mecánica a la hora de desplegar los tejidos en valores residuales.

También es necesario para evitar la excesiva expansión y contracción del revestimiento de goma resultado de grandes cambios de temperatura.



Photo 4. Rubber sheet installation

FOTO 4

El tejido-cubierta, que era una parte de las hojas de revestimiento de goma principal, se une a las hojas de revestimiento principales goma en la propia ubicación.

Ya que uno adhesivo altamente fiable es esencial para este proceso, se utilizó una cinta adhesiva que consistía en una forma natural de vulcanizado adhesivo de tipo caucho, como se muestra en la foto 5.

Los bordes de la hoja del tejido-cubierta se ha protegido con un refuerzo de cinta.

En los lugares donde se cubrieron las hojas de revestimiento de goma con hojas de tejido-cubierta, la superficie de las hojas de revestimiento de goma fue hecha lo más plana posible y el cierre-sellado se hizo fiable utilizando un material eficiente de sellado.



Photo 5. Cover sheet bounding work

FOTO 4

Para mantener una alta calidad en los trabajos de unión adhesiva evitando pobres condiciones de adhesión, las partes de unión entre el tejido-cubierta y las láminas de revestimiento de goma fueron examinadas en primer lugar mediante una inspección visual y posteriormente examinadas al tacto manualmente.

Posteriormente, el tamaño de hueco entre los bordes de los componentes adheridos fue evaluado mediante una espátula de inspección en forma de hoja. Por último, una prueba de vacío se llevó a cabo a lo largo de la longitud total de los bordes donde se había producido la adhesión entre los componentes (foto 6).

El test fue se llevó a cabo por la aplicación de un vacío de 5 kPa o más por un período de 10 segundos o mayor aún en el interior de un sistema transparente colocado en el borde de unión para ser inspeccionado, mientras que se examinaba si se producía la formación de burbujas en una capa de agua de jabón que se había sido untado sobre esa parte.

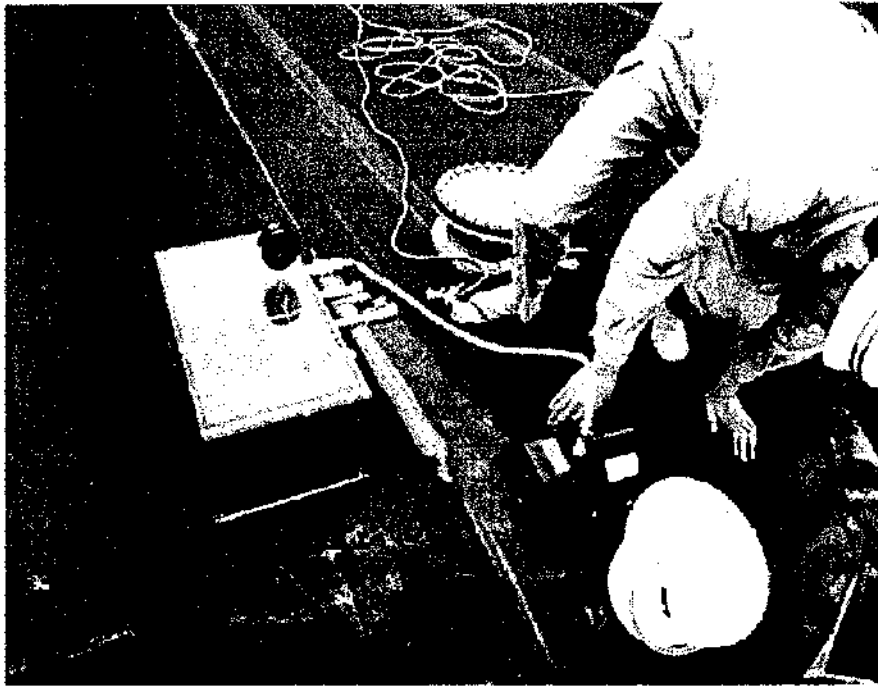


Photo 6. Negative pressure test in the cover sheet

5.2 Control de calidad de la Hoja de revestimiento de goma

Un control de calidad muy cuidado se requiere para todo el proceso de la instalación de las hojas de revestimiento de caucho, la mayoría de los cuales se realizó de forma manual, para asegurar la alta calidad de los trabajos de instalación con una muy alta uniformidad.

Por lo tanto, fue necesario establecer las pertinentes normas y estándares de control de calidad. Aunque las hojas de goma fueron manufacturadas en una fábrica, los materiales utilizados en este proyecto fueron sometidos a rigurosas pruebas de calidad con evaluaciones periódicas de sus propiedades.

En particular, el control pertinente y exacto de la proporción de mezcla de materias primas y de la presión y la temperatura en el proceso de vulcanización era de una importancia crítica, ya que incluso una pequeña variación en estos factores pueden tener efectos significativos sobre la calidad de la producción de las hojas de caucho.

Los tests periódicos de calidad consistieron en un test por cada 1.000 m² para los elementos de especial importancia, tales como mediciones de espesores, resistencia a la tracción, el alargamiento a la rotura y la resistencia al desgarro, y de un ensayo por cada 5.000 m² para el resto de elementos, tales como la dependencia de la temperatura, la propiedad de elongación, la capacidad de alargamiento (después del tratamiento alcalino y el tratamiento de calefacción), como está especificado en la Norma JIS A 6008.

Los resultados de los tests de calidad de las hojas de revestimiento de goma principales se resumen en la Tabla 1, las cuales cumplen satisfactoriamente sin ninguna duda los criterios de calidad. Shimizu (Shimizu & Ikeguchi 1998) reportó más detalles de los resultados de la prueba de control de calidad de la hoja de tejido-cubierta protector.

La calidad de los bordes de unión del tejido-cubierta también fue controlado especificando con gran detalles ancho de adhesión y las posiciones relativas de los diferentes componentes de la hoja.

Table 1. Results of the quality control tests of EPDM sheet

	Thickness (mm)	Tensile strength (N/mm ²)		Elongation at rupture (%)		Tear strength (N/mm)	
		Lengthwise direction	Widthwise direction	Lengthwise direction	Widthwise direction	Lengthwise direction	Widthwise direction
Specified value	2.0~2.3	9.8 or more		450 or more		26.0 or more	
Maximum value	2.20	15.9	15.2	557	567	52.5	51.0
Minimum value	2.06	13.0	11.8	484	478	39.3	37.0
Mean value	2.14	14.4	13.5	520	524	45.5	45.1

TABLA 1

6. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y REGISTROS DE RENDIMIENTO.

6.1 Llenado con agua de mar de y registros de operación

El estanque superior se llena con agua de mar por primera vez en Agosto de 1998 y toda la planta se puso en funcionamiento a mediados de marzo de 1999.

El nivel de agua en el estanque durante el funcionamiento de la planta oscila generalmente entre las altitudes de de 135 m y 151 m con el diseño admisible de los niveles máximos alto y bajo entre 132 m y 152 m.

Según los registros de operación a partir de Septiembre de 2001, los generadores de energía habían operado por un total de 4.060 horas y el sistema de bombeo de agua de mar funcionó un total de de 4.340 horas.

6.2 Detección de fugas de agua de mar y Sistema de Reciclaje

Se diseñó de forma de que si el agua de mar se filtraba a través de la hoja impermeable debido a un fallo en la hoja, el agua de la fuga sería drenada hacia las tuberías de PVC.

Las tuberías fueron instaladas no sólo para el drenaje de agua, sino también para vaciar el aire de las estructuras de conexión entre las hoja impermeables en contacto con la capa de transición con una alta permeabilidad.

El de agua de mar filtrada es entonces drenada a través de sumideros y de un sistema de tuberías de agua y sistema de tuberías de recogida de aguas en la ladera de la laguna y es dirigido hacia el sistema de tuberías de la galería de inspección (ver Figura 1).

El agua de mar filtrada finalmente es recogida en un pozo de drenaje a, que está provisto de un indicador de nivel de agua y una bomba de drenaje de agua (Figura 6).

El sistema fue diseñado de tal manera que cada vez que el nivel de la fuga de agua de mar supera un valor establecido, la bomba automáticamente comienza a trabajar para devolver el agua de mar filtrada de nuevo al estanque superior.

No ha habido ningún caso de fuga de agua a través de las hojas de revestimiento de goma hasta ahora. Los únicos casos en que la detección de fugas y sistema de reciclado de agua operó hasta el momento fueron debidos a fluido de agua dulce en el sistema de capa de caucho bajo condiciones de grandes tifones.

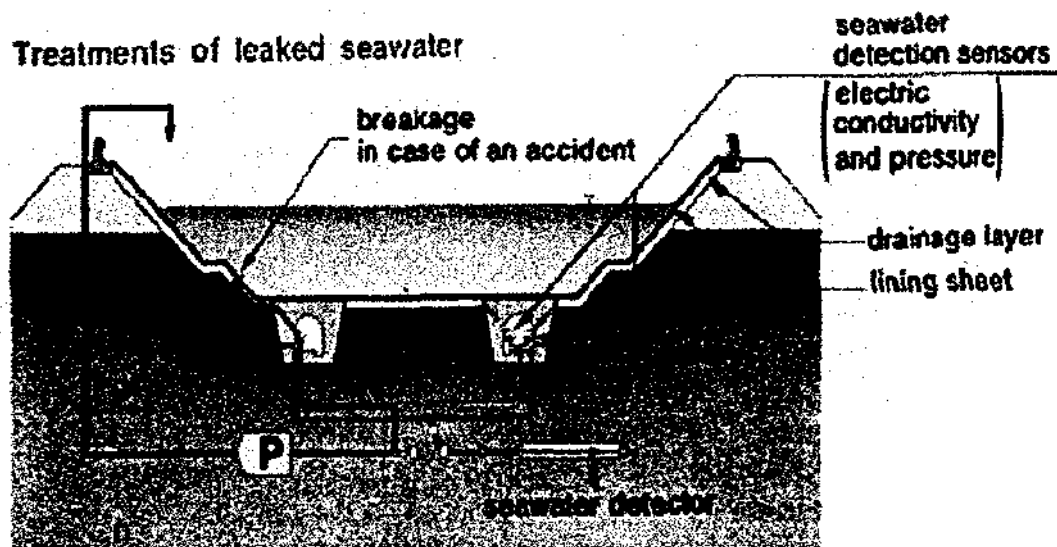


Figure 6. Treatment of leaked seawater

FIGURA 6

6.3 Acrecentamiento de formas de vida marina

A medida que la generación de energía y el turbo-bombeo han sido operados a una tasa de rendimiento total, el estanque superior se ha sometido a los efectos del crecimiento de algas y de materiales limosos.

Por esta razón, la superficie de la hoja de revestimiento de goma se cubrió con una delgada capa sedimentaria aproximadamente a finales de un año de operación desde la puesta en marcha de la planta.

Hasta ahora, el sistema de hoja de revestimiento de goma fue inspeccionado cuatro veces con el fin de evaluar el nivel de acumulación de formas de vida marina en el sistema. La inspección realizada en junio de 1999 reveló la presencia de percebes en algunas partes de las hojas de revestimiento de goma. Sin embargo, esta acumulación se limita únicamente a algunas manchas dispersas.

La segunda inspección, llevada a cabo en diciembre de 1999, reveló que el grado de acumulación de conchas fue similar al que se había observado durante la primera inspección.

En la próxima inspección periódica, realizada en junio de 2000, además de percebes, una gran cantidad de lapas verdes fue hallada.

La inspección posterior realizada en octubre de 2000 consistió en un buceo después de que el nivel del agua del estanque superior se redujera a un nivel de 132 m.

Para la cuarta inspección, sin embargo, todo el agua del estanque superior fue totalmente eliminada con el fin de realizar una inspección visual a fondo. (ver foto 7).

Aunque la cantidad de formas de vida marina tendieron a aumentar año tras año, no ha habido pruebas de que la superficie de las hojas de revestimiento de goma hubiera sufrido ningún daño o deterioro como resultado de la acumulación de vida marina.

Se encontró sin embargo que la presencia conchas acumuladas en la superficie de la hoja puede plantear un problema particular durante el mantenimiento y la inspección de trabajo. Los depósitos pueden dañar las hojas de revestimiento cuando los operadores trabajan sobre las conchas o cuando el equipo cae rodando encima de las mismas.

Una posible solución sería el uso de zapatos provistos de unas suelas almohadilladas a fin de no dañar las hojas de revestimiento.

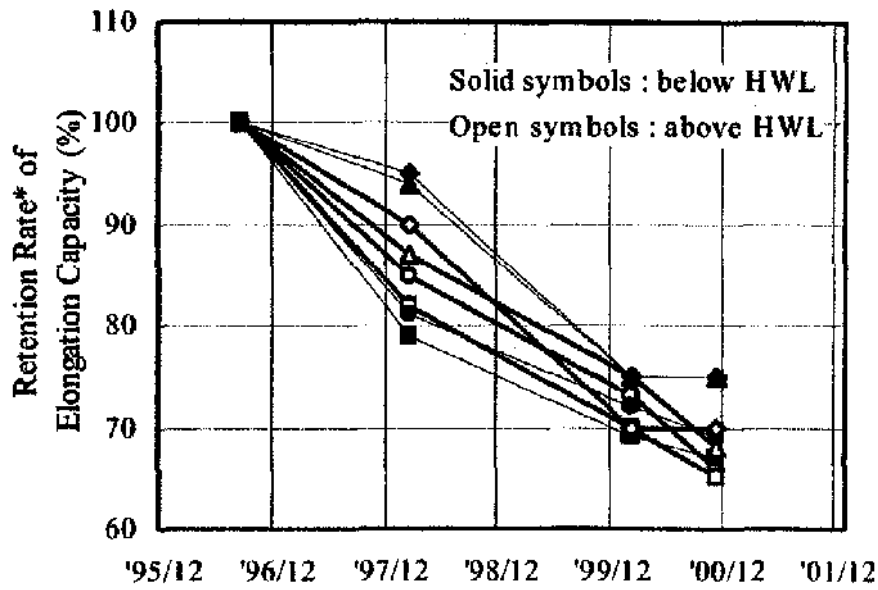


FOTO 7

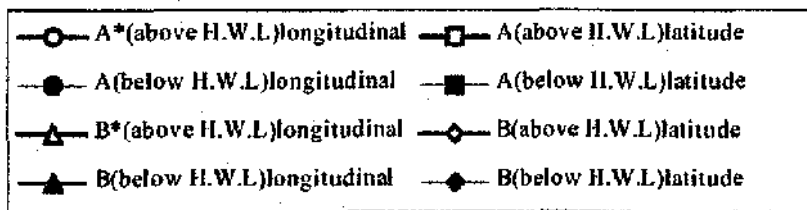
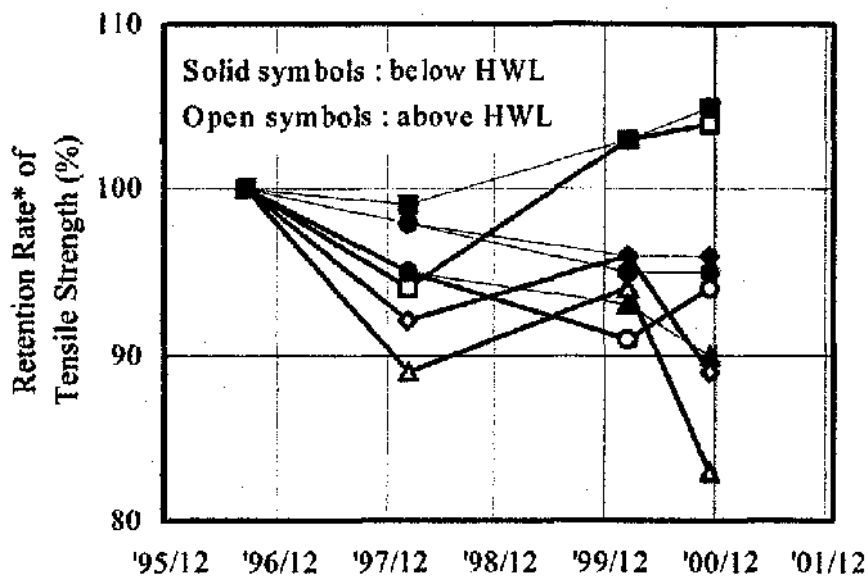
6.4 de las propiedades del revestimiento de goma.

6.4.1 Evolución con el tiempo de la capacidad de elongación y la Resistencia a la tracción.

Con el fin de investigar la posible degradación con el tiempo de las propiedades físicas de las hojas de revestimiento de goma, un número de hojas de muestra se colocaron en la superficie de las hojas de revestimiento actuales, y pruebas de control de calidad se llevaron a cabo en estas muestras a intervalos regulares. Los resultados se muestran a continuación.



(a) Property change in Elongation Capacity



(b) Property change in Tensile Strength

Figure 7. Property changes of the rubber lining sheets
 * The letters "A & B" mean the abbreviation of the sheet suppliers.

FIGURA 7

La Figura 7 muestra la tasa de retención, respectivamente, la capacidad de elongación, definido como el esfuerzo de tracción hasta la rotura, y la resistencia a la tracción, ambas en porcentaje, definido por la ecuación 1.

$$\text{Retention Rate (\%)} = \frac{\text{Present value of the property}}{\text{Initial value of the property}} \times 100 \quad (1)$$

Las siguientes tendencias de comportamiento se pueden ver en las gráficas:

- 1) La resistencia a la tensión disminuyó a una tasa muy baja, mientras que la capacidad de elongación se redujo a una tasa mucho más alta.
- 2) Las muestras que se habían sometido a aumentos de temperatura relativamente alta al estar situado por encima del HWL mostraron una tasa de deterioro similar en la capacidad de elongación con respecto a los que se encuentran por debajo de la HWL.

6.4.2 Predicción del Cambio de las Propiedades Materiales en el Futuro

Mientras que un ligero deterioro de la resistencia a la tracción de las hojas de goma ha ocurrido hasta la inspección realizada en el año 2000, es muy probable que el ritmo de la disminución de la resistencia a la tracción seguirá siendo muy pequeño en el futuro próximo. Por el contrario, la capacidad de elongación de las hojas de caucho se ha deteriorado en un 35% (Figura 7).

En la Figura 8 se compara la tasa de retención de la capacidad de elongación de las hojas de caucho EPDM en este proyecto en comparación otros proyectos análogos ejecutados en Japón. Se puede observar que estos datos de dos fuentes diferentes se ajustan entre sí por un período de cinco años transcurrido.

Con base en este resultado, parece que la tasa de retención de la capacidad de elongación converge a un nivel de alrededor del 40% en un breve tiempo.

La figura 9 presenta los mismos datos que se presentan en la Figura 8, mientras graficando la tasa de reducción de la capacidad de elongación en base logarítmica del año transcurrido. En la Figura 9, las líneas rectas se ajustan a los límites superior e inferior y el promedio de los datos.

Por otra parte, se estimó que la máxima elongación, debido a los asentamientos irregulares de la base de tierra de apoyo de la laguna sería inferior al 100% (Takimoto y Onoi 1997) y que el valor máximo debido a la expansión de la hoja como consecuencia de los fuertes vientos y baja presión barométrica sería inferior al 57% (Shimizu y Ikeguchi 1998).

La cepa de alargamiento al 100% a la ruptura de la hoja es equivalente a una tasa de reducción de la capacidad de elongación de 78%, suponiendo que el valor inicial de la tensión de elongación es de 450%.

Si suponemos que las hojas de revestimiento alcanzarán su límite de servicio, cuando la capacidad de elongación caiga al 100%, entonces podemos concluir que la hoja tiene una vida útil de unos 40 años según los resultados presentados en la Figura 9.

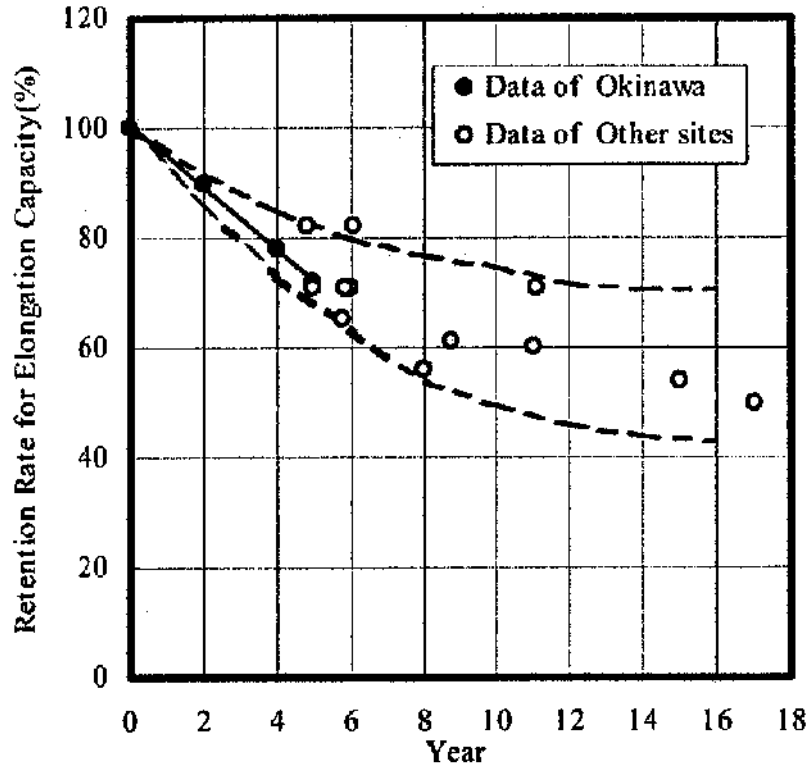


Figure 8. Future Prediction of Elongation Capacity (1)

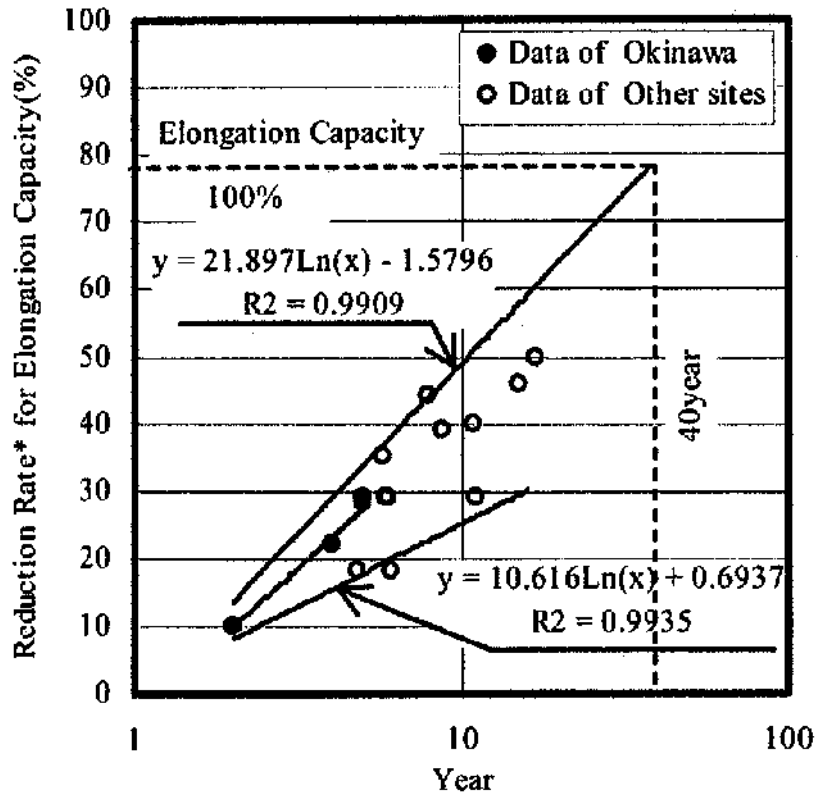


Figure 9. Future Prediction of Elongation Capacity (2)

* ReductionRate(%) = 100 - Retention(%)

FIGURA 9

7. CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones se pueden derivar:

- 1) Para garantizar las funciones de rendimiento de las hojas de revestimiento de goma, el control detallado de los trabajos de resultan esenciales:
 - a) Tests de control de calidad adecuados de las hojas de caucho.
 - b) Procedimientos adecuados de trabajo manual de instalación de las hojas de goma y otros.
 - c) La correcta adherencia entre la hoja de caucho y el cojín de tela utilizando un adhesivo adecuado.
 - d) Adecuado diseño de la estructura de conexión de la hoja, junto con las conexiones adecuadas en el sitio de las hojas de revestimiento principal de goma.
- 2) Es esencial seleccionar un buen material de bajo costo que sea fácil de compactar a la vez que posea una alta permeabilidad hidráulica que permita su utilización como capa de transición económica.
- 3) Este sistema de revestimiento que se utilizó para el estanque de almacenamiento de agua de mar, debería estar diseñado y construido a un nivel fiable que sea mucho mayor que los diseños utilizados en los estanques de agua dulce. Este factor finalmente aumentó el costo del sistema. De modo que más esfuerzos serán necesarios para una reducción de costes significativa.

- 4) A pesar de que la acumulación de formas de vida marina ha aumentado inevitablemente con el tiempo, no ha habido evidencia de daño de las hojas de revestimiento como consecuencia de su acumulación.
- 5) La resistencia a la tracción de las hojas de revestimiento de goma sólo disminuyó ligeramente en los primeros cinco años desde el inicio de la operación. Por otra parte, la capacidad de elongación de las hojas de caucho disminuyó en comparación en gran medida.

Teniendo en cuenta la naturaleza química de la capa de caucho EPDM, sobre la base de experiencias con este tipo de placas de goma en otros lugares durante períodos más largo, se podría estimar que las láminas de revestimiento de goma mantendrán el rendimiento de elongación necesario en torno a 40 años de operación.

Las operaciones de prueba de esta planta piloto en particular se prevé que continuarán hasta marzo de 2003 con un seguimiento continuo en relación con la acumulación de fauna y flora marina en la hoja de caucho impermeable y con los cambios con el tiempo de la resistencia a la tracción y la capacidad de elongación de la hoja.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su sincera gratitud a la los miembros del Ministerio de Economía, Comercio e Industria de (METI) y AL1 a los interesados para su más útil la cooperación y el tipo de orientación.

REFERENCIAS

Shimizu, H. & Ikeguchi, Y. 1998. El uso de una hoja de nibber sintéticas para revestimiento de la superficie de la parte superior del estanque de agua de mar bombeada a la planta de almacenamiento, Proc. de la Sexta Conferencia Internacional sobre Geosintéticos. Vo1.1, 1111-1120. Atlanta: U.S.A. Takimoto, J. & Onoi, Y. 1997. Las láminas de caucho sintético se enfrenta el Alto Estanque en las rocas fuertemente erosionada en bombeo de agua de mar de almacenamiento de energía Planta, las grandes presas, No.160, 25-32.

Anejo N° 1.3: Elementos de la turbina, métodos anticorrosivos.

PROYECTO BÁSICO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA
REVERSIBLE DE AGUA MARINA
PUNTA CENTINELA - OIA - PONTEVEDRA

***ANEJO Nº 1.3: ELEMENTOS DE LA TURBINA- MÉTODOS
ANTICORROSIVOS Y ADHESIÓN DE ORGANISMO
MARINOS.***

1. Introducción

Para la planta de agua marina, la Agencia de Recursos Naturales y el Ministerio de Industria confiaron el estudio y el desarrollo del proyecto a la compañía eléctrica local.

Los tests de verificación y las técnicas de investigación para las plantas de almacenamiento de agua bombeada y el trabajo de investigación se iniciaron en 1981.

A mayores, tests sistemáticos de verificación fueron realizados a partir de 1984 en relación a la corrosión de los elementos metálicos, el efecto de la corrosión en la pintura, la protección catódica, la adhesión de organismos marinos, y otros problemas que se simularon para las condiciones de operación de la futura planta. El test de verificación fue realizado usando tres modelos de turbo-bombas fabricadas en los mismos materiales y similar geometría que las de la planta futura en el distrito insular de Okinawa.

Recientemente se diseñaron y manufacturaron la turbo-bombas para la planta piloto de almacenamiento de agua marina basada en los tests arriba mencionados de modelos de turbo-bombas. Este documento describirá un resumen con los materiales aplicados, la pintura, los métodos de prevención de la corrosión, y las contramedidas para impedir la adhesión de los organismos marinos.

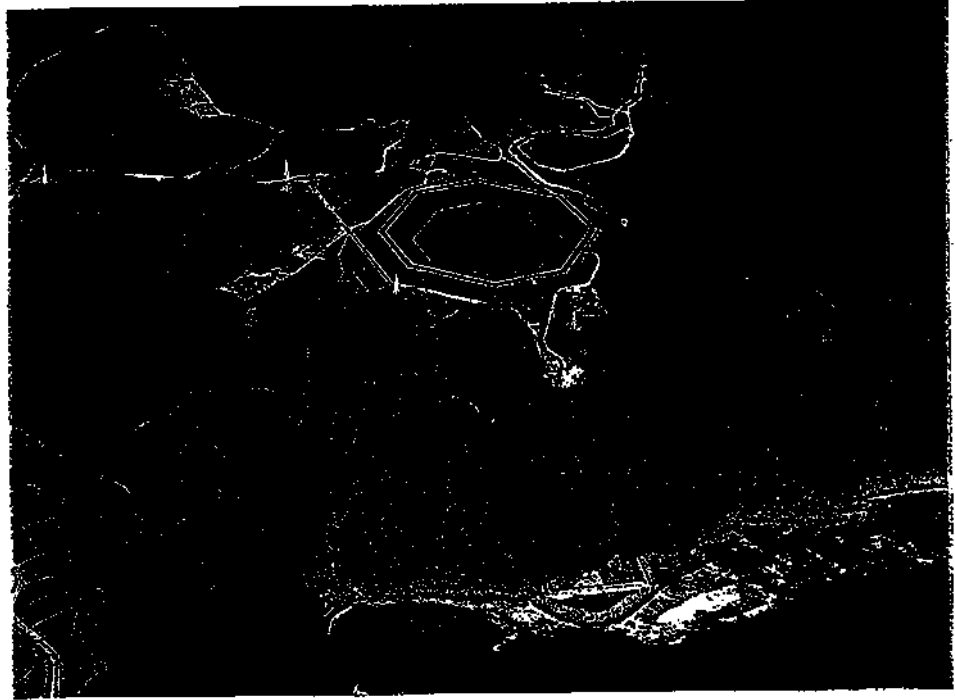


Figure 1. Bird's-Eye View of Pilot Seawater Pumped Storage Power Plant, Okinawa Prefecture, Japan

La forma octogonal muestra el dique superior. El mar esta en la plataforma inferior. La salida del canal de descarga está rodeado por 4 estructuras par la protección contra las olas.

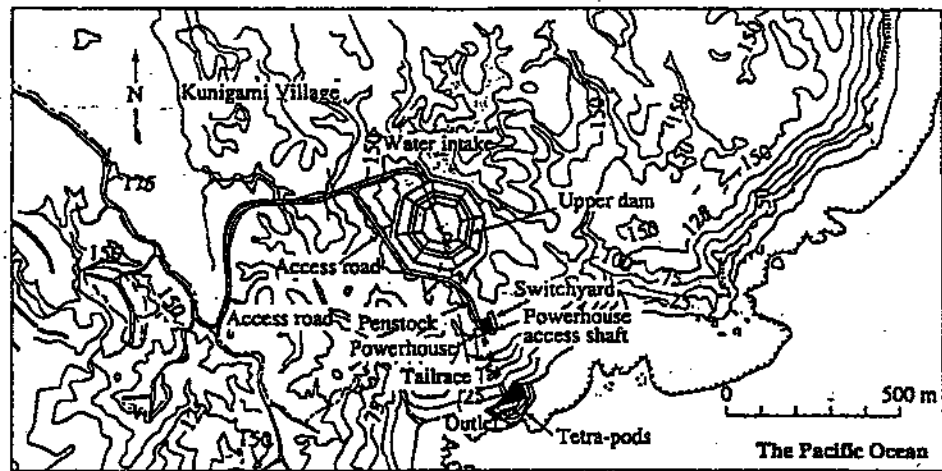


Figure 2. Plan View of Seawater Pumped Storage Power Plant
The octagon-shaped upper dam is located 500 m away from seashore at the elevation of 150 m.

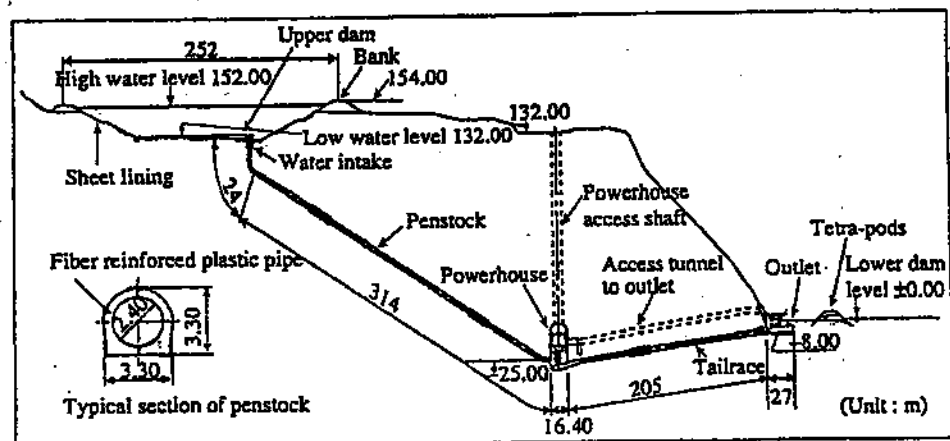


Figure 3. Sectional View of Waterways
The underground powerhouse is situated 150 m below ground level.

2. Características estructurales de la turbo-bomba

La tabla 1 muestra las especificaciones de la turbo-bomba para la planta de almacenamiento de agua marina y la figura 4 muestra la vista seccionada de la turbo-bomba.

Turbine operation		Pump operation	
Max. output	31,400 kW	Max. input	31,800 kW
Max. net head	141 m	Dynamic head	160 m
Max. discharge	26 m ³ /s	Discharge	20.2 m ³ /s
Specific speed	178.2 m-kW	Specific speed	51.4 m-m ³ /s
Rotating speed	450 ± 6% r/min		

TABLA 1

La turbo-bomba para la planta de agua marina está construida de tal manera que el rodete puede ser desmontado desde abajo para una fácil desensamblado y reensamblado. La superficie de paso de agua está simplificada para no producir corrosión en grietas en la medida de lo posible. La estructura preventiva para impedir la corrosión para las partes individuales está descrita más adelante.

Figura 4.- Sección de la turbo-bomba. El rodete puede ser desmontado desde abajo permitiendo dejar las partes principales de la turbo-bomba y del generador tal como están para facilitar los trabajos de mantenimiento.

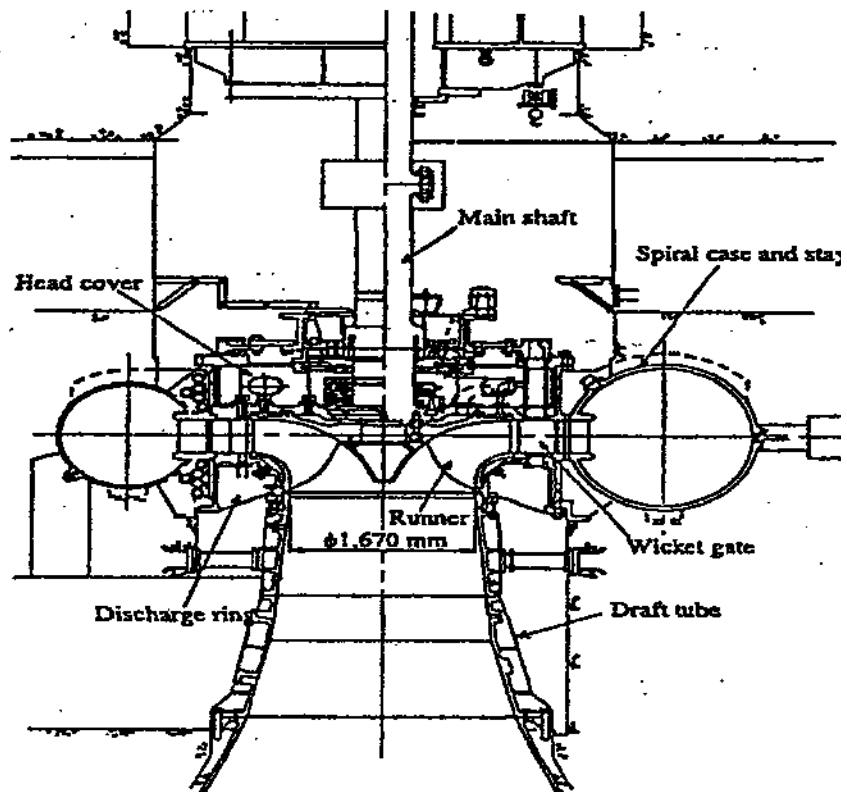


FIGURA 4

Main Shaft sealing box (Caja de sellado del eje principal)

Materiales cerámicos se han aplicado para los elementos de sellado. Tuberías para el vaciado del agua son proporcionadas para drenar al foso para impedir fugas en la carcasa.

Durante los test de operación se confirmó que las fugas de agua se estabilizan en 10 litros por minuto bajo diferentes condiciones de operación incluyendo condiciones de operación sin agua en funcionamiento seco.

Ensamblado del distribuidor

La estructura portante de los álabes del distribuidor fueron replicados para impedir que la agua marina entre en la carcasa de los cojinetes incluso si el agua de mar fugara aguas arriba. *La estructura portante de los álabes del distribuidor* puede ser sustituido sin desarmar la carcasa y el anillo de salida.

Empaquetadura sellada de los álabes del distribuidor

Los álabes y el distribuidor son generalmente tratados con juntas de sellado en las caras superior e inferior para reducir las fugas desde la cámara espiral hacia la cámara del rodete. La junta de sellado normalmente es soportada por una prensa-estopa.

De todos modos, la junta de goma de la turbo-bomba de agua marina es inyectada sobre la base de acero inoxidable a través de un proceso de moldeado de la goma con el objeto de reducir grietas. A mayores las tapas enfrentadas superior e inferior se integran junto la carcasa y el anillo de salida para disminuir la corrosión de grietas causadas por el espacio entre esos dos componentes mientras que éstas están fuertemente atadas por un conjunto de pernos en caso de turbo-bombas convencionales.

Main Shaft and runner (Eje principal y rodete)

La unión entre el eje principal y el rodete está completamente sellada mediante juntas de goma con el fin de aislar el agua marina de los pernos de acoplamiento.

3. Métodos y materiales para impedir la corrosión

Tanto los materiales como los métodos para impedir la corrosión de las diferentes partes de la turbo-bomba fueron seleccionados teniendo en cuenta tanto la resistencia a la corrosión del material como el sobre-coste económico. Acero al carbón recubierto por pintura es aplicado a las secciones con una velocidad de flujo baja comparativamente con otras mientras que el acero inoxidable es aplicado a las secciones con una velocidad de flujo elevada. Para impedir la corrosión debido a daños en la pintura y la corrosión de grietas, se utiliza protección catódica. En la medida que la corrosión se acelera a medida que el flujo se incrementa, la protección catódica diseñada es proporcionada por una fuente de potencia externa que permite implantar una corriente ajustable para impedir la corrosión.

Spiral case and stay ring (cámara espiral y antecámara)

Estos componentes están fabricados en acero laminado para estructuras soldadas (JIS-SM400A) y las superficies de paso de agua son revestidas con una película de pintura extremadamente fina de resina *vinil ester* con material vidriado.

Head cover and discharge ring (Carcasa y anillo de descarga de salida)

Las superficies de paso de agua están fabricadas en acero inoxidable austenítico (JIS-SUS316L) con un bajo contenido en carbono. La superficie que no está en contacto con el agua está fabricada en acero laminado para estructuras electro-soldadas (JIS-SM400A) con objeto de reducir los costes globales.

Wicket gate, runner and main Shaft (distribuidor, turbina y eje principal)

El distribuidor y el rodete están fabricados con acero inoxidable austenítico (JIS-SCS16A o equivalente) con un bajo contenido en carbono más un plus de nitrógeno el cual se añade para mejorar la resistencia a la corrosión. El eje principal es proporcionado con un anillo colector para proporcionar la corriente eléctrica anticorrosión de la protección catódica. El eje principal está fabricado en acero inoxidable forjado de recipientes a presión conteniendo nitrógeno del grupo austenítico.

Draft tube (tubo de aspiración)

La parte superior de la tubería de succión está fabricado en acero inoxidable austenítico con un bajo contenido en carbono (JIS-SUS316L), mientras que el resto de partes de la tubería de succión está ejecutadas en acero laminado para estructuras comunes (JIS-SS400) y revestida con una película de pintura extremadamente fina de un vinilo-ester junto con material vidriado.

Sellado del eje principal

El sellado es realizado con materiales cerámicos. Otras partes son ejecutadas con acero inoxidable austenítico con un bajo contenido en carbón (JIS-SUS316L). Como el espacio entre el eje principal y la caja de sellado es estrecho, se adopta un sistema de electrodos de sacrificio para impedir la corrosión. La tabla 2 resume los materiales y los métodos para impedir la corrosión.

Parts Name	Material	Anticorrosive Method
Runner	Austenitic Stainless Steel (18Cr-12.5Ni)	Cathodic Protection
Wicket Gate		
Head Cover & Bottom Ring	Austenitic Stainless Steel (17Cr-13.5Ni)	
Spiral Case & Stay Ring	Mild Steel * 1 JIS SM400A	
Draft Tube * 2		
Main Shaft	Austenitic Stainless Steel (18.5Cr-14Ni)	
Shaft Sealing Box	Sealing Parts : Ceramics Case : Austenitic Stainless Steel (17Cr-13.5Ni)	Galvanic Anodic Protection

- * 1 Coated with Vinyl Ester Type Extremely Thick Film Paint with Glass Flakes
- * 2 Upper Draft Tube ; Austenitic Stainless Steel

Table 2. Materials and Anti-corrosive Method

TABLA 2

4. Adhesión de organismos marinos

El percebe es un típico ejemplo de organismo marino que se adhiere a las turbo-bombas, tuberías, válvulas y equipo auxiliar. Los percebes son capaces de adherirse cuando la velocidad de flujo es aproximadamente menor a 5 m/seg. y se adhieren con facilidad cuando la velocidad es de 1 m/seg. o 2 m/seg. Como la adhesión de percebes causa una caída en la eficiencia de la turbo-bomba, la obstrucción de tuberías y otros problemas, los componentes recorridos por un flujo apto para ser estancado, por ejemplo la cámara espiral, las tuberías,..etc. deben ser cuidadosamente considerados.

El percebe segrega una sustancia viscosa para adherirse a la superficie de un objeto. Es generalmente aceptado que la sustancia viscosa se adhiere con dificultad a las superficies que repelen el agua. Por ello, los componentes de la turbo-bomba susceptibles de estancarse deberían ser recubiertos con una pintura -que impida la acumulación de polución- la cual pueda repeler el agua.

5. Tests de campo

La unidad fue testada tanto en seco como con agua tras que todos los trabajos de ensamblaje fueran completados con el resultado de ser puesta en operación comercial el 16 de marzo de 1.999, fecha con la que se inician los cinco años para llevar a cabo los tests de verificación. La figura 5 muestra un diagrama de osciloscopio mostrando un test de rechazo a plena carga, como ejemplo típico de los tests realizados.

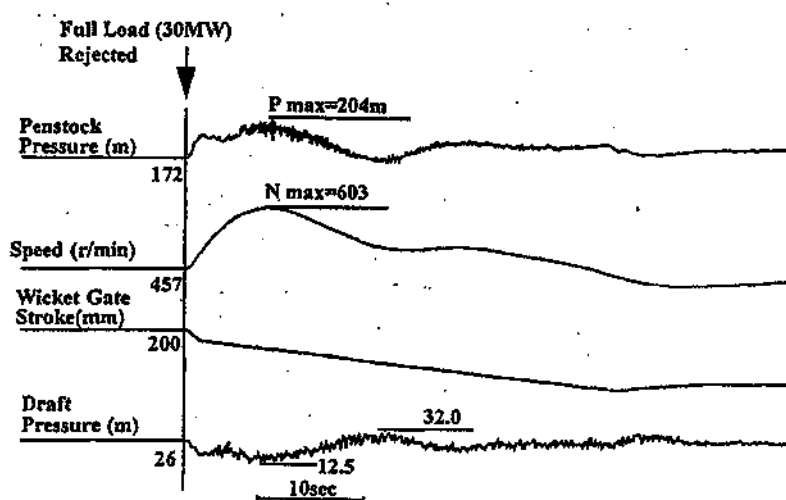


Figure 5. Oscillograph of Load Rejection test

FIGURA 4

6. Conclusiones

Este documento resume las características estructurales de las turbobombas para las plantas de agua marina, las medidas para impedir la corrosión y las medidas para impedir la adhesión de organismos marinos. Tras cinco años de tests de verificación se implementa un modelo de ingeniería para impedir la corrosión que permite relajar remarcablemente las limitaciones de localización de dichas plantas de modo que es posible un incremento de dicho tipo de plantas en el futuro.

Anejo N° 1.4: Impacto ambiental debido a la dispersión del agua salada.

PROYECTO BÁSICO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA
REVERSIBLE DE AGUA MARINA
PUNTA CENTINELA - OIA - PONTEVEDRA

***ANEJO Nº 1.4: IMPACTO AMBIENTAL DEBIDO A LA DISPERSIÓN
DE AGUA SALADA CON ORIGEN EN EL
DEPÓSITO SUPERIOR DE LA PLANTA DE
ENERGÍA DE ALMACENAMIENTO POR BOMBEO.***

GENERAL

Las plantas de energía por bombeo de almacenamiento (en lo sucesivo, PSPPs) cuenta con mejoras tanto cuantitativas como cualitativas para los sistemas de generación de electricidad.

Los PSPPs ocupan aproximadamente el 10% de la capacidad total de Japón de plantas de energía. Por lo tanto, se prevé que habrá una demanda creciente para el desarrollo de PSPPs en paralelo con un aumento del consumo de electricidad.

En este contexto, una planta de almacenamiento de agua de mar por bombeo PSPP (en lo sucesivo como un SWPP) situado en la costa y que utiliza el agua de mar para el funcionamiento de la planta de energía, se ha estado estudiado durante los últimos 15 años.

La dispersión de agua de mar de un estanque de la parte superior de las plantas SWPP es una preocupación, así como la incidencia de la corrosión de los materiales de la planta sobre el medio ambiente debido a la utilización de agua de mar.

Diversas contramedidas destinadas a resolver estas cuestiones han sido verificadas en la planta de demostración SWPP (capacidad máxima de 30 MW) que se muestra en la figura. 1, que se encuentra en el parte sur de Japón, en Okinawa. Las especificaciones de la central eléctrica de demostración se muestran en la figura. 1 (METI y J-POWER, 2004).

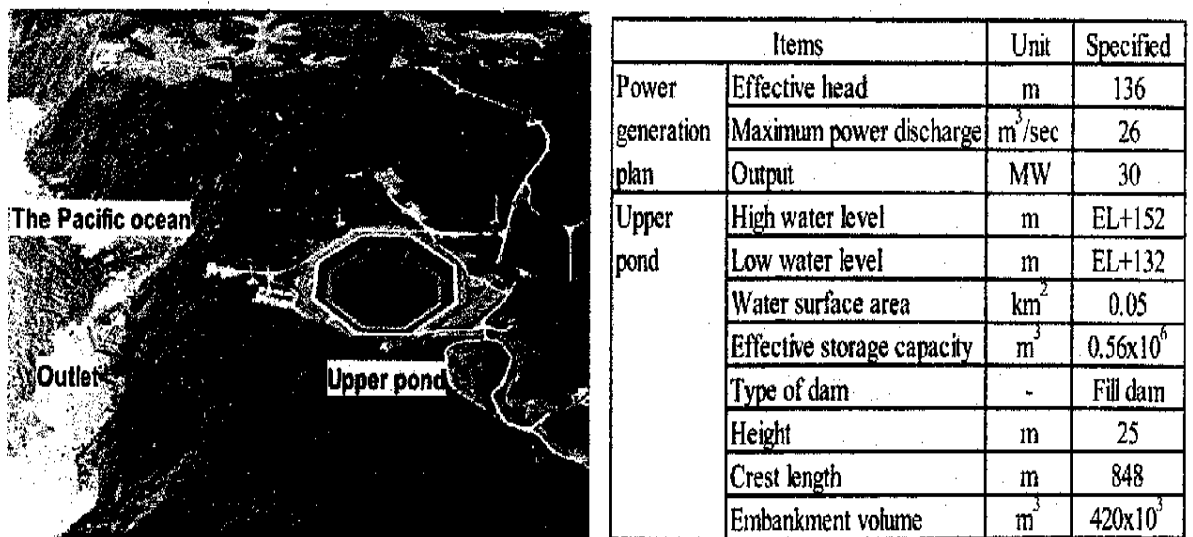


Fig. 1 Features of SWPP in Okinawa

FIGURA 1

La cuestión de la dispersión de agua salada, que tiene efectos nocivos en los alrededores de la zona, se analiza en este documento. La dispersión de agua salada del mar y la del estanque superior podría causar daños a las plantas y a la vegetación de los alrededores de la planta de energía.

Una monitorización de la dispersión de la sal fue llevada a cabo a estos efectos. Además, una simulación con un modelo de dispersión de sal también ha sido estudiado para proyectos de futuro de plantas SWPP comerciales basados en la datos de monitoreo obtenidos a partir de la demostración de la planta piloto SWPP.

CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO SUPERIOR DE LA PLANTA DE DEMOSTRACIÓN SWPP.

El estanque superior tiene una forma octogonal, es de 252 m de ancho y tiene un volumen de almacenamiento de 560.000 m³ entre el nivel elevado de agua de 152 metros y el nivel bajo de 132 m.

El área del estanque de la parte superior es de 0,05 km² cuando alcanza el nivel de agua alto. Se encuentra a 550 m tierra adentro desde la costa y está rodeado por un denso bosque de robles que es típico de esta zona como se muestra en la figura. 1.

El depósito está enteramente recubierto con láminas de caucho EPDM para evitar la infiltración de agua de mar de las fundaciones.

El estanque de la parte superior de la planta de demostración SWPP fue rellenado por primer vez, en 1998. Es operado diariamente entre las cotas máxima y mínima de funcionamiento, cuando las condiciones del viento son normales. Sin embargo, durante las condiciones de viento fuerte, como las que ocurren durante los tifones, la operación se suspende para prevenir daños a la capa de caucho debido a la hinchazón que sufre (Kashiwayanagi, et al., 2006).

SEGUIMIENTO DE LA DISPERSIÓN DE AGUA SALADA

Método de seguimiento

Para evaluar la influencia de la dispersión de agua salada de la laguna superior, se lleva a cabo vigilancia. Las partículas sal alrededor del estanque de la parte superior provienen no sólo de la parte superior del estanque sino también desde el mar.

Por lo tanto, las cantidades combinadas de partículas de sal procedente de ambas fuentes han de ser monitorizadas.

El contenido de sal del aire (en lo sucesivo, el contenido de sal atmosférico), en el suelo (en lo sucesivo, el contenido de sal osmótica de suelo), y en las hojas de las plantas (en lo sucesivo, se refiere a la cantidad de sal depositada en las hojas) son monitoreados.

Entre lo anteriores, el contenido de sal de la atmósfera es esencial para evaluar la influencia de la laguna superior en los alrededores en el medio ambiente, ya que el contenido de sal osmótica del suelo y la cantidad de sal depositada en las hojas son derivados ambos de la sal de partículas en el aire.

Los métodos de vigilancia y el equipo utilizados se resume en la Tabla 1 y se muestra en la figura. 2. El seguimiento se llevó a cabo entre 1997 y 2003. La ubicación de los sitios de monitoreo se muestran en la figura. 3.

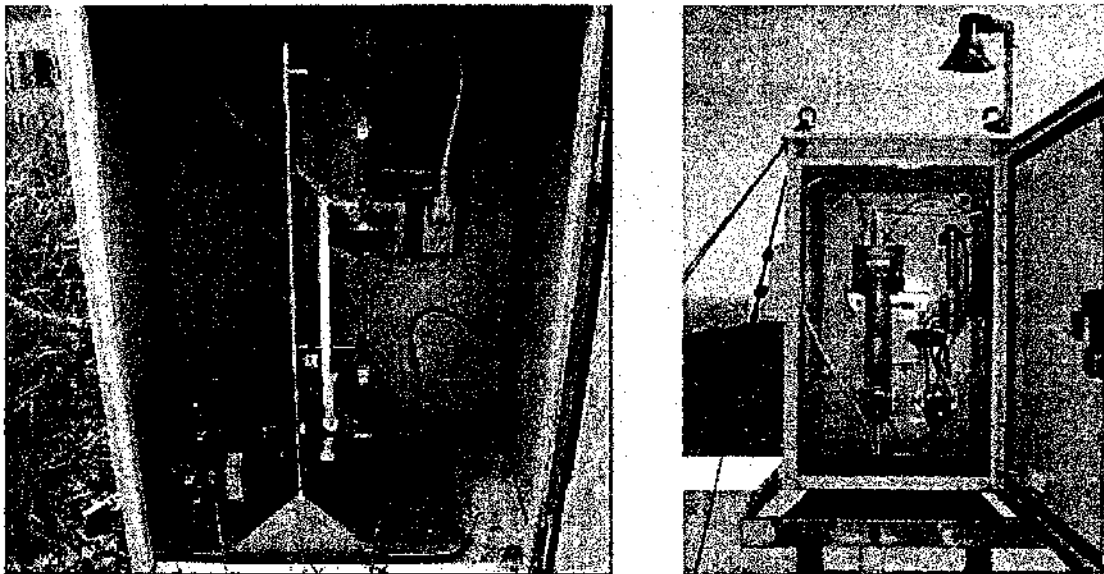


Fig. 2 Equipments for monitoring of airborne salt content

FIGURA 2

Table 1 Monitoring of dispersion of the salt particles around the upper pond

Monitoring	Description
Atmospheric salt content	Salt contents of sucked air, Equipments for monitoring are shown in Fig. 2 as a example.
Osmotic salt content of soil	Salt content of the soil from the ground surface to 15 cm or 20cm deep
Amount of salt deposited on leaves	Measuring is made using dry leaves, picked at monitoring points
Particle size of dispersed salt	Farlow method

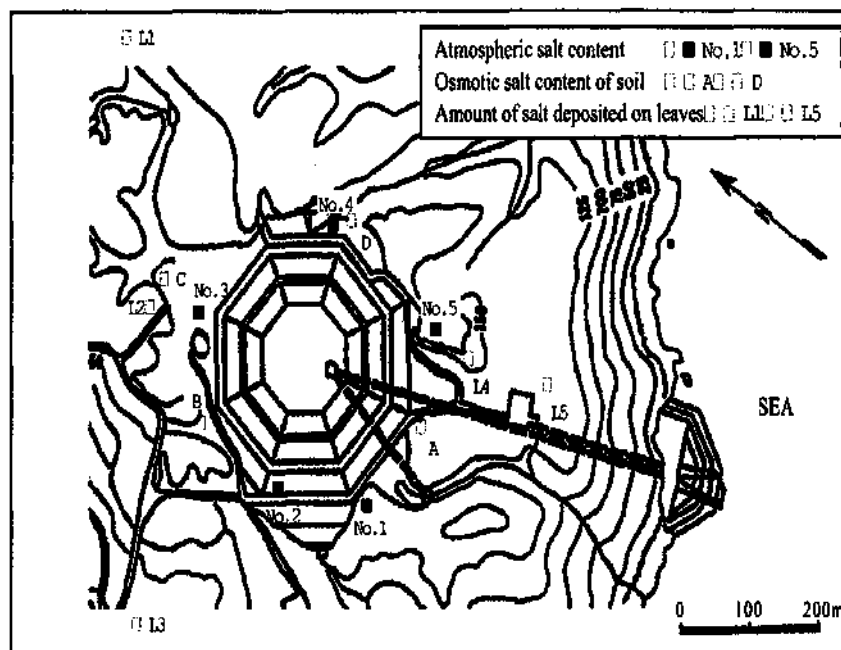


Fig. 3 Monitoring points of salt dispersion

FIGURA 3

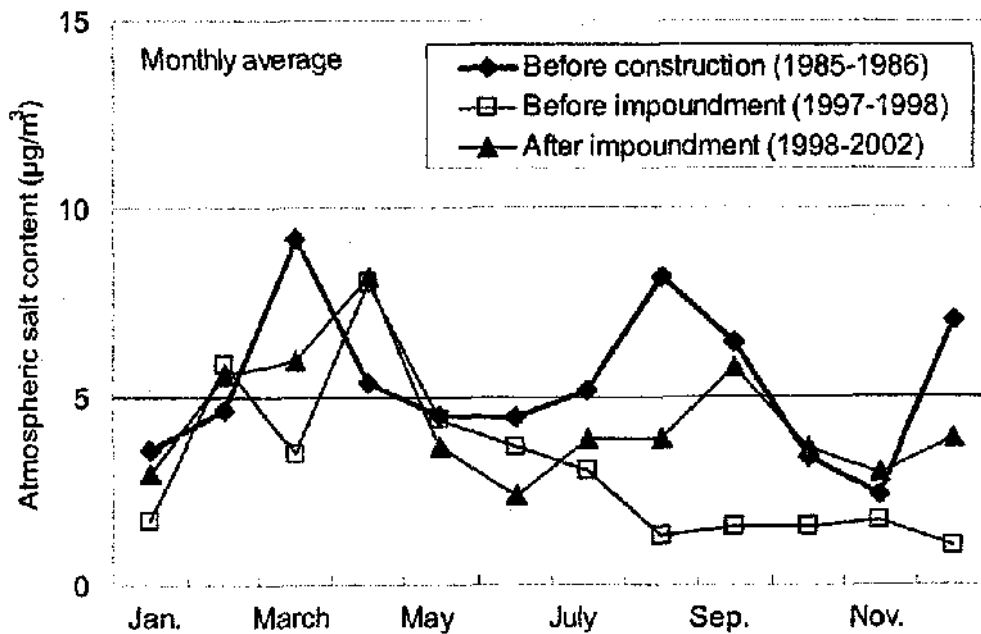
Dispersión de la sal

Contenido de la sal atmosférica

La tendencia de los promedios mensuales de contenido de sal en la atmósfera, medido en los puntos de control N°1 al N°5 que se muestra en la figura. 3, se resumen en la figura 4.

Los valores, que van desde 1 hasta 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, son obtenidos con viento normal y muestran poco cambio antes y después del llenado de la laguna superior.

El contenido de sal atmosférico bajo fuertes condiciones de viento está en el rango entre 5 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante los años transcurridos entre 2001 y 2003, y es estudiado aquí para clarificar la influencia del estanque superior. Los datos monitorizados de los puntos N° 3 y N° 5, los cuales están localizados en el lado opuesto del estanque superior se muestran en la figura 3.



**Fig. 4 Trend of atmospheric salt content
(Normal wind condition)**

FIGURA 4

Dos direcciones de viento principales a través de los puntos N° 3 y N° 5 son seleccionadas, una desde el lado del mar y la otra desde el lado de tierra, la cual está en el lado opuesto al lado del mar.

El caso 1 de la figura 5 muestra la relación del contenido de sal atmosférico entre los dos puntos antes citados para vientos que vienen del mar tales como los de direcciones sureste, sur y suroeste.

Del mismo modo, el caso 2 muestra la relación entre los dos susodichos puntos para vientos que vengan de lado de la tierra, tales como aquellos cuyas direcciones son noreste, norte y noroeste.

La mayoría de los datos mostrados en el caso 1 están en el área del N° 3 – N° 5 para vientos que vengan del mar y la mayoría de datos mostrados en el caso 2 están en el área N° 3 -N° 5 para vientos que vengan del lado de la tierra. Se puede decir observando dichos resultados que no hay influencia significativa en términos de dispersión de sal originada en el estanque superior.

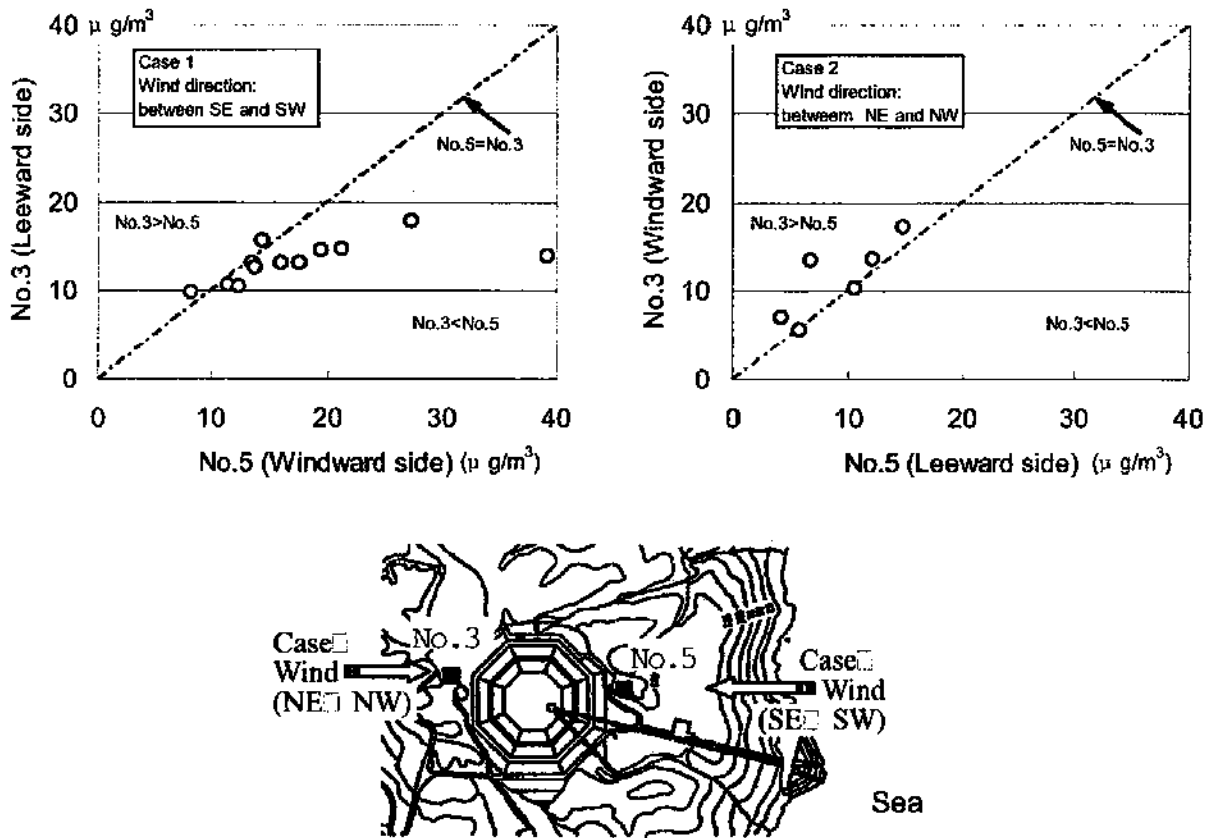


Fig. 5 Atmospheric salt content of No.3 point to No.5 point (strong wind condition)

La influencia de la laguna superior se ha estudiado mediante el análisis de los datos sobre el contenido de sal osmótica del suelo alrededor de la laguna superior.

La Figura 6 muestra el contenido de sal osmótica medida en los puntos de A a D en la figura. 3, durante fuertes vientos, tales como tifones.

El período de medición de 1997 a 2003 incluye agosto de 1998 cuando fue llenado el estanque superior. El contenido de sal osmótica de suelo para todos los puntos de medición tienden a aumentar, y muestra un valor muy elevado de entre 100 a 340 mg/kg independientemente del llenado del estanque superior, tras la ocurrencia de vientos fuertes.

Estos valores disminuyen gradualmente en ciertos meses del año a 17,4 mg/kg (línea punteada) en condiciones normales de viento. Hay puntos de control donde un alto contenido de sal osmótica de suelo persiste por varios meses después de los fuertes vientos. Se considera que estos datos de la sal osmótica contenido de los suelos se ven afectados principalmente por las condiciones topográficas que rodean a los puntos de control.

Cantidad de sal depositada en las hojas

La cantidad de sal depositada en las hojas se controló alrededor de la laguna superior después del llenado del embalse y los resultados se muestran en la figura. 7.

Estos resultados incluyen los datos recogidos durante los tifones. Los datos en condiciones de viento normales presentan un rango entre 0,1 a 0,87 mg/kg. Estos valores aumentan entre 0,5 a 2,0 g/kg después de los tifones, un aumento significativo.

Sin embargo, los datos recogidos en los puntos de L1 y L3 que se encuentra a 400 m y 800 m de la laguna superior y del mar respectivamente, muestran en la mayoría de los 0,5 g/kg.

Resultados significativos que indican que la influencia debido a la dispersión de sal con origen en el superior no son identificados.

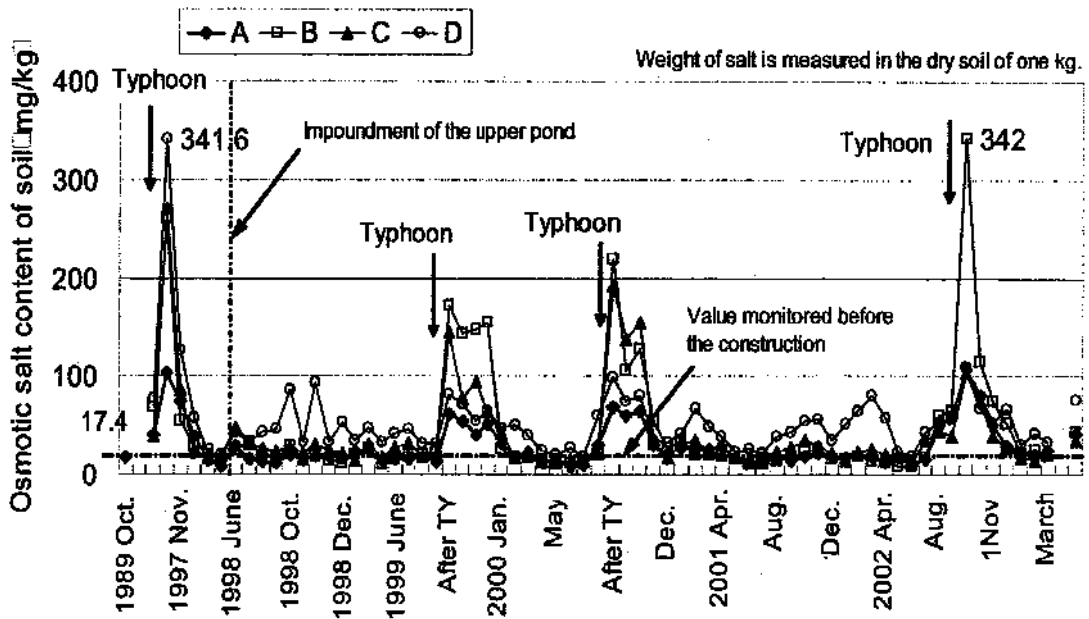
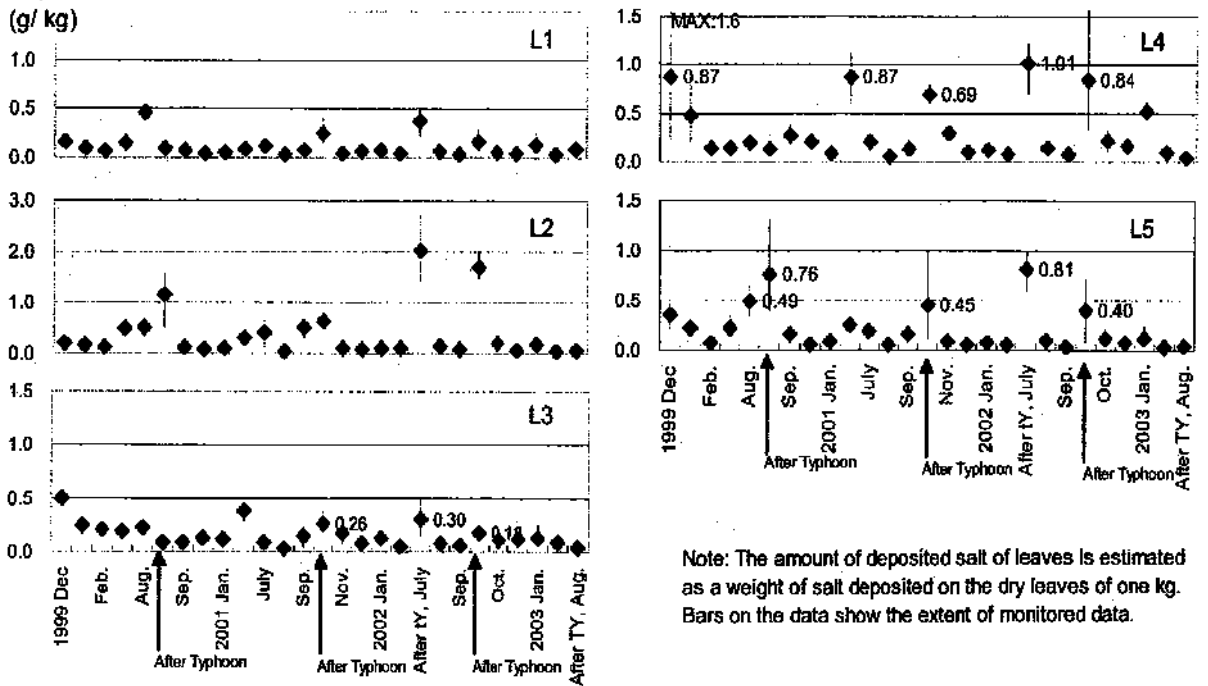


Fig. 6 Trend of osmotic salt for soil

Deposited salt content on leaves



Note: The amount of deposited salt of leaves is estimated as a weight of salt deposited on the dry leaves of one kg. Bars on the data show the extent of monitored data.

Evaluación sobre el control de la dispersión de la sal de la laguna superior

Las siguientes conclusiones se derivan del seguimiento de los datos.

- (1) Valores muy altos se encuentran ocasionalmente en el contenido de sal osmótica de suelo, con estos valores que tienden a verse afectados por el terreno local. Además, la cantidad de sal depositada en las hojas se ve afectada por las condiciones de origen vegetal, como la altura, las condiciones de siembra adyacentes y la densidad de hojas, etc. Por lo tanto, el impacto ambiental de la dispersión de la sal de la parte superior estanque no puede ser evaluado mediante el examen del contenido de sal osmótica de la tierra o la cantidad de sal depositados en las hojas. Sin embargo, el contenido de sal atmosférica muestra los cambios previsibles correspondientes a las características del viento dominante. El contenido de sal en la atmósfera es un índice adecuado para evaluar el impacto ambiental debido a la dispersión de sal originada en la laguna superior.
- (2) Poca influencia se encuentra en el medio ambiente circundante debido a la dispersión de las partículas de sal del estanque superior, en condiciones normales de viento.
- (3) El contenido de sal atmosférico aumenta de forma temporal durante los fuertes vientos. Los resultados obtenidos de los puntos de control no muestran claramente la influencia de la sal dispersada desde la parte superior del estanque, independientemente de la dirección del viento. Se considera que partículas de sal de alrededor de la parte superior del estanque predominantemente vienen del mar, incluso en condiciones de viento fuerte.
- (4) Un análisis de los datos monitorizados antes mencionados de la dispersión de sal para plantas de demostración SWPP reveló que las partículas de sal

de la laguna superior tienen menos impacto en el entorno que las partículas del mar, incluso en condiciones de viento fuerte.

SIMULACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE LA SAL

Esquema del método

El impacto sobre el medio ambiente debido a la dispersión de sal procedente de la laguna superior durante fuertes vientos no se pudo determinar claramente con el seguimiento de los resultados obtenidos para la planta de demostración SWPP.

Desde la parte superior de la laguna de una central eléctrica comercial de mucha mayor escala que de una planta de demostración SWPP, podría haber preocupación por el impacto ambiental debido a la dispersión de sal de estanque superior de origen.

Por lo tanto, es necesario evaluar el impacto de dicha planta, antes de su construcción mediante la realización de un análisis numérico para resolver esos problemas.

Para llevar a cabo tal evaluación, el siguiente método (CRIEPI, 2004) fue desarrollado.

Como se muestra en la figura. 8, las cantidades de sal dispersada de procedente del mar y las procedentes del estanque superior son calculado sobre la base de datos topográficos y condiciones meteorológicas.

Luego, el contenido de sal atmosférica de puntos arbitrarios es calculados teniendo en cuenta la difusión y sedimentación. Como la dispersión de la sal con origen el mar y la parte superior del estanque se calculan por separado, ambos valores deben ser sumados para estimar los impactos debido a la posible

dispersión del agua de mar almacenada en la parte superior estanque. En esta sección, sólo se focaliza en el contenido de sal atmosférica, ya que este es el factor más importante.

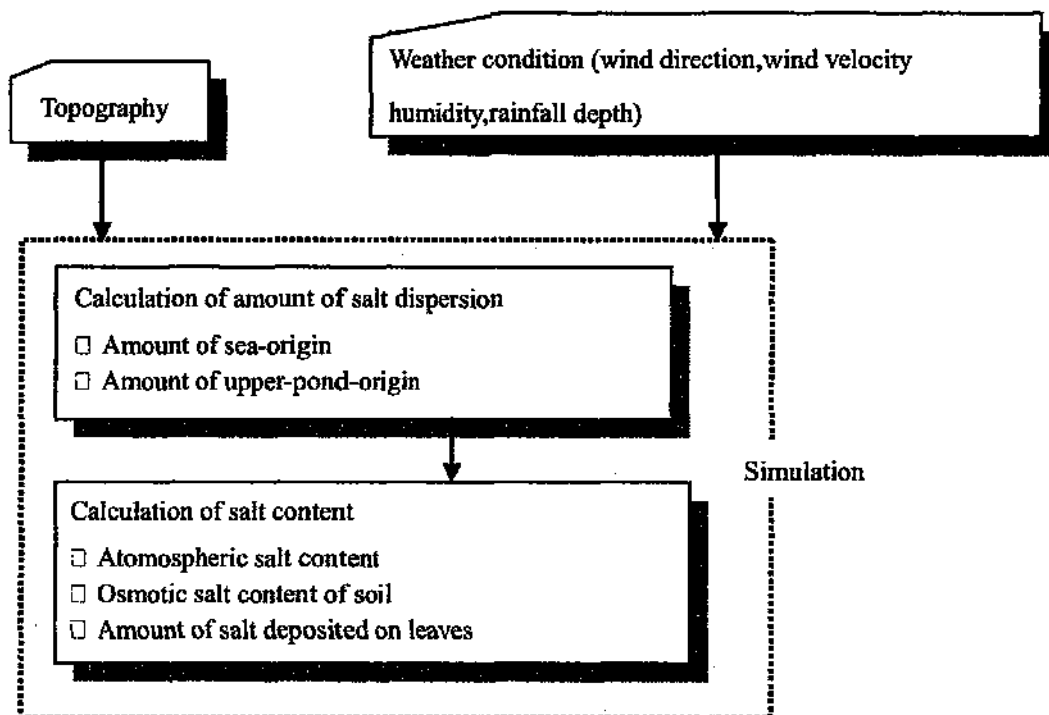


Fig. 8 Calculation procedure

FIGURA 8

Estimación del contenido de sal atmosférica de origen de mar

El modelo se aplica teniendo en cuenta la velocidad de sedimentación gravitatoria.

Como se muestra en la figura. 9, se supone que las partículas de sal del mar pasan desde barlovento a sotavento, a través de un área de infinitesimal $AH \times AS$ centrada en el punto P de (O, s, h) , que es una parte de un plano vertical a lo largo de la costa ($X = 0$).

Entonces, considerando la difusión de partículas de sal, la contribución a un punto de A (X, Y, Z) en el lado de sotavento se calcula.

Suponiendo que el plano vertical a lo largo de toda la costa suministra partículas de sal marina, el importe de la contribución de todos los puntos del plano se suman para cada tamaño de partícula.

Así, se calcula el contenido de sal atmosférica para los puntos.

Para hacer esto fácil de entender, se hace la siguiente explicación para una partícula de sal de un tamaño específico.

Suponiendo que las partículas de sal marina, procedentes de un punto P (O, s, h), y que el contenido de las partículas de sal marina sea solamente una función relacionada con la altura, el contenido de C (x, y, z) de un punto arbitrario A (x, y, z) se expresa por la fórmula (1).

$$C(x, z) = \int \frac{Q(H)}{\sqrt{2\pi U \sigma_z}} \exp\left\{-\frac{\left(H - z - V_s \frac{x}{U}\right)^2}{2\sigma_z^2}\right\} dH \quad \boxed{1}$$

Donde Q(h) es la cantidad de material que es dispersa, V la velocidad del viento a un altura representativa m/s, Vs el radio de depositamiento gravitacional de partículas de sal, y Sigma, la anchura de dispersión en la dirección Z

Como las partículas de sal del mar están en un estado de niebla, se supone que todas las partículas se depositan en la superficie del suelo, por lo tanto, la fórmula (1) excluye la componente de reflexión.

Los otros factores tales como el efecto protector debido a la topografía, el efecto de las precipitaciones que afectan a la estado de las partículas agua marina, etc. puede ser estimadas, mediante la introducción de parámetros apropiados.

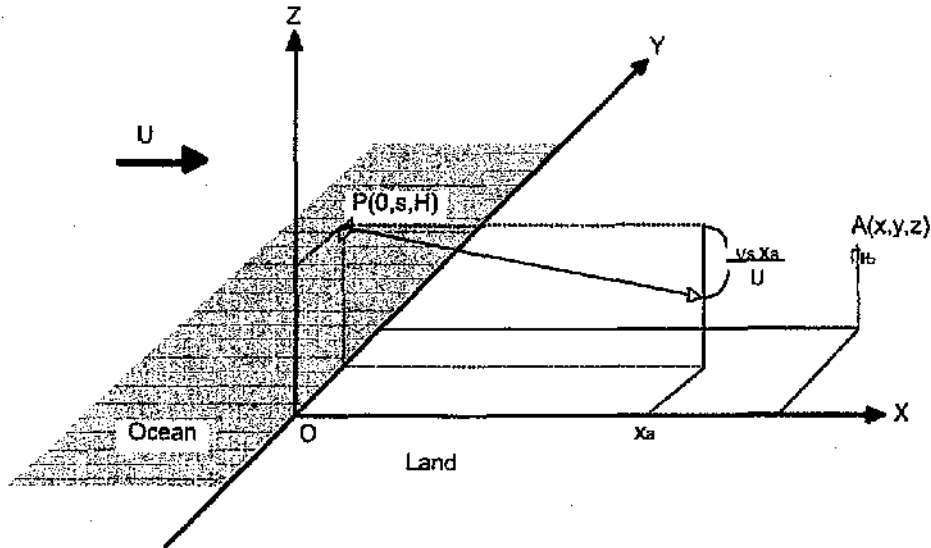


Fig. 9 Model on Prediction of salt Dispersion

FIGURA 9

Estimación del contenido de sal atmosférica cuyo origen sea el estanque superior.

El método usado para estimar el contenido de sal atmosférico del estanque superior es básicamente el mismo que el usado para el de origen marino antes mencionado. De todos modos, asumiendo que la fuente de partículas de sal marina existen en el plano vertical del borde de sotavento ($X=0$) del estanque superior y que la anchura del estanque superior es finito, la fórmula 2 ha de aplicarse en vez de la 1.

$$C(x, y, z) = \int_{-L/2}^{L/2} \int_0^{\infty} C'(x, y, z) dH ds \quad (2)$$

Verificación del método.

Como método propuesto de verificación, se realiza una comparación entre los valores observados del contenido de sal atmosférica y los valores estimados durante vientos fuertes, principalmente tifones. Los datos de entrada de velocidad de viento y dirección de viento y una comparación de los valores observados y estimados para el contenido de sal atmosférica se muestran en la figura 10.

Los valores estimados para el N° 3 y el N° 5, tal como se muestran en la figura 10, son generalmente mayores o muy cercanos a los observados aunque el modelo de simulación ha sido establecido desde el lado de la seguridad para plantas comerciales de almacenamiento. Se puede decir que el modelo simulador puede estimar fiablemente el impacto medioambiental debido a la dispersión de partículas de sal marina para plantas comerciales. Una simulación del impacto de la dispersión de la sal originada en el depósito superior para plantas comerciales se describe en la siguiente sección.

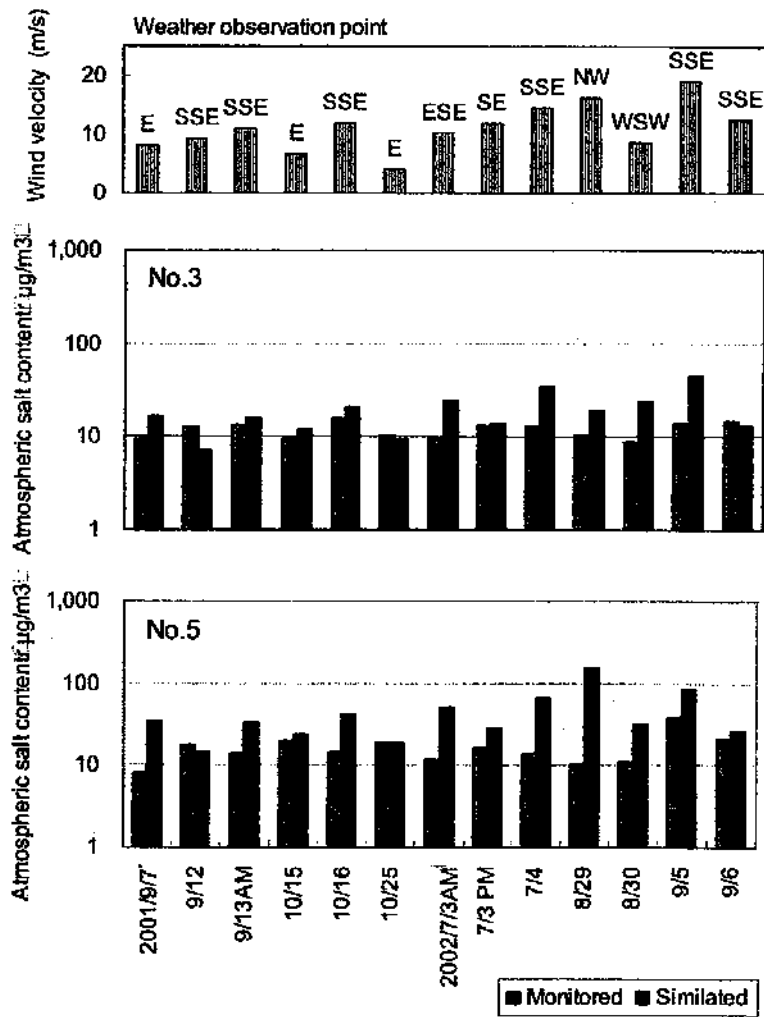


Fig. 10 Comparison between observed and estimated values

FIGURA 10

APLICACIÓN DE MODELO DE SIMULACION DE PLANTAS DE ENERGÍA COMERCIAL

Condiciones

Dado que la capacidad instalada de plantas comerciales SWPP está en la categoría de los 1000 MW, la capacidad de almacenamiento de la laguna superior tiene que ser mucho mayor que las de las plantas de demostración SWPP (30 MW).

Lagunas para plantas de potencias mayores han de situarse a unas alturas de 300 m y 400 m sobre el nivel del mar por razones económicas.

Factores que afectan el contenido de sal en la atmósfera son la velocidad del viento, la escala y la elevación de la laguna superior, etc.

Mediante el uso de estos parámetros, el contenido de sal en la atmósfera de 1 m sobre la superficie de la tierra es analizado con fines de las plantas comerciales SWPPs.

La Condición para el análisis y una imagen conceptual se muestran en la Tabla 2 y en la fig. 11 respectivamente.

Table 2 Condition of Analysis

Parameter	Condition
Wind Velocity	20m/s, 25m/s
Elevation of Upper Pond	H: 140m (Demonstration SWPP), 300m, 400m
Distance from sea of the upper pond	L: 500m Distance of 0m is assumed from sea to cliff
Scale of Upper Pond	Width 500m, Length B: 1000m
Tide-water control Forest	High of forest: h 5m, 10m Distance from Leeward edge of Upper Pond, L': 10m

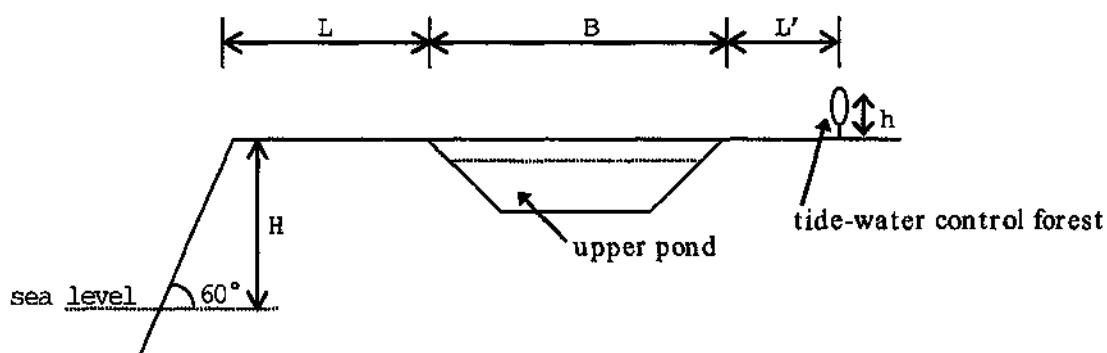


Fig. 11 Relation between Sea and Upper Pond

FIGURA 11

Resultados del análisis

Con el objeto de determinar el contenido de sal atmosférico de fondo, lo cual significa que nos referimos al de origen marino, se realiza un análisis excluyendo la laguna superior. Los cálculos resultantes se muestran en la figura 12(1).

Cuanto más fuerte sea el viento, más aumenta el contenido atmosférico de sal. El contenido de sal de la atmósfera para una velocidad del viento de 25 m / s es aproximadamente el doble que para 20 m / s.

Cuanto menor es la elevación del estanque superior, los aumentos de contenido atmosférico de sal son mayores.

El contenido de sal en la atmósfera (línea fina) para la elevación de 300 m sobre el nivel del mar es de aproximadamente 1,5 veces mayor que para la elevación de 400 m (línea punteada) para la misma velocidad del viento.

El valor (línea gruesa) de la elevación de 140 m muestra los valores de la planta de demostración SWPP.

El contenido de sal atmosférica es casi constante desde la costa a un punto situado a 1000 m tierra adentro, sin embargo, disminuye de manera significativa para distancias de más de 1000 m.

Contenido de sal de la Atmósfera cuyo origen es el estanque superior.

Con el fin de estudiar el impacto causado por el estanque superior, se analiza el contenido de sal en la atmósfera con la condición de que la fuente de partículas de sal es el estanque superior solamente.

Los resultados se muestran en la figura. 12 (2) que también incluye los resultados del contenido de sal en la atmósfera con origen marino.

Dado que el contenido de sal en la atmósfera para una velocidad de viento 25m/SEG es cerca de 100 veces superior que a 20m/seg, la velocidad del viento es claramente el factor determinante.

El contenido de sal en la Atmósfera de origen el estanque superior (línea gruesa) es mayor que la de origen marino (línea delgada) para una distancia de unos 1000 m en el caso que la velocidad del viento sea de 25 m/s. Sin embargo, el contenido de sal en la atmósfera de origen la laguna superior (línea gruesa en el dibujo) es menor que la de origen marino (línea delgada) cuando la velocidad del viento es de 20 m/s.

En el caso de que la velocidad del viento seas 25 m/s, la atenuación del contenido de sal en la atmósfera de origen en la laguna superior (línea gruesa) es más claramente observada que la de origen marino (línea fina).

La eficacia de una marea de bosques de control de agua (línea punteada) para reducir la influencia de aire la sal es importante en las proximidades del bosque, sin embargo, disminuye a medida que la distancia desde el aumentos de los bosques. La eficacia se limita a distancias no superiores a 1000 m más allá del límite de los bosques y depende de la altura de los árboles.

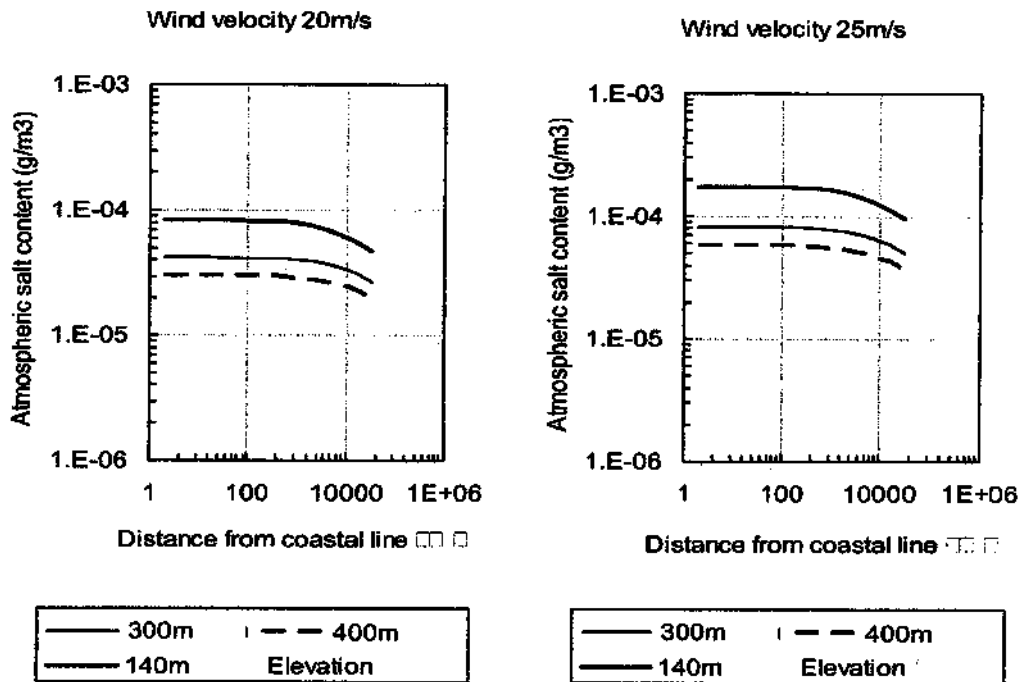


Fig. 12(1) Atmospheric salt content of Sea-origin

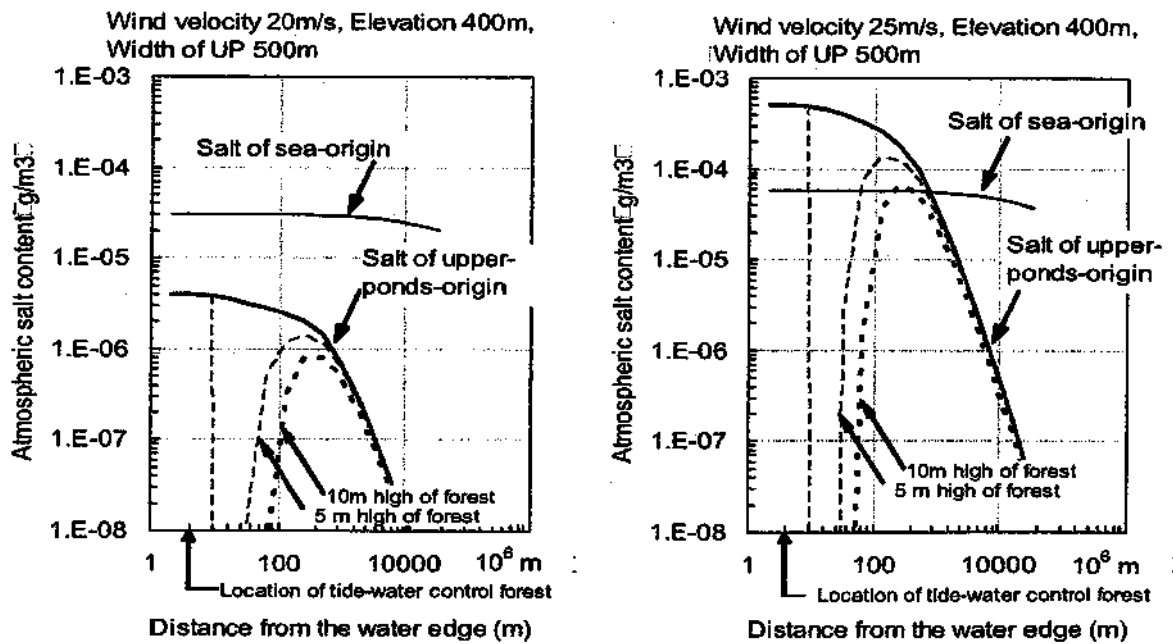


Fig. 12(2) Atmospheric salt content of upper-pond-origin

FIGURA 12

CONCLUSIONES.

Los siguientes puntos son las conclusiones de este documento:

- (1) Como resultado del seguimiento de la demostración SWPP en condiciones de fuerte viento tales como tifones, la dispersión de sal, de la que se presumía su origen proveniente del depósito superior, no pudo ser claramente confirmado. Este resultado sugiere que el origen de la dispersión del agua salada del mar es el origen predominante y que el impacto ambiental de la dispersión de la parte superior del estanque es relativamente pequeño.
- (2) Como resultado de los análisis de las simulaciones, la dispersión de la sal es afectada significativamente por la velocidad del viento y la altitud de la laguna superior. Se observa que el contenido superior de sal de la atmósfera de origen proveniente del depósito superior empieza a exceder al de origen de origen marino con magnitudes de viento elevadas.

Con la correlación entre la atenuación del contenido de sal atmosférica y la distancia a la costa desde el depósito superior, la simulación mostró que la tasa de atenuación del contenido de sal en el aire de origen de la parte superior del estanque es mayor que el de origen marino. Esto significa que el impacto de la dispersión de sal de la parte superior del estanque es insignificante en comparación con la de origen marino.

