



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA  
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**CEDEX**  
CENTRO DE ESTUDIOS  
Y EXPERIMENTACIÓN  
DE OBRAS PÚBLICAS

## **INFORME TÉCNICO**

para

**Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico**

Secretaría de Estado de Medio Ambiente

Dirección General de la Costa y el Mar

### **3.1 ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE COSTAS**

INFORME ESPECÍFICO

## **PLAN PARA LA PROTECCIÓN DEL BORDE LITORAL DEL MAR MENOR (E.S.T. 2017-2020/59)**

TOMO ÚNICO

Clave CEDEX: 22-417-5-001

Madrid, marzo de 2020

---

**Centro de Estudios de Puertos y Costas**





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA  
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**CEDEX**  
CENTRO DE ESTUDIOS  
Y EXPERIMENTACIÓN  
DE OBRAS PÚBLICAS

TÍTULO:

**INFORME ESPECÍFICO**

**PLAN PARA LA PROTECCIÓN DEL BORDE LITORAL  
DEL MAR MENOR  
(E.S.T. 2017-2020/59)**

CLIENTE:

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico  
Secretaría de Estado de Medio Ambiente  
Dirección General de la Costa y el Mar

EL PRESENTE INFORME CONSTITUYE UN DOCUMENTO OFICIAL DE ESTE TRABAJO Y, DE ACUERDO CON LAS NORMAS GENERALES DEL ORGANISMO, SU ENTREGA SUPONE EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTUACIONES TÉCNICAS DEL MISMO REFERENTES A LA MATERIA OBJETO DEL INFORME.

**VALIDEZ OFICIAL**

VISTO EL CONTENIDO DEL INFORME Y SIENDO ACORDE CON LAS CLAUSULAS DEL CONVENIO DE COLABORACION CORRESPONDIENTE, SE PROPONE AUTORIZAR SU EMISIÓN.

EL DIRECTOR DEL CENTRO DE ESTUDIOS  
DE PUERTOS Y COSTAS

Fdo. Ramón María Gutiérrez Serret

AUTORIZA LA EMISIÓN DEL INFORME:

Madrid, a      de marzo de 2020  
EL DIRECTOR DEL CEDEX

Fdo. José Trigueros Rodrigo

SÓLO SON INFORMES OFICIALES DEL CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS (CEDEX) LOS REFRENDADOS POR SU DIRECCIÓN.





## PLAN PARA LA PROTECCIÓN DEL BORDE LITORAL DEL MAR MENOR

(CLAVE CEDEX: 22-417-5-001)

### ÍNDICE

#### Memoria

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Objetivo .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Antecedentes históricos y actuaciones costeras en el Mar Menor antes de 2019.....</b>	<b>8</b>
1.2.1 Primeros desarrollos, hasta la década de 1960 a 1970.....	8
1.2.2 Década de 1980 a 1990.....	16
1.2.3 Décadas de 1990 a 2000 y 2000 a 2010 .....	19
1.2.4 Actuaciones anteriores a 2019 .....	21
<b>1.3 Situación actual del Mar Menor y efectos de la DANA del 10 al 15 septiembre de 2019.....</b>	<b>24</b>
<b>1.4 Bases de datos, fuentes de información y soporte técnico del presente informe técnico....</b>	<b>29</b>
<b>1.5 Estructura del informe técnico .....</b>	<b>33</b>
<b>2. ANÁLISIS MORFOLÓGICO Y MEDIOAMBIENTAL DE LA COSTA DEL MAR MENOR ...</b>	<b>34</b>
<b>2.1 Descripción general del frente costero .....</b>	<b>34</b>
<b>2.2 Condicionantes medioambientales .....</b>	<b>37</b>
2.2.1 Nota preliminar .....	37
2.2.2 Descripción medioambiental .....	39
2.2.2.1 Medio inerte o abiótico.....	40
2.2.2.1.1 Medio terrestre.....	40
2.2.2.1.2 Medio fluvial.....	42
2.2.2.2 Medio biótico .....	46
2.2.2.2.1 Flora subacuática de la plataforma exterior de La Manga .....	47
2.2.2.2.2 Flora subacuática del Mar Menor .....	48
2.2.3 Problemas medioambientales .....	51
2.2.3.1 Agentes y presiones en el sistema medioambiental del Mar Menor.....	51
2.2.3.1.1 Variación de la presión provocada por las actividades humanas .....	52
2.2.3.1.2 Incremento de la población: Fija y flotante (turística).....	52
2.2.3.1.3 Actividad minera.....	54
2.2.3.1.4 Incremento de zonas urbanas.....	55
2.2.3.1.5 Actividad agraria .....	55
2.2.3.1.6 Actividad pesquera.....	57
2.2.3.1.7 Motorización terrestre y marítima .....	57
2.2.3.2 Afectación a los usos de la costa .....	58
2.2.3.2.1 Afectación del incremento de población y zonas urbanas .....	58
2.2.3.2.2 Afectación de la actividad minera.....	59
2.2.3.2.3 Afectación de la actividad agraria.....	59
2.2.3.2.4 Afectación de la actividad pesquera .....	59
2.2.3.2.5 Afectación de la motorización terrestre y marina.....	59
2.2.4 Actuaciones medioambientales propuestas.....	60
2.2.4.1 Recomendaciones medioambientales propuestas en el PIDU (MOPU, 1977).....	60
2.2.4.2 Propuestas de actuación medioambientales en la Estrategia de Sostenibilidad de la Costa (Dirección General de Costas (IBERINSA, 2007)).....	61