- (3) Dado que los resultados de la estimación utilizando el modelo coinciden con los resultados de la demostración SWPP razonablemente bien, el método de simulación propuesto es aplicable al diseño de los estanques superiores para SWPP comerciales y contribuye a mitigar el impacto al medio ambiente causado por la dispersión de sal de los estanques superiores.

REFERENCIAS.

Agencia de recursos naturales y la energía en el Ministerio de Economía, Comercio e Industria (mencionado en como METI) del desarrollo Electric Power Co., Ltd. (conocida como J-Power), Informe sobre la examen de demostración del agua de mar bombeada planta de energía de almacenamiento, 2004 M. Kashiwayanagi, M. Sato, Y. Sato, J. Takimoto, el desempeño de geomembranas, la lámina de goma Frente para el estanque superior de bombeo de almacenamiento de agua de mar Hidroeléctrica, 22 ° Congreso de Las grandes presas, Barcelona, Tomo 1.484, R40, pp.667-692, 2006 Instituto Central de Investigaciones de la Industria Eléctrica (denominado CRIEPI), Informe sobre la de simulación de la dispersión de sal para el representante de una planta de bombeo de agua de mar planta de energía de almacenamiento, 2004.

Anejo N° 2: Planeamiento Urbanístico Vigente

edificacions apoiadas noutras conformadoras do continuo urbano e edificacions illadas.

b) Parcela mínima:

— No núcleo rural: 600 m².

— No área de tolerancia exterior: 1.000 m².

Poderanse autorizar edificacions en parcelas de menor tamaño naqueles supostos en que se poña de manifesto a imposibilidade física de cubrir estes mínimos.

c) Edificabilidade máxima: 0,40 m²/m².

d) Retranqueos:

— A vías públicas:

En tramos de vía non consolidados. Aplicarase o previsto para o solo non urbanizable común.

No caso de tramos de vías consolidados pola edificación manteranse as aliñacións existentes. Enténdese por tramo de vía consolidado aquel no que a edificación ocupe polo menos 2/3 da súa lonxitude, medida entre dúas edificacións.

— A lindeiros:

Mínimo 3,00 m.

Poderanse autorizar edificacions unidas a paramentos cegos de edificacions existentes.

e) Ocupación máxima da parcela polas edificacións: 30%.

Cando se dá excepción do apartado b) e se trate de parcelas de superficie menor que a mínima sinalada, a ocupación poderá superar a porcentaxe expresada, fixándose un fondo máximo de 12,00 m.

f) Pendente máxima de cuberta: 30 graos, con altura máxima de tellado de 3,60 m.

g) Altura máxima: Baixo + 1 planta, cunha altura máxima de 7,00 metros medidos no centro das fachadas, desde a rasante do terreo ata o arranque inferior da vertente de cuberta. Non se contabilizarán no número de plantas os setos cando sobresaian, como máximo, 1 metro desde a rasante do terreo.

h) Aproveitamento baixo cuberta: Permítese, sen computala súa superficie para os efectos de determinala máxima edificabilidade, se é o caso.

i) Beirís: lonxitude máxima, 1 metro.

ORDENANZA NUM. 8 SOLO NON URBANIZABLE DE PROTECCION AGROPECUARIA

1. Ambito de aplicación.

Esta ordenanza será de aplicación naqueles espazos nos que no futuro se leve a cabo un expediente de concentración parcelaria.

2. Usos.

A. Usos e construcións permitidos: O uso normal deste só é agropecuario. Só poderán realizarse construcións con licencia directa municipal, de acordo co establecido polo artigo 242 da Lei do solo, nos casos seguintes:

— Construcións destinadas a explotacións que garden relación coa natureza e destino do contorno, tales como:

— Silos.

— Hórreos.

— Invernadoiros

— Cabanóns, casetas para aparellos e outras construcións agropecuarias de superficie inferior a 50 m².

B. Usos e construcións autorizables: Os que, previamente á solicitude da licencia municipal, obteñan autorización da Consellería de Política Territorial Obras Públicas e Vivenda segundo o trámite do artigo 42 da Lei de adaptación do solo a Galicia e que poden ser para:

a) Explotacións agropecuarias, intensivas ou industrializadas.

b) Industrias vinculadas ó medio rural.

c) Vivenda vinculada á explotación agraria.

3. Condicións xerais.

As edificacións que se autoricen cumprirán as condicións sinaladas nos artigos 15, 16, 17, 18 e 19 apartado 2 das Normas Complementarias e Subsidiarias de planeamento da provincia de Pontevedra.

4. Condicións de edificación.

a) Tódolos usos e construcións sinalados como permitidos e autorizables neste solo, cumpriran as mesmas condicións que as correspondentes do solo non urbanizable común. Exceptúanse as relativas a vivendas vinculadas ás explotacións, nas que as condicións diferenciais respecto da mencionada normativa común son as que se indican a continuación, rexendo tódalas demais incluídas naquela:

— Edificabilidade máxima: 0,04 m²/m².

— Ocupación máxima: 4% da parcela.

— Parcela mínima: a sinalada para o solo non urbanizable común.

— Altura máxima: Baixo + 1 planta, cunha altura máxima de 7,00 metros medidos no centro das fachadas, desde a rasante do terreo ata o arranque inferior da vertente da cuberta.

ORDENANZA: ESPACIOS LIBRES DE USO E DOMINIO PÚBLICOS

ÁMBITO E CARACTERÍSTICAS: Nos planos de Ordenación defínense os espazos libres de uso e dominio públicos, ós que haberá que engadilos resul-

tantes do desenvolvemento das Unidades de Execución, Plans Especiais e Plans Parciais.

CONDICIÓN DE USO: As instalacións compatibles dentro destas zonas serán as seguintes:

- * Xogos infantís formados polos elementos de mobiliario e áreas de area.
- * Xogos ó aire libre e áreas de deporte non regulado.
- * Áreas de plantación e axardinamento.
- * Illas de estancia, lugares acondicionados para o repouso e recreo pasivo.
- * Quiosco de música.
- * Postos de revistas, paxaros, flores, etc.
- * Servizos hixiénicos públicos.
- * Pequenas construcións destinadas á venda de bebidas, bocadillos, etc.
- * Excepcionalmente autorizarase o uso do subsolo para garaxe-aparcamento, sempre que se demostre a compatibilidade entre este uso e o axardinamento da zona.

As edificacións que se constrúan nestas áreas terán, sumadas todas, unha ocupación máxima do 5% da superficie do parque. A altura máxima das mesmas será de 4.0 M.

ORDENANZA: EQUIPAMENTOS

Ámbito e características: O seu ámbito delimitase nos planos de ordenación. Poden ser dos seguintes tipos: deportivo, docente, administrativo, socio-cultural, relixioso, sanitario, servizos técnicos.

Edificabilidade máxima: En solos urbanos: 0.7 m²/m²

En solos non urbanizables: 0.5 m²/m²

Parcela mínima: Non se determina.

Retranqueos: En solo non urbanizable:

Frontal: o que establece a lexislación sectorial segundo o tipo de vía

Laterais e fondo: 3 metros ou unido en casos de existir parede medianeira e con acordo co lindante.

En solo urbano:

Frontal: na alifación ou retranqueado un mínimo de 2 metros.

Laterais e fondo: 3 metros ou unido en casos de existir parede medianeira e con acordo co lindante.

Altura da edificación: 8 metros.

Número de plantas: 2 (B + 1)

Usos: Admítense exclusivamente os usos propios do equipamento concreto de que se trate, excluíndo expresamente o uso residencial que soamente terá cabida nos casos en que sexa necesario dispor dunha vivenda para os vixiantes do equipamento de que se trate.

Condicións especiais:

Dada a gran diversidade de situacións que se poden presentar, considérase fixa a edificabilidade sinalada en cada caso, podendo adapta-lo número de plantas e a altura da edificación en función das características especiais do equipamento e trala xustificación da conveniencia do cambio.

No caso de que a edificabilidade fixada non sexa suficiente para levar a cabo un equipamento concreto, poderase adscribir ó mesmo outra parcela dentro do municipio, que será destinada e tratada como espazo libre de uso público. Esta parcela, en ningún caso, poderá ser maior có 50% da parcela na cal se vai levar a cabo a edificación.

ORDENANZA Nº9 SOLO NON URBANIZABLE DE PROTECCION FORESTAL

1. Ambito de aplicación.

Defínense como tales, aqueles terreos que deben ser obxecto dunha especial protección pola súa capacidade productiva, actual ou potencial, no sector forestal e, polo tanto, teñan que preservarse para estes usos. O seu ámbito sinalase nos planos de Ordenación.

2. Usos.

A. Usos e construcións permitidos: o uso normal deste solo é o forestal. Só se poderán realizar construcións con licenza directa municipal, de acordo co establecido polo artigo 242 da Lei do solo, nos casos seguintes:

- Secadoiros de madeira abertos ou con alpendres sustentados por columnas.
- Aserradoiros para a primeira transformación da madeira, con superficie de instalación inferior a 2.000 m².
- Silos.
- Casetas para gardar utensilios, de superficie máxima 50 m².
- Torres de vixilancia e depósitos de auga contra incendios e instalacións para casetas forestais.
- Cortes e/ou cercados para aloxamento e/ou refuxio de gando, cunha superficie máxima de 100 m².

B. Usos e construcións autorizables: Os que con anterioridade á solicitude da licenza municipal obteñan autorización da Comisión Provincial de Urbanismo, segundo o trámite do artigo 42 da Lei de adaptación do solo a Galicia e que poden ser para:

- a) Explotacións forestais, intensivas o industrializadas.
- b) Vivendas vinculadas a explotacións forestais, cun máximo de 1 vivenda por explotación e unha superficie máxima total de 200 m².

Anejo N° 3: Cálculos Hidráulicos

PROYECTO BÁSICO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA
REVERSIBLE DE AGUA MARINA
PUNTA CENTINELA - OIA - PONTEVEDRA

ANEJO Nº 3: CALCULOS HIDRAULICOS

1.- OBRAS DE TOMA

1.1.- Océano Atlántico

Dado que la luz entre pletinas es de 0,50 m., se adopta que la velocidad de paso por las rejillas de aspiración sea inferior a 1,75 m./s.,

La conducción de aspiración es rectangular de 4,50 x 6,00 m., lo que representa una velocidad de paso de 2,56 m./s. en turbinación y 2,04 m./s. en bombeo, para esta sección.

La toma tiene una sección de 4,50 x 7,11 m., por lo que la velocidad de aspiración será:

$$V = \frac{55,20}{4,50 \times 7,11} = 1,73 < 1,75 \text{ m/s}$$

1.2.- Deposito superior

Se adopta como criterio que la velocidad de aproximación a las rejillas, no sobrepase la velocidad de 1m./s. por lo que será necesaria una sección mínima de 69,00 m²

Para conseguir la sección necesaria en las rejillas se diseña una toma con forma abocinada manteniéndose constante una altura inferior de 4,80 m. Antes de la compuerta se realiza una apertura de las paredes laterales de 5° y 6,50 m. antes de otros 5° Ese semiángulo de apertura de 10° se mantiene durante 16,00 m., momento a partir del cual comienza la transición elíptica, que debido a la forma rectangular y sección variable se diseña con una longitud de 8,00 m.

Las rejillas se disponen en cuatro paneles, los dos centrales perpendiculares al eje de conducción en planta y los dos extremos formando 60° con el eje de la conducción todos ellos verticales, que se apoyaran en los laterales de la toma y en tres partidores.

Así resultan: 2 paneles centrales de 4,00 m. de anchura por 7,00 m. de altura y 2 paneles laterales de 4,30 m. de anchura por 7,00 m. de altura. Si bien para el cálculo de la velocidad media de aproximación se considera desfavorablemente una altura para los paneles de 4,80 m., con lo que resulta una velocidad media de aproximación de:

$$\frac{69}{2 \times (4,00 \times 4,30) \times 4,80} = \frac{69}{165,12} = 0,42 \text{ m/s} < 1,00 \text{ m/s}$$

2.- SUMERGENCIA

Para que no se produzcan vórtices en la superficie del agua ni sean arrastrados materiales flotantes así como burbujas de aire, las obras de toma se situarán con una sumergencia suficiente bajo los niveles mínimos de explotación.

Para estimar la sumergencia requerida para evitar la formación de vórtices; se utiliza la formula de Gordón:

$$S = k \times v \times \sqrt{D}$$

Donde:

S = Sumergencia en metros

D = Altura de la compuerta en metros

v = Velocidad media en la sección de la compuerta en m/s

k = Coeficiente que adopta un valor de 0,54 para el caso de un flujo con aproximación simétrica y de 0,72 en caso contrario.

2.1.- Océano Atlántico

Según funcione uno ó dos grupos, resulta:

- Dos grupos:

$$V = \frac{55,20}{4,50 \times 6,00} = 2,04 \text{ m/s}$$

$$S_{\min} = 0,72 \times 2,04\sqrt{7} = 3,89$$

- Un grupo

$$V = \frac{27,60}{4,50 \times 6,00} = 1,02 \text{ m/s}$$

$$S_{\min} = 0,72 \times 1,02\sqrt{7} = 1,94$$

El nivel mínimo de explotación será en la bajamar, con una cota media de +0,50 m.

Por lo tanto la sumergencia mínima necesaria será de 3,94 m., y adoptamos para el diseño 4 m.

2.2.- Depósito superior

La solera de la embocadura de la toma se sitúa a la cota 389,40. El punto a partir del cual se considera la sumergencia se estima, suponiendo una conducción de altura constante de 4,80 m., despreciando el aumento de altura debido a la traslación elíptica, con lo que resulta la cota 394,20.

Por lo tanto, según funcione uno ó dos grupos, resulta:

- Dos grupos:

$$V = \frac{69}{4,80 \times 4,00} = 3,59 \text{ m/s}$$

$$S_{\min} = 0,54 \times 3,59\sqrt{4,80} = 4,24$$

- Un grupo

$$V = \frac{34,50}{4,80 \times 4,00} = 1,80 \text{ m/s}$$

$$S_{\min} = 0,54 \times 1,80 \sqrt{4,80} = 2,13$$

2 Grupos		1 Grupo	
Sumergencia Mínima [m]	Nivel mínimo de explotación	Sumergencia Mínima [m]	Nivel mínimo de explotación
4,24	398,44	2,13	396,33

Para estar del lado de la seguridad, se adoptan las siguientes cotas:

- **Nivel mínimo de explotación (2 grupos): 400,50**
- **Nivel mínimo de explotación (1 grupo): 400,00**

3.- PÉRDIDAS DE CARGA EN LAS CONDUCCIONES FORZADAS

Existirán dos conducciones forzadas, una que conducirá el agua desde el mar hasta la aspiración de los grupos turbina/bomba; que en adelante denominaremos circuito de aspiración, y otra que conducirá el agua desde la salida de los grupos turbina/bomba hasta el depósito superior, que en adelante denominaremos circuito de impulsión.

Obviamente el agua podría circular tanto en sentido ascendente (bombeo), como en sentido descendente (turbinado).

3. 1.- Circuito de aspiración

Las pérdidas de carga que se producirán en la conducción forzada de aspiración se pueden dividir en:

- a) Rejilla
- b) Embocadura
- c) Tubería forzada

Pasemos a analizar cada uno de estos términos.

3.1.1.- Pérdida de carga en rejilla.

La pérdida de carga en la rejilla la evaluaremos de acuerdo con la fórmula de O. Kirschmer.

$$h_1 = \beta \times \left(\frac{s}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{v^2}{2g} \times \text{sen} \alpha$$

Donde:

s= espesor de las pletinas = 20 mm.

b= luz entre pletinas = 50 mm.

α = ángulo de la reja con la horizontal = 90°

β = coeficiente de toma de la pletina = 2,42

Sustituyendo se tendrá:

$$h_1 = 2,42 \times \left(\frac{20}{50}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{\text{sen}90}{2 \times 9,81} \times V^2 = 3.6352 \times 10^{-2} \times V^2$$

La velocidad del agua de aproximación a la reja, dependerá de las condiciones de la marea. Así en el nivel de pleamar máximo se tendrá la mínima pérdida de carga.

$$h_1^{pleamar} = 3,6352 \times 10^{-2} \times \left(\frac{Q}{18 \times (4,00 - (-5,70))} \right)^2 = 1,1925 \times 10^{-6} \times Q^2$$

Con nivel de bajamar mínimo tendremos la máxima pérdida de carga. Así:

$$h_{1bajamar} = 3,6352 \times 10^{-2} \times \left(\frac{Q}{18(0,50 - (-5,70))} \right)^2 = 2,9188 \times 10^{-6} \times Q^2$$

3.1.2.- Pérdida de carga en la embocadura

La pérdida de carga en la embocadura puede expresarse de la forma:

$$h_2 = k \times \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2g}$$

De donde "V1" y "V2" son las velocidades en las secciones de canal de entrada y en el asiento de la sección rectangular de transición, respectivamente.

El valor "K" se tomará por analogía al modelo SCIMEMI Grais como 0,41 en flujo en sentido al mar hacia la bomba, tomándose este mismo valor en sentido turbina hacia el mar. Así se tendrá para condiciones de pleamar máxima.

$$- V_1 : \text{Velocidad de llegada} \quad \frac{Q}{18 \times (4,00 - (-5,70))} = 5,7227 \times 10^{-3} \times Q$$

$$- V_2 : \text{Velocidad de inicio de la transición de } 4,50 \times 6,00 \text{ a } \emptyset \frac{Q}{4,50 \times 6,00} = 0,037 \times Q$$

Con lo cual la pérdida de carga en condiciones de pleamar serán:

$$h_{2pleamar} = 0,41 \times \frac{\left((0,037 \times Q)^2 - (5,7227 \times 10^{-3} \times Q)^2 \right)}{2 \times 9,81} = 2,783 \times 10^{-5} \times Q^2$$

En condiciones de bajamar las pérdidas de carga serán análogamente:

$$V_1 = \frac{Q}{18 \times (0,50 - (-5,70))} = 8,9606 \times 10^3$$

$$h_{2bajamar} = 0,41 \times \frac{\left((0,037 \times Q)^2 - (8,9606 \times 10^{-3} \times Q)^2 \right)}{2 \times 9,81} = 2,694 \times 10^{-5} \times Q^2$$

3.1.3.- Pérdida de carga en la tubería

Aquí deberemos de considerar las pérdidas de carga en la transición de 4.500 x 6.000 a Ø 4.500, las pérdidas de carga en las paredes de la tubería y las pérdidas de carga en la bifurcación. Pasemos a analizar cada uno de estos términos.

- a) Pérdida de carga en la transición a redondo

Esta pérdida de carga se evaluará de acuerdo con la expresión:

$$h_{31} = \frac{0,10}{2g} \times (V_2^2 - V_1^2)$$

En donde: V_2 = Velocidad en la sección circular de la tubería

$$\frac{Q}{\pi \times 2,25^2}$$

V_1 = Velocidad en la sección de la transición

$$\frac{Q}{4,50 \times 6,00}$$

Luego sustituyendo se tendrá:

$$h_{31} = \frac{0,10}{2 \times 9,81} \times \left(\left(\frac{Q}{\pi \times 2,25} \right)^2 - \left(\frac{Q}{4,50 \times 6,00} \right)^2 \right) = 1,3160 \times 10^{-5} \times Q^2$$

b) Pérdida de carga por rozamiento en la tubería

Para la evaluación de las pérdidas de carga por rozamiento en las paredes de la tubería utilizaremos la fórmula de Mannig:

$$h_{32} = \sum_{i=1}^n \frac{V_i^2 \times n_i^2}{R_{hi}^{\frac{4}{3}}} \times L_i$$

En donde existen dos tramos de tubería uno común de Ø 4.500 y uno para cada grupo de Ø 3.000.

Así se tendrá:

Tramo común	Tramo individual
n = 0,012	

Ø 4.500	Ø 3.000
$R_h = 1,125m$	$R_h = 0,75m$
L= 10,54 m	L= 21,83 m.

A nivel de evaluación de las pérdidas de carga debe tenerse en cuenta que el caudal circulante por el tramo individual correspondería a la mitad del común, en condiciones de máxima carga.

Así se tendrá para los dos grupos en servicio:

$$h_{32(2\text{ grupos})} = \frac{\left(\frac{Q}{\pi \times 2,25^2}\right)^2 \times 0,012^2 \times 10,54}{1,125^{\frac{4}{3}}} + \frac{\left(\frac{Q/2}{\pi \times 1,50^2}\right)^2 \times 0,012^2 \times 21,83}{0,75^{\frac{4}{3}}} = 5,3695 \times 10^{-6} \times Q^2$$

Para un único grupo en servicio se tendrá:

$$h_{32(1\text{ grupo})} = \frac{\left(\frac{Q}{\pi \times 2,25^2}\right)^2 \times 0,012^2 \times 10,54}{1,125^{\frac{4}{3}}} + \frac{\left(\frac{Q}{\pi \times 1,50^2}\right)^2 \times 0,012^2 \times 21,83}{0,75^{\frac{4}{3}}} = 6,0546 \times 10^{-6} \times Q^2$$

c) Pérdida de carga en la bifurcación a los grupos

Esta pérdida de carga se estima de acuerdo con la expresión:

$$h_{33} = k \times \frac{V^2}{2g}$$

Donde para bifurcaciones de geometría similar se tiene $k = 0,92$ así:

$$h_{33} = \frac{0,92}{2 \times 9,81} \times \left(\frac{Q}{\pi \times 2,25^2} \right)^2 = 1,8548 \times 10^{-4} \times Q^2$$

3.1.4.- Pérdidas de carga totales

Serán la suma de todas las pérdidas de carga calculadas. Distinguiremos la condición de un grupo o dos funcionando y acotaremos las pérdidas de carga entre la condición de pleamar máxima y bajamar mínimo.

a) Con un grupo funcionando

- Pleamar máxima

$$h = 2,3371 \times 10^{-4} \times Q^2$$

- Bajamar máxima

$$h = 2,3455 \times 10^{-4} \times Q^2$$

b) Con dos grupos funcionando

- Pleamar máximo

$$h = 2,3303 \times 10^{-4} \times Q^2$$

- Bajamar máximo

$$h = 2,3387 \times 10^{-4} \times Q^2$$

Como quiera que como turbina movilizaremos $34,50 \text{ m}^3 / \text{seg}$ por grupo y como bomba $27,60 \text{ m}^3 / \text{seg}$, las pérdidas de carga esperables en el conducto de aspiración serán:

- Con un grupo funcionando

Como turbina (0,278 – 0,279 m.)

Como bomba (0,178 – 0,179 m.)

- Con dos grupos funcionando

Como turbina (1,109 -1,113 m.)

Como bomba (0,710 – 0,713 m.)

3.2.- Circuito de impulsión

Las pérdidas de carga que se producirán en la conducción de impulsión se pueden dividir en:

- a) Embocadura
- b) Transición
- c) Tubería forzada
- d) Válvula de aislamiento

Pasemos a analizar cada uno de estos términos.

3.2.1.- Pérdida de carga en la embocadura

La pérdida de carga en la embocadura puede expresarse de la forma:

$$h_1 = k \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2g}$$

Donde V^1 y V^2 son las velocidades en la sección de entrada en la toma de la balsa superior y en el asiento de la sección de transición.

Consideramos un valor de $k = 0,41$, resulta:

$$h_1 = 0,41 \left[\frac{\left(\frac{Q}{4 \times 4,80} \right)^2 - \left(\frac{Q}{2 \times (4,30 \times 4,00) \times 4,80} \right)^2}{2 \times 9,81} \right] = 1,298 \times 10^{-4} \times Q^2$$

3.2.2.- Pérdida de carga en la transición a redondo.

Se evaluara de acuerdo a la expresión:

$$h_1 = 0,10 \times (V_2^2 - V_1^2)$$

En donde V_2 : Velocidad en la sección circular de la tubería = $\frac{Q}{\pi \times 2^2}$

V_1 : Velocidad en la sección de transición = $\frac{Q}{4 \times 4,80}$

Sustituyendo

$$h_2 = \frac{0,10}{2 \times 9,81} \left[\left(\frac{Q}{\pi \times 2^2} \right)^2 - \left(\frac{Q}{4 \times 4,80} \right)^2 \right] = 0,1845 \times 10^{-4} \times Q^2$$

3.2.3.- Pérdida de carga en la tubería forzada

Aquí deberemos considerar las pérdidas de carga en las paredes de la tubería, las pérdidas de carga en los codos y las pérdidas de carga en la bifurcación.

Pasemos a analizar cada uno de estos términos.

a) Pérdidas de carga por rozamiento en la tubería

Para la evaluación de las pérdidas de carga en las paredes de la tubería utilizaremos la fórmula de Mannig:

$$h_{21} = \sum_{i=1}^n \frac{V_i^2 \times n^2}{R_{hi}^{\frac{4}{3}}} \times Li$$

En donde existen dos tramos de tubería, uno común de $\varnothing 4.000$ y uno para cada grupo de $\varnothing 2.500$, así se tendrá:

TRAMO COMÚN	TRAMO INDIVIDUAL
n= 0,012	n= 0,012
$\varnothing 4.000$ mm.	$\varnothing 2.500$ mm.
$R_h = 1,00m$	$R_h = 0,625m$
L= 1.898,63 m.	L= 43,3 m.

A nivel de evaluación de las pérdidas de carga debe tenerse en cuenta (como en el circuito de aspiración) que el caudal circulante por el tramo individual correspondería a la mitad del común, si los dos equipos funcionan a plena carga.

Así se tendrá para los dos grupos en servicio:

$$h_{31(2 \text{ grupos})} = \frac{\left(\frac{Q}{\pi 2^2}\right)^2 \times 0,012^2 \times 1.898,63}{1^{\frac{4}{3}}} + \frac{\left(\frac{\frac{Q}{2}}{\pi 1,25^2}\right)^2 \times 0,012^2 \times 43,34 \times 2}{0,625^{\frac{4}{3}}} = 2,0478 \times 10^{-3} \times Q^2$$

Para un único grupo en servicio se tendrá análogamente:

$$h_{31(1\text{grupos})} = \frac{\left(\frac{Q}{\pi 2^2}\right)^2 \times 0,012^2 \times 1.898,63}{1^{\frac{4}{3}}} + \frac{\left(\frac{Q}{\pi 1,25^2}\right)^2 \times 0,012^2 \times 43,34}{0,625^{\frac{4}{3}}} = 2,4006 \times 10^{-3} \times Q^2$$

b) Pérdidas de carga en los codos

Se evaluarán de acuerdo con la fórmula:

$$h_{32} = \sum_{i=1}^n K \times \frac{\alpha^0}{90} \times \frac{V^2}{2g}$$

Siendo k , un coeficiente debido a Lorenz, que para

$$\frac{r(\text{tubería})}{R(\text{codo})} = \frac{2}{20} = 0,1 \quad K = 0,131$$

En el perfil longitudinal, existen cuatro codos, dos de 90° y dos de 78°15' (78,25°).

Por lo tanto:

$$h_{32} = 0,131 \times \frac{2 \times 78,25 + 2 \times 90}{90} \times \frac{Q}{2 \times 9,81} = 1,5799 \times 10^{-4} \times Q^2$$

Las pérdidas de carga de las curvas de radio 100,00 m. de la planta general y del perfil longitudinal, se consideran despreciables.

c) Pérdidas de carga en la bifurcación a los dos grupos.

Esta pérdida de carga se estima de acuerdo con la expresión:

$$h_{33} = k \times \frac{V^2}{2g}$$

En donde para bifurcaciones de geometría similar se tiene $k=0,92$. Así se tendrá:

$$h_{33} = \frac{0,92}{2 \times 9,81} \times \left(\frac{Q}{\pi 2^2}\right)^2 = 2,9694 \times 10^{-4} \times Q^2$$

3.2.4.- Pérdida de carga en la válvula esférica

Evaluaremos esta pérdida de carga de acuerdo con la expresión:

$$h = k \frac{V^2}{2g}$$

En donde $k= 0,006$ para válvulas esféricas totalmente abiertas.

Así se tendrá:

$$h_4 = 0,006 \left(\frac{Q}{\pi 1,25^2}\right)^2 \times \frac{1}{2 \times 9,81} = 0,1269 \times 10^{-4} \times Q^2$$

Como en el caso anterior éste será el caudal circulante por línea.

3.2.5.- Pérdidas de carga totales en impulsión

Serán la suma de todas las pérdidas de carga calculadas.

Distinguiremos la conducción con uno o dos grupos:

a) Con un grupo funcionando:

$$h = 3,0275 \times 10^{-3} \times Q^2$$

b) Con los dos grupos funcionando:

$$h = 2,6743 \times 10^{-3} \times Q^2$$

Como quiera que, como turbina movilizaremos 34,50 m³/seg. por grupo y como bomba 27,60 m³/seg. las pérdidas de carga esperables en el conducto de impulsión serán:

a) Con un solo grupo funcionando

- como turbina.....3,60 m.
- como bomba.....2,31 m.

b) Con los dos grupos funcionando

- Como turbina..... 12,37 m.
- Como bomba..... 8,15 m.

4.- SALTOS BRUTOS Y SALTOS NETOS

Los desniveles brutos dependerán tanto del nivel del embalse superior como del nivel de la marea. Así el salto bruto corresponderá al nivel máximo en el embalse superior y al mínimo nivel de marea.

$$S_{bruto / máximo} = 424 m - 0,500 m = 423,50 m.$$

Análogamente el salto bruto mínimo corresponderá al nivel mínimo del embalse superior y al máximo nivel de marea.

$$S_{bruto / mínimo} = 400,50 m - 4,00 m = 396,50 m.$$

Los saltos netos se obtendrán como diferencia entre el salto bruto y las pérdidas de carga para cada caudal.

Así se tendrá trabajando como turbina y considerando un salto bruto medio de 410,00 m.

CAUDAL	SALTO BRUTO	PÉRDIDA DE CARGA (m)	SALTO NETO
69,00	410,00	1,11+12,73	396,16
34,50	410,00	0,28+3,60	406,12

Trabajando como bomba se tendrá análogamente:

CAUDAL	SALTO BRUTO	PÉRDIDA DE CARGA (m)	SALTO NETO
55,20	410,00	0,71+8,15	418,86
27,60	410,00	0,18+2,31	412,49

5.- POTENCIAS EN BORNES DE GENERADOR / MOTOR

La potencia eléctrica obtenida como turbina, atendiendo a unos rendimientos de turbina de 92,50% y del alternador del 96,00%, serán:

CAUDAL	RENDIMIENTO	SALTO NETO	POTENCIA ELÉCTRICA (MW)
69,00	0,888	396,16	238,12
34,50	0,888	406,12	122,05

La potencia eléctrica consumida como bomba, atendiendo a unos rendimientos de bombeo del 90,50% y del motor del 96,00%, serán:

CAUDAL	RENDIMIENTO	SALTO NETO	POTENCIA ELÉCTRICA (MW)
55,20	0,8688	418,86	261,07
27,60	0,8688	412,49	128,55

6.- CALCULO DEL ESPESOR

Para el cálculo del espesor de la tubería de acero consideramos dos tramos:

1º Balsa - Primer tramo horizontal

2º Primer Tramo - Segundo tramo horizontales

La presión estática en estos tramos, será:

$$H_1 = 424 - 133.29 = 290,71 \text{ m.c.a.}$$

$$H_2 = 133 - (-33,90) = 167.19 \text{ m.c.a.}$$

$$H_{\text{total}} = 457,9 \text{ m.c.a.} = 46 \text{ kgr./cm}^2$$

Espesor mínimo: $D / 288 = 4.500 \div 288 = 13,88mm$.

Se proyecta la tubería a base de acero tipo S355, de espesor superior a 16 mm.

Para el cálculo del espesor mínimo necesario en la sección más desfavorable se utiliza la fórmula de las tuberías de pared delgada, aplicada en la zona de entrada de la central:

$$e = PD / 2Le \times S$$

Siendo:

e = Espesor en mm.

P = Presión Total, en Kg./cm²

D = Diámetro interior (4.000 mm.)

Le = Límite elástico del acero: $345 \text{ W/mm}^2 = 3.519 \text{ Kg./cm}^2$

S = Coeficiente de eficiencia de soldadura = 0.95

Para el cálculo de la presión total se tendrán en cuenta dos factores:

- **Presión estática**
- **Sobrepresión debida al golpe de ariete.**

La presión estática será la diferencia de cotas entre la entrada y la salida de la tubería:

Tramo 1 = 29 Kgr/cm²

Tramo 2 = 46 Kgr/cm²

Para el cálculo de la sobrepresión debida al golpe del ariete, se utiliza la fórmula de Micheaud:

$$\Delta P = 2LV / gT$$

Siendo:

ΔP = Sobrepresión en m.

V = Velocidad.

L= Longitud de la tubería.

T = Tiempo de cierre del distribuidor.

En nuestro caso:

$$V = 69 / \pi \times 2^2 = 5.49m / s.$$

T= 10 s., tiempo de cierre medio de un distribuidor de turbinas Francis, para este tipo de centrales.

$$L = 1.397,64m.y1.898,63m.$$

Por lo tanto:

Primer Tramo:

$$\Delta P_1 = \frac{2 \times 1.397,64 \times 5,49}{9,81 \times 10} = 156,43m.c.a. = 15,64Kgr./cm^2$$

De lo que resulta una presión máxima en la sección más desfavorable de:

$$29 + 15,64 = 44,64Kgr./cm^2$$

Por tanto el espesor necesario será:

$$e = \frac{PD}{2 \times Le \times S} = \frac{44,64 \times 4.000}{2 \times 3.519 \times 0,95} = 26,70mm.$$

Segundo Tramo:

$$P_2 = 2 \times 1.898,63 \times 5,49 / 9,81 \times 10 = 212,50m.c.a. = 21,25Kgr./cm^2$$

De lo que resulta una presión máxima en la sección más desfavorable de:

$$46 + 21,25 = 67,25 \text{ Kgr./ cm}^2$$

Por tanto el espesor mínimo de la tubería será:

$$e = \frac{PD}{2 \times Le \times S} = \frac{67,25 \times 4.000}{2 \times 3.519 \times 0,95} = 40,23 \text{ mm.}$$

Se comprueba que el tiempo crítico es menor que el tiempo de cierre del distribuidor.

$$T \triangleright 2L/a$$

Siendo a la velocidad de propagación de las ondas:

$$A = 9.900 / \text{raiz}(48,3) + K_c D / e \quad \text{donde} \quad K_c = \frac{10^{10}}{E} = \frac{10^{10}}{21 \times 10^9} = 0,48$$

$$A = 9.900 / \text{raiz}(48,3) + 0,48 \times \frac{4.000}{40,23} = 1.1423,11$$

Sustituyendo:

$$2L/a = 2 \times \frac{1.898,63}{1.423,11} = 2,66$$

Valor inferior al tiempo de cierre de la válvula adoptado de 10 segundos.

Anejo N° 4: Subestación

PROYECTO BÁSICO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA
REVERSIBLE DE AGUA MARINA
PUNTA CENTINELA - OIA - PONTEVEDRA

ANEJO Nº 4: SUBESTACION

INDICE

1	SUBESTACIÓN	2
1.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	2
1.2	POTENCIA PREVISTA E INTENSIDAD NOMINAL.....	3
1.3	OBRA CIVIL.....	3
1.3.1	Edificio de control.	3
1.3.2	Canalizaciones.	3
1.3.3	Cimentaciones.....	4
1.3.4	Bancada de transformadores y depósitos de aceite.....	4
1.3.5	Cierre perimetral y urbanización.....	5
1.3.6	Estructuras metálicas.	5
1.4	CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA.	6
1.4.1	Módulo PASS.	6
1.4.2	Transformadores de tensión.....	6
1.4.3	Pararrayos autoválvulas.	6
1.4.4	Transformadores.	7
1.4.5	Embarrados de alta tensión.....	8
1.4.6	Celdas de 20 kv.....	8
1.4.7	Grupo electrógeno.....	9
1.5	MANDO, PROTECCIÓN Y CONTROL.....	10
1.5.1	Armario de mando y protección.....	10
1.5.2	Cuadro de servicios auxiliares.....	10
1.5.3	Control automático de la subestación.....	10
1.5.4	Equipo de medida y facturación.....	11
1.6	RED DE TERRAS.....	11
1.7	INSTALACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD.	12

1 SUBESTACIÓN

1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.

La subestación se proyecta con tecnología compacta PASS (Plug And Switch System), módulo de aparamenta híbrida de ABB, consiguiendo de esta forma una reducción del espacio ocupado así como el impacto visual de la misma.

El funcionamiento de la serie PASS, responde a los factores principales que se apuntan a continuación:

- Todas las funciones de una celda se combinan en un sólo módulo.
- Las funciones de trabajo y seccionamiento se integran dentro de una carcasa con SF6.
- El producto es transportable y fácil de instalar.
- Máxima fiabilidad, garantizada por la tecnología SF6.
- Extremadamente versátil al exponer soluciones y configuración de subestaciones.

La característica innovadora del sistema PASS es el seccionador, cuyos contactos móviles se integran en la propia cámara.

El giro correcto de los contactos móviles permite las siguientes funciones:

- Desconexión de línea.
- Desconexión de la barra colectora.
- Puesta a tierra de la línea mediante el cierre del interruptor automático.
- Puesta a tierra de la barra mediante el cierre del interruptor automático.

Todas estas configuraciones se consiguen mediante el mismo elemento de accionamiento.

Los diferentes módulos PASS contarán con los siguientes componentes:

- Interruptor.
- Seccionador.
- Interruptor de puesta a tierra.
- Transformadores de intensidad.
- Aisladores de apoyos.

El resto de los componentes de la SET serán los comprendidos por los transformadores de potencia, transformador de servicios auxiliares, transformador de arranque estático, TT's, celdas de media tensión, etc..

1.2 POTENCIA PREVISTA E INTENSIDAD NOMINAL.

Se dimensionarán los distintos elementos de la subestación para la potencia máxima de los transformadores.

1.3 OBRA CIVIL.

1.3.1 Edificio de control.

Las celdas de media tensión, armarios de mando y protección y demás instalaciones interiores de la subestación se situarán en el interior de un edificio de una planta en planta baja.

El edificio se asentará sobre una zapata corrida de hormigón armado, y dispondrá de cerramientos exteriores, cubierta y divisiones interiores, con ventanas y puertas de acceso de acero galvanizado y acabado mediante pintura en color a definir.

1.3.2 Canalizaciones.

Zanjas y canales de cableado

Los conductores de media tensión para la interconexión del transformador con su celda de protección se instalarán en canalización subterránea bajo tubo de polietileno de doble pared (liso interno y corrugado exterior), de 200 mm de diámetro, en zanja de anchura y profundidad adecuadas. Los tubos se reforzarán con hormigón en masa cuando la zanja cruce los viales de la subestación.

Los conductores de control y maniobra de los diferentes elementos del parque de intemperie se instalarán bajo canalizaciones en tubo del incluso tipo y diámetro adecuado en función del número de cables a instalar.

Drenajes

Todas las arquetas y canales de cableado dispondrán de drenaje para evacuación de aguas pluviales; asimismo, los viales de circulación dispondrán de drenaje adecuado mediante alcantarillas convenientemente distribuidas. Las aguas se conducirán mediante tubos de PVC de diámetro adecuado a un pozo de registro, desde donde se evacuarán mediante el correspondiente emisario.

Zanjas para red de tierras

El electrodo horizontal de puesta a tierra se instalará en zanja de 80 cm de profundidad.

Arquetas

Las arquetas para mando y señalización de los aparatos serán de hormigón, de tipo prefabricado, de las dimensiones necesarias para albergar el cableado previsto en cada caso.

Las arquetas de acceso de cableado a la sala de celdas se construirán en obra mediante solera de hormigón y paredes de fábrica de ladrillo enfoscadas interiormente con mortero de cemento, y dispondrán de tapa con aldaba de chapa de acero.

Todas las arquetas dispondrán de un sistema de drenaje adecuado el fin de evitar la acumulación de agua en su interior.

1.3.3 Cimentaciones.

Los soportes metálicos de la aparamenta y pórticos de línea se instalarán mediante pernos y placas de anclaje sobre sus correspondientes cimentaciones construidas la base de hormigón armado HA-25 sobre hormigón de limpieza HM-20.

1.3.4 Bancada de transformadores y depósitos de aceite.

Los transformadores de potencia se instalarán sobre carriles en su correspondiente bancada de hormigón armado.

La bancada incluirá un foso colector conectado mediante tubo de hormigón con el depósito de recogida de aceite, así como una capa de grava en su parte superior que permita el paso del aceite, provocando su extinción en caso de incendio.

El depósito de recogida de aceite será totalmente estanco, dotado de un dispositivo de vaciado, y se instalará en el interior de un cubeto construido con hormigón armado.

1.3.5 Cierre perimetral y urbanización.

La subestación ira bajo la rasante de la explanada de encima de la central, quedando totalmente delimitada por un cerramiento perimetral de 2,50 metros de altura formado por postes y malla de acero galvanizado, con acabado en color verde.

El cerramiento metálico se conectará la tierra mediante latiguillos de cobre instalados por lo menos cada 8 metros.

Se dispondrá, en la parte exterior, los elementos homologados de señalización y seguridad necesarios de acuerdo con la reglamentación vigente.

El acceso se realizará mediante un portón para entrada y salida de vehículos, con una anchura de 7 metros y puerta peatonal de 1 metro, todo ello en acero galvanizado acabado en color verde. El portón dispondrá de motor y accionamiento automático con mando a distancia.

Las zonas de circulación dispondrán de una capa de rodadura a base de aglomerado en caliente de 8 cm. de grosor, sobre una subbase de zahorra natural debidamente compactada hasta el 95% del Proctor Modificado.

La iluminación exterior del recinto será la base de báculos de 3 metros de altura situados según lo indicado en el plano correspondiente. Las luminarias tendrán un grado de protección mínimo IP68, con lámpara de vapor de sodio de alta presión de 100 W. La distribución de los distintos báculos proporcionará una iluminación media de 45 lux.

La iluminación se activará automáticamente mediante interruptor crepuscular o programador horario, alimentándose desde el cuadro de servicios auxiliares de la subestación.

El parque de intemperie dispondrá asimismo de proyectores orientables para iluminación intensiva con luminaria antivandálica y lámpara de vapor de sodio de alta presión de 250 W, sobre soporte de acero galvanizado.

Se incluye en este capítulo la obra civil correspondiente a los macizos de hormigón para anclaje de pórtico de líneas, aparellaje, bancada de transformador, depósito de recogida de aceite, cerramiento, drenaje y viales de la parcela.

1.3.6 Estructuras metálicas.

La aparamenta se instalará sobre soportes metálicos de acero galvanizado en caliente según Norma UNE 3508-88. El pórtico de entrada de línea se construirá asimismo mediante perfiles de acero galvanizado en caliente, efectuándose el cálculo estructural para una carga horizontal transmitida por los conductores de por lo menos 1500 dan por fase.

Se evitará efectuar barrenos o soldaduras en la obra; cuando resultara imprescindible, se cepillarán inmediatamente, se limpiarán y se aplicarán tres manos de pintura galvánica de alto contenido en zinc, respetando el tiempo de secado entre cada una de ellas, y aplicando una última capa para igualar el color con el resto de la estructura.

Toda la tornillería utilizada en la unión de los soportes, y de estos con los aparatos, será de acero inoxidable.

1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA.

1.4.1 Módulo PASS.

Como ya se dijo anteriormente, los módulos PASS contará con los siguientes componentes:

- Interruptor.
- Seccionador.
- Interruptor de puesta a tierra.
- Transformadores de intensidad.
- Aisladores de apoyos.

1.4.2 Transformadores de tensión.

Se instalarán transformadores de tensión inductivos unipolares, de tipo aislador-soporte, servicio exterior, para medida y protección, con tres secundarios.

1.4.3 Pararrayos autoválvulas.

Se instalarán pararrayos de tipo autoválvula en cada fase de la línea de entrada, y en las cercanías de las bornas de los transformadores, con el fin de limitar los efectos producidos por eventuales sobretensiones.

Los pararrayos serán de óxido de cinc (OZn), para servicio exterior, de 10 kA de corriente de descarga nominal, con aislamiento externo de material cerámico de color marrón o silicona y estarán dotados de contador de descargas por cada juego.

Cada elemento estará provisto de dispositivo para la expulsión del arco al exterior si la presión en el interior del pararrayos se elevara peligrosamente.

1.4.4 Transformadores.

Se instalarán dos transformadores trifásicos de potencia con aislamiento y refrigeración en baño de aceite, con arrollamientos de cobre electrolítico y circuito magnético ejecutado en chapa de grano orientado, de frecuencia 50 Hz, de las siguientes características:

Cantidad	2
Relación de Transformación	220/13,8 kV
Grupo de Conexión	YNd11
Potencia	125/150 MVA
Refrigeración.....	ONAN/ONAF
Regulación.....	Automática en Carga
Escalos de Regulación	21 Escalones
Pérdidas en Vacío.....	24kW
Pérdidas en el Cobre	174kW
Tensión de Cortocircuito	10%

Se instalará también un transformador para alimentación a los servicios auxiliares y al equipo de arranque estático, el cuál será de trifásico de tipo intemperie y con las siguientes características:

Relación de Transformación	220/13,8/6,1 kV
Grupo de Conexión	YNd11d11
Potencia	3/10 MVA
Refrigeración.....	ONAN/ONAF
Regulación.....	Automática en Carga
Escalos de Regulación	17 Escalones
Pérdidas en Vacío.....	20kW
Pérdidas en el Cobre	150kW
Tensión de Cortocircuito	10%

Asimismo se instalará el transformador de salida del arrancador estático para elevación de la tensión a a asignada del generador-motor. El transformador será del tipo cuba de aceite y con las siguientes características:

Relación de Transformación	13,8/6,1 kV
Grupo de Conexión	Dy11
Potencia	10 MVA
Refrigeración.....	ONAN/ONAF
Regulación.....	Automática en Carga
Escalos de Regulación	17 Escalones

Los transformadores dispondrán de refrigeración por circulación natural del aceite a través de radiadores resfriados por aire natural (ONAN) y forzado (ONAF). Sus características constructivas estarán de acuerdo que Norma UNE 20101.

Los transformadores, con todos sus accesorios, constituirán un conjunto completo e independiente montado sobre un bastidor provisto de ruedas que permitirá su desplazamiento sobre carriles en dos direcciones perpendiculares.

Las cubas estarán diseñadas para pleno vacío, así como para sobrepresión interna; los radiadores serán galvanizados por inmersión e irán provistos de las correspondientes válvulas.

Estarán provistos de indicadores de temperatura con contactos de alarma y disparo, termostatos, presostatos, niveles de aceite, secador de silicagel y releo Buchholz.

Las bornas de neutro de A.T. estarán previstas para puesta a tierra rígida.

Se instalarán también varios transformadores secos para alimentación de los servicios auxiliares, encapsulado en resina, de las siguientes características:

Tensión nominal (sUNE 21.002)	13,8 kV
Tensión mas elevada	16,6 kV
Número de fases.....	3
Frecuencia nominal.....	50 Hz
Potencia nominal	50 kVA
Relación de transformación	13,8/400-230 V
Grupo de conexión.....	Dyn11

1.4.5 Embarrados de alta tensión.

La interconexión entre los distintos aparatos se realizará mediante embarrados construidos con tubo de aluminio de aleación 6063/T6 y diámetros Ø50/40 mm, con sus correspondientes curvaturas y racores de conexión, según proceda en cada aparato.

1.4.6 Celdas de 13,8 kv.

Se instalarán celdas de potencia construidas para una tensión máxima de servicio de 24 kV, adecuadas para la instalación de interruptores de promedio tensión montados en ejecución extraíble, de las siguientes características:

Tensión nominal (s/UNE 21.002)	13,8 kV
Tensión más elevada	16,6 kV
Número de fases	3
Frecuencia nominal	50 Hz
Intensidad nominal	4000 A

Todas las unidades dispondrán de un colector general de tierra realizado en cobre electrolítico a la que se conectarán los siguientes elementos:

- El seccionador de p.a.t.
- La toma de tierra del interruptor seccionable.
- Las bases de los trafos de medida.
- Los chasis de aparatos.

Se prevé la instalación de un conjunto de celdas, a las que se les asignan las siguientes funciones:

- Celdas de entrada para alimentación del sistema de media tensión.
- Celda para salida de neutro.
- Celda de puesta a tierra de neutro de generadores.
- Celdas para transformadores de excitación.
- Celdas de medida y protecciones.
- Celdas de frenado eléctrico y conexión con las celdas de arranque.
- Etc...

Cada una de las celdas estará equipada con los correspondientes interruptores automáticos, seccionadores, transformadores de intensidad y tensión, y con los correspondientes relés de protección.

1.4.7 Grupo electrógeno.

Se instalará un grupo electrógeno automático de emergencia insonorizado, modelo de 50 kVA en régimen continuo y 60 kVA en modo emergencia, con motor de gasóleo refrigerado por radiador-ventilador, precalentamiento de agua, arranque eléctrico, alternador de carga de baterías, cargador estático, juego de baterías y alternador sin escobillas 50 Hz 1500

r.p.m. IP-21, aislamiento clase H, forma B3-B5, embridados directamente sobre bancada común, incluso cuadro de control y maniobra automática, depósito de combustible 400 litros de capacidad con montaje externo a la bancada del grupo, silencioso de escape, canalización de escape de gases incluso el exterior, cuadro de conmutación red-grupo, control de prendido.

1.5 MANDO, PROTECCIÓN Y CONTROL.

1.5.1 Armario de mando y protección.

Se instalará un armario metálico para situación de los aparatos de medida instantánea, conmutadores de mando y panel de visualización de alarmas.

En los laterales interiores del bastidor se dispondrá de paneles de montaje sobre los que se instalan los regleros de bornas y material auxiliar.

El conjunto de piezas metálicas que constituyen los cuadros estarán tratados y protegidos mediante fosfatación en caliente y acabado final mediante pintura epoxi en polvo.

El cableado interior realizara con cable flexible para una tensión máxima de servicio de 750 V y 2500 V de tensión de prueba.

Los cables se instalarán en el interior de canales de PVC con terminales de compresión nos extremos y sortijas de identificación de marcado indeleble.

El armario contendrá los siguientes elementos:

- Sinóptico de mando manual y señalización de la posición de alta.
- Analizador de red para la medida.
- Unidad de control de subestación
- Unidad de control de posición
- Concentrador de fibra óptica para comunicación de protecciones
- Concentrador de fibra óptica.
- Relés de protección
- Etc....

1.5.2 Cuadro de servicios auxiliares.

Se instalará, para mando y protección de los distintos circuitos de baja tensión, un armario metálico de dimensiones 800x2000x600 mm. (frente, alto y fondo).

1.5.3 Control automático de la subestación.

El control automático de la subestación se efectuará mediante la unidad de control de la subestación (UCS), montada en el armario antes descrito, y que será capaz de procesar todas las señales de mando, alarmas y medidas, con salida a un PC local y, mediante una salida vía módem o satélite, a un PC remoto.

En la UCS se recogerán las medidas de todas las posiciones de la subestación, procedentes de las protecciones eléctricas y comunicadas con ésta mediante fibra óptica.

Los diferentes relés de protección se integrarán en el SCADA de la instalación, formando así un sistema integrado de protección y control de subestación.

No se contempla la posibilidad de integrar la medida de facturación, puesto que la compañía eléctrica no permite ningún tipo de interferencia con sus equipos de medida.

1.5.4 Equipo de medida y facturación.

El equipo de medida y facturación, concebido de acuerdo a la vigente reglamentación de puntos de medida y a la normativa específica de la Compañía Eléctrica, estará compuesto por los siguientes elementos:

- Dos contadores (principal y redundante) para medida en Tipo 1, activa reactiva, importación/exportación, con medida en los cuatro cuadrantes, clase 0,2 en activa y clase 0,5 para reactiva.
- Módem GSM y antena, para la función de telemedida.
- Armario de medida, fabricado según definición de la compañía eléctrica, con capacidad para 4 equipos de medida.
- Canalización blindada de los circuitos de intensidad y tensión.
- Bornas de comprobación.

1.6 RED DE TIERRA.

El sistema de puesta a tierra de la subestación estará formado por una malla rectangular, enterrada a 80 cm. de profundidad, formando cuadrículas de 5 x 5 metros, la base de cable de cobre de 95 mm², y electrodo metálico de puesta a tierra para la descarga de autoválvulas en acero cobreado de 18 mm. de diámetro y 2 m de longitud.

La conexión la tierra de los distintos aparatos se efectuará con cable de la misma sección grapado a las estructuras de apoyo de los mismos, y la continuidad de los circuitos se conseguirá mediante soldaduras aluminotérmicas.

Para protección contra el rayo, se instalará un pararrayos electropulsante sobre mástil fijado el pórtico de amarre de línea, con un radio de protección de 100 m en Nivel 1.

1.7 INSTALACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD.

Material de seguridad y señalización

La subestación dispondrá de un panel en la sala de celdas donde se instalará el siguiente material de seguridad para maniobras y verificaciones eléctricas:

- Equipo de puesta a tierra.
- Pértiga telescópica.
- Detector de ausencia de tensión.
- Comprobador de tensión para baja tensión.
- Banqueta aislante para 24 KV.
- Pares de guantes aislantes para 24 kV
- Pares de guantes aislantes para baja tensión
- Escala aislante, de fibra de vidrio, telescópica de 8 metros.
- Juego de carteles de primeros auxilios
- Juegos de cintas de señalización para balizamiento de la tarea de trabajo en el parque de intemperie
- Juego de señales que leyenda “PELIGRO: ALTA TENSIÓN PROHIBIDO EL PASO”, de aluminio, instaladas en acceso general el recinto y a la sala de celdas.
- Juego de triángulos normalizados que leyenda “ALTA TENSIÓN – PELIGRO DE MUERTE”, instaladas sobre el cierre perimetral, cada 10 m.
- Juego de señales de “AVERÍA”, “TIERRAS PUESTAS”, “TENSIÓN DE RETORNO”, “INSTALACIÓN EN TENSIÓN”, “RESPIRACIÓN BOCA A BOCA” Y REQUISITOS “PARA TRABAJOS EN ALTA TENSIÓN”, en poliestireno, instaladas.

Anejo N° 5: Documento Ambiental Preliminar

HIDROELECTRICA DE OÍA, S. L.

DOCUMENTO AMBIENTAL PRELIMINAR DEL PROYECTO BASICO DE CENTRAL REVERSIBLE DE AGUA MARINA DE PUNTA CENTINELA (OÍA - PONTEVEDRA)

ABRIL 2012

ÍNDICE

1. DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	1
1.1. FINALIDAD DEL PROYECTO.....	1
1.2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL	1
2. PRINCIPALES ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.....	2
2.1. INTRODUCCIÓN. PRINCIPALES ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.....	2
3. DIAGNOSTICO TERRITORIAL Y DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO POR EL PROYECTO	5
3.1. INTRODUCCIÓN	5
3.2. MEDIO FÍSICO: GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	5
3.3. OCEANOGRAFÍA	7
3.4. FLORA Y FAUNA.....	7
3.4.1. Flora.....	7
3.4.2. Fauna.....	10
3.5. PESCA Y APROVECHAMIENTOS.....	14
3.6. TRÁFICO MARÍTIMO.....	17
3.7. CONCLUSIONES	18
3.8. BIBLIOGRAFÍA.....	18
4. ANÁLISIS DE LOS POTENCIALES IMPACTOS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA	19
4.1. INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA	19
4.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS. FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	22
4.2.1. Alteraciones sobre el medio físico.....	22
4.2.2. Alteraciones sobre el medio biológico.....	24
4.2.3. Alteraciones sobre el medio perceptual	27
4.2.4. Alteraciones sobre el medio socioeconómico	27
4.3. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS. FASE DE FUNCIONAMIENTO	30
4.3.1. Alteraciones sobre la atmósfera	30
4.3.2. Alteraciones sobre el medio físico.....	31
4.3.3. Alteraciones sobre el medio hídrico	32
4.3.4. Alteraciones sobre el medio biológico.....	32
4.3.5. Alteraciones sobre el medio perceptual	35
4.3.6. Alteraciones sobre el medio socioeconómico	36
4.4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS. FASE DE ABANDONO.....	37
5. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS.....	38
5.1. CONSIDERACIONES PREVIAS.....	38
5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS	39
5.3. MEDIDAS CORRECTORAS	40
6. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	41
6.1. INTRODUCCIÓN	41
6.2. FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	41
6.3. FASE DE FUNCIONAMIENTO	45

1. DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y UBICACIÓN DEL PROYECTO.

1.1. Finalidad del Proyecto

El funcionamiento de una central reversible mediante bombeo de agua de mar es exactamente igual que el de un aprovechamiento hidroeléctrico convencional de agua dulce con la ventaja de que el embalse inferior es el mar y, en consecuencia, fuente inagotable de agua para bombear y sin necesidad de obras importantes, salvo las de toma.

Tecnológicamente está resuelto el posible problema de corrosión por la utilización de máquinas hidráulicas con agua de mar, por lo que no debe resultar extraño el planteamiento de la construcción de la central reversible objeto del presente anteproyecto utilizando esta agua cuando, como en este caso, se cumplen los condicionantes exigidos de viabilidad técnica y económica y desde el punto de vista legal resulta factible la tramitación para su instalación.

1.2. Localización y descripción general

El proyecto se describe con detalle en el DOCUMENTO N° 1: MEMORIA, de este Proyecto Básico, del que forma parte este ANEJO N° 5: Documento Ambiental Preliminar.

2. PRINCIPALES ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

2.1. Introducción. Principales alternativas del proyecto

Para la selección de las alternativas al anteproyecto, se han considerado éstas en función de las alternativas existente en el mercado, es decir, considerando principalmente aquellas que también aprovechan recursos renovables en el mar, como puede ser un parque eólico del tipo offshore.

De esta forma, se han considerado dos alternativas:

ALTERNATIVA 1: AH reversible marino que consta de una planta de 244 MW.

ALTERNATIVA 2: Parque eólico marino que consta de 54 aerogeneradores de 4,5 MW. con un altura de torre de 120 m., y con una Subestación en tierra. La potencia total es de 243 MW.

En ambas alternativas se alcanza una potencia nominal de similar.

Asimismo, se han seleccionado los siguientes indicadores ambientales principales a partir del inventario ambiental completado en el presente documento ambiental:

- Afección al hábitat marino
- Afección a biotopos y unidades de vegetación
- Afecciones paisajísticas. Incidencia visual de las estructuras

También se ha considerado la eficiencia energética de cada uno de los modelos de máquinas o esquema de funcionamiento de las instalaciones para establecer un criterio técnico de Proyecto que permita discriminar entre las alternativas.

Para valorar y comparar ambientalmente las alternativas se ha optado por un método matricial muy simplificado, con el que se ha puntuado la casilla de intersección con la siguiente escala: 3, afección alta; 2, afección media; 1, afección baja; 0, afección nula.

En lo que se refiere a la eficiencia energética, considerada según las características del viento de la zona (datos proporcionados por el Promotor) y eficacia del aprovechamiento reversible, se han adoptado los siguientes valores:

- 1, eficiencia energética baja;
- 2, eficiencia energética media;
- 3, eficiencia energética alta.

La valoración final de cada una de las alternativas se realiza en función de la siguiente fórmula:

$$VAL = (0,7 * (0,3*MA + 0,3*VEG + 0,4*PAI)) + (0,3*(1/EFI))$$

Donde,

VAL = valoración final de la alternativa

MA = valor adoptado para la afección al hábitat marino

VEG = valor adoptado para la afección sobre la vegetación y biotopos

PAI = valor adoptado para la afección sobre el paisaje

EFI = valor adoptado para la eficiencia de energética de cada máquina o instalación

De esta manera, la afección final de cada una de las alternativas se establece en función de los siguientes intervalos:

VAL = 0,1-0,9 → afección final baja

VAL = 0,9-1,6 → afección final media

VAL = 1,6-2,4 → afección final alta

Los resultados obtenidos se reflejan en la siguiente matriz:

CUADRO 1
MATRIZ COMPARATIVA DE LAS ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA	AFECCIÓN MARINA	BIOTOPOS Y VEGETACIÓN	PAISAJE	EFICIENCIA ENERGÉTICA	VALORACIÓN FINAL
Alternativa 1 AH Reversible	1	1	2	3	1,08 (media)
Alternativa 2 Parque eólico	3	3	3	2	2,15 (alta)

Según esta valoración se obtienen las siguientes conclusiones:

- La alternativa que supondría una mayor afección sería la *alternativa 2*, con aerogeneradores de 4,5 MW. Con este tipo de máquinas se afectaría en mayor cuantía al hábitat, los biotopos y la vegetación en el medio marino y el paisaje, sobre todo por su altura. De igual modo, la eficiencia energética para estas máquinas según las características del viento de la zona sería media. De ello resultaría una valoración final alta para esta alternativa, con un valor de 2,15.
- Por su parte, la *alternativa 1* que consta de una planta de 244 MW presenta una menor afección sobre los usos del suelo y los biotopos y vegetación (al ir las estructuras subterráneas, con excepción de la balsa de regulación) como consecuencia del menor número de máquinas y disposición en el terreno. En lo referente al impacto paisajístico, las estructuras están subterráneas, de tal manera que resulta menos impactante, mientras que la valoración de la balsa en tierra puede llegar a tomar valores positivos. Por su parte, la eficiencia energética de esta alternativa es alta, de acuerdo con las características de la zona. De esta manera la valoración final para esta alternativa es media, con 1,08 puntos.

En consecuencia, sobre este primer análisis simplificado, **se ha seleccionado el esquema de la Alternativa 1** compuesto por una planta de aprovechamiento hidroeléctrico reversible marino que es la que se ha analizado en el presente Documento Ambiental.

3. DIAGNOSTICO TERRITORIAL Y DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO POR EL PROYECTO

3.1. Introducción

La costa de Oia - Rosal pertenece al sector más septentrional del arco Miniano Duriense. Comprende la zona de costa entre Cabo Silleiro por el norte y la Punta Santa Tegra por el sur. La costa es rectilínea en sentido norte sur y abierta directamente al oeste. Es un área fuertemente batida sin apenas ensenadas, únicamente destaca la Ensenada de Oia. El tramo de costa situado inmediatamente al borde del mar es bajo formando una franja de aproximadamente 1 Km. de ancho por el borde de la costa para luego elevarse rápidamente a alturas de 400-500 para formar la Serra da Groba.

Apenas si existen playas en la zona, únicamente pequeñas playas en las zonas donde algún río costero desemboca al mar (Mougás, Viladesuso, Río Dosos y la Ensenada de Oia). Consecuentemente los asentamientos de comunidades marineras son escasas y la zona es explotada a nivel pesquero por las vecinas flotas de A Guarda y Baiona. Existen sin embargo numerosas zonas con grandes cantos llamados localmente "coídos" que ofrecen refugio a numerosos invertebrados.

3.2. Medio físico: geología y geomorfología

La geomorfología del ámbito de estudio viene marcada por su pertenencia a la zona centroibérica. Esta zona se caracteriza estratigráficamente por la monotonía de la sucesión preordovícica, por un ordovícico transgresivo y discordante, así como por la uniformidad de los materiales silúricos. Desde el punto de vista metamórfico destaca la variabilidad de condiciones, las cuales van desde presiones bajas a intermedias, desde la zona de la clorita, hasta la zona de la silimanita. Por otro lado se reconoce dentro de esta zona una franja estrecha a lo largo del antiforme Olla de Sapo.

Estructuralmente se distinguen pliegues de superficie axial próximos a la horizontalidad y vergentes hacia el Este, hasta con plano axial cercanos a la vertical, que presentan una esquistosidad principal asociada.

Geológicamente, la zona de implantación se sitúa sobre rocas ígneas ácidas, del tipo granitoide alcalino que en la zona costera se ven acompañadas por depósitos cuaternarios

3.3. Oceanografía

La costa gallega gracias a su posición geográfica respecto al anticiclón de las Azores va a estar favorecida sobre todo durante el verano por el afloramiento de aguas profundas que van a llegar a la superficie cargadas de nutrientes.

El agua situada por debajo de la superficie (entre 75-400 m) está formada por dos cuerpos de agua de distinta procedencia. Una primera corriente que proveniente del golfo de Vizcaya y que recorre la costa cantábrica gallega de este a oeste y luego gira hacia el sureste a la altura de cabo Ortegal. Una segunda corriente proveniente del sur entra en Galicia por las Rías Baixas en dirección norte y luego gira al oeste al llegar al cantábrico. En situaciones con viento de NE se produce un desplazamiento de la capa de agua superficial y el afloramiento a la superficie de las masas de agua anteriormente descrita, que al venir del fondo arrastran gran cantidad de nutrientes. Este fenómeno se produce en toda la costa gallega aunque es más intensa durante los meses de verano y sobre todo en el área comprendida entre cabo Ortegal y cabo Fisterra.

La situación de la costa de Oia abierta al oeste hace que sufra fuertemente los temporales invernales. Paralelamente la cercanía de la desembocadura del río Miño hace que con frecuencia la masa de agua dulce proveniente de la desembocadura se desplace en dirección norte formando una corriente de superficie con agua dulce.

3.4. Flora y fauna

3.4.1. Flora

El estudio de la flora en las zonas de transición entre un medio terrestre y un medio marino, debe de hacerse por separado. Vamos a diferenciar la flora en flora emergida y flora sumergida, en función de si viven en tierra firme aunque con influencia del mar o si viven todo el tiempo o la mayor parte del tiempo bajo el agua.

3.4.1.1. Flora emergida

La flora situada en la superficie va a tener además que estar sometida a unas adversas condiciones ambientales:

-Por un lado las el agua salada, las salpicaduras de las olas y viento cargado de salitre van a provocar en la mayoría de las plantas un estrés salino que va a hacer inviable para la mayoría de las plantas la colonización de estas zonas.

-La presencia de colonias de aves marinas con sus excrementos fuertemente cargados con compuestos nitrogenados van a hacer que el medio sea tóxico para la mayoría de los vegetales.

-El fuerte viento y la ausencia de suelo que pueda retener agua van a hacer que durante gran parte del año existan problemas por falta de agua.

En consecuencia la flora presente en estas zonas va a estar compuesta por especies halonitrófilas cuyas adaptaciones son similares a las plantas de los desiertos: tallos y hojas engrosadas, células que acumulan y aíslan gran cantidad de sales, gran desarrollo de las raíces y una parte aérea poco desarrollada.

En la zona de Oia se han citado las siguientes especies:

Angelica pachycarpa

Anogramma leptophylla

Armeria marítima

Armeria pubigera

Asplenium maritimuni

Crhitmum maritimum

Cytisus striatus

Daboecia cantabrica

Euphorbia paralias

Leucanthemum merinoi

Lithodora prostrata

Malcolmia littorea

Matricaria marítima

Plantago coronopus

Plantago major

Potentilla erecta

Sedum album

Silene uniflora

Silene vulgaris

Spergularia marina

Las comunidades terrestres más importantes están recluidas en la zona rocosa costera. La presencia de una costa baja y llana favorece la implantación de cultivos por lo que prácticamente toda esta zona está cubierta bien por plantas cultivadas o bien por comunidades ruderales.

3.4.1.2. Flora sumergida

Así como en la superficie la flora va a estar compuesta sobre todo por plantas superiores, en la parte sumergida van a predominar casi en exclusiva las algas. Los principales condicionantes que van a determinar la presencia de una u otra especie van a ser la luz y el efecto mecánico producido por las olas.

La disminución de la luz conforme aumentamos la profundidad va a hacer que las algas se coloquen en función de sus pigmentos y del rendimiento que obtienen de las diferentes de la luz que llega a cada zona. En la parte superior se sitúan algas verdes aprovechan mejor la luz con mayor longitud de onda y por lo tanto con mayor energía, por debajo de estas se sitúan las algas pardas y ya en el nivel más inferior se sitúan las algas rojas que aprovechan la luz con menor energía que es la que llega a aguas más profundas.

El otro condicionante es el oleaje, las olas van a romper sobre las rocas de formas que las algas que mejor se agarren va a poder estar en aguas más superficiales, con mayor luz, mientras que las algas que opongan más resisten a las olas o se agarren peor a las rocas se van a situar en aguas más profundas.

De acuerdo con el tipo de costa, expuesta la sucesión de vegetación de arriba abajo sería la siguiente:

Lichinya confinis
Verrucaria maura
Lichinia pygmaea
Nemalion helminthoides
Pterosiphomia complanata
Codium tomentosum
Mastocarpus stellatus
Chondrus crispus
Himanthalia elongata
Corallina officinalis

Gelidium sesquipedale
Sacchariza polyschides
Laminaria hyperborea

Al ser una costa muy expuesta al oleaje las algas de mayor envergadura se van a situar por debajo del oleaje, mientras que las algas más flexibles y de frondes más discretos van a poder exponerse más al oleaje.

El grupo más importante lo forman las laminarias, ya que aparte de ser algas de gran porte y de su importancia como tales, suponen refugio para gran cantidad de especies que se sitúan entre sus rizoides o frondes.

En la zona existe un gran aprovechamiento de las algas. Tradicionalmente se usan como abono para los campos, sobre todo las laminarias. Otro uso que tienen es para la alimentación animal; en este caso se utilizan las especies del genero *Fucus* y con ellas se suele alimentar sobre todo a los cerdos.

Más modernamente se recolectan las algas rojas sobre todo las de genero *Gelidium* que son secadas y luego vendidas para su utilización por empresas que extraen de ellas el agar-agar que posteriormente será utilizado en la industria alimenticia y en cosmética.

3.4.2. Fauna

3.4.2.1. Fauna terrestre

AVES MARINAS

En la zona no existen las condiciones adecuadas para la nidificación de aves marinas, ya que la costa inmediata no es acantilada ni presenta islotes que favorezcan la presencia de aves marinas. En las inmediaciones se sitúan las Islas Cíes que tienen importantes colonias de aves marina y que pueden utilizar esta zona como área de alimentación.

Existe presencia durante todo el año de diversas especies de aves marinas que utilizan la zona como área de descanso o de alimentación a pequeña escala por lo que no se puede decir que sea un área importante para las aves marinas. Entre las aves

marinas presentes en la zona destacan el alcatraz (*Morus bassanus*), el cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*) y la gaviota patiamarilla (*Larus michaelis*)

Además de las aves marinas propiamente dichas la zonas se detecta la presencia de algunas limícolas ligadas al medio marino como son el vuelvepedras (*Arenaria interpres*), ostrero (*Haematopus ostralegus*) y el correlimos oscuro (*Calidris marítima*).

3.4.2.2. Fauna marina

CETÁCEOS

Los cetáceos constituyen un grupo de animales situados en lo más alto de la pirámide trófica, de ahí que el estado de sus poblaciones suponga un buen indicador de la calidad del hábitat y del buen funcionamiento de todo el sistema natural.

Las principales especies de cetáceos presentes en la zona, hasta el área de 50m de profundidad son las siguientes:

Delfín mular (*Tursiops truncatus*)

Es el cetáceo que más cerca vive de la costa y que mas se deja ver. Es una especie de distribución bastante amplia y que en Galicia se distribuye a lo largo de toda la costa. Pese a estar presente en la zona su abundancia es relativamente escasa con respecto a otras zonas de Galicia donde es más abundante.

Sus principales amenazas son la captura accidental por interacción con la pesca y los problemas derivados de la contaminación acústica. Su población para la plataforma costera de Galicia se estimó en algo más de 300 ejemplares.

Delfín común (*Delphinus delphis*)

Es la especie de cetáceo más abundante en Galicia. Suelen vivir en la plataforma costera aunque no en aguas de poca profundidad. En el entorno de las Salseiras se han observado ejemplares a cierta distancia aunque a profundidades menores de 50m.

No es una especie amenazada a nivel mundial ni a nivel local a pesar de lo cual habría que tomar medidas para mantener la salud de las poblaciones. En Galicia se calcula que más del 30% de las muertes de esta especie son debidas a capturas accidentales por barcos de pesca. Pese a todo su población en Galicia es bastante grande, estimándose para toda la plataforma gallega más de 9000 ejemplares.

Calderón común (*Globicephala melas*)

Es una especie que suele habitar en los límites de la plataforma continental. En la zona debido a lo estrecho de la plataforma sus poblaciones se encuentran cercanas a la costa.

En Galicia sus poblaciones gozan son escasas aunque no parece detectarse una tendencia a disminuir, no obstante es una especie muy afectada por la contaminación acústica frecuentemente puede dar lugar a varamientos masivos, produciéndose en ese caso extinciones locales. En Galicia la población para toda la plataforma costera se estima en unos 67 ejemplares.

Delfín gris (*Grampus griseus*)

Al igual que el calderón el delfín gris es una especie propia de los beriles de la plataforma continental. Su alimentación basada sobre todo en cefalópodos, hace que frecuente aguas profundas y que en raras ocasiones se acerque a la costa.

En Galicia no existen datos fiables sobre el tamaño de su población ya que debido a los pocos avistamientos que hay de la especie, no se puede establecer con un mínimo de seguridad un tamaño poblacional.

OTROS MAMÍFEROS LIGADOS AL MEDIO ACUÁTICO

Visón americano (*Mustela vison*): El visón americano es una especie originaria de América del Norte que debido a las fugas de animales cautivos y a su versatilidad se ha adaptado bastante bien en el medio salvaje. En la costa de Oia son relativamente frecuentes y debido a su abundancia desempeñan un importante papel en la red trófica.

Son animales ligados al medio acuático aunque no dependen tanto de él como las nutrias. En la zona de Oia su alimentación es casi exclusivamente de animales marinos.

3.5. Pesca y aprovechamientos

APROVECHAMIENTO MARISQUERO Y PESQUERO

Los estudios sobre fauna piscícola se pueden hacer usando como referencia las capturas desembarcadas y vendidas en la lonja más cercana. Si bien este tipo de datos no son una muestra real de la composición faunística en cuanto a diversidad, si nos dan una idea de la abundancia relativa de las principales especies con valor comercial. Asimismo suponen una aproximación importante en cuanto a la valoración del medio ya que dan datos reales sobre la extracción y venta de todas las especies con valor comercial presentes en la zona de estudio.

Los puertos más cercanos a esta zona son los de Baiona y A Guarda. Las flotas de ambos puertos pescan en la zona comprendida entre Santa Tegra y Cabo Silleiro por lo que habrá que ver los datos comparados de ambas puertos.

GRÁFICO 1
CAPTURAS DE LAS DISTINTAS ESPECIES
COMERCIALIZABLES EN EL PUERTO DE BAIONA DURANTE EL AÑO 2006

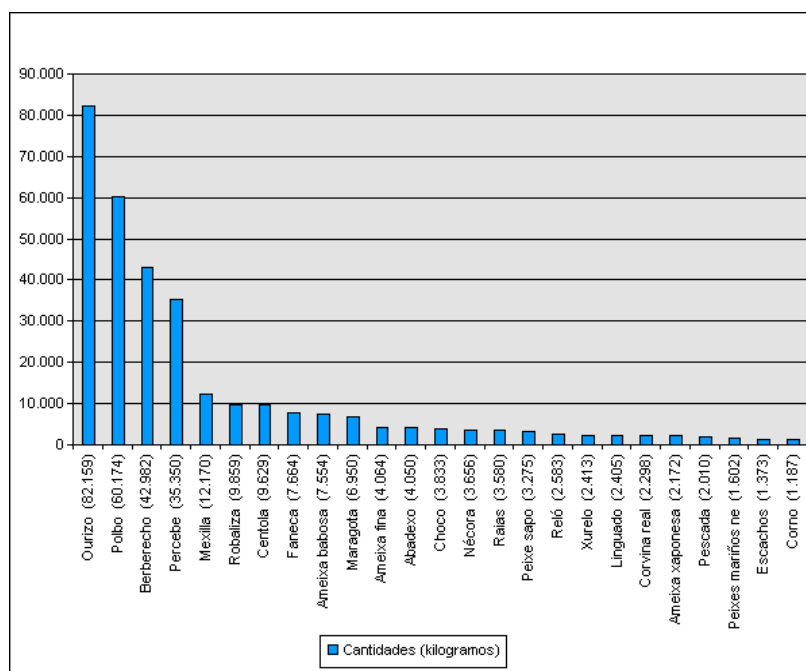
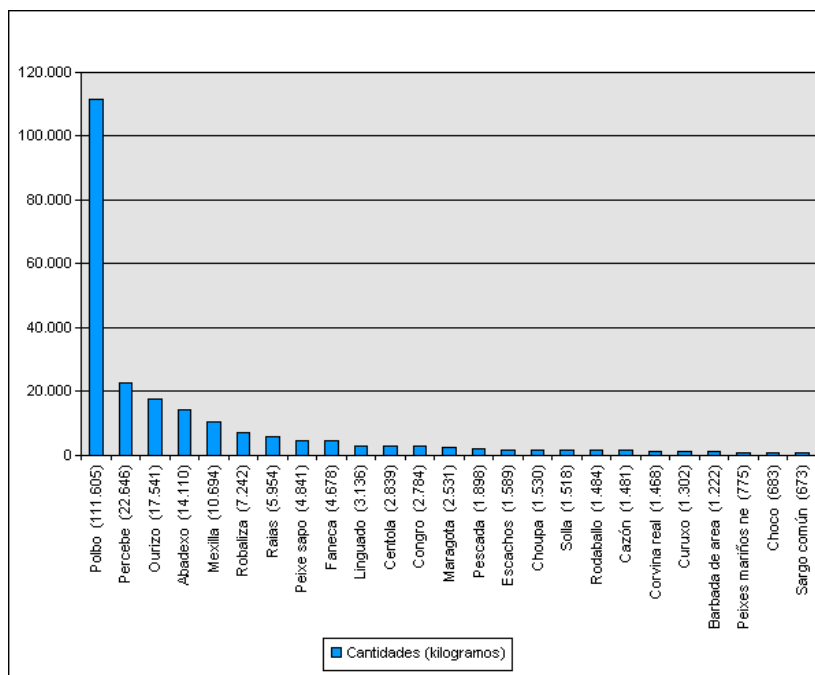


GRÁFICO 2
CAPTURAS DE LAS DISTINTAS ESPECIES
COMERCIALIZABLES EN EL PUERTO DE A GUARDA DURANTE EL AÑO 2006



Desde el punto de vista de la distribución espacial podemos dividir a las especies en varios grupos en función de la profundidad y sustrato que ocupen. Esta clasificación indica aquellas zonas en las que las distintas especies son más abundantes, sin perjuicio de que se puedan encontrar en otro tipo de zonas aunque en menor abundancia.

1. Especies del intermareal rocoso. Incluye a aquellas especies que viven en sustratos duros en el área definida por la pleamar y pocos metros por debajo del límite de la bajamar. En este apartado se incluyen especies como los percebes y erizos.
2. Especies de sustratos blandos. Incluye aquellos moluscos que viven en sustratos arenosos entre el límite de las bajamar y aproximadamente 10m de profundidad. En este apartado se incluyen la almeja babosa, almeja japonesa y los berberechos. También en sustratos blandos se encuentra el choco, el linguado, el

rodaballo, el coruxo, el cazón, la solla el rubio y la raya que viven en profundidades que van desde pocos metros a más de 100 m.

3. Especies que viven preferentemente sobre sustratos rocosos o con dominancia de los mismos en fondos que van desde el limite la bajamar hasta fondos de 30 o 40m. Incluye mariscos como el pulpo, centolla, santiaguíño, camarón, nécora, buey de mar y lumbricante; entre los peces están abadejo, maragota, faneca, congrio, la lubina, el sargo, salmonete, la corvina real, boga, mujel y besugo.
4. Otro grupo lo componen las especies pelágicas. Estas especies no viven ligadas al fondo sino que viven a todo lo largo de la columna de agua. Los fondos que utilizan varían entre los pocos metros hasta más de 50 m. Este grupo incluye especies como el jurel.
5. Especies que viven en aguas profundas. Se incluyen aquí especies cuyos individuos reproductores viven en aguas de más de 50 m de profundidad mientras que los juveniles viven en aguas de 50 m o menos. Aquí incluimos a la merluza, rape, sanmartiño

A esta gráfica y distribución de especies cabe hacer los siguientes comentarios:

- i. En la lonja de Baiona las cuatro especies principales (erizo, pulpo, berberecho y percebe) se sitúan muy por encima del resto. De estas 4 especies el erizo el pulpo y el percebe son animales que viven en costas rocosas como la que se encuentra en Oia.
- ii. La lonja de A Guarda presenta una polaridad si cabe más acusada pues tiene una dependencia muy grande de las capturas de pulpo (111.605 Kg. la siguiente especie es el percebe con 22.646 Kg.).
- iii. A pesar de que el percebe representa en ambas lonjas capturas de entre 22.000 y 35.000 kg, su alto valor comercial hace que su rentabilidad sea comparable o incluso superior a la del pulpo.

- iv. Ambas lonjas se dedican sobre todo a la captura de mariscos, con un alto valor comercial, representando los peces una pequeña parte en el peso de las capturas y menor si tenemos en cuenta su valor comercial.
- v. En conjunto las especies presentes abarcan todo el rango de profundidades aunque se hace más patente la presencia de especies de aguas poco profundas y fondos rocosos.
- vi. En la zona de estudio, con profundidades mayores de 50 m, la extracción de las especies comerciales (principalmente merluza, rape y sanmartiño) es escasa y sin elevado potencial pesquero.

3.6. Tráfico marítimo

La zona no está atravesada por ninguna ruta utilizada por grandes buques. Incluso el tráfico generado por el puerto y ría de Vigo no afectan a la zona, ya que las vías de entrada y salida no pasan por el área de estudio.

3.7. Conclusiones

- Es una zona escasamente poblada debido a la difícil orografía y a las malas condiciones ambientales de ahí que se conserve razonablemente bien.
- La flora es escasa y el único valor está en la zona marítimo-terrestre. En lo que respecta a los fondos marinos están razonablemente bien conservados y persiste el aprovechamiento sostenible de las algas.
- Las aves marinas no utilizan la zona para criar, sin embargo existen importantes colonias de aves marinas en las vecinas islas Cíes que utilizan esta zona como área de alimentación.
- La zona presenta una gran potencialidad en cuanto a aprovechamiento pesquero y marisquero para especies de roca y aguas poco profundas (menos de 50 m), con escasa potencialidad en aguas profundas en las que se sitúa la zona de estudio. De estas zonas se nutren importantes lonjas como las de Baiona y A Guarda.

3.8. Bibliografía

- Bárbara, I, & Javier Cremades: “*Guía de las algas del litoral gallego*”. Ed. Casa das Ciencias-Ayuntamiento de LPontevedra. LPontevedra 1993.
- Lago, E. “*Leucanthemum X corunnense*” en “*Notas breves del Jardín Botánico 48(1)*”.
- López, A. “*Estatus dos pequenos cetáceos da plataforma de Galicia*”. Tesis de Doctorado. Ed. Universidade de Santiago. Santiago de Compostela 2003.
- Rodríguez, L.M.; González, C & Oscar García. “*Guía ecolóxica do litoral galego*”. Ed. Xerais. Vigo 1996.
- Sanmartín, L.A. & Helena Lago. “*Guía da flora do litoral galego*”. Ed. Xerais,. Vigo 1988.
- VV. AA. “*PXOM de O Rosal. Avance de planeamento. Memoria informativa*”. Octubre de 2005
- www.anthos.es

4. ANÁLISIS DE LOS POTENCIALES IMPACTOS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

4.1. Introducción y metodología

En el presente apartado se incluye la identificación de los efectos o impactos directos, previsibles y potenciales de las actividades proyectadas, sobre los principales elementos ambientales.

Desde el punto de vista metodológico, se han seguido las técnicas de identificación de impactos según el modelo matricial recomendado por el Banco Mundial para este tipo de Proyectos (*Guidelines for environmental assesment of energy and industry projects. Washington, 1991*). Igualmente, se ha considerado la Guía metodológica para la elaboración de estudio de impacto ambiental de la Dirección General de Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 1989). En definitiva, se han seguido las siguientes etapas:

1. Identificación de estructuras del Proyecto
2. Elementos ambientales
3. Identificación de impactos

1) Identificación de estructuras del Proyecto

Para definir la matriz de impactos, en una primera etapa se ha procedido a identificar las estructuras del Proyecto que pueden, a través de sus correspondientes acciones asociadas, causar impacto.

Las estructuras del Proyecto que se han considerado y ordenado en las columnas de la matriz, y sus principales acciones, son las siguientes:

- **Embalse o depósito superior (DEP):** comprende el conjunto de actividades necesarias para la construcción del embalse o depósito superior. En la fase de funcionamiento hace referencia a la propia presencia de la lámina de agua.
- **Tubería de presión (PRE):** comprende el conjunto de actividades para la construcción en túnel de la tubería de presión. En la fase de funcionamiento hace referencia a la propia presencia de esta estructura subterránea.

- **Central (CEN):** comprende el conjunto de actividades para la construcción subterránea de la central. En la fase de funcionamiento hace referencia a la propia presencia de esta estructura.
- **Toma y restitución al mar (TOM):** comprende el conjunto de actividades (toma, dique permeable, etc...) para la construcción de la toma y restitución de caudal al mar. En la fase de funcionamiento hace referencia a la propia presencia de esta estructura.
- **Nuevos viales o caminos de acceso (CAM):** incluye todas aquellas acciones relacionadas con la apertura de los nuevos viales la fase de construcción. En la fase de funcionamiento, se hace referencia a la presencia de estas estructuras.

2) Elementos ambientales

Por su parte, en las filas de la matriz y como elementos ambientales o factores del medio se han seleccionado los siguientes con sus alteraciones potenciales:

A) Atmósfera

- Contaminación química
- Ruido y vibraciones

B) Medio físico: geología y geomorfología

- Procesos Geomorfológicos
- Compactación del suelo
- Estructura del suelo

C) Medio hídrico

- Calidad de las aguas
- Nivel freático

D) Medio biológico: Vegetación

- Vegetación terrestre
- Vegetación acuática

E) Medio biológico: Fauna

- Avifauna
- Fauna terrestre
- Fauna acuática

F) Paisaje

- Capacidad de acogida, como elemento integrador de la calidad e incidencia visual de las estructuras

G) Medio socioeconómico

- Actividades recreativas
- Empleo
- Vías de comunicación
- Usos del suelo
- Turismo
- Actividades relacionadas con la pesca y el marisqueo

3) Identificación de impactos

Una vez definida las columnas y filas de la matriz, en una segunda etapa se han identificado los potenciales impactos ambientales. De esta forma, cuando una acción determinada del Proyecto produce una alteración en un elemento ambiental, se ha anotado en el punto de intersección de sus correspondientes líneas (filas y columnas) en color gris; mientras que las casillas en blanco indican que la interacción entre el Proyecto y el medio, o es insignificante, o no es posible con la metodología adoptada para su detección en el presente documento.

Cabe señalar, que en los puntos posteriores se realiza una descripción de tipo general de los impactos potenciales asociados con este tipo de instalaciones, que deberán ser matizados, con posterioridad, en función del mayor conocimiento que se tenga del medio.

4.2. Identificación de impactos. Fase de construcción

4.2.1. Alteraciones sobre el medio físico

Los efectos que se puedan producir sobre este elemento estarán relacionados con las obras que se realicen en la costa y en el depósito superior, como pueden ser excavaciones y movimiento de tierras, y todas aquellas que, de un modo u otro, alteren en algún sentido las características físicas de la costa en el tramo afectado.

Los principales efectos se pueden resumir en los siguientes puntos:

4.2.1.1. Alteraciones sobre la atmósfera

Los impactos relacionados con este elemento estarán derivados de la construcción de las infraestructuras necesarias, extracción de los materiales y traslado de los mismos.

Por un lado, las emisiones de polvo durante la construcción producirán un aumento temporal de las partículas sólidas en suspensión, que puede repercutir sobre la fauna terrestre provocando un alejamiento y una posible alteración en sus procesos de reproducción y cría, y sobre la vegetación al acumularse sobre la superficie de las hojas disminuyendo la eficacia de la función fotosintética.

Otra contaminación atmosférica de menor entidad es la producida por el tránsito de vehículos, que constituyen fuentes lineales de emisión.

Asimismo, el aumento del ruido por las obras de excavación y construcción y el tránsito de vehículos, puede dar lugar a molestias y alteraciones en las diversas comunidades faunísticas.

4.2.1.2. Alteraciones sobre la geología, geomorfología y edafología

1. Modificación de la geomorfología debido a los movimientos de tierras

Las afecciones a este elemento del medio físico están principalmente relacionadas con todas aquellas acciones que, de alguna manera, puedan incrementar el riesgo de

erosión o de inestabilidad de los terrenos ocupados por las obras. Todas estas acciones están relacionadas con el movimiento y la excavación de tierras.

Las acciones de proyecto que puedan dar lugar a dicho impacto son fundamentalmente las operaciones de excavación y terraplenado para el trazado de los viales y para la construcción del embalse.

Asimismo, en cuanto a la estructura del suelo, la construcción de la central y el trazado de la tubería de presión producen un impacto **nada significativo al ir subterráneas**.

4.2.1.3. Alteraciones sobre la hidrología

Los efectos sobre este elemento estarán asociados con todas aquellas obras que tengan lugar dentro o en las proximidades de la costa. Los principales impactos potenciales se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

1. Alteraciones sobre la calidad del agua.

Las alteraciones sobre la calidad del agua están derivadas de las propias acciones de construcción de la toma y restitución, en la Alternativa estudiada.

Los principales cambios en la calidad del agua tendrán lugar como consecuencia del posible vertido de sedimentos y otros materiales de obra al mar, lo que provocará un aumento en la concentración de sólidos en suspensión, nocivos para la fauna acuática.

3. Otras alteraciones no significativas

- Niveles freáticos

Cabe destacar que la construcción de las estructuras que se compone el aprovechamiento no tendrá efectos significativos sobre los niveles freáticos de la zona, debido que el agua embalsada no va a tener ningún tipo de contacto con el agua subterránea, ya que por sus características debe estar totalmente impermeabilizada. Por ello el impacto de las obras sobre este elemento, se ha considerado **nulo-nada significativo**.

4.2.2. Alteraciones sobre el medio biológico

Los efectos sobre el medio biológico estarán asociados con todas aquellas obras que causen la pérdida de vegetación o de hábitats de vida de la fauna, biotopos faunísticos.

Para la descripción de dichos efectos se han dividido en grupos tanto la vegetación (terrestre y acuática) como la fauna (terrestre, acuática y avifauna) existentes en el entorno de las obras. Los principales efectos potenciales se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

4.2.2.1. Alteraciones sobre la vegetación

En la fase de construcción de las estructuras del Proyecto, las pérdidas más importantes en cuanto a la vegetación terrestre se deberán fundamentalmente a movimientos de maquinaria y construcción de las estructuras del proyecto y, en particular, el depósito superior.

Los impactos sobre la vegetación acuática marina están causados principalmente por la construcción de la toma y restitución, ya que es la única estructura que se construye dentro del mar.

1. Alteraciones sobre la vegetación terrestre

Las pérdidas de vegetación terrestre -por unidad de superficie- de mayor importancia durante la fase de construcción, se derivarán del desbroce de la vegetación para la construcción del depósito. En este caso, se desbrozará una superficie aproximada de unas 20 Ha, en terrenos situados próximos a la línea de costa.

2. Alteraciones sobre la vegetación acuática

En lo referente a la vegetación acuática, la pérdida de la misma estará causada únicamente por las obras de la toma y restitución, estimándose una superficie de ocupación de escasos metros cuadrados.

El resto de acciones derivadas de las obras de construcción del aprovechamiento no causarán impacto alguno sobre la vegetación acuática de la zona afectada que la central y la restitución y la toma se construirán fuera del mar. Por ello, el impacto se ha considerado del tipo **nulo-nada significativo**.

4.2.2.2. Alteraciones sobre la fauna

1. Alteraciones sobre la fauna terrestre

Durante la fase de construcción, son las alteraciones relacionadas con los movimientos y desplazamientos de la maquinaria, la generación de ruidos y la modificación y alteración de hábitats, las que podrán causar alteraciones sobre la fauna terrestre provocando el alejamiento de la misma de la zona de obras y la pérdida temporal de hábitats.

En cuanto a la obra de construcción de las estructuras del proyecto (viales, tubería de presión, central, embalse y toma) la presencia de la maquinaria y los ruidos serán las principales afecciones sobre la fauna causando un impacto de tipo **nulo** y de carácter temporal. La intensidad y extensión del impacto se ha considerado de tipo puntual debido a la escasa envergadura de las obras.

Además la pérdida temporal de hábitats para la fauna, cuya recuperación tendrá lugar en un plazo medio de tiempo.

Las alteraciones que se podrán producir como consecuencia de las obras se han valorado del tipo **nulo-no significativo**, debido a la poca superficie y entidad de las mismas.

2. Alteraciones sobre la fauna acuática

En lo que respecta a la fauna acuática, las repercusiones motivadas por la construcción de algunas estructuras –toma y restitución- revestirán un carácter compatible y se centrarán en:

a) Fauna marina

Sobre la fauna marina los potenciales efectos derivados de la construcción del AHRM son los siguientes:

- Posible aumento de los sólidos en suspensión procedentes de las obras próximas al mar
- Pérdidas del hábitat útil, derivados de las obras de las estructuras, lo que motivará la pérdida temporal de parte del mar.

Las repercusiones motivadas por la construcción de algunas estructuras de la alternativa –toma y restitución- revestirán un carácter **compatible** sobre la fauna acuática marina.

El resto de las estructuras no tendrán un impacto significativo sobre la fauna marina, ya que su construcción se realizará fuera del mar. Por ello el impacto se ha considerado del tipo **nulo-no significativo**.

3. Alteraciones sobre la avifauna

Al igual que para la fauna terrestre, las alteraciones sobre la avifauna derivarán de los movimientos y desplazamientos de la maquinaria, la generación de ruidos, y la ocupación temporal de hábitats.