2.2.4.3 Propuestas de actuación medioambientales en la “Distribución y abundancia de las praderas de macrofitos bentónicos y las poblaciones de Nacra ( <i>Pinna nobilis</i> ) en el Mar Menor” (VVAA, 2015) .....	61
2.2.4.4 Propuestas de actuación medioambientales en la “Estrategia de gestión integrada de zonas costeras en el Mar Menor (2016-2018)” (Región de Murcia, 2018) .....	62
2.2.4.5 Propuestas de actuación medioambientales en el Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor ( MAPAMA, 2016); y (MITECO, 2019)).....	63
2.2.4.6 Propuestas de actuación medioambientales en la “Evaluación del estado de conservación de las praderas de <i>Cymodocea nodosa</i> en la laguna costera del Mar Menor 2014-2016” (VVAA, 2017) .....	65
2.2.4.7 Propuestas de actuación medioambientales en el “Informe integral sobre el estado ecológico del Mar Menor” ( Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, 2017) .....	66
2.2.4.8 Propuestas de actuación medioambientales en el “Plan de ordenación, fomento y control de equipamientos y actividades en el ámbito marino del Mar Menor. Definición y análisis de condicionantes existentes” (Región de Murcia, 2018) .....	67
2.2.4.9 Propuesta de la plataforma “Pacto por el Mar Menor” al Plan de Actuaciones en las playas del Mar Menor para compaginar su uso turístico con la recuperación ambiental”. (Grupo de Coordinación de Pacto por el Mar Menor, 2018) .....	68
2.2.4.10 Actuaciones de mantenimiento y limpieza.....	68
2.2.5 Áreas y tipos de protección .....	70
2.2.6 Variables para la medida de los condicionantes ambientales.....	72
<b>2.3 Sistemas litorales y zonificación.....</b>	<b>74</b>
<b>2.4 Obras más importantes .....</b>	<b>77</b>
2.4.1 Obras portuarias .....	77
2.4.1.1 Puertos deportivos.....	77
2.4.1.2 Fondeaderos, rampas y clubs náuticos .....	88
2.4.2 Obras costeras .....	91
2.4.2.1 Mar Mediterráneo .....	91
2.4.2.2 Mar Menor.....	92
2.4.2.2.1 Zona 2.....	92
2.4.2.2.2 Zona 3.....	96
2.4.2.2.3 Zona 4.....	98
<b>2.5 Descripción y análisis de las playas .....</b>	<b>100</b>
2.5.1 Playas en la zona 1A (Punta de la Horadada- Puerto de San Pedro del Pinatar) .....	100
2.5.2 Playas en la zona 1B (Puerto d. San Pedro del Pinatar-Punta de Cocedor) .....	102
2.5.3 Playas en la zona 1C (Punta de Cocedor-Cabo de Palos).....	104
2.5.4 Playas en la zona 2A (Extremo norte del Mar Menor - Gola del Estacio).....	106
2.5.5 Playas en la zona 2B (Gola del Estacio - Isla del Ciervo).....	110
2.5.6 Playas en la zona 3A (Isla del Ciervo - Islas Menores) .....	117
2.5.7 Playas en la zona 3B (Islas Menores - Sur del T.M de Los Alcázares).....	122
2.5.8 Playas en la zona 4A (Sur del T.M de Los Alcázares-Academia del Aire de San Javier) ...	129
2.5.9 Playas en la zona 4B (Academia del Aire de San Javier-Extremo norte del Mar Menor) ...	135
<b>2.6 Plataforma costera.....</b>	<b>140</b>
<b>3. CLIMA MARÍTIMO.....</b>	<b>146</b>
<b>3.1 Oleaje.....</b>	<b>146</b>
3.1.1 Oleaje en La Manga (mar Mediterráneo) .....	146
3.1.1.1 CEDEX (1991).....	146
3.1.1.2 Dinámica Ambiental (2009).....	148
3.1.1.3 IH Cantabria (2011) .....	149
3.1.1.4 Datos de oleaje de Puertos del Estado (Puertos del Estado, s.f.) .....	151
3.1.1.5 Principales características del oleaje en la Zona 1 .....	156
3.1.2 Oleaje en el Mar Menor.....	157



<b>3.2 Viento.....</b>	<b>158</b>
3.2.1 CEDEX (1991).....	159
3.2.2 Estudio de IH Cantabria (2011).....	160
3.2.3 Puertos del Estado.....	161
<b>3.3 Corrientes.....</b>	<b>163</b>
3.3.1 IH Cantabria (2011).....	163
3.3.2 Tesis doctoral de Francisco López Castejón (López Castejón, 2017).....	164
<b>3.4 Niveles del mar.....</b>	<b>165</b>
<b>4. DINÁMICA LITORAL.....</b>	<b>167</b>
<b>4.1 Fuente y naturaleza de los sedimentos.....</b>	<b>167</b>
4.1.1 Fuentes y sumideros de sedimentos.....	167
4.1.2 Características de los sedimentos de las playas.....	169
4.1.3 Evolución de los sedimentos en el tiempo.....	170
<b>4.2 Propagación de oleaje.....</b>	<b>171</b>
4.2.1 Propagación de oleaje en CEDEX (1991).....	171
4.2.2 Propagación de oleaje en IH Cantabria (2011).....	172
4.2.2.1 Propagación en el exterior.....	172
4.2.2.2 Propagación en el Mar Menor.....	175
<b>4.3 Transporte sólido litoral.....</b>	<b>176</b>
<b>4.4 Comportamiento del perfil de playa.....</b>	<b>177</b>
4.4.1 Perfiles de playa en la costa exterior.....	177
4.4.2 Perfiles de playa en la costa del Mar Menor.....	182
4.4.3 Adaptación a un perfil teórico.....	183
4.4.4 Profundidad de cierre en la costa exterior.....	184
4.4.5 Profundidad de cierre en la costa del Mar Menor.....	186
<b>5. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....</b>	<b>187</b>
<b>5.1 Documentación analizada.....</b>	<b>187</b>
5.1.1 Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Oficina Española de Cambio Climático (2006).....	187
5.1.2 Impactos en la Costa Española por efecto del Cambio Climático, Oficina Española de Cambio Climático y Universidad de Cantabria (IH Cantabria, 2004).....	188
5.1.3 Mapas de Peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010.....	191
5.1.4 Estudio de Alternativas de actuación en la Manga (IH Cantabria, 2011).....	191
5.1.5 Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española (Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar, 2017).....	192
5.1.6 Informe Especial del IPCC sobre Océanos y Criosfera (SROCC) (IPCC, 2019).....	195
<b>5.2 Metodología para el análisis de los efectos del cambio climático en la costa abierta.....</b>	<b>197</b>
5.2.1 Introducción: Impactos del cambio climático según el tipo de costa.....	197
5.2.2 Respuesta de la costa flexible: Regla de Bruun (Bruun, 1962).....	199
5.2.2.1 Consideraciones preliminares sobre la Regla de Bruun.....	199
5.2.2.2 Metodología aplicada al estudio de la erosión por la subida del nivel del mar.....	201
5.2.3 Respuesta de la costa rígida: Socavación.....	204
5.2.3.1 Consideraciones preliminares sobre la socavación.....	204
5.2.3.2 Metodología aplicada para el estudio del riesgo por socavación.....	205
5.2.4 Respuesta de la costa rígida: Rebase.....	207
5.2.4.1 Consideraciones preliminares sobre el rebase.....	207
5.2.4.2 Metodología aplicada para el estudio del riesgo por rebases.....	209
<b>5.3 Efectos de la subida del nivel del mar.....</b>	<b>211</b>
5.3.1 Clasificación de la costa.....	211