Estas acciones se producirán durante la construcción de todas las estructuras del AH, tienen muy poca entidad y son existentes y, por tanto, se ha considerado para ellas un impacto de tipo **nulo**.

Cabe destacar que se han puesto limitaciones a la hora de realizar los trabajos más ruidosos (excavación) al haberse identificado especies sensibles frente a estas acciones (época de cría de aves marinas y otras aves). En este sentido, durante el PVA se deberá

llevar a cabo un seguimiento preciso de posibles afecciones para tomar las medidas oportunas en caso de ser necesario.

4.2.3. Alteraciones sobre el medio perceptual

1. Alteraciones sobre el paisaje

La intrusión en el medio de elementos creados por el hombre causa un impacto en el paisaje natural del entorno. Estos cambios derivan de las obras de construcción de las estructuras y de todas las acciones que provoquen un cambio en la distribución de la vegetación, cambios en las formas físicas del entorno, disposición de elementos extraños en el medio, etc.

Las obras derivadas de la construcción de la tubería de presión se han considerado como impacto nulo, ya que esta tubería irá subterránea para minimizar impactos. Posteriormente se realizará una correcta revegetación en las obras de los accesos al túnel y el tipo de impacto será de carácter temporal.

El edificio de la central estará igualmente subterráneo. Para minimizar el impacto se restaurará el entorno y accesos (viales y SET).

Cabe destacar que las alteraciones sobre el paisaje en el caso del embalse o depósito serán de carácter permanente, y pueden minimizarse en gran medida si se desarrollan las medidas correctoras adecuadas: restauración, tratamiento paisajístico de las estructuras, recuperación de la vegetación, etc. Estas medidas se proponen en el apartado de medidas protectoras.

4.2.4. Alteraciones sobre el medio socioeconómico

Los impactos relacionados con el medio socioeconómico derivan de todas aquellas acciones que provoquen un cambio sobre los usos del suelo, o afecten de cualquier manera a las actividades que se realicen en la zona de ubicación del proyecto.

1. Alteraciones sobre las actividades recreativas y turismo

El tramo de costa se caracteriza por ser zona de actividad turística moderada, sobre todo en el verano, con ausencia de playas en las proximidades.

Dado que la construcción de las estructuras del AHMR se realizará preferentemente en verano, se afectará a estos recursos recreativos, como consecuencia de la presencia de las máquinas de obra y de la propia obra, y del incremento del ruido.

No obstante, estos efectos serán totalmente temporales, recobrándose las condiciones naturales una vez finalizadas las obras y aplicadas las medidas correctoras.

Las obras del aprovechamiento hidroeléctrico serán temporales y mediante la aplicación de las medidas correctoras planteadas se crearán, recuperarán y mejorarán los recursos recreativos.

2. Alteraciones sobre el empleo

Durante la fase de construcción se verá favorecida la creación de algunos empleos en la zona, que pueden absorber población activa local que se encuentre en ese momento desempleada, o atraer población de otros lugares favoreciendo un rejuvenecimiento temporal y puntual de la misma.

Por ello el impacto sobre el empleo se ha considerado **positivo**.

3. Alteraciones sobre las vías de comunicación existentes

Para acceder a las estructuras del AHRM con la maquinaria de obra son necesarios unos accesos adecuados.

Para la construcción de las estructuras del AHRM se utilizarán los accesos ya construidos y que se encuentran en buen estado de conservación, y por tanto, el impacto será **nulo**.

4. Alteraciones sobre los usos del suelo

En el caso de las estructuras que se construyen subterráneas no se provocarán cambio en el uso del suelo.

En cambio, en el caso de la construcción del depósito se producirán alteraciones sobre el uso del suelo en la superficie inundada.

Para el resto de las estructuras del proyecto y accesos el impacto causado sobre este elemento será de tipo **nulo**.

5. Alteraciones sobre el marisqueo y la pesca

La pequeña zona litoral afectada por el proyecto, en donde irán la escollera de protección de la toma y restitución, no supondrá una pérdida significativa de los recursos pesqueros y marisqueros de la zona, al no estar situadas estas estructuras en áreas de gran valor y presentar una escasa superficie de afección.

4.3. Descripción de impactos. Fase de funcionamiento

En los puntos siguientes se describe, de forma resumida, las principales alteraciones potenciales de las acciones del Proyecto sobre los elementos ambientales.

4.3.1. Alteraciones sobre la atmósfera

Los efectos sobre las condiciones atmosféricas del entorno de la central estarán causados por la generación de ruido en el entorno de la misma, que se verá minimizado al ser subterránea.

1. Aumento de las partículas sólidas en suspensión y otros contaminantes atmosféricos

La generación de polvo, en la fase de funcionamiento, sólo será debida al tránsito de vehículos por los caminos de acceso y viales para el mantenimiento de las estructuras del AHRM.

Por tanto, la generación de polvo será **no significativa**.

2. Alteraciones por la generación de ruido

En lo referente a la contaminación acústica, el funcionamiento de la central dará lugar a un aumento de los niveles de presión sonora en los alrededores.

Para este tipo de proyecto, el ruido emitido proviene principalmente del funcionamiento del generador y de la turbina y son, por tanto, los principales causantes de la alteración de los niveles sonoros en el entorno. Existen otros equipos electromecánicos que también emiten ruido, pero que apenas influyen en el valor global, como son las electrobombas, el alternador, los equipos de extracción de aire caliente de la sala de máquinas, los servomotores de accionamiento de válvulas y los de accionamiento del inyector y los rodetes.

En este caso, al estar subterránea y totalmente aislada acústicamente del exterior, el impacto es no significativo o nulo.

4.3.2. Alteraciones sobre el medio físico

Las alteraciones al medio físico durante la fase de funcionamiento de las estructuras del Proyecto, se deben principalmente a la presencia de las mismas en el medio, ya que en esta fase no se producen acciones que impacten sobre las formas del relieve como en la fase de construcción.

4.3.2.1. Alteraciones sobre la geología, geomorfología y edafología

1. Modificación de la geomorfología debido a los movimientos de tierras

Los cambios en las formas físicas del relieve se pueden producir durante la construcción de las estructuras, pero con la correcta aplicación de las medidas protectoras y correctoras propuestas para esta fase, no serán visibles ni permanentes en el tiempo, salvo en el caso del embalse o depósito donde se tomarán las medidas correctoras correspondientes.

Por ello se ha considerado que en la fase de funcionamiento las alteraciones sobre la geomorfología serán del tipo **no significativo**.

2. Alteración de las características edáficas

La composición y calidad de los suelos del entorno no cambiará una vez finalizadas las obras de construcción de las infraestructuras del AHRM, debido a que no se producirán movimientos de tierras ni excavaciones.

En el caso de vertidos accidentales de aceites u otros productos que puedan provocar un cambio en las cualidades del suelo, se deberá proceder a la retirada y a la recuperación inmediata de ese suelo y la adopción de las medidas correctoras necesarias.

Por ello, el impacto sobre los suelos ha sido considerado como **nulo-no significativo**.

4.3.3. Alteraciones sobre el medio hídrico

A este respecto, se destacan los siguientes puntos:

1. Alteraciones sobre la calidad del agua

El cambio en la calidad del agua marina durante la explotación del aprovechamiento hidroeléctrico se verá motivada por la presencia de la toma y restitución.

Debido a las características del proyecto que restituye el mismo agua que toma pasadas únicamente unas horas, no tendrá repercusiones sobre la calidad de la misma, ya que sus características físico-químicas serán muy similares a las del mar en su estado natural

Cabe señalar que el resto de las estructuras de la central no tendrán un efecto apreciable en el cambio de la calidad de las aguas, por ello el impacto se ha considerado del tipo **nada significativo**.

2. Alteraciones sobre el nivel freático

Los posibles cambios en el nivel freático de las aguas podrían producirse por aportes a los sistemas subterráneos principales producidos por la presencia de la lámina de agua o por los cambios en el nivel de las aguas durante periodos prolongados de tiempo en la lámina de agua en el depósito superior.

A este respecto el impacto causado sobre el nivel por la lámina de agua se ha valorado como **nada significativo**, debido a la impermeabilización del depósito o embalse que no entrará en contacto con las aguas subterráneas de la zona.

4.3.4. Alteraciones sobre el medio biológico

Los efectos sobre el medio biológico estarán asociados con todas aquellas obras que causen la pérdida de vegetación o de hábitats de vida de la fauna, biotopos faunísticos.

Para la evaluación de dichos efectos se han dividido en grupos tanto la vegetación (terrestre y acuática) como la fauna (terrestre, acuática y avifauna) existentes en el entorno de las obras. Los principales efectos se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

4.3.4.1. Alteraciones sobre la vegetación

1. Alteraciones sobre la vegetación terrestre

Una vez construidas las estructuras que componen el aprovechamiento y puesto en funcionamiento, no se producirán nuevas alteraciones sobre la vegetación terrestre.

Por tanto, el impacto se ha considerado del tipo **nulo-no significativo**.

2. Alteraciones sobre la vegetación acuática

Las interacciones sobre la vegetación acuática se producirán como consecuencia de la presencia de la toma y restitución.

No se producirán alteraciones en la restitución sobre la vegetación acuática, debido a la baja velocidad de restitución de las aguas al mar y a que este canal vierte en una pequeña superficie del mar.

A este respecto cabe destacar la baja intensidad del impacto, que determina un efecto **nulo-nada significativo**.

4.3.4.2. Alteraciones sobre la fauna

1. Alteraciones sobre la fauna terrestre

Durante la fase de funcionamiento, son las alteraciones relacionadas con la generación de ruidos por la central y la presencia de las estructuras, las que podrán causar alteraciones sobre la fauna terrestre.

Respecto a la presencia de las estructuras de la central, estas ocupan una superficie muy limitada. Además la central estará construida soterrada.

Por otra parte, la presencia del embalse o depósito llevará asociada una pérdida de hábitat para este tipo de fauna.

2. Alteraciones sobre la fauna acuática

Por lo que respecta a la fauna acuática, la principal repercusión se debe a la toma y restitución. Esta toma está equipada con una reja que evita el daño a la fauna marina y, en particular, sobre las poblaciones de cetáceos.

Asimismo la repercusión por la restitución (aumento de turbidez y cambio de las características fisicoquímicas) es de tipo puntual, y por tanto poco significativa, ya que provoca un cambio mínimo en la distribución de la fauna.

En consecuencia, el efecto de la presencia de la central sobre la fauna marina se puede valorar como totalmente **nada significativo**.

3. Alteraciones sobre la avifauna

Los posibles efectos sobre la avifauna en general serán los producidos por el tránsito de vehículos por los accesos, los producidos por el incremento de los ruidos generados en el entorno de la central, y los producidos por la pérdida de hábitat en los terrenos ocupados por las estructuras.

El tránsito de vehículos de mantenimiento de la central por los accesos será mínimo, y además, esos accesos ya están siendo utilizados de manera habitual por las personas del entorno. Por tanto tendrá un efecto de carácter temporal y **nulo-no significativo** con las aves del entorno.

Respecto a la pérdida de hábitat, ésta es mínima, después de realizar una adecuada revegetación. Por ello el impacto se ha considerado **nulo-no significativo**.

4.3.5. Alteraciones sobre el medio perceptual

1. Alteraciones sobre el paisaje

Como ya se señaló, la intrusión en el medio de cualquier estructura extraña al mismo causa un impacto sobre el paisaje, que en determinados casos es de difícil valoración. En cualquier caso, la presencia de las estructuras tiene un efecto de carácter permanente, y la pérdida de cubierta vegetal, un efecto a medio plazo en la mayoría de los casos, con la aplicación de una correcta revegetación.

El impacto paisajístico de la presencia del embalse, ya que serán la única estructura claramente visible desde el entorno próximo, ya que el resto de las estructuras estarán subterráneas.

Hay que destacar la realización de labores de revegetación e integración paisajística de las estructuras, lo cual contribuirá a que el impacto paisajístico se vea reducido.

No obstante, para minimizar el impacto permanente de las estructuras sobre el paisaje del entorno deberán llevarse las oportunas medidas correctoras y de integración paisajística de las estructuras. Además se puede proponer, como medida para minimizar

el impacto, el apagado de la iluminación durante el periodo nocturno. Las luminarias serán en todo caso, las recomendadas para evitar contaminación lumínica, tal y como se recoge en el apartado de medidas correctoras.

4.3.6. Alteraciones sobre el medio socioeconómico

Los impactos relacionados con el medio socioeconómico derivan de todas aquellas acciones que provoquen un cambio sobre los usos del suelo, o afecten de cualquier manera a las actividades del proyecto

1. Alteraciones sobre el empleo

La demanda de trabajo puede absorber población activa local que se encuentre en ese momento desempleada, o atraer población de otros lugares favoreciendo un rejuvenecimiento temporal y puntual de la misma.

Durante la fase de funcionamiento se verá favorecida la creación de algunos empleos en la zona para realizar las labores de mantenimiento y gestión del aprovechamiento hidroeléctrico. Por lo que se define el impacto como **positivo**.

2. Alteraciones sobre los usos del suelo

Existirá cambio en los usos del suelo en la zona ocupada por la lámina de agua del depósito o embalse

Dado que durante el funcionamiento no se producirán nuevos cambios. En los usos del suelo, pudiendo retornarse a los usos habituales en aquellas zonas que han sido recuperadas, el impacto se ha considerado **nulo-no significativo**.

3. Alteraciones sobre el turismo

En la actualidad, en la costa gallega y concretamente en el ámbito de estudio del presente proyecto, hay definidas varias rutas de senderismo son muy frecuentadas sobre todo en la época estival.

En lo que se refiere a otras actividades lúdicas, como las rutas de senderismo se producirá un efecto **no significativo**.

4.4. Identificación y valoración de impactos. FASE DE ABANDONO

Una vez concluida la vida útil de la instalación se procederá a desmantelar los equipos y a restaurar completamente el área afectada.

En consecuencia, durante la fase de abandono no quedará ninguna instalación del AH reversible marino.

5. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

5.1. Consideraciones previas

Concluida la fase de identificación y valoración de impactos, en el presente capítulo se detallan las actuaciones que se proponen realizar para minimizar o reducir los efectos ambientales asociados con la construcción y funcionamiento del Proyecto. Para la definición de estas medidas se han tenido en cuenta los siguientes puntos:

1. Siempre que se ha podido se ha incidido en el diseño del Proyecto, de tal forma que la alteración potencial se pueda reducir de forma significativa en origen. A este respecto, en la fase de Proyecto se han establecido recomendaciones sobre la ubicación del proyecto.
2. Se ha prestado una atención especial a las medidas de carácter preventivo. En este sentido, los efectos sobre el medio se podrán reducir de forma significativa durante las fases de construcción y funcionamiento, por lo que se han tenido en cuenta una serie de normas y medidas preventivas y protectoras que se deberán aplicar durante estas fases.
3. Algunas medidas correctoras se llevarán a cabo según los resultados que se obtengan en el Programa de Vigilancia Ambiental en la fase de construcción, ya que durante su aplicación se podrá cuantificar, de forma más precisa, las alteraciones asociadas principalmente con la instalación del embalse o depósito superior, construcción de la toma y restitución etc.).

En definitiva, las actuaciones que se proponen se han agrupado en:

MEDIDAS PREVENTIVAS

PROGRAMA DE RESTAURACION AMBIENTAL

5.2. Medidas preventivas

Las medidas preventivas que se proponen llevar a cabo durante la fase previa a la instalación y durante la construcción y funcionamiento del AH reversible marino son las siguientes:

- Protección contra derrames y gestión de aceites y residuos
- Realización de los trabajos en los periodos de mayor calma en el mar y de menor intensidad de las corrientes y turbulencias naturales.
- Protección de la flora y áreas de especial valor natural

6.2.1 Protección contra derrames y gestión de aceites y residuos

Para evitar posibles contaminaciones generados por derrames accidentales durante la construcción y funcionamiento del AH reversible marino se deberán establecer las siguientes medidas preventivas y protectoras:

1. Mantener un control y mantenimiento del equipo de trabajo, para evitar posibles fugas o derrames de estos productos
2. Durante el funcionamiento se realizará una adecuada gestión de aceites y residuos de la maquinaria. Estos residuos están clasificados como tóxicos y peligrosos (RTP) por lo que, una vez finalizada su vida útil, se entregarán a un gestor autorizado en Galicia para que sean tratados adecuadamente.

6.2.2 Realización de la instalación en los períodos de mayor calma en el mar

Los trabajos se han de realizar en los períodos de mayor calma en el mar y de menor intensidad de las corrientes y turbulencias naturales. De esta forma, el aumento de turbidez producida por la construcción de la toma y restitución.

6.2.3 Protección de la flora y fauna y áreas de especial valor natural

Dentro de la zona de estudio existen algunas formaciones vegetales de interés especial, compuestas por vegetación acuática o terrestre de diferentes características y escasa distribución en un ámbito regional. Estas formaciones en ningún caso serán afectadas por la instalación.

No obstante, durante el Programa de Vigilancia Ambiental en la fase de construcción, para, evitar la afección a taxones florísticos de especial interés, si es imposible modificar el trazado, se estudiará la retirada y traslado de los ejemplares de mayor valor. Con este fin, se emplearán las últimas técnicas existentes sobre esta materia, siendo supervisadas por un especialista botánico perteneciente a una empresa consultora independiente.

5.3. Medidas correctoras

Básicamente se centran en los dos medios afectados:

1. Medio marino: en este caso las medidas se centran en la señalización náutica de la toma en el mar y otras actuaciones para la restauración de posibles áreas afectadas.
2. Medio terrestre: El perímetro del embalse y todos los nuevos viales que se construyan será convenientemente restaurado, así como las bocas de los túneles de tuberías y central. Se procederá a su revegetación y restauración según la tipología de los terrenos afectados, presentándose para ello el correspondiente Proyecto de Restauración y Revegetación.

6. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

6.1. Introducción

El alcance del Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**) viene establecido en la legislación de Impacto Ambiental según el artículo 11 del Real Decreto 1131/1988, que indica que *el programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental.*

Por otro lado, los objetivos que debe conseguir todo programa de vigilancia se establecen en el Artículo 26 del mencionado R. D., y estos son:

- *Velar para que, en relación con el medio ambiente, la actividad se realice según el Proyecto y según las condiciones en que se hubiere autorizado.*
- *Determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental que se propongan.*

En los puntos siguientes se describen las actuaciones que se van a realizar dentro del PVA de esta infraestructura, tanto durante la construcción como en el funcionamiento del futuro AH reversible marino de Punta Centinela.

6.2. Fase de construcción

Durante la fase de construcción del AH reversible marino, el **PVA** se centrará sobre los siguientes indicadores de impactos:

- Seguimiento disminución de la calidad de las aguas(Turbidez y Contaminantes químicos)
- Seguimiento de los niveles sonoros en tierra y mar
- Seguimiento de residuos
- Seguimiento de afecciones al suelo y aguas subterráneas
- Seguimiento de posibles afecciones a la flora y fauna
- Seguimiento de actuaciones relacionadas con la obra civil (nuevos viales, construcción del depósito, etc.)

La periodicidad o frecuencia de visita del seguimiento con que se controlarán estos indicadores de impactos será la siguiente:

CUADRO 3 INDICADORES DE IMPACTOS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN Y PERIODICIDAD DEL SEGUIMIENTO

INDICADOR DE IMPACTO	FRECUENCIA
Seguimiento de la calidad de las aguas (turbidez y contaminantes químicos)	Semanal
Seguimiento de los niveles sonoros	Semanal
Seguimiento de afecciones al suelo y aguas subterráneas	Semanal
Seguimiento de residuos	Semanal
Seguimiento de posibles afecciones a la flora y fauna	Semanal
Seguimiento de actuaciones relacionadas con la obra civil (nuevos viales, construcción del depósito, etc.)	Semanal

- Tal y como se ha indicado en la descripción de las medidas preventivas, se procederá al aboyado de la zona de afección con los criterios ya establecidos.

7.2.1. Seguimiento de la calidad de las aguas

Con el fin de llevar a cabo el control de este indicador de impactos, se realizarán visitas semanales a todas las zonas de las obras donde se localicen las posibles fuentes emisoras de contaminantes químicos y de turbidez.

La toma de datos se realizará mediante *instrumentación adecuada* en las que se estimará el nivel de turbidez existente en el agua.

La inspección se llevará a cabo en las horas en las que las actividades sensibles de producir turbidez estén en plena actividad. No obstante, la primera inspección se realizará antes del comienzo de las actividades para tener un conocimiento de la situación previa y poder realizar comparaciones posteriores (muestreo blanco). En función de los resultados obtenidos, y caso de ser necesario, se propondrán las siguientes medidas:

- Parada de la actividad hasta que las condiciones del medio marino sean mas tranquilas con el objetivo de disminuir la turbidez generada

- Paro de máquinas que no tengan en regla todas las revisiones mecánicas, ya que suponen un riesgo en general, y en especial para vertidos.

7.2.2. Seguimiento de los niveles sonoros

En una primera fase y para las obras que se ejecuten en la línea de costa, se localizarán las zonas sensibles al ruido en tierra (poblaciones, comunidades faunísticas, etc) y que dispongan de límites de inmisión sonora en función de su uso. De esta forma, en el caso de que se localicen zonas sensibles al ruido, se realizarán visitas semanales con el fin de establecer el incremento del nivel de ruido producido por las obras en el entorno de estas zonas sensibles y compararlo con la legislación vigente.

En el medio acuático, las mediciones se realizarán en una malla circular de estaciones, tomando medidas a diferentes profundidades de la columna de agua con la ayuda de un hidrófono submarino, con el fin de establecer el posible impacto sobre las poblaciones de cetáceos.

7.2.3. Seguimiento de afecciones al suelo y aguas subterráneas

Se realizarán visitas semanales a las diferentes zonas de obras del depósito o embalse para poder observar directamente el cumplimiento de las medidas establecidas para minimizar el impacto, evitando en particular que las operaciones se realicen fuera de las zonas señaladas para ello. En concreto, se realizará el seguimiento de las siguientes actuaciones:

- Movimientos de tierras
- Sellado impermeabilizante

Finalizada cada una de las visitas se estudiarán los posibles cambios registrados en el medio, con el fin de averiguar alteraciones en el mismo, y en caso de observar que las medidas correctoras requeridas no se cumplen o son insuficientes, se realizará un estudio detallado de la zona o zonas afectadas, adoptando nuevos diseños que se ejecutarán con la mayor brevedad posible.

7.2.4 Seguimiento del tratamiento de residuos

Los residuos no peligrosos serán segregados para su reutilización, reciclaje y valorización. En caso de no poderse realizar dichas operaciones serán trasladados a instalaciones autorizadas que lleven a cabo su eliminación.

Se comprobará durante la ejecución que en caso de producirse una contaminación accidental del suelo, se realizarán las operaciones de descontaminación y recuperación de los suelos afectados.

El vertido de materiales inertes debe llevarse a cabo mediante métodos de valorización de dicho residuo y en caso de no poderse valorizar se trasladarán a lugares autorizados. Se debe controlar que en dichos vertederos no se evacuen otros tipos de residuos que no sean los que inicialmente se han determinado.

6.3. Fase de funcionamiento

En la **fase de funcionamiento** se consideran los siguientes indicadores:

- Seguimiento de los niveles sonoros en el medio acuático y en tierra en el entorno del AH reversible marino
- Seguimiento del estado del sellado del depósito o embalse

La periodicidad se establecerá para el control de estos indicadores será la siguiente:

CUADRO 4
INDICADORES DE IMPACTOS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN Y PERIODICIDAD DEL SEGUIMIENTO

INDICADOR DE IMPACTO	FRECUENCIA
Seguimiento de los niveles sonoros en el entorno del AH reversible marino en el medio acuático y en tierra	Mensual
Seguimiento del estado del suelo y aguas subterráneas	Mensual

7.3.1. Seguimiento de los niveles sonoros en el entorno del AH reversible marino

Durante el funcionamiento del AH reversible marino se llevarán a cabo las siguientes actuaciones de vigilancia y control de los niveles sonoros:

- Medición de los niveles sonoros en los mismos puntos de control que se han utilizado para el presente estudio. Mediciones a 50, 100 y 200 m de la toma, en el aire y en el agua. Establecimiento del mapa de ruidos en el entorno del AH reversible marino, tanto en el medio marino, como en la atmósfera.
- Mediciones de referencia en el entorno de zonas sensibles situadas en tierra en la zona más cercana a la instalación.

7.3.3. Seguimiento del estado del sellado impermeable del depósito o embalse

Para controlar el estado del sellado impermeabilizante se realizará un muestreo mensual en los puntos establecidos para la fase de construcción, según el plan de Muestreo de Aguas subterráneas que se defina.

7.4. Presentación de Informes sobre el desarrollo del PVA

Se presentará un informe anual, desde la fecha del inicio de la construcción y durante la vida útil del AH reversible marino hasta la finalización de su desmantelamiento, sobre el desarrollo del PVA (en construcción y funcionamiento) y sobre el grado de eficacia y cumplimiento de las medidas correctoras y protectoras, en el que se deberán concretar los siguientes aspectos:

- Seguimiento de las medidas para la protección de las aguas (turbidez y contaminantes químicos).
- Seguimiento de las medidas para la protección del suelo y aguas subterráneas
- Seguimiento del impacto sonoro
- Correlación de datos entre las distintas actividades de la obra y los efectos e impactos que se van produciendo.
- Eficacia observada de las medidas correctoras.

**MATRIZ RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES
DEL APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO
REVERSIBLE MARINO DE PUNTA CENTINELA
FASE DE CONSTRUCCIÓN**

FACTORES ALTERADOS		ACCIONES DEL PROYECTO				
		DEF	PRE	CON	OM	CM
ATMOSFERA	POLVO					
	RUIDO					
SUELOS Y SEDIMENTOS	PROCESOS					
	COMPACTACION					
	SUELOS					
HIDROLOGIA	CALIDAD AGUAS					
	NIVEL FREÁTICO					
VEGETACION	TERRESTRE					
	ACUÁTICA					
FAUNA	TERRESTRE					
	ACUÁTICA					
	AVIFAUNA					
PAISAJE	CAPACIDAD DE ACOGIDA					
SOCIOECONOMIA	ACTIVIDADES RECREATIVAS					
	EMPLEO					
	VÍAS DE COMUNICACION					
	USOS DEL SUELO					
	TURISMO					
	ESPACIOS NATURALES					
	PESCA					

SIN IMPACTO
 IMPACTO POTENCIAL

**MATRIZ RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES
DEL APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO
REVERSIBLE MARINO DE PUNTA CENTINELA
FASE DE FUNCIONAMIENTO**

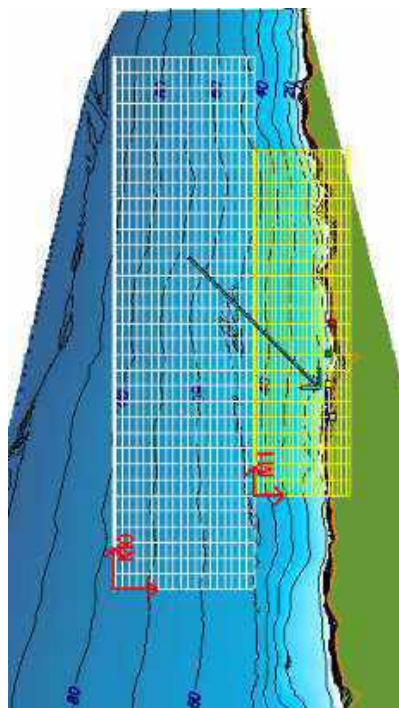
FACTORES ALTERADOS		ACCIONES DEL PROYECTO				
		DEF	PRE	CON	OM	CM
ATMOSFERA	POLVO					
	RUIDO					
SUELOS Y SEDIMENTOS	PROCESOS					
	COMPACTACION					
	SUELOS					
HIDROLOGIA	CALIDAD AGUAS					
	NIVEL FREÁTICO					
VEGETACION	TERRESTRE					
	ACUÁTICA					
FAUNA	TERRESTRE					
	ACUÁTICA					
	AVIFAUNA					
PAISAJE	CAPACIDAD DE ACOGIDA					
SOCIOECONOMIA	ACTIVIDADES RECREATIVAS					
	EMPLEO					
	VÍAS DE COMUNICACION					
	USOS DEL SUELO					
	TURISMO					
	ESPACIOS NATURALES					
	PESCA					

	SIN IMPACTO		IMPACTO POTENCIAL
---	-------------	---	-------------------

Anejo N° 6: Estudio Básico Dinámico del Litoral

Estudio hidrodinámico del entorno costero de Punta Centinela, Oia (Pontevedra). Determinación de oleaje, corrientes y transporte litoral potencial.

Julio 2011



Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente

Universidade da Coruña

Enrique Peña González

Antía Tª López Merino

Tamara Fernández López

1. INTRODUCCIÓN

2. CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE

2.1. ROSAS DE OLEAJE

2.2. RÉGIMEN MEDIO

2.3. RÉGIMEN EXTREMAL

2.4. RELACIÓN ALTURA DE OLA-PERÍODO

3. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE HASTA EL PUNTO DE ESTUDIO

4. ANÁLISIS DEL TRANSPORTE POTENCIAL DE SEDIMENTOS

5. CONCLUSIONES

	Página
Figura 1.1. Imagen aérea de la zona de estudio	4
Figura 1.2. Costa de coidos en la costa suroccidental. Concello de Oia. Fuente: DGC (Demarcación General de Costas)	4
Figura 2.1. Tramificación del litoral para la caracterización del clima marítimo	5
Figura 2.2.1. Rosa de oleaje o distribución sectorial del oleaje. Situación media	7
Figura 2.3.1. Rosa de oleaje o distribución sectorial del oleaje. Situación extremal	9
Figura 2.4.1. Distribución conjunta altura de ola-periodo	11
Figura 3.1. Mallado utilizado para la propagación mediante el programa MOPLA en la dirección NW para un periodo $T = 17$ segundos	13
Figura 3.2. Propagación de oleaje dirección NW y periodo $T = 17$ segundos	14
Figura 3.3. Gráfico de vectores	15
Figura 3.4. Vectores corriente	16
Tabla 2.1. Información del clima marítimo utilizado	6
Tabla 2.1.1. Agrupación de los sectores de procedencia	6
Tabla 2.2.1. Parámetros de ajuste a la distribución Log-normal	8
Tabla 2.3.1. Parámetros de ajuste a la distribución Gumbel	10
Gráfica 2.2.1. Comparativa de todos los regímenes medios direccionales	8
Gráfica 2.3.1. Comparativa de todos los regímenes direccionales extremales	10
Gráfica 4.1. Ábaco de Shields	17

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente estudio es obtener el oleaje que, generado en mar abierto, pueda abordar a la zona de estudio, Punta Centinela, Oia (Pontevedra).



Figura 1.1. Imagen aérea de la zona de estudio

El escenario de estudio se caracteriza por la existencia de un tipo de depósito litoral entre la costa rocosa y las playas. Se trata de los coidos o coios, acumulaciones costeras de grandes bolos de granito, en ocasiones, de más de un metro de diámetro. Este tipo de depósitos no se dan en el resto de la península ibérica y sólo se forman en otras costas graníticas de características similares a la gallega, como en Irlanda o en el suroeste de Australia. Por otra parte, el gran tamaño de los bolos graníticos y su escaso movimiento hace que en ellos se pueda ver gran parte de la zonación biológica característica de la costa rocosa.



Figura 1.2. Costa de coidos en la costa suroccidental. Concello de Oia. Fuente: DGC (Demarcación General de Costas)

2. CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE

Se trata de oleaje tipo swell, mar de fondo, que abandona el área de generación en aguas profundas (centenares de metros) y se propaga a través de superficies marítimas sin estar sometido a la acción significativa del viento; este oleaje se irá atenuando progresivamente hasta su completa extinción. El mar de fondo se caracteriza por olas poco peraltadas con periodos y longitudes de onda grandes; presenta un aspecto ordenado y regular.

Se estudiará primeramente el oleaje en mar abierto, a profundidades indefinidas, y luego se trasladarán los resultados obtenidos hasta el punto de estudio, mediante propagación, y teniendo en cuenta los fenómenos de someración, refracción y difracción.

Se definirán tanto el régimen medio como el extremal. El primero permitirá definir las condiciones de uso y de abrigo, mientras que el segundo definirá los valores necesarios para el cálculo de la obra de abrigo.

De cara a caracterizar cada una de las fachadas costeras del litoral gallego se escogen una serie de puntos de la red SIMAR-44 para estudiarlos en detalle. Estos puntos se han tomado en función una caracterización general en la que se busca la homogeneidad de los tramos.

El conjunto de datos SIMAR-44 está formado por series temporales de parámetros atmosféricos y oceanográficos procedentes de modelado numérico. Son, por tanto, datos simulados por ordenador y no proceden de medidas directas de la naturaleza. Se constituye a partir de modelado numérico de alta resolución de atmósfera, nivel del mar y oleaje que cubre todo el entorno litoral español.

Para generar los campos de oleaje se ha utilizado el modelo numérico WAM. Este modelo incluye efectos de refracción y asomeramiento. No obstante, dada la resolución del modelo, se pueden considerar despreciables los efectos del fondo. Por tanto, para su uso práctico, los datos de oleaje deben interpretarse siempre como datos en aguas abiertas a profundidades indefinidas.

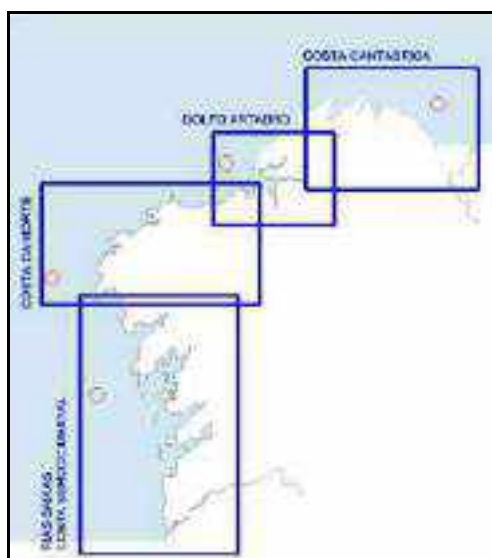


Figura 2.1. Tramificación del litoral para la caracterización del clima marítimo

Punto	Zona	Latitud	Longitud
1052075	Cantábrico	-7.00 N	43.75 E
1045074	Golfo Ártabro	-8.75 N	43.50 E
1042072	Costa da Morte	-9.50 N	43.00 E
1043070	Rías Bajas	-9.25 N	42.50 E

Tabla 2.1. Información del clima marítimo utilizado

Para la caracterización del clima marítimo, se utilizarán los datos proporcionados por el punto 1043070 situado en la zona de las Rías Bajas, analizando la información disponible de las siguientes formas mostradas a continuación.

2.1. ROSAS DE OLEAJE

En un principio se ha realizado una distribución direccional del oleaje según sectores de 22.5°. Todos los datos pertenecientes a un sector quedarán asociados a la dirección media de ese sector, tal y como muestra la tabla:

N	Sector	Inicial	Final	Ancho de intervalo	Dirección media
1	N	-11.25	11.25	22.5	0
2	NNE	11.25	33.75	22.5	22.5
3	NE	33.75	56.25	22.5	45
4	ENE	56.25	78.75	22.5	67.5
5	E	78.75	101.25	22.5	90
6	ESE	101.25	123.75	22.5	112.5
7	SE	123.75	146.25	22.5	135
8	SSE	146.25	168.75	22.5	157.5
9	S	168.75	191.25	22.5	180
10	SSW	191.25	213.75	22.5	202.5
11	SW	213.75	236.25	22.5	225
12	WSW	236.25	258.75	22.5	247.5
13	W	258.75	281.25	22.5	270
14	WNW	281.25	303.75	22.5	292.5
15	NW	303.75	326.25	22.5	315
16	NNW	326.25	348.75	22.5	337.5

Tabla 2.1.1. Agrupación de los sectores de procedencia

Cada sector representa la intensidad del oleaje según las direcciones de donde procede. Esta distribución es conocida como rosa de oleaje. Se ha considerado oportuno describir la rosa de oleaje para situaciones medias y para situaciones excepcionales o de temporales, entendiendo como temporal aquella situación en la cual la altura de ola significativa supera un determinado umbral definido por la H_{S90} (altura de ola superada el 10% del tiempo).

2.2. RÉGIMEN MEDIO

Para realizar el estudio del régimen medio nos hemos basado en la información obtenida en la zona definida a partir de la metodología comentada anteriormente. Los resultados se presentan de forma gráfica (distribuciones estadísticas) y de forma numérica (tablas de probabilidad y parámetros de ajuste).

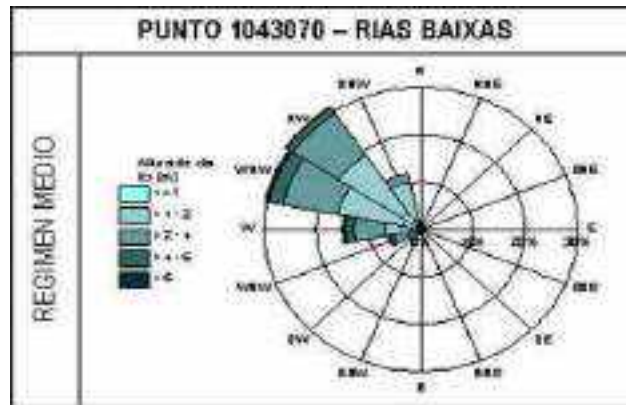


Figura 2.2.1. Rosa de oleaje o distribución sectorial del oleaje. Situación media

La distribución elegida para describir el régimen medio de altura de ola significativa (H_s) de las series de oleaje es log-normal cuya función de distribución tiene la siguiente expresión:

$$f(H_s) = \frac{1}{\sigma * \sqrt{2 * \pi} * H_s} * \exp \left[-\frac{1}{2} * \left(\frac{\ln(H_s) - \mu}{\sigma} \right)^2 \right]; \quad \text{para } \ln(H_s) \geq 0$$

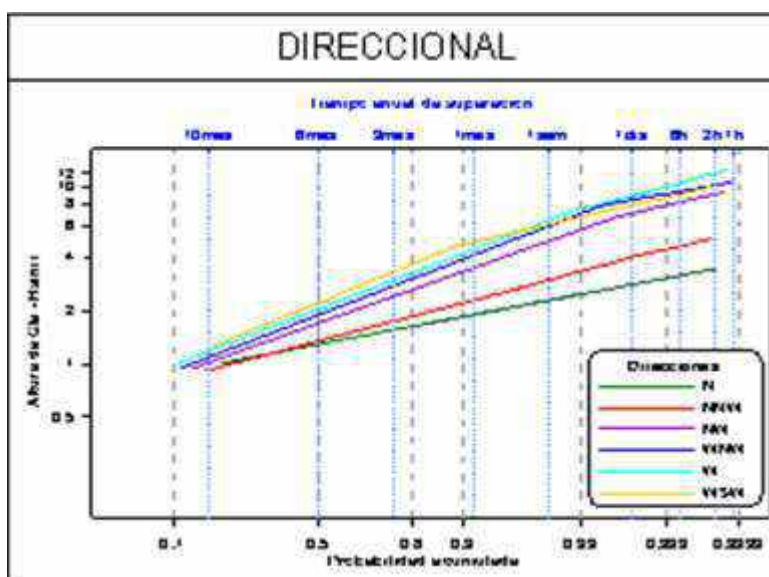
Normalmente, la distribución log-normal ajusta bien los datos excepto en el extremo superior de las mayores olas, donde la distribución sobrepredice la probabilidad de excedencia. Por ello, en determinadas ocasiones para la parte superior de la distribución se ajusta una segunda rama log-normal con una pendiente menor.

RÉGIMEN MEDIO DIRECCIONAL

El régimen medio direccional proporciona la probabilidad de no excedencia de diferentes valores de altura de ola significativa, en un año, condicionada a que el oleaje provenga de un sector determinado.

El procedimiento de cálculo para el régimen direccional es el mismo que para el caso del régimen escalar, dividiendo previamente los datos de oleaje en función de la dirección de incidencia. Por tanto la fuente de datos para la realización de este análisis ha de proporcionar información sobre la direccionalidad del oleaje. Teniendo en cuenta que la mayoría de los datos instrumentales no tienen información direccional se ha considerado oportuno la utilización de datos procedentes de la base SIMAR-44 pertenecientes al Proyecto Europeo HIPOCAS (Hindcast of Dynamic Processes of the Ocean and Coastal Areas of Europe).

En los resultados mostrados, se presenta una gráfica comparativa con todos los regímenes medios direccionales para cada punto HIPOCAS de estudio y una tabla con los parámetros de ajuste a la distribución log-normal.



Gráfica 2.2.1. Comparativa de los regímenes medios direccionales

PARÁMETROS AJUSTE REGIMEN MEDIO									
$f(H_i) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi} \cdot H_i} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\ln(H_i) - \mu}{\sigma} \right)^2 \right]$									
PARÁMETROS DEL AJUSTE A DISTRIBUCION LOGNORMAL									
Ejemplar	EXTREMOS DEL AJUSTE			EMA 1			EMA 2		
	F1 ini	F1 fin	F2 fin	μ 1	σ 1	R2 1	μ 2	σ 2	R2 2
N	0.1	0.997	0.9999	0.5932	0.5581	0.9975	1.2860	0.2942	0.9938
NNW	0.1	0.995	0.9999	0.5328	0.5261	0.9988	1.0091	0.3441	0.9841
NW	0.1	0.996	0.9999	0.6406	0.5689	0.9966	1.4187	0.2606	0.9630
WNW	0.1	0.996	0.9999	0.7189	0.5670	0.9957	1.0573	0.4072	0.9845
W	0.1	0.920	0.9999	0.7998	0.6073	0.9929	1.1294	0.3401	0.9901
WSW	0.1	0.800	0.9990	0.8400	0.6097	0.9979	1.0226	0.3901	0.9942
WSW	0.1	0.900	0.9999	0.7998	0.6073	0.9929	1.1290	0.3401	0.9901

Tabla 2.2.1. Parámetros de ajuste a la distribución Log-normal

Las probabilidades de excedencia definidas para las funciones de distribución obtenidas han de ser interpretadas como probabilidad condicionada, por tanto, han de ser valoradas teniendo en cuenta la correspondiente probabilidad de presentación direccional del oleaje.

De este análisis obtenemos que las direcciones de oleaje principales son NW, WNW y W, con valores comprendidos entre 1 y 4 metros de altura. Para un periodo de retorno de 100 años en estos sectores la altura de ola se encuentra en torno a los 6 metros.

2.3. RÉGIMEN EXTREMAL

El régimen extremal es el estudio de los estados límite que se alcanzan en la zona de análisis y que permitirán el dimensionamiento de la obra de abrigo.

En este estudio, es necesario conocer y caracterizar los temporales máximos que afectarán al punto de estudio mediante la determinación de la altura de ola significativa y los periodos pico asociados a las mismas.

El principal problema existente a la hora de definir el régimen extremal es que la muestra poblacional no sea lo suficientemente extensa, es decir que el número de máximos anuales no sea representativo. Por ello se ha utilizado la base de datos SIMAR-44 del proyecto HIPOCAS, ya que posee medidas de oleaje de 44 años, lo que supone 44 datos para realizar un ajuste, número que se puede considerar representativo en este caso.

La representación gráfica del régimen extremal consiste en una recta ajustada en papel probabilístico Gumbel de máximos que relaciona diferentes valores de altura de ola significativa con una probabilidad de no excedencia, expresada como un periodo de retorno.

Los máximos anuales se ajustan a una distribución Gumbel de máximos con una expresión general del mismo tipo a la utilizada para los ajustes del régimen medio:

$$F(x) = P(X \leq x) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{x-\lambda}{\delta}\right)\right)$$

Al igual que en el caso de régimen medio, se presenta la rosa de oleaje y la distribución direccional de régimen extremal.

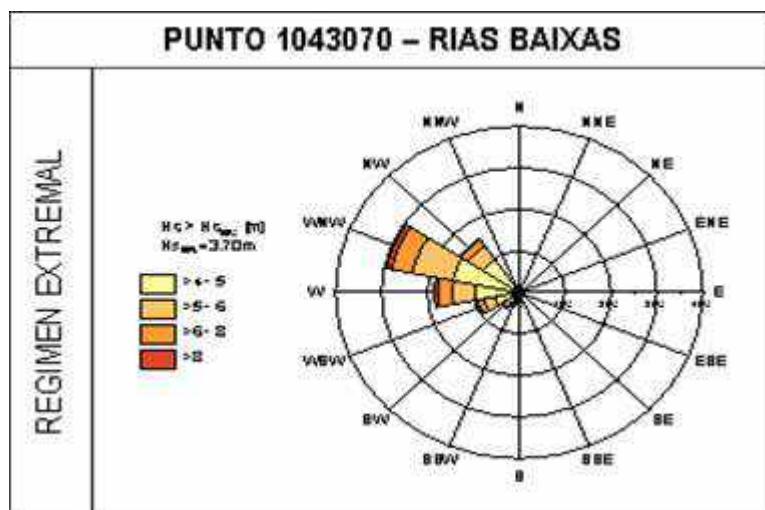
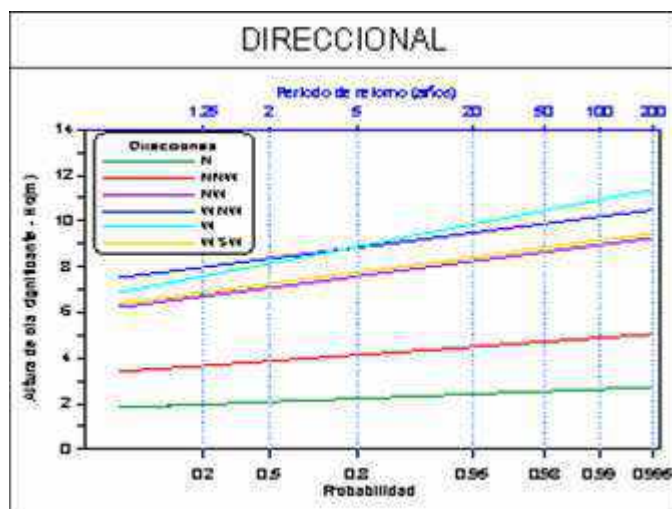


Figura 2.3.1. Rosa de oleaje o distribución sectorial del oleaje. Situación extrema



Gráfica 2.3.1. Comparativa de todos los regímenes direccionales extremales

PARÁMETROS AJUSTE REGIMEN EXTREMAL

$$F(x) = P(X \leq x) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{x-\lambda}{\delta}\right)\right)$$

	AJUSTE DISTRIBUCION GUMBEL		
	λ	δ	R2
Escalar	8.6427	1.0988	0.9619
N	1.8518	0.3213	0.9710
NNW	3.5194	0.5431	0.9794
NW	6.5464	1.0002	0.9495
WNW	7.8075	1.0877	0.9285
W	7.2910	1.5331	0.9820
WSW	6.6330	1.0351	0.9936

Tabla 2.3.1. Parámetros de ajuste a la distribución Gumbel

De este análisis extremal vemos que las direcciones predominantes son de nuevo NW, WNW y W, con valores de altura de ola comprendidos entre 5 y 8 metros. Además, en su comparativa, se pueden observar valores de altura de ola significativa de 6 a 7 metros para un periodo de retorno de 2 años.

2.4. RELACIÓN ALTURA DE OLA-PERÍODO

La relación entre la altura de ola significativa, H_s , y el periodo pico de oleaje, T_p , sirve entre otras cosas, para definir el conjunto de oleaje tipo que caracteriza el clima de una zona.

Para su realización se han discretizado dos variables continuas: la altura de ola en intervalos de 0.5 metros y los periodos en intervalos de 1 segundo. Teniendo en cuenta el número de datos que existen en cada discretización H_s - T_p definida y normalizando a la unidad, se obtiene la frecuencia absoluta muestral de cada pareja H_s - T_p .

Representando estas frecuencias se obtiene una gráfica H_s-T_p continua, realizando una interpolación de las frecuencias asociadas al punto central de cada celda de la discretización, obteniendo así la función de distribución conjunta H_s-T_p , que indica la probabilidad asociada a cada pareja de valores de altura de ola significativa-periodo pico.

El resultado obtenido para la zona de estudio, presentado de forma gráfica es la siguiente:

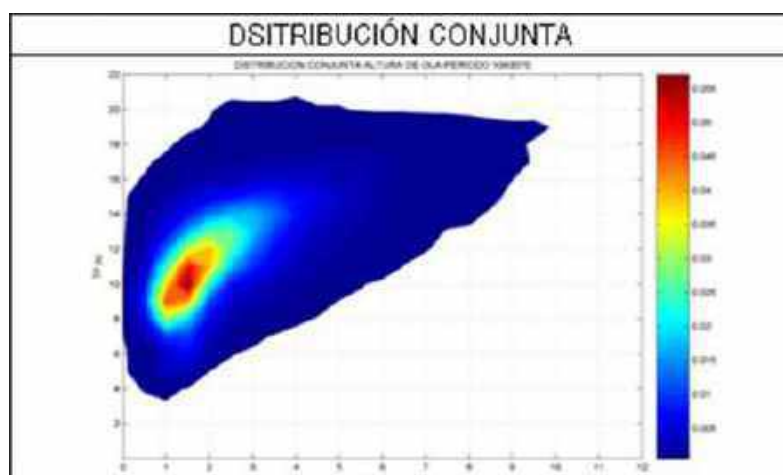


Figura 2.4.1. Distribución conjunta altura de ola-periodo

Con esta figura observamos que los casos más frecuentes se encuentran en el lado izquierdo de la misma (color rojo), con alturas de ola H_s de 1 a 2 metros y periodos T_p en torno a los 10 segundos. Para el estudio de propagación que se realizará a continuación, se tomará un caso extremal para la obtención de los resultados más desfavorables en relación a la estabilidad de construcción de obra marítima que se puedan dar en la zona de análisis.

3. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE HASTA EL PUNTO DE ESTUDIO

Para la propagación del oleaje tipo swell se utilizará el módulo MOPLA, “Morfodinámica de playas”, del programa SMC (Sistema de Modelado Costero). Se trata de un programa que permite simular, en una zona litoral, la propagación del oleaje desde profundidades indefinidas hasta la línea de costa.

Respecto a la propagación de oleajes en el MOPLA se puede decir que permite:

- Propagar oleajes monocromáticos o espectrales desde profundidades indefinidas hasta zonas de costa, incluyendo deformaciones 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 ola de diseño para obras en el litoral.

En primer lugar se accede al módulo de batimetrías y cartas náuticas de la costa (BACO), en el que se encuentran la mayor parte de las cartas náuticas del litoral español, junto con las batimetrías digitalizadas del mismo. En este programa se selecciona el área de estudio; una vez seleccionada, el programa creará un proyecto, en donde exporta las cartas, líneas de costa y batimetrías.

En nuestro caso, la carta náutica utilizada es la 924.

Del estudio en régimen extremal realizado anteriormente, se obtienen las condiciones y datos de partida de un temporal típico ($T = 2$ años) impuestos para el análisis del caso de propagación siguiente:

- Dirección NW: dirección preferente del oleaje.
- $H_s = 6.5$ metros.
- $T_p = 17$ segundos.

Todas las figuras mostradas están orientadas según el norte geográfico y la cota de las batimétricas se referencia al cero hidrográfico de las cartas náuticas.

Se muestran a continuación las mallas utilizadas para la propagación del oleaje.

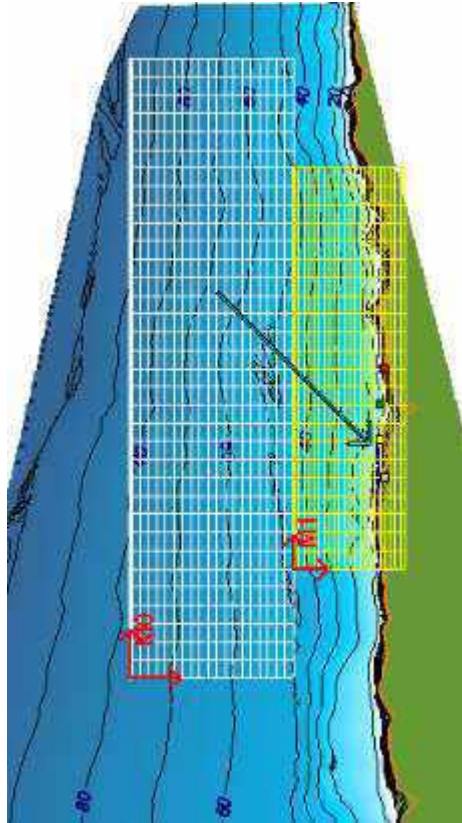


Figura 3.1. Mallado utilizado para la programación mediante el programa MOPLA en la dirección NW para un $T_p = 17$ segundos

A continuación se analiza cada uno de los resultados obtenidos en la propagación, tanto para el caso de la altura de ola que llega a la zona de estudio, como las velocidades de las corrientes y las características del transporte potencial de sedimentos.

Con la propagación del caso antes indicado obtenemos la siguiente serie de alturas de ola:

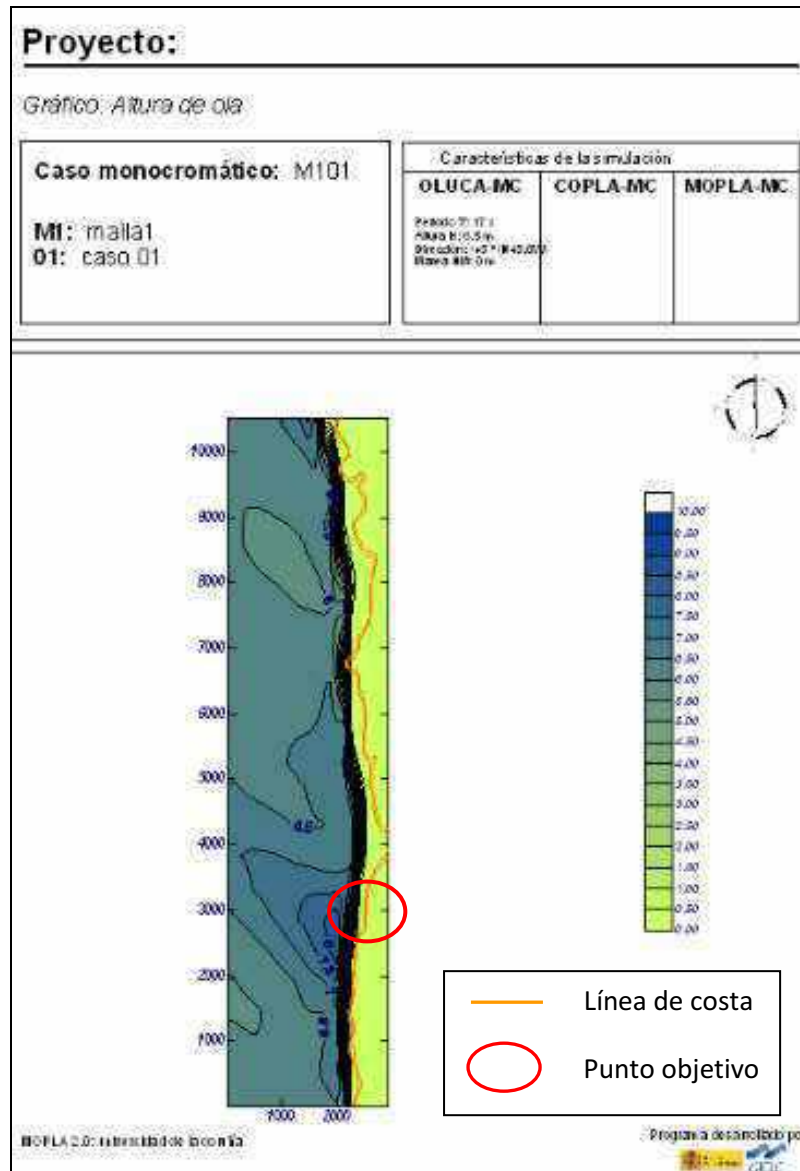


Figura 3.2. Propagación del oleaje dirección NW y periodo $T_p=17$ s. Altura de ola

Se puede observar que la altura de ola que llega a la zona de estudio se encuentra entorno a los 0.5 metros. En su propagación desde la dirección más frecuente (NW) existe un decrecimiento de altura de ola de 6.5 metros a una profundidad de 40-50 metros, hasta 0.5 metros a una profundidad de 5 metros. Siguiendo la costa hacia el sur, a profundidades menores de 10-20 metros, la altura de ola que llega propagada es mayor, en torno a los 8 metros, aunque a la costa siguen llegando alturas similares a las del punto estudio.

El gráfico de vectores resultante muestra direcciones de llegada a la costa idénticas a las de la altura de ola propagada desde profundidades infinitas (NW).

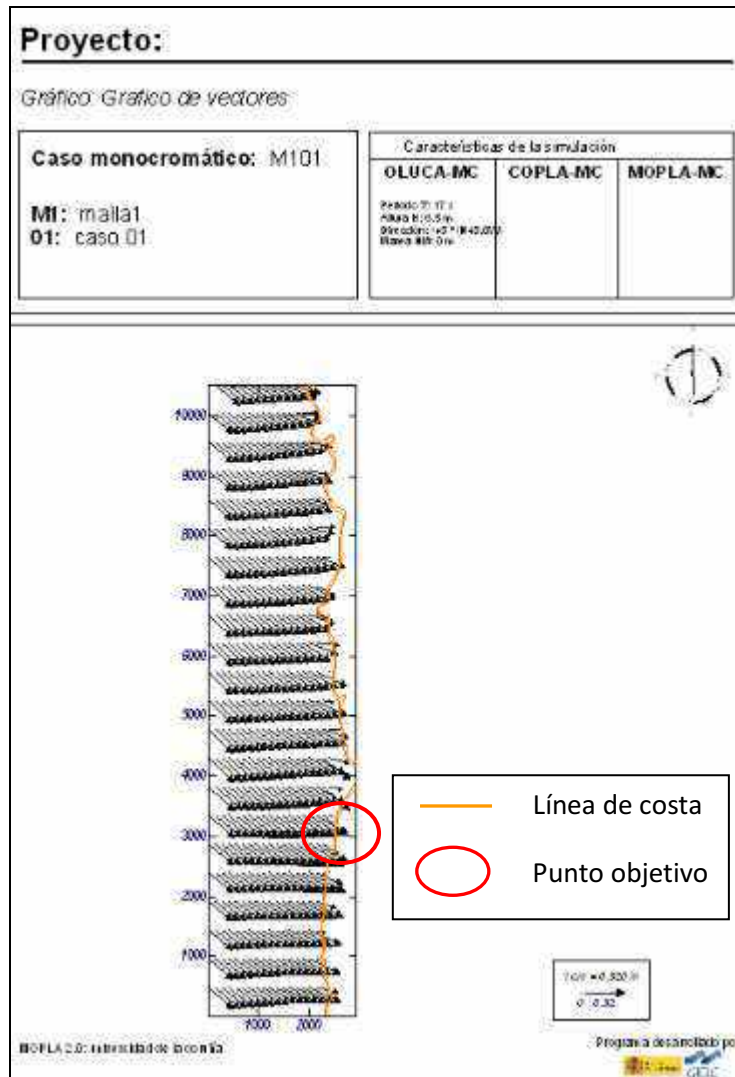


Figura 3.3. Gráfico de vectores

En cuanto a las corrientes, analizando la figura siguiente, se puede observar que llegan corrientes cuasi-paralelas a la costa de valor 0.09 m/s en el punto objetivo. En la parte norte de la zona estudiada las corrientes son paralelas a la batimetría y poco relevantes en cuanto a dimensión, al igual que en la zona posterior al cabo que se encuentra totalmente abrigada. En la ensenada, el valor de las corrientes puede ascender hasta 0.10-0.15 m/s para profundidades en torno a los 5 metros. Por último, en el tramo de costa del estudio, para la profundidad de ubicación de la obra marítima, las corrientes no llegan a superar los 0.10 m/s.

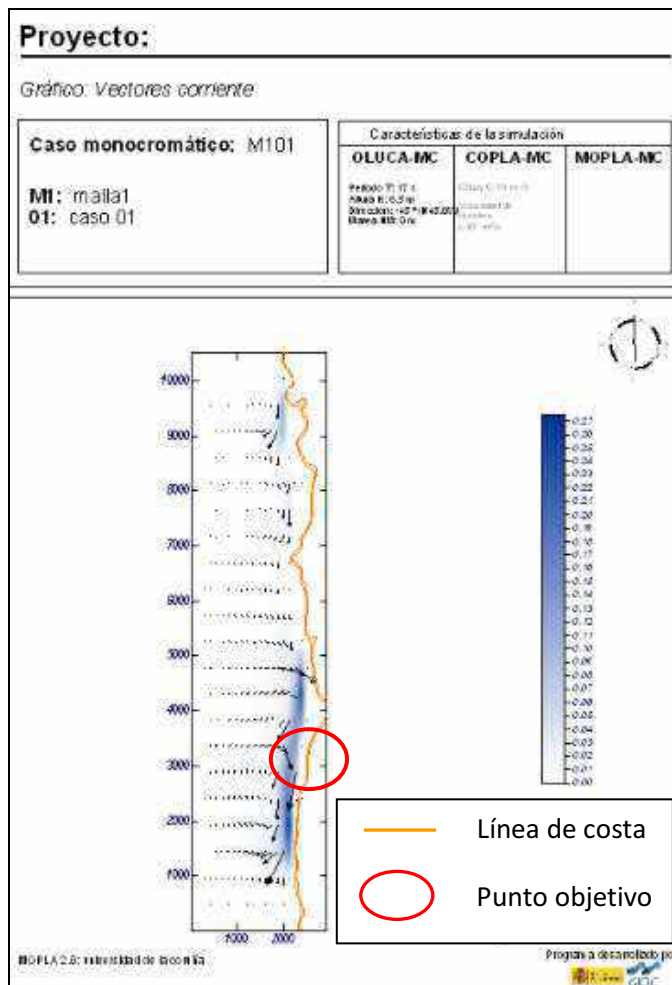


Figura 3.4. Vectores corriente

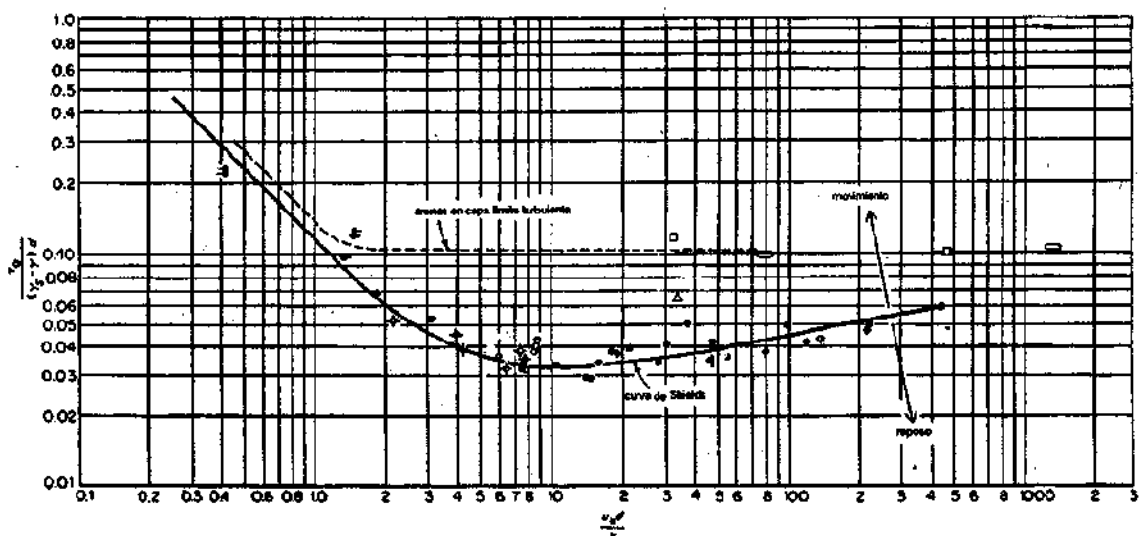
4. ANÁLISIS DEL TRANSPORTE POTENCIAL DE SEDIMENTOS

El transporte de sedimentos es importante para evaluar el impacto que produciría la interrupción del mismo por la construcción de una obra marítima. Para el cálculo de dicho transporte la información básica necesaria es de dos tipos: una de tipo granulométrico del material (diámetro característico) y, otra de tipo hidráulico, a través de las características del flujo.

Las características del flujo se interrelacionan con las características granulométricas del material a través de los coeficientes de resistencia. En este caso, como resultado de la propagación realizada, y para un diámetro medio d_{50} de 1 metro (material existente en la zona), obtenemos un coeficiente de Chezy de $10 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$.

La velocidad crítica se define como la velocidad mínima que requiere una partícula del lecho de diámetro D , para iniciar su movimiento bajo unas ciertas condiciones de flujo. Las tablas o fórmulas que evalúan ambos conceptos son todas de tipo experimental.

Con el ábaco de Shields, se puede ver que el inicio de movimiento no es una línea fina y definida sino que es una nube de dispersión en torno a esa línea debido a que la forma de determinar la línea es empírica y depende del experimentador y del tipo de grano utilizado.



Gráfica 4.1. Ábaco de Shields

Se comprueba que para diámetro de partículas de 1 metro la gráfica de velocidad media de inicio de movimiento nos muestra valores superiores a 1 m/s. Esto nos deja del lado de la seguridad, ya que en los resultados (figura 3.4) puede verse que las corrientes que llegan al punto estudiado son inferiores (0.09 m/s), por lo se descarta el transporte de sedimentos.

5. CONCLUSIONES

En los siguientes puntos se presentan las conclusiones más relevantes del estudio hidrodinámico y morfológico de la zona de estudio, con el objetivo de caracterizar las posibles afecciones de construcción de obras marítimas en el entorno.

- Los oleajes dominantes en la zona de análisis para el régimen extremal son los procedentes de las direcciones W, WNW y NW.
- Estos oleajes de mayor presentación en aguas profundas también son los más susceptibles de afectar a la zona de estudio tras la propagación realizada hasta la costa.
- Se ha propagado el caso extremal más representativo ($H_s=6.5$ m, $T_p=17$ s) mediante el modelo Mopla del Sistema de Modelado Costero (SMC), obteniendo una altura de ola en torno a 0.5 metros para la zona analizada.
- El estudio hidrodinámico refleja además que las corrientes en el punto objetivo tienen un valor máximo de 0.090 m/s, considerado bajo dada la protección natural que rodea al punto de estudio.
- El análisis de la morfología costera indica la presencia de *coidos* o bolos de granito de un metro de diámetro, con una velocidad crítica de comienzo del movimiento superior a 1m/s.
- Por lo tanto, y dado que las velocidades máximas en dicho punto son muy inferiores a la velocidad crítica de movimiento de sedimentos, el transporte potencial de sedimentos existente en la zona es considerado nulo.
- En el análisis de usos de la zona, no se han detectado otras afecciones relevantes en el punto de estudio.
- Por lo tanto, puede concluirse que la construcción de obra marítima en el punto objetivo ubicado en la costa, no tendrá afecciones morfodinámicas ni de interacción con otros usos.

Anejo N° 7: Viabilidad Económica – Financiera

VERSIÓN DEL MODELO	
Caso Base (con Intercalarios IVA)	v. 1.0
REVERSIBLE	

TIMING		
	mes (finales de)	año
Primer Año del Modelo	1	2,011
Fecha de Primera Disposición	1	2,011
Fecha de Recepción Provisional (ambos tramos)	1	2,012
Plazo del Proyecto (años)		15,00

INGENIERIA		
REVERSIBLE		
Nº	1	100,0%
Potencia Unitaria (KW)	238.120	
Potencial Nominal del Proyecto (MW)	238,120	
Nº de Horas Equivalentes (plena carga)	1.789	
	425.878,0	
Nº	0	0,0%
Potencia (KW)	0,0	
Potencial Nominal del Proyecto (MW)	0,000	
Nº de Horas Equivalentes (plena carga)	0	
	0	425.878

INGRESOS		
Tarifa de Energía Eléctrica		
Primer Año (€/MWh)	104,39	
Promedio (€/MWh)	135,13	
Máximo (€/MWh)	171,06	
Complemento Reactiva (%)	0,00%	
Desvíos (%)	0,00%	
Incr. (Desc.) Medio Real Anual (%)	0,00%	

GASTOS FIJOS	
Seguros (miles €/año)	0,0
Fase de construcción I	0,0
Fase de explotación I	0,0
Gestión del parque (miles €/año)	0,0

GASTOS VARIABLES		
* Coeficientes de Operación y Mantenimiento (por Cto. O&M):		
Años Garantía	2	
Mto prev y M.O Correctivo en garantía (€/máq)	0	
Mto años 1-2 (€/Kwh)	0,000	
Mto años 3-5 (miles€/AG)	0,000	
Mto años 6 en adelante (miles €/kwh)	0,000	Incluye OC
Mto instalaciones eléctricas y obra civil (miles €/año)	0,0	
Varios (Miles €/año)	0,0	
Pago Uso de Terrenos (€/año)	0,0	
Energía de Socorro (% sobre facturación)	0,0	

(Varios: IAE, IBI, Asesoría)

PARAMETROS DE FINANCIACION		
Préstamo Largo Plazo		
Disposiciones (MM €)	61,6	
Plazo (partir de Puesta)	12,0	
Carencia	1,0	
EURIBOR (fecha de cálculo,6 mes)	1,80%	
Redondeado del EURIBOR al	0,00%	
Margen	4,50%	
- Construcción (%)	4,50%	
- Operación (%)	4,50%	
- Operación (RCSD < 1,25) (%)	4,50%	
- Operación (RCSD > =1,25) (%)	4,50%	
Amortización	Porcentaje de Principal	
Amortización Obligatoria	No	
Com. Apertura (%)	2,00%	
Com. Agencia (MM €)	0,0060	
Com. Disponibilidad (%)	0,20%	
Capitaliz. de Comisiones	No	
Período de Cobertura	Vida Media	
Crédito IVA		
Disposiciones (MM €)	17,1	
Plazo (partir de puesta)	1,0	
EURIBOR (fecha de cálculo,6 mes)	1,80%	
Margen	3,00%	
Com. Apertura (%)	3,00%	
Deuda Subordinada		
Margen (%)	1,25%	
Ratio Cobertura Mínimo	1,05	
Porcentaje de Deuda Subordinada	19,00%	
Perfil de Aportación	Prorrata con Crédito	
Capital Social		
Desembolsado (MM €)	18,9	
Primer Año de Aportación	2,011	
Porcentaje de Capital Social	19,00%	
Perfil de Aportación	Prorrata con Crédito	

APLICACIONES Y FUENTES		
Aplicaciones:		
Inversión Material	95,0	
Otros Gastos de Puesta	0,0	
Comisiones	1,8	
Intereses Intercalarios	2,6	
Saldo IVA	17,1	
Total	116,5	
Fuentes:		
Capital	18,9	
Crédito Principal	61,6	
Crédito IVA	17,1	
Deuda Subordinada	18,9	
Total	116,5	
Check	0,0	

99,4136653

CUENTA DE RESERVA	
Dotada a Puesta en Marcha (MM €)	Si
% de Flujo de Caja Dedicado a Cuenta Reserva	100%
Valor de Cuenta Reserva (Periodo Servicio Deuda)	0,5

DIVIDENDOS	
0%	Si Ratio de la Cobertura de la Deuda <
0%	Amortización Acumulada Deuda Senior <
	1,10
	0,0%

CAPITAL CIRCULANTE	
Cuenta a Pagar	
Costes Fijos (meses)	1,0
Costes Variables (meses)	1,0
Cuenta a Cobrar	
Ventas de Energía Eléctrica (meses)	1,0
Existencias (meses de costes fijos)	1,0

IMPUESTOS	
Tipo Impositivo (%)	30,0%
Máximo Periodo de Crédito Fiscal (años)	7,0
Tipo IVA (%)	18,0%

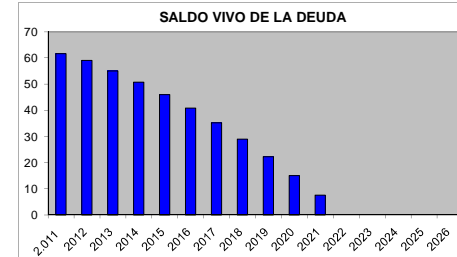
AMORTIZACIÓN	
Material (años)	30,0
Inmaterial y Gastos de Establecimiento(años)	5,0
Intereses Intercalarios (años)	30,0

INTERÉS DE ACTIVO	
Margen Saldos Crédito	0,25%
Crédito (%)	1,55%
Déficit (%)	8,3%

ECONOMIAS	
Inflación (% media)	2,50%
Tipo de Interés Real	0,15%

FACTORES DE VARIACION	
Importe de Inversión	1,00
Producción de Energía Eléctrica	1,00
Producción de Energía Eléctrica	1,00
Primer año de Explotación	0,92
Tarifa Eléctrica	1,00
Costes Fijos	1,00
Costes Variables	1,00

PRINCIPALES RESULTADOS



Pruebas:	
¿Activos = Pasivos?	OK
¿Orígenes = Aplicaciones?	OK
¿Préstamo LP Compl. Amortizado?	OK
¿Caja Comienzo Periodo Siempre > 0?	OK
¿Amort. Acum. = Amort. Realizada?	OK

CRÉDITO PRINCIPAL	
Flujo de Caja Operacional:	
Ratio de Cobertura Medio Sencillo	1,32
Ratio de Cobertura Medio Ponderado	1,43
Ratio de Cobertura Mínimo	1,30
Vida Media (años)	6,86

CAPITAL	
TIR del Proyecto (%) (30 años)	8,96%
TIR para el Capital (%) (30 años)	8,19%
Retorno de la Inversión (Proyecto) (%) (40 años)	15,2%

1. - APLICACIONES Y FUENTES DE FONDOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

1.1. - RESUMEN DE ESTRUCTURA DE FINANCIACIÓN

Aplicaciones:	Importe	Porcentaje
Inversión Material	95,0	81,6%
Otros Gastos de Puesta	0,0	0,0%
Comisiones	1,8	1,5%
Intereses Intercalarios	2,6	2,3%
Saldo IVA	17,1	14,7%
Necesidades de Caja durante Construcción	0,0	
Cuenta Reserva Servicio Deuda	0,0	
Total	116,5	100,0%

Fuentes:	Importe	Porcentaje	% (sin IVA)
Capital	18,9	16,21%	19,00%
Crédito Principal	61,6	52,9%	62,00%
Crédito IVA	17,1	14,7%	
Deuda Subordinada	18,9	16,21%	19,00%
Total	116,5	100,0%	100,00%

0,54

99,4

1.2 DESGLOSE DE LA INVERSIÓN

1.2.1. - Inversión Material

18000 21600

	2011	2012	2013	2014
Liave en Mano	95.032,3			
Gastos de promoción				
Expropiación línea eléctrica				
Línea eléctrica				
Conexión línea eléctrica				
Subestación				
Total	95,0	-	-	-

1.2.2. - Pago por IVA

	2011	2012	2013	2014	2015
Importe Pago Neto	95,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Tasa IVA	18%	18%	18%	18%	18%
Importe IVA Devengado	17,11	0,00	0,00	0,00	0
Importe IVA Pagado a Hacienda	17,11	0,00	0,00	0,00	0
Importe IVA Devuelto por Hacienda	0,00	17,11	0,00	0,00	0

1.2.3. - Gastos de Puesta en Marcha

	2011	2012	2013	2014	2015
Otros Gastos de Puesta en Marcha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

1.2.4. - Gastos Bancarios

	Totales	2011	2012	2013	2014
Crédito Principal					
Importe Máximo del Crédito		61,6	61,6	61,6	61,6
Importe de Crédito de Construcción Dispuesto		61,6	61,6	61,6	61,6
Importe de Crédito de Construcción no Dispuesto		0,0	0,0	0,0	0,0
Comisión de Apertura (% de Importe Máximo)	2,00%	1,2	0,0	0,0	0,0
Comisión de Agencia (MM de €)	0,0060	0,0	0,0	0,0	0,0
Comisión Importe no Dispuesto	0,20%	0,0	0,0	0,0	0,0
Pago de Comisiones	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0

Crédito IVA

		2011	2012	2013	2014
Comisión de Apertura (% de Importe Disponible)	3,00%	0,51	0,00	0,00	0,00
Importe de Crédito IVA Dispuesto		17,11	0,00	0,00	0,00
Pago de Comisión de Apertura	0,51	0,51	0,00	0,00	0,00

1.2.5. - Intereses Intercalarios

		2011	2012	2013	2014
Tipo de Interés de Crédito de Construcción	6,30%	6,30%	6,30%	6,30%	6,30%
Tipo de Interés de Crédito IVA	4,80%	4,80%	4,80%	4,80%	4,80%
Nº de meses de construcción / IVA	24	12	12	0	0
Aumento Saldo Final del Crédito de Construcción		61,63	0,00	0,00	0,00
Aumento Saldo Final del Crédito IVA		17,11	0,00	0,00	0,00
Pago de Intereses Intercalarios Crédito IVA	0,41	0,41	0,00	0,00	0,00
Pago de Intereses Intercalarios (Xlabre I)	2,22	2,22	0,00	0,00	0,00
Pago de Intereses Intercalarios Construcción	2,22	2,22	0,00	0,00	0,00

CRSD	0,0	0,0	0,0	0,0
------	-----	-----	-----	-----

Necesidades de Caja durante construcción	0,0	0,0	0,0	0,0
--	-----	-----	-----	-----

1.2.6. - Aplicaciones Total de Fondos	116,5	116,52	0,00	0,00	0,00
--	--------------	---------------	-------------	-------------	-------------

1.3. - DESGLOSE DE FUENTES DE FONDOS

1.3.1. - Crédito IVA

		2011	2012	2013	2014
Importe IVA Pagado a Hacienda (ver 1.2.4.)		17,11	0,00	0,00	0,00
Disposición del Crédito IVA (sin intereses intercalarios)	17,1	17,11	0,00	0,00	0,00

1.3.2. - Capital

		2011	2012	2013	2014
Aplicaciones Total de Fondos - Disp. del Crédito IVA-D.Subordinada		99,41	0,00	0,00	0,00
Ratio de Capital: Crédito Principal	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Aportaciones de Fondos Propios	18,9	18,888	0,00	0,00	0,00

1.3.3. - Deuda Subordinada

		2011	2012	2013	2014
Aplicaciones Total de Fondos - Disp. Crédito IVA - Capital		99,41	0,00	0,00	0,00
Ratio de Deuda Subordinada: Crédito Principal	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Aportaciones de Deuda Subordinada	18,9	18,89	0,00	0,00	0,00

1.3.4. - Crédito Principal

		2011	2012	2013	2014
Aplic. Total de Fondos - Disp. de Crédito IVA, Capital y Subvención		61,63	0,00	0,00	0,00
Disposiciones del Crédito Principal		61,63	0,00	0,00	0,00
Crédito Principal Acumulado	61,6	61,63	61,64	61,64	61,64

4.1. CUENTA DE RESULTADOS

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041		
Ingresos por Venta de Energía Eléctrica	0.0	48.6	46.7	47.9	46.1	50.3	51.6	52.8	54.2	55.5	56.9	58.3	51.7	53.0	54.3	55.6	57.0	58.5	59.9	61.4	63.0	64.5	66.1	67.8	69.5	71.2	73.0	74.8	76.7	78.6	80.6		
MENOS Gastos Operativos	0.0	34.1	36.9	38.8	36.7	37.6	38.6	39.5	40.5	41.5	42.6	43.6	44.7	45.8	46.9	48.0	49.2	50.4	51.9	53.2	54.5	55.9	57.2	58.7	60.1	61.6	63.2	64.8	66.4	68.0	69.7		
Beneficio Operativo	0.0	14.5	10.1	12.4	12.7	13.0	13.3	13.7	14.0	14.3	14.7	15.0	15.3	15.7	16.0	16.4	16.8	17.1	17.5	17.9	18.3	18.6	19.0	19.4	19.8	20.2	20.6	21.0	21.4	21.8	22.2	22.6	
MENOS Ingresos Crédito Principal	0.0	4.4	4.1	3.8	3.5	3.2	2.8	2.2	1.7	1.3	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
MENOS Ingresos Crédito IVA	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
MENOS Ingresos Deuda Subordinada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Exp. Total Ingresos de Deuda	0.0	4.8	4.1	3.8	3.5	3.2	2.8	2.2	1.7	1.3	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MENOS Comisiones Bancarias	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MENOS Ingresos de Caja	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	
MENOS Amortización (Inver. + Interac+Prim. Estab)	0.0	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	
Beneficio Bruto antes Impuestos	0.0	3.1	4.0	4.6	5.3	6.0	7.0	7.9	8.7	9.6	10.4	11.3	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.1	6.4	6.7	7.0	7.3	7.7	8.0	8.3		
Impuestos	0.0	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.8	2.9	3.1	3.4	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.4		
Resultado del Ejercicio (Mn €)	0.0	2.2	2.8	3.2	3.7	4.2	4.9	5.1	6.7	7.3	7.9	7.9	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	5.1	5.4	5.6	5.8		

4.2. ORIGEN Y APLICACIÓN DE FONDOS DURANTE PLAZO DEL CRÉDITO

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
Fin Periodo	0.00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Caja Comienzo Periodo	0.0	0.0	0.0	0.6	3.0	3.5	3.6	3.6	3.5	3.6	3.8	4.2	8.4	7.8	7.1	7.2	7.3	7.4	7.8	7.7	7.9	6.9	7.1	7.4	7.8	8.1	8.5	11.5	15.1	18.5	22.0

4.2.1 - Origen

Beneficio Operativo	0.0	11.5	11.8	12.1	12.4	12.7	13.0	13.3	13.7	14.0	14.3	14.7	7.0	7.1	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1	8.3	8.5	8.7	8.9	9.1	9.3	9.6	9.8	10.1	10.3	10.6	10.8	
Ingresos de Caja	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	
Ingresos por Capital Circulante	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
IVA Pagado	0.0	37.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Crédito Principal (incl. IVA com. ex. cap)	97.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Crédito IVA (incl. cap)	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Deuda Subordinada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Exp. Total Financiación Externa	97.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aplicaciones de Capital	18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL ORIGENES (Mn €)	116.5	38.6	11.8	12.1	12.4	12.7	13.1	13.4	13.7	14.1	14.4	14.8	7.7	7.3	7.5	7.8	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0	9.3	9.5	9.7	10.0	10.3	10.6	10.9	11.3	

4.2.2 - Aplicación

Inversión Material	97.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ingresos Crédito Principal (incl. IVA)	0.0	4.4	4.1	3.8	3.5	3.2	2.8	2.2	1.7	1.3	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ingresos Crédito IVA (incl. IVA)	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ingresos Deuda Subordinada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Exp. Total Ingresos de Deuda	0.0	4.8	4.1	3.8	3.5	3.2	2.8	2.2	1.7	1.3	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gastos de Puesta y Comisiones	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Incrementos en Capital Circulante	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Impuestos	0.0	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.8	2.9	3.1	3.4	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4
IVA Pagado	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amort. de Crédito Principal	0.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
Amortización de Crédito IVA	0.0	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amortización de Deuda Subordinada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Exp. Total Amortización Deuda	0.0	19.7	3.9																												

Escenario 1

6. - DESGLOSE DE INGRESOS

5.1 - Indices de Inflación

INFLACIÓN / INDEXACIONES		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	
Inflación		2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%		
Índice 1	IPC	1,0000	1,0250	1,0506	1,0769	1,1038	1,1314	1,1597	1,1887	1,2184	1,2489	1,2801	1,3121	1,3449	1,3785	1,4130	1,4483	1,4845	1,5216	1,5597	1,5987	1,6386	1,6796	1,7216	1,7646	1,8087	1,8539	1,9003	1,9478	1,9965	2,0464	2,0976	
Índice 2	Inversión	100%	1,0000	1,0250	1,0506	1,0769	1,1038	1,1314	1,1597	1,1887	1,2184	1,2489	1,2801	1,3121	1,3449	1,3785	1,4130	1,4483	1,4845	1,5216	1,5597	1,5987	1,6386	1,6796	1,7216	1,7646	1,8087	1,8539	1,9003	1,9478	1,9965	2,0464	2,0976
Índice 3	Energía	100%	1,0000	1,0250	1,0506	1,0769	1,1038	1,1314	1,1597	1,1887	1,2184	1,2489	1,2801	1,3121	1,3449	1,3785	1,4130	1,4483	1,4845	1,5216	1,5597	1,5987	1,6386	1,6796	1,7216	1,7646	1,8087	1,8539	1,9003	1,9478	1,9965	2,0464	2,0976
Índice 4	Riesgo de Ingresos	100%	1,0000	1,0250	1,0506	1,0769	1,1038	1,1314	1,1597	1,1887	1,2184	1,2489	1,2801	1,3121	1,3449	1,3785	1,4130	1,4483	1,4845	1,5216	1,5597	1,5987	1,6386	1,6796	1,7216	1,7646	1,8087	1,8539	1,9003	1,9478	1,9965	2,0464	2,0976
Índice 5	Costes	100%	1,0000	1,0250	1,0506	1,0769	1,1038	1,1314	1,1597	1,1887	1,2184	1,2489	1,2801	1,3121	1,3449	1,3785	1,4130	1,4483	1,4845	1,5216	1,5597	1,5987	1,6386	1,6796	1,7216	1,7646	1,8087	1,8539	1,9003	1,9478	1,9965	2,0464	2,0976

5.2 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

1-REVERSIBLE

Año		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
Periodo de ingresos		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Potencia Instalada (MW)		238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	
Nº Horas Equivalentes de Producción/Año		1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	
Nº Horas Equivalentes de Producción		1.788,5	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	1.789	
Producción de Energía Bruta (MWh)		0,0	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	
Autocostos y Pérdidas (MWh)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Producción de Energía Neto (MWh)		0,0	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	425,878	
Producción Total (Mwh)		0,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	425,878,0	

Tarifa Eléctrica (€/kWh)	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22
Tarifa Eléctrica P.E. Xabre I(€/kWh)	0,00	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22
% Tarifa Eléctrica (P.E. Xabre I)	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Complemento Reactiva	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Desvios (tolerancia 20%)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Cambio en Tarifa Anual (%)	0,0%	2,5%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	
Cambio en Tarifa Real (%)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Cambio en Tarifa Real Acumulado (%)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Ingreso P.E. Xabre II	0,0	45,7	46,7	47,8	49,0	50,3	51,6	52,9	54,1	55,5	56,9	58,3	59,7	61,1	62,5	64,0	65,6	67,0	68,4	69,9	71,3	72,8	74,3	75,8	77,3	78,8	80,3	81,8	83,3	84,8	86,3	
Ingreso por Energía Eléctrica (Mm €)	0,0	45,3	44,7	47,8	49,1	50,3	51,6	52,9	54,2	55,5	56,9	58,3	59,7	61,1	62,5	64,0	65,6	67,0	68,4	69,9	71,3	72,8	74,3	75,8	77,3	78,8	80,3	81,8	83,3	84,8	86,3	

Escenario 1

6.- DESGLOSE DE GASTOS

0- INDICES DE INFLACION

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
Inflación	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%
Indice 1 IPC	1,0250	1,0506	1,0769	1,1038	1,1314	1,1597	1,1887	1,2184	1,2489	1,2801	1,3121	1,3449	1,3785	1,4130	1,4483	1,4845	1,5216	1,5597	1,5987	1,6386	1,6796	1,7216	1,7646	1,8087	1,8539	1,9003	1,9478	1,9965	2,0464	2,0976	2,1500
Indice 2 Inversión	1,0250	1,0506	1,0769	1,1038	1,1314	1,1597	1,1887	1,2184	1,2489	1,2801	1,3121	1,3449	1,3785	1,4130	1,4483	1,4845	1,5216	1,5597	1,5987	1,6386	1,6796	1,7216	1,7646	1,8087	1,8539	1,9003	1,9478	1,9965	2,0464	2,0976	2,1500
Indice 3 Mto Correctivo	1,0250	1,0506	1,0769	1,1038	1,1314	1,1597	1,1887	1,2184	1,2489	1,2801	1,3121	1,3449	1,3785	1,4130	1,4483	1,4845	1,5216	1,5597	1,5987	1,6386	1,6796	1,7216	1,7646	1,8087	1,8539	1,9003	1,9478	1,9965	2,0464	2,0976	2,1500
Indice 4 O&M	1,0250	1,0506	1,0769	1,1038	1,1314	1,1597	1,1887	1,2184	1,2489	1,2801	1,3121	1,3449	1,3785	1,4130	1,4483	1,4845	1,5216	1,5597	1,5987	1,6386	1,6796	1,7216	1,7646	1,8087	1,8539	1,9003	1,9478	1,9965	2,0464	2,0976	2,1500
Indice 5 Costes Fijos	1,0250	1,0506	1,0769	1,1038	1,1314	1,1597	1,1887	1,2184	1,2489	1,2801	1,3121	1,3449	1,3785	1,4130	1,4483	1,4845	1,5216	1,5597	1,5987	1,6386	1,6796	1,7216	1,7646	1,8087	1,8539	1,9003	1,9478	1,9965	2,0464	2,0976	2,1500

1- REVERSIBLE

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
Periodo de gastos I	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Periodo de gastos II	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Potencia Instalada (Mw)	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120	238,120
Nº	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
O&M	0,00	34,08	34,84	35,81	36,70	37,62	38,56	39,53	40,52	41,53	42,57	43,63	44,72	45,84	46,99	48,16	49,36	50,60	51,86	53,16	54,49	55,85	57,25	58,68	60,15	61,65	63,19	64,77	66,39	68,05	69,75
Mto. Instalaciones eléctricas y Obra civil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Varios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energía de Sacoona	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL COSTE VARIABLE (Mn €)	0,000	34,084	34,936	35,810	36,705	37,622	38,563	39,527	40,515	41,528	42,566	43,630	44,721	45,839	46,985	48,160	49,364	50,598	51,863	53,159	54,488	55,851	57,247	58,678	60,145	61,649	63,190	64,770	66,389	68,049	69,750
Seguros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gestión del parque	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL COSTE FIJO (Mn €)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL COSTES (Mn €)	0,00	34,08	34,94	35,81	36,70	37,62	38,56	39,53	40,52	41,53	42,57	43,63	44,72	45,84	46,99	48,16	49,36	50,60	51,86	53,16	54,49	55,85	57,25	58,68	60,15	61,65	63,19	64,77	66,39	68,05	69,75
Coste Unitario (Mn €/Mwh)	N/A	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16
TOTAL COSTES DEL PROYECTO (Mn €)	0,00	34,08	34,94	35,81	36,70	37,62	38,56	39,53	40,52	41,53	42,57	43,63	44,72	45,84	46,99	48,16	49,36	50,60	51,86	53,16	54,49	55,85	57,25	58,68	60,15	61,65	63,19	64,77	66,39	68,05	69,75
COSTE TOTAL UNITARIO (Mn €/Mwh)	N/A	0,080	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16

3. - RATIOS DE COBERTURA

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
n° de Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3.1- REVERSIBLE																					
Ingresos Operativos	0,0	45,6	46,7	47,9	49,1	50,3	51,6	52,8	54,2	55,5	56,9	58,3	51,7	53,0	54,3	55,6	57,0	58,5	59,9	61,4	63,0
Gastos Operativos	0,0	34,1	34,9	35,8	36,7	37,6	38,6	39,5	40,5	41,5	42,6	43,6	44,7	45,8	47,0	48,2	49,4	50,6	51,9	53,2	54,5
Beneficio Operativo	0,0	11,5	11,8	12,1	12,4	12,7	13,0	13,3	13,7	14,0	14,3	14,7	7,0	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5
Impuestos	0,0	0,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,2
Incremento Capital Circulante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	(0,6)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caja Disponible Servicio de la Deuda	0,0	11,5	10,5	10,7	10,8	10,9	10,9	10,9	11,0	11,1	11,2	11,3	6,5	5,9	6,0	6,2	6,3	6,4	6,6	6,7	7,3
Amortización Principal	0,0	2,6	3,9	4,4	4,7	5,2	5,5	6,2	6,7	7,3	7,4	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Intereses	0,0	4,8	4,1	3,8	3,5	3,2	2,8	2,2	1,7	1,3	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Servicio de la Deuda	0,0	7,4	8,1	8,2	8,3	8,4	8,3	8,4	8,5	8,5	8,2	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RCSD		1,56	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,37	1,43									
3.4 - RATIOS DE FLUJO DE CAJA OPERACIONAL																					
Ratio de Cob. del Servicio del Crédito Principal (Proyecto)		1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,37	1,43									
Ratio de Cob. del Servicio del Crédito Principal (Xiabre I)		1,56	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,37	1,43									
Ratio de Cobertura Mínimo		1,30																			
Ratio de Cobertura Promedio		1,32																			
Ratio de Cobertura Máximo		1,43																			
3.5 - RATIOS DE PROTECCIÓN																					
Caja Comienzo Periodo	0,0	0,0	0,0	0,6	3,0	3,5	3,6	3,6	3,5	3,6	3,8	4,2	8,4	7,6	7,1	7,2	7,3	7,4	7,6	7,7	7,9
Caja de Flujo Disponible - Vida del Préstamo LP	0,0	9,6	10,5	10,7	10,8	10,9	10,9	10,9	11,0	11,1	11,2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Caja de Flujo Disponible - Vida del Proyecto	0,0	9,6	10,5	10,7	10,8	10,9	10,9	10,9	11,0	11,1	11,2	11,3	6,5	5,9	6,0	6,2	6,3	6,4	6,6	6,7	7,3

Anejo N° 8: Estudio Básico de Seguridad y Salud

PROYECTO BÁSICO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA
REVERSIBLE DE AGUA MARINA
PUNTA CENTINELA - OIA – PONTEVEDRA

ANEJO Nº 8: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

INDICE

- 1.- MEMORIA
 - MEMORIA INFORMATIVA.
 - 1.1.- OBJETO DE ESTE ESTUDIO.
 - 1.2.- CARACTERISTICAS DE LAS OBRA.
 - MEMORIA DESCRIPTIVA
 - 1.3.- TRABAJOS PREVIOS A LA REALIZACION DE LA OBRA.
 - 1.4.- SERVICIOS HIGIENICOS, VESTUARIO Y OFICINA DE OBRA.
 - 1.5.- INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL DE OBRA.
 - 1.6.- EJECUCION DE LA OBRA.
 - 1.7.- MEDIOS AUXILIARES
 - 1.8.- MAQUINARIA DE OBRA
 - 1.8.1. Maquinaria en general.
 - 1.8.2. Maquinaria para el movimiento de tierras en general.