5.3.1.1 Tipologías de costa .....	211
5.3.1.2 Costa abierta: tramos de costa no flexibles .....	212
5.3.2 Efectos en la costa abierta y flexible.....	219
5.3.2.1 Escenario de emisiones RCP4.5.....	220
5.3.2.2 Escenario de emisiones RCP8.5.....	223
5.3.3 Efectos en la costa abierta semirrígida o rígida .....	225
5.3.3.1 Socavación.....	225
5.3.3.2 Rebase.....	226
5.3.4 Efectos en la costa interior (Mar Menor) .....	229
<b>5.4 Resumen de resultados y alternativas de adaptación.....</b>	<b>233</b>
5.4.1 Resumen de resultados .....	233
5.4.2 Alternativas de adaptación .....	236
<b>6. EVOLUCIÓN DE LA COSTA.....</b>	<b>237</b>
<b>6.1 Evolución histórica .....</b>	<b>237</b>
<b>6.2 Evolución reciente .....</b>	<b>239</b>
6.2.1 Transformaciones 1956-2016.....	240
6.2.2 Evolución de las playas.....	244
6.2.2.1 Tramo Islas Menores .....	245
6.2.2.2 Tramo de Los Nietos .....	247
6.2.2.3 Tramo Los Urrutias.....	248
6.2.2.4 Tramo San Javier-San Pedro del Pinatar .....	251
<b>6.3 Problemas en las playas y condicionantes.....</b>	<b>252</b>
6.3.1 Zona 1A: Punta de la Horadada - Puerto de San Pedro del Pinatar .....	252
6.3.2 Zona 1B: Puerto de San Pedro del Pinatar – Punta Cocedor.....	255
6.3.3 Zona 1C: Punta Cocedor- Cabo de Palos.....	256
6.3.4 Zona 2A: Extremo norte Mar Menor- Gola del Estacio .....	259
6.3.5 Zona 2B: Gola del Estacio-Isla del Ciervo .....	260
6.3.6 Zona 3A: Isla del Ciervo-Islas Menores .....	264
6.3.7 Zona 3B: Islas Menores-Sur T.M. de Los Alcázares .....	266
6.3.8 Zona 4 A: Los Alcázares-Academia del Aire.....	269
6.3.9 Zona 4 B: Academia del Aire-Norte Mar Menor .....	270
6.3.10 Resumen de los problemas detectados en las playas.....	272
<b>7. TIPO DE ACTUACIONES Y SUS CONDICIONANTES .....</b>	<b>274</b>
<b>7.1 Objetivos generales de este Plan .....</b>	<b>274</b>
<b>7.2 Principios de actuación en el Mar Menor.....</b>	<b>276</b>
7.2.1 Reordenación de usos .....	277
7.2.2 Golas de conexión con el Mediterráneo.....	277
7.2.3 Aporte de arena a las playas.....	278
7.2.4 Reperfilado de arena.....	278
7.2.5 Tratamiento de las “Secas” .....	278
7.2.6 Tratamiento de los fangos.....	278
<b>7.3 Ocupaciones en dominio público.....</b>	<b>279</b>
<b>7.4 Alternativas de actuación para los problemas identificados en el Mar Menor y La Manga.....</b>	<b>281</b>
7.4.1 Tipo de alternativas a considerar.....	281
7.4.2 Análisis de los problemas costeros en el Mar Menor y La Manga .....	282
7.4.2.1 Descompensación sedimentaria .....	282
7.4.2.2 Interrupción de transporte longitudinal de sedimentos.....	284
7.4.2.3 Sumideros costeros .....	284
7.4.2.4 Invasión urbana.....	285



7.4.3 Alternativas de actuación .....	286
7.4.3.1 Alternativas para reducir la descompensación sedimentaria.....	286
7.4.3.2 Alternativas para reducir la Interrupción de transporte longitudinal de sedimentos.....	289
7.4.3.3 Alternativas para reducir la actividad de los sumideros costeros .....	290
7.4.3.4 Alternativas para reducir el efecto de la Invasión urbana de la costa .....	292
7.4.3.5 Alternativas para reducir el efecto de la existencia de material inactivo en la costa .....	293
<b>7.5 Actuaciones propuestas por otros organismos para la franja litoral del Mar Menor.....</b>	<b>294</b>
7.5.1 Zona 1 .....	294
7.5.1.1 Propuestas de actuación en La Manga (IBERINSA, 2007) .....	294
7.5.1.2 Propuestas de actuación en La Manga (IH Cantabria, 2011).....	294
7.5.1.3 Propuesta de actuación en la playa de La Llana (IH Cantabria, 2018) .....	295
7.5.1.4 Propuesta de actuación para la zona sur de la gola de Marchamalo-cabo de Palos (Ayuntamiento de Cartagena) (2018).....	297
7.5.1.5 Propuestas de actuación en Pilar de la Horadada, (ACADAR, 2018).....	298
7.5.2 Zona 2 .....	299
7.5.2.1 Propuestas de actuación en La Manga de IBERINSA (2007) .....	299
7.5.2.2 Propuestas de actuación en La Manga (IH Cantabria) (2011) .....	299
7.5.3 Zona 3 .....	300
7.5.3.1 Propuestas de actuación en el Mar Menor (IBERINSA, 2007) .....	300
7.5.3.2 Propuesta de actuación para la zona sur de la gola de Marchamalo-cabo de Palos (Ayuntamiento de Cartagena).....	300
7.5.4 Zona 4 .....	302
7.5.4.1 Propuestas de actuación en el Mar Menor del Ayuntamiento de San Pedro del Pinatar .....	302
<b>8. ACTUACIONES .....</b>	<b>305</b>
<b>8.1 Actuaciones en la Zona 1 (Pilar de la Horadada-Cabo de Palos).....</b>	<b>305</b>
8.1.1 Zona 1 A.....	305
8.1.2 Zona 1 A y B.....	307
8.1.3 Zona 1 B.....	308
8.1.4 Zona 1 C.....	310
<b>8.2 Actuaciones en la Zona 2 (Costa interior de La Manga, hasta la Isla del Ciervo) .....</b>	<b>315</b>
8.2.1 Zona 2 A.....	315
8.2.2 Zona 2 B.....	317
<b>8.3 Actuaciones en la Zona 3 (Isla del Ciervo-Los Alcázares) .....</b>	<b>322</b>
8.3.1 Zona 3 A.....	323
8.3.2 Zona 3 B.....	326
<b>8.4 Actuaciones en la Zona 4 (Los Alcázares-Extremo norte del Mar Menor).....</b>	<b>329</b>
8.4.1 Zona 4 A.....	330
8.4.2 Zona 4 B.....	332
<b>8.5 Resumen de las actuaciones.....</b>	<b>333</b>
<b>8.6 Tratamiento de las golas.....</b>	<b>339</b>
<b>9. PRIORIZACIÓN Y FASES DE ACTUACIÓN .....</b>	<b>340</b>
<b>9.1 Metodología para la priorización de actuaciones. Variables de priorización .....</b>	<b>340</b>
9.1.1 Variables de seguridad.....	341
9.1.2 Variables sociales .....	341
9.1.3 Variables medioambientales .....	341
9.1.4 Variables económicas .....	342
<b>9.2 Condicionantes de priorización de las actuaciones.....</b>	<b>343</b>



<b>9.3 Prioridades de las actuaciones distintas de la recuperación del DPMT.....</b>	<b>344</b>
9.3.1 Prioridad alta .....	344
9.3.1.1 Zonas 1A y 1B.....	344
9.3.1.2 Zona 1C .....	344
9.3.1.3 Zona 3A .....	345
9.3.1.4 Zona 3B .....	345
9.3.1.5 Zona 4A .....	345
9.3.1.6 Zona 4B .....	346
9.3.2 Prioridad media.....	346
9.3.2.1 Zona 2A .....	346
9.3.2.2 Zona 2B .....	346
9.3.2.3 Zona 3A .....	347
9.3.1 Prioridad baja.....	347
9.3.1.1 Zona 1C .....	347
9.3.1.2 Zona 2A .....	347
9.3.1.3 Zona 2B .....	347
9.3.1.4 Zona 3A .....	348
<b>10. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>353</b>
<b>10.1 Resumen.....</b>	<b>353</b>
<b>10.2 Objetivos generales de este Plan .....</b>	<b>354</b>
<b>10.3 Conclusiones respecto a los efectos del cambio climático en la costa exterior .....</b>	<b>355</b>
<b>10.4 Propuestas de actuación .....</b>	<b>356</b>
10.4.1 Recuperación del Dominio Público Marítimo Terrestre .....	356
10.4.1.1 Zona 1.....	356
10.4.1.2 Zona 2.....	357
10.4.1.3 Zona 3.....	358
10.4.2 Tratamiento de las golas .....	358
10.4.3 Obras o actuaciones específicas.....	359
10.4.3.1 Prioridad alta .....	359
10.4.3.2 Prioridad media .....	361
10.4.3.3 Prioridad baja .....	361
10.4.4 Mantenimiento .....	362

ANEJO I: Referencias

ANEJO II: Ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Objetivo

El presente informe técnico se redacta a solicitud de la Dirección General de la Costa y el Mar (DGCM), del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, dentro del marco de cooperación entre la DGCM y el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) plasmado en la Encomienda de Servicio Técnico para la realización de asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico (2017-2020), a través de su Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC).

El objetivo principal de este Plan es proponer el conjunto de actuaciones necesarias para la protección del borde litoral del Mar Menor, que contribuya a su recuperación ambiental. El ámbito geográfico del Plan incluye también el tramo de costa del mar Mediterráneo (denominado también en este documento “costa exterior”) comprendido entre el puerto de Pilar de la Horadada y el Cabo de Palos. El Plan, por tanto, se concentra en la franja litoral, dentro del ámbito competencial de la DGCM, y las mejoras que se ha considerado necesario introducir en la misma, teniendo en cuenta todos los condicionantes físicos, humanos y medioambientales que puedan afectar en mayor o menor medida al devenir de dicha franja litoral y sus mejoras de las condiciones de uso.

El Plan se ha dividido en tres partes:

- 1ª Parte: Descripción del medio físico (litoral y fluvial, obras costeras y portuarias) y de los condicionantes medioambientales, de gran relevancia en la estrategia del Mar Menor.
- 2ª Parte: Descripción de las dinámicas actuantes (clima marítimo, dinámica litoral y cambio climático) y estudio de la evolución pasada y reciente de la costa del Mar Menor.
- 3ª Parte: Propuestas de actuación, priorización y fases.

Las dos primeras partes son esencialmente una síntesis de un amplio conjunto de trabajos, en su mayoría muy recientes, recabados en el contexto de este trabajo, y que tratan diversos aspectos detallados más adelante. En resumen, estas dos partes describen el entorno y sus agentes modeladores, y sirven de base técnica para este Plan, que se materializa en la tercera parte. Cuando ha sido necesario, fundamentalmente en los estudios relativos a dinámicas, se ha tratado de completar y/o actualizar los estudios existentes.

Con respecto a los condicionantes medioambientales, para elaborar este Plan se ha analizado una gran cantidad de documentación relacionada con espacios protegidos del Mar Menor, comunidades, actividades y presiones, etc. El análisis de estos aspectos ambientales es imprescindible para comprender la importancia ecológica de esta zona, si bien en este documento se han resumido los principales elementos de estos condicionantes, de modo que pudieran servir al objetivo último de este Plan, que es definir las actuaciones posibles para solucionar los problemas de su franja litoral y mejorar su estado en general. Si se quiere tener más información, una referencia muy actual puede encontrarse, por ejemplo, en la “Estrategia de Gestión integrada de zonas costeras en el Mar Menor y su entorno” (Barragán & García Sanabria, 2018) o en el Volumen II del “Plan de Gestión Integral de los Espacios Protegidos del Mar Menor y la Franja Litoral Mediterránea de la Región de Murcia”, aprobado por la Región de Murcia en octubre de 2019.

La tercera parte se dedica a detectar las zonas con problemas costeros y vislumbrar una solución de alcance, analizando las soluciones que otros trabajos han propuesto, teniendo en cuenta las variables que conforman el problema y los múltiples valores paisajísticos, ambientales y de otros tipos que confluyan en esta zona.



Formalmente, los puntos a desarrollar en cada una de las partes del informe son:

1ª PARTE:

- Antecedentes, objeto de los trabajos y fuentes de información empleadas.
- Estudio morfológico de la costa: plataforma litoral, frente costero y unidades fisiográficas, obras costeras y portuarias, descripción de las playas y red fluvial.
- Análisis de los condicionantes medioambientales de interés para el Plan.

2ª PARTE:

- Análisis del clima marítimo en el Mar Menor y zona adyacente del Mar Mediterráneo.
- Estudio de dinámica litoral, sedimentos y perfiles de playa.
- Estudio de la evolución de la costa hasta la actualidad y evolución más reciente.
- Estudio de los efectos del cambio climático en las playas del entorno.

3ª PARTE:

- Condicionantes y tipos de actuaciones contempladas en el Plan.
- Zonificación del Mar Menor y zona adyacente del Mar Mediterráneo.
- Análisis de propuestas realizadas en estudios previos sobre la zona.
- Propuesta de actuaciones.
- Priorización y fases de realización.

## 1.2 Antecedentes históricos y actuaciones costeras en el Mar Menor antes de 2019

### 1.2.1 Primeros desarrollos, hasta la década de 1960 a 1970

A los efectos de este Plan, se ha considerado que el borde litoral del Mar Menor está constituido por dos costas, a saber, la costa exterior de la barra que lo separa del Mar Mediterráneo - la Manga - y la interior de la laguna, que forma el llamado Mar Menor. El frente de la costa exterior discurre desde la Punta de la Horadada hasta el Cabo de Palos, tiene una longitud de 27 km aproximadamente y una orientación media de 168º N. Con respecto a la costa de la laguna interior, Mar Menor, tiene unos 58 km.