2. - PLIEGO DE CONDICIONES

2.1.- LEGISLACION VIGENTE APLICABLE A LA OBRA.

2.2.- CONDICIONES TECNICAS DE LOS MEDIOS DE PROTECCION.

2.2.1. Protecciones personales.

2.2.2. Protecciones colectivas.

2.3.- CONDICIONES TECNICAS DE LA MAQUINARIA.

2.4.- CONDICIONES TECNICAS DE LOS PRODUCTOS Y SUSTANCIAS QUIMICAS EMPLEADOS EN OBRA

2.5.- CONDICIONES TECNICAS DE LA INSTALACION ELECTRICA.

2.6.- CONDICIONES TECNICAS DE LOS SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR.

2.7.- ORGANIZACION DE LA SEGURIDAD EN OBRA.

2.7.1. Servicio de Prevención

2.7.2. Seguro de Responsabilidad Civil y Todo Riesgo en obra.

2.7.3. Formación.

2.7.4. Reconocimientos médicos.

2.8.- CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD.

2.8.1. Consultas del empresario a los trabajadores.

2.8.2. Delegados de Prevención.

2.8.3. Competencia de los Delegados.

2.8.4. Comités de Seguridad y Salud.

2.9.- OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS.

2.10.- NORMAS PARA LA CERTIFICACION DE ELEMENTOS DE

SEGURIDAD.

2.11.- RECOMENDACIONES PARA LA REDACCIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

3.- PLANOS.

4.- MEDICIONES Y PRESUPUESTOS.

PROYECTO BÁSICO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA
REVERSIBLE DE AGUA MARINA
PUNTA CENTINELA - OIA – PONTEVEDRA

ANEJO Nº 8: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

M E M O R I A

1. MEMORIA INFORMATIVA.

1.1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO.

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la ejecución de la obra correspondiente al Proyecto Básico de Central Reversible de Agua Marina de Punta Centinela, OIA (Pontevedra), las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como las instalaciones preceptivas de Higiene y Bienestar de los trabajadores.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.

Las características principales de la obra, propias de una obra civil de tipo hidráulico, son:

- Desbroce, talas, demoliciones, desmontes y terraplenes.
- Excavaciones en zanja y túnel
- Pavimentaciones de accesos.

- Canalizaciones de servicios
- Escollera de protección marítima
- Instalación de maquinaria hidráulica y eléctrica
- Jardinería.

Se prevé acceso a la obra desde las carreteras existentes. Se dispone de todos los servicios de instalaciones completos.

Dadas las características de la obra, se prevé un número máximo en la misma de 30 operarios.

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.3. TRABAJOS PREVIOS A LA REALIZACION DE LA OBRA.

Deberá realizarse el cierre del perímetro de las parcelas afectadas antes del inicio de la obra, con portón de acceso de vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente para acceso de personal.

Deberá presentar como mínimo la señalización de:

- * Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- * Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- * Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- * Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- * Cartel de obra.

Realización de una caseta para acometida general en la que se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.4. SERVICIOS HIGIENICOS, VESTUARIOS Y OFICINA DE OBRA.

En función del número máximo de operarios que se pueden encontrar en fase de obra, determinaremos la superficie y elementos necesarios para estas instalaciones. En nuestro caso la mayor presencia de personal simultáneo se consigue con 30 trabajadores, determinando los siguientes elementos sanitarios:

- * 2 Duchas.
- * 2 Inodoros.
- * 2 Lavabos.
- * 4 Espejos.

Complementados por los elementos auxiliares necesarios: Toalleros, jaboneras, etc.

Los vestuarios estarán provistos de asientos y taquillas individuales, con llave, para guardar la ropa y el calzado.

La superficie de estos servicios es de 25 m².

Deberá disponerse de agua caliente y fría en duchas y lavabos.

En la oficina de obra se instalará un botiquín de primeros auxilios con el contenido mínimo indicado por la legislación vigente, y cuatro extintores de polvo seco polivalente de eficacia 13 A.

1.5. INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL DE OBRA.

RIESGOS DETECTABLES MÁS COMUNES.

- * Heridas punzantes en manos.

- * Caídas al mismo nivel.
- * Electrocución; contactos eléctricos directos e indirectos derivados esencialmente de:
 - Trabajos con tensión.
 - Intentar trabajar sin tensión pero sin cerciorarse de que esta efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inopinadamente.
 - Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
 - Usar equipos inadecuados o deteriorados.
 - Mal comportamiento o incorrecta instalación del sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos en general, y de la toma de tierra en particular.

NORMAS O MEDIDAS PREVENTIVAS TIPO.

A) Sistema de protección contra contactos indirectos. Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).

B) Normas de prevención tipo para los cables.

* Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 voltios como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.

* La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios se efectuará mediante canalizaciones enterradas.

* En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos,

medidos sobre el nivel del pavimento.

* El tendido de los cables para cruzar viales de obra, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará enterrado. Se señalará el "paso del cable" mediante una cubrición permanente de tablonos que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima, será entre 40 y 50 cm; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de PVC.

* Caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras se tendrá en cuenta:

a) Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.

b) Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

c) Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancas de seguridad.

* La interconexión de los cuadros secundarios se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento en torno a los 2m, para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras del suelo.

* El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua.

* Las mangueras de "alargadera".

a) Si son para cortos periodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

b) Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termo retractiles, con protección mínima contra chorros de agua (protección recomendable IP-447).

C) Normas de prevención tipo para los interruptores.

- * Se ajustarán expresamente, a los especificados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- * Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- * Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".
- * Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derechos" estables.

D) Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos.

- * Serán metálicos de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324 ó equivalente.
- * Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- * Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- * Poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".

- * Se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien, a "pies derechos" firmes.
- * Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado según el cálculo realizado. (Grado de protección recomendable IP-447).

* Los cuadros eléctricos de esta obra estarán dotados de enclavamiento eléctrico de apertura.

E) Normas de prevención tipo para las tomas de energía.

- * Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- * Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos)
- * La instalación poseerá todos los interruptores automáticos necesarios: Su cálculo se efectuará siempre minorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.
- * Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico.
- * Los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
- * Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante disyuntores diferenciales.
- * Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
 - 300 mA.- (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria.
 - 30 mA.- (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
 - 30 mA.- Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.
- * El alumbrado portátil se alimentará a 24 v. mediante transformadores de

seguridad, preferentemente con separación de circuitos.

G) Normas de prevención tipo para las tomas de tierra.

- * La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- * Caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- * Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- * El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- * La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación. Cuando la toma general de tierra definitiva de la obra se halle realizada, será ésta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica provisional de obra.

- * El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos. Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 95 mm² de sección como mínimo en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.

- * La red general de tierra será única para la totalidad de la instalación, incluidas las uniones a tierra de los carriles para estancia o desplazamiento de las grúas.

- * Caso de que las grúas pudiesen aproximarse a una línea eléctrica de media o alta tensión carente de apantallamiento aislante adecuado, la toma de tierra, tanto de la grúa como de sus carriles, deberá ser eléctricamente independiente de la red general de tierra de la instalación eléctrica provisional

de obra.

- * Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos, carecerán de conductor de protección. El resto de carcasas de motores o máquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.
- * Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- * La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.
- * El punto de conexión de la pica (placa o conductor), estará protegido en el interior de una arqueta practicable.

H) Normas de prevención tipo para la instalación de alumbrado.

- * Las masas de los receptores fijos de alumbrado se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua (Grado de protección recomendable IP-447).
- * El alumbrado de la obra cumplirá las especificaciones establecidas en las Ordenanzas de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica y General de Seguridad y Higiene en el Trabajo.
- * La iluminación de los tajos será mediante proyectores ubicados sobre "pies derechos" firmes.

- * La energía eléctrica que deba suministrarse a las lámparas portátiles para la iluminación de tajos encharcados (o húmedos), se servirá a través de un transformador de corriente con separación de circuitos que la reduzca a 24 voltios.
- * La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- * La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- * Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

I) Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de obra.

- * El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y preferentemente en posesión de carnet profesional correspondiente.
- * Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- * La maquinaria eléctrica será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.
- * Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: " NO CONECTAR,

HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".

- * La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables solo la efectuarán los electricistas.

NORMAS O MEDIDAS DE PROTECCION TIPO.

- * Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.
- * Los cuadros eléctricos no se instalarán en el desarrollo de las rampas de acceso al fondo de la excavación (pueden ser arrancados por la maquinaria o camiones y provocar accidentes).
- * Los cuadros eléctricos de intemperie, por protección adicional, se cubrirán con viseras contra la lluvia.
- * Los postes provisionales de los que colgar las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2m (como norma general) del borde de la excavación, carretera y asimilables.
- * El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso, para vehículos o para el personal (nunca junto a escaleras de mano).
- * Los cuadros eléctricos en servicio, permanecerán cerrados con las cerraduras de seguridad de triángulo, (o de llave) en servicio.
- * No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.). Hay que utilizar "cartuchos fusibles normalizados" adecuados a cada caso.

1.6. EJECUCION DE LA OBRA.

MOVIMIENTO DE TIERRAS.

Antes de iniciar los trabajos, se habrá cerrado la zona de trabajo, así como todas

las instalaciones higiénicas.

Se realizará un acopio de madera y elementos auxiliares de enlace, por si fuera necesario realizar algún apeo, como consecuencia de las vibraciones de la maquinaria o peligro de derrumbamiento.

RIESGOS MÁS FRECUENTES.

- Deslizamiento de tierras y/o rocas.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por el manejo de la maquinaria.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por sobrecarga de los bordes de excavación.
- Alud de tierras y bolos por alteraciones de la estabilidad rocosa de una ladera.
- Desprendimientos de tierra y/o roca, por no emplear el talud adecuado.
- Desprendimientos de tierra y/o roca, por variación de la humedad del terreno.
- Desprendimientos de tierra y/o roca por filtraciones acuosas.
- Desprendimientos de tierra y/o roca por vibraciones cercanas (paso próximo de vehículos y/o líneas férreas, uso de martillos rompedores, etc.).
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por fallo de las entibaciones.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas de personal y/o de cosas a distinto nivel (desde el borde de la excavación).
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).
- Problemas de circulación interna (embarramientos) debidos a mal estado de las pistas de acceso o circulación.
- Problemas de circulación debidos a fases iniciales de preparación de la

traza. (Ejes, carreteras, caminos, etc.).

- Caídas de personal al mismo nivel.
- Los riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de los mismos en la obra, durante las horas delicadas a producción o descanso.

NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD.

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- El frente de excavación realizado mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro, la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras, de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- El frente y paramentos verticales de una excavación debe ser inspeccionado siempre al iniciar (o dejar) los trabajos, por el Capataz o Encargado que señalará los puntos que deben tocarse antes del inicio (o cese) de las tareas.
- El saneo (de tierras, o roca) mediante palanca (o pértiga), se ejecutará sujeto mediante cinturón de seguridad amarrado a un "punto fuerte" (construido expresamente, o del medio natural; árbol, gran roca, etc.).
- Se señalizará mediante una línea (en yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de una excavación. Será de 2 m.
- El acceso o aproximación a distancias inferiores a 2 m. del borde de coronación de un talud sin proteger, se realizará sujeto con un cinturón de seguridad.
- Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud, si no reúne las debidas condiciones de estabilidad definidas por la Dirección Facultativa.
- Se inspeccionarán por el (Jefe de Obra, Encargado o el Capataz), las entibaciones antes del inicio de cualquier trabajo en la coronación o en la base.

- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo, debe reforzarse, apuntalarse, etc., la entibación.
- Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deben eliminarse los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Habrá que entibar los taludes que cumplan cualquiera de las siguientes condiciones:

Pendiente tipo del terreno

1/1 Terrenos movedizos, desmoronables.

1/2 Terrenos blandos pero resistentes.

1/3 Terrenos muy compactos.

- Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz, Encargado o el Vigilante de Seguridad.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 metros para vehículos ligeros, a los 4 metros para pesados, etc..
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias, zahorras, etc.
- Se recomienda evitar en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.
- Se construirán dos accesos a la excavación separados entre sí, uno para la circulación de personas y otro para la de la maquinaria y camiones.
- Debe acotarse el entorno y prohibir trabajar dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo, entibado, etc.

PROTECCIONES PERSONALES.

- Ropa de trabajo
- Casco de polietileno (lo utilizarán, aparte del personal a pie, los maquinistas y camioneros que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción.
- Botas de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Mascarillas filtrantes.
- Cinturón antivibratorio (en especial para los conductores de maquinaria para el movimiento de tierras).
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Protectores auditivos.

PROTECCIONES COLECTIVAS.

- Recipientes que tengan productos tóxicos o inflamables, herméticamente cerrados.
- No apilar materiales en zona de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso.
- Señalización y ordenación del tráfico de maquinaria de forma visible y sencilla.
- Formación y conservación de un retallo, en borde de rampa, para tope de vehículos.

VOLADURAS.-

A) DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS.

Cuando al realizar la excavación (cielo abierto ó zanja) aparezca roca, se procederá a efectuar los barrenados, carga y voladura por personal autorizado, además de expedirse el sistema de voladura por técnico competente.

B) RIESGOS MÁS FRECUENTES.-

- Explosión fuera de control.
- Barrenos fallidos.
- Derrumbamientos inesperados.
- Proyección de tierras o rocas.
- Explosión por almacenamiento incorrecto (de fulminantes, mechas y explosivos).
- Explosión por transporte incorrecto, externo o interno de obra.
- Explosión por incorrecta manipulación y uso inadecuado del explosivo.
- Explosión por existencia de corrientes erráticas.
- Daños a terceros por irrupción de éstos en los tajos.
- Daños a terceros por onda aérea y asociados (vibraciones).
- Caídas de personas a distinto nivel en operaciones de saneo de bloques o fragmentos inestables.
- Caídas de personas a distinto nivel en operaciones de saneo de viseras grietas, etc., en tierras o rocas.
- Vuelco de taludes.
- Riesgos higiénicos por la manipulación de explosivos (cefáleos, irritabilidad, intoxicaciones por componentes de los explosivos, etc.).
- Los derivados de las tareas de destrucción del explosivo sobrante.
- Se acordonará la zona de voladuras durante las fases de "carga" y "pega" impidiendo el paso a las personas ajenas a la misma, aunque pertenezcan a la plantilla de la empresa constructora o de la propiedad.
- Se instalarán señales de "peligro voladuras" en todos los accesos a la zona a volar, delimitando el entorno de seguridad mediante carteles de "Prohibido el paso: VOLADURAS".

- El personal dedicado a la carga y pega estará en posesión del título de capacitación de artillero, con carnet acreditativo vigente y actualizado.
- Se notificará a los posibles afectados de la voladura (vecindario, fincas colindantes, dehesas, etc.), a través del ayuntamiento correspondiente en caso de pueblos, asociaciones de vecinos y, personalmente según los casos, de las horas e intensidad de las voladuras, con el fin de eliminar daños a terceros.
- Se establece que un toque largo de sirena significa "atención despejen la zona". Dos toques cortos que "se va a producir la detonación". Tres toques cortos de sirena que "ha concluido la voladura".
- Se establecerán los "lugares seguros" para guarecerse el personal durante las pegas.
- La zona de voladura estará vigilada con un guarda.
- No se almacenará material explosivo en el tajo, se solicitará el estrictamente necesario al polvorín de obra para cada pega, utilizándose inmediatamente.
- En espera de carga, el explosivo se trasladará separado de los fulminantes y de los cordones detonantes o mechas; cada elemento en recipientes separados.
- Se fijará un tiempo de ventilación de gases (deberá definirse en función del tipo de explosivo a utilizar y de la ventilación calculada en proyecto), concluido el cual, el Encargado junto con el Artillero iniciarán la revisión de la voladura para autorizar el acceso a los tajos.
- Concluida la pega, el Encargado acompañado del Artillero, recorrerán la zona volada para detectar posiciones inestables del terreno, barrenos fallidos y el camino adecuado para acceder a efectuar el saneo de frentes.
- El saneo de viseras, rocas inestables, etc., se efectuará desde la parte superior mediante las pértigas, (palancas, etc.), con el cinturón de seguridad anclado a un punto firme y seguro del medio natural, (o construido expresamente).
- No se permitirá la entrada para reanudar los trabajos hasta haber concluido el saneo del terreno.
- Se respetarán en todo momento las distancias de seguridad marcadas en el "Plan de voladuras" en presencia de líneas eléctricas aéreas, en prevención del riesgo de electrocución o explosión fuera de control.

- Si resultase necesaria la cubrición antiproyecciones de la voladura, se ejecutará antes de efectuar la conexión general al mando de disparo, bajo la supervisión directa del artillero.

C) NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD.-

C.1.- Recomendaciones sobre barrenos fallidos.-

- . No cebar, no descargar un barreno fallido.
- . Señalice suficientemente los barrenos fallidos.
- . Si técnicamente es posible, vuelva a disparar el barreno fallido redoblando las precauciones. No olvide que la explosión puede ser de consecuencias distintas a las previstas.
- . Elimine los barrenos fallidos mediante barrenos en paralelo a 20 cm. que al explosionar lo arrojen a la escombrera; recupérese de ésta el explosivo y el fulminante.
- . Dirigido por un técnico experto, extraer el barreno explosivo mediante agua y aire a presión, prohibiendo el uso en la operación de útiles metálicos.
- . Los barrenos descabezados se explosionarán mediante otro cartucho cebado a una distancia máxima de 15 cm., cubierto con arcilla.
- . No continuar la perforación en un barreno fallido.
- . No desmontar los detonadores.
- . No almacenar los detonadores junto al explosivo.
- . Efectuar en el cartucho el cebado adecuado antes de introducir el detonador. Utilizar el punzón.
- . Vigile que no se deterioren durante la carga los hilos eléctricos.
- . Aleje los detonadores del explosivo especialmente ante amenaza de las tormentas.
- . Cerciórese de encontrarse dentro de los márgenes de seguridad respecto a las emisoras de radiodifusión o televisión para utilizar detonadores eléctricos.
- . Utilice en cada voladura detonadores de idéntica potencia y marca, no los

mezcle.

. Pese a ser un experto en explosivos, desconfíe de los mismos, siempre.

C.2.- Medida preventiva ante riesgo inminente de tormentas.-

. Abandonar la zona de voladura. Cerrar el acceso. Vigilar que nadie penetre en la zona.

C.3.- Medidas preventivas de aplicación a pegas eléctricas.-

. Comprobar el circuito y conexiones:-

1º Terminada la conexión del frente, cortocircuite con un cable auxiliar los dos extremos.

2º Tienda la línea de tiro con los dos extremos cortocircuitados evitando los contactos con objetos metálicos.

3º Compruebe con el óhmetro la continuidad de la línea. Cortocircuite de nuevo los terminales.

4º Elimine el puente colocado. Conecte la línea de tiro a la pega.

5º Posiciónese en el lugar de seguridad antes de dar la pega.

6º De fuego cuando la resistencia, tras comprobación, sea la adecuada, ni menor ni mayor.

7º Dispare. Si ha habido fallo repita la comprobación del circuito antes de dar un nuevo disparo.

C.4.- Recomendaciones para protección contra ondas de choque.-

. Se cubrirá con paneles de madera o conglomerado la total superficie del objeto a proteger (dos paneles en la cara que deba recibir la onda de choque, instalados sin que coincidan los orificios)

C.5.- Medidas preventivas en manejo de detonadores eléctricos.-

- . Almacenarlos en lugar seco.
- . Utilizarlos por orden de antigüedad con respecto a la fecha de fabricación.
- . No transportarlos juntamente con el explosivo.
- . Asegúrese de una eficaz puesta a tierra del vehículo utilizado para el transporte. La electricidad estática puede hacerlos explotar.
- . Transpórtelos en el interior de los envases de origen o en las cartucheras especiales para ellos. No deshaga las madejas.
- . Descárguese de electricidad estática antes de tocar los detonadores.
- . Deshaga las madejas sin lanzar los hilos al aire.
- . Llévelos siempre cortocircuitados.
- . No fuerce el detonador para alojarlo en el cartucho. Utilice el punzón para hacer el hueco necesario.
- . No aproxime los detonadores al frente, hasta haber concluido la perforación.
- . No dañe los hilos del detonador durante la carga o retacado.
- . No deposite en el suelo los detonadores. No es seguro.
- . Utilizar un explosor de potencia adecuada según el cálculo realizado. No utilice baterías o líneas de corriente, no es seguro.
- . Vigile siempre el buen estado del óhmetro. Compruebe la carga de la pila. La corriente de medida nunca debe ser superior a 25 miliamperios.
- . Si existe amenaza de tormenta, aunque sea lejana, suspenda la carga y pega.
- . La intensidad de corriente utilizada debe ser la recomendada por el fabricante de los explosivos y detonadores.
- . No utilice detonadores de fabricantes distintos en un mismo circuito de pega.
- . No utilice detonadores de distintas características eléctricas en un mismo circuito de pega.
- . En caso de fallo, dejar transcurrir un mínimo de 5 minutos antes de recorrer la zona. Guarde la llave de explosión en su bolsillo.

D) PROTECCIONES PERSONALES.-

- Casco de polietileno.
- Equipo de baterías antidetonantes (de minería).
- Guantes de polietileno forrado en algodón, (sin fibras sintéticas).
- Botas de cuero, con puntera reforzada, no metálica y suela de cuero (anti-electricidad estática).
- Ropa de trabajo antiestática, (sin fibras sintéticas).
- Traje para lluvia, antiestático.
- Herramientas manuales de las especialmente utilizadas en minería.

E) PROTECCION COLECTIVA.-

Se especificarán zonas de seguridad para el personal de la obra, durante las voladuras.

RELLENOS DE TIERRAS O ROCAS.-

A) DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS.-

Se rellena la zanja ó terraplén con material procedente de la excavación y con aporte de otras excavaciones (préstamos). Estos trabajos se realizarán con camiones y se extienden por tongadas mediante palas mecánicas y posterior compactado con pisones mecánicos. Los refinados pueden ser manuales.

B) RIESGOS MÁS FRECUENTES.-

- Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento.
- Caídas de material desde las cajas de los vehículos.
- Caídas de personal desde las cajas o carrocerías de los vehículos.
- Interferencias entre vehículos por falta de dirección o señalización en las maniobras.

- Atropello de personas.
- Vuelco de vehículos durante descargas en sentido de retroceso.
- Accidentes por conducción en ambientes pulverulentos de poca visibilidad.
- Accidentes por conducción sobre terrenos encharcados, sobre barrizales.
- Vibraciones sobre las personas.
- Ruído ambiental.

C) NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD.-

- Todo el personal que maneje los camiones, dumper, apisonadoras, o compactadoras, será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente (cada mes) en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Todos los vehículos de transporte de material empleados especificarán claramente la "Tara", y la "Carga máxima".
- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas.
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se instalarán en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso, a las distancias de seguridad.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por el Jefe de

Equipo.

- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento. (La visibilidad para el maquinista es inferior a la deseable dentro del entorno señalado).
- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalarán los accesos a la vía pública mediante las señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Los vehículos utilizados estarán dotados de la póliza de seguro con responsabilidad civil ilimitada.
- Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos (peligro: -vuelco-, -atropello-, -colisión-, etc.).
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

D) PROTECCIONES PERSONALES.-

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Botas impermeables de seguridad.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Guantes de cuero.
- Cinturón antivibratorio.
- Ropa de trabajo

CANALIZACIONES Y POCERIA.

A) Riesgos detectables más comunes.

- * Caída de personas al mismo nivel.
- * Caída de personas a distinto nivel.
- * Golpes y cortes por el uso de herramientas manuales.
- * Sobreesfuerzos por posturas obligadas, (caminar en cuclillas por ejemplo).
- * Dermatitis por contactos con el cemento.

B) Normas o medidas preventivas tipo.

- * Los tubos para las conducciones se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible sobre durmientes de madera, en un receptáculo delimitado por varios pies derechos que impidan que por cualquier causa los conductos se deslicen o rueden.

C) Medidas de protección personal recomendables.

- * Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
- * Guantes de cuero.
- * Guantes de goma (o de P.V.C.).
- * Botas de seguridad.
- * Botas de goma (o de P.V.C.) de seguridad.
- * Ropa de trabajo.
- * Equipo de iluminación autónoma.
- * Equipo de respiración autónoma, o semi-autónoma.
- * Cinturón de seguridad, clases A, B, o C.
- * Manguitos y polainas de cuero.
- * Gafas de seguridad antiproyecciones.

1.7. MEDIOS AUXILIARES.

ANDAMIOS. NORMAS EN GENERAL.

A) Riesgos detectables más comunes.

- * Caídas a distinto nivel (al entrar o salir).
- * Caídas al mismo nivel.
- * Desplome del andamio.
- * Desplome o caída de objetos (tablones, herramienta, materiales).
- * Golpes por objetos o herramientas.
- * Atrapamientos.
- * Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo.

- * Los andamios siempre se arriostrarán para evitar los movimientos indeseables que pueden hacer perder el equilibrio a los trabajadores.
- * Antes de subirse a una plataforma andamiada deberá revisarse toda su estructura para evitar las situaciones inestables.
- * Los tramos verticales (módulos o pies derechos) de los andamios, se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas.
- * Los pies derechos de los andamios en las zonas de terreno inclinado, se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón, trabadas entre si y recibidas al durmiente de reparto.
- * Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco.

- * Las plataformas de trabajo, independientemente de la altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio y rodapiés.
- * Las plataformas de trabajo permitirán la circulación e intercomunicación necesaria para la realización de los trabajos.
- * Los tablones que formen las plataformas de trabajo estarán sin defectos visibles, con buen aspecto y sin nudos que mermen su resistencia. Estarán limpios, de tal forma que puedan apreciarse los defectos por uso y su canto será de 7 cm. como mínimo.
- * Se prohíbe abandonar en las plataformas sobre los andamios, materiales o herramientas. Pueden caer sobre las personas o hacerles tropezar y caer al caminar sobre ellas.
- * Se prohíbe arrojar escombros directamente desde los andamios. El escombro se recogerá y se descargará de planta en planta, o bien se verterá a través de trompas.
- * Se prohíbe fabricar morteros (o asimilables) directamente sobre las plataformas de los andamios.
- * La distancia de separación de un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm. en prevención de caídas.
- * Se prohíbe expresamente correr por las plataformas sobre andamios, para evitar los accidentes por caída.
- * Se prohíbe "saltar" de la plataforma andamiada al interior del tajo; el paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.

* Los andamios se inspeccionarán diariamente por el Capataz, Encargado o Servicio de Prevención, antes del inicio de los trabajos, para prevenir fallos o faltas de medidas de seguridad.

* Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación (o sustitución).

* Los reconocimientos médicos previos para la admisión del personal que deba trabajar sobre los andamios de esta obra, intentarán detectar aquellos trastornos orgánicos (vértigo, epilepsia, trastornos cardiacos, etc.), que puedan padecer y provocar accidentes al operario. Los resultados de los reconocimientos se presentarán a la Dirección Facultativa (o a la Jefatura de Obra).

C) Prendas de protección personal recomendables.

* Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).

* Botas de seguridad (según casos).

* Calzado antideslizante (según caso).

* Cinturón de seguridad clases A y C.

* Ropa de trabajo.

* Trajes para ambientes lluviosos.

1.8. MAQUINARIA DE OBRA.

1.8.1. MAQUINARIA EN GENERAL.

A) Riesgos detectables más comunes.

* Vuelcos.

* Hundimientos.

* Choques.

- * Formación de atmósferas agresivas o molestas.
- * Ruido.
- * Explosión e incendios.
- * Atropellos.
- * Caídas a cualquier nivel.
- * Atrapamientos.
- * Cortes.
- * Golpes y proyecciones.
- * Contactos con la energía eléctrica.
- * Los inherentes al propio lugar de utilización.
- * Los inherentes al propio trabajo a ejecutar.
- * Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo.

- * Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (cortadoras, sierras, compresores, etc.).
- * Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.
- * Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.
- * Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras antiatrapamientos.
- * Las máquinas de funcionamiento irregulares o averiados serán retiradas inmediatamente para su reparación.

- * Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalarán con carteles de aviso con la leyenda: "MAQUINA AVERIADA, NO CONECTAR".
- * Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.
- * Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.
- * La misma persona que instale el letrero de aviso de "MAQUINA AVERIADA", será la encargada de retirarlo, en prevención de conexiones o puestas en servicio fuera de control.
- * Solo el personal autorizado será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.
- * Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.
- * La elevación o descenso a máquina de objetos, se efectuará lentamente, izándolos en directriz vertical. Se prohíben los tirones inclinados.
- * Los ganchos de cuelgue de los aparatos de izar quedarán libres de cargas durante las fases de descenso.
- * Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista, con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de la carga.
- * Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga, se suplirán mediante operarios que utilizando señales preacordadas suplan la visión del citado

trabajador.

* Se prohíbe la permanencia o el trabajo de operarios en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.

* Los aparatos de izar a emplear en esta obra, estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos, carga punta giro por interferencia.

* Los motores eléctricos de grúas y de los montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.

* Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transporte de cargas en esta obra, estarán calculados expresamente en función de los solicitados para los que se los instala.

* La sustitución de cables deteriorados se efectuará mediante mano de obra especializada, siguiendo las instrucciones del fabricante.

* Los lazos de los cables estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos metálicos, para evitar deformaciones y cizalladuras.

* Los cables empleados directa o auxiliariamente para el transporte de cargas suspendidas se inspeccionarán como mínimo una vez a la semana por el Servicio de Prevención, que previa comunicación al Jefe de Obra, ordenará la sustitución de aquéllos que tengan más del 10% de hilos rotos.

* Los ganchos de sujeción o sustentación, serán de acero o de hierro forjado, provistos de "pestillo de seguridad".

- * Se prohíbe en esta obra la utilización de enganches artesanales contruidos a base de redondos doblados.
- * Todos los aparatos de izado de cargas llevarán impresa la carga máxima que pueden soportar.
- * Todos los aparatos de izar estarán sólidamente fundamentados, apoyados según las normas del fabricante.
- * Se prohíbe en esta obra el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.
- * Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra.
- * Los carriles para desplazamiento de grúas estarán limitados a una distancia de 1 m. de su término, mediante topes de seguridad de final de carrera.
- * Se mantendrá en buen estado la grasa de los cables de las grúas (montacargas, etc.).
- * Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los señalados para ello por el fabricante de la máquina.

C) Prendas de protección personal recomendables.

- * Casco de polietileno.
- * Ropa de trabajo.
- * Botas de seguridad.
- * Guantes de cuero.

- * Gafas de seguridad antiproyecciones.
- * Otros.

1.8.2. MAQUINARIA PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL.

A) Riesgos detectables más comunes.

- * Vuelco.
- * Atropello.
- * Atrapamiento.
- * Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos, etc.).
- * Vibraciones.
- * Ruido.
- * Polvo ambiental.
- * Caídas al subir o bajar de la máquina.
- * Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo.

- * Las máquinas para los movimientos de tierras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.
- * Las máquinas para el movimiento de tierras a utilizar en esta obra serán inspeccionadas diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocina retroceso, transmisiones, cadenas y neumáticos.
- * Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

* Se prohíbe en esta obra, el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

* Se prohíben las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.

* Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes de taludes o terraplenes, a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

* Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

* Se prohíbe en esta obra la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras.

Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.

* Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

C) Prendas de protección personal recomendables.

* Casco de polietileno (de uso obligatorio para abandonar la cabina).

* Gafas de seguridad.

* Guantes de cuero.

* Ropa de trabajo.

* Trajes para tiempo lluvioso.

* Botas de seguridad.

- * Protectores auditivos.
- * Botas de goma o de P.V.C.
- * Cinturón elástico antivibratorio.

1.9. DOCUMENTACION A COMPLEMENTAR POR EL ORGANO DE CONTRATACIÓN, COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, CONSTRUCTORA Y SUBCONTRATISTAS.

1.9.1. Documentación a complementar por la promotora.

Documento N° 1: Aviso previo a la autoridad laboral.

Documento N° 2: Nombramiento de Coordinador en materia de seguridad y salud.

1.9.2. Documentación a complementar por el Coordinador en materia de seguridad y salud en la ejecución de obra.

Documento N° 3: Aprobación del plan de seguridad.

Documento N° 4: Autorización de acceso a la obra de personas y empresas.

1.9.3. Documentación a complementar por la Empresa Principal.

Redacción del Plan de Seguridad.

Comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral y remisión en el mismo acto administrativo del plan de seguridad.

Documento N° 5: Normativa Básica. Entrega a todos sus trabajadores y a cada una de las subcontratas, con acuse de recibo que se entregará al coordinador.

Documento N° 6: Nombramiento del delegado de prevención y de las personas que van realizar las medidas correctoras.

1.9.4. Documentación a complementar por las Empresas Subcontratistas

Documento N° 7: acuse de tener a su disposición en la obra el plan de seguridad para su observancia y cumplimiento.

Documento N° 8: Normativa Básica. Entrega a todos sus trabajadores y a cada una de las subcontratas, con acuse de recibo que se entregará al coordinador.

1.9.5. Documentación varía para comunicaciones de orden interno.

Documento N° 9: Amonestación a empresa principal o subcontratista.

Documento N° 10: Amonestación a trabajador o autónomo.

Santiago de Compostela, abril 2012

Fdo. José Ángel González Parga
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado N° 4.862

PROYECTO BÁSICO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA **REVERSIBLE DE AGUA MARINA**

PUNTA CENTINELA - OIA – PONTEVEDRA

ANEJO Nº 8: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PLIEGO DE CONDICIONES

2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1. NORMATIVA LEGAL DE APLICACION.

La seguridad de la obra objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada a lo largo de su ejecución por la legislación vigente actual aplicable al sector y tipo de obra que se proyecta, específicamente la relativa a la seguridad en obras marítimas, hidráulicas, de movimientos de tierra superficiales y en túneles, incluyendo el empleo de explosivos, así como la legislación aplicable al sector eléctrico en instalaciones de AT, MT y BT y Maquinaria Eléctrica, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas. También serán de aplicación, siempre que no entren en contradicción con la normativa indicada, los siguientes textos:

ORDENANZA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO DE 9 DE MARZO DE 1.971,

CONVENIO 155 DE LA ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO, SOBRE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES.

LEY 31/1.995 DE 8 DE NOVIEMBRE, DE PREVENCION DE RIESGOS LABORALES.

ORDENANZA DE TRABAJO PARA LAS INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCIÓN, VIDRIO Y CERAMICA DE 28 DE AGOSTO DE 1.970.

CONVENIO COLECTIVO DEL GRUPO DE CONSTRUCCION Y OBRAS PÚBLICAS.

NORMAS TECNICAS REGLAMENTARIAS SOBRE HOMOLOGACION DE MEDIOS DE PROTECCION PERSONAL DEL MINISTERIO DE TRABAJO.

2.1.1.- RELACION DE ARTICULOS DE LA ORDENANZA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO DE 9 DE MARZO DE 1971, ANTERIORMENTE CITADA, QUE SE APLICARAN ESPECIALMENTE MIENTRAS NO ENTREN EN CONTRADICCIÓN CON LA NORMATIVA ACTUAL, POR SU PRACTICIDAD PARA LOS CONTRATISTAS Y LOS TRABAJADORES

ARTICULO 19 - ESCALERAS DE MANO

ARTICULO 31 - RUIDOS, VIBRACIONES Y TREPIDACIONES

ARTICULO 36 - COMEDORES

ARTICULO 38 - ABASTECIMIENTO DE AGUA

ARTICULO 39 - VESTUARIO Y ASEOS

ARTICULO 40 - RETRETES

ARTICULO 41 - DUCHAS

ARTICULO 42- NORMAS COMUNES DE CONSERVACION Y LIMPIEZA

ARTICULO 43 - INSTALACIONES SANITARIAS

ARTICULO 51- PROTECCION CONTRA CONTACTOS EN LAS
INSTALACIONES Y EQUIPOS ELECTRICOS.

ARTICULO 58 - MOTORES ELECTRICOS

ARTICULO 59 - CONDUCTORES

ARTICULO 60 - INTERRUPTORES Y CORTACIRCUITOS DE BAJA TENSION

ARTICULO 61 - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS ELECTRICAS PORTATILES

ARTICULO 70 - PROTECCION PERSONAL CONTRA LA ELECTRICIDAD

ARTICULO 82 - MEDIOS DE PREVENCION Y EXTINCION

ARTICULO 89 - PROTECCIONES
ARTICULO 90 - RESGUARDOS
ARTICULO 91 - DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD
ARTICULO 92 - ENTRETENIMIENTO Y LIMPIEZA
ARTICULO 93 - MAQUINAS AVERIADAS
ARTICULO 94 - HERRAMIENTAS MANUALES
ARTICULO 124 - TRACTORES Y OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE
AUTOMOTORES
ARTICULO 141 - DISPOSICIONES GENERALES
ARTICULO 142 - ROPA DE TRABAJO
ARTICULO 143 - PROTECCION DE LA CABEZA
ARTICULO 144 - PROTECCION DE LA CARA
ARTICULO 145 - PROTECCION DE LA VISTA
ARTICULO 146 - CRISTALES DE PROTECCION
ARTICULO 147 - PROTECCION DE LOS OIDOS
ARTICULO 148 - PROTECCION DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES
ARTICULO 149 - PROTECCION DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES
ARTICULO 150 - PROTECCION DEL APARATO RESPIRATORIO
ARTICULO 151 - CINTURONES DE SEGURIDAD

2.2. CONDICIONES TECNICAS DE LOS MEDIOS DE PROTECCION.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente), será

desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

2.3. CONDICIONES TECNICAS DE LA MAQUINARIA.

Conforme marca el Capítulo VI Art. 41, de la Ley 10/11/1.995 BOE 269, deberán los fabricantes suministrar información sobre la correcta utilización, medidas preventivas y riesgos laborales que conlleve su uso normal así como la manipulación inadecuada.

Las máquinas con ubicación fija en obra, tales como grúas torre y hormigoneras serán instaladas por personal competente y debidamente autorizado.

El mantenimiento y reparación de estas máquinas quedará, asimismo, a cargo de tal personal, el cual seguirá siempre las instrucciones señaladas por el fabricante de las máquinas.

Las operaciones de instalación y mantenimiento deberán registrarse documentalmente en los libros de registro pertinentes de cada máquina. De no existir estos libros para aquellas máquinas utilizadas con anterioridad en otras obras, antes de su utilización deberán ser revisadas con profundidad por personal competente, asignándoles el mencionado libro de registro de incidencias.

Las máquinas con ubicación variable, tales como circular, vibrador, soldadura, etc., deberán ser revisadas por personal experto antes de su uso en obra,

quedando a cargo del Jefe de Obra con la ayuda del Servicio de Prevención la realización del mantenimiento de las máquinas según las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

El personal encargado del uso de las máquinas empleadas en obra deberá estar debidamente autorizado para ello por parte del Jefe de obra proporcionándole las instrucciones concretas de uso.

2.4. CONDICIONES TECNICAS DE LOS PRODUCTOS Y SUSTANCIAS QUIMICAS EMPLEADOS EN OBRA.

Los productos y sustancias químicas de utilización en el trabajo están obligados a estar envasados y etiquetados, de manera que permita su conservación y manipulación en condiciones de seguridad, identificándose su contenido.

2.5 CONDICIONES TECNICAS DE LA INSTALACION ELECTRICA.

La instalación eléctrica provisional de obra se realizará por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Normas UNE.

Todas las líneas estarán formadas por cables unipolares con conductores de cobre y aislados con goma o policloruro de vinilo, para una tensión nominal de 1.000 voltios.

Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.

Los conductores de protección serán de cobre electrolítico y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por las mismas canalizaciones que éstos. Sus secciones mínimas se establecerán de acuerdo

con la tabla V de la Instrucción MI.BT 017, en función de las secciones de los conductores de fase de la instalación.

Los tubos constituidos de P.V.C. o polietileno, deberán soportar sin deformación alguna, una temperatura de 60° C.

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento, a saber:

* Azul claro:

Para el conductor neutro.

*Amarillo/Verde:

Para el conductor de tierra y protección.

* Marrón/Negro/Gris:

Para los conductores activos o de fase.

En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobrecargas (sobrecarga y corto- circuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.

Dichos dispositivos se instalarán en los orígenes de los circuitos así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

Los aparatos a instalar son los siguientes:

* Un interruptor general automático magnetotérmico de corte omnipolar que perm...

* Dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Estos automáticos magnetotérmicos, de corte omnipolar, con curva térmica de corte. La capacidad de corte de estos interruptores será inferior a la intensidad de cortocircuitos que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores tendrán los polos que correspondan al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las intensidades máximas admisibles en los conductores del circuito que protegen.

* Dispositivos de protección contra contactos indirectos que al haberse optado por sistema de la clase B, son los interruptores diferenciales sensibles a la intensidad de defecto. Estos dispositivos se complementarán con la unión a una misma toma de tierra de todas las masas metálicas accesibles. Los interruptores diferenciales se instalan entre el interruptor general de cada servicio y los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, a fin de que estén protegidos por estos dispositivos.

En los interruptores de los distintos cuadros, se colocarán placas indicadoras de los circuitos a que pertenecen, así como dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a los receptores.

2.6. CONDICIONES TECNICAS DE LOS SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR.

Considerando que el número previsto de operarios en obra es de 30, las

instalaciones de higiene y bienestar deberán reunir al menos las siguientes condiciones:

VESTUARIOS:

Para cubrir las necesidades se dispondrá de una superficie total de 40 m², instalándose tantos módulos como sean necesarios para cubrir tal superficie.

La altura libre a techo será de 2,30 metros.

Los suelos, paredes y techos serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria. Asimismo dispondrán de ventilación independiente y directa.

Los vestuarios estarán provistos de una taquilla individual con llave para cada trabajador y asientos.

Se habilitará un tablón conteniendo el calendario laboral, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica y las notas informativas de régimen interior que la Dirección Técnica de la obra proporcione.

ASEOS:

Se dispondrá de un local con los siguientes elementos sanitarios:

- * 2 duchas.
- * 2 inodoros.
- * 2 lavabos.
- * 2 urinarios.
- * 4 espejos.

Completándose con los elementos auxiliares necesarios: toalleros, jaboneras, etc.

Dispondrá de agua caliente en duchas y lavabos.

Los suelos, techos y paredes serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria; asimismo dispondrán de ventilación independiente y directa.

La altura libre de suelo a techo no deberá ser inferior a 2,30 metros, teniendo cada uno de los retretes una superficie de 1 x 1,20 metros.

COMEDOR:

Para cubrir las necesidades se dispondrá en obra de un comedor de 40 m², con las siguientes características:

*Suelos, paredes y techos lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria.

*Iluminación natural y artificial adecuada.

*Ventilación suficiente, independiente y directa.

Disponiendo de mesas y sillas, menaje, calienta-comidas, pileta con agua corriente y recipiente para recogida de basuras.

BOTIQUINES:

Se dispondrá de un cartel claramente visible en el que se indiquen todos los

teléfonos de urgencia de los centros hospitalarios más próximos; médicos, ambulancias, bomberos, policía, etc.

En todos los centros de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

Los botiquines estarán a cargo de personas capacitadas designadas por la empresa.

Se revisará mensualmente su contenido y se repondrá inmediatamente lo usado.

El contenido mínimo será: Agua oxigenada, alcohol de 96 grados, tintura de yodo, mercurocromo, amoníaco, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, torniquete, bolsas de goma para agua y hielo, guantes esterilizados, jeringuilla, hervidor y termómetro clínico.

2.7. ORGANIZACION DE LA SEGURIDAD.

2.7.1. SERVICIO DE PREVENCIÓN.

El empresario deberá nombrar un Servicio de Prevención e Higiene en el Trabajo dando cumplimiento a lo señalado en el artículo 30 de la Ley 31/1/95 de Prevención de Riesgos Laborales, que determina en su párrafo 1 como obligación del Empresario la designación de uno o varios trabajadores para ocuparse de las tareas de prevención de riesgos profesionales o, en su caso, constituir un Servicio de Prevención específico dentro de la empresa, o concertar dicho Servicio a una Entidad especializada, ajena a la misma.

Se entenderá como Servicio de Prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores,

asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados. Para el ejercicio de sus funciones, el empresario deberá facilitar a dicho servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado tres del artículo 30 de dicha ley.

Las funciones serán las indicadas en los artículos 30, 31 y 32. Será persona idónea para ello cualquier trabajador que acredite haber seguido con aprovechamiento algún curso sobre la materia y, en su defecto, el trabajador más preparado, a juicio de la Dirección Técnica ó del Jefe de Obra, en estas cuestiones.

2.7.2. SEGUROS DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y TODO RIESGO EN OBRA.

Será preceptivo en la obra que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional; asimismo, el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extra-contractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia.

El contratista viene obligado a la contratación de un Seguro, en la modalidad de todo riesgo a la construcción, durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

2.7.3. FORMACION.

A todo el personal que realice su cometido en la obra se le indicarán las normas generales sobre Seguridad y Salud que en la ejecución de esta obra se van a

adoptar.

Esta formación deberá ser impartida por los Jefes de Servicios Técnicos o mandos intermedios, recomendándose su complementación por instituciones tales como los Gabinetes de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Mutua de Accidentes, etc.

Por parte de la Dirección de la empresa en colaboración con la Dirección Técnica de la obra, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina, sean requeridas.

Esta formación se complementará con las notas, que de forma continua la Dirección Técnica de la obra pondrá en conocimiento del personal, por medio de su exposición en el tablón a tal fin habilitado en el vestuario de obra.

2.7.4. RECONOCIMIENTOS MEDICOS.

Al ingresar en la empresa constructora todo trabajador deberá ser sometido a la práctica de un reconocimiento médico, el cual se repetirá con periodicidad máxima de un año.

*El reconocimiento médico será llevado a cabo por personal sanitario con formación acreditada.

*La vigilancia de la salud solo se llevará a cabo si el trabajador muestra su consentimiento.

*Se respetará siempre la intimidad, dignidad de la persona y confidencialidad de su estado de salud.

*Los resultados de la vigilancia se comunicarán a los trabajadores, y no podrán ser usados con fines discriminatorios.

*Sin consentimiento del trabajador, la información médica no podrá ser facilitada al empresario.

2.8 CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD

2.8.1. Conforme marca el Capítulo V de la Ley 10/11/1.995 Artículo 33 el empresario debe consultar a los trabajadores la adopción de las decisiones relativas a:

- *Introducción de nuevas tecnologías, con las consecuencias que llevan para la salud.
- *Organización y desarrollo de actividades de protección de la salud.
- *Designación de trabajadores para medidas de emergencia.
- *Si la empresa tiene representantes de los trabajadores, todo lo anterior se llevará a cabo por los mismos.

2.8.2. Los Delegados de Prevención o representantes de los trabajadores en materia de prevención serán designados por y entre los representantes del personal, siguiendo la escala marcada por el Artículo 35 Capítulo V Ley 10/11/1.995

2.8.3. Compete a los Delegados de Prevención:

- *Colaborar con la Dirección en la mejora de la acción preventiva de riesgos.
- *Promover a los trabajadores para cooperar en la ejecución de la normativa sobre prevención.
- *Controlar el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.
- *Acompañar a los Técnicos, Inspectores de Trabajo y Seguridad Social

en las visitas.

*Recibir información sobre las Inspecciones realizadas por Organos u Organismos competentes.

*La información recibida estará sujeta a lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 65 del Estatuto de los Trabajadores en cuanto al sigilo profesional.

2.8.4. Comités de Seguridad y Salud.

*Se constituirán si la empresa tiene 50 o más trabajadores.

*Participará en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de programas de prevención.

*Propondrá iniciativas sobre métodos y procedimientos para la eficacia en la prevención.

*En el ejercicio de sus competencias, el Comité de Seguridad y Salud estará facultado para conocer los daños producidos en la salud de los trabajadores para valorar sus causas y proponer las medidas preventivas oportunas.

2.9. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS DE LA PROPIEDAD:

La propiedad viene obligada a incluir el presente Estudio de Seguridad, como documento adjunto del Proyecto de Obra, procediendo a su visado por la OFICINA DE SUPERVISION DE PROYECTOS.

La propiedad deberá asimismo proporcionar el preceptivo "Libro de Incidencias" debidamente cumplimentado.

Igualmente, abonará a la Empresa Constructora, previa certificación de la Dirección Facultativa, las partidas incluidas en el Documento Presupuesto del

Estudio de Seguridad.

DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA:

La Empresa Constructora viene obligada a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad, a través del Plan de Seguridad y Salud, coherente con el anterior y con los sistemas de ejecución que la misma vaya a emplear.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

En el caso de obras de las Administraciones públicas, el plan, con el correspondiente informe del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, se elevará para su aprobación a la Administración pública que haya adjudicado la obra.

Por último, la Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Estudio y el Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas y empleados.

DE LA DIRECCION FACULTATIVA:

La Dirección Facultativa considerará el Estudio de Seguridad como parte integrante de la ejecución de la obra, correspondiéndole el control y supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste y dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

El Plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de la Dirección facultativa.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Presupuesto de Seguridad, poniendo en conocimiento de la Propiedad y de los organismos competentes el incumplimiento, por parte de la Empresa Constructora, de las medidas de Seguridad contenidas en el Estudio de Seguridad.

2.10. NORMAS PARA LA CERTIFICACION DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD.

Junto a la certificación de ejecución, se extenderá la valoración de las partidas que, en material de Seguridad, se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme a este Estudio y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad. Esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la Propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en el presente presupuesto, se definirán total y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente procediéndose para su abono, tal y como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

2.11.- RECOMENDACIONES PARA LA REDACCIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En el momento de realizar un Plan de Seguridad, hay que tener siempre muy en

cuenta que el mero hecho de establecer dicho estudio, no es un salvoconducto para evitar los accidentes durante la ejecución de la obra.

El hecho, pues, de la existencia de un "Plan de Seguridad" no evitará la siniestralidad.

Ahora bien, se podría defender de modo inverso, que la siniestralidad en la ejecución de una obra es consecuencia de un mal "Plan de Seguridad"; sin embargo sería también erróneo el considerar esta cuestión como bandera de batalla. No es consecuencia inmediata un accidente de un estudio mal realizado.

Lo que si es cierto es que "Un Plan de Seguridad" debe tender a reducir la siniestralidad a cero.

Para ello se deben realizar dos cosas:

- Un buen estudio y planeamiento de la Seguridad durante la fase de desarrollo de la Obra
- Un conocimiento claro de la disponibilidad de medios reales materiales con que se cuenta para evitar percances.

Una vez conocido el "cómo" y "cuándo" de las medidas de protección, existen toda una serie de recomendaciones que se deberán fomentar entre los trabajadores de la obra, y que son en cierta medida tanto o más responsables de la siniestralidad, como lo son los propios medios con que contemos o los estudios que se realicen al respecto.

Entre dichas medidas informativas están la necesidad de:

- Orden y organización en la obra

- Aseo y limpieza
- Formación específica del trabajador
- Control constante de la seguridad
- Estudio del medio de trabajo antes de su realización
- Estudio de itinerarios de tránsito por interiores de obra
- Uso correcto y adecuado de las protecciones personales
- Uso correcto de las protecciones colectivas
- Utilización de los locales de servicios
- Cierre o cercado del recinto de obra y áreas de trabajo.
- Señalización correcta y observancia de la misma.

La Seguridad deberá incluirse como un capítulo más en los presupuestos de todas la obra.

Los medios de Seguridad a utilizar durante las diferentes fases de la obra son siempre particulares, no pudiendo en ningún caso generalizar alegremente cual es la solución más eficaz, idónea o absoluta. Sin embargo si es posible aproximarse mucho a dar unas características globalizantes o recomendaciones para obtener los resultados óptimos.

SEÑALIZACION:

En este apartado hay que incluir el estudio de itinerarios alternativos por desvío de tráfico. También hay que considerar la señalización manual en situaciones de carga y descarga o maniobra de maquinaria.

a) Señalización vertical:

-Señales de Obligación en Obra

- Señales de Peligro
- Señales de Reglamentación
- Señales de Advertencia
- Señales de Balizamiento
- Señalización Manual
- Señalización Luminosa
- Señalización de indicación
- Señalización Complementaria
- Señalización de Salvamento

b) Señalización horizontal:

- Pintura provisional de desvíos

PROTECCION CONTRA INCENDIOS

Se estudiará en tres vertientes:

- a) Instalaciones de conductos fijos provisionales, si hiciera falta. Esto es necesario en túneles, galerías, canalizaciones de subsuelo, etc.
- b) Instalaciones móviles de incendios, tales como extintores de diferentes tipos, según cometido.
- c) Señalizaciones acústicas y ópticas de las instalaciones anteriores.

- Boca o rociador
- Extintor de pared
- Extintor móvil con ruedas
- Instalación de red contra incendios
- Llaves de corte
- Señalizaciones reflectantes
- Tubería de conducciones

SANIDAD E HIGIENE

Deberá hacerse una previsión de los trabajadores que simultáneamente van a coincidir en el tiempo durante la ejecución de la obra. Incluso determinar si van a trabajar hombres y/o mujeres en la obra.

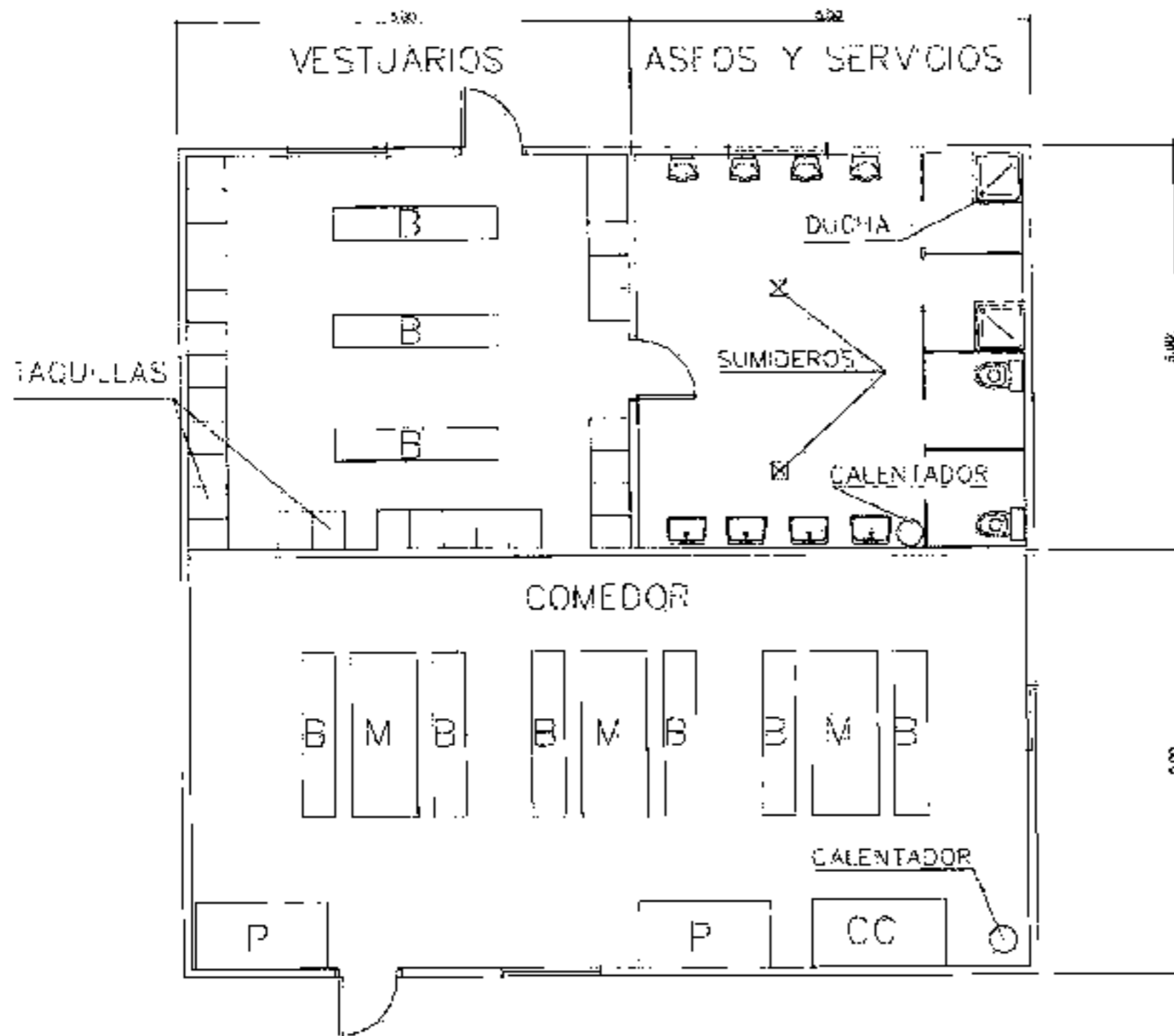
En caso de existir los dos sexos, se deben prever servicios y vestuarios independientes para ambos, excepto para comedor, que podrá ser un local o caseta compartida.

- Vestuarios
- Casetas de obra
- Aseos
- Servicios
- Botiquín
- Comedor

Santiago de Compostela, abril 2012

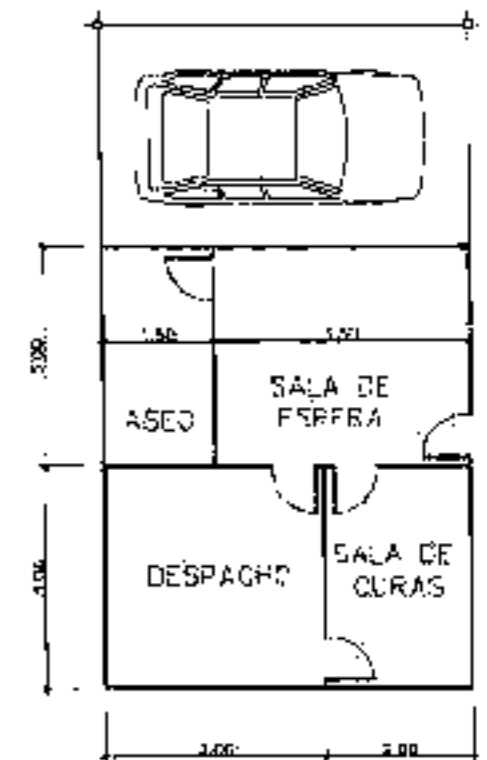
Fdo. Benito Fernández González
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado N° 4.752

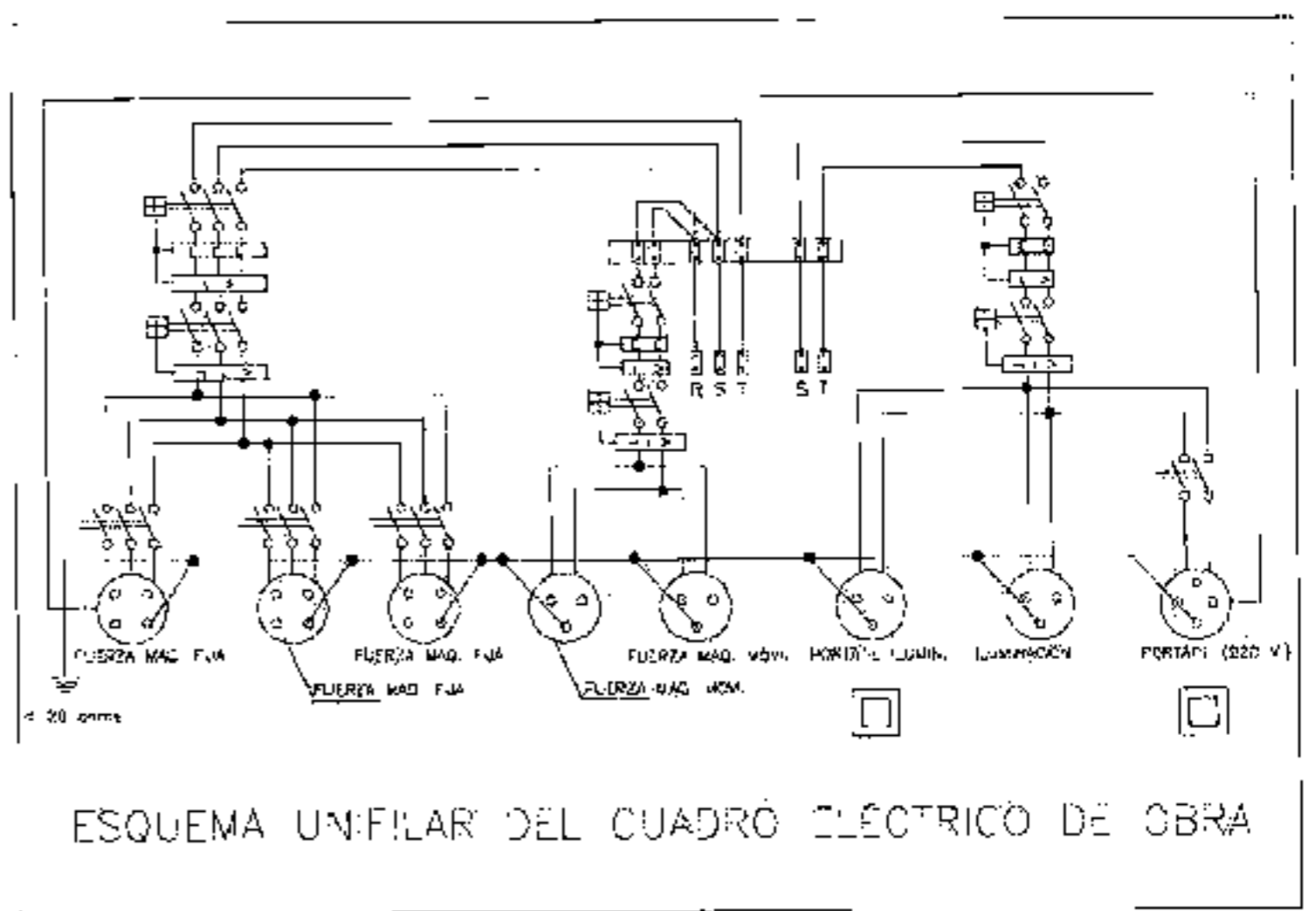
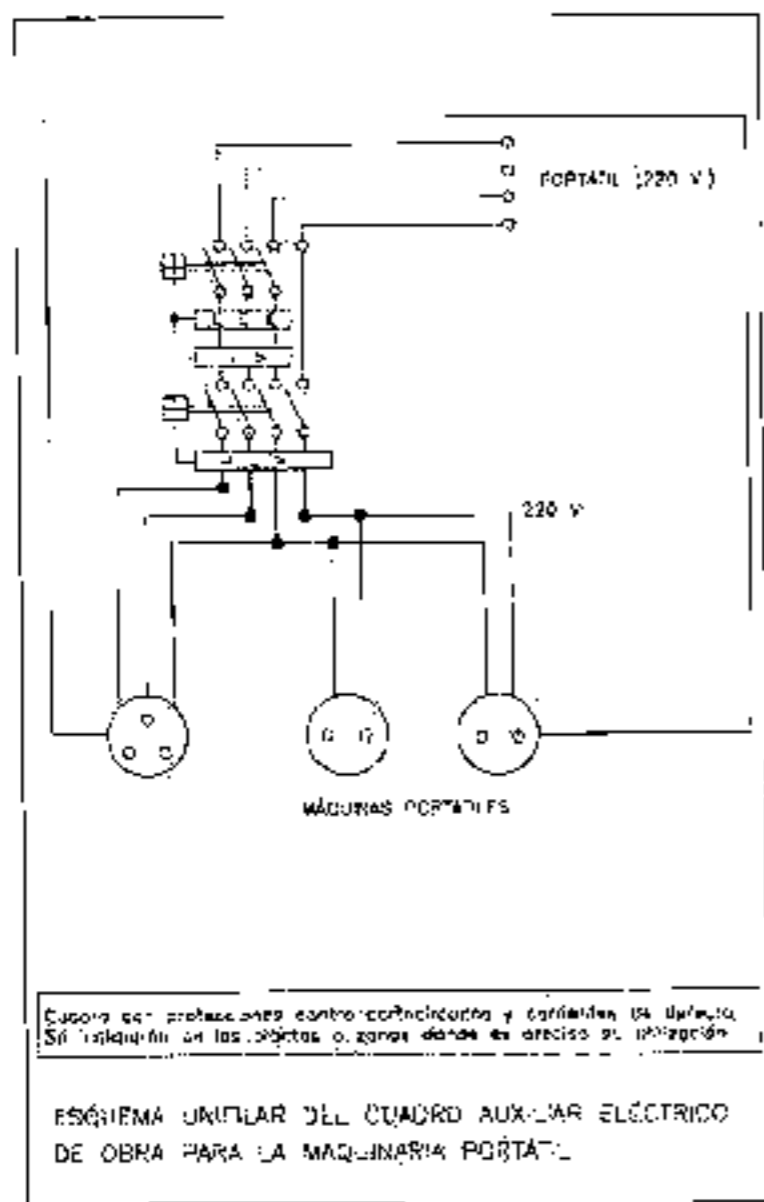
3. PLANOS

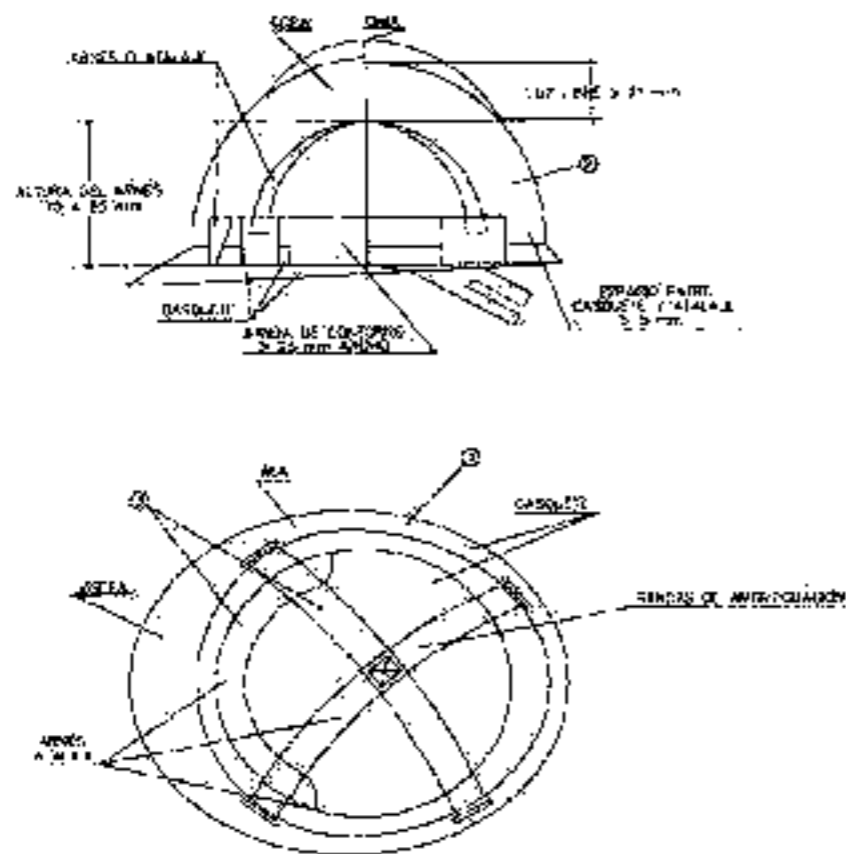


LEYENDA

- M: MESA
- B: BANCOS
- P: PILA LAVAFIATOS
- CC: CALIENTA COMIDAS

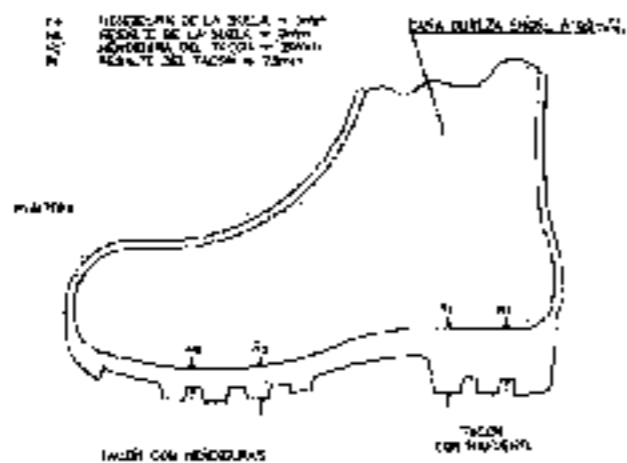




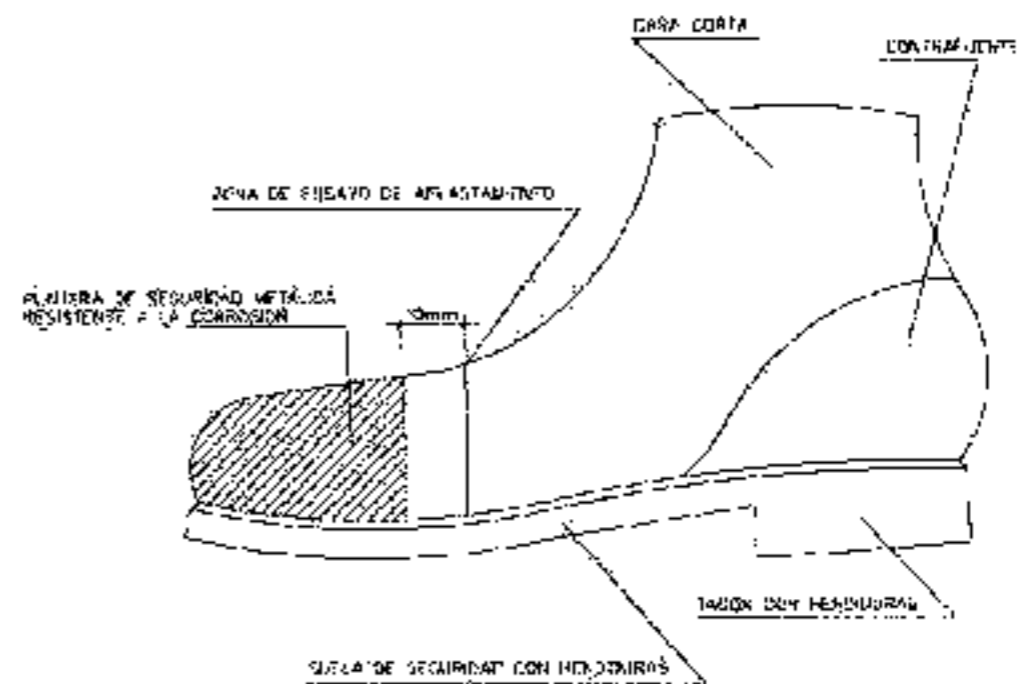


- I MATERIAL ADECUADO, RESISTENTE A GRANDES SALES Y ROSA
- II CLASE II AJUSTANTE A TODO Y CLASE III AJUSTANTE A TODO Y
- A MATERIAL NO RIGIDO, FLEXIBLE, Y DE LIMPIEZA Y DESINFECCION

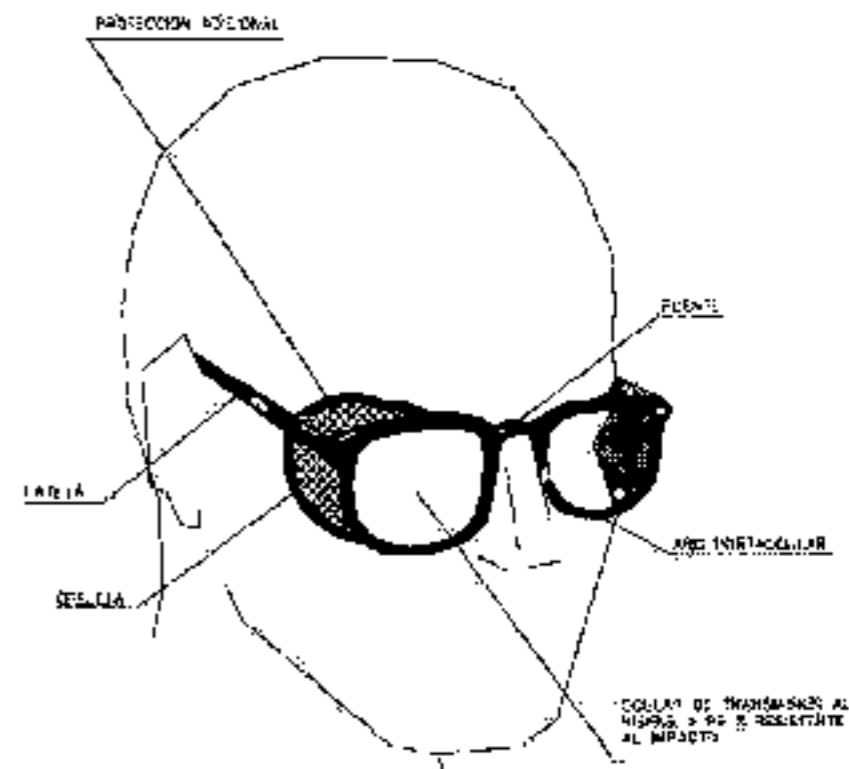
CASCO DE SEGURIDAD NO METÁLICO



BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD



BOTA DE SEGURIDAD DE CLASE III



GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS

PROTECCIÓN OÍDICA
NOTICIA: D (Adaptación realizada por DG de LDU)



CASCO DE 360 GRADOS
 CON PANTALLA IMPROVEDICORONA
 -Vista superior-

PANTALLAS DE SEGURIDAD
NOTICIA: D (Adaptación realizada por DG de LDU)



PANTALLA DE SEGURIDAD
 CON PANTALLA IMPROVEDICORONA
 -Vista superior-

GUAPAS PARA ELECTRICISTA



GUAPA DE SEGURIDAD
 TIPO DE PUNTO Y
 SUELO DE GOMA

GUAPAS PARA TRABAJADORES DE MEDICINA



CASCOS PROTECTORES DEL RUIDO



CLASE 2: sinear en la cabeza



CLASE 5: sobre en la nuca

GAFAS CONTRA LOS IMPACTOS



PRENDAS PARA LA LLUVIA



TRAJE IMPERMEABLE, compuesto por
 chaqueta con rebueldos, ventillos
 de seguridad, y guantes

PRENDAS DE SEÑALIZACIÓN PERSONAL



CHALECOS



COBRIERAS



MOYALITOS

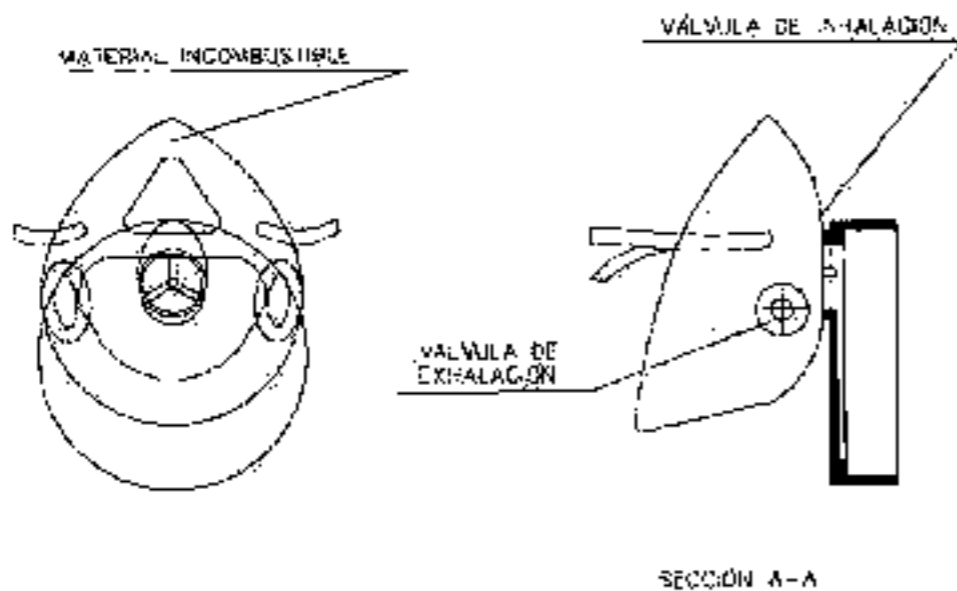
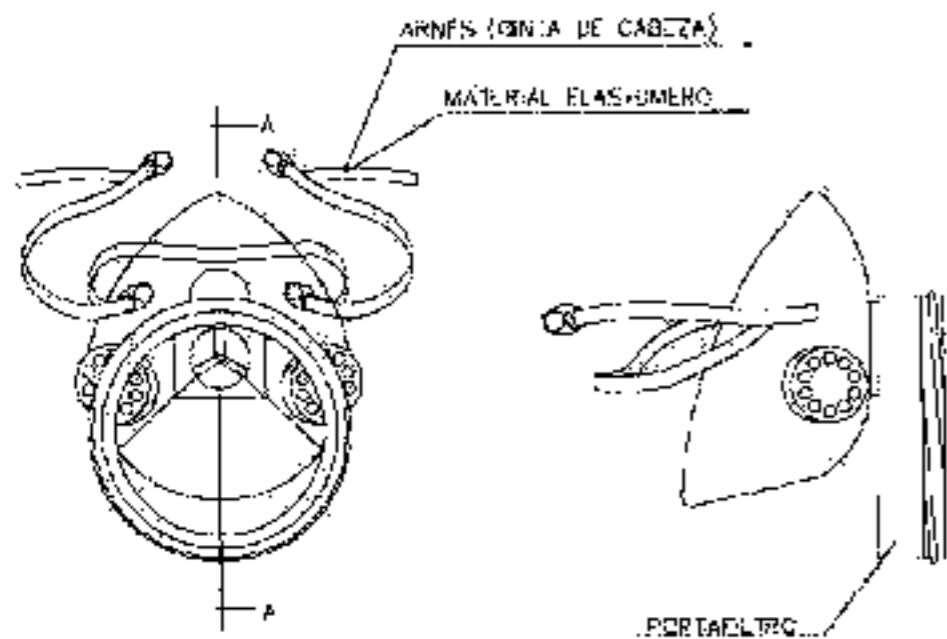


SOBRANAS

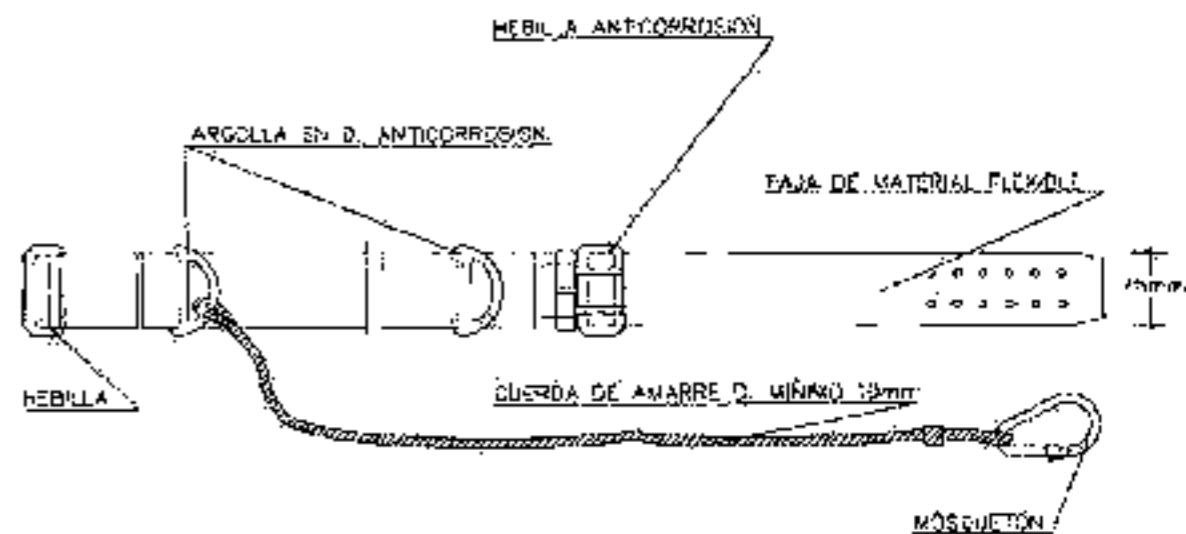
GUANTES DE CUERO FLOR Y LONETA



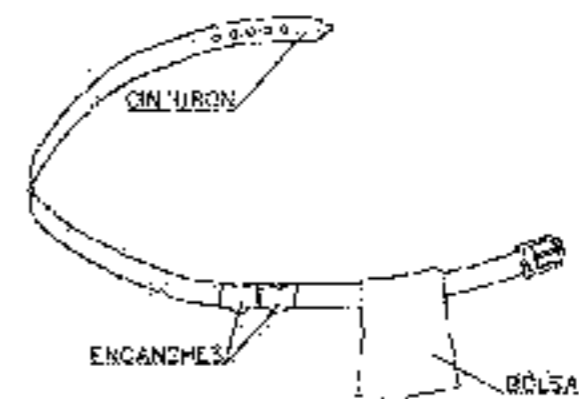
- 1) GLOVES PARA TRABAJO EN CALIENTE
- 2) GLOVES PARA TRABAJO EN FRIJO
- 3) GLOVES PARA TRABAJO EN MOJADO
- 4) GLOVES PARA TRABAJO EN SECO
- 5) GLOVES PARA TRABAJO EN LONETA
- 6) GLOVES PARA TRABAJO EN FLOR
- 7) GLOVES PARA TRABAJO EN PUNTO



MASCARILLA ANTIPOLVO



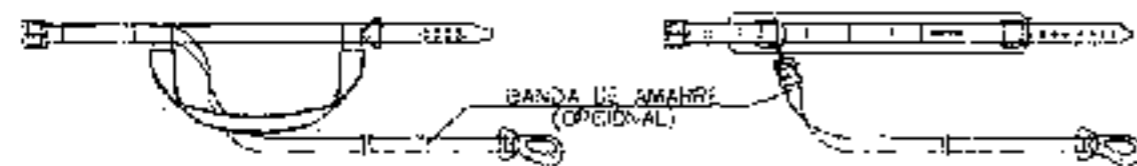
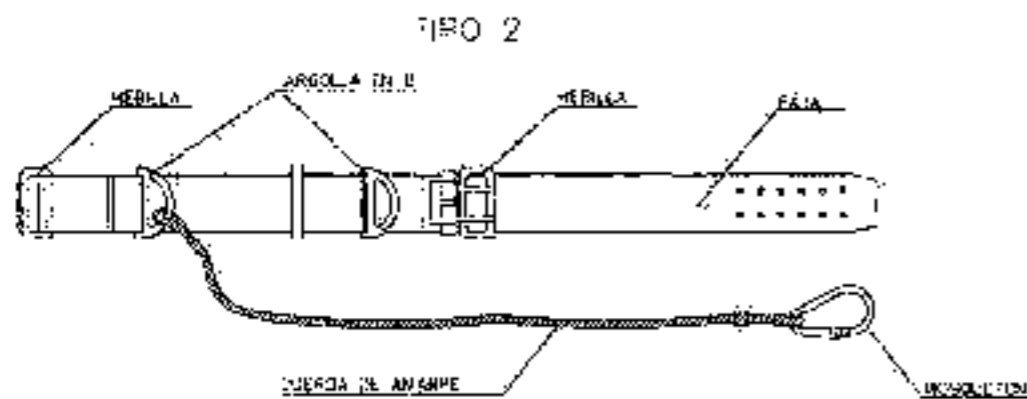
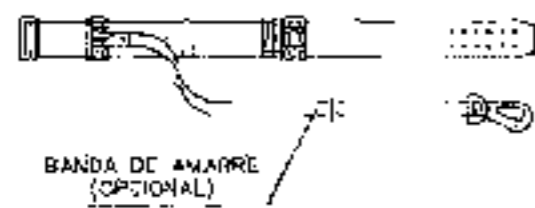
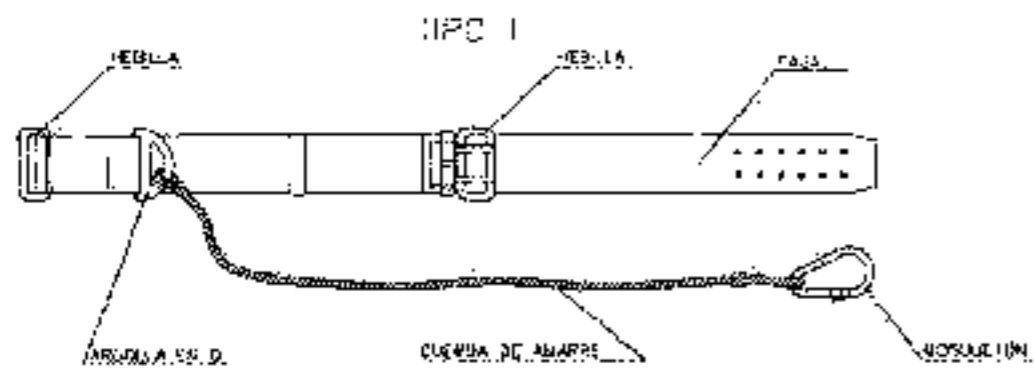
CINTURÓN DE SEGURIDAD CLASE A. TIPO 2



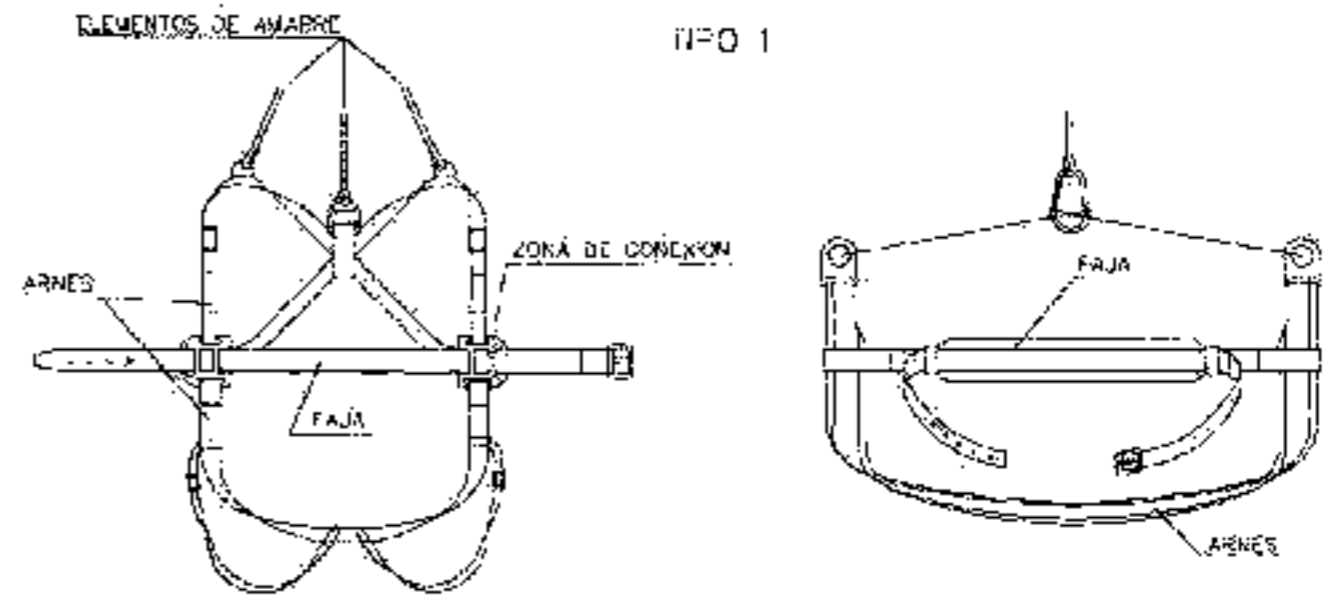
1. PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MAS SEGURIDAD AL MOVERSE
2. EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS
3. NO EXIJE DEL CINTURON DE SEGURIDAD CUANDO ESTE ES NECESARIO

PORTAHERRAMIENTAS

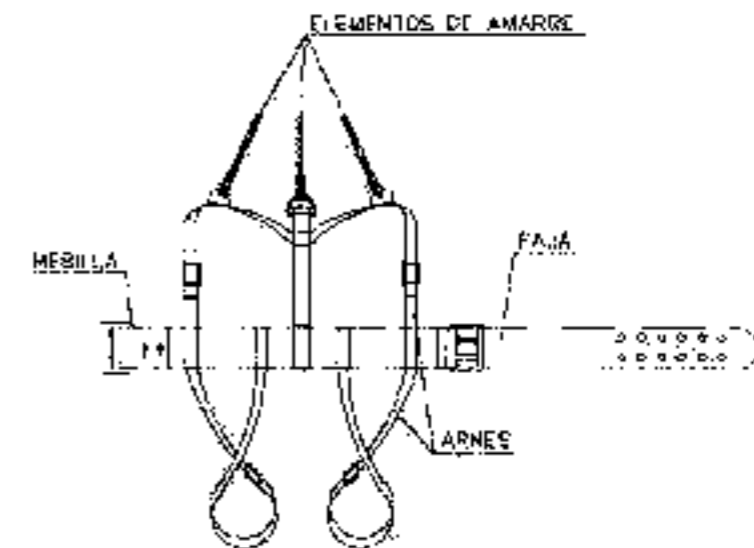
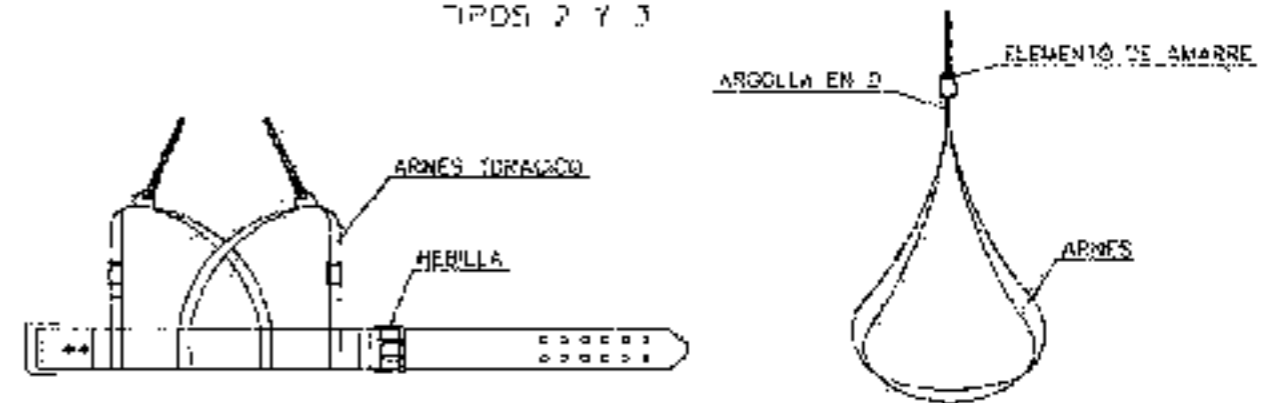
CINTURÓN DE SEGURIDAD
DE SUJECIÓN
CLASE "A"



CINTURÓN DE SEGURIDAD
DE SUSPENSIÓN
CLASE "B"

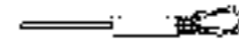
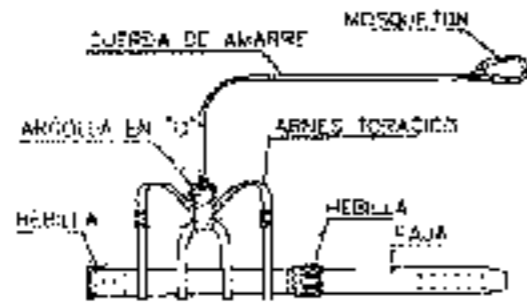


TIPOS 2 Y 3



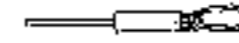
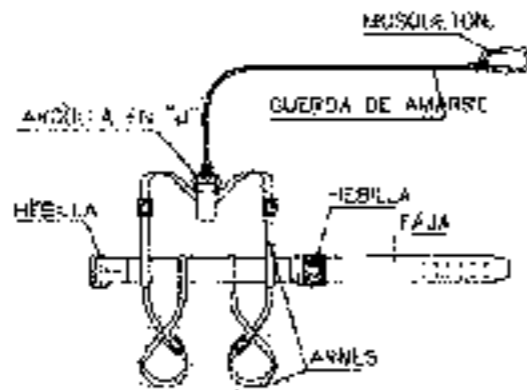
CLASE "C"

TIPO 1

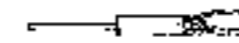
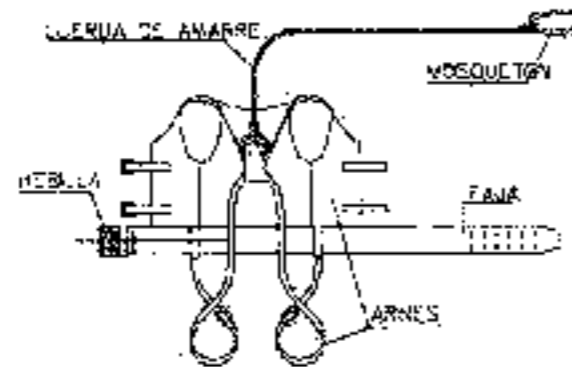


AMORTIGUADOR DE CAIDA (Opcional)

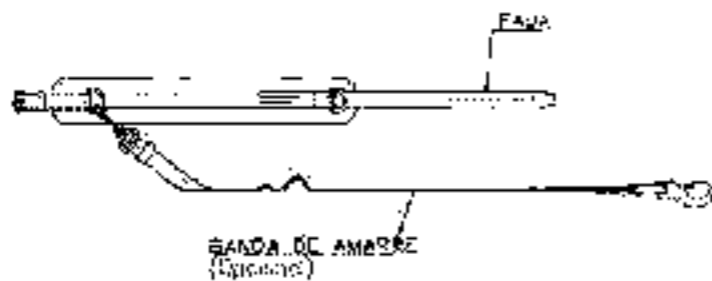
TIPO 2



AMORTIGUADOR DE CAIDA (Opcional)



AMORTIGUADOR DE CAIDA (Opcional)



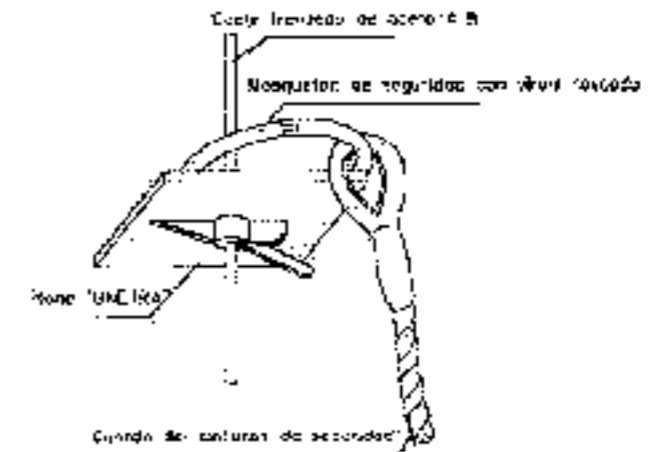
LEYENDA

CINTURON DE SUJECION, CLASE "A".-Norma Tec. RE MT-13 PARA TRABAJOS EN LOS QUE LOS DESPLAZAMIENTOS DEL USUARIO SEAN LIMITADOS.

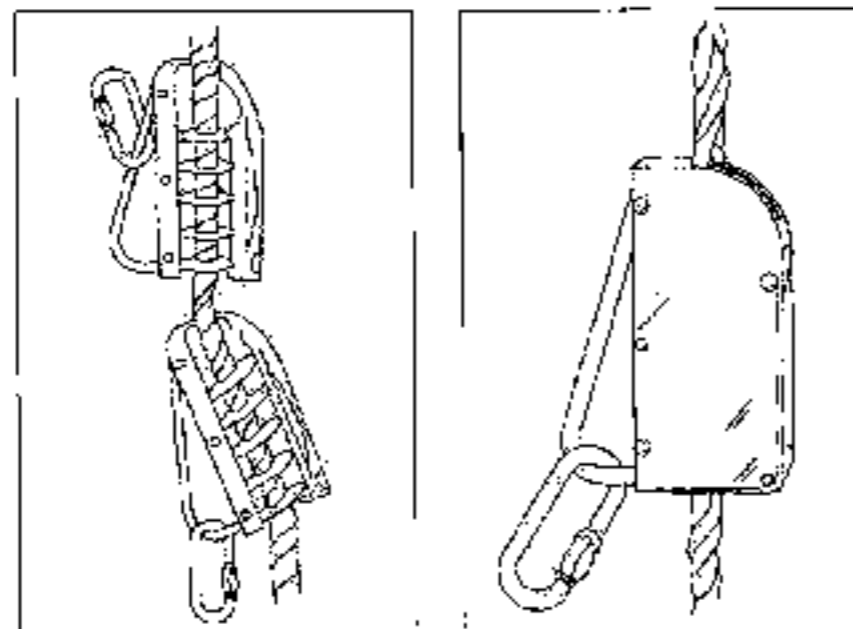
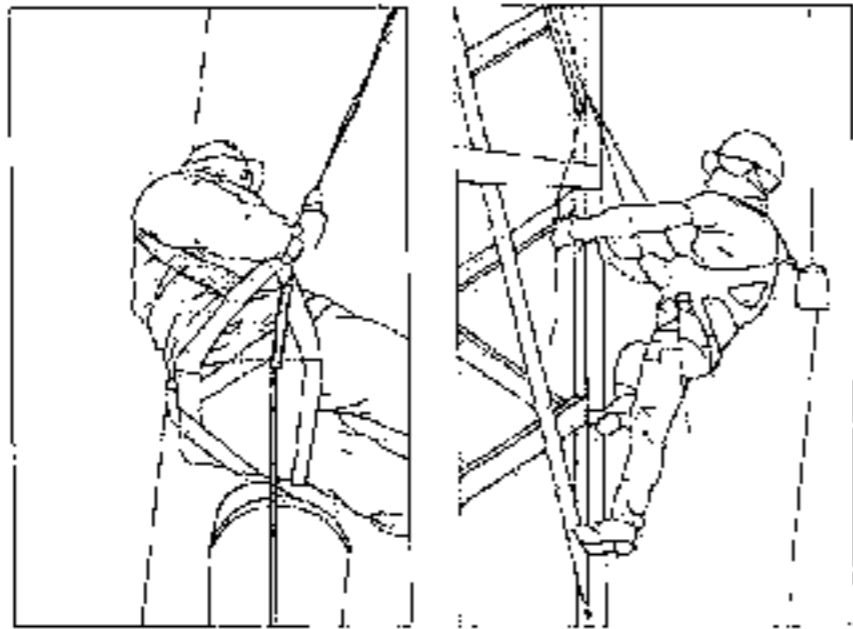
CINTURON DE SUJECION, CLASE "B".-Norma Tec. RE MT-21 PARA TRABAJOS EN LOS QUE EXISTAN SOLAMENTE ESFUERZOS ESTATICOS SIN POSIBILIDAD DE CAIDA LIBRE.

CINTURON DE SUJECION, CLASE "C".-Norma Tec. RE MT-22 PARA TRABAJOS QUE REQUIERAN DESPLAZAMIENTOS DEL USUARIO CON POSIBILIDAD DE CAIDA LIBRE.

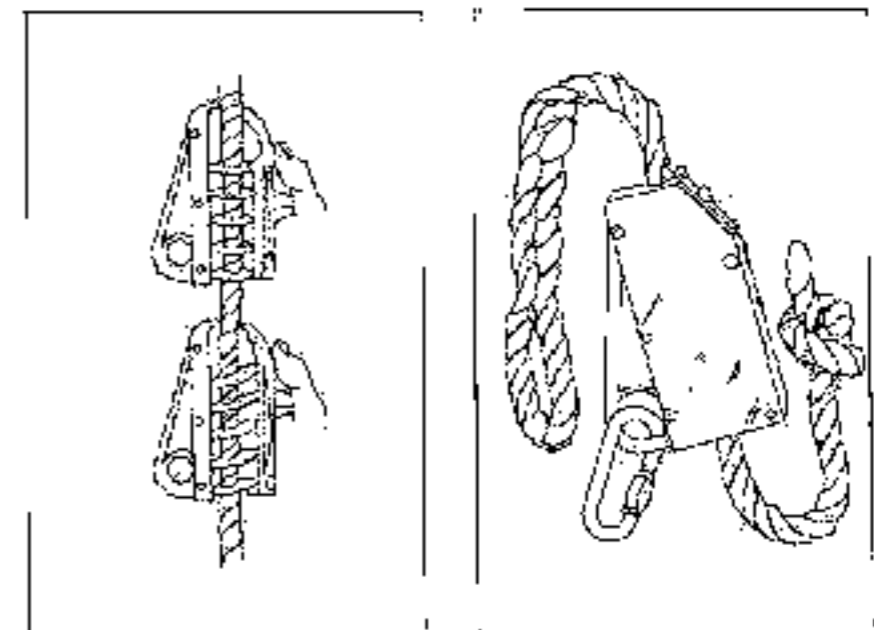
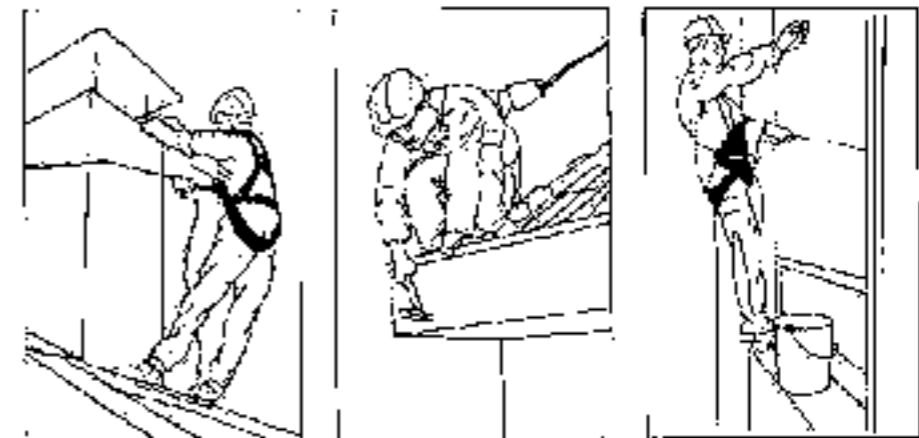
ANCLAJES DEL CINTURON DE SEGURIDAD



ANCLAJES CINTURÓN DE SEGURIDAD (Seguro automáticos anticoides)



ANCLAJES CINTURÓN DE SEGURIDAD (Seguro de anclaje móvil)



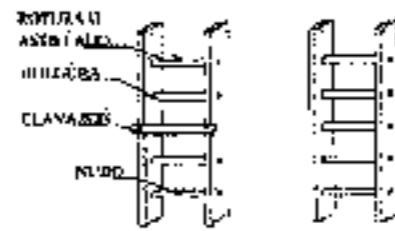
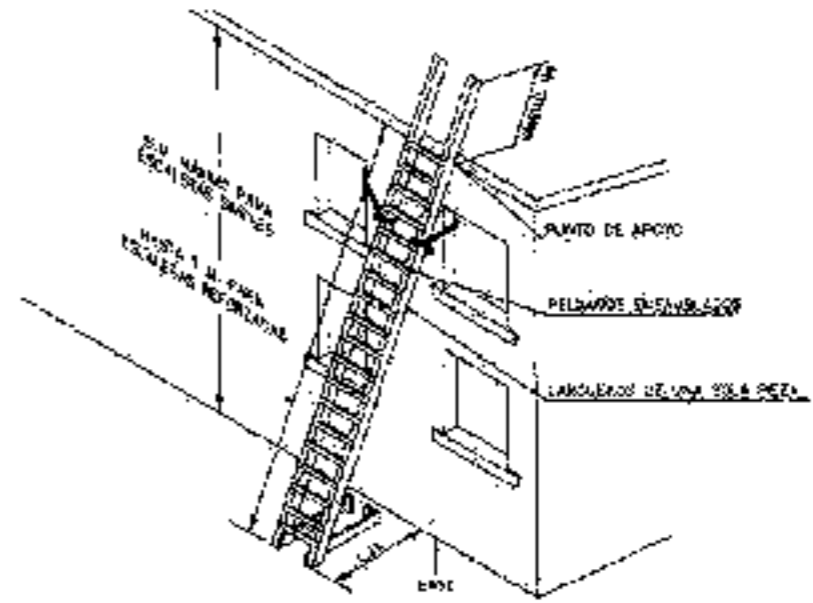
ASPECTOS GENERALES



NO SE DEBE REALIZAR NUNCA EL EMPAQUE IMPROVISADO DE ESTAS ESCALERAS



COMPAR LAS ESCALERAS PORTATILES CON BASES ANTIRESBALADIZAS PARA UNA MEJOR ESTABILIDAD.



NO

SI

UTILIZACION DE LAS ESCALERAS



NO



SI

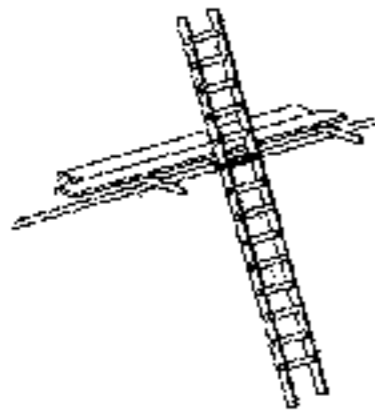


NO

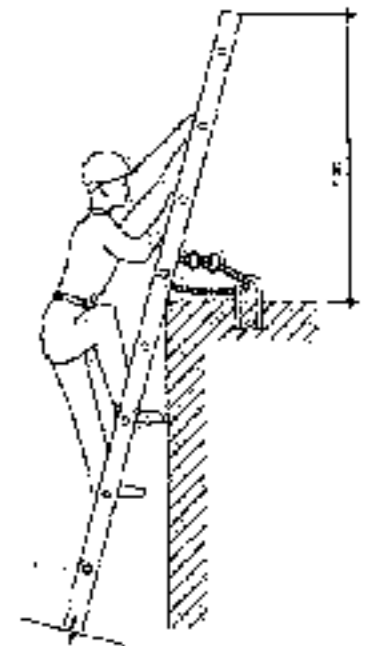


SI

SUJECIÓN EN LA PARTE SUPERIOR

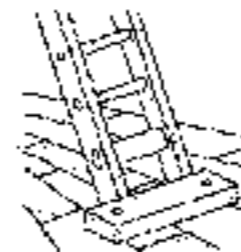


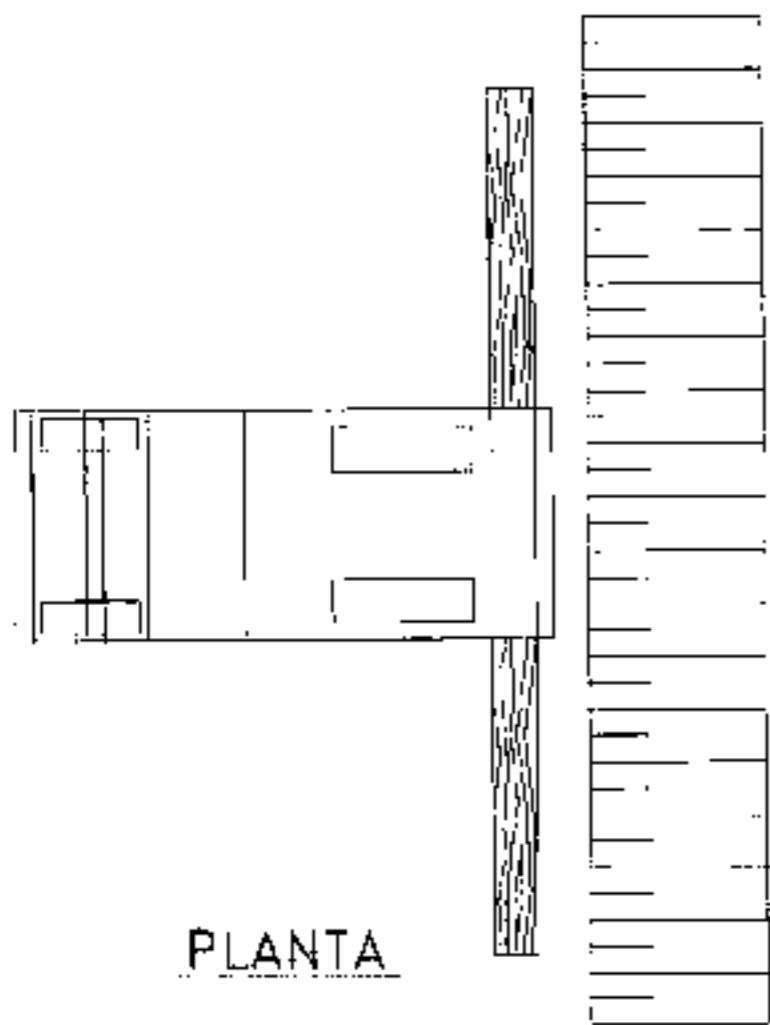
MECANISMOS ANTIDERIVANTES



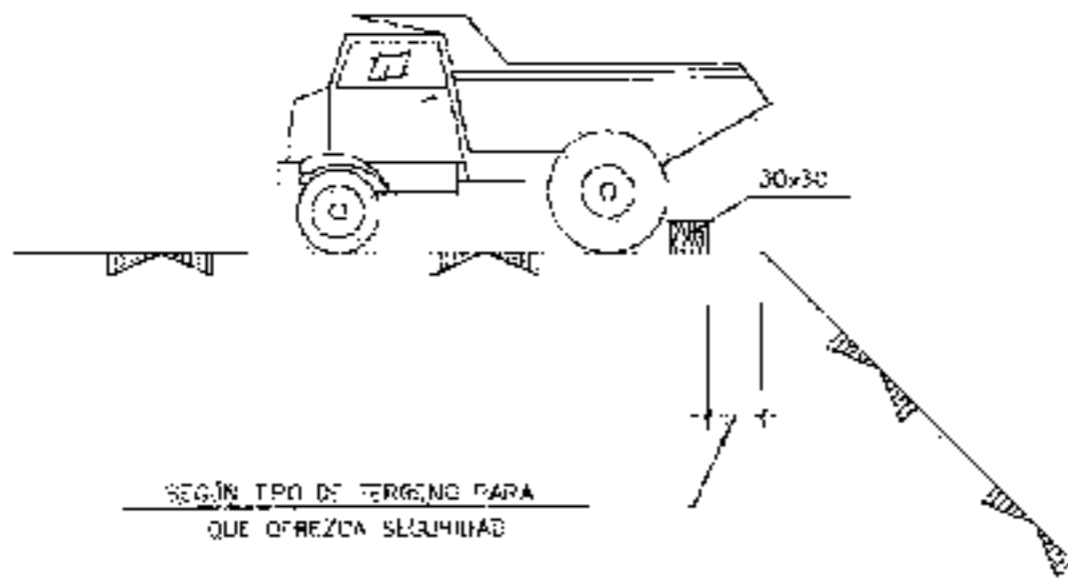
MANTENIMIENTO MÁS DE 10 SEGUROS EN EL EMPAQUE DE 10000
SOPORTE PARA EL ALTO DE 10000
AL USAR BARRA Y BARRA 11000

ESCALERAS DE MARCO

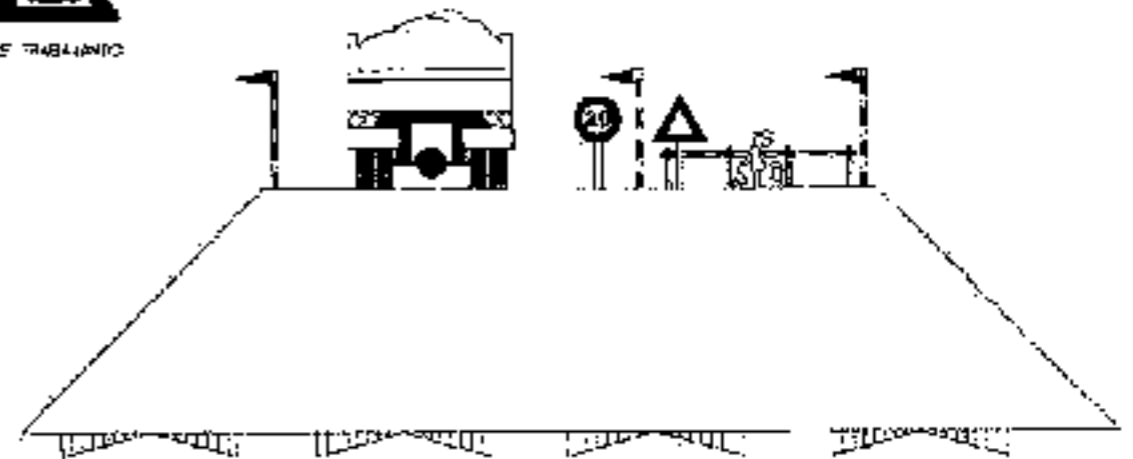




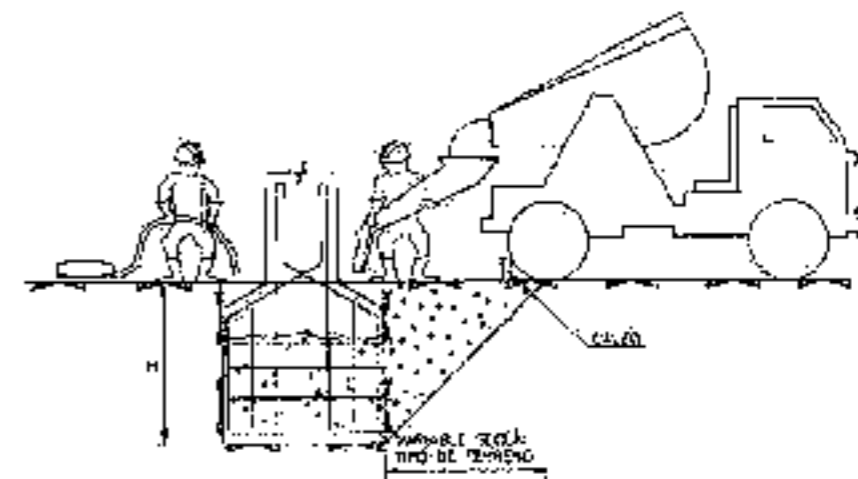
PLANTA



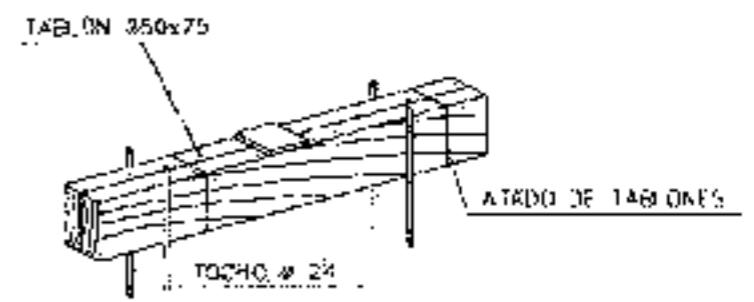
SECCION



EJECUCION DE TERRAPLENES



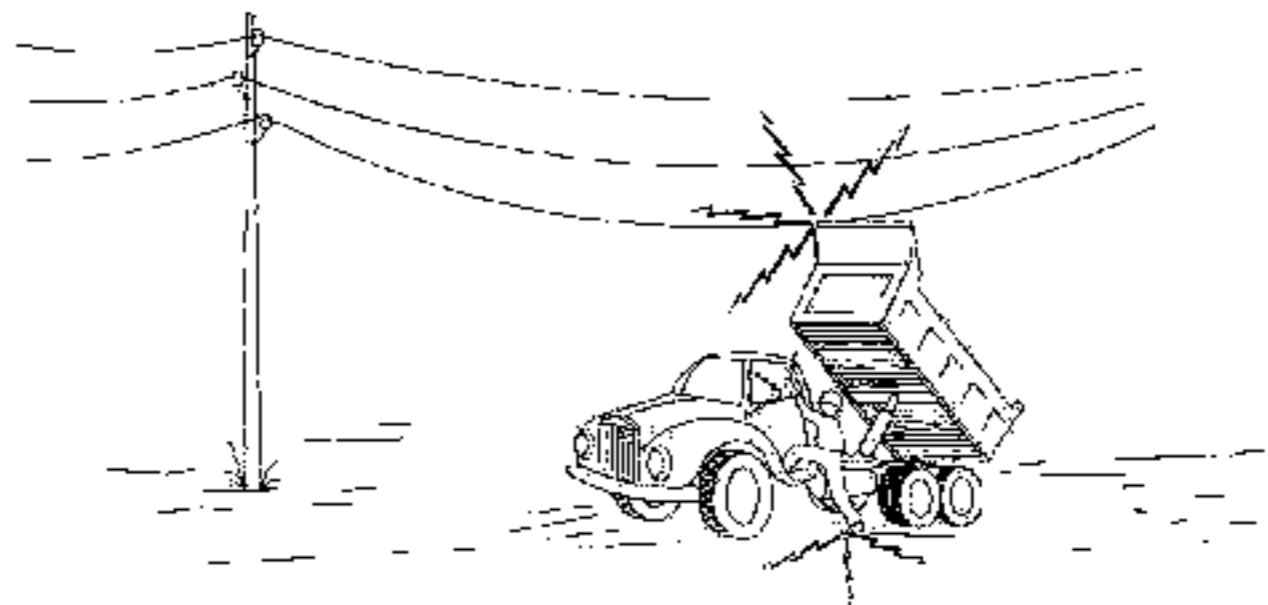
CONJUNTO



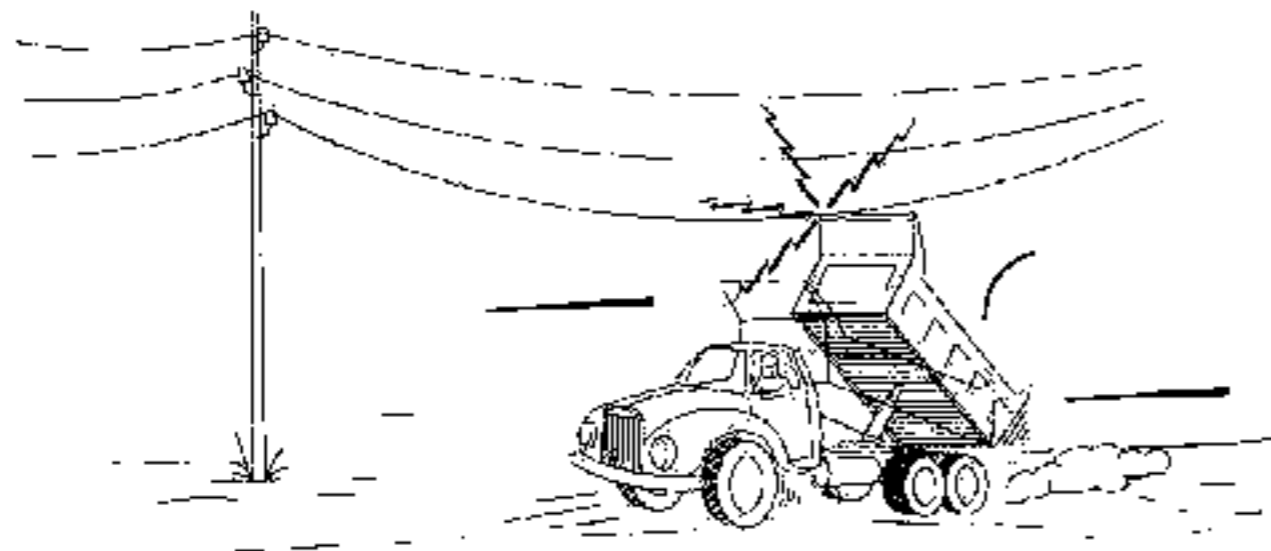
DETALLE DE CALZO

COTAS EN mm.

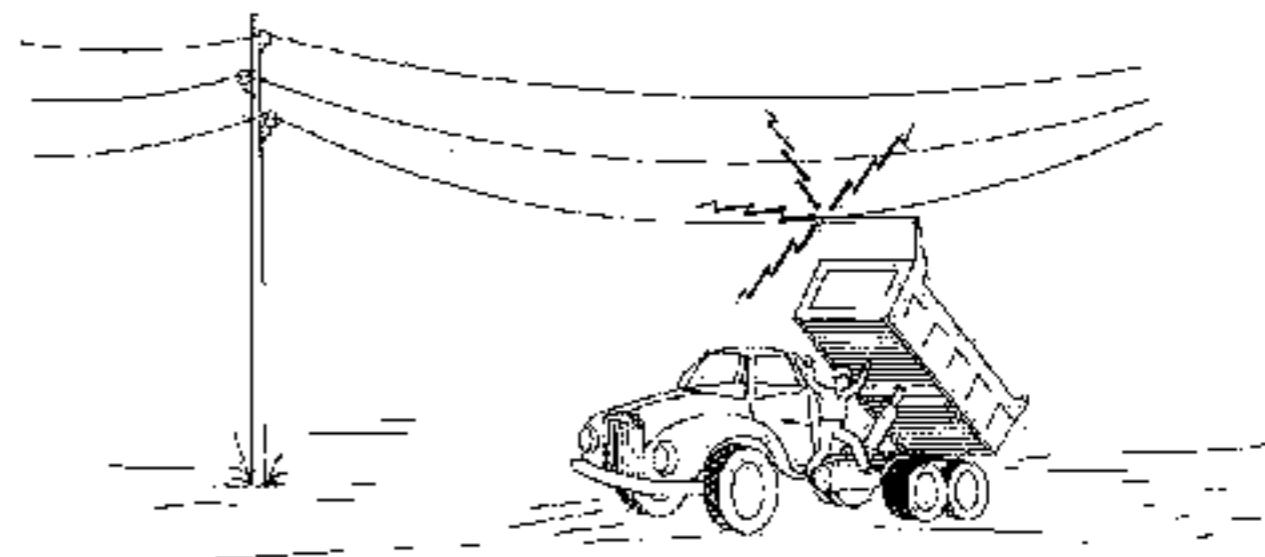
ATENCIÓN AL BASCANTE ANTE



1- EN NINGUN CASO DESCENDA LENTAMENTE.

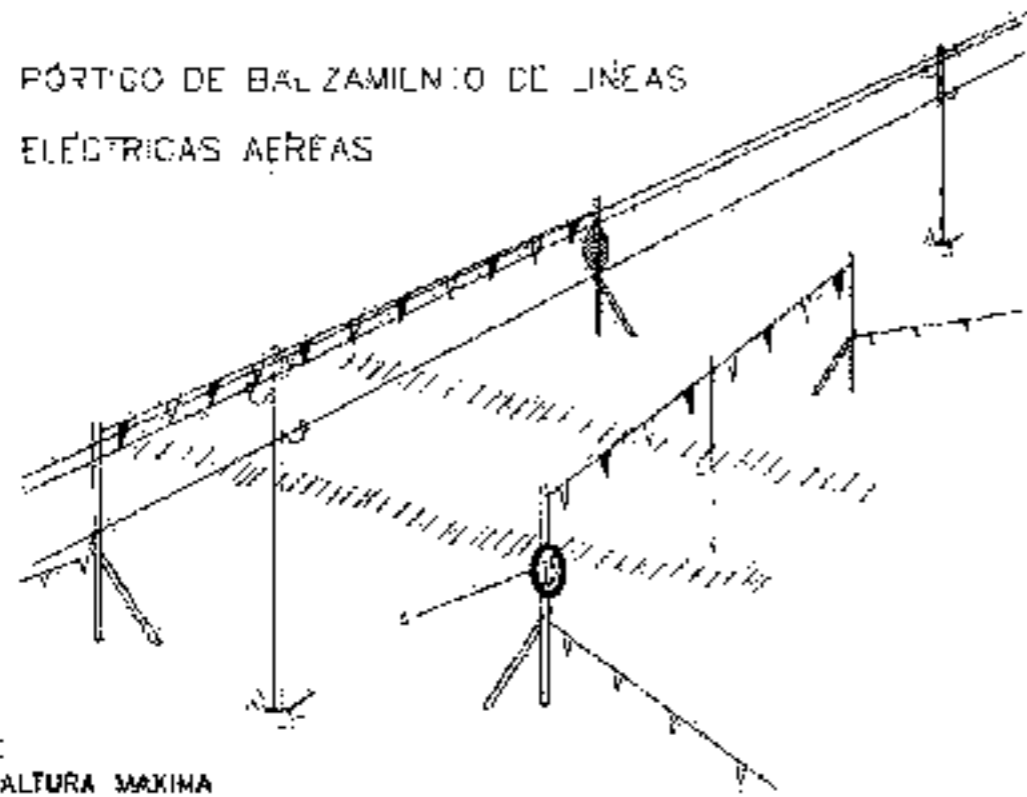


2- SI CONTACTO, NO ABANDONE LA CABINA. INTENTE EN PRIMER LUGAR BAJARLO Y ALEJARSE.

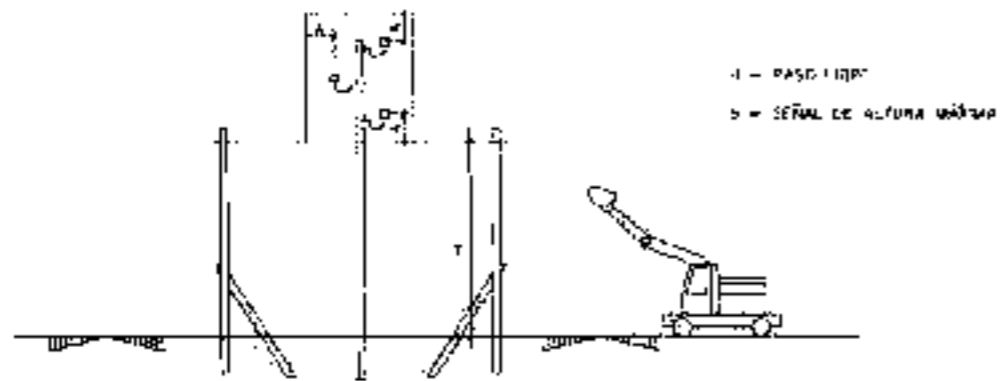


3- SI NO CONSIGUE QUE BAJE, SALTE DEL CÁMION LO MAS LEJOS POSIBLE.

PÓRTICO DE BALZAMIENTO DE LINEAS
ELÉCTRICAS AERÉAS

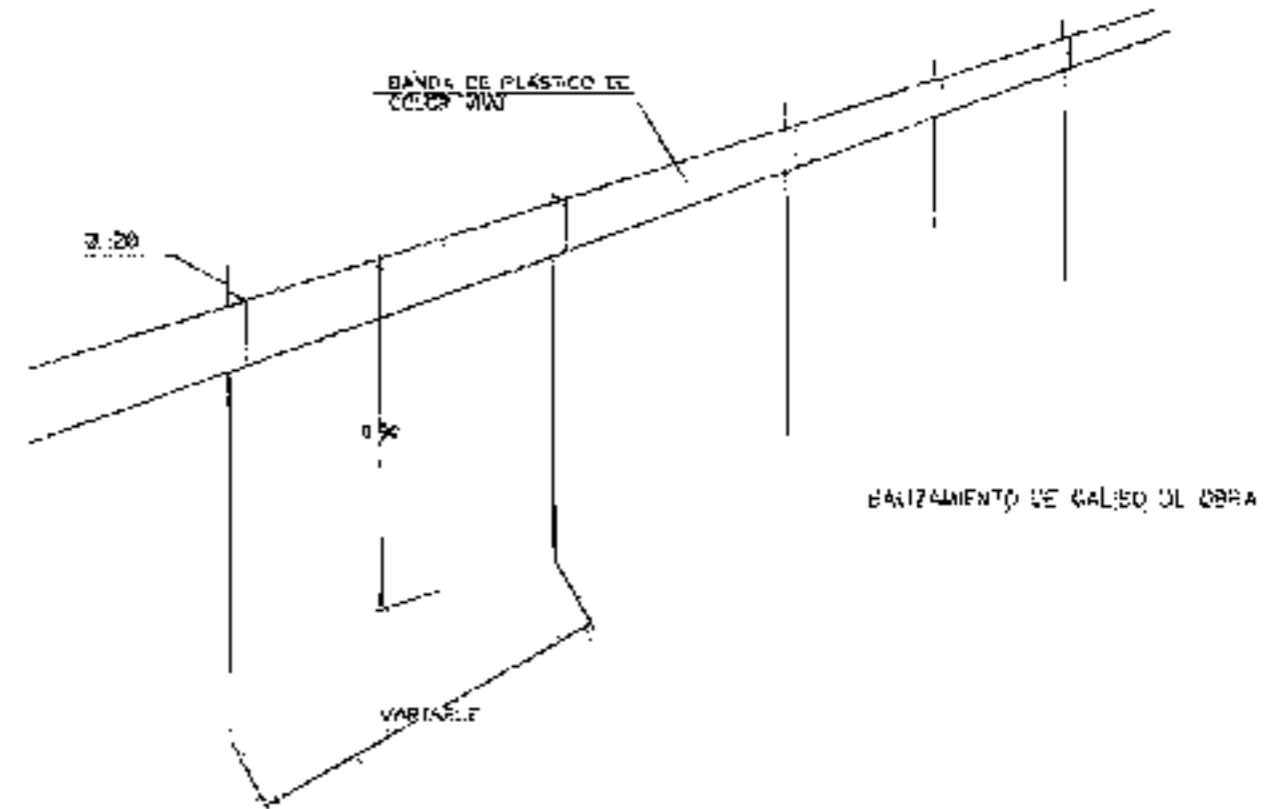


PASO LIBRE
SEÑAL DE ALTURA MÁXIMA
5m PARA A.T. EN GENERAL
5m PARA BAJA TENSIÓN

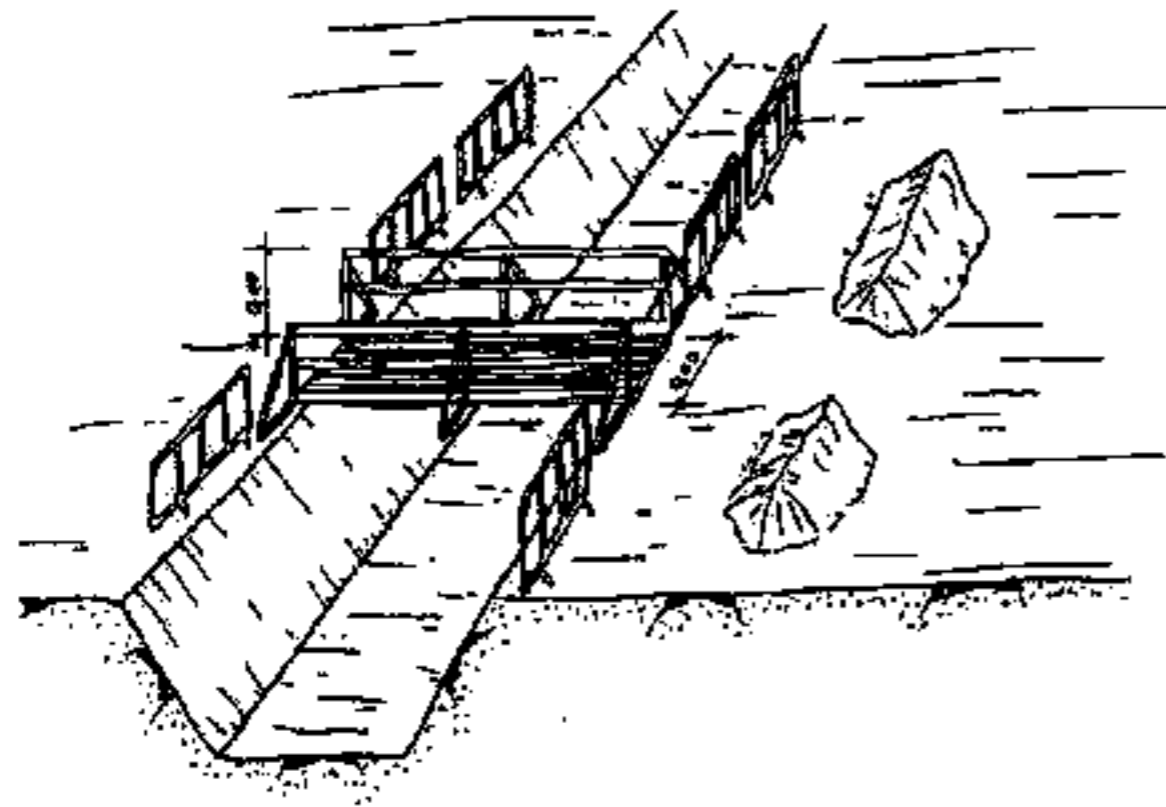


POR TIPO PROTECTOR DE LINEA ELECTRICA AEREA DE
ALTA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN

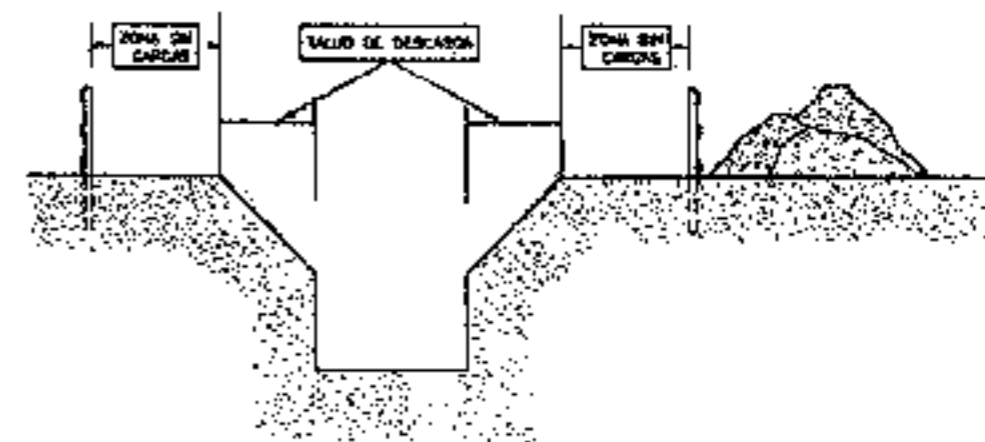
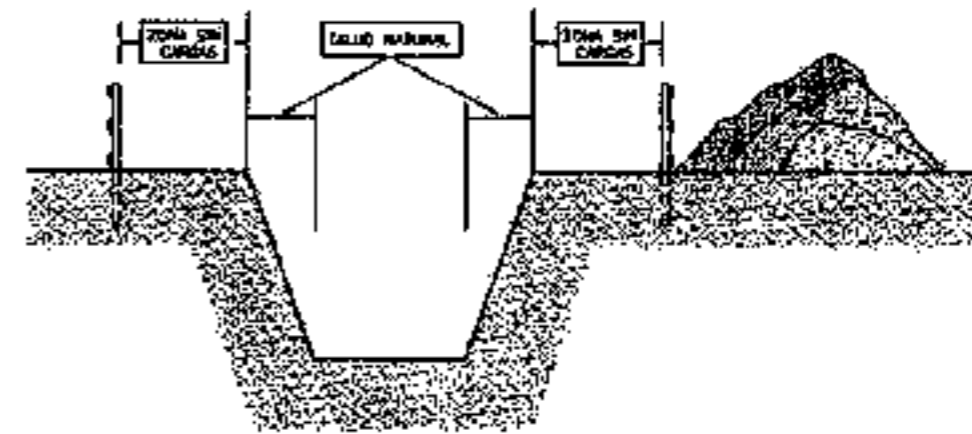
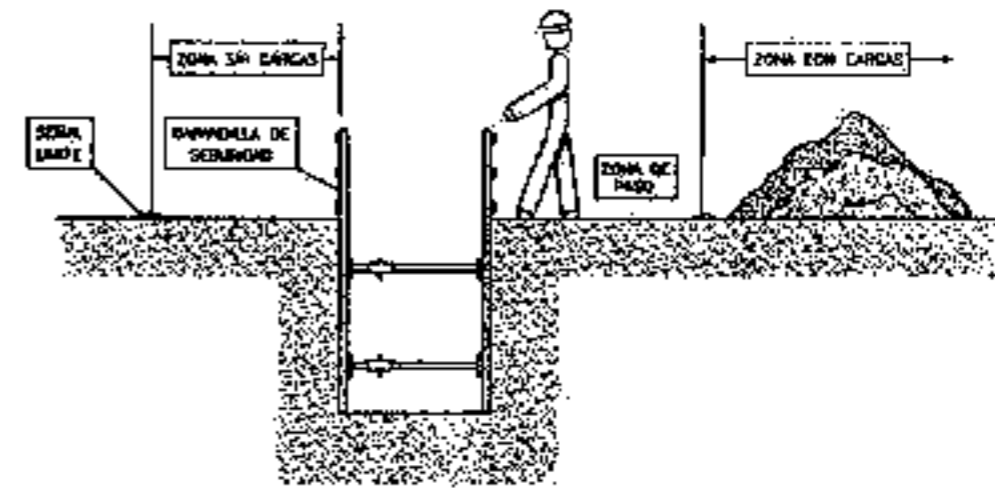
BANDAS DE BALZAMIENTO DE BALIZA DE UNAA

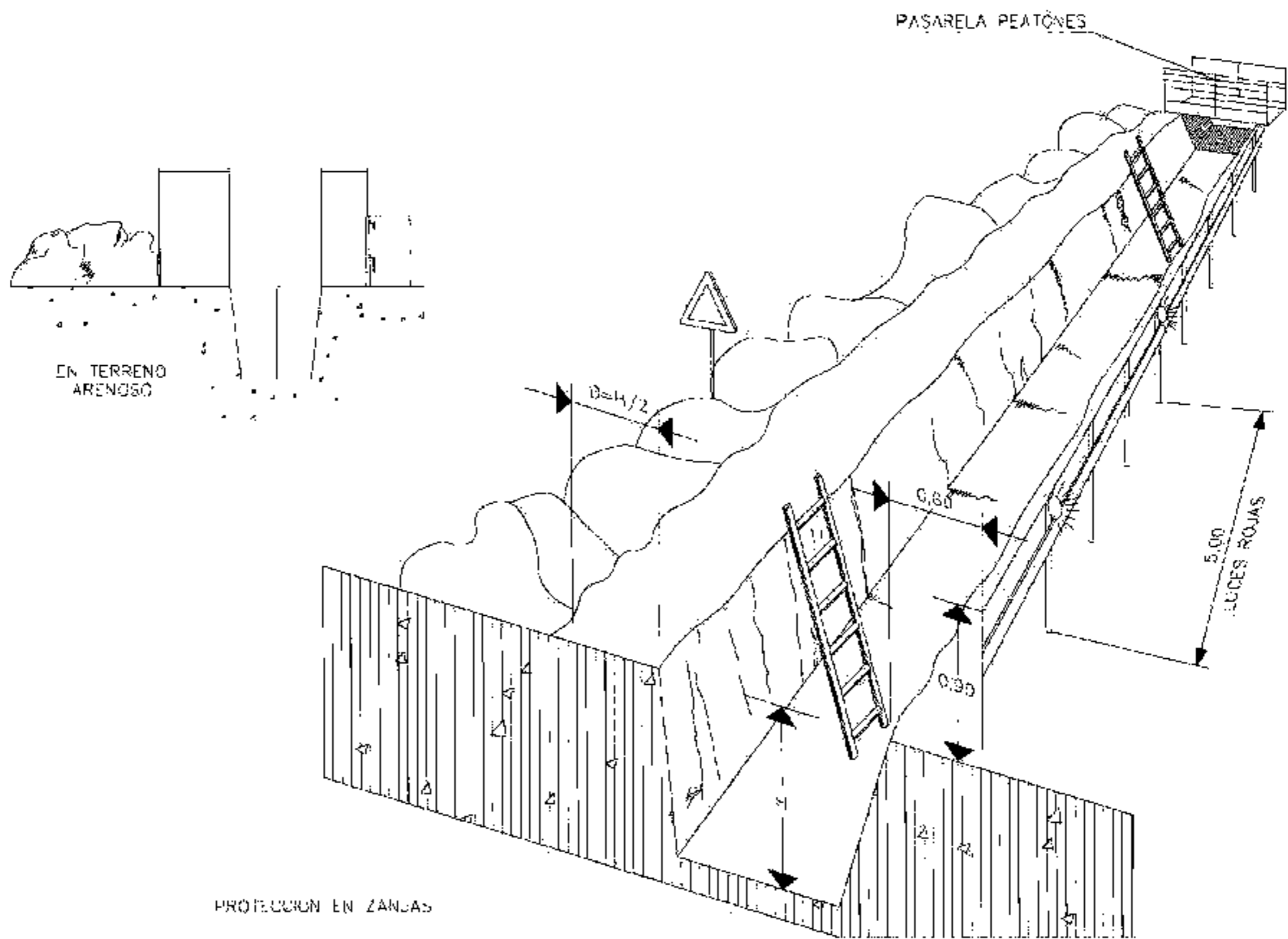


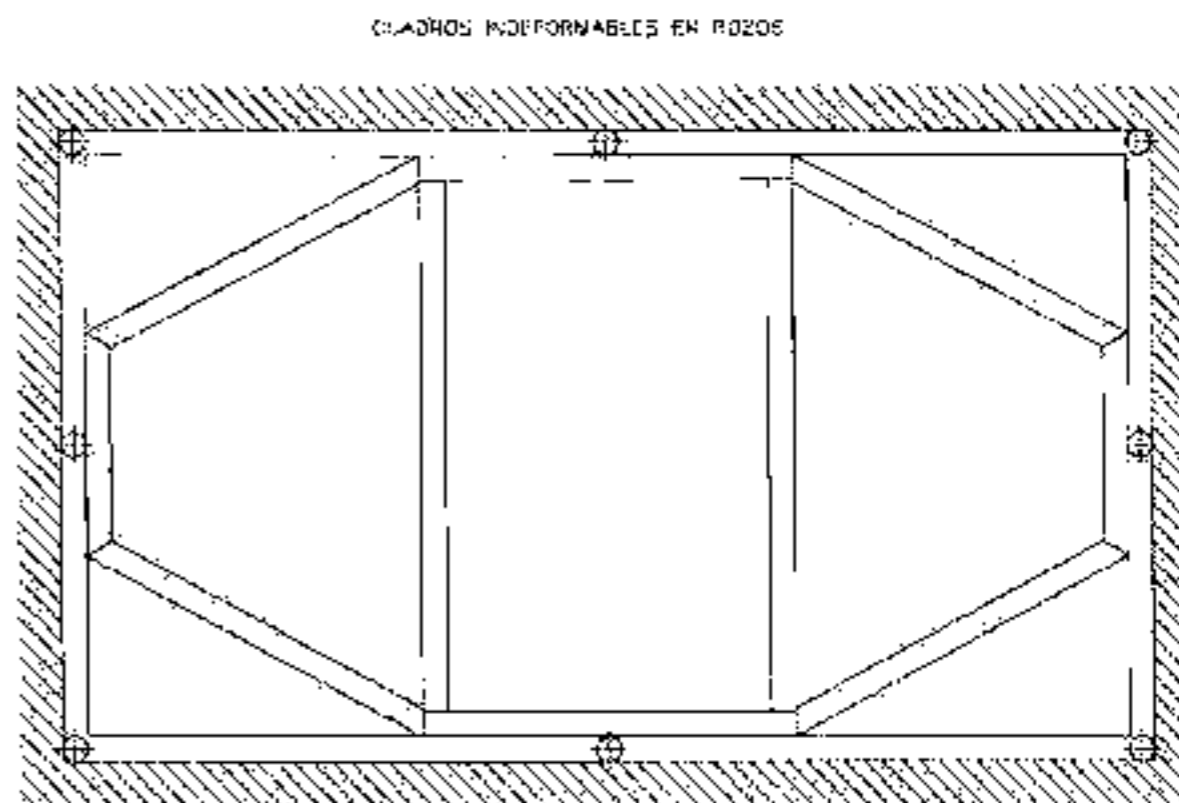
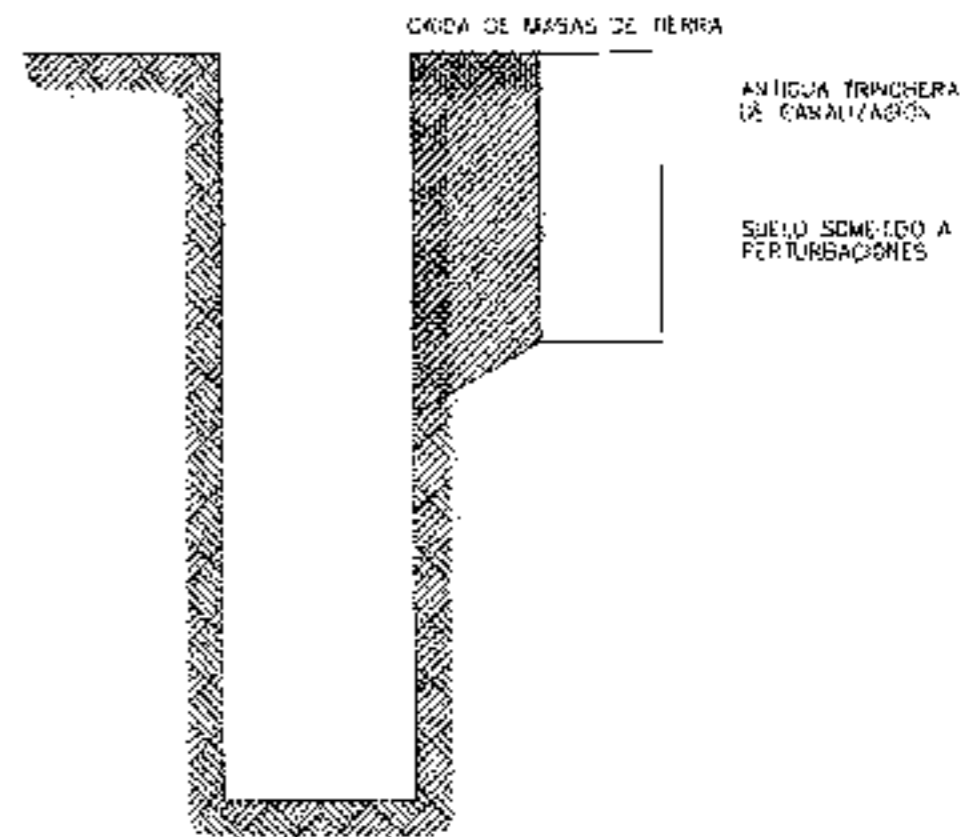
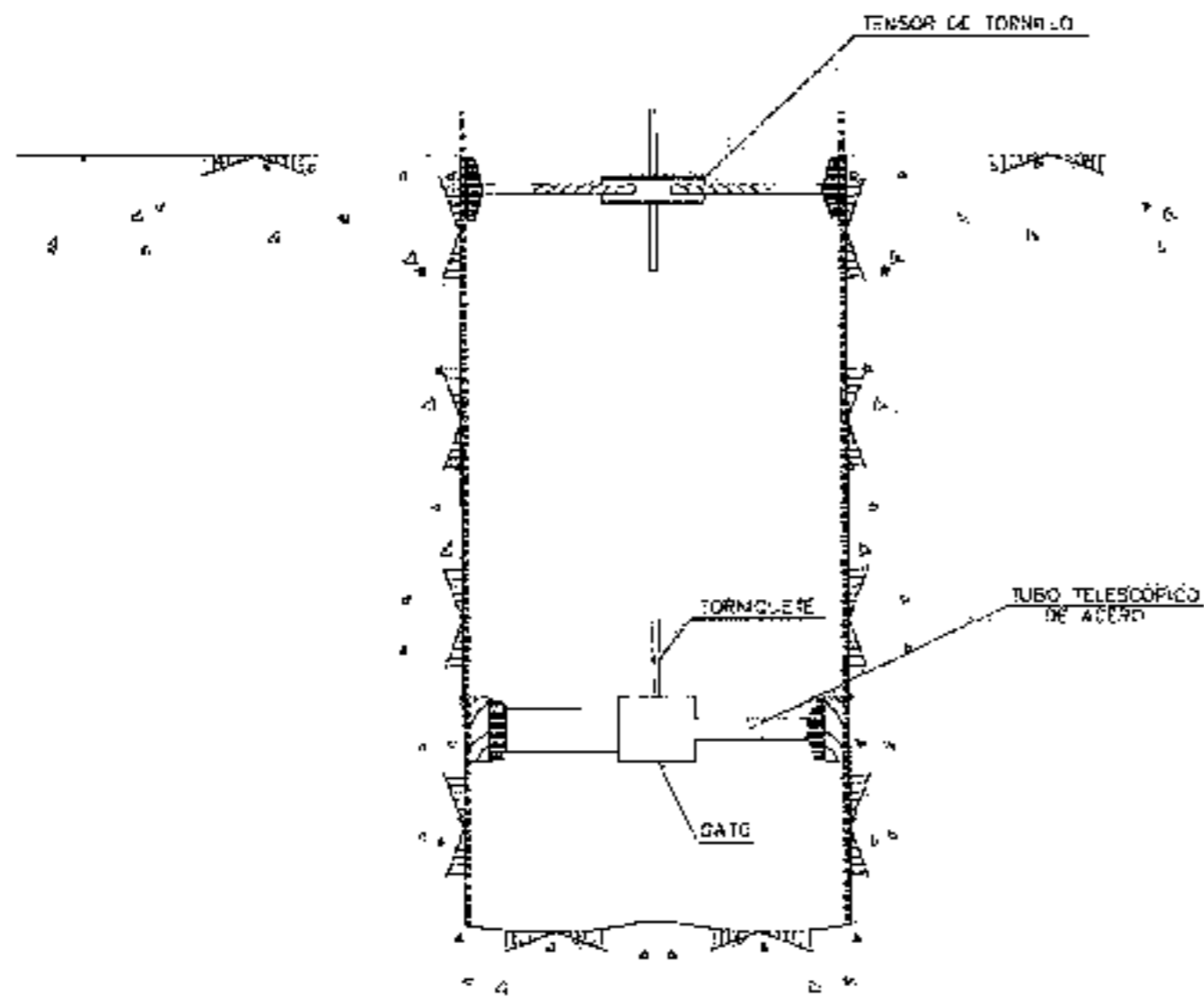
BALIZAMIENTO DE CALIBRO DE OBRA



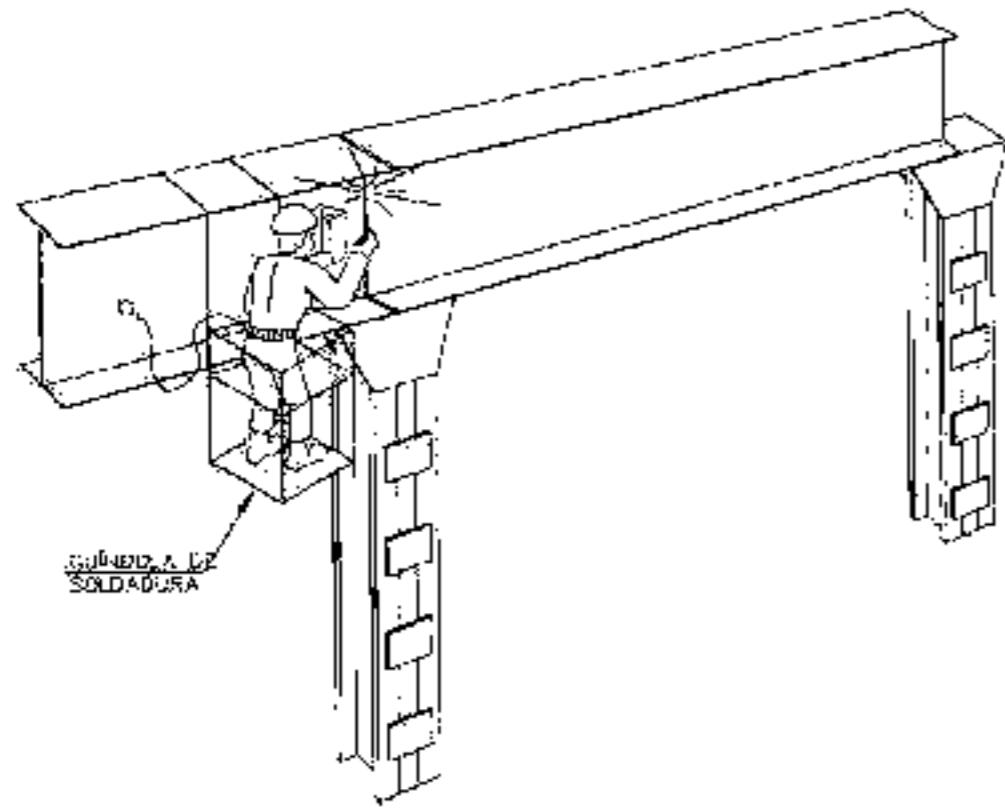
PROTECCIÓN EN ZANJAS





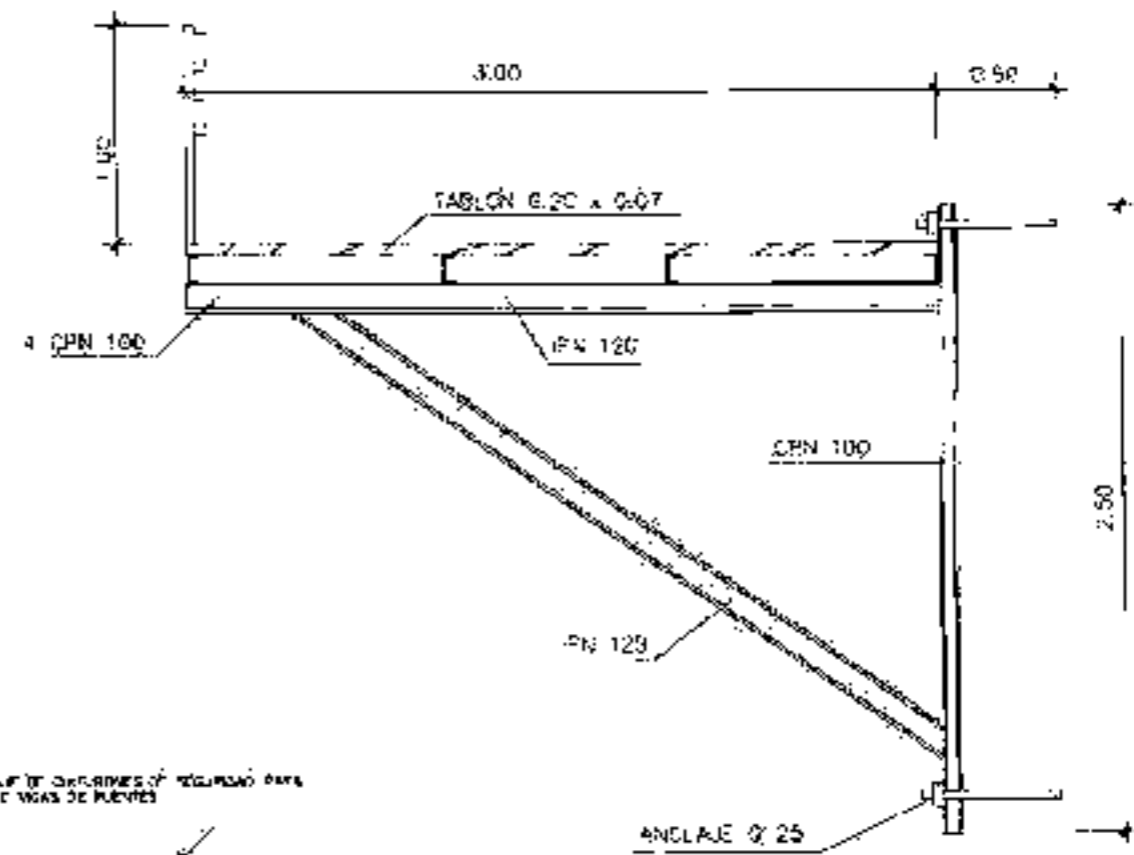


GRUPO DE SOLDADURA PARA ESTRUCTURAS DE ACERO

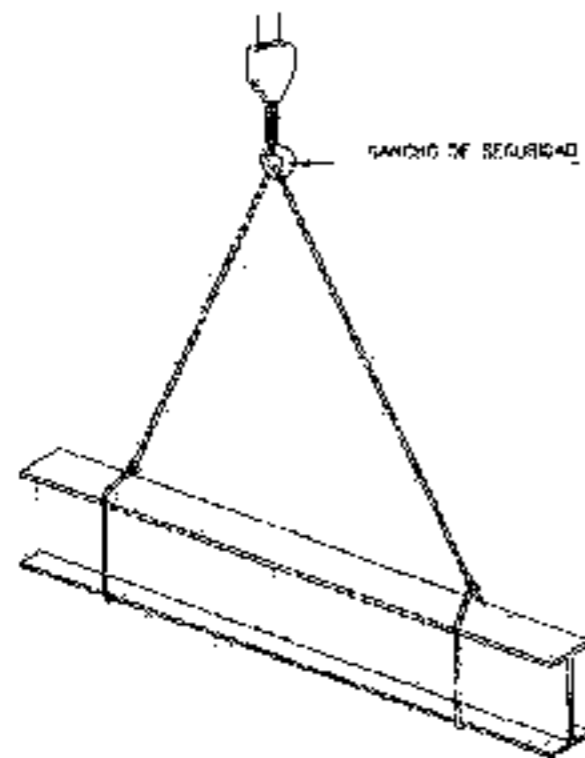


GRUPO DE SOLDADURA

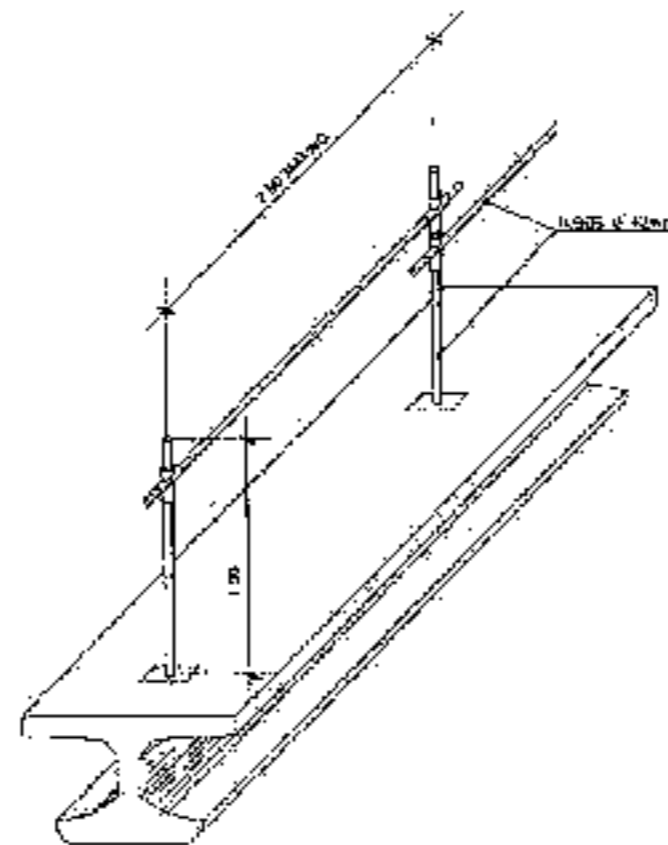
PLATAFORMA DE TRABAJO



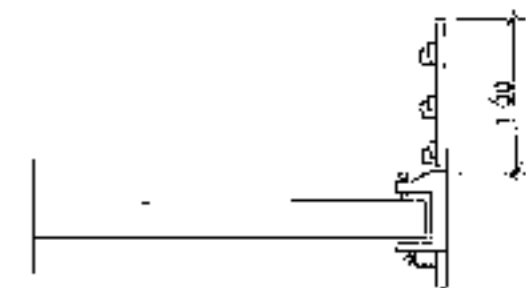
SECCION DE ANCLAJE DE CABLES DE SEGURIDAD PARA TRABAJAR SOBRE VIGAS DE PUENTES



GANCHO DE SEGURIDAD



BARANQUILLA PARA LOSAS Y TÁBULOS



REDES DE MALLA A 75 Y 100

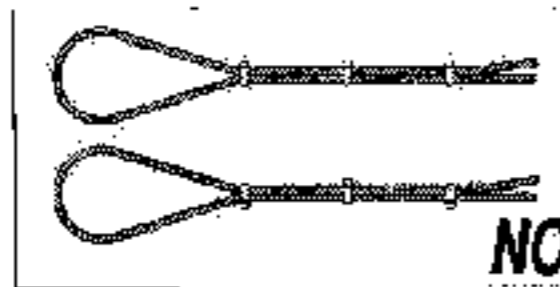
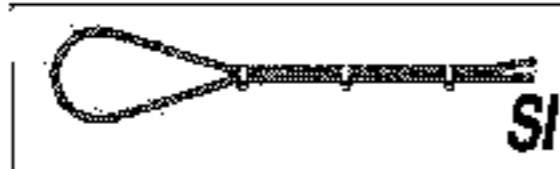
El número de anzuelos a colocarse en la red depende del tamaño de la red y el tipo de carpintero. La red debe ser:

DIAMETRO DEL ANZUELO (mm)	Nº DE ANZUELOS	ESPACIO ENTRE ANZUELOS
10	3	5.00 cm
12	3	5.00 cm
15	3	5.00 cm
20	3	5.00 cm

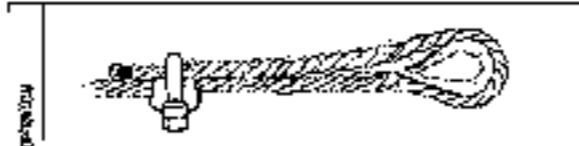
Notas e instrucciones:

Por el tamaño de la red, las redes de malla deben tener un ancho de 1.50 m. Si se requiere mayor ancho de malla de red, se debe utilizar el sistema estándar de 1.50 m. Las redes de malla de 75 y 100 deben tener un ancho de 1.50 m. Las redes de malla de 75 y 100 deben tener un ancho de 1.50 m.

Forma correcta de colocación de las redes:



COLOCACIÓN DE GRAPAS EN LAS GATAS
(Método de instalación de las gatas)



ALICATORIO DE LA MANERA CORRECTA: Se debe utilizar el alicatorio para poder colocar los anzuelos en la red y asegurarse de que se colocan en la parte superior de la red, con el anzuelo hacia abajo y el cable de la red hacia arriba. La distancia entre los anzuelos debe ser de 1.50 m.

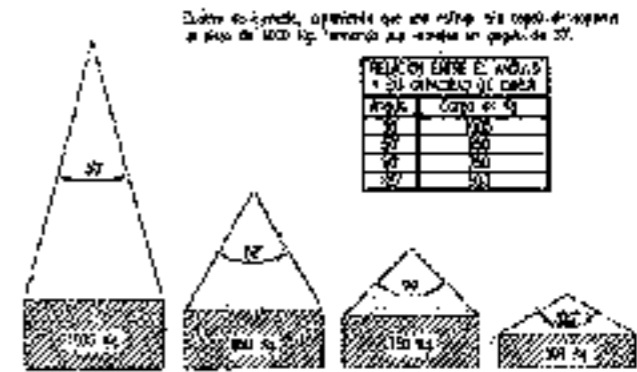


SEÑALAMIENTO DE LA RED: Se debe utilizar un hilo de color rojo para marcar la red y asegurarse de que se colocan en la parte superior de la red, con el hilo hacia abajo y la red hacia arriba.



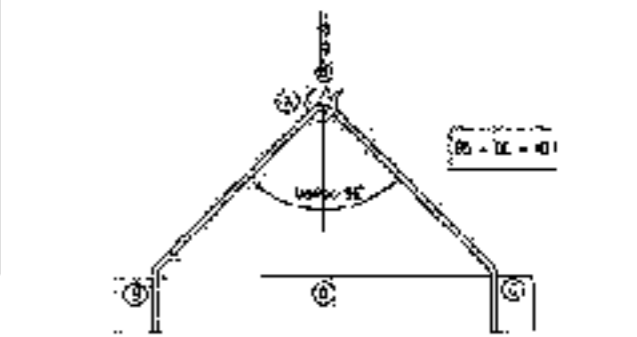
ALICATORIO DE LAS MANERAS INCORRECTAS: Se debe utilizar el alicatorio para poder colocar los anzuelos en la red y asegurarse de que se colocan en la parte superior de la red, con el anzuelo hacia abajo y el cable de la red hacia arriba.

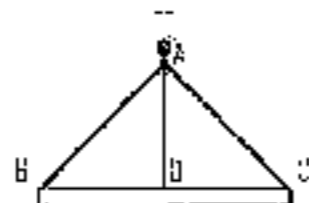
MODO DE LOS ANZUELOS EN LAS GATAS PARA LA RED DE MALLA DE 75 Y 100



La carga máxima que puede soportar el cable de la red, después de ser instalado, es de 100 kg. Después de ser instalado, el cable de la red debe tener un peso de 100 kg.

La carga máxima que puede soportar el cable de la red, después de ser instalado, es de 100 kg. Después de ser instalado, el cable de la red debe tener un peso de 100 kg.





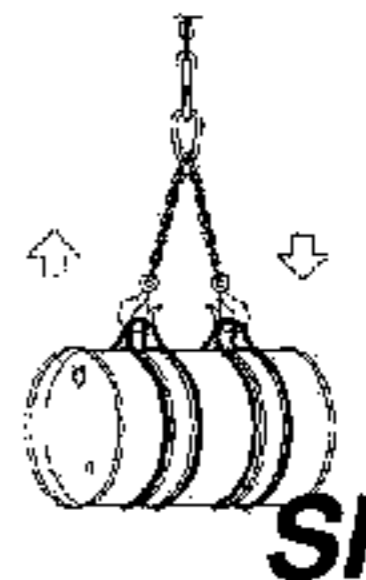
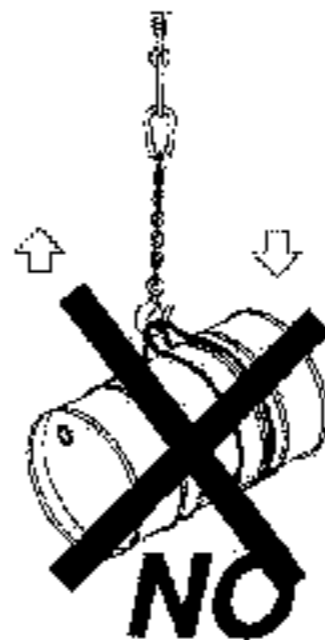
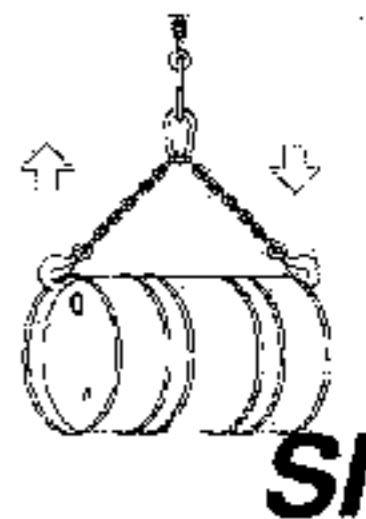
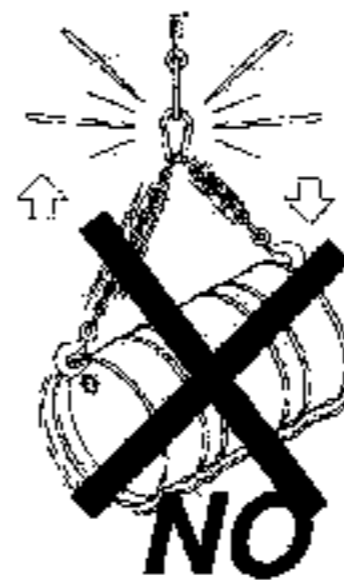
NO-UN-RO (PARA MP)

DISPOSICIÓN CORRECTA DE LAS ESUNGAS
EL GANCHO DEBEN ESTAR PRONTO DE TIEMPO DE
SEGURIDAD

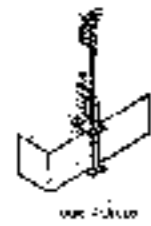
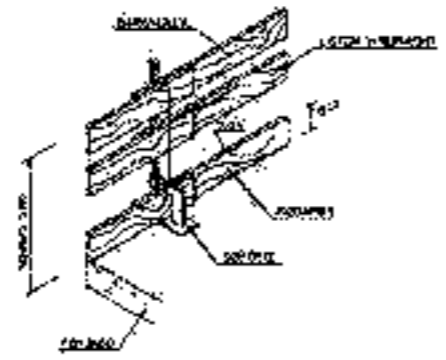
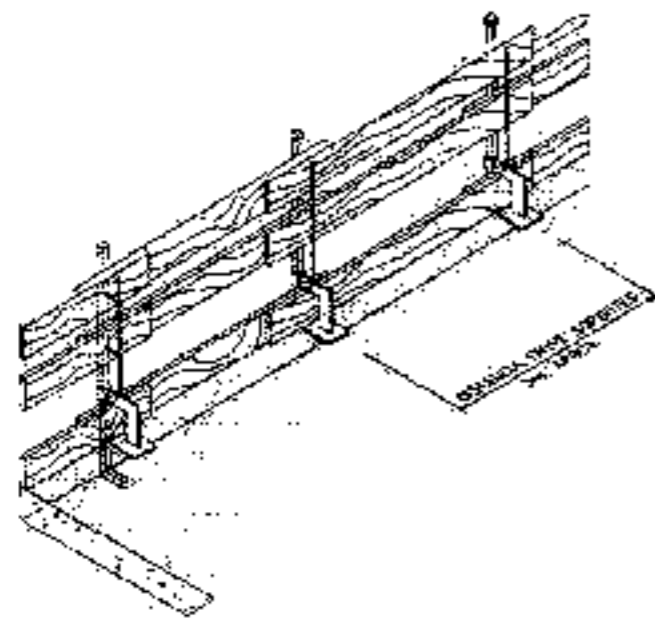
LAS CARGAS NO SE TRANSFIEREN
TAMPOCO POR ENFOCAJE DE JUNTAS
EN JUNTA ESTÁN LOS
TRABAJADORES.
LOS TRABAJADORES NO
DEBERÁN PERMANECER
EN LA VERTICAL DE LAS
CARGAS.



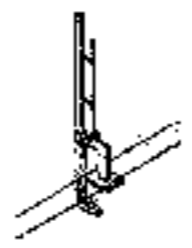
GRUAS
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA EN
ESUNGAS Y TRABAJADORES)



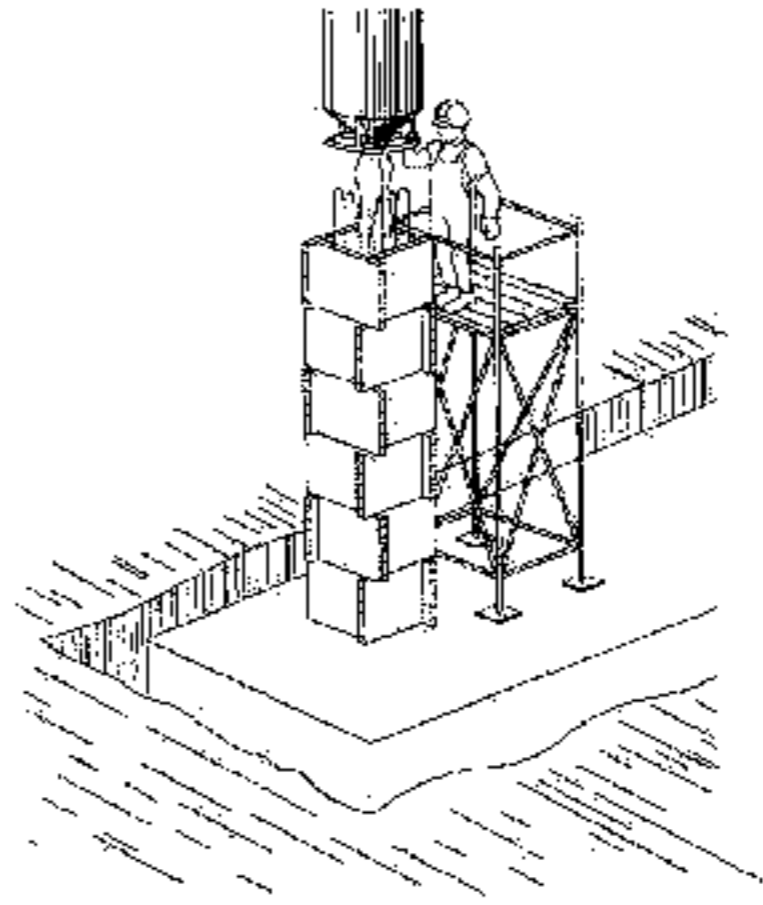
GRUAS
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA
EN EL SORTEO DE CARGAS)



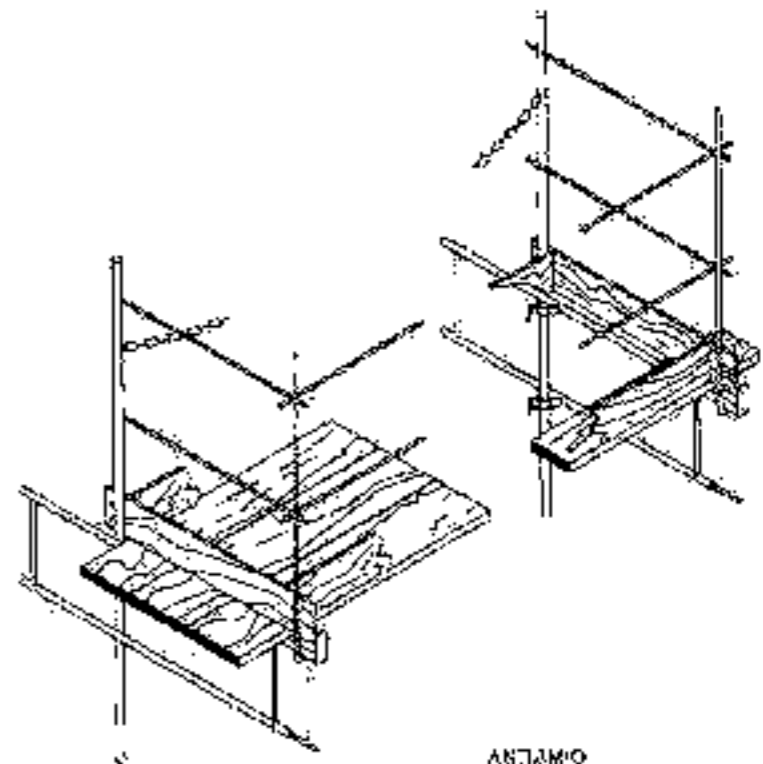
LA MADERA QUELLEGA HA SIDO PREVIAMENTE SELECCIONADA Y NO SE USARA PARA OTROS FINES



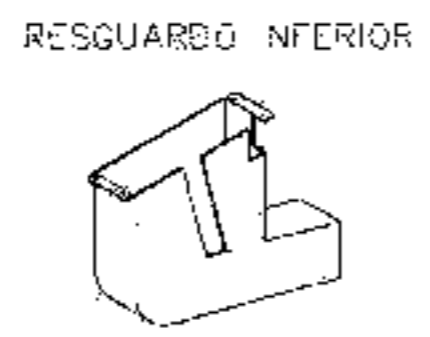
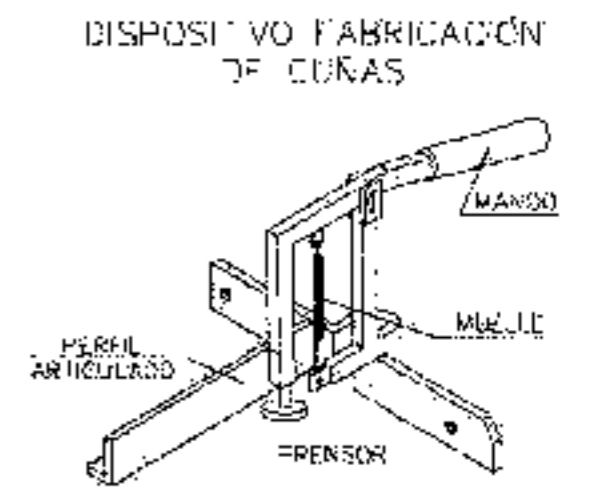
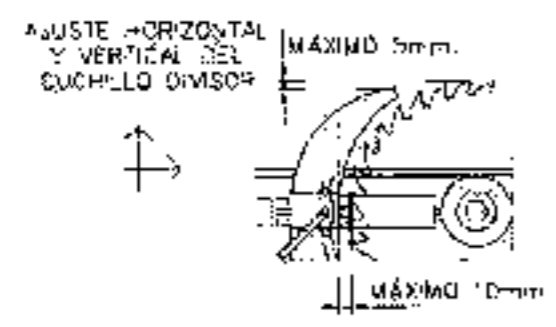
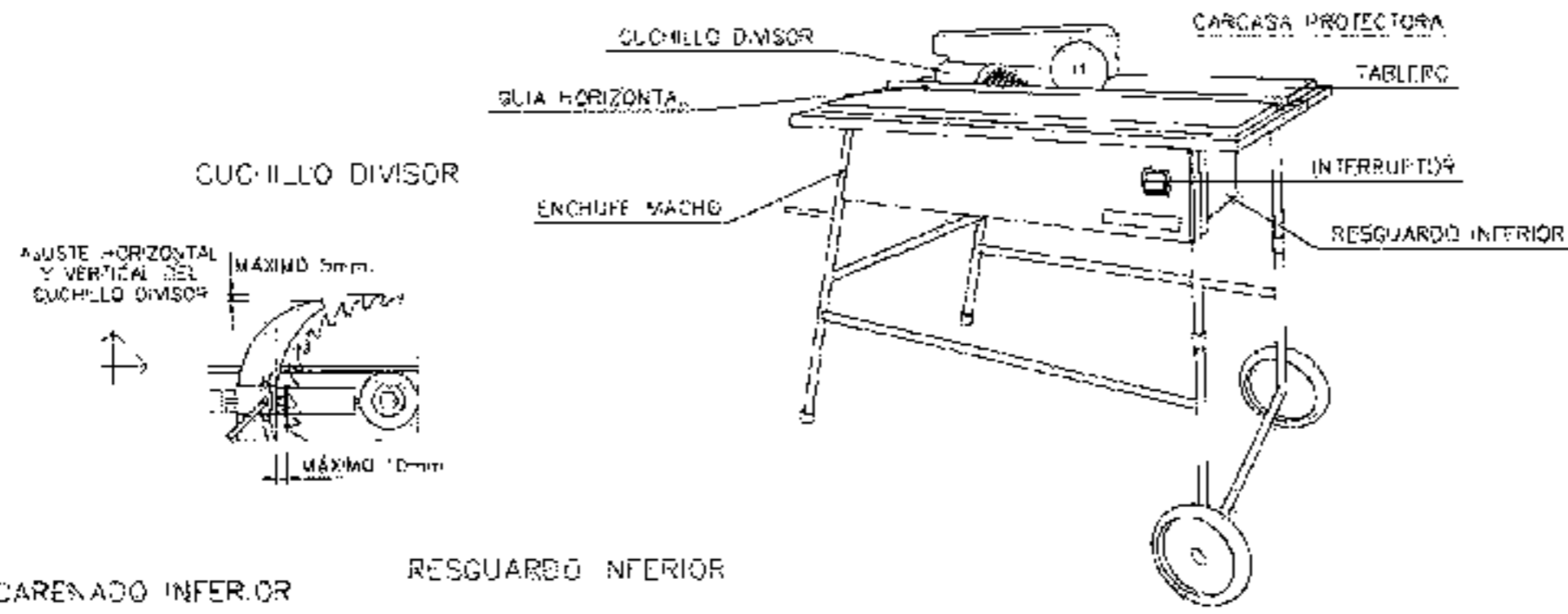
UNION EN T



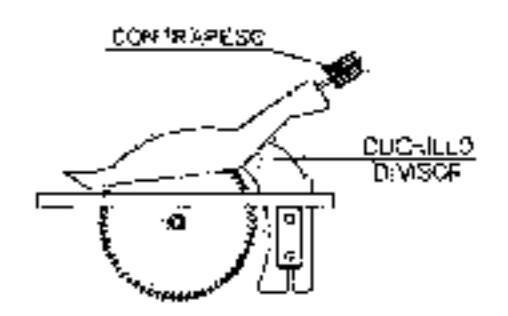
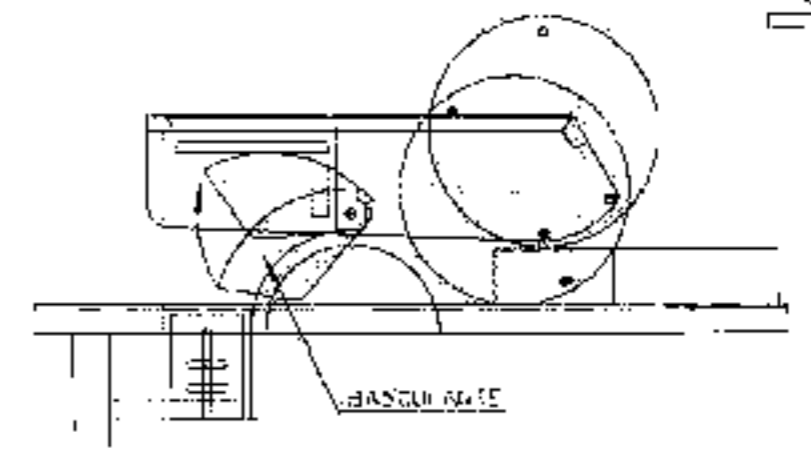
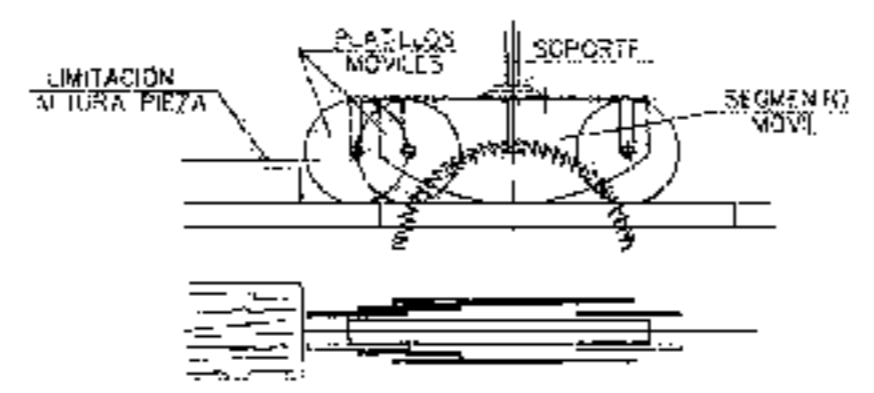
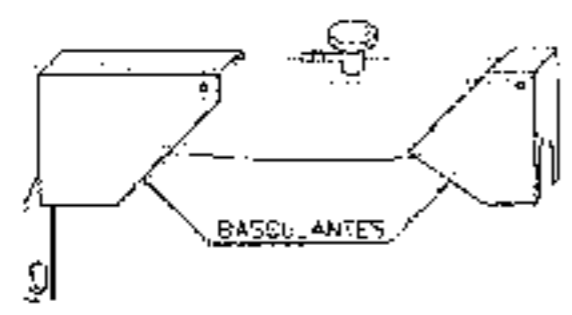
FORMACION DE FILAS



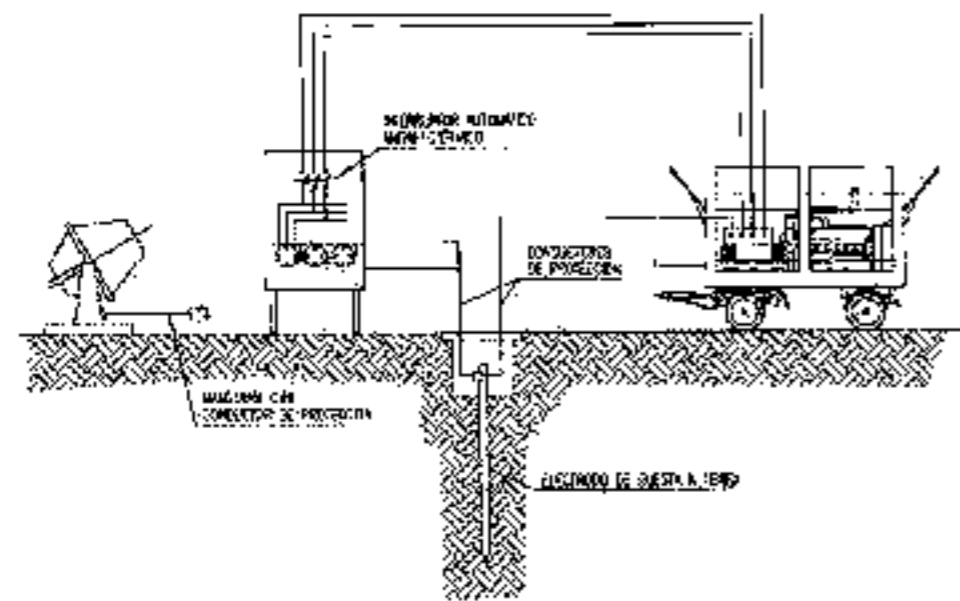
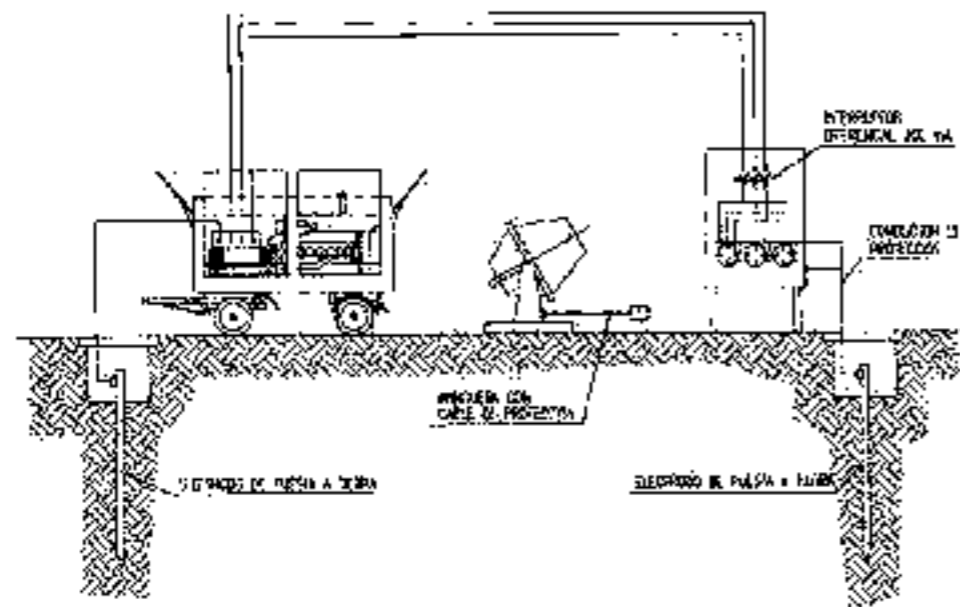
ANDAMIO



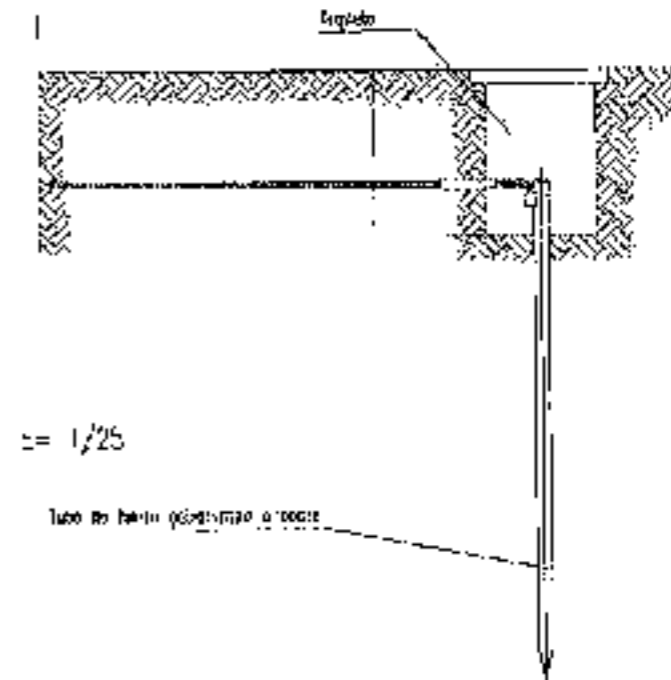
CARCASAS PROTECTORAS



INSTALACIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS



DETALLE DE ARQUETA O REGISTRO DE LA PUESTA A TIERRA

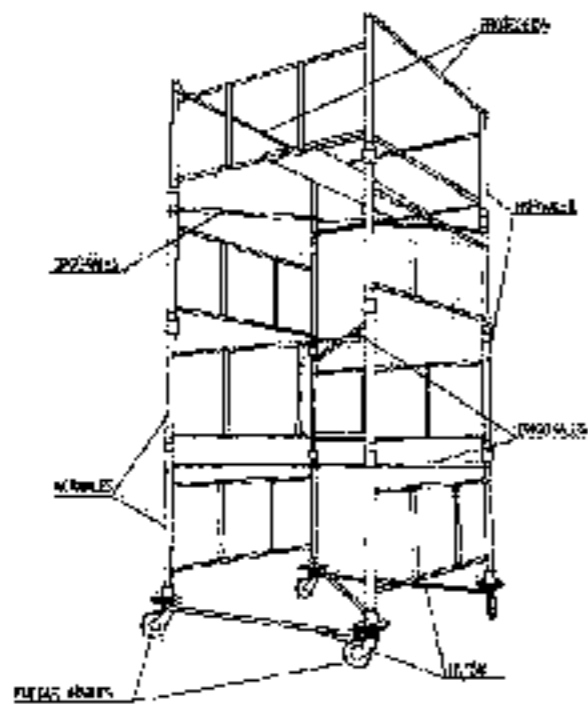


Los picos de acero galvanizado serán como mínimo de 25 mm de diámetro.
 Los picos de cobre serán como mínimo de 14 mm de diámetro.
 Si se colocan perfiles de acero galvanizado, tendrán como mínimo 60 mm de espesor.
 Los cables de unión entre los electrodos o entre electrodos y el cuadro eléctrico de acero, no tendrán una sección inferior a 16 mm².
 Los conductores de protección estarán incluidos en la manguera que alimenta las máquinas a proteger y se distinguirán por el color de su aislamiento, que será amarillo/verde.
 La sección del conductor de protección será como mínimo la indicada en la siguiente tabla, para un conductor del mismo metal que los conductores

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección Sp (mm ²)
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

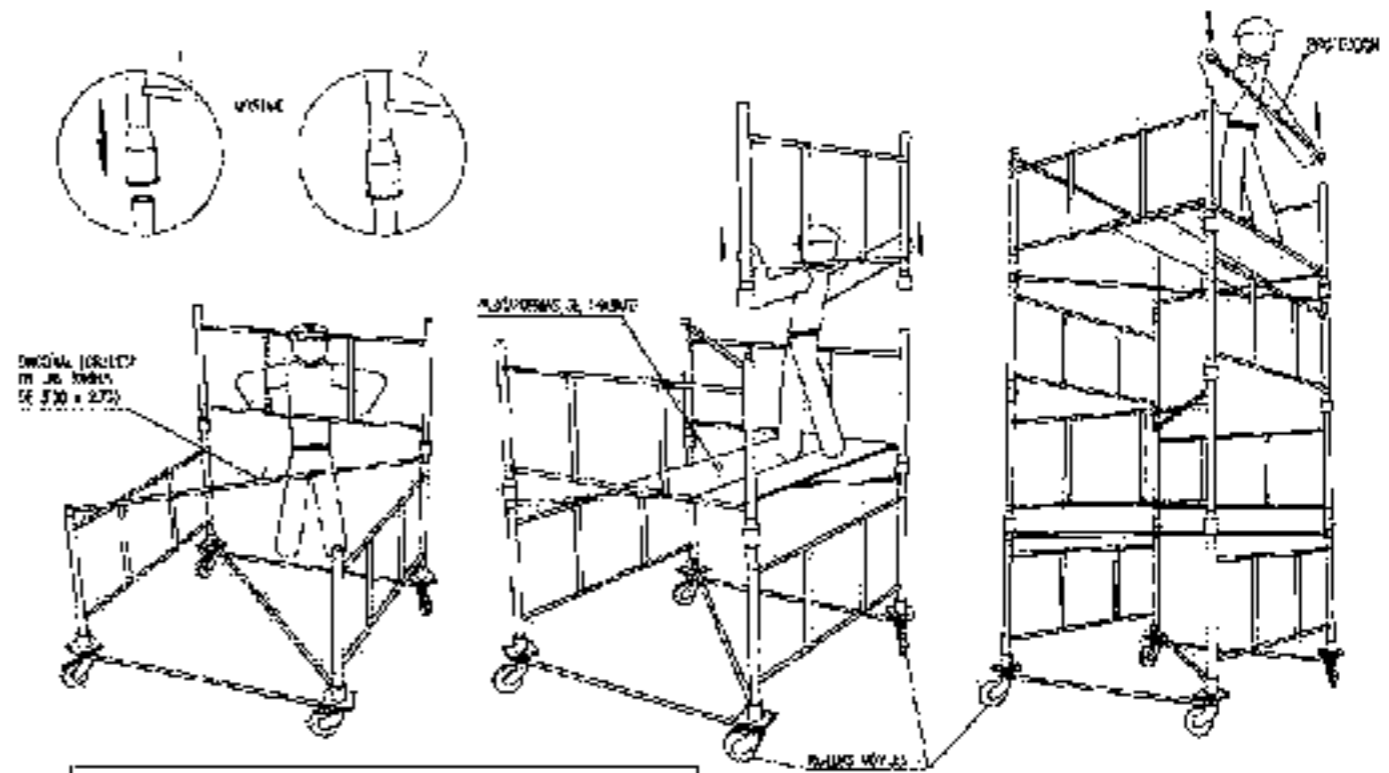
activos y que esté situado en el mismo cable o canalización que estos últimos.
 Si el conductor de protección no está situado en el mismo cable que los conductores activos, la sección mínima obtenida en la tabla deberá ser como mínimo de 4 mm².