El litoral del Mar Menor ha tenido un desarrollo urbano reciente. En el transcurso del siglo XIX se formaron los municipios de San Javier y de San Pedro del Pinatar, desgajados del término municipal de Murcia y no es hasta 1983 cuando se forma el municipio de Torre Pacheco, separado de San Javier. Hasta el siglo XX, la población era muy escasa y diseminada. A principios del siglo XX comienza un incipiente turismo para “tomar las aguas” - novenarios o nueve veces al año - en el mes de agosto, dando lugar a la construcción de balnearios.

Un caso aparte es la Manga del Mar Menor, que pasa de manos del Estado a privadas con la desamortización de Mendizábal de 1855 y 1856. Después de diversas vicisitudes, pasa a ser propiedad de la familia Maestre. Una fotografía panorámica de 1936, Figura 1.1, nos muestra la Manga totalmente virgen, con alguna explotación de pesquería y salinera en la zona sur cartagenera.



Figura 1.1. Mar Menor en 1936 (Foto: Miguel Ferrer Colomer; Fuente: Región de Murcia)

Por entonces (hacia 1936), solamente existía una casa, la de Tomás Maestre Zapata, edificada junto a la gola del Estacio. A partir de 1956, un sobrino de éste, Manuel Maestre Aznar, empieza a trabajar en la explotación turística de la Manga; para ello se hace con los derechos de explotación de su tío y en 1961 se encarga el proyecto de urbanización de estos terrenos a los arquitectos Antonio Bonet Castellana y José Puig Torné.

En 1963 el Ministerio de Información y Turismo declara estos planes de ordenación urbana dentro del ámbito de la Ley de Centros de Interés Turístico. La urbanización de la Manga se hizo en dos fases: primero, por medio del plan de ordenación del territorio perteneciente al Término Municipal de Cartagena, aprobado en 12 de septiembre de 1966; posteriormente se aprobó el plan de ordenación de la parte correspondiente al Término Municipal de San Javier, de 27 de enero de 1969. Ambos planes fueron revisados y aprobados en Consejo de Ministros del 20 de febrero de 1970 (Galiana y Barrado, 2006). La presión sobre el litoral era entonces solamente incipiente, centrándose en algunos núcleos como Lo Pagan en San Pedro del Pinatar (Figura 1.2) o en la zona sur de la Manga (Figura 1.3).



Figura 1.2. Playa de La Puntica (Lo Pagan) de San Pedro del Pinatar en 1954 (Fuente: Ayuntamiento de San Pedro del Pinatar)



Figura 1.3. Mar Menor a finales de los años 60 del siglo XX (Fuente: Región de Murcia)

La década de los años 70 del pasado siglo fue de expansión del turismo en toda la ribera del Mar Menor, con un crecimiento de la población de más de un 35 % (Egea Moya, 2015). Aunque la presión sobre las costas no era aún fuerte, como se aprecia en las fotos de la época (Figura 1.4),



Figura 1.4. Mar Menor a mediados de los años 70 del siglo XX (Fuente: Región de Murcia)

No obstante entonces ya se preveía un crecimiento suficiente como para tener previsto diversas actuaciones costeras que aparecen en los fotoplanos del PIDU (Plan Indicativo de Usos del Dominio Público Litoral – (PIDU, 1977)). Así, en La Manga se tenía proyectado un puerto deportivo (Puerto Menor) hoy llamado de Tomás Maestre, concesión de 1973, Figura 1.5.

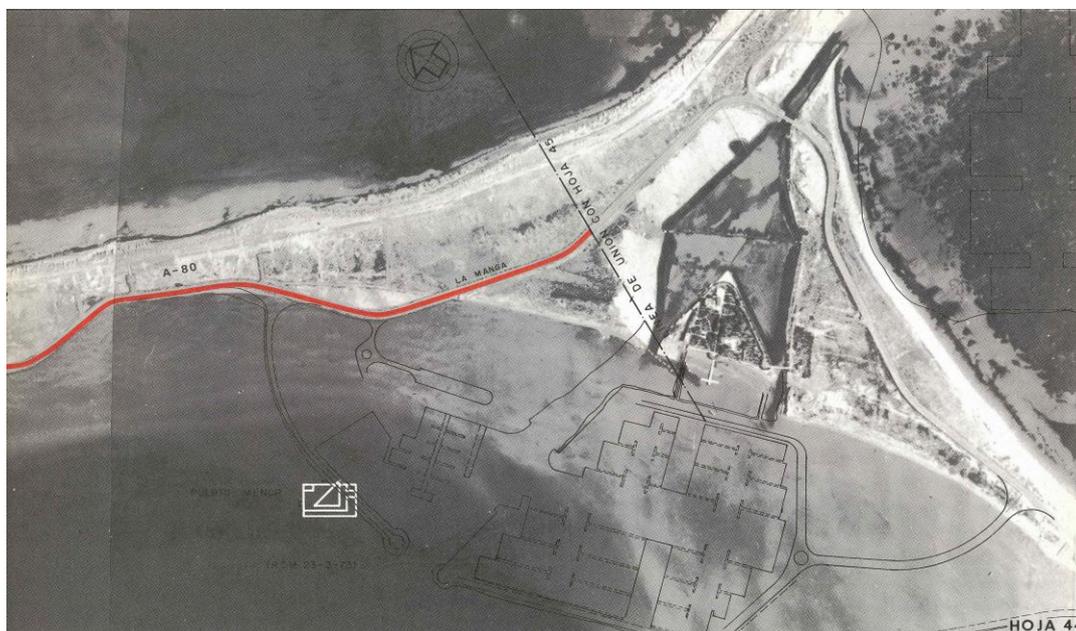


Figura 1.5. Fotoplano en el que aparece el previsto puerto deportivo de Tomás Maestre (Fuente: PIDU 1977)

Las obras exteriores de la gola del Estacio ya se habían realizado entonces y se habían iniciado las obras portuarias como aparece en una foto (PIDU, 1977) que se muestra en la Figura 1.6.

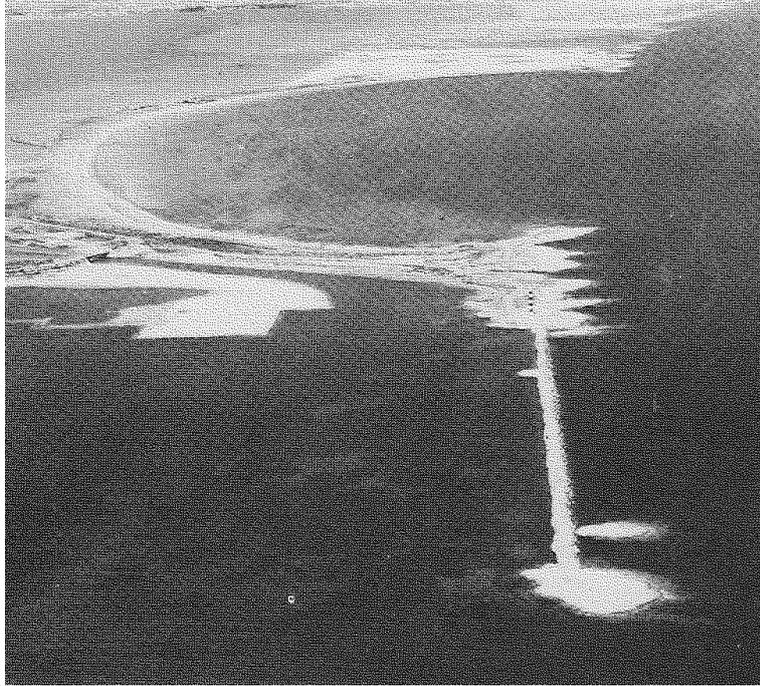


Figura 1.6. Obras exteriores de la gola del Estacio en los años 70 (Fuente: PIDU 1977)

La playa de Los Nietos en el litoral cartagenero del Mar Menor era otro de los lugares donde se tenía previsto actuar, como se aprecia en el fotoplano (PIDU, 1977) (Figura 1.7), no por problemas erosivos sino por crear una oferta de playa.