4 TORRES MAXIMAS 1 CARRO ALMISIBRES EN TORRES



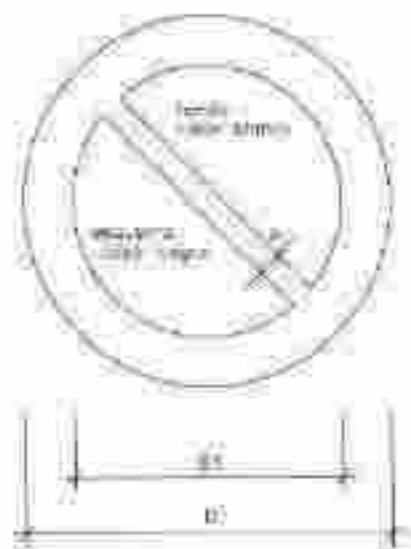
TORRES ALMISIBRES	
3400 Kg	Para torres con altura de hasta 10,00 m.
2000 Kg	Para torres con altura de hasta 6,00 m.
1000 Kg	Para torres con altura de hasta 3,00 m.
ALMISIBRES DE BARRAS	
1 Almisibres	Para torres de hasta 10,00 m.
2 Almisibres	Para torres con altura de hasta 6,00 m.

MONTAJE DE TORRES MOVILES



DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA TORRE
 TORRE DE 200 x 500 metros de base. Perfiles con espesor de 200 x 100 metros y diagonales para dar mayor firmeza a la estructura.
 PARA EL 500 x 375 metros de base. Perfiles con espesor de 200 x 100 metros y diagonales para dar mayor firmeza a la estructura.

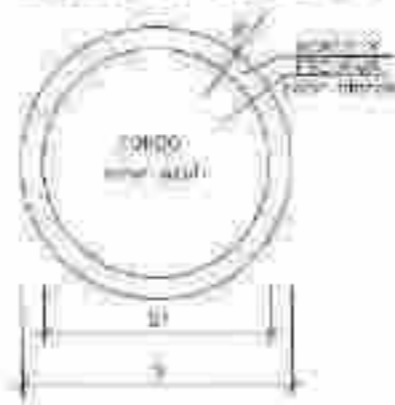
SEÑALES DE PROHIBICIÓN



DIMENSIONES EN mm		
D	d	h
300	400	44
400	500	51
500	600	57
600	700	64
700	800	71
800	900	78
900	1000	85

 NO SE FUMAR	 PROHIBIDO ALCARZOLAR CON ABUELO	 PROHIBIDO ENCENDER FUEGO	 PROHIBIDO FUMAR CON ALCOHOL	 PROHIBIDO ALCARZOLAR
 PROHIBIDO EL PASO A LOS PEATONES	 PROHIBIDA LA ENTRADA	 PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA ALTA O LA OTRA	 PROHIBIDO EL PASO	 PROHIBIDO ACCEDER
 NO TOCAR	 PROHIBIDO ACCESAR EN CARRETILLA	 PROHIBIDO DEPOSITAR MATERIALES MUEVEN EN LUGAR	 PROHIBIDO EL PASO A CARRETILLA	 PROHIBIDO ATINGIR EL TERRENO NO ENSEÑADO
 NO CONECTAR EN ESTE PUNTO	 NO TRABAJAR EN ESTE PUNTO	 NO CONECTAR EN ESTE PUNTO		

SEÑALES DE OBLIGACIÓN



DIMENSIONES EN mm		
D	d	h
300	400	44
400	500	51
500	600	57
600	700	64
700	800	71
800	900	78
900	1000	85

 USAR GAFAS	 USAR CASCO	 USAR PROTECCIONES AUXILIARES	 USAR GAFAS
 USAR GUANTES	 USAR GUANTES DE SEGURIDAD	 USAR BOTAS	 USAR BOTAS DE SEGURIDAD
 CAMBIAR SIGNOS	 USAR EQUIPO DE SEGURIDAD	 USAR EQUIPO DE SEGURIDAD	 USAR EQUIPO DE SEGURIDAD
 USAR GAFAS DE PROTECCIÓN	 USAR GAFAS DE PROTECCIÓN	 LAVAR LAS MANOS	 LAVAR LAS MANOS
 USAR GAFAS DE PROTECCIÓN	 USAR GAFAS DE PROTECCIÓN		

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



COLOR DE FONDO: AMARILLO (1)
 BORDE: NEGRO (2) (EN FORMA DE "BARRIL")
 EJEMPLO-D TEXTO: NEGRO (3)

(1) - COCH. COSMETOLOGÍA - DROGUERÍA DE NORMAS UNE-EN 12193
 Y UNE-EN-102

DIMENSIONES (mm)		
B	H	H/B
194	242	1,25
420	540	1,29
742	940	1,27
1020	1290	1,27
148	171	1,15
108	81	0,75

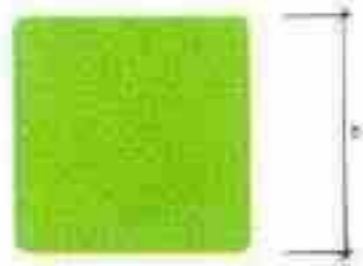
NOTAS:

(1) SEÑAL: RECORRER EN LA NORMA UNE-EN 12193-BA CON EJEMPLO GRAFICO
 (2) SEÑAL: NO RECORRER EN LA NORMA UNE-EN 12193-BA

SEÑAL						
NR	B-3-1	B-3-2	B-3-3	B-3-4	B-3-5	B-3-6
REFERENCIA	INDICACION	PRECAUCIÓN PELIGRO DE INCENDIO	PRECAUCIÓN PELIGRO DE EXPLOSIÓN	PRECAUCIÓN PELIGRO DE CORROSIÓN	PRECAUCIÓN PELIGRO DE INTOXICACIÓN	PRECAUCIÓN PELIGRO DE VOLTAJES ELÉCTRICOS
CONTENIDO GRAFICO	BORDO DE IDENTIFICACIÓN	FLAMA	BOMBA EXPLOSIÓN	LIQUIDO QUE CAE GOTAS A VECES SOBRE UNA MANO Y SOBRE LA OTRA	CRANEO Y TERNOS CRUZADOS	RAYO DESCARGA (SIMBOLO N.º 1018 DE LA ESTANDARIZACIÓN UNE-EN 12193-BA)

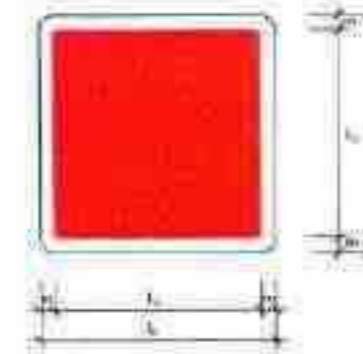
SEÑAL						
NR	B-3-7	B-3-8	B-3-9	B-3-10	B-3-11	B-3-12
REFERENCIA	PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO	PELIGRO POR MAQUINARIA RESACA EN MOVIMIENTO	PELIGRO POR CAIDAS A MENUDO NIVEL	PELIGRO POR CAIDAS A DISTANCIA NIVEL	PELIGRO POR CHUBA DE OBJETOS	PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CONTENIDO GRAFICO	DESPRENDIMIENTO DE TALLA	MAQUINA FETADORA	CAIDA A MENUDO NIVEL	CAIDA A DISTANCIA NIVEL	OBJETOS CAIENDO	CARGA SUSPENDIDA

SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD



COLORES DE FONDO: VERDE (1)
 BORDOS O TEXTO: BLANCO (2)
 (1) SEGUN COORDENADAS PRIMARIAS EN NORMAS UNE 1-115
 Y UNE 1-113

SEÑALES DE SALVAMENTO, VÍAS DE EVACUACION Y EQUIPOS DE EXTINCION



COLORES DE FONDO: ROJO
 BORDOS O TEXTO: BLANCO
 PERIFERICO: BLANCO

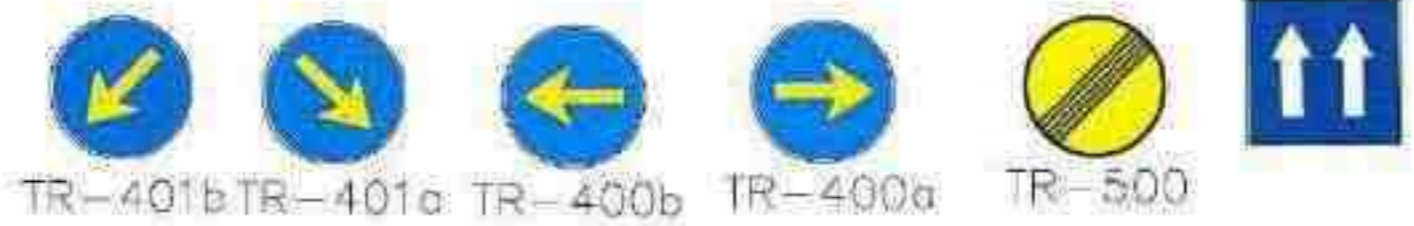
DIMENSIONES EN MM		
L	h	h ₁
500	530	30
400	430	20
300	330	15
200	230	10
150	180	8
100	95	5

SEÑAL	(1)	(2)	(3)	(4)
Nº	B-4-1	B-4-2	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...	LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ VERDE	FLECHA DE DIRECCION	CRUZ VERDE Y FLECHA DE DIRECCION	CRUZ VERDE Y FLECHA DE DIRECCION

NOTAS:
 (1) SEÑAL RECORRIDA EN LA NORMA UNE 1-115-95 CON EJEMPLO GRAFICO
 (2) SEÑAL RECORRIDA EN LA NORMA UNE 1-113-95 CON EJEMPLO GRAFICO
 POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
 (3) SEÑAL NO RECORRIDA EN LA NORMA UNE 1-113-95

SEÑAL	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nº	B-4-5	B-4-6	B-4-7	B-4-8	B-4-9
REFERENCIA	EXTINTOR	TELEFONO DE EMERGENCIA EN CASO DE URGENCIAS	VIAS DE FUGA	PUERTAS DE ALARMA	SEÑALES DE ESCALERA
CONTENIDO GRAFICO	EXTINTOR	TELEFONO	VIAS DE FUGA	PULSADOR	ESCALERA

(5) SEÑAL NO RECORRIDA EN LA NORMA UNE 1-113-95



SEÑALES DE PELIGRO

SEÑAL							
CLAVE	TP-13	TP-14A	TP-13B	TP-14	TP-20	TP-21	TP-30
DENOMINACIÓN	PASEL EXCAVADOR	RESALZO	BARRIOS	OBRAS	PROYECCIÓN DE GRAVILLA	EXCAVÓN LATERAL	OTROS PELIGROS

SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN Y PRIORIDAD

SEÑAL								
CLAVE	TR-3	TR-4	TR-101	TR-301	TR-302	TR-303	TR-304	TR-504
DENOMINACIÓN	PRIORIDAD AL SENTIDO CONTRARIO	PRIORIDAD RESPECTO AL SENTIDO CONTRARIO	ENTRADA PROHIBIDA	VELOCIDAD MÁXIMA	GIRO PROHIBIDO A LA DERECHA	GIRO PROHIBIDO A LA IZQUIERDA	PROHIBICIÓN DE ADELANTAMIENTO	ENCLAVAMIENTO

BALIZAMIENTO

SEÑAL								
CLAVE	BE-1	BE-2	BE-3	BE-4	BE-10	BE-11	BE-12	BE-13
DENOMINACIÓN	PANEL DIRECCIONAL	PANEL DIRECCIONAL	BALIZA DE BARRAS VERMELLAS	BALIZA DE BARRAS VERMELLAS	VERNALDA	BARRERA DE SEGURIDAD	LIT ANARJA INCREMENTAL	CAMUFLAJE EN LÍNEA DE LITOS AMARILLOS

SEÑAL				
CLAVE	TR-11	TR-2	TR-3	TR-4
DENOMINACIÓN	LIT ROJA LIT	DIRCCO AGIL DE PASO	DIRCCO DE PASO PROHIBIDO	CONTRALUMINACIÓN

CARTEL DE EMERGENCIAS

TELÉFONOS DE EMERGENCIA		DIRECCION DE LA OBRA _____ _____	
	BOMBEROS		_____
	POLICIA NACIONAL		_____
	GUARDIA CIVIL		_____
	SERVICIO MEDICO Dr. _____		_____ _____
	AMBULANCIAS		_____
	HOSPITALES		_____ _____

MATERIAL DEL CARTEL DE DIRECCIONES Y TELEFONOS EN CASO DE EMERGENCIAS.
ENTREGAR EN LEYENDA PARA CADA TRAZADO DE OBRA. RECORTARLOS
CON LOS MAS CERCANOS.

4. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS.

PRESUPUESTO RESUMIDO SS PUNTA CENTINELA

Pág. 1

N.º Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
1	PROTECCIONES INDIVIDUALES			
1.1	ud. Casco de seguridad (D31.1180)	160,00	2,56	409,60
1.2	ud. Gafa ant., de ace., con ventilación indirecta (D31.1010)	40,00	2,78	111,20
1.3	ud. Gafa ant., de ace., con ventilación indirecta (D31.1020)	40,00	9,29	371,60
1.4	ud. Mascarilla con filtro contra polvo (D31.1300)	40,00	21,83	873,20
1.5	ud. Auricular protector auditivo 33 dB (D31.1240)	80,00	15,79	1.263,20
1.6	ud. Cinturón de seguridad tipo sujeción (D31.1600)	40,00	59,21	2.368,40
1.7	ud. Cinturón tractorista antivibratorio (D31.1650)	40,00	13,00	520,00
1.8	ud. Mono algodón azulina, doble cremallera (D31.1700)	150,00	19,19	2.878,50
1.9	ud. Tra.ant.cha. y pantalón PVC forrado de malla (D31.1730)	80,00	7,89	631,20
1.10	ud. Guantes de látex, amarillo, anticorte (D31.1440)	80,00	2,16	172,80
1.11	ud. Guantes de lona azul, serraje manga corta (D31.1400)	80,00	1,48	118,40
1.12	ud. Pan.de seg.ant., de ace.,p/rep. soldadura (D31.1110)	20,00	23,53	470,60
1.13	ud. Gafa de soldador sencilla, tipo copa (D31.1045)	20,00	2,47	49,40
1.14	ud. Delantal en cuero, serraje especial soldador (D31.1760)	20,00	12,38	247,60
1.15	ud. Par de botas de PVC para agua, caña alta (D31.1550)	40,00	7,10	284,00
1.16	ud. Bota cuero CRS negro con puntera metálica (D31.1510)	20,00	28,48	569,60
1.17	ud. Pro.fac.,con pan. flexible, de 200x300 mm (D31.1070)	20,00	9,60	192,00
1.18	ud. Cuerda de 2 m para cinturón de seguridad (D31.1680)	80,00	31,75	2.540,00
1.19	ud. Gua.de cue. forrado, dorso de algodón rayado (D31.1430)	20,00	8,53	170,60
1.20	ud. Chaleco reflectante (D31.1740)	150,00	20,42	3.063,00
1.21	ud. Par de guantes aislantes (D31.7031)	20,00	8,53	170,60
1.22	ud. Par de botas aislantes (D31.7032)	20,00	24,45	489,00
	Total capítulo 1			17.964,50
2	PROTECCIONES COLECTIVAS			
2.1	ud. Val.met.mod., tipo Ayu., de 2,50x1,10 m (D31.2200)	400,00	4,06	1.624,00
2.2	ml. Cin.de bal.con ban. reflectantes i/soporte (D31.3110)	1.000,00	13,24	13.240,00
2.3	ml. Cinta de balizamiento bicolor (D31.3100)	4.500,00	0,57	2.565,00
2.4	ud. Jalón de señalización (D31.7029)	80,00	2,47	197,60
2.5	ud. Baliza intermitente tipo TL-2 (D31.7027)	80,00	39,63	3.170,40
2.6	ud. Señal de STOP/i soporte (D31.7028)	80,00	24,76	1.980,80
2.7	ud. Cono de señalización reflectante (D31.3180)	80,00	13,78	1.102,40
2.8	h. Camión de riego (D31.7033)	500,00	25,02	12.510,00
2.9	ud. Car.ind.de rie. de PVC, con soporte metálico (D31.3080)	80,00	40,77	3.261,60
2.10	ud. Lám.para señ. de obras con soporte metálico (D31.3190)	80,00	40,11	3.208,80
2.11	h. Hora de cua.p/con.y man. protecciones (D31.7010)	700,00	19,34	13.538,00
2.12	ud. Tubo sujeción cinturón de seguridad (D31.7030)	80,00	7,94	635,20
2.13	m2. Pro. de huecos con mallazo electrosoldado (D31.2100)	500,00	2,75	1.375,00
	Total capítulo 2			58.408,80
3	EXTINCIÓN DE INCENDIOS			
3.1	ud. Ext.por.9 Kg.pol.qui.pol...A B C,34A-144... (D26.0045)	24,00	73,71	1.769,04
	Total capítulo 3			1.769,04
4	PROTECCIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS			
4.1	ml. Con. de puesta a tierra enterrada 35 mm2 (D18.0410)	120,00	5,73	687,60
4.2	ud. Arq.de con. de puesta a tierra 38x50x25 cm (D18.0421)	8,00	67,98	543,84
4.3	ud. Caja general de protección 100 A (D18.0075)	10,00	102,37	1.023,70
4.4	ud. Interruptor diferencial 300 mA (D18.3510)	10,00	61,66	616,60
4.5	ud. Interruptor diferencial 30 mA (D18.3511)	10,00	70,08	700,80
	Total capítulo 4			3.572,54
5	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR			
5.1	ud. Caseta prefabricada para oficina de obra (D31.5050)	4,00	4.458,81	17.835,24
5.2	ud. Cas.pre.para ves., comedor o almacén de obra (D31.5060)	2,00	3.346,46	6.692,92
5.3	ud. Tra.a obra,des.y rec.de cas.pro. obra (D31.5070)	12,00	114,80	1.377,60
5.4	ud. Ino.con cis.,p/ada.a cas. provisional obra (D31.5100)	16,00	351,11	5.617,76
5.5	ud. Pla.duc.80 cm.p/ada.a cas. provisional obra (D31.5110)	16,00	323,55	5.176,80
5.6	ud. Lav.o fre.con gri.,p/ada.a cas.provisiona... (D31.5120)	16,00	141,14	2.258,24
5.7	h. Hora de peón,p/con.y lim. de inst. personal (D31.7020)	400,00	9,55	3.820,00
5.8	ud. Calentad eléct 100 l Cointra TE-100 (D15.7035)	6,00	211,14	1.266,84
5.9	ud. Contenedor de basuras (D28.9110)	6,00	37,08	222,48
5.10	m2. Sol.arm.c/mal.15x30x0,5,30cm pie.,10cm ho... (D03.0060)	400,00	13,94	5.576,00
5.11	ud. Ud. Radiad.mural infrarrojos 750 (U29VM100)	6,00	30,96	185,76
	Total capítulo 5			50.029,64

1 PROTECCIONES INDIVIDUALES

PRESUPUESTO RESUMIDO SS PUNTA CENTINELA

Pág. 2

N.º Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
6	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS			
6.1	ud. Bot.met.tipo mal., con contenido sanitario----- (D31.6010)	4,00	71,98	287,92
6.2	Ud Reconocimiento médico obligatorie----- (D31.70345)	200,00	40,00	8.000,00
	Total capítulo6-----			8.287,92
7	FORMACIÓN Y REUNIONES DEL COMITÉ DE SS.			
7.1	h Formación de Seguridad y Salud en la Obra----- (D31.7040)	400,00	11,00	4.400,00
7.2	Ud Reunión mensual del Comité de S. y S.----- (D31.7041)	24,00	50,00	1.200,00
7.3	h. Hora de cua.p/con.y man. protecciones----- (D31.7010)	400,00	19,34	7.736,00
	Total capítulo7-----			13.336,00
	Total presupuesto-----			153.368,44

6 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Anejo N° 9: EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO

ANEJO 9
EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES EFECTOS
DEL CAMBIO CLIMATICO

ÍNDICE

1.- OBJETO	3
2.- NORMATIVA	3
3.- POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	3
4.- PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA DE OIA – PONTEVEDRA	4
4.1.- Resultados obtenidos del C3E	5
4.2.- Conclusiones	7
5.- APÉNDICES	7
Apéndice 01	8
Resultados del C3E para el punto 75	9

1. OBJETO

El presente estudio tiene como objetivo la evaluación de indicadores e índices que aporten información objetiva para el establecimiento de medidas de adaptación para prevenir los efectos del cambio climático en el ámbito de actuación en los términos de la normativa de referencia que se indica en el próximo apartado.

2. NORMATIVA

El presente Anejo referente a los posibles efectos del cambio climático en la zona de estudio se ha realizado para dar respuesta a lo estipulado en el **Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.**

De acuerdo al **Artículo 91. Contenido del proyecto**, dentro del Capítulo II del mencionado Reglamento, *“los proyectos deberán contener una evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre los terrenos donde se vaya a situar la obra realizada, según se establece en el artículo 92 de este reglamento.”*

El **Artículo 92. Contenido de la evaluación de los efectos del cambio climático**, establece que:

“1. La evaluación de los efectos del cambio climático incluirá la consideración de la subida del nivel medio del mar, la modificación de las direcciones de oleaje, los incrementos de altura de ola, la modificación de la duración de temporales y en general todas aquellas modificaciones de las dinámicas costeras actuantes en la zona, en los siguientes periodos de tiempo:

a) En caso de proyectos cuya finalidad sea la obtención de una concesión, el plazo de solicitud de la concesión, incluidas las posibles prórrogas.

2. Se deberán considerar las medidas de adaptación que se definan en la estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático, establecida en la disposición adicional octava de la Ley 2/2013, de 29 de mayo.”

3. POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La identificación de los impactos del cambio climático para los próximos años constituye un proceso de aproximación que, teniendo en cuenta diferentes escenarios, se inicia a escala planetaria para, paulatinamente, ir ganando en resolución a través de técnicas de regionalización. Los efectos globales del cambio climático han sido analizados por multitud de modelos en base a gran cantidad de escenarios, por lo que, gracias a la comparación de los resultados obtenidos por diferentes estudios, se dispone de abundante información en forma de rangos y niveles de incertidumbre.

La distribución geográfica de los incrementos de temperatura indica que, en general, los continentes sufrirán un mayor aumento de la temperatura que los océanos. También cabe destacar que se prevén mayores incrementos en las zonas más septentrionales. Por otro lado, la precipitación se incrementará en las zonas tropicales y de alta latitud, mientras que se

espera que decrezca en las áreas subtropicales. Otro de los efectos más destacados es que la cobertura de los hielos polares y de los glaciares disminuirá sensiblemente.

Esta situación, junto con la expansión térmica de los océanos, conducirá a un incremento del nivel del mar, lo que también supone un riesgo para Galicia, especialmente por la concentración de actividades y asentamientos en la franja costera.

Las variaciones que tengan lugar en la zona costera influirán directamente en multitud de sectores y sistemas. Por ello, una vez una vez finalizados los estudios que detallen el estado actual de la costa y su evolución futura, se habrá de identificar los impactos futuros en todos los sectores afectados por las modificaciones en la costa (recursos hídricos, biodiversidad y ecosistemas terrestres y marinos, urbanismo e infraestructuras, agricultura y turismo) como por ejemplo el refuerzo de defensas costeras, adaptación de las infraestructuras a vientos costeros más intensos, protección de elementos más sensibles del litoral, etc.

Para ello se deberá hacer una recopilación del conocimiento sobre la dinámica marina actual a nivel de Galicia y trabajos que aborden las tendencias para el futuro, especialmente los resultados del proyecto C3E del Programa Nacional de I+D+I 2009-2012.

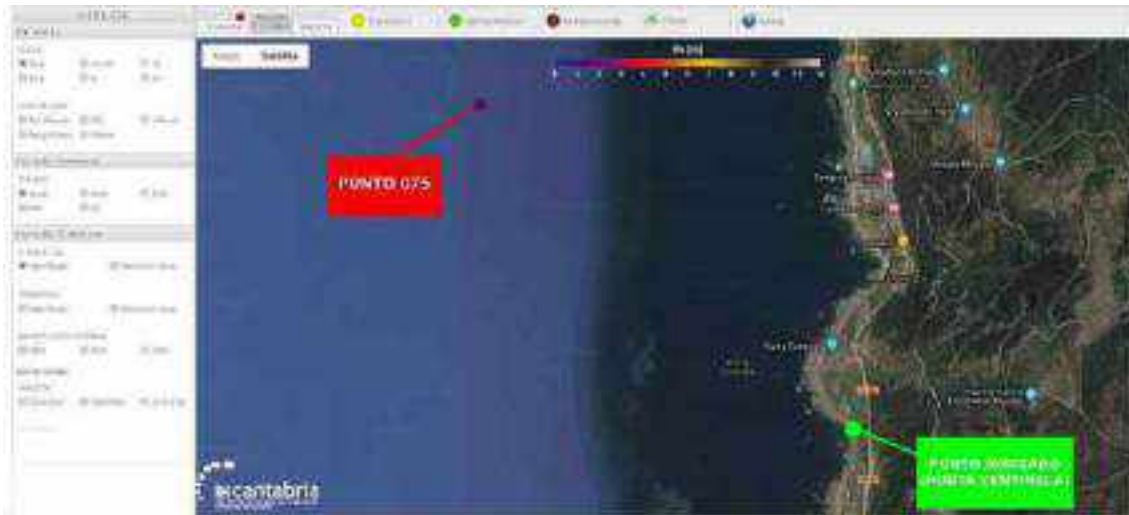
4. PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA DE OIA-PONTEVEDRA SEGÚN C3E

En este apartado se incluye información numérica relativa a las proyecciones de cambio climático para los próximos años regionalizadas sobre la Costa Española y particularmente sobre la Costa de Oia en la provincia de Pontevedra.

El visor del proyecto C3E integra los resultados del proyecto "Cambio Climático en la Costa Española" que se ha desarrollado por la Universidad de Cantabria en el período 2009-2012 para la Oficina Española de Cambio Climático del MAGRAMA.

El objetivo general del C3E es elaborar datos, metodologías y herramientas destinadas a la evaluación de los impactos e identificación de medidas de adaptación para dar respuesta a las necesidades del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en las zonas costeras sobre una base científica, técnica y socio-económica, teniendo en cuenta la variabilidad del clima y el cambio climático presente y futuro.

El proyecto C3E proporciona los resultados de las principales dinámicas susceptibles de ser modificadas por el cambio climático como lo son la altura de ola, marea meteorológica y el viento entre otras, tanto en aguas profundas (dinámica marina), como en aguas someras (dinámica costera). En particular para el ámbito de la actuación, se ha analizado el punto 75.



4.1. RESULTADOS OBTENIDOS DEL C3E

En el Apéndice 1 se muestran los resultados obtenidos de las variables de oleaje y nivel del mar en la costa susceptible de ser modificadas por el cambio climático. Se ha estudiado la peligrosidad de la dinámica costera en aguas someras, a una profundidad en torno a los 10 y 15 metros.

Los resultados del visor muestran tanto las variables del clima actual como las tendencias observadas con base en la información histórica y los valores de las dinámicas estimados al siglo XXI. No obstante los datos estimados que cobran especial interés para la zona de estudio son los siguientes:

- Hs (m): Altura de ola significativa media.
- Hs12 (m): Altura de ola significativa superada 12 horas al año.
- Dir.FE (°): Dirección del Flujo medio de Energía.
- MSL (cm): Nivel medio del mar y carrera de marea.

Punto 075 Longitud: 42,09° Latitud: -8,92°			VALORES ANUALES												
			HISTÓRICO				PROYECCIONES								
			Actual	2020	2030	2040	2010-2040			2040-2070			2070-2100		
							B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1	A2
OLEAJE	Hs (m)	media	1.98	0.07	0.086	0.103	-0.016	-0.049	-0.078	-0.023	-0.034	-0.039	-0.024	-0.042	-0.061
	Hs 12 (m)	media	7.284	0.307	0.38	0.453	-0.042	-0.082	-0.171	-0.061	-0.096	-0.09	-0.066	-0.078	-0.117
	DIR FE (°)	media	284.936	0.66	-0.821	-0.979	0.483	0.917	1.183	0.515	0.664	0.712	0.363	0.723	0.978
NIVEL DEL MAR	MSL (cm)	media	2.786	1.727	4.023	6.472	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A partir de los resultados obtenidos y para aquellas variables de las que no se disponen datos para una proyección mínima de 50 años, en este caso el nivel de marea, se ha hecho una extrapolación lineal, obteniéndose las siguientes variaciones en el transcurso de los años:

VARIACIONES	EXTRAPOLACIONES					
	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Hs (m)	0.07	0.086	0.103	-0.023	-0.034	-0.039
Hs ₁₂ (m)	0.307	0.38	0.453	-0.061	-0.096	-0.09
DIR FE (º)	-0.663	-0.821	-0.979	0.515	0.664	0.712
MSL (cm)	1.727	4.023	6.472	8.8445	1.217	13.5895

Como puede observarse, las variaciones climáticas en la zona de estudio resultan poco significativas, por lo que no se espera una afección negativa en este tramo costero. Como resumen de las proyecciones se espera:

- Aumento de la altura de ola significativa durante los primeros 20 años en torno a 0,10 metros - una pequeña disminución en los siguientes 30 años de 0.04 metros.
- Mínima variación del Flujo Medio de Energía alrededor de los 1,5º.
- Aumento del nivel medio del mar, con una variación de carrera de marea de aproximadamente 14 cm.

4.2. CONCLUSIONES

Como principal conclusión, hay que destacar que los posibles efectos del cambio climático en el litoral son altamente dependientes de las características del tramo costero que se considere y de la propagación del oleaje hasta la misma.

En este estudio se ha considerado la sobre elevación del nivel del mar como agente fundamental del cambio climático, pero también se han incluido otros agentes tales como la variación del oleaje y de la dirección del flujo medio de energía, obteniéndose resultados **poco significativos**.

Por todo ello no se cree necesario establecer **medidas de adaptación** adicionales en aras de proteger este tramo costero, puesto que la configuración de la costa en la zona y obras de captación/restitución de agua de mar y escollera de protección se estima suficiente para soportar las pequeñas variaciones climáticas durante el periodo de la concesión.

5. APÉNDICES

APÉNDICE 1. RESULTADOS DEL C3E PARA EL PUNTO 75

APÉNDICE 01

RESULTADOS DEL C3E PARA EL PUNTO 75

Anejo N° 10: ESTUDIO DE COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON LA ESTRATEGIA MARINA

ANEJO 10:

**ESTUDIO DE COMPATIBILIDAD DEL
PROYECTO CON LA ESTRATEGIA MARINA**

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN	3
2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
4.- HABITATS Y ESPECIES MARINAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	3
5.- ADECUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE COMPATIBILIDAD	3
5.1.- Demarcación marina afectada y objetivos ambientales específicos	5
5.2.- Efectos sobre los objetivos ambientales de la estrategia marina de la demarcación marina noratlántica	6
6.- Conclusiones	18

1.- INTRODUCCIÓN

Hidroeléctrica de Oia, S.L., pretende desarrollar una central hidroeléctrica reversible de agua de mar, en Punta Centinela, término municipal de Oia, Pontevedra, para lo cual necesita la ocupación de 2.778,40 m² del D.P.M.T. para la construcción de la obra de toma y restitución de agua de mar necesaria, así como la correspondiente escollera de protección.

El RD 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, le es de aplicación a las obras a realizar, al estar incluidas en el Anejo I, apartado E, en su referencia a captaciones de agua de mar sobre el lecho marino o enterradas bajo el mismo.

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

La descripción de las obras se recoge en el punto 5 de la memoria del proyecto.

Los elementos submarinos del proyecto son las obras de captación y restitución del agua de mar y su escollera de protección.

3.- ACCIONES DE LA ACTUACIÓN SOBRE LAS ESTRATEGIAS MARINAS.

Las acciones de la actuación sobre las estrategias marinas, se desarrollan en el punto 4 del anejo 5, del Documento Ambiental Preliminar: Potenciales impactos de la alternativa seleccionada, para las fases de:

- Construcción (punto 4.2)
- Funcionamiento (punto 4.3)

Así como las medidas preventivas y correctoras (punto 5) y el Programa de Vigilancia ambiental (punto 6).

4. HÁBITATS Y ESPECIES MARINAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

La identificación y descripción de los hábitats y las especies marinas localizadas en la zona donde se prevé las actuaciones de proyecto se ha obtenido de la bibliografía existente y estudios específicos, concretamente el Documento ambiental preliminar (anejo 5).

5. 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 2008, 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 y 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 los vertidos que se desarrollen en cualquiera de las demarcaciones marinas previstas en la Ley 41/2010, de 29 de diciembre.

En el Real Decreto 79/2019 también se establecen 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 descriptores 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
- D9: Contaminantes en los productos de pesca
- D10: Basuras marinas
- D11: Ruido submarino

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.

5.1 Demarcación marina afectada y objetivos ambientales específicos.

La compatibilidad con las estrategias marinas de la ejecución de las obras a realizar en las aguas marinas, su lecho y subsuelo, del proyecto de Central hidroeléctrica reversible de agua de mar en Punta Centinela, Término municipal de Oia, Pontevedra se evaluará, según la demarcación marina en la que se incluye y tipología de proyecto, en función de los siguientes parámetros:

El anexo II del Real Decreto 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, establece 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 Noratlántica y es una actuación tipo E.

- Demarcación Marina: Noratlántica

- Actividad: E

- Objetivos ambientales específicos:

- Proteger y preservar el medio marino, incluyendo su biodiversidad, evitar su deterioro y recuperar los ecosistemas marinos en las zonas que se hayan visto afectadas negativamente.

- 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.

- Garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad.

- Objetivos ambientales específicos para la actividad E en la Demarcación Marina Noratlántica: A1.1, A1.4, B1.1, B1.2, B1.5, B1.10, B2.4, C2.1, C2.2 y C3.5

- Indicadores: los asociados a los objetivos ambientales específicos.

- Objetivos ambientales concretos: aquellos asociados a los objetivos ambientales específicos.

ACTUACIONES		OBJETIVOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS														
		A				B								C		
		1.1	1.2	1.4	1.5	1.1	1.2	1.5	1.10	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	
B	Almacenamiento geológico de gas o CO ₂	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	
D	Instalación de cables submarinos de telecomunicaciones o transporte de electricidad, colocados sobre el lecho marino o enterrados bajo el mismo	X		X			X	X	X				X	X	X	
E	Instalación de conductos para el vertido desde tierra al mar ó captaciones de agua de mar sobre el lecho marino o enterrado bajo el mismo	X		X		X	X	X	X				X	X	X	

5.2 Efectos sobre los objetivos ambientales de la estrategia marina de la demarcación marina noratlántica.

El ámbito de estudio de la evaluación de los efectos sobre los objetivos ambientales específicos para el logro del Buen Estado Ambiental es la zona de la costa de Oia, concretamente el entorno de Punta Centinela, donde se ubicarán las obras de toma y restitución de agua de mar y escollera de protección, para la central hidroeléctrica reversible de agua marina en Punta Centinela, Término municipal de Oia, Pontevedra.

A continuación, se muestra, en formato tabla, la evaluación de las obras del proyecto frente los objetivos ambientales específicos de compatibilidad con las estrategias marinas citados en el punto anterior.

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 afectadas negativamente				
A.1 Asegurar la conservación y la recuperación de la biodiversidad a través de instrumentos y medios 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 son clave para asegurar los servicios y funciones del medio marino: fondos de maërl, comunidades de laminarias, comunidades 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 más sensibles, como los montes submarinos, comunidades de coralígeno y maërl y corales de aguas frías; evitar o reducir la construcción de infraestructuras que puedan afectar a hábitats sensibles; evitar/reducir los efectos directos e indirectos de los dragados sobre los 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 BEA	D1, D6	Superficie (o cualquier tipo de indicador apropiado) de hábitats biogénicos y/o hábitats protegidos potencialmente afectados por actividades humanas y sus tendencias
AFECCIÓN DEL PROYECTO		EFECTO POTENCIAL		MEDIDAS PREVENTIVAS (MP) QUE SE ALINEAN CON EL OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO
AFECCIÓN HÁBITATS Comunidades de laminarias		FASE DE CONSTRUCCIÓN PÉRDIDA DE HÁBITAT Pérdida de hábitat potencial de <i>Laminaria</i> y especies asociadas (, moluscos, crustáceos, equinodermos, etc.) por labores de adecuación del fondo marino, se trata de una comunidad muy bien representada a lo largo de la franja costera con importancia ecológica elevada y fragilidad ecológica alta. No se han detectado especies protegidas. - Pérdida de hábitat por adecuación del lecho: 566,40 m ² de obra de toma y 2.212 m ² de la escollera de protección, total 2.778,40 m ² de hábitat potencial de <i>laminaria</i> y especies asociadas. CONTAMINACIÓN Vertidos accidentales de aceites e hidrocarburos por parte de maquinaria y embarcaciones puede afectar a la fauna bentónica. FASE OPERACIÓN No se prevé		ACONDICIONAMIENTO DEL FONDO MARINO <ul style="list-style-type: none"> • Se realizará el estudio del fondo marino para establecer planes detallados de fondeo • Todas las actividades que puedan provocar perturbaciones en el lecho marino se planificarán, gestionarán y ejecutarán de manera que se reduzcan al mínimo las perturbaciones • El hormigón utilizado para el acondicionamiento del fondo marino en las zonas de actuación no llevará ningún tipo de aditivo que limite o condicione su recolonización tras la fase de construcción por las comunidades preexistentes. Los productos utilizados se certificarán en la lista PLONOR de OSPAR. CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO <ul style="list-style-type: none"> • La maquinaria será revisada con objeto de evitar pérdidas de combustibles, lubricantes, etc. Las operaciones de revisión, lavado y/o cambio de aceite se hará en zonas habilitadas para ello. • Se realizarán los análisis previos necesarios para asegurar que el sedimento que se prevé movilizar por los trabajos cumpla las "Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre", aprobadas por la Comisión interministerial de Estrategias Marinas en 2014 (versión actualizada en 2015). • Las embarcaciones y medios auxiliares utilizados para la ejecución de las obras cumplirán la normativa vigente en cuanto al vertido al mar de sustancias peligrosas desde buques (Convenio MARPOL). PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL El programa de vigilancia ambiental velará por el cumplimiento de todas estas medidas. BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Antes de la ejecución de las obras se informará a la dirección de obra de los pormenores detallados en las especificaciones medioambientales de la obra.
EFECTO SOBRE EL OBJETIVO AMBIENTAL				
FAVORABLE				
Mediante la aplicación de medidas preventivas y correctoras, se reduce la afección sobre comunidades bentónicas naturales de interés ecológico.				

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 afectadas negativamente														
A.1 Asegurar la conservación y la recuperación de la biodiversidad a través de instrumentos y medios 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, elasmobranchios, 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 BEA	D1, D3, D4	Mortalidad de las poblaciones de grupos de especies en la cima de la cadena trófica.										
AFECCIÓN DEL PROYECTO		EFECTO POTENCIAL		MEDIDAS PREVENTIVAS (MP) QUE SE ALINEAN CON EL OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO										
Fauna pelágica		FASE DE CONSTRUCCIÓN INCREMENTO DE TURBIDEZ Las operaciones que implican resuspensión de sedimentos pueden afectar tanto directa como indirectamente (a través de la cadena trófica) a la fauna pelágica. ALTERACIONES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA derivadas tanto de la resuspensión de sedimentos contaminados como de posibles vertidos accidentales de buques y maquinaria pueden reducir las tasas de supervivencia de la fauna pelágica. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Puede afectar a peces pelágicos, peces nectónicos, reptiles marinos. <table border="1" data-bbox="577 738 1167 866"> <tr> <td></td> <td>Acústica (ruido impulsivo)</td> <td>Acústica (Ruido continuo)</td> </tr> <tr> <td>Caretta Caretta</td> <td>MEDIA</td> <td>MEDIA</td> </tr> <tr> <td>Dermodochelys coriácea</td> <td>MEDIA</td> <td>MEDIA</td> </tr> </table>			Acústica (ruido impulsivo)	Acústica (Ruido continuo)	Caretta Caretta	MEDIA	MEDIA	Dermodochelys coriácea	MEDIA	MEDIA	PLANIFICACIÓN DE LA OBRA <ul style="list-style-type: none"> Se procederá a dar aviso del inicio de los trabajos y la duración de los mismos con la suficiente antelación a Capitanía Marítima y a las cofradías de pescadores que se pudieran ver afectadas en sus actividades indicando descripción de la operación, y zona de operación. Esta información se actualizará regularmente. CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO <ul style="list-style-type: none"> La maquinaria será revisada con objeto de evitar pérdidas de combustibles, lubricantes, etc. Las operaciones de revisión, lavado y/o cambio de aceite se hará en zonas habilitadas para ello. Se realizarán los análisis previos necesarios para asegurar que el sedimento que se prevé movilizar por los trabajos cumpla las "Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre", aprobadas por la Comisión interministerial de Estrategias Marinas en 2014 (versión actualizada en 2015). En caso de que la instalación precise de dragados, estos se realizarán siguiendo las mismas directrices. Se implantará un Plan de Emergencia y contingencia para posibles fugas o vertidos accidentales. Se realizarán análisis físico-químicos de las aguas previo y durante la fase de construcción para detectar afecciones sobre la calidad del agua.	
			Acústica (ruido impulsivo)	Acústica (Ruido continuo)										
Caretta Caretta	MEDIA	MEDIA												
Dermodochelys coriácea	MEDIA	MEDIA												
COLISIONES La presencia de la plataforma y embarcaciones auxiliares podría suponer un riesgo de colisión para reptiles marinos. La sensibilidad de las tortugas a los colisiones es Media RIESGO DE ENGANCHE CON MAQUINARIA, SISTEMAS DE ANCLAJE Y OTROS DISPOSITIVOS <table border="1" data-bbox="660 1086 1249 1214"> <tr> <td></td> <td>Sensibilidad (ruido no impulsivo)</td> <td>Sensibilidad (Ruido impulsivo)</td> </tr> <tr> <td>Globocephala melas</td> <td rowspan="2">MEDIA</td> <td rowspan="2">ALTA</td> </tr> <tr> <td>Tursiops truncatus</td> </tr> </table>			Sensibilidad (ruido no impulsivo)	Sensibilidad (Ruido impulsivo)	Globocephala melas	MEDIA	ALTA	Tursiops truncatus	PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Se aplicará el Documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina (Estudio Submon 2021)					
	Sensibilidad (ruido no impulsivo)	Sensibilidad (Ruido impulsivo)												
Globocephala melas	MEDIA	ALTA												
Tursiops truncatus														
		OPERACIONES MAS PENALIZABLES POR GENERACIÓN DE RUIDO: Voladuras para la construcción de la captación/restitución		PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA Planificar y diseñar áreas de trabajo para reducir al máximo las necesidades de iluminación (iluminar estrictamente las áreas necesarias). Uso de tecnología apropiada que evite iluminación halógena y promueva el uso de HPS (Sodio de alta presión), o iluminación tipo LED o MH con filtros diseñados para espectros de emisiones bajas, que son más rentables y respetuosos con el medio ambiente y aumentan la discriminación del color; Modificación de los espectros y/o la intensidad de la luz (espectros de emisiones bajas) La luz debe ser lo más tenue posible. Orientación de la luz hacia abajo (usando sombras, por ejemplo) o hacia el área objeto de iluminación para evitar el derrame de luz hacia el cielo.										
		FASE DE OPERACIÓN: No se prevee												

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 afectadas negativamente				
A.1 Asegurar la conservación y la recuperación de la biodiversidad a través de instrumentos y medios 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, elasmobranchios, 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 BEA	D1, D3, D4	Mortalidad de las poblaciones de grupos de especies en la cima de la cadena trófica.
AFECCIÓN DEL PROYECTO		EFECTO POTENCIAL		MEDIDAS PREVENTIVAS (MP) QUE SE ALINEAN CON EL OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO
AFECCIÓN A AVES MARINAS		FASE DE CONSTRUCCIÓN ALTERACIÓN DEL HÁBITAT FAUNÍSTICO MOLESTIAS A COLONIAS DE CRÍA Y ESPECIES INVERNANTES La franja costera está presente el alcatraz, la gaviota y el cormorán moñudo CONTAMINACIÓN QUÍMICA Derivada de posibles vertidos y resuspensión de sedimentos contaminados		<ul style="list-style-type: none"> Todas las luces deben ser planificadas según REAL DECRETO 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 y la normativa local.
		FASE DE OPERACIÓN: No se prevé		PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL El programa de vigilancia ambiental velará por el cumplimiento de todas estas medidas. BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Antes de la ejecución de las obras se informará a la dirección de obra de los pormenores detallados en las especificaciones mediamambientales de la obra.
EFECTO SOBRE EL OBJETIVO AMBIENTAL				
FAVORABLE				
Mediante la aplicación de las medidas correctoras se reduce la afección sobre los grupos de especies no comerciales en la cima de la cadena trófica, en lo relativo a contaminación y destrucción de hábitats. Técnicamente no se puede evitar la generación de perturbaciones (principalmente contaminación acústica y lumínica) pero la afección residual una vez aplicadas las medidas es relativamente reducida (MODERADA) y acotada en el tiempo.				

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 los bienes y servicios provistos por el medio marino.					
		B.1.1 Reducir el volumen de vertidos directos o indirectos sin tratamiento adecuado (vertidos industriales, aguas residuales, descargas desde ríos, escorrentías, etc.) al medio marino, así como mejorar la eficiencia de las estaciones de depuración y redes de alcantarillado, para minimizar el aporte de basuras, contaminantes y nutrientes al medio marino.			
TIPO	Presión	DESCRIPTORES BEA	D5, D8, D9, D10	INDICADOR	frecuencia de vertidos sin tratamiento adecuado al mar desde embarcaciones y plataformas
AFECCIÓN DEL PROYECTO		EFFECTO POTENCIAL			MEDIDAS PREVENTIVAS (MP) QUE SE ALINEAN CON EL OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO
No hay					

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 los bienes y servicios provistos por el medio marino.					
		B.1.2 Reducir la frecuencia de vertidos sin tratamiento adecuado al mar desde embarcaciones o plataformas			
TIPO	Presión	DESCRIPTORES BEA	D8, D9	INDICADOR	frecuencia de vertidos sin tratamiento adecuado al mar desde embarcaciones y plataformas
AFECCIÓN DEL PROYECTO		EFFECTO POTENCIAL			MEDIDAS PREVENTIVAS (MP) QUE SE ALINEAN CON EL OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO
					<p>PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL El Programa de Vigilancia Ambiental velará por el cumplimiento de todas estas medidas</p> <p>BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Antes de la ejecución de las obras se informará a la Dirección de Obra de los pormenores detallados en las especificaciones medioambientales de la obra.</p>
EFFECTO SOBRE EL OBJETIVO AMBIENTAL					
FAVORABLE					
Las medidas preventivas y correctoras evitarán vertidos sin tratamiento adecuado al mar desde plataforma, embarcaciones y maquinaria empleada.					

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 los bienes y servicios provistos por el medio marino.					
		B1.5 Reducir la cantidad de basuras marinas generadas por fuentes tanto terrestres como marítimas			
TIPO	Presión	DESCRIPTORES BEA	D8, D9	INDICADOR	frecuencia de vertidos sin tratamiento adecuado al mar desde embarcaciones y plataformas
AFECCIÓN DEL PROYECTO		EFFECTO POTENCIAL		MEDIDAS PREVENTIVAS (MP) QUE SE ALINEAN CON EL OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	
BASURAS MARINAS GENERADAS		<ul style="list-style-type: none"> -Contaminación del sustrato -Contaminación de la columna de agua -Incremento de partículas en suspensión -Afección a comunidades bentónicas -Afección a comunidades pelágicas -Afección a aves marinas -Impactos sobre el sector pesquero 		<p>Se implantará un Plan de emergencia y contingencia para posibles fugas o vertidos accidentales. Se realizarán análisis físico-químicos de las aguas previo y durante la fase de construcción para detectar afecciones sobre la calidad del agua.</p> <p>PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL El Programa de Vigilancia Ambiental velará por el cumplimiento de todas estas medidas</p> <p>BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Antes de la ejecución de las obras se informará a la Dirección de Obra de los pormenores detallados en las especificaciones medioambientales de la obra.</p>	
EFFECTO SOBRE EL OBJETIVO AMBIENTAL					
FAVORABLE					
Las medidas preventivas y correctoras evitarán vertidos sin tratamiento adecuado al mar desde plataforma, embarcaciones y maquinaria empleada.					

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				
		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	Presión	DESCRIPTORES BEA	D8	INDICADOR
		Existencia de procesos de análisis de riesgos		
AFECCIÓN DEL PROYECTO		EFFECTO POTENCIAL		MEDIDAS PREVENTIVAS (MP) QUE SE ALINEAN CON EL OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO
EVENTOS SIGNIFICATIVOS DE CONTAMINACIÓN AGUDA		<ul style="list-style-type: none"> -Alteración de la composición química del sustrato -Alteración de la composición química de la columna de agua -Incremento de partículas en suspensión -Afección a comunidades bentónicas -Afección a comunidades pelágicas -Afección a mamíferos marinos -Afección a aves marinas -Impactos sobre el sector pesquero 		<p>CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • La maquinaria será revisada con objeto de evitar pérdidas de combustibles, lubricantes, etc. Las operaciones de revisión, lavado y/o cambio de aceite se hará en zonas habilitadas para ello. • Se realizarán los análisis previos necesarios para asegurar que el sedimento que se prevé movilizar por los trabajos cumpla las "Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre", aprobadas por la Comisión interministerial de Estrategias Marinas en 2014 (versión actualizada en 2015). En caso de que la instalación precise de dragados, estos se realizarán siguiendo las mismas directrices. • Las embarcaciones y medios auxiliares utilizados para la ejecución de las obras cumplirán la normativa vigente en cuanto al vertido al mar de sustancias peligrosas desde buques (Convenio MARPOL). • Se implantará un Plan de emergencia y contingencia para posibles fugas o vertidos accidentales. Se realizarán análisis físico-químicos de las aguas previo y durante la fase de construcción para detectar afecciones sobre la calidad del agua. <p>PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL El Programa de Vigilancia Ambiental velará por el cumplimiento de todas estas medidas.</p> <p>BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Antes de la ejecución de las obras se informará a la Dirección de Obra de los pormenores detallados en las especificaciones medioambientales de la obra</p>
EFFECTO SOBRE EL OBJETIVO AMBIENTAL				
FAVORABLE				
De los estudios y análisis llevados a cabo a lo largo de la realización del proyecto, y tras la adopción de las correspondientes medidas preventivas y correctoras, no es previsible que los elementos que conforman el proyecto presenten una vulnerabilidad que pueda producir efectos adversos significativos sobre los objetivos de la Estrategia Marina, como consecuencia de accidentes graves o catástrofes.				

C. Garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad.					
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	C2.1 Garantizar que la superficie afectada por alteraciones físicas permanentes causadas por actividades humanas sea una proporción reducida del área total de la demarcación noratlántica.				
TIPO	Presión	DESCRIPTORES BEA	D 1, D4, D6,D7	INDICADOR	Superficie afectada por alteraciones físicas permanentes causadas por actividades humanas
AFECCIÓN DEL PROYECTO	EFECTO POTENCIAL			MEDIDAS PREVENTIVAS (MP) QUE SE ALINEAN CON EL OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	
ALTERACIÓN POR OCUPACIÓN IRREVERSIBLE DEL LECHO MARINO	FASE DE CONSTRUCCIÓN AFECCIÓN POR HORMIGONADO AFECCIÓN POR ESCOLLERAS FASE DE OPERACIÓN No se prevé			ACONDICIONAMIENTO DEL FONDO MARINO <ul style="list-style-type: none"> • Todas las actividades que puedan provocar perturbaciones en el lecho marino se planificarán, gestionarán y ejecutarán de manera que se reduzcan al mínimo las perturbaciones • El hormigón utilizado para el acondicionamiento del fondo marino en las zonas de actuación no llevará ningún tipo de aditivo que limite o condicione su recolonización tras la fase de construcción por las comunidades pre-existentes. Los productos utilizados se certificarán en la lista PLONOR de OSPAR. MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA <ul style="list-style-type: none"> • Previo a la obra se inventariará el área de actuación para minimizar las actuaciones sobre las zonas con mayor densidad de especies • Se llevará un control previo y durante la obra de turbidez y la transparencia. • Las actuaciones sobre el fondo marino serán las estrictamente necesarias y quedarán acotadas a la zona de obra MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA <ul style="list-style-type: none"> • Para evaluar el estado ecológico de los fondos rocosos una vez se hayan ejecutado las obras, se deberá aplicar el índice CFR (Índice de Calidad de los Fondos Rocosos) con el fin de realizar un seguimiento sobre la evolución de la cobertura de macroalgas como indicador de la recuperación ecológica de la zona. • Se llevará a cabo un seguimiento de la recolonización de las zonas acondicionadas por las obras (plataforma de hormigón) por las especies que constituyen el fondo rocoso afectado. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL <ul style="list-style-type: none"> • El Programa de Vigilancia Ambiental velará por el cumplimiento de todas estas medidas BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES <ul style="list-style-type: none"> • Antes de la ejecución de las obras se informará a la Dirección de Obra de los pormenores detallados en las especificaciones medioambientales de la obra 	
EFECTO SOBRE EL OBJETIVO AMBIENTAL					
FAVORABLE					
La superficie ocupada materialmente por las obras es muy escasa (295 m ²) para la obra de toma y restitución de agua de mar y 2.212 m ² para la escollera, por tanto muy reducida, dada la extensión de la Demarcación Marina noratlántica. Se prevé que el 100% de esta superficie sea recolonizada por las comunidades bentónicas.					

C. Garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad.			
C.2 Adoptar y aplicar las medidas necesarias para minimizar el impacto de las actividades humanas en las condiciones físicas del medio marino			
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	<i>C2.2 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</i>		
TIPO Presión	DESCRIPTORES BEA D 1, D4, D6,D7	INDICADOR	Afección de hábitats
AFECCIÓN DEL PROYECTO	EFECTO POTENCIAL	MEDIDAS PREVENTIVAS (MP) Y CORRECTORAS (mc) QUE SE ALINEAN CON EL OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	
ALTERACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SUSTRATO	<p>FASE DE CONSTRUCCIÓN Movilización de posibles contaminantes presentes en los sedimentos.</p> <p>FASE DE OPERACIÓN No se prevé</p>	<p>ACONDICIONAMIENTO DEL FONDO MARINO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todas las actividades que puedan provocar perturbaciones en el lecho marino se planificarán, gestionarán y ejecutarán de manera que se reduzcan al mínimo las perturbaciones • El hormigón utilizado para el acondicionamiento del fondo marino en las zonas de actuación no llevará ningún tipo de aditivo que limite o condicione su recolonización tras la fase de construcción por las comunidades pre-existentes. Los productos utilizados se certificarán en la lista PLONOR de OSPAR. <p>CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • La maquinaria será revisada con objeto de evitar pérdidas de combustibles, lubricantes, etc. Las operaciones de revisión, lavado y/o cambio de aceite se hará en zonas habilitadas para ello. • Se realizarán los análisis previos necesarios para asegurar que el sedimento que se prevé movilizar por los trabajos cumpla las "Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre", aprobadas por la Comisión interministerial de Estrategias Marinas en 2014 (versión actualizada en 2015) <p>Las embarcaciones y medios auxiliares utilizados para la ejecución de las obras cumplirán la normativa vigente en cuanto al vertido al mar de sustancias peligrosas desde buques (Convenio MARPOL).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se implantará un Plan de emergencia y contingencia para posibles fugas o vertidos accidentales. Se realizarán análisis físico-químicos de las aguas previo y durante la fase de construcción para detectar afecciones sobre la calidad del agua. <p>MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Previo a la obra se inventariará el área de actuación para minimizar las actuaciones sobre las zonas con mayor densidad de especies • Se llevará un control previo y durante la obra de turbidez y la transparencia • Las actuaciones sobre el fondo marino serán las estrictamente necesarias y quedarán acotadas a la zona de obra • El hormigón empleado para acondicionar la zona de salida de la PHD no contendrá aditivos que limiten o condicionen la recolonización por las comunidades preexistentes 	

C. Garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad.			
C.2 Adoptar y aplicar las medidas necesarias para minimizar el impacto de las actividades humanas en las condiciones físicas del medio marino			
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	<i>C2.2 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</i>		
TIPO Presión	DESCRIPTORES BEA	D 1, D4, D6,D7	INDICADOR Afeccion de habitats
AFECCIÓN DEL PROYECTO	EFFECTO POTENCIAL		MEDIDAS PREVENTIVAS (MP) Y CORRECTORAS (mc) QUE SE ALINEAN CON EL OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO
			<p>Para evaluar el estado ecológico de los fondos rocosos una vez se hayan ejecutado las obras, se deberá aplicar el índice CFR (Índice de Calidad de los Fondos Rocosos) con el fin de realizar un seguimiento sobre la evolución de la cobertura de macroalgas como indicador de la recuperación ecológica de la zona.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se llevará a cabo un seguimiento de la recolonización de las zonas acondicionadas por las obras por las especies que constituyen el fondo rocoso afectado <p>PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Programa de Vigilancia Ambiental velará por el cumplimiento de todas estas medidas <p>BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antes de la ejecución de las obras se informará a la Dirección de Obra de los pormenores detallados en las especificaciones medioambientales de la obra.
EFFECTO SOBRE EL OBJETIVO AMBIENTAL			
FAVORABLE			
Las medidas preventivas y correctoras garantizan que las alteraciones físicas localizadas y permanentes causadas por el proyecto no amenacen la perdurabilidad y funcionalidad de los hábitats presentes en la zona.			

C. Garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad.				
C.2 Adoptar y aplicar las medidas necesarias para minimizar el impacto de las actividades humanas en las condiciones físicas del medio marino				
OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	<i>C3.5 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, la construcción de infraestructuras, los dragados, la extracción de recursos marinos no renovables, la contaminación y la interacción con los efectos del cambio climático (acidificación, calentamiento, etc.).</i>			
TIPO	Presión	DESCRIPTORES BEA	D 1, D6, D8,D10	INDICADOR
				Número de estudios y proyectos científicos sobre estas materias.
AFECCIÓN DEL PROYECTO	EFECTO POTENCIAL		MEDIDAS PREVENTIVAS (MP) Y CORRECTORAS (mc) QUE SE ALINEAN CON EL OBJETIVO AMBIENTAL ESPECÍFICO	
			<ul style="list-style-type: none"> - Documento ambiental preliminar - Estudio Submon 2021 <p>El estudio de Impacto Ambiental para la central hidroeléctrica reversible de agua de mar, incluirá un apartado específico para las obras de toma y restitución del agua de mar y escollera de protección</p> <p>CUMPLIMIENTO AL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de la planificación de la obra con respecto a los efectos potenciales sobre la fauna, recursos turísticos, población y actividad pesquera • Control de la calidad de las aguas submarinas con respecto a la turbidez y aumento de partículas en suspensión • Control de la calidad de las aguas con respecto a la afección ocasionada por la maquinaria utilizada y prevención de vertidos accidentales • Control de la calidad de las comunidades bentónicas • Control de la vegetación marina • Control de las comunidades de cetáceos • Control de las comunidades de avifauna • Control del nivel de ruido submarino 	
EFECTO SOBRE EL OBJETIVO AMBIENTAL				
FAVORABLE				
Estudio de Impacto Ambiental que permitirá ampliar el conocimiento sobre el efecto de las obras de toma y restitución de agua de mar sobre los hábitats de la demarcación marina noratlántica.				

6. CONCLUSION

En aplicación de las medidas preventivas y correctoras y de las actuaciones para la ejecución de las obras de toma y restitución de agua de mar y su escollera de protección, del proyecto de una central hidroeléctrica reversible de agua de mar en Punta Centinela, término municipal de Oia, Pontevedra, se prevé **COMPATIBILIDAD FAVORABLE** con los objetivos ambientales específicos definidos en la Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica.

diciembre 2021

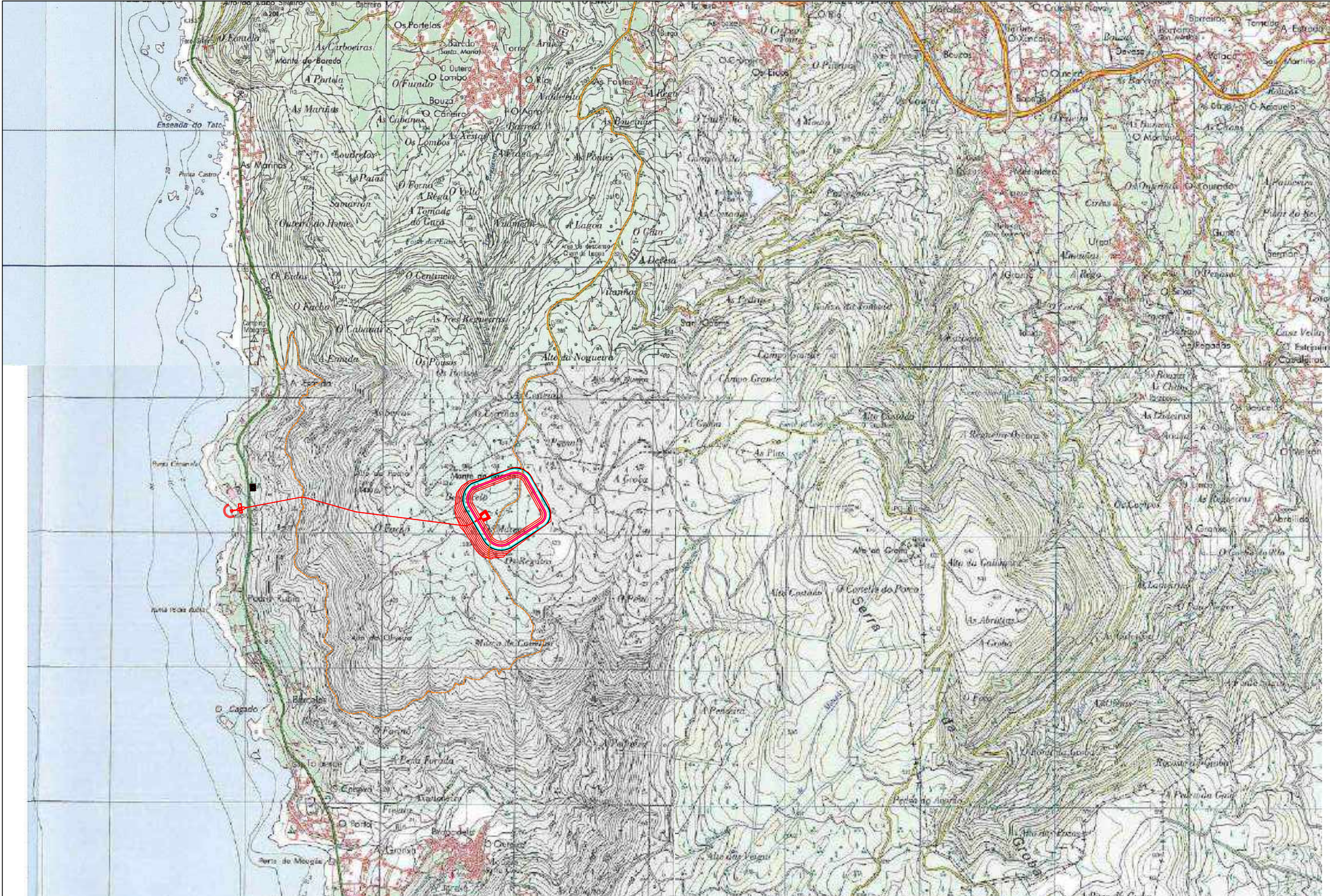
Documento n° 2

PLANOS

Documento Nº 2: PLANOS

Nº	TÍTULO	ESCALA
PLANOS DE INFORMACIÓN		
i1	Situación	1/25.000
i2	Emplazamiento / Topografía	1/5.000
i3	Planeamiento municipal vigente	1/10.000
i4	Plan de ordenación del litoral de Galicia (POL)	1/10.000
i5	Plan básico autonómico	1/10.000
i6	Deslinde Dominio Público Marítimo Terrestre (D.P.M.T.)	1/2.000
i7	Parcelario catastral	1/10.000
i8	Ortofoto	1/10.000
PLANOS DE PROYECTO		
1.1	Planta general	1/5.000
1.2	Planta general sobre Deslinde Dominio Público Marítimo Terrestre	1/2.000
1.3	Planta general sobre Plan de ordenación del litoral de Galicia (POL)	1/10.000
1.4	Planta general sobre Plan básico autonómico	1/10.000
1.5	Planta general sobre ortofoto	1/10.000
1.6	Planta general sobre parcelario catastral	1/10.000
1.7	Planta general sobre planeamiento municipal vigente	1/10.000
1.8	Ocupación D.P.M.T., terrenos privados y afecciones según legislación de Costas y carreteras	1/10.000 1/2.500
2.1	Depósito superior, planta	1/2.500
2.2	Depósito superior: perfiles (2 hojas)	1/5.000
2.3	Depósito superior: sección tipo y detalles	Varias
2.4	Depósito superior: toma	1/500
3	Circuito hidráulico, planta y perfil	1/5.000

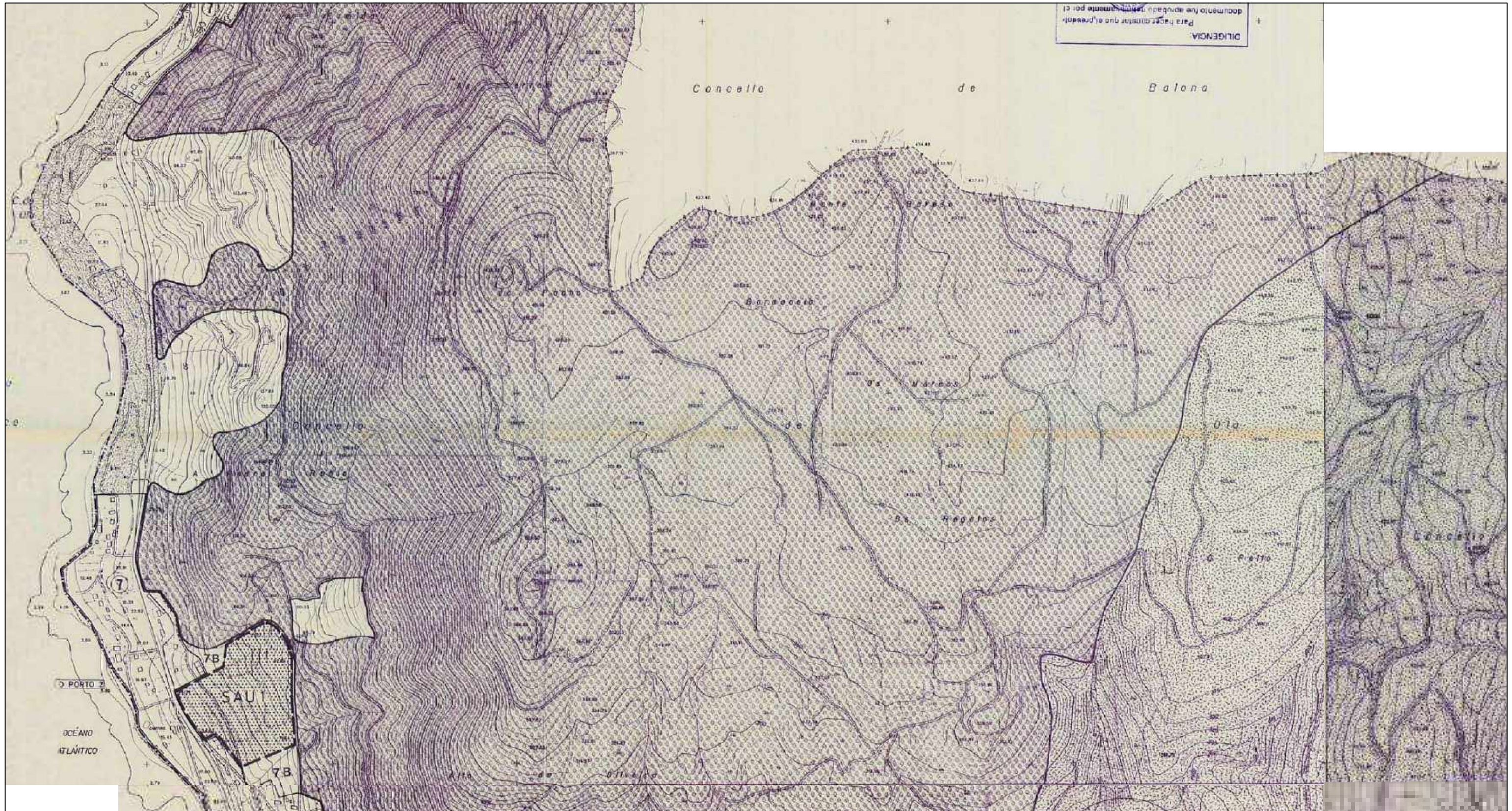
4.1	Central subterránea: planta nivel de acceso (-19,00)	1/250
4.2	Central subterránea: Planta nivel de alternadores (-24,80)	1/250
4.3	Central subterránea: Planta nivel Turbinas (-31,27)	1/250
4.4	Central subterránea: Planta nivel ejes de turbinas	1/250
4.5	Central subterránea: planta nivel acceso a conos de aspiración	1/250
4.6	Central subterránea: sección A-A	1/250
4.7	Central subterránea: sección B-B	1/250
4.8	Central subterránea: sección C-C	1/250
5	Toma de mar y escollera de protección	1/500
6	Subestación	varias



<p>PROMOTOR</p> <p>HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.</p>	<p>Benito Fernández González Ingeniero de Caminos, C. y P. Colegiado nº 4.752</p>	<p>PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)</p>	<p>FECHA</p> <p>octubre 2021</p>	<p>TITULO DEL PLANO</p> <p>SITUACION</p>	<p>ESCALA GRAFICA</p> <p>1/25.000</p>	<p>Nº</p> <p>i 1</p>
---	---	---	----------------------------------	---	---------------------------------------	-----------------------------

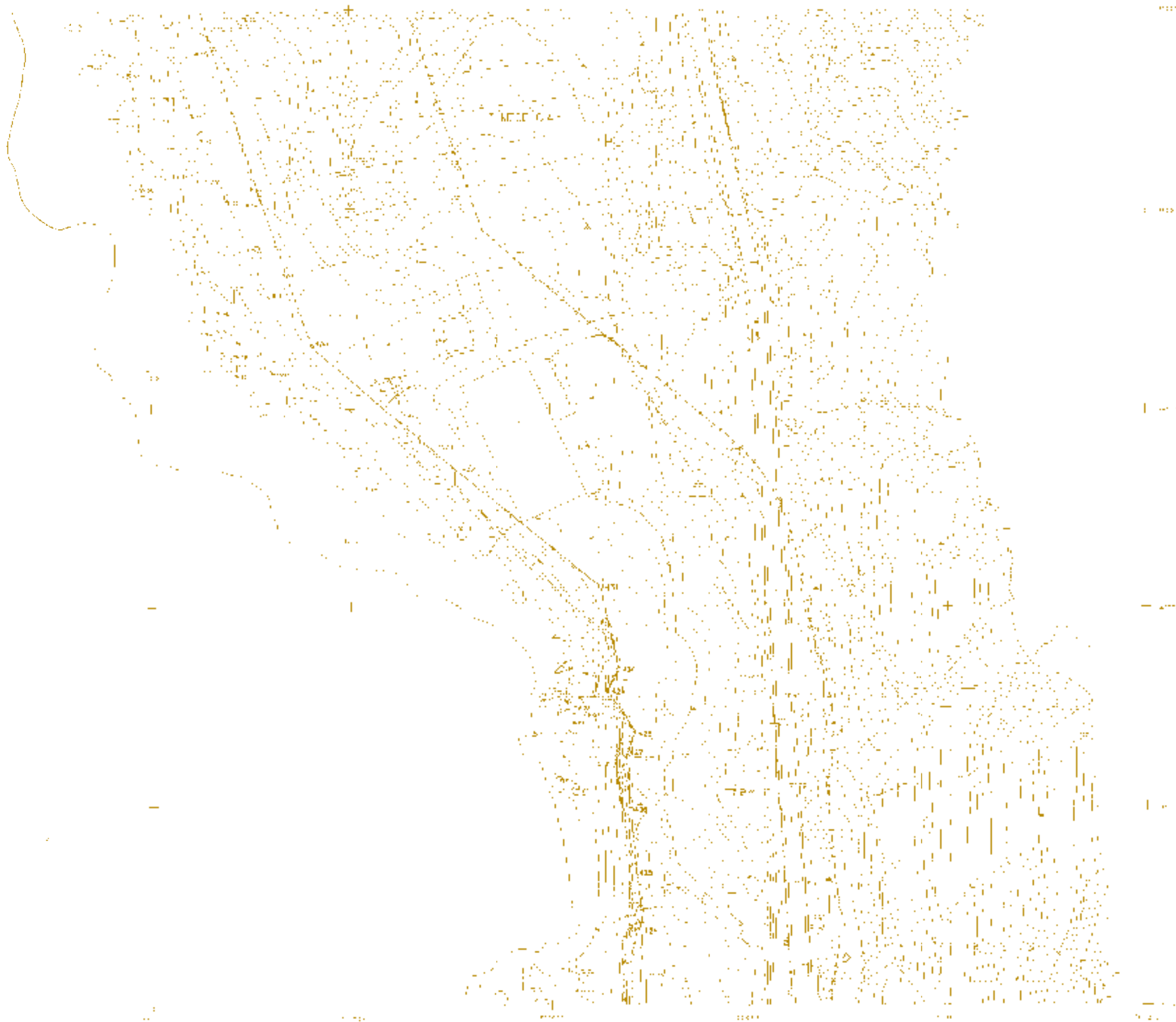
DILIGENCIA
Para hacer constar que el presente documento fue aprobado oficialmente por el

Concello de Balona



SOLO NON URBANIZABLE --- LIMITE ENTRE TIPOS DE SOLO NON URBANIZABLE [] SIN ESPECIAL PROTECCION [7] DE NUCLEO URBAN [7B] DE ZONA DE INFLUENCIA [] DE PROTECCION FORESTAL [] DE PROTECCION ECOLOGICA [] DE PROTECCION PAROXISTICA [] DE PROTECCION DE COSTAS [] DE PROTECCION DO PATRIMONIO		SOLO APTO PARA URBANIZAR --- LIMITE DO SOLO APTO PARA URBANIZAR [] SOLO APTO PARA URBANIZAR		SOLO URBANO --- LIMITE DE SOLO URBANO [] SOLO URBANO / CASCO URBANO		[] ESPACIOS LIBRES DE USO E DOMINIO PUBLICO EQUIPAMENTOS [D] DEPORTIVO [C] SOCIEDE [A] ADMINISTRATIVO [CC] CIVICO-CULTURAL [R] RELIXIOSO [C] CEMENTERIO [ST] SERVICIOS TECNICOS [S] SISTEMAS VERDES		EXCELENTISIMO CONCELLO DE OIA NORMAS SUBSIDIARIAS DE PLANEAMENTO MUNICIPAL PLANEAMENTO ORDENACION ESCALA 1/5.000 FECHA MARZO-94		PLANO N. 1.1 <table border="1"> <tr><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>7</td></tr> <tr><td>8</td><td>9</td></tr> <tr><td>10</td><td>11</td></tr> <tr><td>12</td><td>13</td></tr> <tr><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>16</td><td>17</td></tr> </table>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	3																									
4	5																									
6	7																									
8	9																									
10	11																									
12	13																									
14	15																									
16	17																									
		[] DESLINDE DO DOMINIO PUBLICO MARITIMO-TERRESTRE [] LIMITE SERVIDUMBRE DE PROTECCION				interurban s.a. URBANISMO E ENXERÍA C/ PROVERA, 22 NO. 100 3022 TUF: 8961 224388 FAX: 8961 426474																				

PROMOTOR HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.	Benito Fernández González Ingeniero de Caminos, C. y P. Colegiado nº 4.752	PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)	FECHA octubre 2021	TITULO DEL PLANO PLANEAMIENTO MUNICIPAL VIGENTE	ESCALA GRAFICA 1/10.000 0 100 200 300	Nº i 3
--	--	--	-----------------------	--	---	------------------



PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Colegiado nº 4.752

PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
REVERSIBLE DE AGUA MARINA
PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA

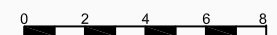
octubre 2021

TITULO DEL PLANO

PLANO DESLINDE D.P.M.T.

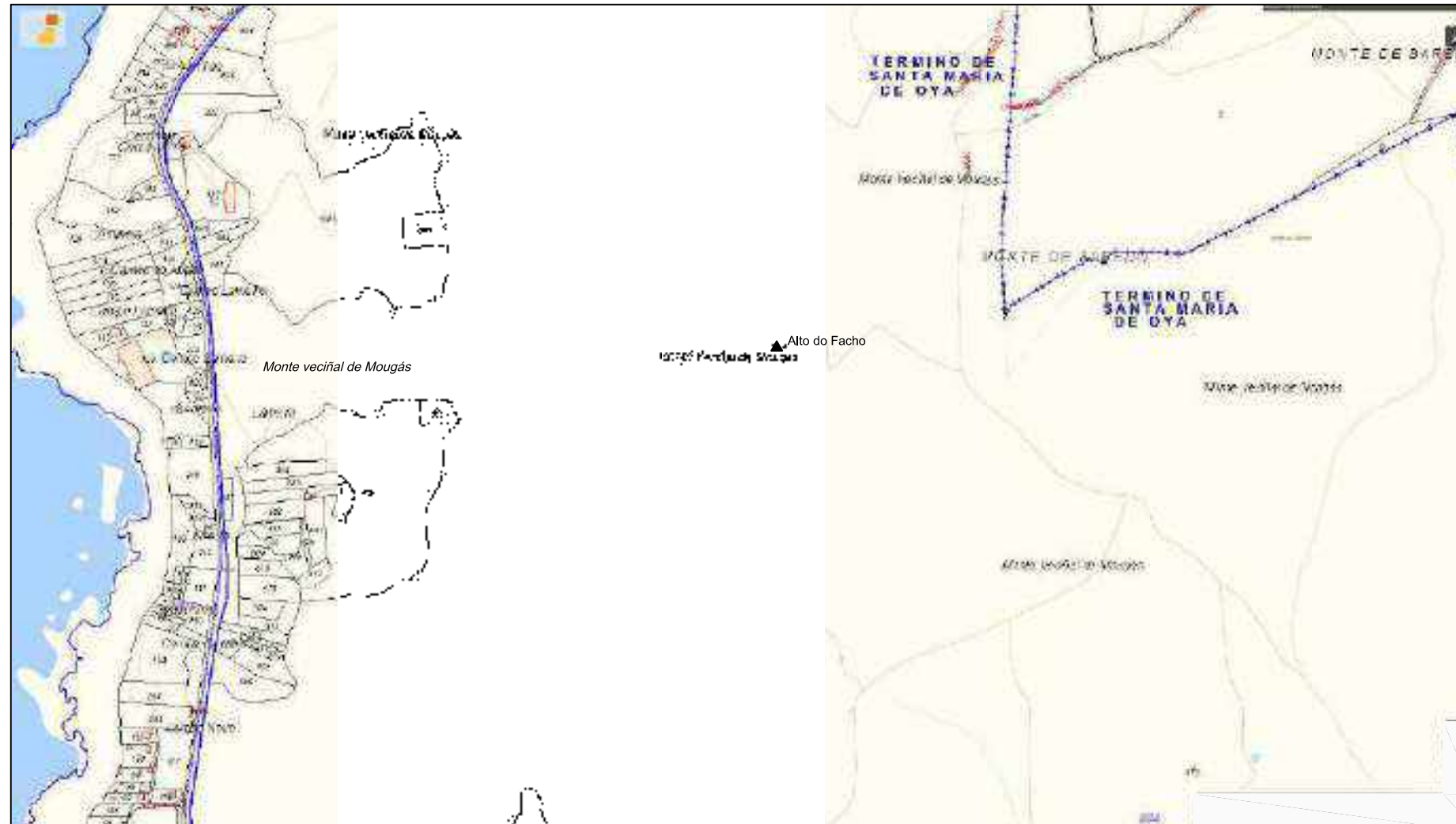
ESCALA GRAFICA

1/2.000



Nº

i 6



PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
 Ingeniero de Caminos, C. y P.
 Colegiado nº 4.752

PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
 REVERSIBLE DE AGUA MARINA
 PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA

octubre 2021

TITULO DEL PLANO

PARCELARIO CATASTRAL

ESCALA GRAFICA

1/10.000



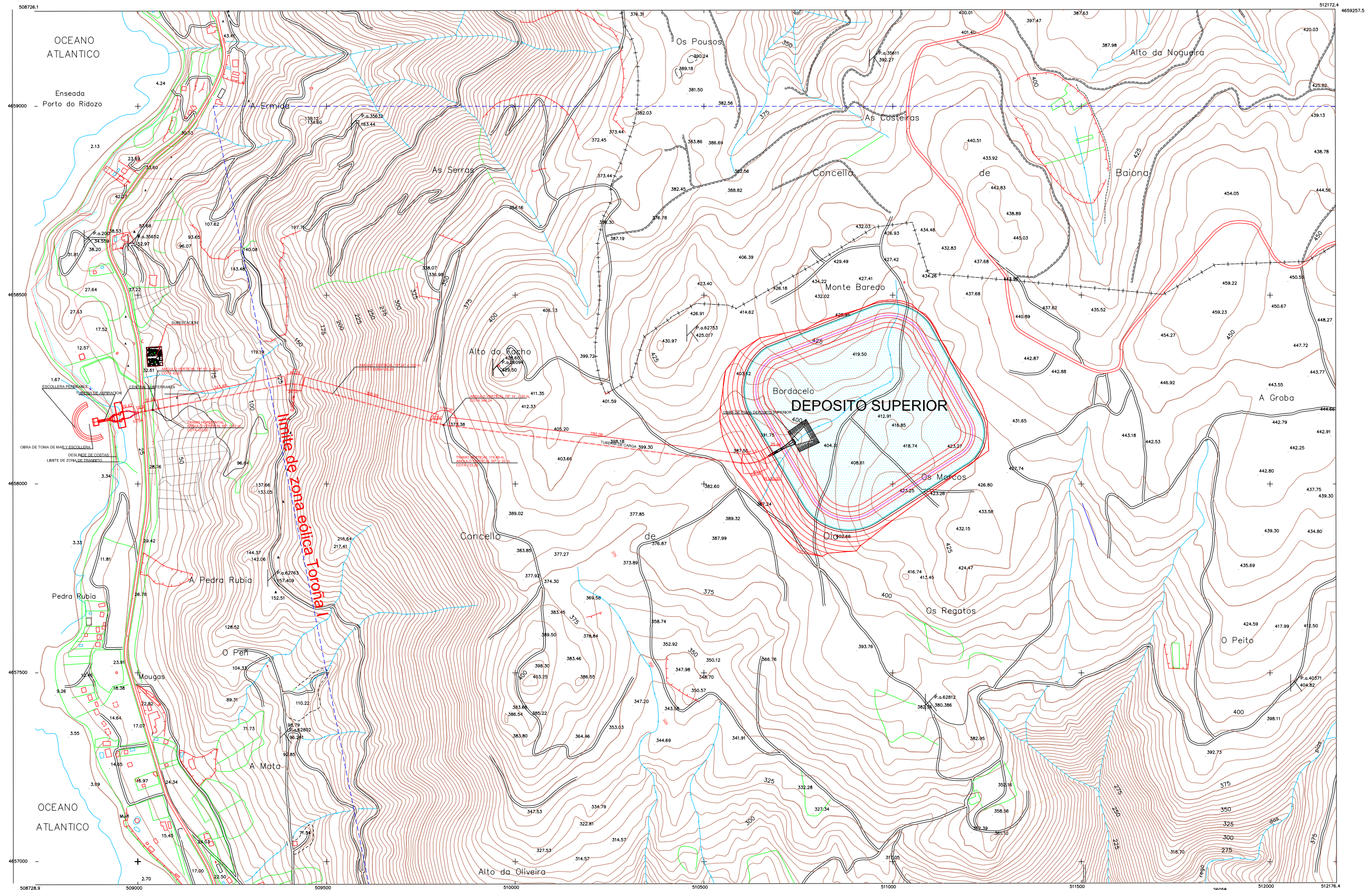
Nº

i 7



Imagen fuente Google Earth

<p>PROMOTOR</p> <p>HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.</p>	<p>Benito Fernández González Ingeniero de Caminos, C. y P. Colegiado nº 4.752</p>	<p>PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)</p>	<p>FECHA</p> <p>octubre 2021</p>	<p>TITULO DEL PLANO</p> <p>ORTOFOTO</p>	<p>ESCALA GRAFICA</p> <p>1/10.000</p> <p>0 100 200 300</p>	<p>Nº</p> <p>i.8</p>
---	---	---	----------------------------------	---	--	-----------------------------



PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
 Ingeniero de Caminos, C. y P.
 Colegiado nº 4.752

**PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
 REVERSIBLE DE AGUA MARINA
 PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)**

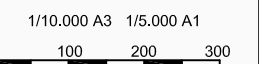
FECHA

octubre 2021

TITULO DEL PLANO

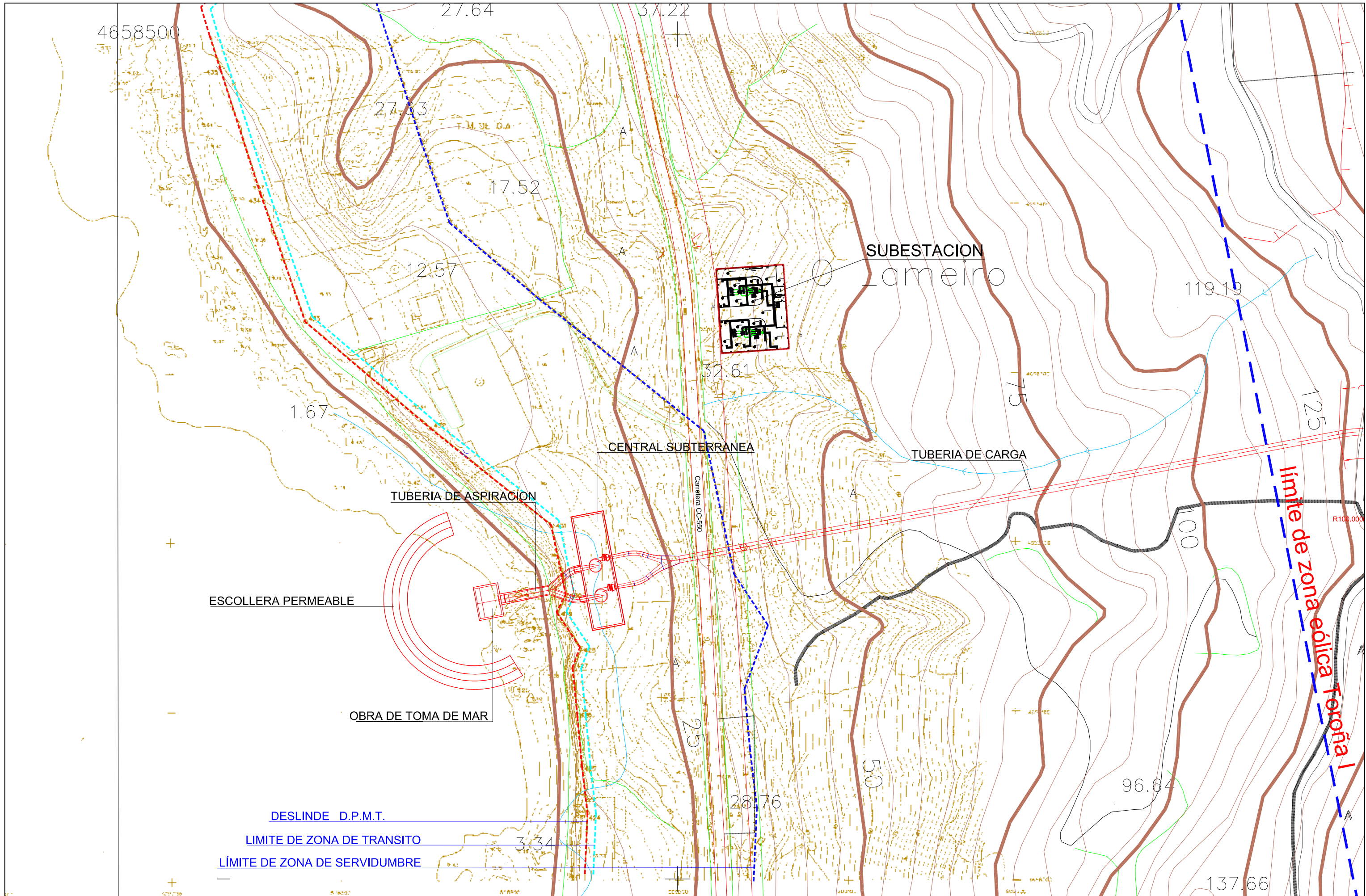
PLANTA GENERAL

ESCALA GRAFICA



Nº

1.1



PROMOTOR
HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
 Ingeniero de Caminos, C. y P.
 Colegiado nº 4.752

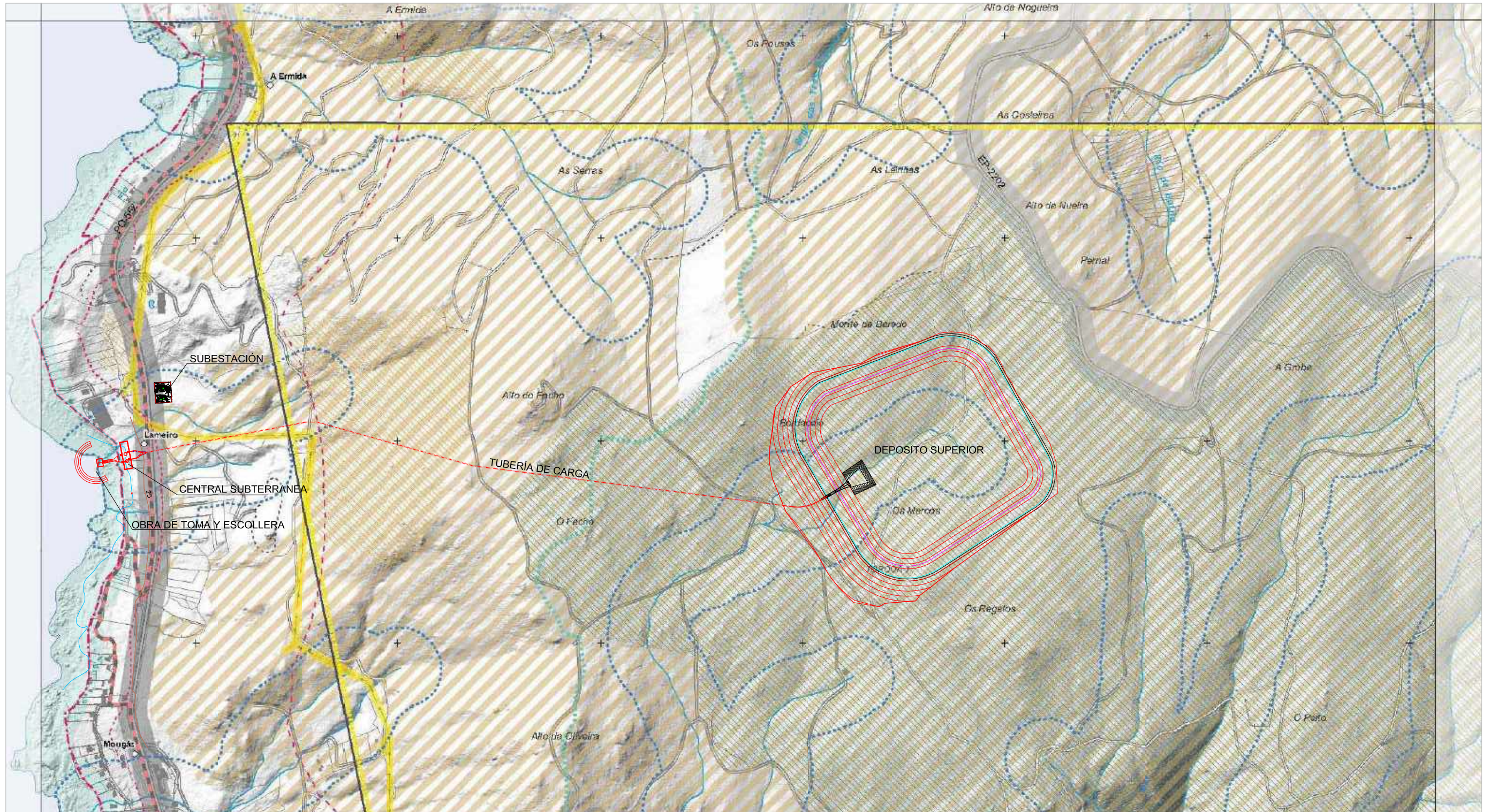
**PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
 REVERSIBLE DE AGUA MARINA
 PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)**

FECHA
 octubre 2021

TITULO DEL PLANO
 PLANTA GENERAL SOBRE
 DESLINDE D.P.M.T.