Figura 1.7. Fotoplano con la propuesta de playa artificial para Los Nietos en Cartagena (PIDU, 1977)

Lo mismo sucedía con Los Urrutias un poco más al norte y en el mismo término municipal de Cartagena (Figura 1.8). En ambos casos se proponía un peine de espigones con aporte de arena en las celdas creadas.



Figura 1.8. Fotoplano con la propuesta de playa artificial para Los Urrutias, Cartagena (PIDU, 1977)

También se preveía la construcción de playas artificiales entre espigones en la playa de Carmolí en Cartagena (Figura 1.9) y la playa de La Concha, entonces de Los Alcázares, en Los Alcázares (Figura 1.10).

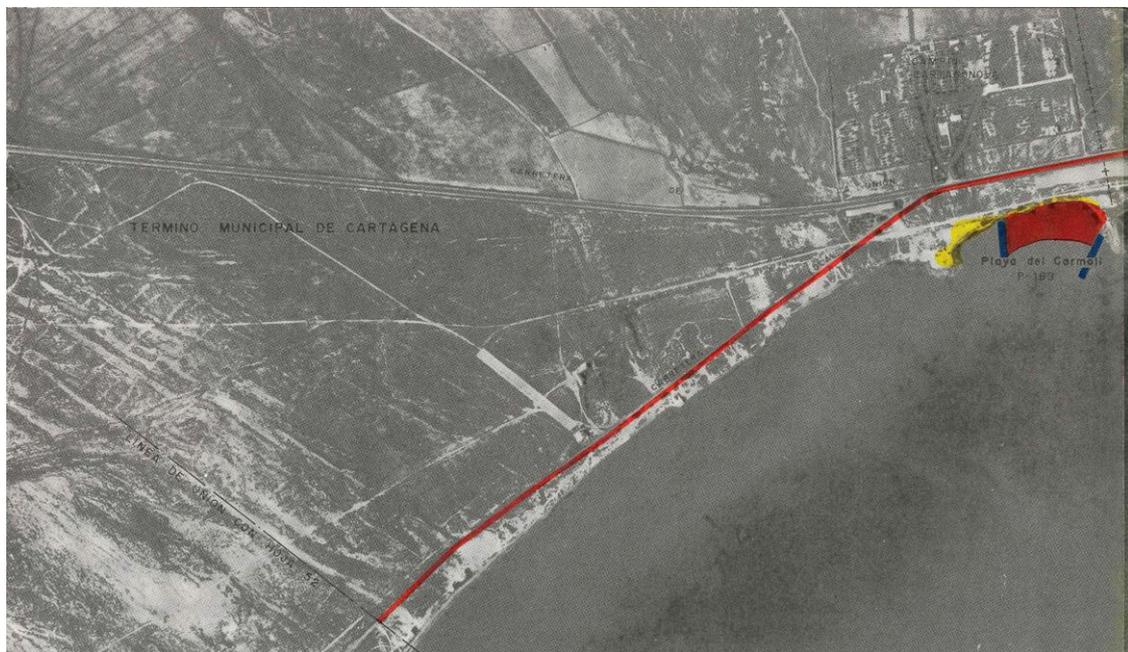


Figura 1.9. Fotoplano con la propuesta de playa artificial para el Carmolí, Cartagena (PIDU, 1977)

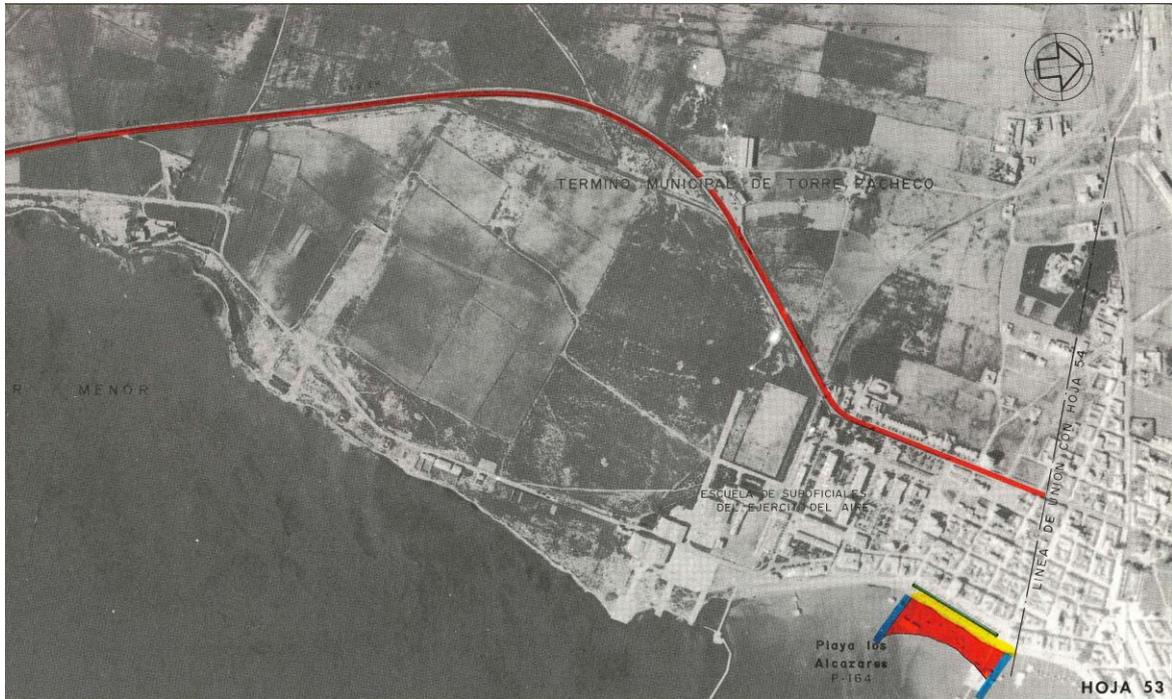


Figura 1.10. Fotoplano con la propuesta de playa artificial para La Concha, entonces de Los Alcázares, en Los Alcázares (PIDU, 1977)

Muy cerca de la anterior, en el mismo término municipal se proyectaba actuar para crear una playa artificial en las actuales playas de Carrión y Manzanares (Figura 1.11) siguiendo la misma estructura de peine de espigones y aportación artificial de arena.