ESCALA GRAFICA
 1/2.000
 0 2 4 6 8

Nº
 1.2



PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Colegiado nº 4.752

PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
REVERSIBLE DE AGUA MARINA
PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

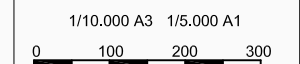
FECHA

octubre 2021

TITULO DEL PLANO

PLANTA GENERAL SOBRE PLAN BÁSICO
AUTONÓMICO

ESCALA GRAFICA



Nº

1.4

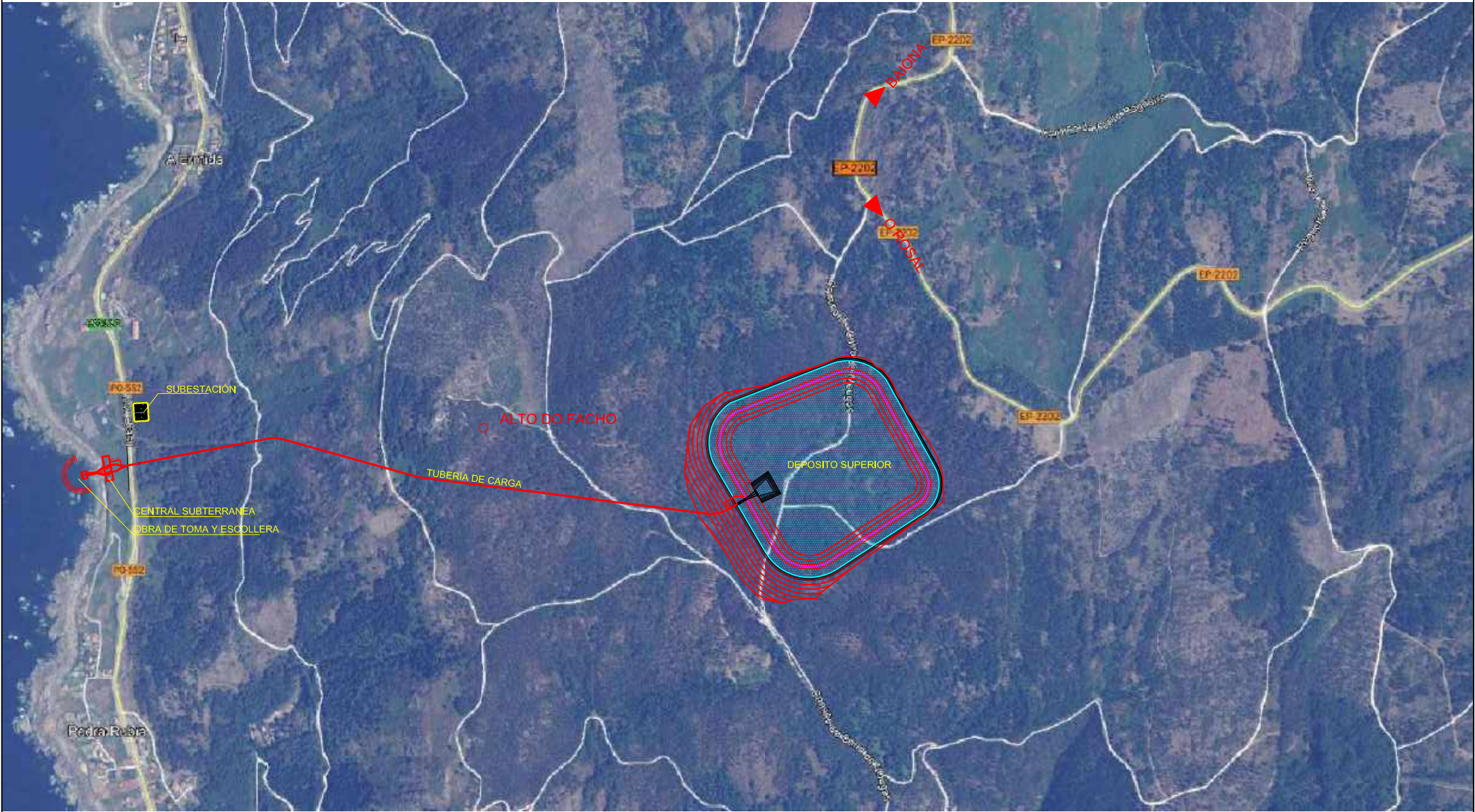
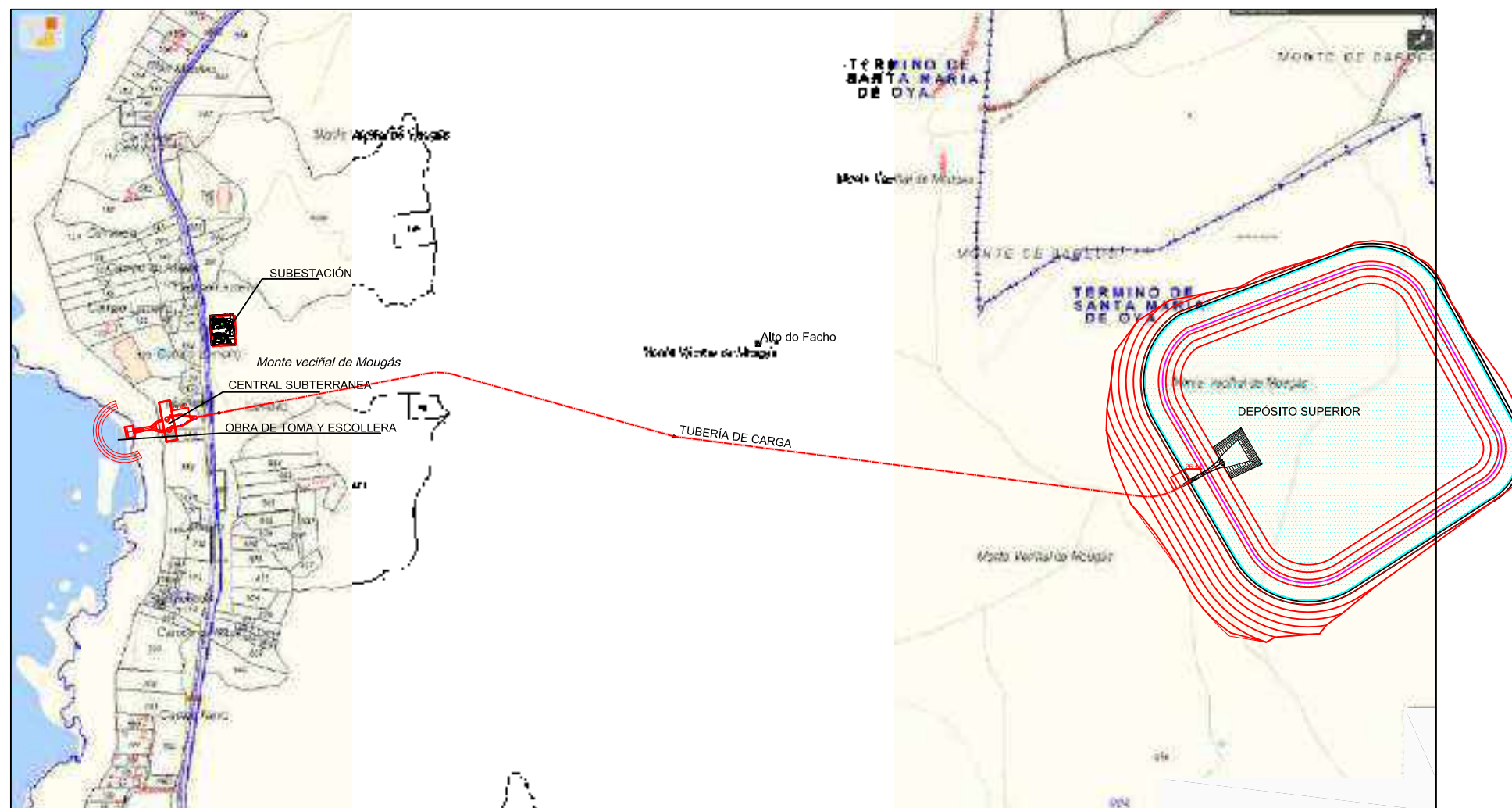


Imagen fuente Google Earth

<p>PROMOTOR</p> <p>HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.</p>	<p>Benito Fernández González Ingeniero de Caminos, C. y P. Colegiado nº 4.752</p>	<p>PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)</p>	<p>FECHA</p> <p>octubre 2021</p>	<p>TITULO DEL PLANO</p> <p>PLANTA GENERAL SOBRE ORTOFOTO</p>	<p>ESCALA GRAFICA</p> <p>1/10.000</p> <p>0 100 200 300</p>	<p>Nº</p> <p>1.5</p>
---	---	--	----------------------------------	--	--	-----------------------------



PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
 Ingeniero de Caminos, C. y P.
 Colegiado nº 4.752

PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
 REVERSIBLE DE AGUA MARINA
 PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA

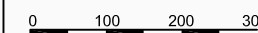
octubre 2021

TITULO DEL PLANO

PLANTA GENERAL
 SOBRE PARCELARIO CATASTRAL

ESCALA GRAFICA

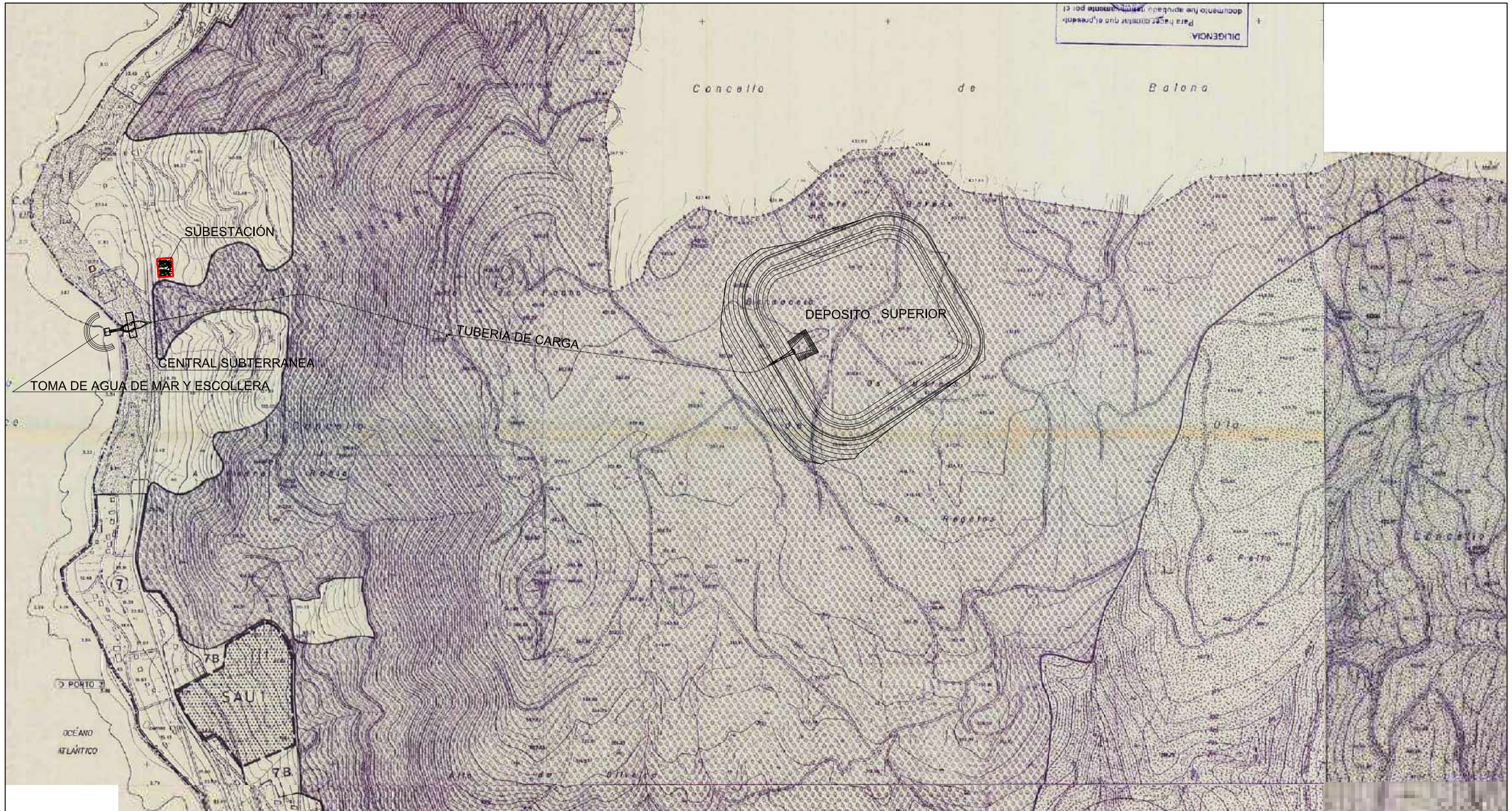
1/10.000



Nº

1.6

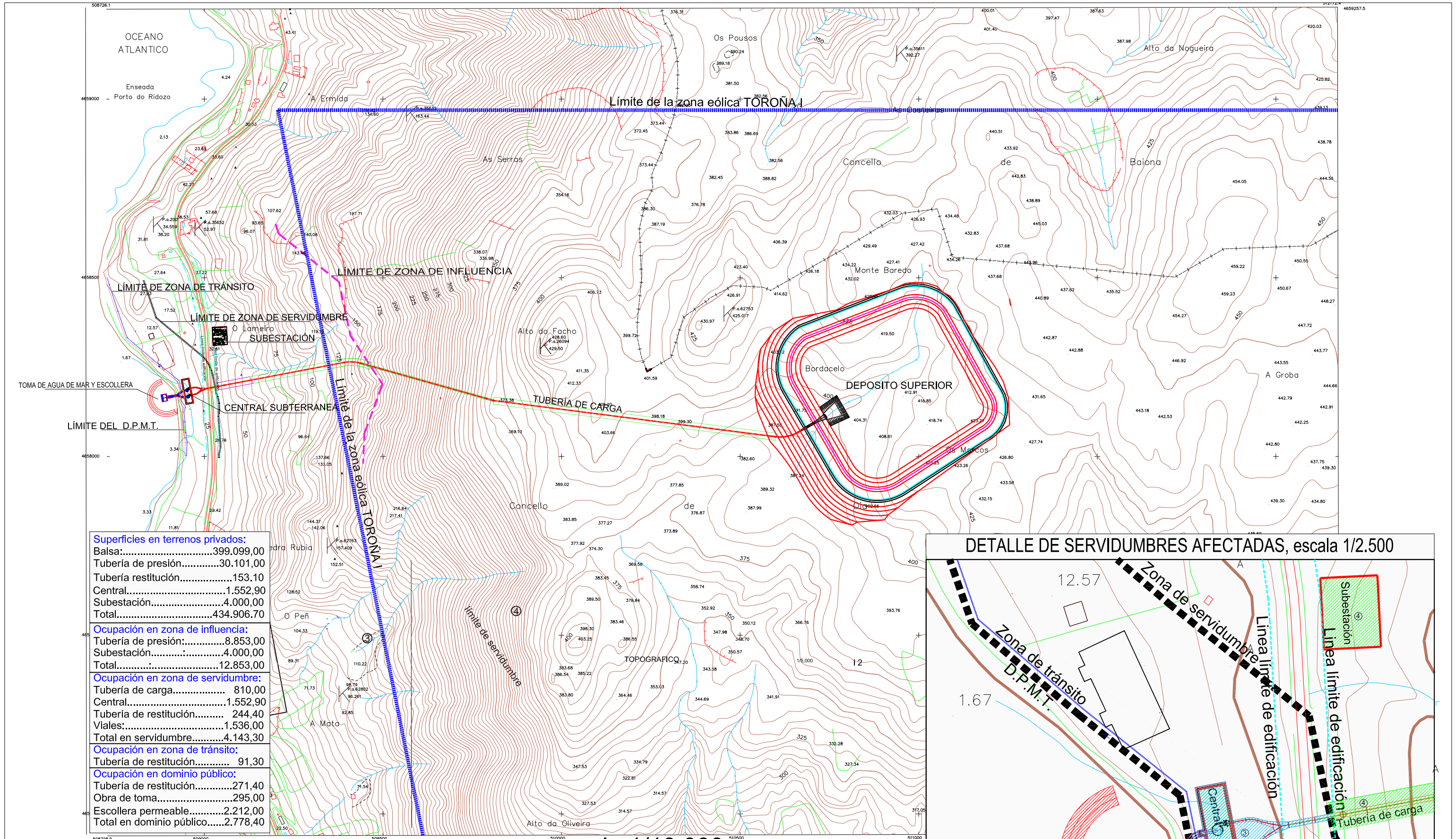
DILIGENCIA
Para hacer constar que el presente documento fue aprobado por el Concello de OIA



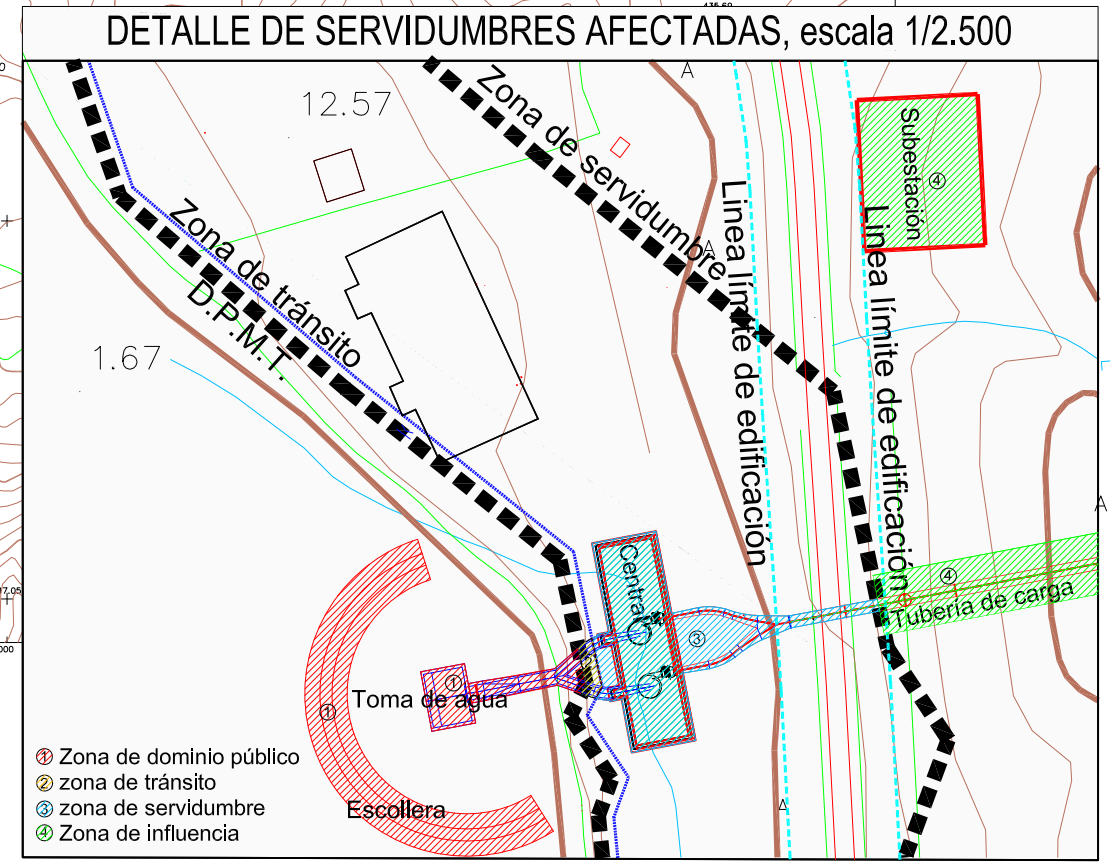
SOLO NON URBANIZABLE	SOLO APTO PARA URBANIZAR	SOLO URBANO
<ul style="list-style-type: none"> — LIMITE ENTRE TIPOS DE SOLO NON URBANIZABLE — CON ESPECIAL PROTECCION DE NUCLEO URBAN 7 DE ZONA DE INFLUENCIA 7B DE PROTECCION FORESTAL DE PROTECCION ZOOLOGICA DE PROTECCION PLAGUICIDA DE PROTECCION DE COSTAS DE PROTECCION DO PATRIMONIO 	<ul style="list-style-type: none"> — LIMITE DO SOLO APTO PARA URBANIZAR SOLO APTO PARA URBANIZAR 	<ul style="list-style-type: none"> — LIMITE DE SOLO URBANO SOLO URBANO / CASCO URBANO — DESLINDE DO DOMINIO PUBLICO MARITIMO-TERRESTRE — LIMITE SERVIDUMBRE DE PROTECCION

	EXCELENTISIMO CONCELLO DE OIA	
	NORMAS SUBSIDIARIAS DE PLANEAMENTO MUNICIPAL	
	PLANEAMENTO	PLANO N.º 1.1
	ORDENACION	ESCALA 1/5.000
OIA PROYECTO, 22 NO. 100 3022 TLF: 9961 22488 FAX: 9961 42674		FECHA: MARZO-94

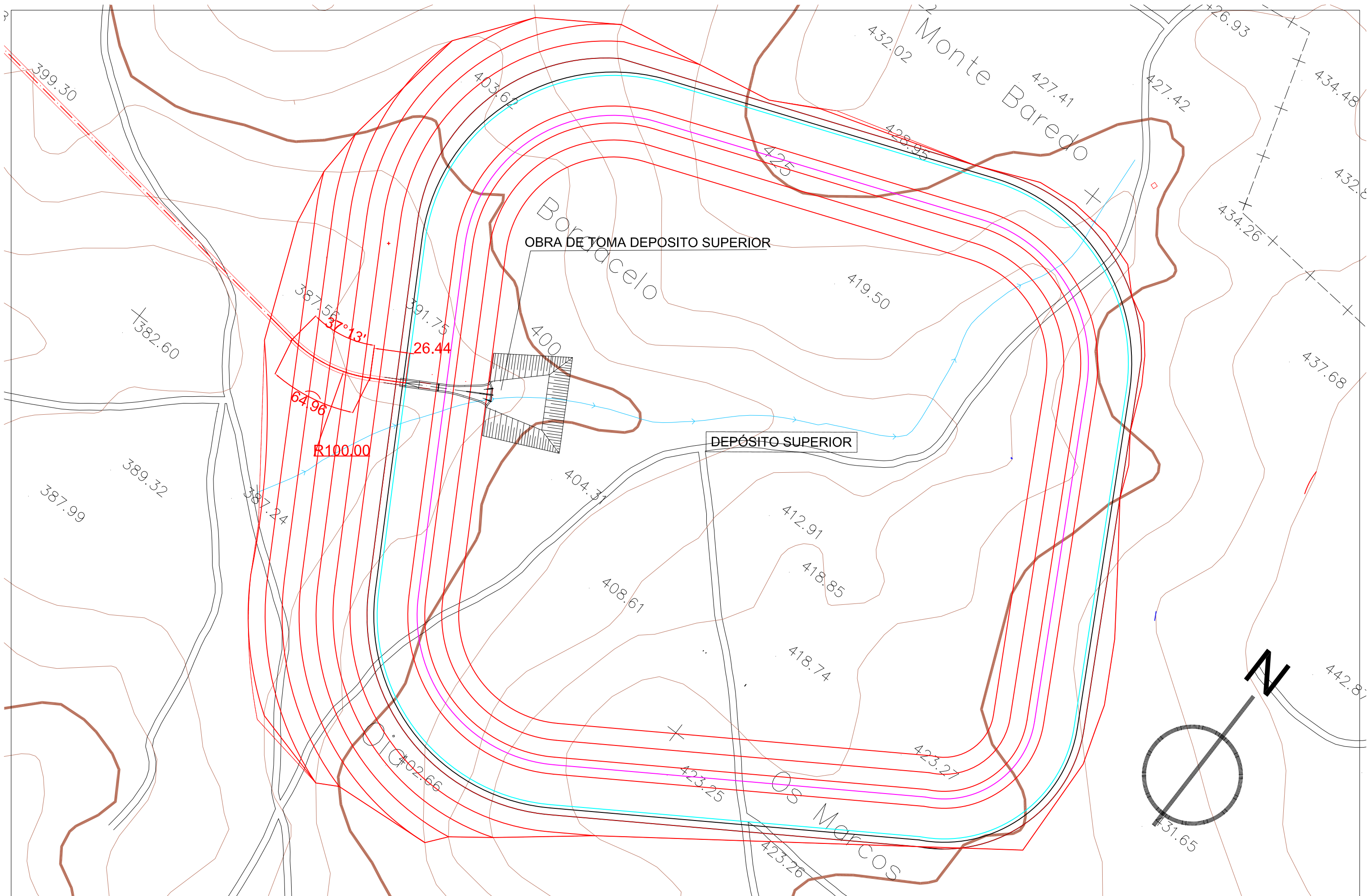
PROMOTOR HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.	Benito Fernández González Ingeniero de Caminos, C. y P. Colegiado nº 4.752	PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)	FECHA octubre 2021	TITULO DEL PLANO PLANTA GENERAL SOBE PLANEAMIENTO URBANISTICO MUNICIPAL VIGENTE	ESCALA GRAFICA 1/10.000 	Nº 1.7
--	--	--	-----------------------	--	--------------------------------	------------------



Superficies en terrenos privados:	
Balsa:	399.099,00
Tubería de presión:	30.101,00
Tubería restitución:	153,10
Central:	1.552,90
Subestación:	4.000,00
Total:	434.906,70
Ocupación en zona de influencia:	
Tubería de presión:	8.853,00
Subestación:	4.000,00
Total:	12.853,00
Ocupación en zona de servidumbre:	
Tubería de carga:	810,00
Central:	1.552,90
Tubería de restitución:	244,40
Viales:	1.536,00
Total en servidumbre:	4.143,30
Ocupación en zona de tránsito:	
Tubería de restitución:	91,30
Ocupación en dominio público:	
Tubería de restitución:	271,40
Obra de toma:	295,00
Escollera permeable:	2.212,00
Total en dominio público:	2.778,40



escala 1/10.000



PROMOTOR
HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
 Ingeniero de Caminos, C. y P.
 Colegiado nº 4.752

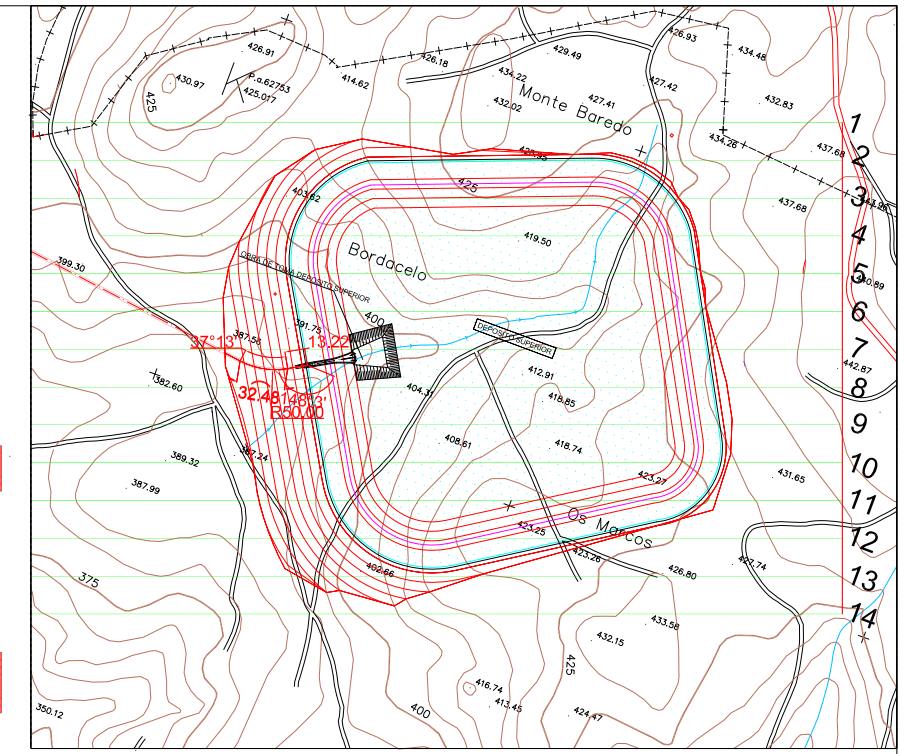
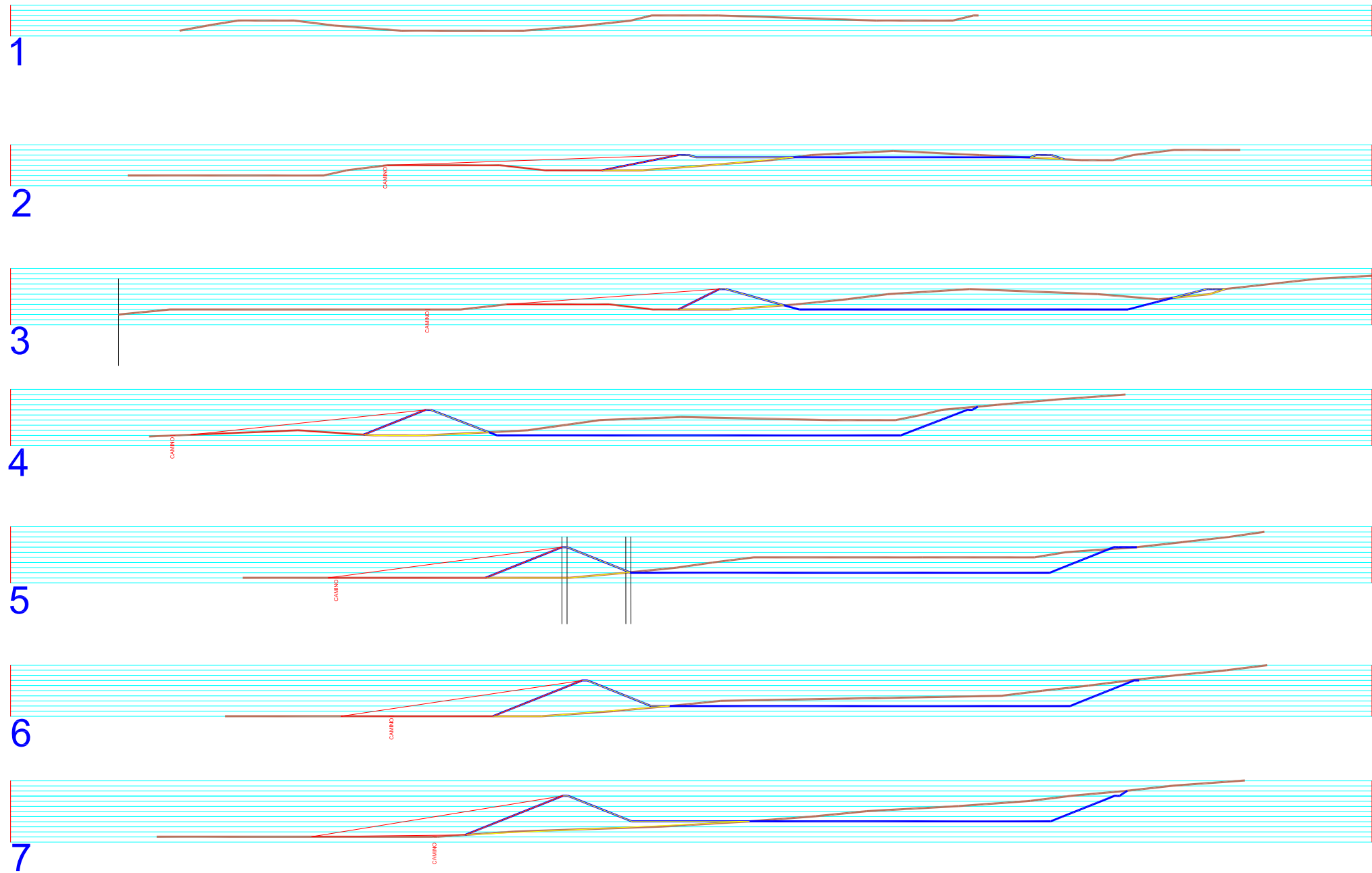
**PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
 REVERSIBLE DE AGUA MARINA
 PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)**

FECHA
 octubre 2021

TITULO DEL PLANO
 DEPOSITO SUPERIOR, PLANTA

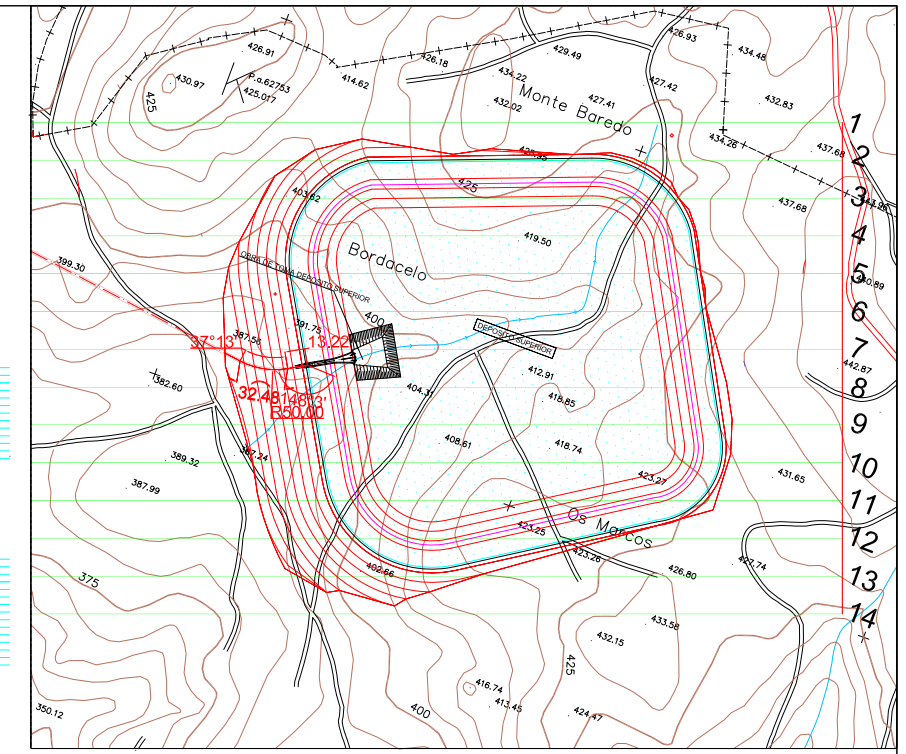
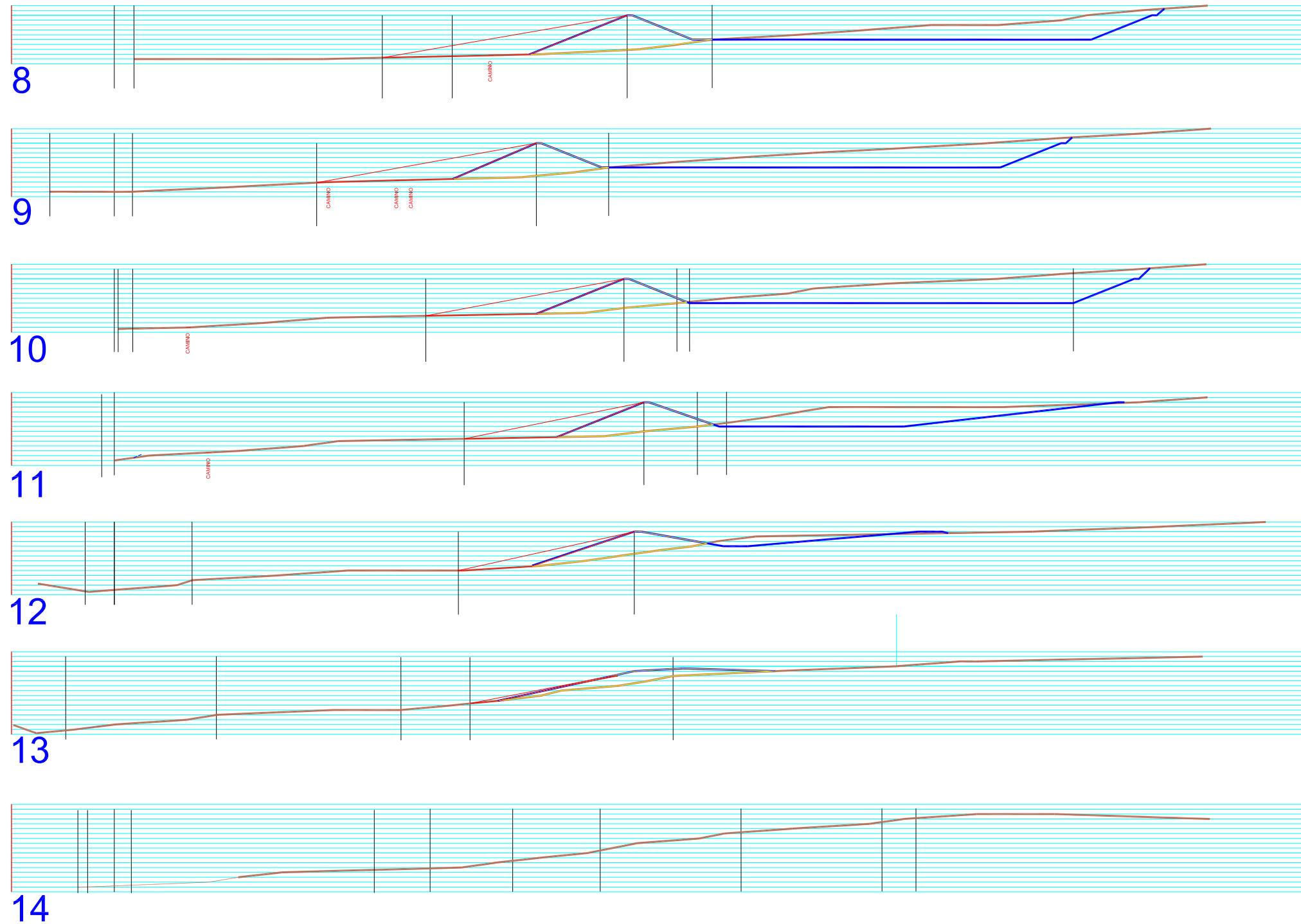
ESCALA GRAFICA
 1/2.500 A3 1/1.250 A1
 0 100 200 300

Nº
2.1



PLANTA DE PERFILES

PROMOTOR HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.	Benito Fernández González Ingeniero de Caminos, C. y P. Colegiado nº 4.752	PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)	FECHA octubre 2021	TITULO DEL PLANO DEPOSITO SUPERIOR: PERFILES	ESCALA GRAFICA 1/5.000 A3 1/2.500 A1 0 50 100 150	Nº 2.2.1
--	--	--	-----------------------	--	---	--------------------



PLANTA DE PERFILES

PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Colegiado nº 4.752

PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
REVERSIBLE DE AGUA MARINA
PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA

octubre 2021

TITULO DEL PLANO

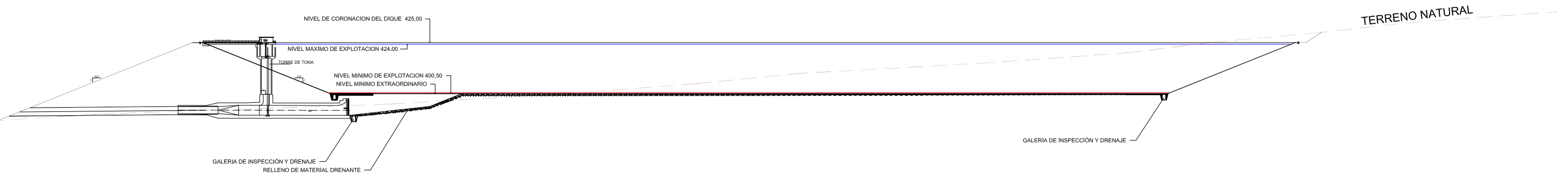
DEPOSITO SUPERIOR: PERFILES

ESCALA GRAFICA

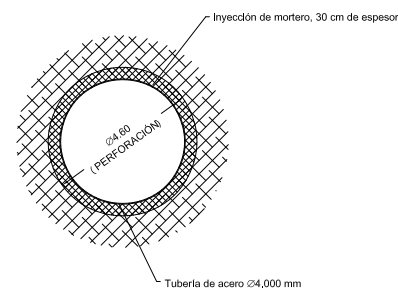
1/5.000 A3 1/2.500 A1
0 50 100 150

Nº

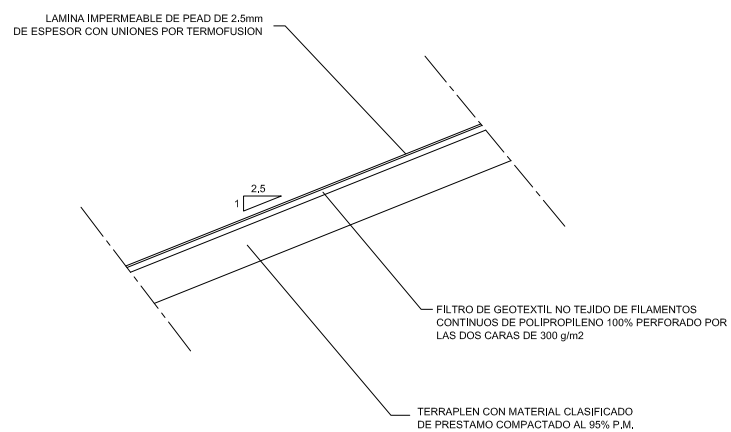
2.2.2



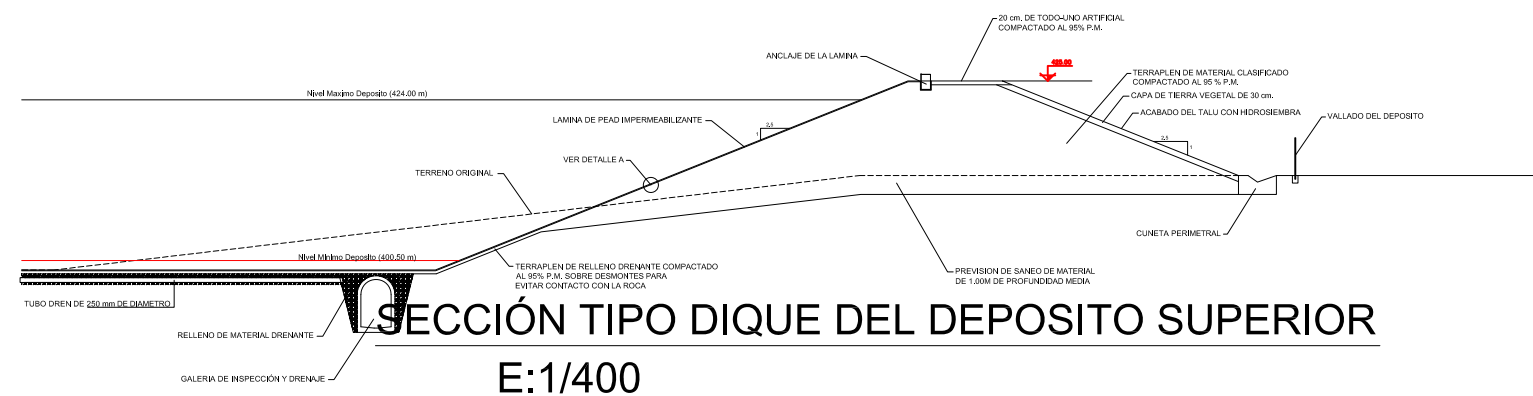
SECCION DEPOSITO SUPERIOR, POR OBRA DE TOMA
E:1/2.000



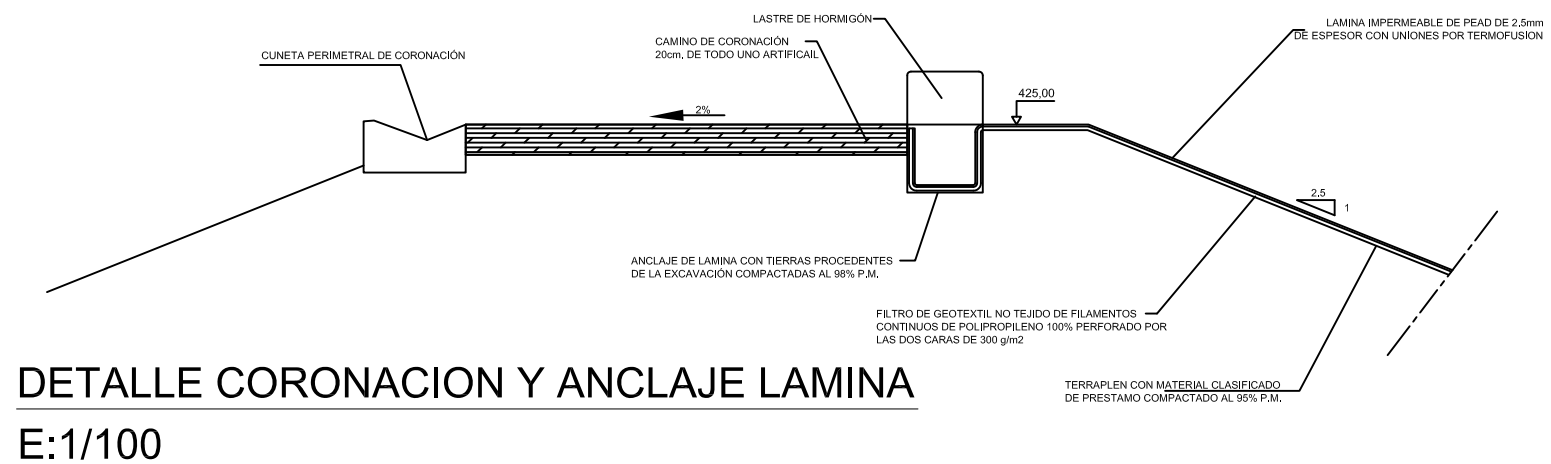
SECCIÓN TIPO DE TUBERÍA
E:1/250



DETALLE A

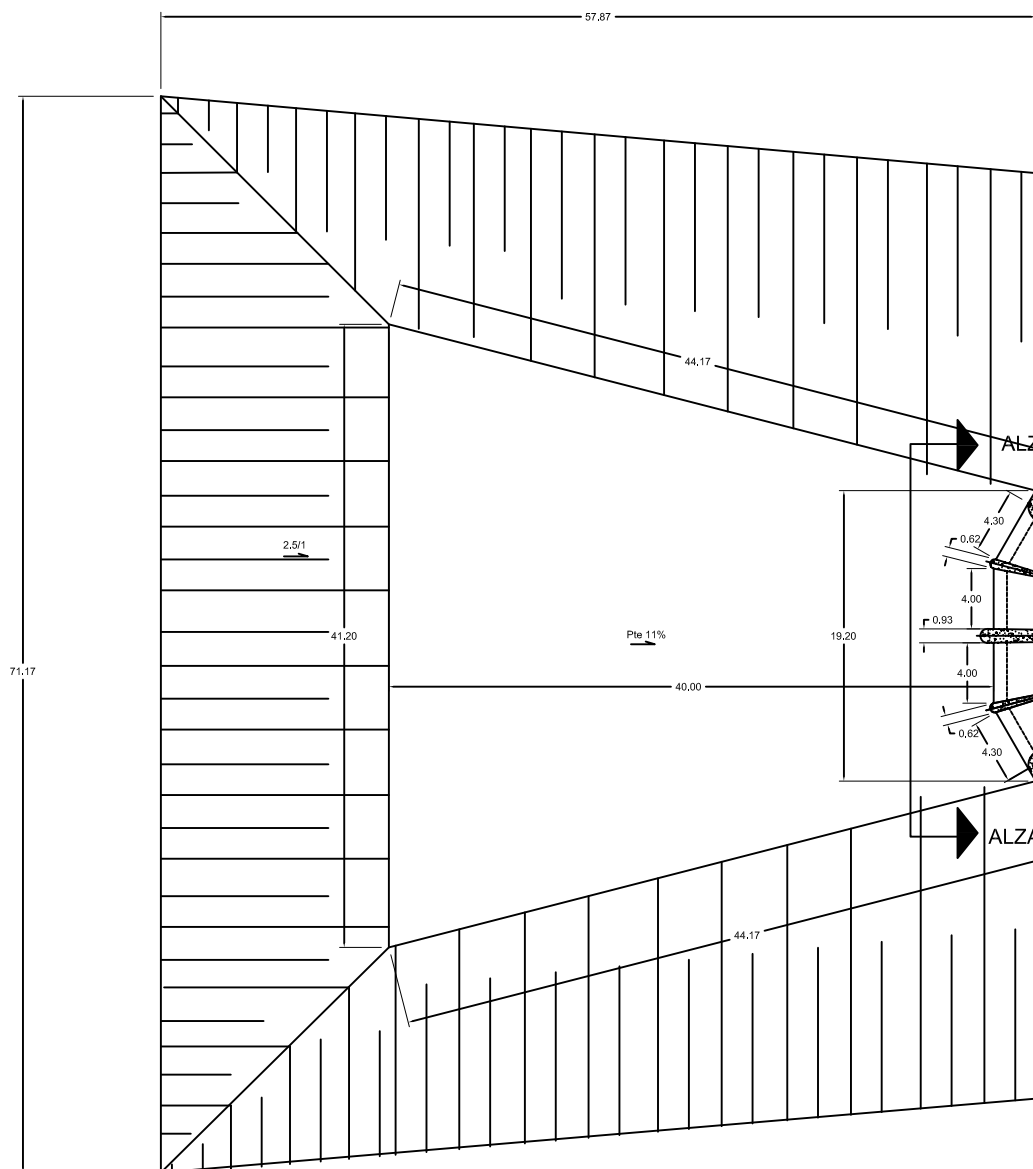


SECCIÓN TIPO DIQUE DEL DEPOSITO SUPERIOR
E:1/400

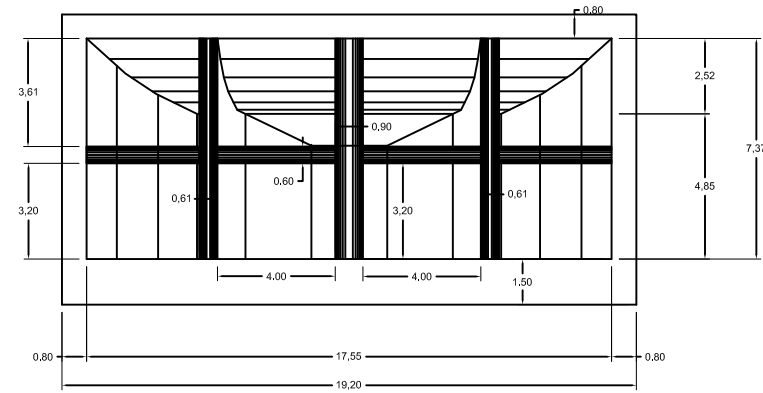


DETALLE CORONACION Y ANCLAJE LAMINA
E:1/100

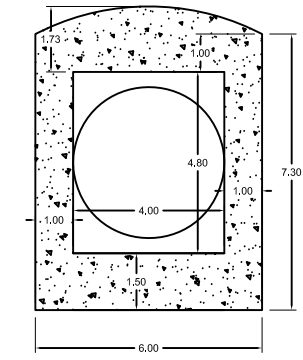
<p>PROMOTOR HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.</p>	<p>Benito Fernández González Ingeniero de Caminos, C. y P. Colegiado nº 4.752</p>	<p>PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)</p>	<p>FECHA octubre 2021</p>	<p>TITULO DEL PLANO DEPOSITO SUPERIOR: SECCION TIPO Y DETALLES</p>	<p>ESCALA GRAFICA VARIAS</p>	<p>Nº 2.3</p>
--	---	---	-------------------------------	---	----------------------------------	-------------------



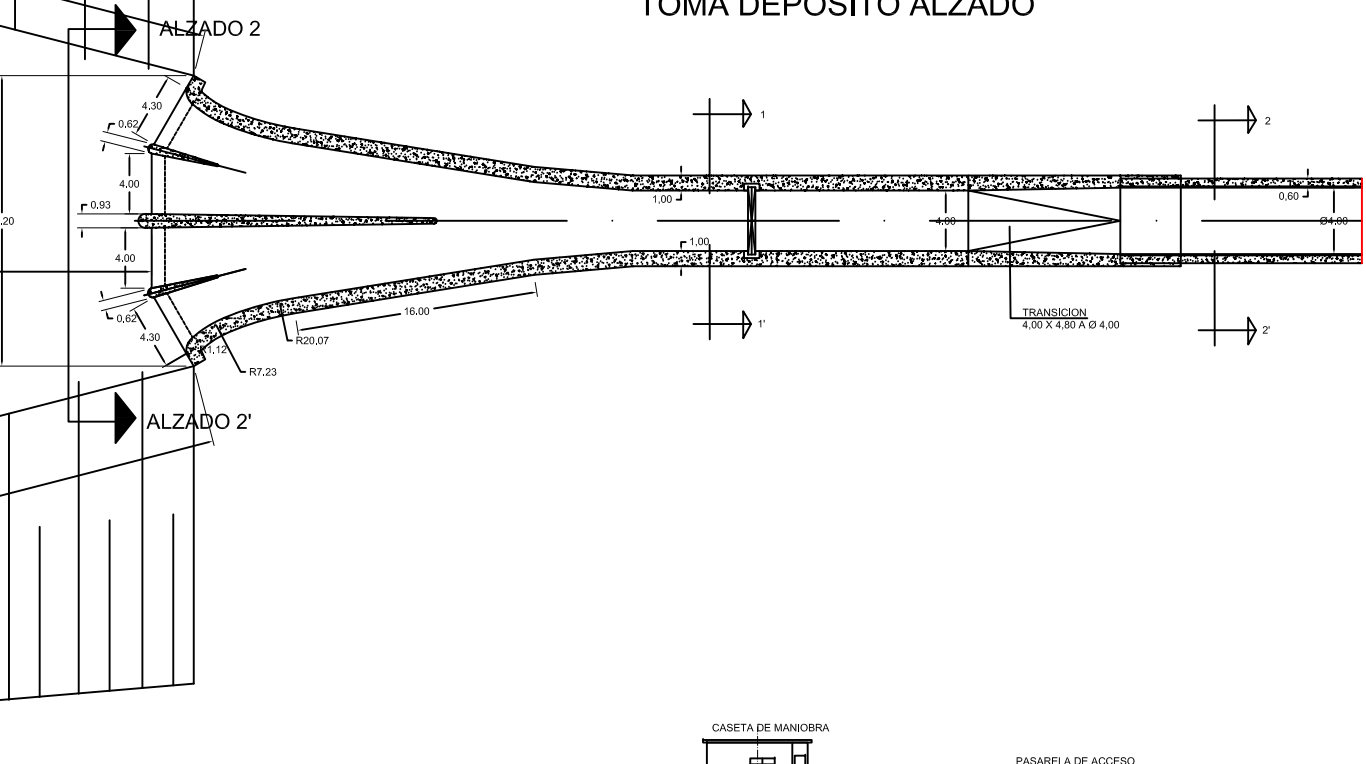
TOMA DEPOSITO PLANTA



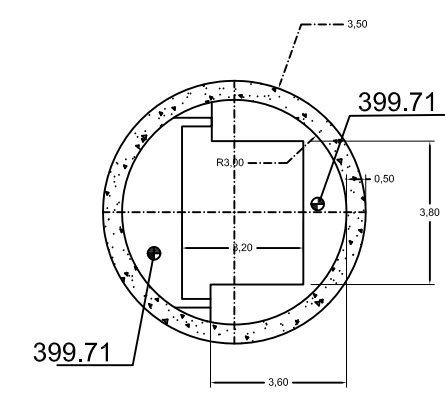
TOMA DEPOSITO ALZADO



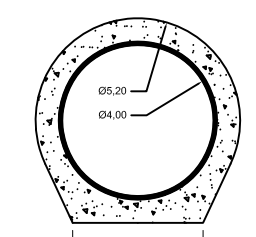
SECCION 1-1'
escala 1/200



TOMA DEPOSITO SECCION



SECCION 3-3'
escala 1/200



SECCION 2-2'
escala 1/200

PROMOTOR
HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Colegiado nº 4.752

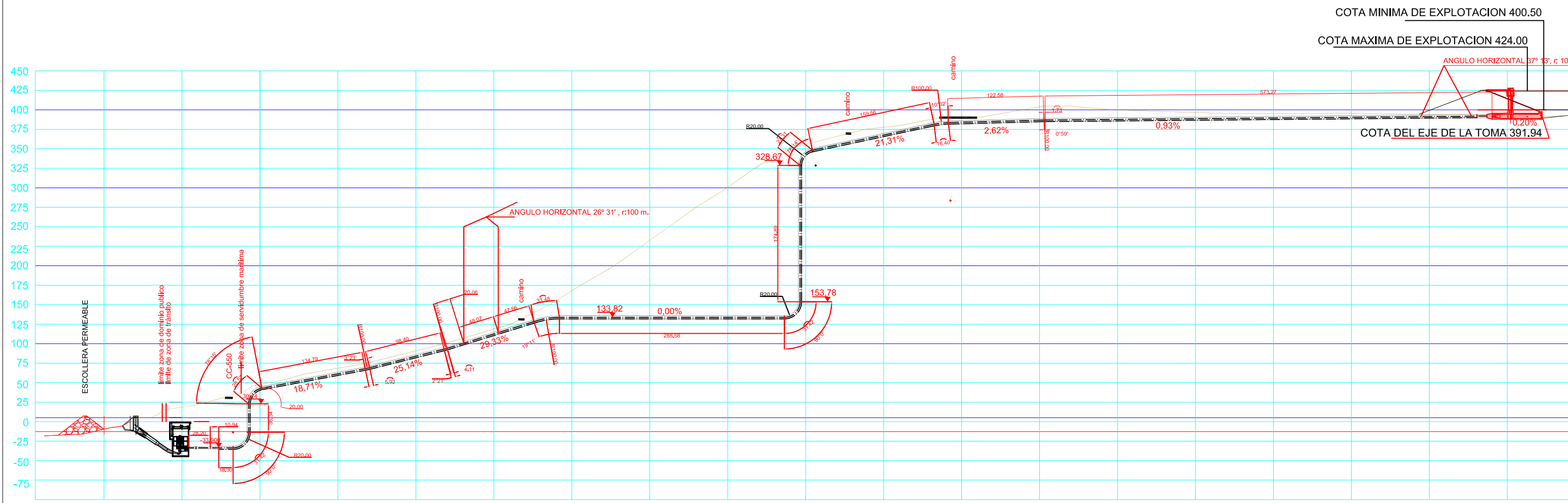
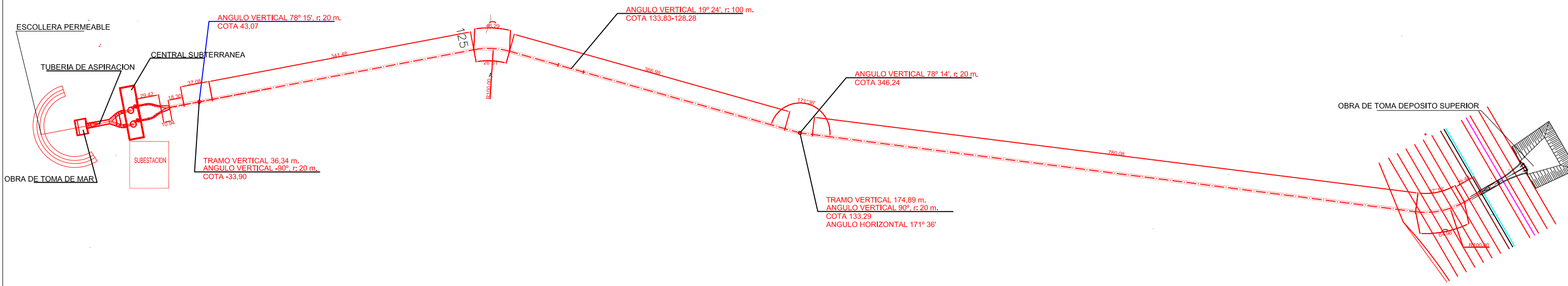
PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA
octubre 2021

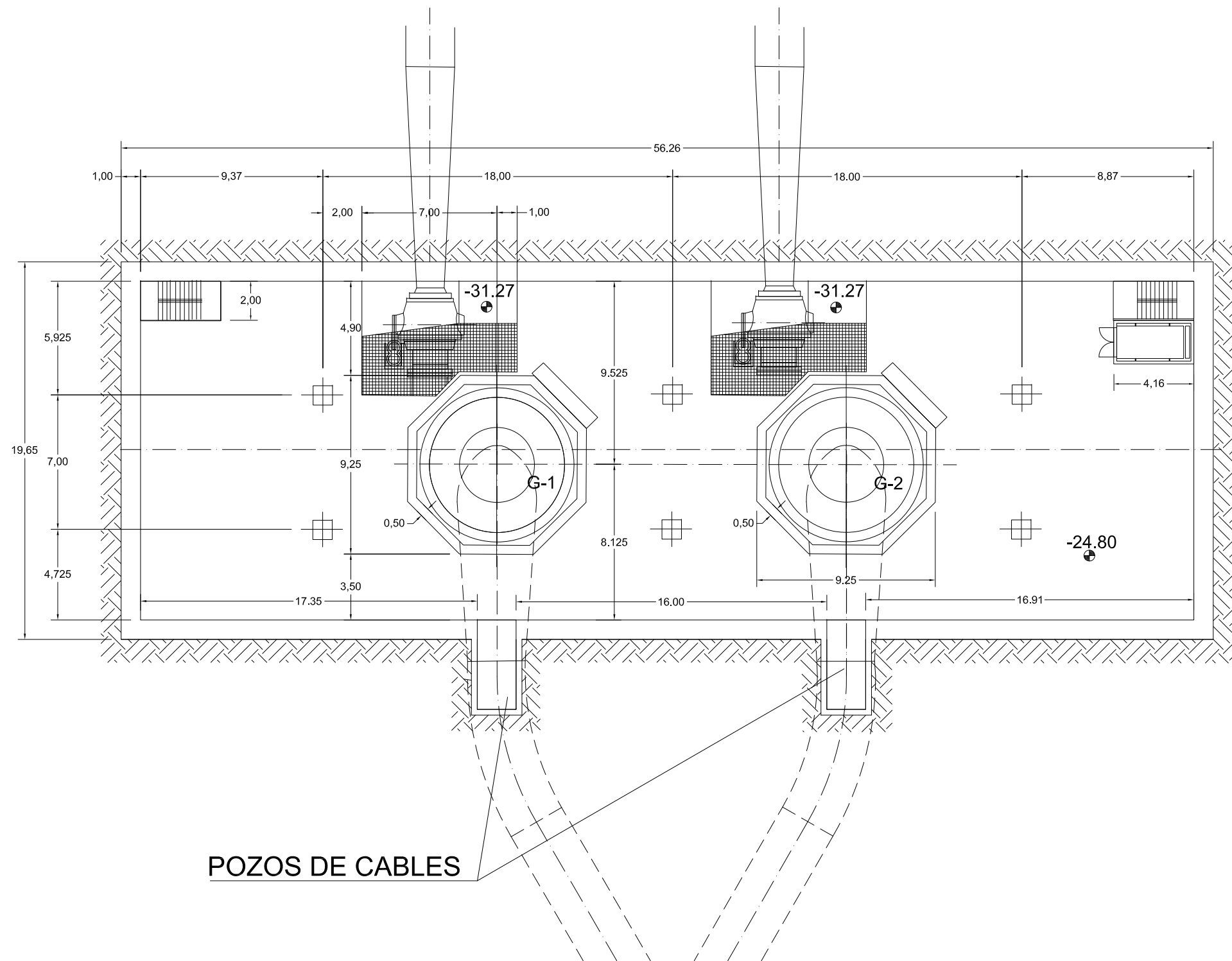
TITULO DEL PLANO
TOMA EN DEPOSITO SUPERIOR

ESCALA GRAFICA
A3 1/500 A1 1/250

Nº
2.4



PROMOTOR HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.	Benito Fernández González Ingeniero de Caminos, C. y P. Colegiado nº 4.752	PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)	FECHA octubre 2021	TITULO DEL PLANO CIRCUITO HIDRAULICO: PLANTA Y PERFIL	ESCALA GRAFICA 1/5.000 A3 1/2.500 A1 0 50 100 150	Nº 3
--	--	--	-----------------------	--	---	----------------



POZOS DE CABLES

PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
 Ingeniero de Caminos, C. y P.
 Colegiado nº 4.752

PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
 REVERSIBLE DE AGUA MARINA
 PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA

octubre 2021

TITULO DEL PLANO

CENTRAL SUBTERRANEA:
 NIVEL DE ALTERNADORES (-24,80)

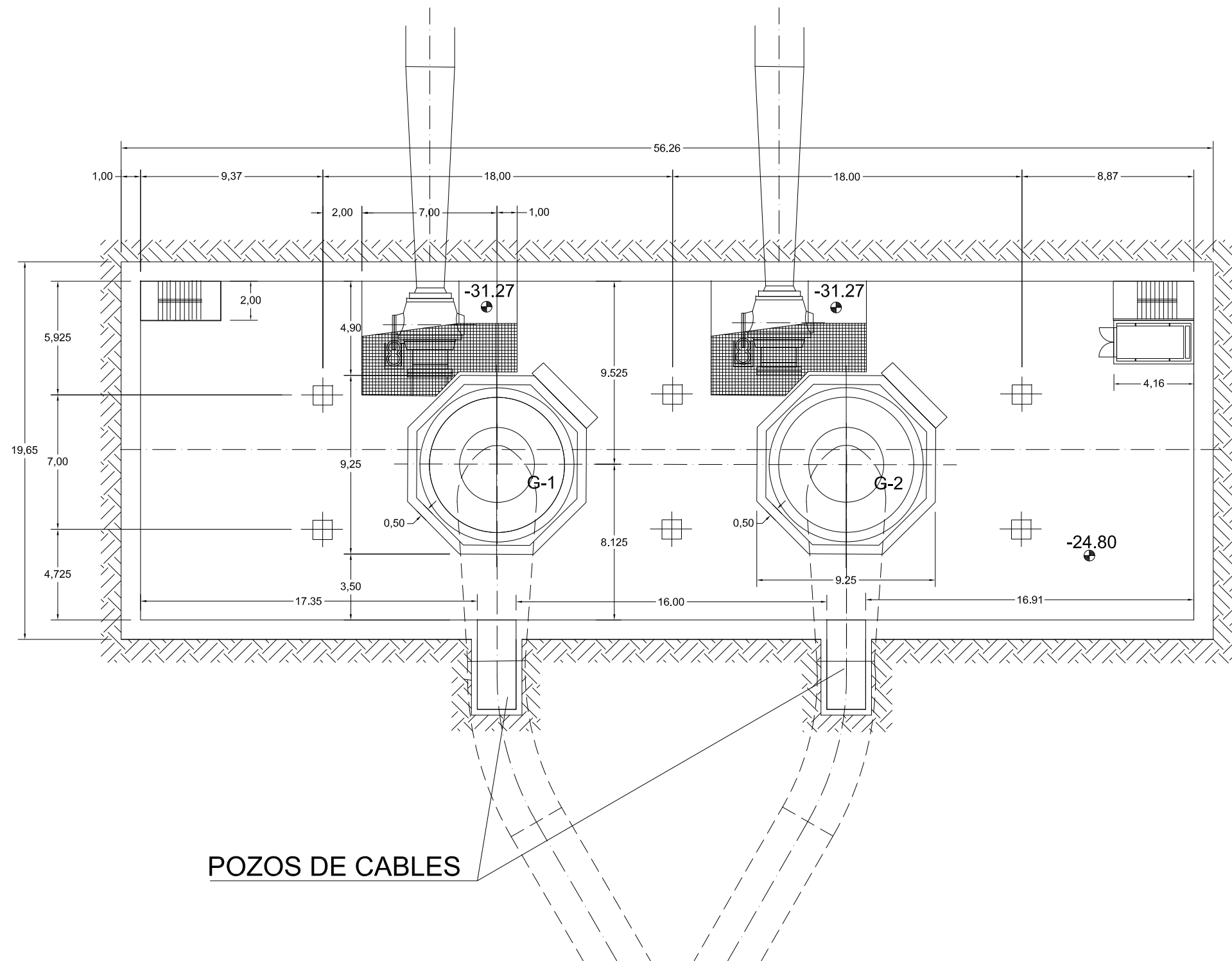
ESCALA GRAFICA

A3 1/250, A1 1/125



Nº

4.2



POZOS DE CABLES

PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
 Ingeniero de Caminos, C. y P.
 Colegiado nº 4.752

PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
 REVERSIBLE DE AGUA MARINA
 PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA

octubre 2021

TITULO DEL PLANO

CENTRAL SUBTERRANEA:
 NIVEL DE ALTERNADORES (-24,80)

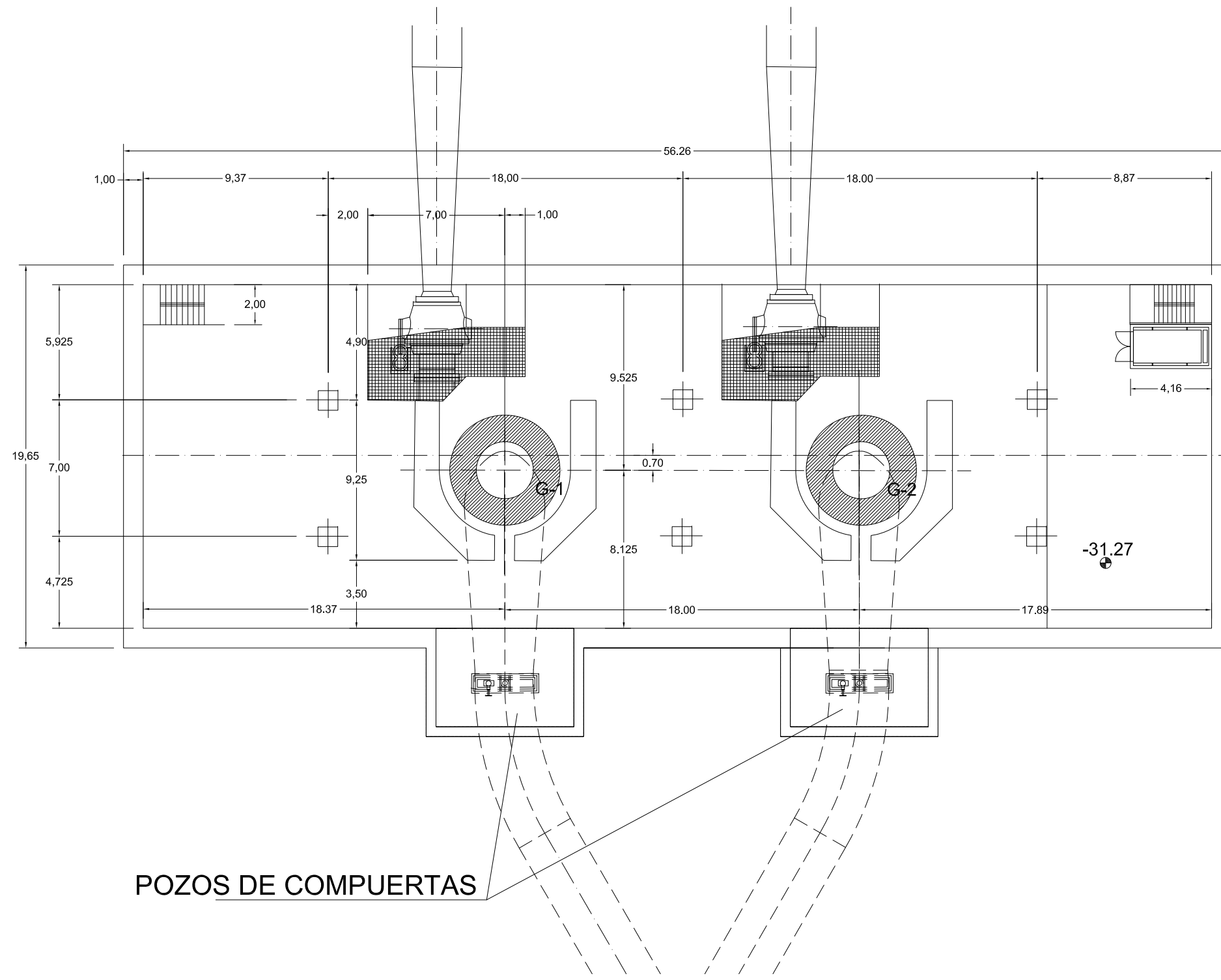
ESCALA GRAFICA

A3 1/250, A1 1/125



Nº

4.2



POZOS DE COMPUERTAS

PROMOTOR
 HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
 Ingeniero de Caminos, C. y P.
 Colegiado nº 4.752

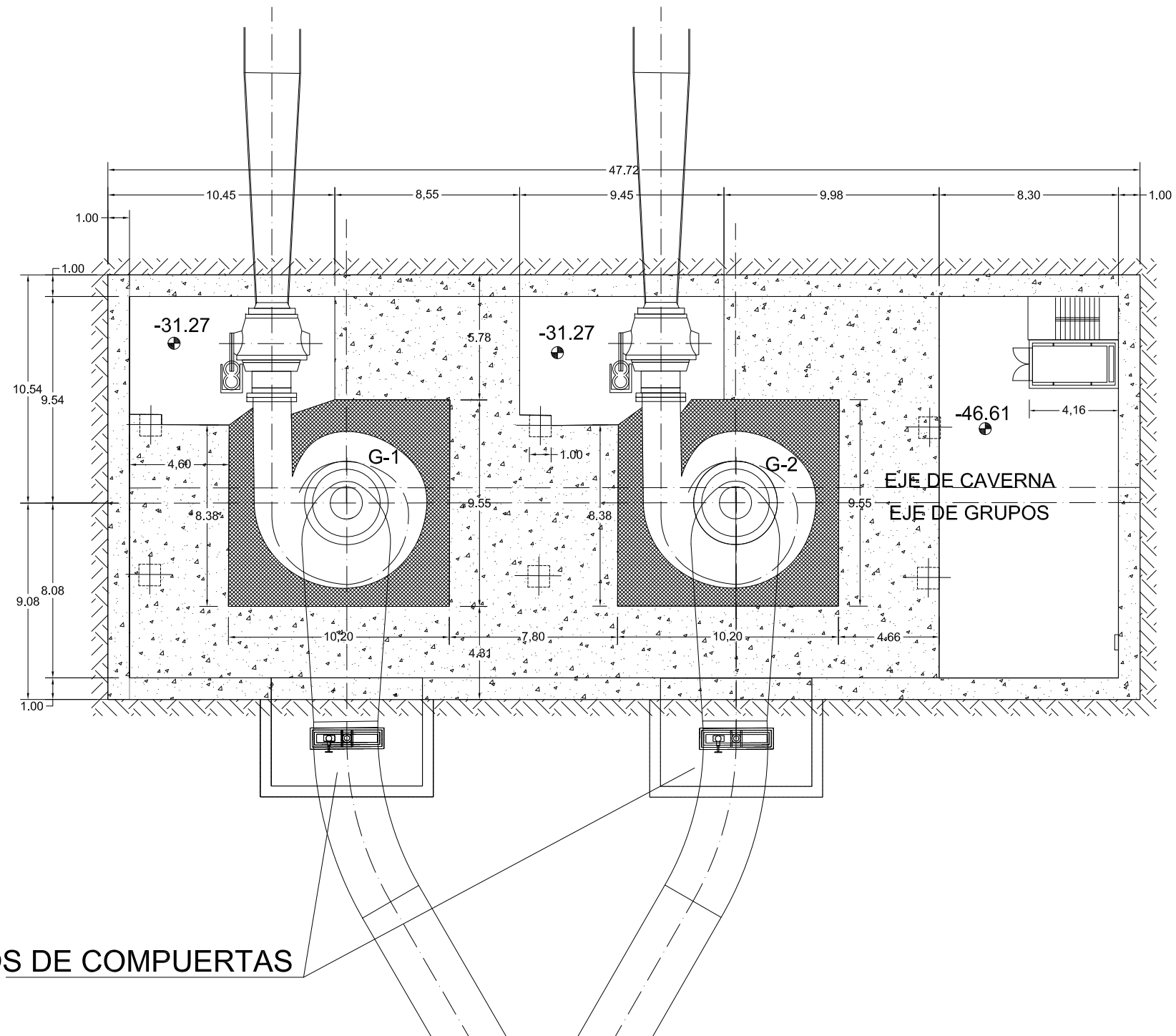
PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
 REVERSIBLE DE AGUA MARINA
 PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA
 octubre 2021

TITULO DEL PLANO
 CENTRAL SUBTERRANEA:
 NIVEL ACCESO A TURBINAS (-31,27)

ESCALA GRAFICA
 A3 1/250, A1 1/125
 0 2 4 6 8

Nº
 4.3



POZOS DE COMPUERTAS

PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
 Ingeniero de Caminos, C. y P.
 Colegiado nº 4.752

PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
 REVERSIBLE DE AGUA MARINA
 PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA

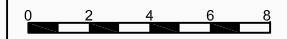
octubre 2021

TITULO DEL PLANO

CENTRAL SUBTERRANEA:
 NIVEL EJE HORIZONTAL DE TURBINA (-33.90)

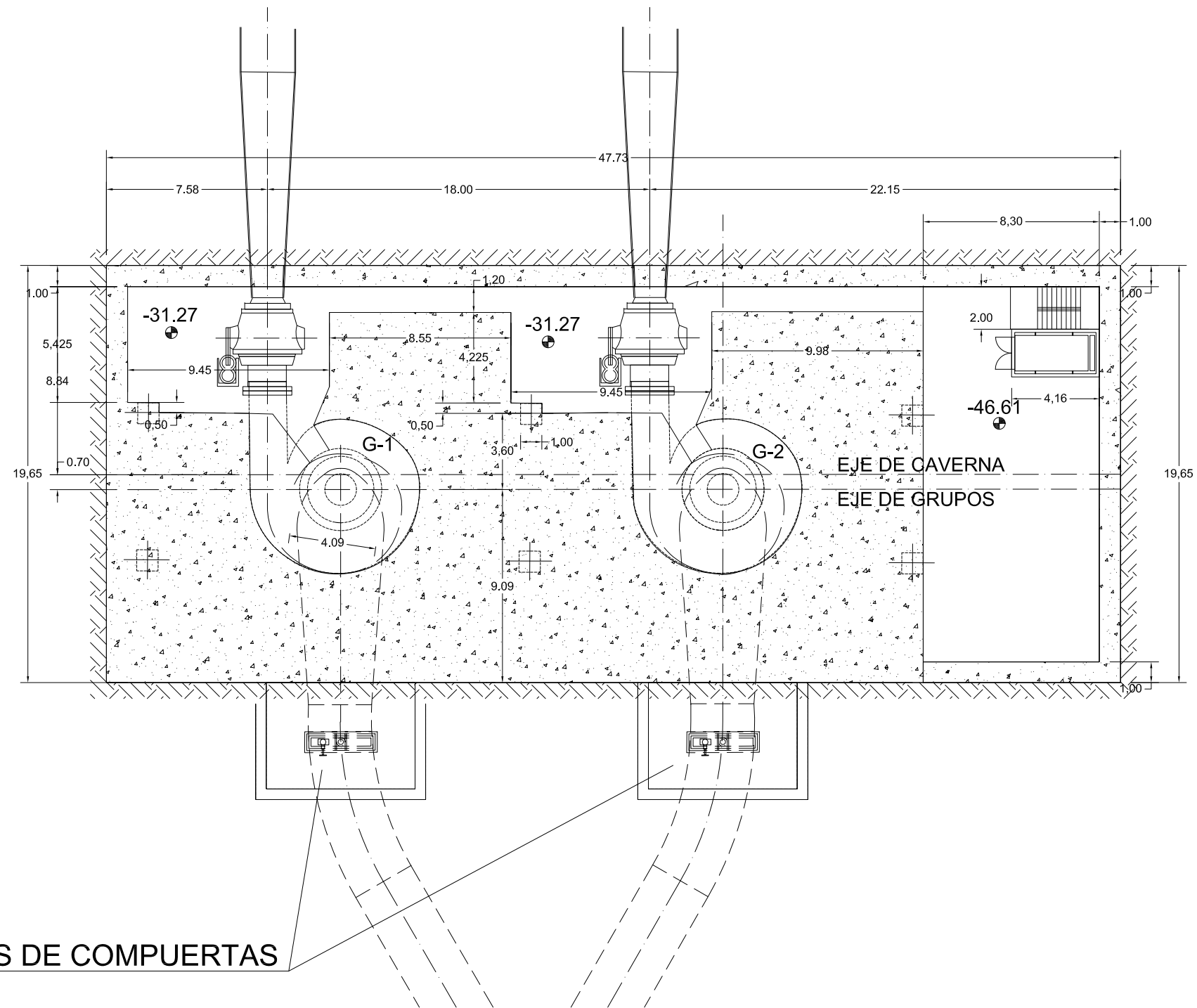
ESCALA GRAFICA

A3 1/250, A1 1/125



Nº

4.4



POZOS DE COMPUERTAS

PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Colegiado nº 4.752

PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
REVERSIBLE DE AGUA MARINA
PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA

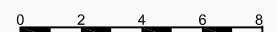
octubre 2021

TITULO DEL PLANO

CENTRAL SUBTERRANEA:
NIVEL ACCESO A CONOS
DE ASPIRACION (-37,25)

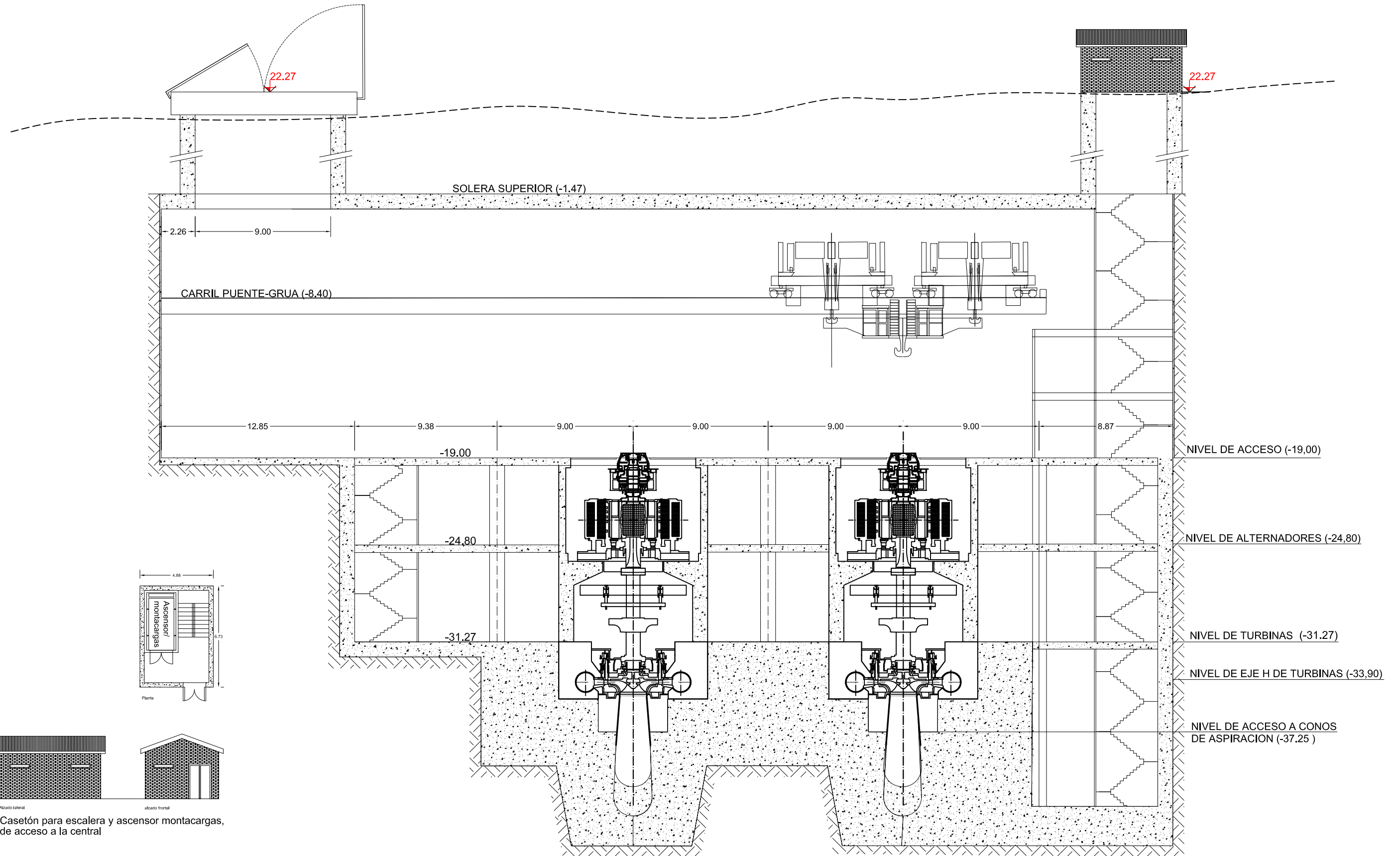
ESCALA GRAFICA

A3 1/250, A1 1/125



Nº

4.5



PROMOTOR
HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
 Ingeniero de Caminos, C. y P.
 Colegiado nº 4.752

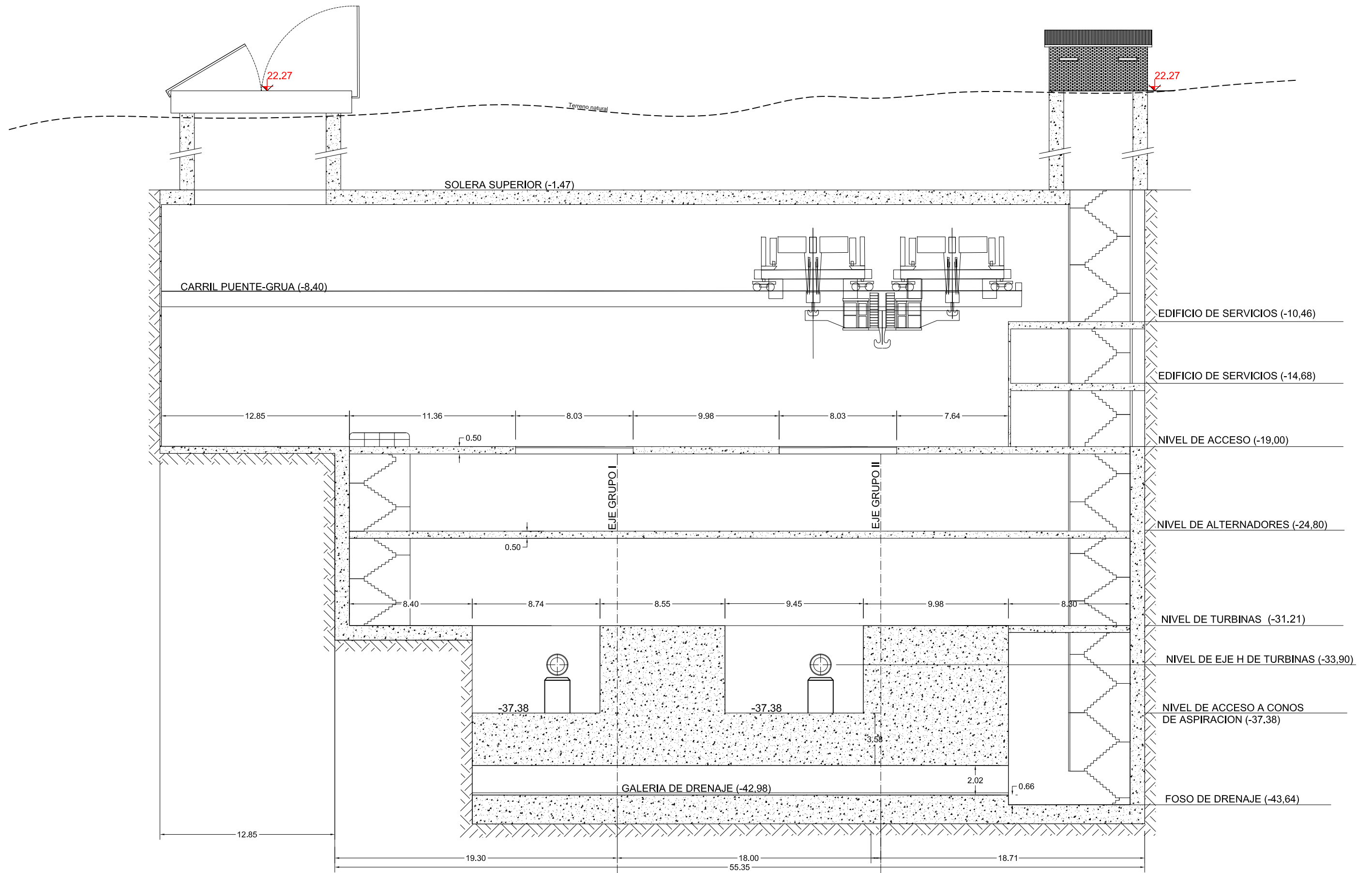
PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA
 octubre 2021

TITULO DEL PLANO
 CENTRAL SUBTERRANEA:
 SECCION LONGITUDINAL A-A'
 POR EJE DE GRUPOS

ESCALA GRAFICA
 A3 1/250, A1 1/125
 0 2 4 6 8

Nº
4.6



PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Colegiado nº 4.752

PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA

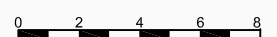
octubre 2021

TITULO DEL PLANO

CENTRAL SUBTERRANEA:
SECCION LONGITUDINAL B-B'

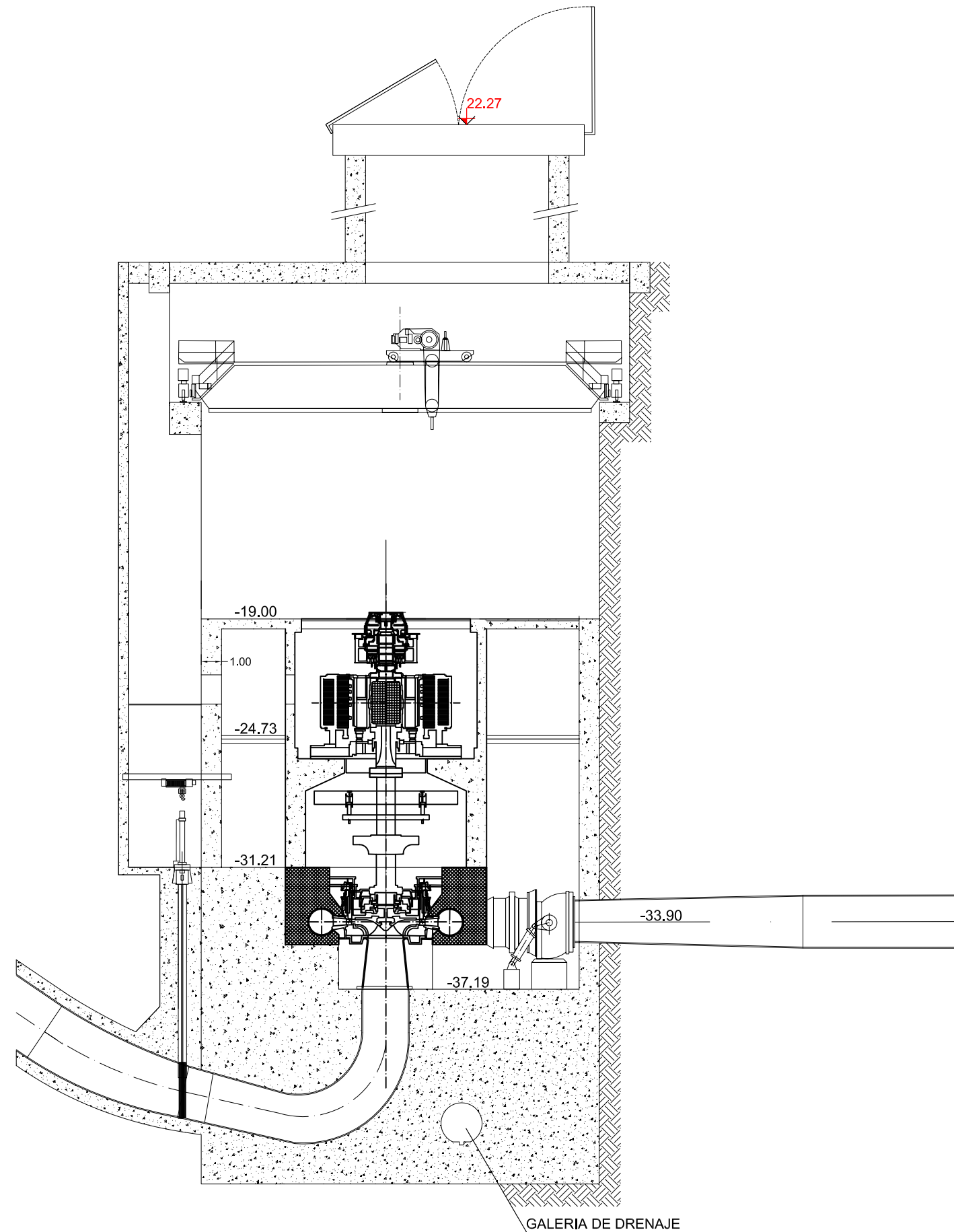
ESCALA GRAFICA

A3 1/250, A1 1/125



Nº

4.7



PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
 Ingeniero de Caminos, C. y P.
 Colegiado nº 4.752

PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
 REVERSIBLE DE AGUA MARINA
 PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA

octubre 2021

TITULO DEL PLANO

CENTRAL SUBTERRANEA: SECCIÓN
 TRANSVERSAL C-C' POR EJE GRUPO 2

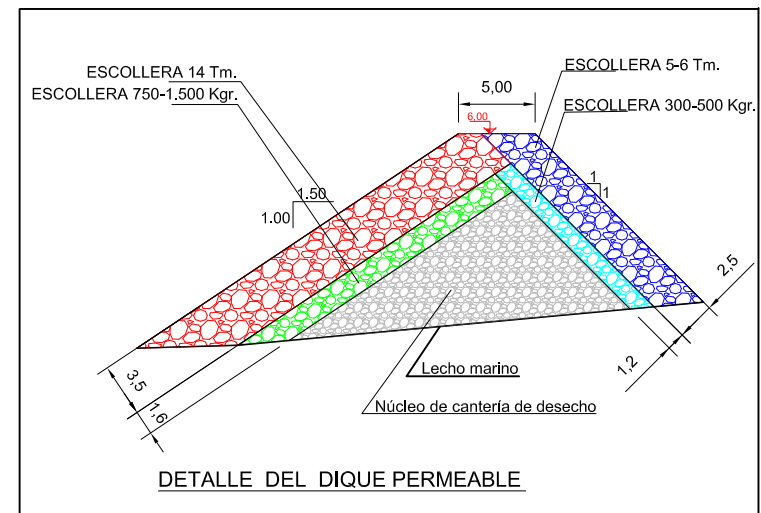
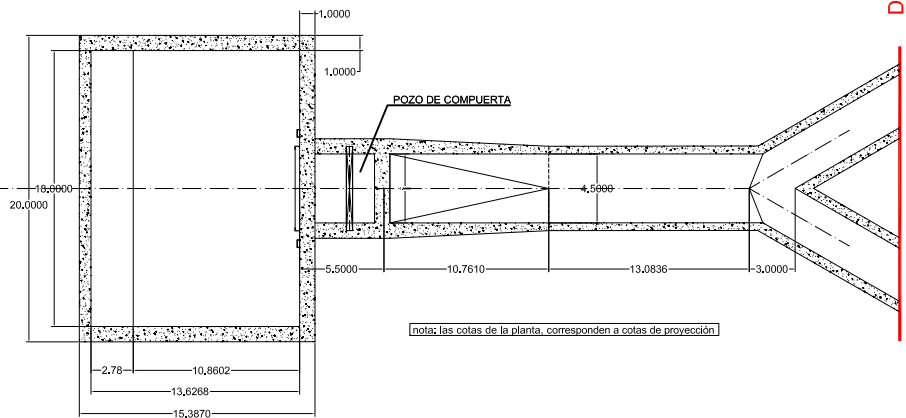
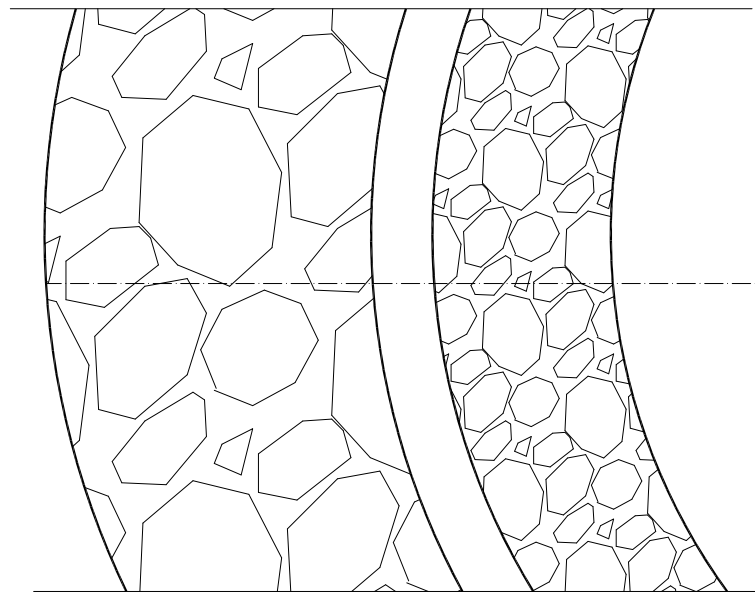
ESCALA GRAFICA

A3 1/250, A1 1/125

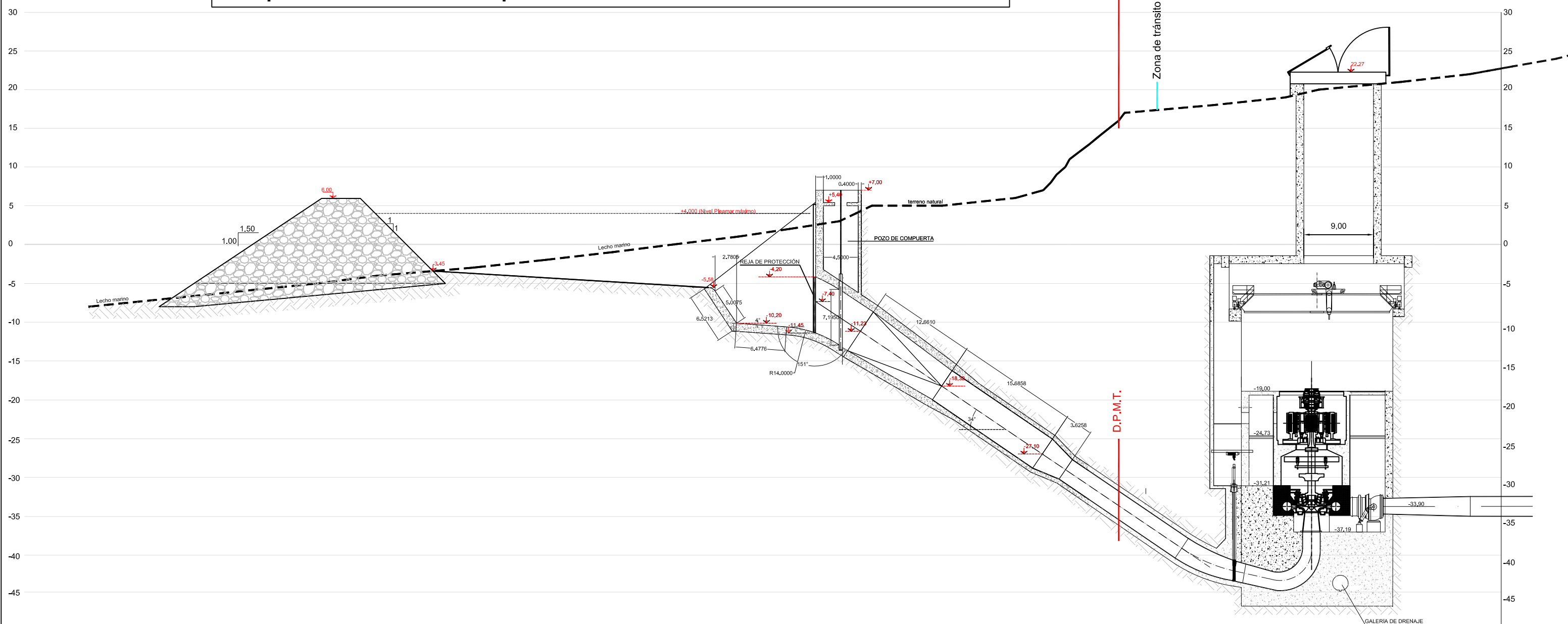


Nº

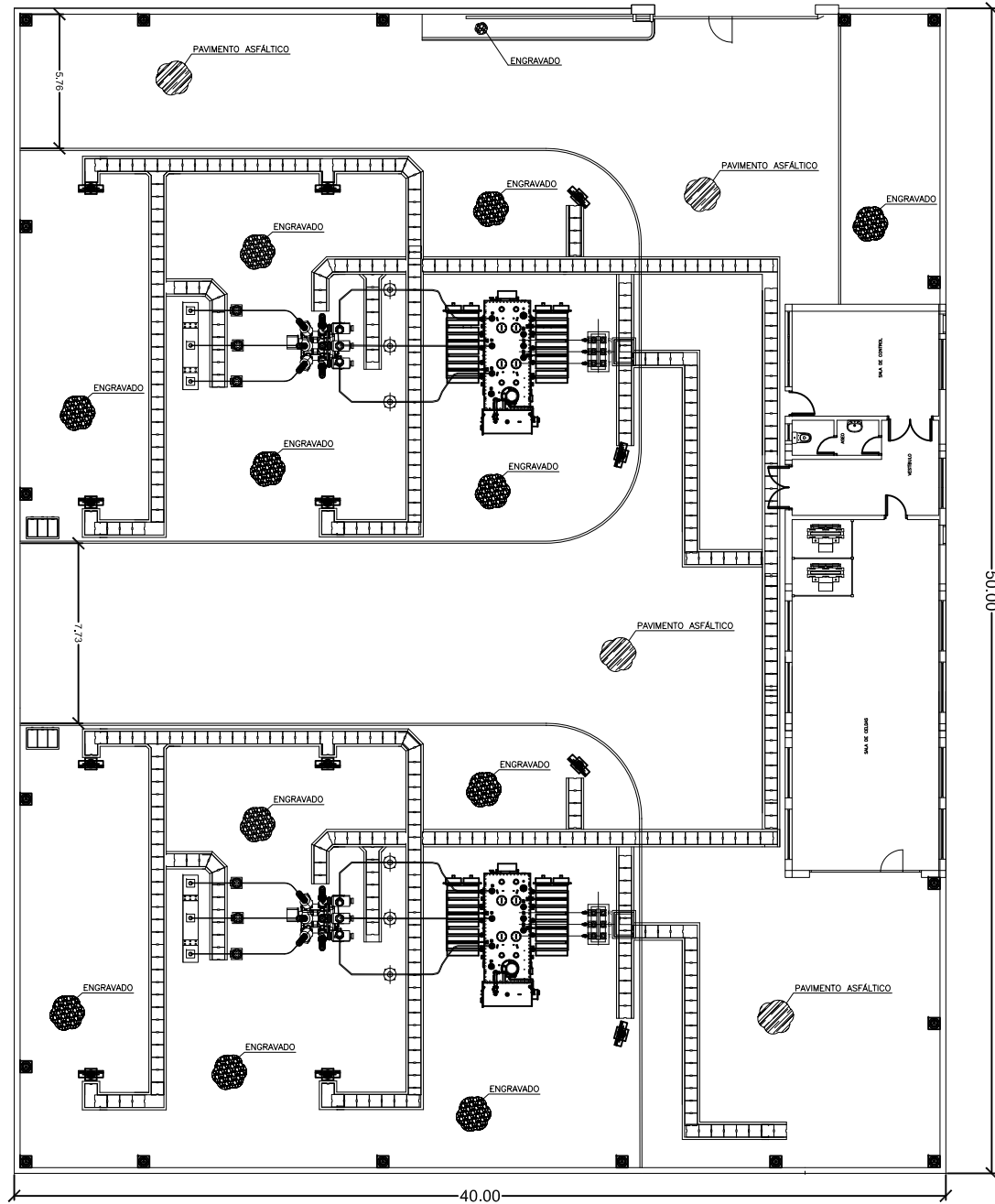
4.8



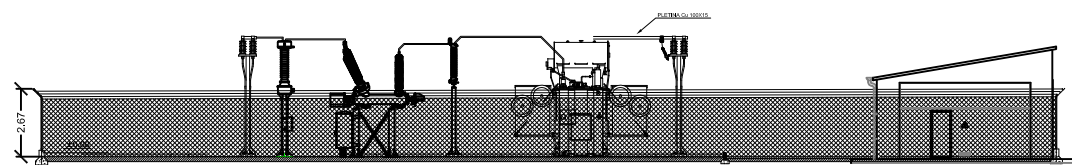
Superficie total ocupada en el D.P.M.T. : 2.778,40 m²



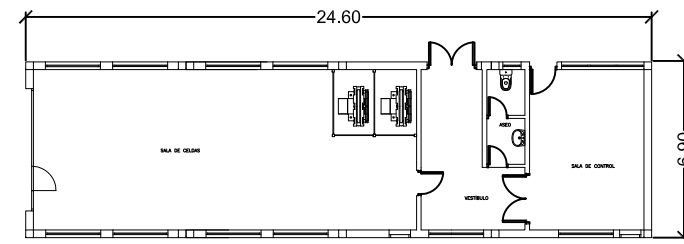
<p>PROMOTOR HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.</p>	<p>Benito Fernández González Ingeniero de Caminos, C. y P. Colegiado nº 4.752</p>	<p>PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA REVERSIBLE DE AGUA MARINA PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)</p>	<p>FECHA octubre 2021</p>	<p>TITULO DEL PLANO OBRA DE TOMA Y ESCOLLERA PERMEABLE</p>	<p>ESCALA GRAFICA 1/500</p>	<p>Nº 5</p>
---	---	--	-------------------------------	--	---------------------------------	-----------------



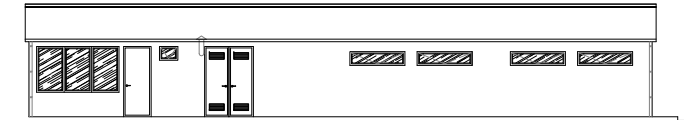
SUBESTACION PLANTA
escala 1/300



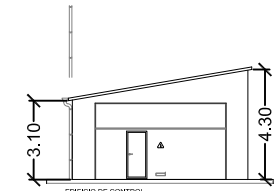
SUBESTACION ALZADO
escala 1/300



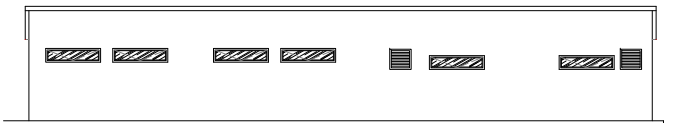
EDIFICIO DE CONTROL
PLANTA DE DISTRIBUCION
escala 1/300



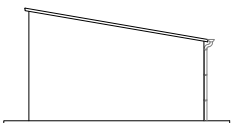
EDIFICIO DE CONTROL
ALZADO PRINCIPAL
escala 1/300



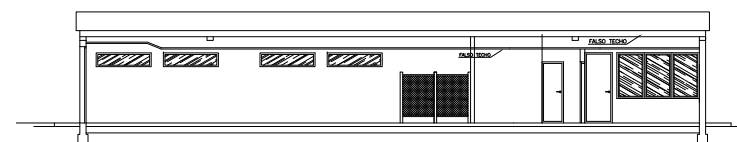
EDIFICIO DE CONTROL
ALZADO LATERAL DERECHO
escala 1/300



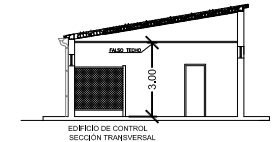
EDIFICIO DE CONTROL
ALZADO POSTERIOR
escala 1/300



EDIFICIO DE CONTROL
ALZADO LATERAL IZQUIERDO
escala 1/300



EDIFICIO DE CONTROL
SECCION LONGITUDINAL
escala 1/300



EDIFICIO DE CONTROL
SECCION TRANSVERSAL
escala 1/300

PROMOTOR

HIDROELECTRICA DE OIA, S.L.

Benito Fernández González
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Colegiado nº 4.752

PROYECTO BASICO DE CENTRAL HIDROELECTRICA
REVERSIBLE DE AGUA MARINA
PUNTA CENTINELA, OIA (PONTEVEDRA)

FECHA

octubre 2021

TITULO DEL PLANO

SUBESTACION

ESCALA GRAFICA

1/300

Nº

6

Documento n° 3

PLIEGO DE CONDICIONES

PROYECTO BÁSICO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA

REVERSIBLE DE AGUA MARINA

PUNTA CENTINELA - OIA – PONTEVEDRA

PLIEGO DE CONDICIONES

CAPITULO 1

DISPOSICIONES GENERALES

1.1. OBJETO DE ESTE PLIEGO

El presente Pliego de Condiciones Generales corresponde a la construcción de las obras definidas en el -Proyecto Básico de la Central Reversible de Agua Marina de Punta Centinela Oia (Pontevedra)-.

Las obras a realizar serán las siguientes:

- DEPOSITO SUPERIOR.
- TUBERÍA FORZADA.
- CENTRAL. OBRA CIVIL.
- CENTRAL. EQUIPOS.
- SUBESTACIÓN ELECTRICA DE 220/13,8 kV.

La descripción detallada aparece en el apartado correspondiente de la Memoria, que junto con los planos, definen completamente las obras a realizar.

1.2. DIRECCION DE LAS OBRAS

La Dirección de las obras estará a cargo del Técnico que nombre la Propiedad, y será representante del Propietario en todas sus relaciones con el Contratista, el cuál será informado de quién es el Director de Obra.

1.3. LIBRO DE ÓRDENES

El Ingeniero Director llevará un "Libro de Ordenes" en el que se anotarán las órdenes que dicte al Contratista. Dichas órdenes serán firmadas por ambas partes, quedando la matriz en el libro y entregando la copia al Contratista.

No obstante, el Director de la Obra podrá dar órdenes verbales que serán igualmente de obligado cumplimiento, si el Contratista no exige que le sean dictadas por escrito.

1.4. RECEPCION DE PLANOS DE DETALLE

El Contratista irá recibiendo de la Propiedad, copias de los planos de detalle y demás documentos necesarios para los trabajos por envíos parciales, según se vayan determinando las características y dimensiones finales de los elementos que figuren en el Proyecto, con la anticipación suficiente para la buena marcha de los trabajos.

1.5. REPLANTEO DE LAS OBRAS

Antes de empezar las obras, la Propiedad situará sobre el terreno, por medio de hitos, los ejes de las alineaciones principales de la obra, que serán comprobados por el Contratista. Se levantará acta por escrito, de estos replanteos, firmada por el Ingeniero Encargado de la Obra y por el Representante del Contratista.

Los replanteos secundarios serán efectuados por el Contratista, dejando los hitos y marcas suficientes para su comprobación por la Propiedad. El Contratista será responsable de los fallos que puedan existir en estos replanteos y de sus consecuencias.

1.6. APORTACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA

El Contratista queda obligado a situar en las obras los equipos de maquinaria y medios auxiliares que sea preciso para la buena ejecución de aquéllas, y que serán como mínimo los que figuran en los artículos correspondientes del presente Pliego.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento, y quedarán adscritas a la obra durante el curso de ejecución de las unidades en que deban utilizarse. No podrán retirarse sin consentimiento del Director de Obra.

A tal fin, al inicio de la obra, el Contratista facilitará una lista firmada y completa de la maquinaria y medios auxiliares que sitúa en obra. Todas las instalaciones auxiliares, tales como poblados, talleres, almacenes, oficinas, aire comprimido, agua, distribución de energía dentro de la obra, etc., serán

por cuenta del Contratista, quién tendrá la obligación de retirarlas al terminar las obras, demoliendo los edificios y procediendo a una limpieza general de la obra.

La Propiedad se reserva el derecho de conservar algunos de estos edificios que puedan ser utilizables en la explotación de la obra construida.

1.7. DEMOLICION DE OBRAS

Toda la obra que quede defectuosa a juicio del Ingeniero Director o que no esté de acuerdo con las Condiciones de este Pliego, será demolida y reconstruida por el Contratista, sin que pueda servirle de excusa el que el Ingeniero Director haya examinado su construcción, ni que haya sido abonada en liquidaciones parciales.

Los gastos que ocasionen la demolición y posterior reconstrucción, serán a cargo de la Propiedad cuando se compruebe la inexistencia de defectos en la construcción o en los materiales empleados. En caso contrario, los gastos serán a costa del Adjudicatario.

1.8. SERVIDUMBRES Y SEÑALIZACION

El Contratista está obligado a mantener abiertos al tráfico general, los tramos de carretera afectados por las obras de ejecución. Asimismo, quedará obligado a señalizar a su coste las obras objeto del Contrato, con arreglo a las instrucciones que reciba del Director de Obra.

1.9. PROGRAMA DE TRABAJO

Antes del comienzo de las obras, el Contratista someterá a la aprobación del Director de Obra el programa de trabajo con especificación de fecha de terminación de las distintas unidades de obra, compatibles con el plazo total de ejecución. Este programa, una vez aprobado, se incorporará al Pliego de Condiciones del Proyecto y adquirirá carácter contractual.

1.10. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños y perjuicios, directos o indirectos, que puedan ocasionarse a cualquier persona, propiedad, servicio público o privado, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o de la deficiente organización de las obras.

1.11. SUSPENSION DE LAS OBRAS

Cuando la entidad propietaria desee suspender la ejecución de las obras, tendrá que avisarlo con un mes de anticipación y el Contratista tendrá que suspender los trabajos sin derecho a indemnización, siempre que se le abone el importe de la obra ejecutada y el valor de los materiales acumulados al pie de la obra, al precio corriente en la localidad; igual se hará en los casos de rescisión justificada por causa de fuerza mayor.

Si la suspensión de las obras fuese motivada por el Contratista, el Propietario se reserva el derecho a la rescisión del Contrato, abonando al Contratista tan sólo la obra ejecutada con pérdida de garantía como indemnización de perjuicios irrogados a la entidad Propietaria, quedando siempre obligado el Contratista a responder de los perjuicios de esta entidad.

En caso de muerte o de quiebra del Contratista, quedará rescindida la contrata, a no ser que los herederos o los síndicos de la quiebra ofrezcan llevarla a cabo bajo las condiciones estipuladas en la misma. El Propietario puede admitir o desechar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquéllos derecho a indemnización alguna.

Tanto en estos casos de rescisión como en los que legalmente se pudiesen presentar, las herramientas y demás elementos de trabajo que sean de pertenencia del Contratista, tendrá éste obligación de recogerlos en el plazo de ocho días, de no ser así, se entiende que los abandonará a favor de la obra.

1.12. PRECIOS

Todos los precios unitarios incluidos en el cuadro de precios número uno del Proyecto, se refiere a los precios totales de ejecución.

Así mismo, los gastos del primer establecimiento y desmontaje y retirada de las instalaciones de obra, estarán comprendidos en los precios unitarios de las obras definidas.

1.13. REVISION DE PRECIOS

Dado que la ejecución del presente Proyecto queda condicionada a la Aprobación del proyecto de Construcción del Aprovechamiento Hidroeléctrico que se solicita, los precios unitarios serán revisados por aplicación de la siguiente fórmula general:

$$P = P_o * K$$

Siendo:

Po = precio de origen a revisar
P = nuevo precio después de la revisión
K = coeficiente de la forma siguiente:

a) Para obra civil:

$$K = 0,15 + a * \frac{H_i}{H_0} + b_i * \frac{M}{M_{0i}}$$

Donde:

"a" y "bi" = Coeficiente de influencia que cumplen la característica que a+bi=0,85.

Ho = Índice de la mano de obra en Enero de 2012.

Hi = Índice de la mano de obra en el mes de inicio de la construcción.

Moi = Índice de los materiales en Enero de 2012.

Mi = Índice de los materiales en el mes de inicio de la construcción.

Los índices que han de utilizarse en la formación de las fórmulas de revisión, serán los índices oficiales de precios, sometidos oficialmente a la aprobación del Gobierno por el Comité Superior de Precios de Contratos del Estado, y publicados en el B.O.E., según dispone el Decreto-Ley de 4-2-64.

b) Turbina y equipo oleohidráulico:

$$K = 0,10 + 0,30 * \frac{M}{M_0} + 0,60 * \frac{S}{S_0}$$

En el cuál:

Mo = Índice del acero moldeado en el mes de Enero de 2012 a publicar por la Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo (SERCUBE).

M = Índice del acero moldeado en el mes de inicio de la construcción a publicar por (SERCOBE).

So = Índice de mano de obra en el mes de Enero de 2012 a publicar por SERCOBE.

S = Índice de la mano de obra en el mes de inicio de la construcción a publicar por SERCOBE.

c) Otras instalaciones y equipos:

Serán de aplicación los criterios recogidos en el apartado a) del presente Pliego de Revisión de Precios.

1.14. TRABAJOS NO PREVISTOS

Cuando el Director de Obra juzgue necesario ejecutar obras no previstas o modificar el origen de los materiales indicados en el Contrato, se prepararán los precios contradictorios correspondientes, teniendo en cuenta los del Contrato, o por asimilación a los de obras semejantes, pero siempre basándolos en las mismas condiciones económicas que las de Contrato.

A falta de mutuo acuerdo, y en espera de la solución de las discrepancias, se liquidará provisionalmente al Adjudicatario en base a los precios fijados por el Director de Obra.

1.15. LIQUIDACIONES PARCIALES

Las obras ejecutadas se abonarán de acuerdo con las condiciones contractuales convenidas con el Contratista. En cualquier caso, las liquidaciones parciales que pudieran haber, se entenderán como documentos provisionales a buena cuenta, no suponiendo dichas liquidaciones la aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

La Propiedad se reserva en todo momento, y especialmente al hacer efectivas dichas liquidaciones parciales, el derecho de comprobar si el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertido en obra, a cuyo efecto presentará dicho Contratista los documentos que le exijan.

1.16. LIQUIDACION FINAL

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación final, que también incluirá el importe de las unidades de obra realizadas que constituyen modificaciones

del proyecto, siempre y cuando éstas hayan sido previamente aprobadas con sus precios por la Dirección de Obra.

De ninguna manera podrá el Contratista formular reclamaciones por cuenta de obra que no estuviese autorizada por el Director de Obra, bien sea de palabra o por escrito.

1.17. RECEPCION PROVISIONAL

Al terminarse las obras, tendrá que realizarse la recepción provisional de las mismas, en presencia del Contratista, el Director de Obra y un representante legal de la Propiedad.

Después de practicarse un reconocimiento de las obras y si están de acuerdo a lo estipulado en el Proyecto, se levantará Acta de Recepción Provisional por triplicado a la que se acompañarán los documentos justificativos de la liquidación final, y será firmada por las tres partes arriba mencionadas, quedando una copia en poder de cada uno de ellos.

En caso de encontrarse defectos en las obras, el Contratista deberá arreglarlos a su costa, y la recepción provisional se aplazará hasta que dicho arreglo sea efectuado. La recepción provisional de las obras no presupone el cumplimiento de los plazos previstos en el Contrato de adjudicación, ni exime al Contratista de las penalizaciones previstas en él para el caso de que dicha terminación de obras sea posterior al plazo previsto.

A partir de la fecha en que tenga lugar la recepción provisional, empezará a contar el plazo de garantía que se haya estipulado en el Contrato. Durante este periodo serán de cuenta del Contratista todos los trabajos de limpieza, conservación y reparación que sean necesarios para mantener las obras en perfectas condiciones estéticas y funcionales.

1.18. RECEPCION DEFINITIVA

Transcurrido el plazo de garantía previsto en el Contrato de Adjudicación, se realizará la recepción definitiva y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica. En caso contrario, se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Director de Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que determina este Pliego de Condiciones.

Se levantará Acta de la recepción definitiva por triplicado, y será firmada por el Contratista, el Director de Obra y un representante legal de la Propiedad, quedándose cada parte un ejemplar del Acta.

1.19. SEGUROS A APORTAR POR EL CONTRATISTA

El Contratista queda obligado a concertar el oportuno Seguro de Responsabilidad Civil con compañía solvente, para cubrir daños y perjuicios directos o indirectos, que puedan ocasionarse a cualquier propiedad, servicio público o privado, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal y medios a su cargo. Sin dicho requisito, no se autorizará al Contratista el inicio de las obras.

El Contratista queda obligado a aportar los Seguros Sociales CT1 y CT2 de todo el personal que intervenga en la obra, aunque sea de forma eventual o esporádica. Igualmente, el Contratista queda obligado a cumplir con las vigentes Normas de Seguridad e Higiene en el Trabajo, así como el Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo recogido en el presente Proyecto.

CAPITULO 2

OBRA CIVIL

2.0. CONDICIONES ESPECÍFICAS

2.1. MATERIALES

Para la ejecución de las obras, además de lo señalado en los artículos siguientes, se seguirá específicamente lo dispuesto en el *-Manual para el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas-* publicado por el Comité Nacional Español de Grandes Presas, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Publicas CEDAX, Ministerio de Fomento; primera edición octubre de 2010.

Así mismo, serán de aplicación las disposiciones siguientes:

Norma UNE 104427:21010 Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de embalses para riego o reserva de agua con geomembranas impermeabilizantes formadas por láminas de polietileno (PE).

Orden FOM/475/2002 de 13 de febrero de 2002, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carretera y puentes relativos a hormigones y aceros (BOE Nº 56 de 6 de Marzo 2002)

2.1.1. RELLENOS Y TERRAPLENES

RELLENOS

En los rellenos que van a soportar cargas, tales como futuras construcciones, tránsito de vehículos, etc., o que no estén detrás o sobre obras de fábrica, puede utilizarse cualquier clase de terreno, salvo la arcilla o el fango que se deslicen fácilmente en agua o que experimente grandes variaciones de volumen por las influencias atmosféricas y la tierra mezclada con raíces u otros elementos orgánicos, que al descomponerse pueden dar lugar a asientos en las superficies del terreno.

En los rellenos localizados de material filtrante y en la gravilla de asiento de la tubería forzada, se emplearán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, o áridos artificiales exentos de arcilla, marga y otros materiales extraños.

En el asiento de la gravilla, el tamaño máximo no será en ningún caso superior a 15 m/m.

En rellenos localizados de material filtrante, el tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 m/m.) cedazo de 80 UNE, y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 0,080 UNE, no deberá rebasar el cinco por ciento (5%).

Las condiciones granulométricas que cumplirá el material filtrante frente al terreno serán:

$$\frac{F_{15}}{d_{85}} < 5 \quad \frac{F_{15}}{d_{15}} > 5$$
$$\frac{F_{50}}{d_{50}} < 25 \quad \frac{F_{60}}{F_{10}} < 10$$

Siendo:

"Fx" = Tamaño superior al del x% en peso, del material filtrante.

"dx" = Tamaño superior al del x% en peso, del terreno a arenar.

Las condiciones que deberá cumplir el material filtrante frente al dren, en tubos perforados, será:

$$\frac{F_{85}}{\text{Diámetro del orificio}} > 1$$

Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla simultáneamente con dichos límites, podrá recurrirse al empleo de filtros de varias capas, cumpliendo entre ellas la condición de filtro.

El material filtrante será no plástico, y su equivalente en arena será superior a treinta.

El coeficiente de desgaste de los materiales de origen pétreo, medido por el ensayo de Los Angeles, según norma NLT-149/72 será inferior a cuarenta (40).

En los rellenos de zahorra artificial, procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural. La composición granulométrica será la siguiente:

- Fracción cernida por el tamiz 0,080 UNE será menor que la mitad de la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE en peso.

- Curva granulométrica comprendida dentro de uso indicado por el Ingeniero Director de Obra.
- El tamaño máximo no rebasará la mitad del espesor de la tongada.

Las calidades y plasticidades serán las mismas que las exigidas para materiales filtrantes.

TERRAPLENES

No se admitirán en los terraplenes, las tierras con contenido orgánico ni, en general, cualquier material que no alcance en el ensayo PROCTOR NORMAL una densidad superior a uno con setenta y cinco (1,75).

Los suelos utilizados en terraplenes carecerán de piedras con tamaño superior a diez (10) centímetros.

Se considerarán como fracción de finos la que pase por el tamiz número doscientos (200) A.S.T.M. equivalente a una apertura de mallas de setenta y cuatro (74) milésimas de milímetro. Esta fracción no excederá del treinta y cinco (35) por ciento en peso.

La fracción no retenida por el tamiz, 40 A.S.T.M. deberá tener un límite líquido inferior a treinta y cinco (35), o que se cumpla la condición de que siendo el límite líquido inferior a sesenta y cinco (65) y superior a treinta y cinco (35), el índice de plasticidad sea superior al número que resulta de disminuir en nueve (9) unidades el producto del citado límite líquido por un coeficiente de seis décimas (0,6).

En la parte superior de los terraplenes, desde (1) metro por debajo de la rasante, no se admitirán suelos de límite líquido superior a cuarenta (40).

La capacidad portante de los materiales utilizables para la formación de terraplenes, medida según el ensayo CBR, será siempre mayor de tres (3).

El hinchamiento medido en el ensayo CBR será inferior a dos (2) por ciento.

2.1.2. ARIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES

Se define como árido grueso la fracción de árido mineral superior a siete (7) milímetros que, aproximadamente, corresponde a la fracción que queda retenida en el tamiz de un cuarto de pulgada (1/4") ASTM; y como árido fino a la fracción de árido mineral de tamaño inferior a siete (7) milímetros que

aproximadamente, corresponde a la fracción que pasa por el tamiz de un cuarto de pulgada (1/4") ASTM.

Deberán cumplir las condiciones exigidas en la Instrucción de Hormigón Estructural, E.H.E., y fundamentalmente en su artículo 28º. En general el tamaño máximo del árido de los hormigones será de ocho (8) centímetros pero en las losas armadas y en donde las separaciones de las armaduras es inferior a seis (6) centímetros, el tamaño máximo admisible será el de los cinco sextos (5/6) de la separación libre de dos armaduras contiguas.

Se realizarán los correspondientes ensayos de granulometría, a fin de obtener la óptima comprendida dentro del uso admitido por la vigente y ya citada Instrucción y en lo posible, ajustado a la Ley que allí se recomienda.

Podrá utilizarse arena natural de río, con tal que esté exenta de materias extrañas y que las tierras que contenga además de no ser perjudiciales, no sobrepasen el dos (2) por ciento en peso de la arena. En todo caso, la procedente de trituración de rocas, convenientemente clasificada.

Entre las arenas disponibles se elegirá aquella que permita mayor capacidad a los hormigones, en virtud de la más favorable distribución de los grados de los diferentes tamaños.

El máximo admisible es de siete (7) milímetros.

2.1.3. CEMENTO

El cemento Portland deberá cumplir las condiciones exigidas en el Pliego de Condiciones Generales para la recepción de conglomerantes hidráulicos en las obras de carácter oficial.

Cumplirá así mismo, las recomendaciones y prescripciones contenidas en la Instrucción de Hormigón Estructural E.H.E., artículos 30 y 39º, y las que en lo sucesivo sean aprobadas por el Ministerio de Obras Públicas, con carácter oficial.

Será capaz de proporcionar al hormigón las condiciones exigidas en los apartados de este Pliego.

El cemento se almacenará en sitio ventilado defendido de la intemperie y de la humedad, tanto del suelo como de las paredes. El tipo de cemento Portland será el denominado CEM I/32,5 con una resistencia mínima del mortero a veintiocho (28) días de trescientos cincuenta (350) kilogramos por centímetro cuadrado, siempre que no se indique lo contrario.

Siempre que el Director de Obra los juzgue necesario y obligatoriamente al cambiar de tipo u origen de cemento se efectuarán los ensayos que sean necesarios y precisos a fin de comprobar que se cumplen las condiciones citadas, ateniéndose en los ensayos a lo especificado en el Pliego Oficial.

Las partidas de cemento que hayan sufrido alteración o sean defectuosas de origen, serán retiradas del lugar de las obras en un plazo no superior a tres (3) días.

2.1.4. AGUA

El agua que se emplee en el amasado de morteros y hormigones, y en general, en todos los aglomerantes, no deberá producir eflorescencias, agrietamientos o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de hormigones, y cumplirá las condiciones que prescribe la vigente Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras de hormigón.

Las condiciones mínimas a cumplir por el agua para amasados, serán las siguientes:

- PH comprendido entre cinco (5) y ocho (8).
- Contenido en sustancias solubles inferior a quince (15) gramos por litro.
- Contenido en sulfatos, expresado en SO_3 , inferior a tres décimas de gramo por litro (0,3 g/l).
- Contenido en azúcares o carbohidratos, cero.
- Contenido en grasas o aceites, inferior a quince gramos por litro (15 g/l).

Si fuera necesario, se dispondrá de depósitos en la obra.

2.1.5. MORTEROS

Se establecerán dos tipos de morteros cuya dosificación se señala, debiendo entenderse que la cantidad de aglomerante que se indica, tiene solamente carácter aproximado, pudiendo ser variado por el Ingeniero Director, a la vista de los resultados de los ensayos de laboratorio, sin derecho a reclamación alguna por parte del Contratista.

Mortero número 1:

Trescientos (300) kilogramos de cemento por mil setenta (1070) litros de arena.

Mortero número 2:

Cuatrocientos cincuenta (450) kilogramos de cemento por novecientos setenta y cinco (975) litros de arena.

De cada mortero que se emplee en cantidades mayores de treinta (30) metros cúbicos, deberán sacarse muestras en forma de cubo de siete (7) centímetros de lado, que se entregarán en un plazo de tres (3) días a la Dirección de Obra para su ensayo.

Estas muestras serán de seis (6) como mínimo y del resultado de ellas dependerá la aprobación del mortero a emplear.

2.1.6. HORMIGONES

Los hormigones cumplirán las condiciones exigidas en la Instrucción de Hormigón Estructural E.H.E. Siempre que las mismas obras que utilicen cementos de distintos tipos, será preciso tener en cuenta lo que se indica en las Instrucciones y Pliego de Condiciones vigentes sobre la incompatibilidad de hormigones fabricados con distintos tipos de conglomerantes.

Podrán utilizarse aditivos, siempre que se justifique, mediante los oportunos ensayos, que la sustancia agregada en las condiciones y proporciones previstas, produce el efecto deseado sin perturbar las características del hormigón ni representar peligro para las armaduras. En cualquier caso, la aceptación de los aditivos competará al Ingeniero Director de Obra.

La consistencia de los hormigones frescos será la más seca, compatible con los métodos de puesta en obra, compactación y acabado que se adopten.

La consistencia se medirá según la norma UNE-83313:90 y los criterios del artículo 30.6 de la E.H.E. La consistencia fluida y blanda solo podrá usarse con autorización expresa del Ingeniero Director de Obra.

La resistencia característica se obtendrá fabricando tres (3) probetas por amasada que se conservará y se ensayará según la Normas UNE-83300:84, UNE-88301:91, UNE 83303:84 y UNE 83304:84. El nivel de control de ejecución será "Modalidad 3" descrito según el artículo 88 de la Norma E.H.E. Los criterios de aceptación y penalización serán los siguientes:

- a) Si $f_{est} > f_{ck}$ la parte de obra se aceptará.
- b) Si $f_{est} < f_{ck}$:
 - b.1.) Si $f_{est} > 0,9 f_{ck}$, la obra se aceptará pero se procederá a una penalización equivalente a un 10% del valor del hormigón colocado en dicha zona de obra.
 - b.2.) Si $f_{est} < 0,9 f_{ck}$, se podrá proceder a realizar a costa del Constructor, los ensayos de información previstos en el art. 10

o las pruebas de carga previstas en el art. 73, a juicio del Director de Obra y según decisión de éste, a aceptarla, a demolerla o a reforzarla.

Las resistencias empleadas en el presente Proyecto serán de 175 Kg/cm² (H-100) en hormigón en masa y rellenos entre el terreno y la tubería y 250 Kg./cm² (HA-25/P/20/IIa) en la estructuras, por lo que el Constructor, antes de iniciar la puesta en obra, deberá haber comprobado que con la granulometría y dosificación previstas, se alcanzan los valores característicos previstos.

2.1.7. ACERO EN REDONDOS PARA ARMADURAS

Se define como acero para armar, al producto siderúrgico de tal nombre, descompuesto en barras, cuya finalidad es soportar los esfuerzos de tracción de las piezas de hormigón armado y participar, junto con el hormigón, en los demás esfuerzos.

Salvo indicación expresa por parte del Ingeniero Director de Obra, las barras para armar serán corrugadas de acero B-500-S (de dureza natural).

Los diámetros nominales de las barras se ajustarán a la serie siguiente: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 32 m/m.

Las barras no presentarán defectos superficiales, grietas, ni sopladuras.

La sección equivalente no será inferior al 95 por ciento de la sección nominal, en diámetros no mayores de 25 m/m., ni al 96 por ciento en diámetros superiores.

Deberán despuntarse los extremos de las barras para eliminar el rechupe del laminado y los defectos de exfoliación e impurezas en los extremos de las barras.

Las barras corrugadas presentarán una tensión media de adherencia (τ_{bm}) y una tensión de rotura de adherencia de (τ_{bu}), según ensayo de adherencia por flexión (Norma UNE 36740:98) que cumplirá las siguientes condiciones:

$$\begin{aligned} \text{- Diámetros inferiores a 8} \quad \tau_{bm} &\geq 70 \text{ Kg/cm}^2 \\ \tau_{bu} &\geq 115 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Diámetros de 8 a 32} \quad \tau_{bm} &\geq 80-1,20 \varnothing \\ \tau_{bu} &\geq 130-1,90 \varnothing \end{aligned}$$

Donde " \varnothing " se expresa en mm., además cumplirá las siguientes características:

- Límite elástico (correspondiente a una deformación remanente de un 20%.) no menor que 5000 Kg/cm² (fy).
- Carga unitaria de rotura no menor que 5500 Kg/cm² (fy).
- Alargamiento de rotura sobre base de 5 diámetros no menor que un 12%.
- Relación fs/fy en ensayo no menor que 1,05.
- Ausencia de grietas después de los ensayos de doblado simple a 180° y doblado-desdoblado a 90° (apartado 10.3 de UNE 36084:94).
- Llevar grabadas las marcas de identificación establecidas en el apartado I2 de la norma UNE 36088/94, relativas a su tipo y marca del fabricante.

Las características de las barras de acero para armar se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de series completas de ensayos que estime pertinentes el Ingeniero Director de la Obra, siendo la realización de éstas a cargo del Contratista.

2.1.8. ACERO EN PERFILES LAMINADOS

El acero en perfiles laminados serán del tipo A-42 en grado B según Norma UNE 36080-73.

Los límites máximos en la composición química sobre colada serán:

- Carbono: 0,22% máximo sobre colada
0,28% máximo sobre producto
- Fósforo: 0,060% máximo sobre colada
0,075% máximo sobre producto
- Azufre: 0,050% máximo sobre colada
0,065% máximo sobre producto

Las características mecánicas de los aceros serán:

- Resistencia a tracción de 42 a 50 Kg/mm²
- Límite de fluencia de 24 a 26 Kg/mm²
- Alargamiento de rotura mínimo de 22%

- Plegado satisfactorio con abertura igual a dos veces el espesor.
- Resiliencia mínima de 2,8 Kg m. a 20° C.

El Constructor garantizará mediante los oportunos certificados las características mecánicas y la composición química de los productos laminados que suministra.

Los aceros laminados se almacenarán de forma que no estén expuestos a oxidación directa, a la acción de atmósferas agresivas, ni se manchen de grasa, ligantes o aceites.

Los electrodos a utilizar en los procedimientos de soldeo manual eléctrico, deberán ajustarse a las características definidas por la norma UNE 14003, 1ª R, utilizándose algunos de los tipos E.43.1, E.43.2., E.43.3., E.43.4, con revestimiento AR, B, R, AR, dependiendo de su aplicación.

Los procedimientos de soldeo se adecuarán al art. 640.5.2. del PG-3-75 (Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes).

2.1.9. MATERIALES CERAMICOS, LADRILLOS Y TEJAS

A) LADRILLOS:

Los ladrillos usados en obra, cumplirán todas las prescripciones especificadas en el capítulo II de la Norma M.V. 201-1972 "Muros resistentes de fábrica de ladrillo" del Ministerio de Fomento.

En las fábricas que hayan de quedar vistas, los ladrillos presentarán igualdad de coloración, siendo ésta uniforme, pero pudiendo variar en cada caso el tono y la intensidad de ella según el proceso de fabricación empleado.

Será de aplicación la norma UNE 7063 en relación con los ensayos de determinación de posibles eflorescencias, que supondrán la no aceptación del material que las posea.

B) TEJAS:

Las tejas podrán ser curvas o planas, según las especificaciones del Proyecto. Deberán estar fabricadas con arcillas limpias y seleccionadas, sin presentar alabeos ni deformaciones; no tendrán caliches ni defectos que las hagan impropias para cumplir su función en la obra.

Su resistencia será tal que, colocadas en forma análoga a la que deberán tener en obra, soporten el peso de un hombre sin romperse. Deberán además ser impermeables, no absorbiendo más de un 2% del peso propio de agua después de veinticuatro horas (24) de inmersión en dicho líquido.

2.1.10. MADERAS

Cualquiera que sea su procedencia, las maderas que se empleen en construcciones definitivas, auxiliares o provisionales que exija la utilización de aquéllas, tales como cimbras, andamios, ataguías, pasos provisionales, etc., deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Estarán desprovistas de nudos, vetas o irregularidades en sus fibras y sin enfermedades de los diversos orígenes que padece este material y que provocan la descomposición del sistema fibroso.
- En el momento de su empleo estará seca, y contendrá poca albura, especialmente la que se destine a ejecución de obras definitivas.
- El Ingeniero Director fijará en cada caso de obra permanente, la especie más adecuada y las dimensiones precisas cuando no estén especificadas en los planos generales del Proyecto y en los correspondientes presupuestos parciales.

2.1.11. YESOS

El yeso deberá estar bien cocido, molido y limpio de tierras, no admitiéndose el que tenga más del ocho (8) por ciento de granzas. Deberá absorber al amasarlo, una cantidad de agua igual por lo menos a su volumen, fraguando con rapidez, y una vez extendido, se exigirá que no se reblandezca ni presente grietas ni fluorescencias salitrosas.

En todas las obras, regirá el Pliego General de Condiciones para la recepción de Yesos, aprobado por Orden de 27 de Enero de 1972.

El yeso se empleará para todos los casos especificados en el Proyecto, y como norma general, para guarnecidos, enlucidos y blanqueados. En estos casos, las condiciones mínimas que deberán cumplir son las siguientes:

- El que se emplee en obras para guarnecidos maestrados será el llamado basto o pardo y de buena calidad.

- El empleado para enlucidos y blanqueados será yeso fino, bien cribado de cien (100) mallas por centímetro cuadrado y de primera calidad.
- Las designaciones, prescripciones, forma de realizar las tomas de muestras, métodos de ensayo, etc., de los distintos tipos de yesos, aparecen claramente indicados en el Pliego antes citado.

2.1.12. TUBERIA DE PRESION

Las tuberías para conducir agua u otros líquidos a presión podrán ser de PRFV, PVC, polietileno, fundición, acero, etc., según se especifique en el Proyecto, corriendo la decisión en caso contrario a cargo del Ingeniero Director, usándose en cualquier caso materiales debidamente homologados. Deberán conseguir juntas perfectamente estancas y con cierta flexibilidad, para adaptarse a pequeños desniveles del terreno y tomar cierta curvatura en planta cuando el trazado así lo exija.

Tanto las tuberías como las llaves de paso y piezas especiales, deberán resistir las presiones de prueba previstas, debiendo mantener estas presiones una vez alcanzadas, como garantía de que no existe la menor fuga.

Regirán además, en los casos de transporte de agua, las condiciones del vigente Pliego General para abastecimiento de agua.

No se incluyen en el presente Pliego de Condiciones las características y normas que debe cumplir la tubería forzada que llevará el agua a la turbina de la Central, la cuál será objeto de un Pliego de Condiciones especial con la casa suministradora.

2.1.13. TUBERIAS SIN PRESION

Las tuberías para alcantarillado o para conducir líquidos sin presión, deberán ser de hormigón o de PVC, según se especifica en el Proyecto, corriendo la decisión a cargo del Ingeniero Director en caso contrario.

Para la recepción de los tubos en obra, previamente se les someterá a una carga lineal sobre la generatriz superior, estando el tubo apoyado en dos (2) generatrices que disten entre sí cinco (5) centímetros. La carga admisible en estas condiciones será la que corresponda calculando a razón de cinco (5) toneladas por metro cuadrado de proyección horizontal de tubo, cualquiera que sea su diámetro.

2.1.14. OTROS MATERIALES

Los demás materiales a emplear en obra y para los que no se señalen especialmente las condiciones que deben cumplir, serán de primera calidad, y antes de ser colocados en obra, serán reconocidos por el Director de la misma.

2.1.15. ENSAYO DE LOS MATERIALES

Los reconocimientos, análisis, ensayos y pruebas a que se considere conveniente someter a los materiales, se verificarán por el Director de Obra o ante su presencia por personal del Contratista, si bien cuando aquél lo considere necesario, se le encargarán a un Laboratorio de Materiales, ya sea oficial o privado.

El Contratista dispondrá en obra de los moldes metálicos aprobados en cantidad suficiente para la diaria ejecución de las probetas así como del docilímetro Iribarren, y de cuantos elementos de ensayo de obra sean necesarios y solicitados por el Director de la misma. Todos los gastos de reconocimientos, pruebas, análisis y ensayos tanto de obra como de laboratorio, incluso los de conservación y transporte de muestras, serán de cuenta del Contratista.

2.1.16. MATERIALES QUE NO REUNEN LAS CONDICIONES

Cuando los materiales no reúnan las condiciones requeridas en este Pliego en cada caso particular, o no satisfagan los requerimientos del Ingeniero Director en casos contemplados en el 2.15., el Contratista cumplirá lo que ordene el Ingeniero Director, por escrito. Los materiales rechazados serán marcados con pintura u otra clase de señalización duradera y clara, y deberán ser retirados de la obra dentro del plazo de tres (3) días a partir de la fecha en que fueron rechazados.

Si el Contratista no los retirase en el plazo señalado, se entenderá que renuncia a dichos materiales en favor de la Propiedad, que podrá disponer libremente de ellos, siendo por cuenta del Contratista la operación de retirarlos de la obra y Transportarlos a su nuevo punto de almacenamiento.

2.2. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCION

2.2.1. EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO

Serán realizadas con las dimensiones y profundidad indicadas en los planos o señaladas por el Ingeniero Director de Obra, debiendo el Contratista establecer por su cuenta las entibaciones y agotamientos que sean necesarios.

El Adjudicatario efectuará todos los trabajos u obras provisionales necesarios para asegurar la evacuación de las aguas durante las excavaciones. Si por no haber sido tomadas suficientes precauciones, se produjeran inundaciones de las excavaciones realizadas, las averías serán reparadas por el Contratista, corriendo los gastos de su cuenta.

Salvo indicación contraria del Ingeniero Director de Obra, las excavaciones se efectuarán en seco; para ello, las aguas se conducirán hasta las obras de evacuación por zanjas, lo suficientemente profundas para que no sean previsibles desbordamientos.

Se prohíbe al Adjudicatario comenzar con los hormigonados que cubrirán el fondo de la excavación, sin haber obtenido previamente y por escrito, la autorización del Ingeniero Director de Obra, subsiguiente a la inspección del fondo de excavación y obtención de los perfiles correspondientes.

El Adjudicatario no podrá presentar reclamación alguna por la dificultad que entrañe la excavación, ya que ésta se entiende para cualquier tipo de terreno y profundidad, debiéndose igualmente emplear los medios de excavación que se considere necesario para la ejecución en cada estrato.

Salvo indicación expresa por parte del Ingeniero Director de Obra, se prohíbe el empleo de explosivos para aquellas excavaciones a realizar en roca.

En el supuesto anterior, deberá presentarse para autorización el esquema de tiro, planos de tiro y tipo, y cantidad de explosivos a utilizar.

La aprobación del esquema de tiro antes citado, no exime al Contratista de las responsabilidades derivadas de la explosión, tales como daños a instalaciones o a terceros provocados por la proyección de piedras, vibraciones excesivas, desprendimientos de rocas no necesarias, etc.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- El desbroce y eliminación de maleza.
- La excavación propiamente dicha.
- Gastos de posibles entibaciones y blindajes.
- Gastos de agotamiento del agua en la obra.
- El relleno y compactación, en caso de zanjas para tuberías.

- El transporte hasta las escombreras y terraplenes previamente fijados.
- El acondicionamiento final de los productos de excavaciones en los vertederos designados.

Las tolerancias máximas de las zanjas después del refinado respecto a los planos, no deberá ser superior a ± 5 cms. respecto a las superficies teóricas.

2.2.2. RELLENOS Y TERRAPLENES

El terreno sobre el que vaya a efectuar un relleno o terraplén, se limpiará quitando raíces, leños, residuos de arbustos o restos orgánicos. El Director de Obra podrá ordenar, según los casos, las siguientes operaciones adicionales:

- Eliminación de la capa vegetal
- Escarificación
- Compactación

Los rellenos vertidos detrás o sobre obras de fábrica, se extenderán por igual evitando sobrecargas locales. Si se realiza con suelos, las tongadas serán uniformes y disponiendo medios adecuados para el drenaje. En el caso de realizarse con pedraplen, se formará por capas de piedra de tamaños parecidos, que disminuirá a medida que se alejen de las obras de fábrica, hasta terminar en capas de gravilla, arenas y arenas finas en contacto con el talud de la excavación.

En los rellenos de zanjas se necesitará previamente la aprobación de la Dirección de Obra. Cuando en las zanjas vayan tuberías, se emplearán los materiales finos de la excavación (tierras, arcilla arenosa y grava); estos materiales se colocarán con pisones manuales hasta que la tubería esté cubierta con un espesor de al menos treinta (30) centímetros. El resto del material se podrá apisonar con rodillo cuando el espacio lo permita.

En terraplenes se efectuará previamente, el desbroce y extracción del material inadecuado, si lo hubiera, la escarificación y la compactación del cimientto. Una vez preparado el cimientto, se procederá a la construcción del terraplén mediante tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada.

Posteriormente se procederá a la humectación o desecación necesaria para realizar la compactación óptima y a la compactación propiamente dicha.

El grado mínimo de compactación que deberá obtenerse será de un 90% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Normal en rellenos

en general (salvo los que se indicarán a continuación) y en cimientos y núcleos de Terraplenes.

Se exigirá un grado mínimo de compactación del 95% de la densidad máxima, obtenida en el ensayo Proctor Normal, en el abrigo de las tuberías (en este caso el tamaño máximo no superará los 20 m/m) y en la coronación del terraplén.

El ensayo de compactación Proctor Normal se realizará según la Norma de ensayo NLT-107/72.

No se realizarán rellenos cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados centígrados (2° C) y se prohíbe expresamente el paso de cualquier vehículo en terraplenes hasta completada la compactación.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Preparación del terreno.
- Transporte del material empleado.
- Vertido del material en tongadas.
- Humectación o desecación.
- Apisonado de las tongadas con medios manuales o Mecánicos.

En aquellos casos en que el relleno se efectúe como consecuencia de una excavación anterior, el precio del relleno irá incluido en el de la excavación, salvo que en el presupuesto se indique lo contrario (p.e. sobreexcavaciones, excavaciones de zanjas para tuberías, etc.).

2.2.3. RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE

Los materiales empleados en rellenos localizados de material filtrante cumplirán lo exigido en el art. 2.1. del presente Pliego de Condiciones referente a rellenos de material filtrante.

Los acopios de material se formarán y explotarán de forma que se evite la segregación y contaminación del mismo. A tal efecto, se rechazarán todas las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo o por inclusión de materiales extraños.

Los trabajos se realizarán de modo que se evite en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños, por circulación o por agua cargada de partículas finas. A tal efecto, los rellenos se ejecutarán en

el menor plazo posible y una vez terminados se cubrirán de forma provisional o definitiva.

Todo relleno de material filtrante que resulte contaminado o perturbado, se eliminará y se sustituirá por material en buenas condiciones, siendo esta operación a cargo del Contratista.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Preparación del terreno según lo descrito en el artículo 2.2.2 del presente Pliego de Condiciones.
- Acopio del material en obra.
- Transporte del material hasta su ubicación.
- Vertido del material en tongadas.
- Apisonado de las tongadas con medios manuales o mecánicos.
- Protección contra la contaminación mediante los métodos indicados en cada caso.

Los rellenos de material filtrante, no se realizarán cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados (0° C).

2.2.4. RELLENOS DE GRAVILLA EN PROTECCION DE TUBERIA FORZADA

Los materiales empleados en rellenos de gravilla en protección de tubería, cumplirán lo exigido en el art. 2.1 del presente Pliego de Condiciones referente a rellenos de gravilla.

Las condiciones de ejecución serán las mismas que las prescritas para rellenos localizados de material filtrante (art. 2.2.3. del presente Pliego de Condiciones), debiendo además realizarse un perfilado del descanso de la tubería para proceder al montaje de la misma.

La tolerancia máxima del perfilado de la tubería será de ± 2 cms.

2.2.5. RELLENOS DE ZAHORRA ARTIFICIAL

El material empleado para rellenos de zahorra artificial cumplirá lo exigido en el art. 2.1.1 del presente Pliego de Condiciones, referente a rellenos de zahorra artificial.

No se extenderá la zahorra artificial hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que ha de sentarse, tiene la densidad adecuada y las rasantes son las establecidas en los planos.

La zahorra se extenderá tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación o contaminación, en los espesores adecuados para conseguir, con los medios disponibles, el grado de compactación exigido.

El grado de compactación de la zahorra artificial será el 98% del Ensayo Proctor modificado realizado según NLT-108/72.

La superficie acabada no deberá variar más de diez milímetros (10 m/m), medidas con reglas de tres (3) metros en cualquier dirección.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Preparación del terreno.
- Acopio del material en obra.
- Transporte del material hasta su ubicación.
- Vertido del material en tongadas.
- Compactado de las tongadas.

La extensión y compactación de zahorra artificial no se realizará cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados centígrados (2° C).

2.2.6. FORMACION DE TALUDES CON ESCOLLERA

La piedra a emplear en escolleras será angulosa y de una calidad tal, que no se desintegre por la exposición al agua y a la intemperie.

El tamaño de las piedras variarán entre diez (10) y doscientos (200) kilogramos, y al menos un veinticinco por ciento (25%) deberá pesar más de cien kilogramos (100 Kg).

Las piedras se colocarán de forma que se obtengan las secciones indicadas en los planos, y el frente de piedras será uniforme y carecerá de lomos y depresiones.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Preparación del terreno.
- Acopio del material en obra.
- Transporte del material hasta su ubicación.

- Colocación de la escollera.
- Acabado de la escollera.

2.2.7. HORMIGONES DE LIMPIEZA

El hormigón de limpieza será del tipo HM-100. El hormigón empleado se adaptará a lo recogido en el artículo 2.1.6 del presente Pliego de Condiciones, salvo que el control de ejecución que se aplicará será normal.

El hormigón de limpieza se colocará en los fondos de excavación en los cuales sea preciso realizar posteriormente el montaje de la armadura y encofrados.

El espesor mínimo será de tres (3) centímetros y el espesor máximo vendrá definido por las irregularidades y defectos que se hayan producido en la excavación, ya que no se aceptará, salvo indicación expresa por parte del Ingeniero Director de Obra, corrección de defectos de excavación (sobreeexcavaciones, etc.) que no sean con hormigón de limpieza.

La tolerancia que se aceptará en las superficies de acabado del hormigón de limpieza frente a las elevaciones teóricas será de ± 2 cms., debiendo cubrir todo el fondo de excavación.

El hormigón de limpieza deberá colocarse en obra con las precauciones mínimas que eviten su segregación.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Preparación del hormigón en Central o en obra.
- Transporte del hormigón hasta la obra.
- Puesta en obra del hormigón, incluso acabado superficial.
- Encofrados laterales si fueran precisos.
- Curado del hormigón.

Salvo que las condiciones de temperatura condicionen un fraguado más lento, las operaciones de ferrallado y encofrado se podrán realizar a partir de las 48 horas de haberse aplicado el hormigón de limpieza.

2.2.8. HORMIGONES PARA ARMAR

Serán de aplicación todas las prescripciones de la norma E.H.E. que deben ser consideradas como parte integrante de este Pliego.

El hormigón empleado se adaptará a lo recogido en el artículo 2.1.6. del presente Pliego de Condiciones.

Salvo indicación expresa que figure en los planos, el hormigón en cimentaciones, muros y losas será del tipo HA-25/P/20/IIa excepto para el hormigón en masa que será del tipo H-175.

La instalación de fabricación del hormigón deberá permitir dosificar rigurosamente la homogeneidad de la mezcla. También deberá permitir rápidamente las proporciones de los componentes.

El transporte desde la hormigonera hasta la ubicación en obra, se realizará tan rápidamente como sea posible, empleando métodos que impidan la segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños en la masa. En caso de hormigonado en tiempo caluroso, se cuidará especialmente de que no se produzca desecación de los amasijos durante el transporte.

El vertido del hormigón en obra se realizará antes de transcurridos 50 minutos desde su fabricación. El Ingeniero Director de Obra podrá modificar este plazo si se emplean adiciones especiales. En ningún caso se podrá colocar en obra amasijos que presenten principio de fraguado, desecación o segregación. Los medios de puesta en obra deberán ser los siguientes:

- Vertido libre, siempre y cuando exista acceso apropiado y siempre que la altura libre de vertido no supere a un metro (1,00 m.).
- Cangilones de fondo movable. Su capacidad será por lo menos, de un tercio de metro cúbico ($1/3m^3$).
- Colocación del hormigón mediante bombeo neumático, siempre que se elimine todo rebote excesivo de material y el chorro no se dirija directamente sobre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo, que el avance se realice en todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura y procurando que no haya segregaciones.

En pilares, el hormigonado se hará de modo que su velocidad no sea superior a dos metros (2 m.) de altura por hora, y se removerá enérgicamente la masa.

La compactación del hormigón se efectuará con vibraciones cuya frecuencia no sea inferior a seis mil (6000) ciclos por minuto.

Los vibradores se aplicarán de modo que el efecto se extienda a toda la masa de hormigón (razón por la cual el Ingeniero Director de Obra fijará el espesor de las tongadas de hormigón), sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas de lechada. La compactación será especialmente cuidadosa en los rincones y paramentos de encofrado y en las zonas fuertemente armadas.

Las juntas de dilatación vendrán fijadas en los planos. Las juntas de contracción y hormigonado se fijarán de acuerdo con el plan de obra y previa aprobación del Ingeniero Director de Obra.

El curado, salvo indicación contraria por parte de la Dirección de Obra, consistirá en mantener humedad mediante riegos o impermeabilización de la superficie durante un plazo mínimo de 4 días, tiempo durante el cuál debe evitarse cualquier tipo de acción exterior sobre el hormigón. Si el rigor de la temperatura lo requiere, el Director de Obra podrá exigir la colocación de protecciones suplementarias, que proporcionen el debido aislamiento térmico.

Las tolerancias máximas medidas respecto a una regla de dos metros (2 m.) de longitud serán:

- Superficies vistas: Nueve (9) milímetros.
- Superficies no vistas: Veinte (20) milímetros.

Los defectos que hayan podido producirse serán examinados por el Ingeniero Director de Obra, quién a la vista de los mismos, podrá proceder como sigue:

- Ordenando la demolición y reconstrucción de la zona hormigonada cuando éste afecte a zonas especialmente solicitadas o que precise condiciones de impermeabilidad rigurosas (p.e. vertederos, cámara de carga, central, etc.). Los gastos ocasionados por la demolición y reconstrucción serán a cargo del Contratista.
- Autorizando la reparación de los defectos, mediante los tratamientos que en cada caso considere oportuno el Director de Obra. Los gastos de la reparación irán a cargo del Contratista.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Preparación de hormigón en Central de hormigonado o en obra.
- Transporte del hormigón hasta la obra.
- Vertido del hormigón.
- Compactación del hormigón.
- Creación de las juntas de hormigonado.
- Acabados superficiales.
- Curado del hormigón.
- Reparación de los defectos.

Salvo indicación contraria por parte del Director de Obra, no se hormigonará cuando la temperatura ambiente sea superior a 40° C o inferior a 50° C, debiendo tomarse las debidas precauciones cuando se prevea temperaturas inferiores a 3° C.

2.2.9. HORMIGONES EN REVESTIMIENTOS

El hormigón en revestimientos de taludes será del tipo HA-25/P/20/IIa según norma E.H.E.. El hormigón empleado se adaptará a lo recogido en el artículo 2.1.6. del presente Pliego de Condiciones.

En cuanto a la preparación, transporte, vertido, vibrado y curado, así como juntas de contracción y tolerancias, son de aplicación las prescripciones recogidas en el artículo 2.2.8. del presente Pliego de Condiciones
Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Refinado y acabado de los taludes de la excavación (con corrección de los defectos).
- Encofrado de los paramentos.
- Preparación del hormigón en Central de hormigonado o en obra.
- Transporte del hormigón hasta la obra.
- Vertido del hormigón.
- Compactación del hormigón.
- Creación de las juntas de hormigonado

- Curado del hormigón.
- Desencofrado de los paramentos.
- Reparación de los defectos.

La reparación de los defectos, tenderá a disminuir la rugosidad superficial que pudiera ocasionar alteraciones en el régimen hidráulico previsto.

Salvo indicación contraria por parte del Ingeniero Director de Obra, no se hormigonará cuando la temperatura ambiente sea superior a 40° C o inferior a 5° C, debiendo tomarse las debidas precauciones cuando se prevean temperaturas inferiores a 3° C.

2.2.10. ENCOFRADOS

Los encofrados tendrán rigidez suficiente para resistir, sin sensibles deformaciones, los esfuerzos de cualquier naturaleza a que estarán expuestos durante la ejecución del trabajo (especialmente los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación), inclusive el desencofrado.

Los encofrados tendrán en cada punto, las posiciones y orientaciones previstas, a fin de realizar con precisión las formas de la obra. El Ingeniero Director precisará para cada obra o parte de obra, las tolerancias admisibles, aunque como regla general, no se aceptarán variaciones de espesores mayores al tres por ciento ($\pm 3\%$) sobre lo previsto, ni errores de más de un centímetro (1 cm) sobre los planos y alineaciones de la estructura.

Los encofrados serán estancos, y sus caras interiores bien lisas. Cuando contengan un dispositivo de fijación interior al hormigón, estará concebido de forma que, después del encofrado, ningún elemento de fijación aparezca en la superficie. En todos los casos, las juntas serán estancas y no deberá aparecer ninguna rebaba al desencofrar.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón. Antes de comenzar el hormigonado, el Contratista deberá obtener del Director de Obra, la aprobación escrita del encofrado realizado.

Como norma general, se recomienda utilizar para facilitar el desencofrado, barnices antiadherentes compuestos de siliconas o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida, evitando el uso de gasoil, grasa corriente o cualquier producto análogo. Como consecuencia de lo anterior, el empleo de estos productos deberá ser autorizado por el Director de Obra.

Los plazos de desencofrado se ajustarán a las siguientes prescripciones:

- Retirada de elementos del encofrado que no estén sometidos a cargas, una vez el hormigón haya endurecido (laterales de vigas, etc.) podrá efectuarse a los dos (2) días de puesto en obra el hormigón.
- Para el desencofrado de fondos de vigas y forjados, deberá esperarse a que el último hormigón colocado tenga, por lo menos, quince (15) días (una vez comprobado que desarrolla el hormigón resistencia suficiente).
- Para el desencofrado de muros sin carga, el plazo será de cuatro (4) días a partir de la puesta en obra.

Para épocas en que la temperatura descienda de diez grados centígrados (10° C), estos tiempos se aumentarán prudencialmente a juicio del Ingeniero Director de Obra, debiendo duplicarse cuando la temperatura haya descendido por debajo de 0 °C durante algunos días. Como norma general, el encofrado deberá realizarse tan pronto como sea posible, sin poner en peligro al hormigón, para poder iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

Para facilitar la limpieza de los fondos de muros y pilares, se dispondrá de aberturas provisionales en la parte inferior de los encofrados correspondientes.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Encofrado.
- Desencofrado y limpieza de paramentos.
- Gastos de apuntalamiento, andamiajes y cualquier otro medio auxiliar necesario.

Serán de aplicación todas las prescripciones recogidas en la vigente Instrucción E.H.E., que deben ser consideradas como parte integrante de este Pliego.

2.2.11. ARMADURAS PARA HORMIGON ARMADO

El acero empleado para armaduras de hormigón armado cumplirá lo exigido en el art. 2.1.7. del presente Pliego de Condiciones.

Serán de aplicación, todas las prescripciones de la Instrucción E.H.E., que deben ser consideradas como parte integrante de este Pliego.

La forma y dimensiones de las armaduras, así como su colocación, se ajustará a lo previsto en los planos.

Las barras deberán ser distribuidas de forma que el número de empalmes sea el mínimo posible, y en cualquier caso, el Contratista someterá a juicio y aprobación del Director de Obra, los correspondientes planos de despiece.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener del Director de Obra, la aprobación por escrito de las armaduras colocadas.

Las desviaciones toleradas en la posición de cada armadura no sobrepasarán de diez milímetros (0,01 m).

Las armaduras siempre se doblarán sobre plantilla, siendo éstas de los diámetros prescritos en la Instrucción E.H.E.

Los recubrimientos mínimos exteriores de las armaduras serán de dos centímetros y cinco milímetros (2,5 cm), en cualquiera de las partes de la obra.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Suministro y transporte de redondos
- Elaboración de las armaduras según lo ordenado en los planos.
- Colocación en obra de las armaduras

El abono de las mermas, despuntes y solapes constructivos, se considera incluido en la unidad de obra contratada.

2.2.12. CONSTRUCCIONES DE ACERO EN PERFILES LAMINADOS

El acero empleado en construcciones de acero en perfiles laminados, cumplirá lo exigido en el artículo 2.1.8. del presente Pliego de Condiciones.

La forma y dimensiones de los elementos estructurales serán las señaladas en los planos, no permitiéndose al Contratista modificaciones de los mismos, sin la previa autorización del Director de las Obras. De todas formas el Contratista viene obligado a comprobar en obra las cotas fundamentales de replanteo de la estructura metálica.

Salvo indicación contraria de los documentos de Contrato, esta unidad de obra comprenderá:

- La ejecución en taller de la estructura
- La expedición, transporte y montaje de la misma, incluyendo las placas de base, fijaciones, etc.
- La prestación y montaje de todos los andamios y elementos de elevación y auxiliares que sean necesarios, tanto para montaje como para la realización de la función inspectora.
- El pintado de los elementos metálicos, después de haber eliminado cuidadosamente la suciedad, óxido, escorias y cascarillas con cepillo de alambre. El pintado constará de una capa de imprimación y dos capas de acabado.

2.2.13. FABRICA DE LADRILLO

Los ladrillos que se emplearán en la construcción de fábrica de ladrillo, serán de tipo ladrillo hueco, siendo las demás prescripciones las recogidas en el artículo 2.1.9. del presente Pliego de Condiciones referentes a ladrillos.

Los ladrillos se remojarán en agua antes de su empleo; se deslizarán sobre el mortero presionándolo fuertemente y se colocarán de forma que tengan trabazón en todos los sentidos (siempre que el espesor de la fábrica lo permita).

No se ejecutarán fábricas de ladrillo cuando la temperatura ambiente sea inferior a seis grados centígrados (6°C). En tiempo caluroso se rociará frecuentemente la fábrica con agua, para evitar la desecación rápida del mortero.

Serán de obligado cumplimiento todas las prescripciones que se indican en la Norma MV 201-1972 "Muros resistentes de fábrica de ladrillos" del Ministerio de la Vivienda y Norma Tecnológica NTE-PTL-1973 "Participaciones de tabiques de ladrillo" BOE 15/9/73, y modificaciones posteriores.

El mortero que se empleará será del tipo "I" recogido en el artículo 2.1.5. del presente Pliego de Condiciones. Si dado el tipo de ladrillo empleado, fuera necesario aumentar la dosificación del cemento, ésta la realizará el Contratista a su cargo.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Suministro y transporte de los ladrillos.

- Instalaciones auxiliares necesarias para la ejecución de la fábrica (andamios, grúas de elevación, etc.).
- Colocación en la obra de los ladrillos (incluso corte de piezas necesarias).
- Mortero de asiento.
- Acabado de la obra de fábrica.

2.2.14. FORJADOS

Serán de aplicación en la ejecución de forjados, todas las prescripciones que se indican en las Normas Tecnológicas de la Edificación que a continuación se citan, con las modificaciones posteriores y las que en su día pudieran ser publicadas en relación con este tema:

NTE-EHU/1973: "Estructuras de hormigón armado y forjados unidireccionales" BOE 14/4/1973.

NTE-EHU/1973: "Estructuras de hormigón armado en forjados reticulares" BOE 1/12/73 y BOE 7/12/73.

Los forjados serán del tipo unidireccional, compuesto de viguetas y bovedillas. El Ingeniero Director de Obra elegirá el tipo más conveniente de forjado entre las opciones existentes en el mercado.

Los forjados deberán resistir una sobrecarga de servicio de 400 Kg/m², quedando facultado el Ingeniero Director de Obra a realizar una prueba de carga hasta una sobrecarga de 500 Kg/m².

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Suministro y transporte de todos los materiales.
- Colocación en obra del forjado y su armadura.
- Colocación de la capa de compresión.
- Revocado con mortero (tipo 2 del artículo 2.1.5. del presente Pliego de Condiciones) de la parte inferior del forjado.
- Elementos auxiliares (andamios, equipos de elevación, etc.).

2.2.15. TUBERIAS DE PRESION

El material empleado en tuberías de presión se adaptará a lo recogido en el 2.1.12 del presente Pliego de Condiciones.

Las tuberías de conducción irán colocadas en el fondo de la zanja sobre una capa de arena con espesor mínimo de cinco (5) centímetros. Las zanjas tendrán una profundidad mínima de ochenta (80) centímetros bajo la rasante de la calle o aceras. Antes de proceder al apretado de las juntas, se comprobará la exactitud de la colocación de los tubos de planta y perfil, sin que existan garrotes ni defectos.

Ejecutado un tramo de tubería, se cubrirá con tierras elegidas hasta una altura de veinte (20) centímetros sin tapar las juntas. Después se procederá a la prueba de presión interior, sometiendo la tubería a uno con cuatro (1,4) veces la presión máxima de trabajo, para comprobar que no hay pérdidas en las juntas ni en los tubos. Posteriormente se realizará la prueba de estanqueidad. Ambas pruebas se realizarán en presencia del Ingeniero Director y cumplirán todos los requisitos establecidos por el Pliego de Prescripciones Técnicas del Ministerio de Fomento

El Contratista está obligado a rehacer toda junta, o sustituir el tubo que en las pruebas, o durante el plazo de garantía, contenga pérdida de agua.

Terminada la prueba satisfactoriamente, se autorizará al Contratista el relleno de la zanja.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Suministro y transporte de la tubería.
- Colocación en obra
- Piezas auxiliares, como juntas, reducciones, codos, etc.
- Pruebas de presión interior y estanqueidad

2.2.16. TUBERIAS SIN PRESION

El material empleado en tuberías sin presión se adaptará a lo recogido en el punto 2.1.13. del presente Pliego de Condiciones.

Las tuberías se colocarán en el fondo de la zanja, que previamente habrá sido nivelado y alisado, y tendrá una profundidad mínima de 1,20 metros.

Después de comprobar que los tubos están bien colocados en planta y perfil, se procederá al apretado de las juntas.

No se rellenarán las zanjas sin permiso previo del Ingeniero Director de Obra. El relleno se hará por capas de tierra suelta, bien apisonada contra la tubería y las paredes de la zanja. Este relleno se llevará hasta veinte (20) centímetros por encima de la obra. El resto hasta completar el trabajo, se hará con tierras procedentes de la excavación, apisonando cuidadosamente.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Excavación y preparación de la zanja.
- Suministro y transporte de la tubería.
- Colocación en obra.
- Realización de juntas, ya sea con piezas especiales o con mortero.
- Maquinaria auxiliar que se necesite.
- Relleno y compactado de la zanja.

2.2.17. ARQUETAS DE REGISTRO

Esta unidad comprenderá la ejecución de arquetas de registro de hormigón, bloques de hormigón, ladrillo, etc., debiendo ser el material y el método constructivo propuesto por el Contratista y autorizado por el Director de las Obras. La forma y dimensiones de las arquetas vendrán recogidas en los planos.

Las conexiones de tubos y caños se efectuarán a las cotas debidas, de forma que los extremos de los conductos coincidan al ras de las caras interiores de los muros.

Las tapas de las arquetas de registro se ajustarán perfectamente al cuerpo de obra, y se colocarán de forma que su cara superior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes.

Esta unidad de obra comprenderá las siguientes partes:

- Excavación necesaria para la construcción de la arqueta.
- Suministro y transporte de todos los Materiales.

- Construcción de la arqueta.
- Revocado interior de la arqueta con mortero (Tipo 2 del art. 2.1.5. del presente Pliego de Condiciones).
- Confección o suministro de la tapa de la arqueta.
- Relleno y nivelación de las tierras adyacentes

2.2.18. OBRAS CUYA FORMA DE EJECUCION NO ESTA INCLUIDA EN ESTE PLIEGO

Para todas aquellas unidades de obra que no están claramente especificadas en este Pliego, ni en el Pliego de Condiciones particulares de ejecución de cada parte de la obra, el Ingeniero Director indicará al Contratista, en cada caso particular, qué método de ejecución se puede aplicar.

En ningún caso el Contratista podrá iniciar un trabajo no incluido en este Pliego, sin tener aprobación del Ingeniero Director sobre el método a seguir en su realización. En caso contrario, se podrá invalidar el trabajo ejecutado.

Como norma general, los precios unitarios se referirán a obra totalmente terminada, incluyendo todos los gastos derivados de su ejecución, tales como: medios auxiliares, materiales, transportes, mano de obra, etc.

Santiago de Compostela, 28 DE DICIEMBRE DE 2021

Fdo. Benito Fernández González
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Colegiado 4752

Documento n° 4

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

Numero Unidades	INDICACION DE CLASE DE OBRA	Precio de Unidad	Importe
DEPÓSITO SUPERIOR			
1.352.155	m ³ Excavación en roca, incluso voladuras así como carga, transporte al lugar de empleo en formación de dique, extendido, humectación y compactación.	4,50	6.084.697,00
1.144.103	m ³ Excavación en todo tipo de terreno y profundidad, incluso transporte de tierras sobrantes a vertederos autorizados.	3,60	4.118.770,80
14.896,20	m ³ Excavación en zanja, en todo tipo de terreno y profundidad incluso carga y transporte de tierras sobrantes a vertedero.	12,10	180.244,02
36.954,00	m ³ Relleno de material granular de préstamo, extendido y compactado al 95% del ensayo P.M.	12	443.448,00
2.979,19	m ³ Hormigón HA-25/P/20/Ila para armar, suministro, puesta en obra, vibrado y curado.	150	446.878,50
12.275	m ² Encofrado, desencofrado y limpieza en paramentos verticales planos de hormigón visto.	28,85	354.133,75
8.369,22	m ² Encofrado, desencofrado y limpieza en paramentos curvos, verticales, horizontales o inclinados, de hormigón visto.	51,35	429.759,44
148.959,50	kg. Acero B-500-S en barras corrugadas para armaduras del hormigón, cortado, doblado y montado según planos.	1,60	238.335,20
257.783,72	m ² Filtro de geotextil no tejido de filamentos continuos de polipropileno 100% perforado por las dos caras de 300 g/m ² .	2,50	644.459,30
257.783,72	m ² Lámina impermeable de PEAD de 2,50 mm. de espesor con uniones por termofusión totalmente acabado.	5,00	1.288.918,60
50.000	m ² Tratamiento superficial de taludes, incluyendo extendido de tierra vegetal de 30 cm. de espesor medio y acabado con hidrosiembra, incluso riegos hasta germinación.	2,30	115.000,00
2.079	ml. Cuneta de tierras triangular s/plano 2-3 terminada incluso desagües.	30,00	62.370,00
2.220	ml. Vallada de recinto de 2,00 m de altura incluso p.p. de accesos peatonales cada 100 m.	12,50	27.750,00
1.512	m ³ Relleno de todo uno artificial compactado al 95% del ensayo Proctor modificado, en vial de corrección	18,10	27.367,20

PRESUPUESTO

<i>Numero Unidades</i>	<i>INDICACION DE CLASE DE OBRA</i>	<i>Precio de Unidad</i>	<i>Importe</i>
	TOTAL DEPÓSITO SUPERIOR		14.462.132,31
	P.A. Obra de Toma		1.500.000,00
	TOTAL TOMA DE AGUA Y BALSA		<u>15.962.132,31</u>

PRESUPUESTO

Numero Unidades	INDICACION DE CLASE DE OBRA	Precio de Unidad	Importe
CENTRAL			
79.068	m ³ Excavación en todo tipo de terreno y profundidad, incluso transporte de tierras sobrantes a vertederos autorizados.	4,40	347.899,20
54.571,79	m ³ Excavación en pozo a cielo abierto	11,10	605.746,86
10.248,56	m ³ Relleno de tierras seleccionadas provenientes de la excavación, extendido y compactado al 98% P.M.	4,30	44.068,80
166,26	m ³ Hormigón HM-10 colocado a modo de hormigón de limpieza en capas de 10 cms. de espesor.	120,00	19.951,20
16.522,85	m ³ Hormigón HA-25/P/20/II para armar, suministro, puesta en obra, vibrado y curado.	150,00	2.478.427,50
9.298,70	m ² Encofrado, desencofrado y limpieza en paramentos verticales planos de hormigón visto.	28,85	268.267,49
2.659,07	m ² Encofrado, desencofrado y limpieza en paramentos horizontales planos de hormigón visto, incluso cimbrado.	36,80	97.853,77
693,85	m ² Encofrado, desencofrado y limpieza en paramentos curvos, verticales, horizontales o inclinados, de hormigón visto.	51,35	35.629,19
1.239.213,70	Kg. Acero B-500-S en barras corrugadas para armaduras del hormigón, cortado, doblado y montado s/planos.	1,60	1.982.741,92
15,00	ud. Puerta de madera placada tipo castaño de 1,00x2,10 m incluso p.p. de dintel, marco, herrajes, y cerradura montada y barnizada.	160,00	2.400,00
1,00	ud. Puerta de madera placada tipo castaño de 2 hojas de 3,50x2,50 m incluso p.p. de dintel, marco, herrajes, y cerradura, montada y barnizada.	2.000	2.000,00
472,18	m ² Obra de fábrica de 15 cm. de espesor compuesta de bloque prefabricado de hormigón revocado y pintado a dos caras.	88,30	41.693,49
304,72	m ² Forjado	132,00	40.223,04
1,00	P.A. Construcción de conjunto de escaleras de entramado metálico desde nivel +5,00 hasta nivel -19 m y desde nivel -19 m hasta nivel -42,80 de 90 cm. de ancho compuesta de zancas, peldaños de entramado metálico con frontal antideslizante, barandillas con rodapiés.	18.000,00	18.000,00
157,60	ml. Barandilla de 1,00 m. compuesta de montantes verticales de 1" cada ml, pasamanos de 1" y tubo intermedio de 3/8", montado y pintado.	69,00	10.874,40

PRESUPUESTO

Numero Unidades	INDICACION DE CLASE DE OBRA	Precio de Unidad	Importe
1,00	ud. Trampilla estanca de 12,40*12,40 m compuesta de marco para empotrar con ranura corta aguas y junta de estanqueidad, trampilla de estructura metálica con forro superior e inferior, galvanizado.	25.000,00	25.000,00
1,00	ud. Pantalán de bifurcación de Ø4000 a 2*Ø2500 y reducción a Ø1900 m realizado en chapa de acero inoxidable de 60 mm. de espesor.	150.000,00	150.000,00
1,00	ud. Pantalán de bifurcación de Ø4500 a 2*Ø3000 realizado en acero inoxidable de 60 mm. de espesor.	170.000,00	170.000,00
15,60	ml. Tubería de acero inoxidable de 60 mm. de espesor.	1.100,00	17.160,00
1,00	ud. Pieza de transición rectangular de 4500*6000 a redondo 4500 realizado en acero de 30 mm. de espesor y 12,60 m de longitud.	78.200,00	78.200,00
14,40	m ² Reja de protección compuesta de pletinas de PRFV de 20*200 mm, incluso soportes inferior, superior e intermedio del mismo material, montada.	200,00	2.880,00
6.070,51	m ² lámina de drenaje	7,50	45.528,82
1,00	ud. Puente grúa birrail de 2x180 T de capacidad de elevación, 19 m de luz entre raíles con todos sus movimientos motorizados, incluso línea eléctrica y carriles de rodadura de 2*55 m de longitud, montado y probado.	1.500.000,00	1.500.000,00
48.927,68	m ³ Colocación de escollera, procedente de la excavación formada por núcleo de 500-1500 Kgr. y piezas de 14 T. en talud exterior y 5,8 T. en coronación y talud interior colocada como espigón de protección marina.	9,78	478.544,00
32,00	m.l. de túnel de radio medio de 3,75 m. interior, incluso revestido de 30 cm.	5.405,00	172.960,00
TOTAL CENTRAL			9.636.018,39

PRESUPUESTO

Numero Unidades	INDICACION DE CLASE DE OBRA	Precio de Unidad	Importe
CENTRAL (MAQUINARIA)			
2,00	ud. Grupo turbina-bomba para un caudal máximo como turbina de 34,50 m ³ /s, 406,12 m de salto neto y 122 Mw. de potencia, y para un caudal máximo de 27,60 m ³ /s, 412,49 m de elevación total como bomba, incluso cojinete de guía-empuje, semieje turbina y equipos auxiliares de engrase y refrigeración junta eje.	6.750.000,00	13.500.000,00
2,00	ud. Generador motor síncrono trifásico de c.a. y eje vertical de 140 MVA de potencia aparente, 13,80 KV de tensión de generación, 500 r.p.m. de u.n. incluso equipos de engrase y refrigeración	8.525.000,00	17.050.000,00
2,00	ud. Válvula esférica DN 1900 PN64 accionada mediante servomotor hidráulico de s/efecto y cierre por contrapeso, incluso by-pass con válvula hidráulica y válvula manual.	850.000,00	1.700.000,00
PA	Sistemas mecánicos auxiliares y complementarios	3.600.000,00	3.600.000,00
P.A.	Transporte, montaje, puesta en marcha y pruebas de turbinas-bombas, válvulas esféricas, generador motor y grupo óleo hidráulico y demás sistemas mecánicos.	1.600.000,00	1.600.000,00
2,00	uds. de compuertas de aspiración de 3x3 m.	50.000,00	100.000,00
1,00	Compuerta de toma de mar de 4,50x7 m, incluso pozo de hormigón de 4,50x5,97m	100.000,00	100.000,00
PA	Eléctrica y electrónica	10.000.000,00	10.000.000,00
TOTAL CENTRAL (MAQUINARIA)			47.650.000,00

PRESUPUESTO

<i>Numero Unidades</i>	<i>INDICACION DE CLASE DE OBRA</i>	<i>Precio de Unidad</i>	<i>Importe</i>
TUBERÍA FORZADA			
211.023,75	m ³ Excavación en todo tipo de terreno, incluso carga y transporte de tierras sobrantes a vertedero autorizado.	8,50	1.793.701,87
875,46	ml. Tubería de PRFV DN 4000 PN6 SN 2500 en tramos de 12 m de longitud con unión química, incluso cama de asiento de arena.	580,00	507.766,80
1,00	ud. Pieza especial ejecutada de transición rectangular de 4x4,80 a Ø4, ejecutada en PRFV de 50 mm. de espesor y 20 m de longitud.	24.000,00	24.000,00
	ml. de excavación en túnel de Ø4 m. interior, todo tipo de terreno, incluso carga y transporte de material sobrante a vertedero autorizado, así como revestimiento de 30 cm. de hormigón:		
329,95	- En Pozo	-9.775,00	3.225.261,25
393,48	- En galería	5.405,00	2.126.759,40
3.876.947,00	kg. de acero S355 en tubería de 4Ø m. interior.	2,00	7.753.894,00
TOTAL TUBERÍA FORZADA			15.431.383,32

PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA

DEPÓSITO SUPERIOR.....	15.962.132,31
CENTRAL.....	8.836.018,39
CENTRAL MAQUINARIA.....	47.650.000,00
TUBERÍA FORZADA.....	15.431.383,32
P.A. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.....	5.000.000,00
P.A. LINEA CONEXIÓN 220 KV, 10 Km.....	2.000.000,00
TOTAL EJECUCION MATERIAL.....	94.879.534,02
Presupuesto de Seguridad e Higiene.....	153.368,44
TOTAL EJECUCION POR CONTRATA.....	95.032.902,46

Santiago de Compostela,