Figura 1.11. Fotoplano con la propuesta de playa artificial para playas de Carrión y Manzanares, entonces de Los Alcázares, en Los Alcázares (PIDU, 1977)

También en San Javier se preveía la creación de nuevas playas. Una en la playa de Santiago de La Ribera, hoy playas de Colón y Castillico, (Figura 1.12) y en la playa de Lo Pagan, hoy de La Puntica, en San Pedro del Pinatar (Figura 1.13).



Figura 1.12. Fotoplano con la propuesta de playa artificial para playas de Colón y Castillico, entonces de Santiago de la Ribera, en San Javier (PIDU, 1977)



Figura 1.13. Fotoplano con la propuesta de playa artificial para playas de Colón y Castillico, entonces de Santiago de la Ribera, en San Javier, y La Puntica, entonces Lo Pagan, en San Pedro del Pinatar (PIDU, 1977)



La última de las actuaciones previstas que recoge el PIDU es en la playa de La Mota en San Pedro del Pinatar. Se trata de dos pequeñas celdas entre espigones rellenas de arena de aporte, Figura 1.14.



Figura 1.14. Fotoplano con la propuesta de playa artificial para La Mota, en San Pedro del Pinatar (PIDU, 1977)

### 1.2.2 Década de 1980 a 1990

El Plan de Costas de 1983-1990 se hacía eco de los problemas que habían ido surgiendo en las costas. El Mar Menor lo incluía en el Sector costero 6: Mar Menor, Alicante. No describe problemas de este tramo; limitándose a indicar la importancia de los vientos. La programación de obras contemplaba tres actuaciones en el Mar Menor para el periodo 1983-1986:

- Dragado del Mar Menor
- Regeneración de la playa Los Nietos
- Regeneración de la playa Los Alcázares

En este mismo documento aparece como obra significativa ya realizada (antes de 1985, que es cuando se editó el documento) la regeneración de la playa de Los Nietos (Murcia). La justificación de dicha actuación (Figura 1.15) es la creación de una playa de arena no existente anteriormente y que las edificaciones se habían realizado en el borde mismo de la orilla, añadiendo que los fondos frente a ella eran fangosos y el baño en ella era bastante desagradable. Por tanto se trataba de crear una playa artificial con un paseo marítimo a lo largo de ella. La arena procedió del dragado de los fondos del Mar Menor.

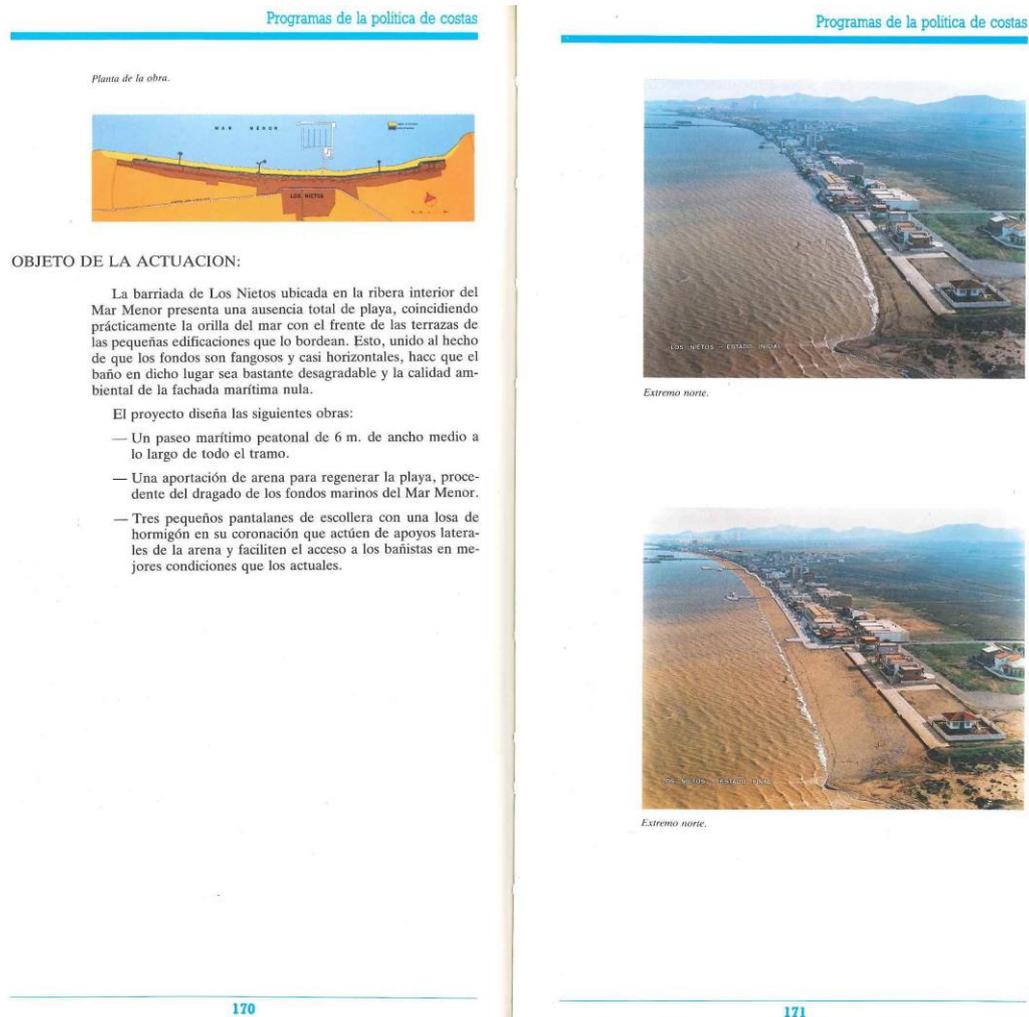


Figura 1.15. Ficha de la actuación realizada en la playa de Los Nietos (Cartagena) del Plan de Actuaciones 1983-1990

Posteriormente, se actuó sobre la playa de Los Urrutias, también en el término municipal de Cartagena, apareciendo la descripción de las obras en la publicación del MOPU (Dirección General de Puertos y Costas, 1988) "Actuaciones en la Costa" (Figura 1.16). La justificación de ella se resume en la ficha de actuación de la citada publicación, y era la creación de playa dado que la existente era muy estrecha y formada por limos y arena "y desde luego insuficiente para la gran demanda de playas existentes en la zona". Se construyeron tres espigones y se vertieron 105.000 m<sup>3</sup> de arena, procedentes del dragado de los fondos del Mar Menor. Finalmente, se construyó un paseo marítimo.



PLAN DE COSTAS

REGENERACION DE LA PLAYA DE LOS URRUTIAS (MURCIA)

DESCRIPCION DE LA OBRA. La playa de Los Urrutias se encuentra ubicada en la ribera interior del Mar Menor dentro del término municipal de Cartagena. Estaba formada por una estrecha franja de arenas y limos formando un ambiente muy poco atractivo para el usuario y desde luego insuficiente para la gran demanda de playas existente en la zona. La creación de la playa se llevó a cabo mediante la construcción de tres espigones de escollera de 53 m, 32 m y 34 m, respectivamente, coronados al nivel de la hujamar y la aportación de 105.000 m³ de arena procedente del dragado de los fondos del Mar Menor. Asimismo se construyó un paseo marítimo peatonal de 130 m, dotado de redes de servicio, mobiliario urbano y jardinería a base de plantaciones de palmeras que ha permitido recuperar la fachada marítima de dicho núcleo urbano. PRESUPUESTO. 113 millones de pesetas.

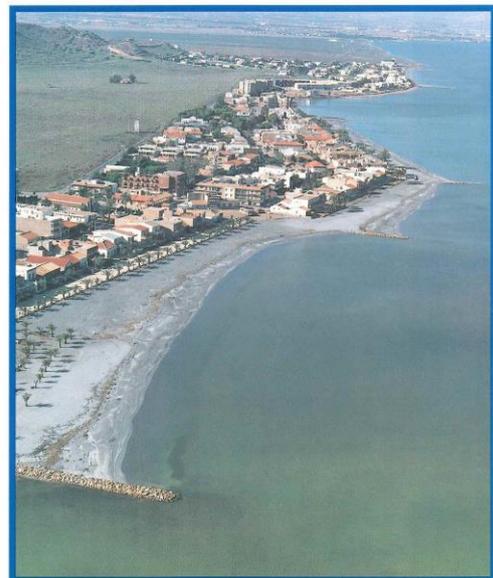
REGENERATION OF LOS URRUTIAS BEACH (MURCIA)

DESCRIPTION OF THE WORK. Los Urrutias beach is located on the inner coast of the Mar Menor, inside the municipality of Cartagena. It is made up of a narrow stretch of sand and lime, forming an unpleasant environment for the user and was notably insufficient for the great demand for beaches existing in the area. The creation of the beach was carried out by means of the construction of three breakwater piers with a length of 53 meters, 32 meters, and 34 meters respectively, with their summits at the low tide level, and of the supply of 105,000 m³ of sand proceeding from the seabed. Likewise, a pedestrian seaside promenade with a length of 130 meters was built, including service networks, urban furniture and landscaping with rows of palm trees, that has allowed the recovery of the marine facade of said urban center. BUDGET. 113 million pesetas.

ESTADO INICIAL BEFORE



COASTAL PLAN



ESTADO FINAL AFTER

Figura 1.16. Ficha de la actuación realizada en la playa de Los Urrutias (Cartagena) tomada de la publicación "Actuaciones en la Costa" (Dirección General de Puertos y Costas, 1988)

En la misma publicación aparece la ficha de las obras de regeneración realizadas en las playas de Santiago de la Ribera y Lo Pagan en San Javier y San Pedro del Pinatar (Figura 1.17). La justificación de la necesidad de la obra era similar a las anteriores playas: "Inicialmente existía una estrecha superficie de arena separada del mar por un pequeño murete de hormigón que junto a los numerosos pantalanes de madera que penetraban en el mismo, hacían que el baño en dichas playas no fuese muy atractivo". Se construyeron diez espigones y se vertieron 215.000 m³ de arena, procedentes del dragado de los fondos del Mar Menor. Se completó la obra con la construcción de un paseo marítimo.

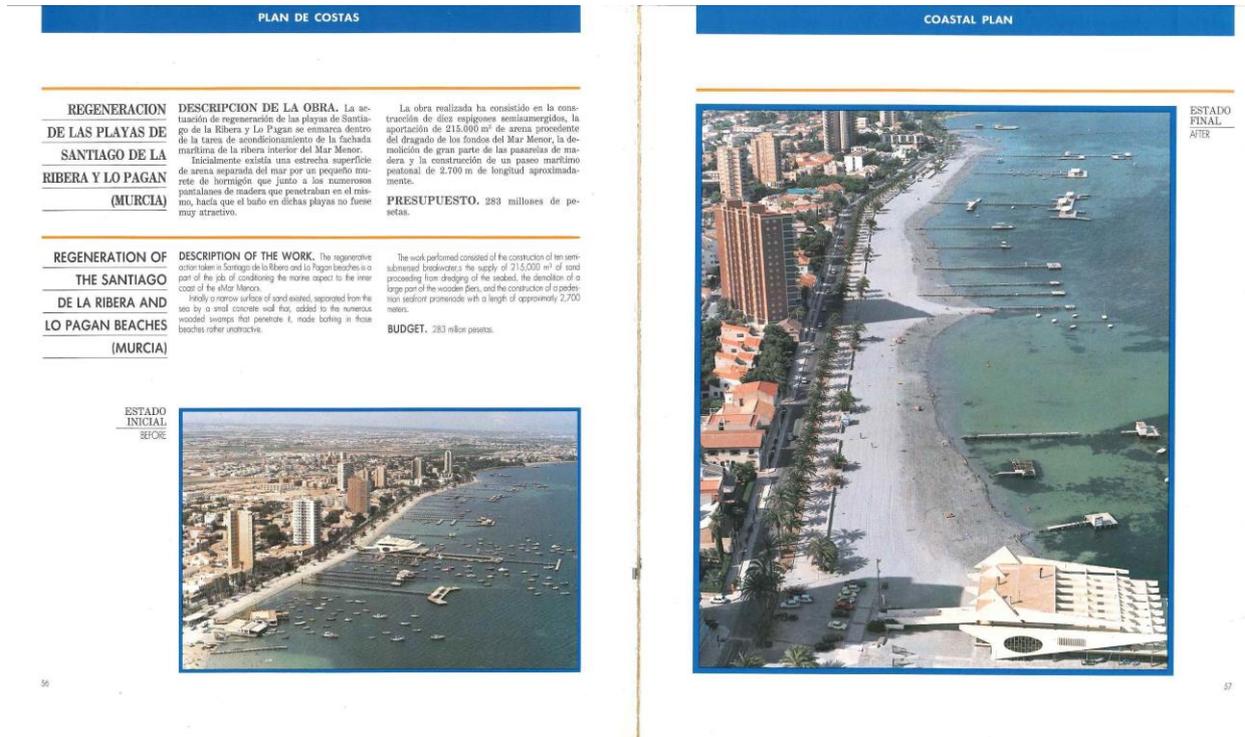


Figura 1.17. Ficha de la actuación realizada en la playa de Santiago de la Ribera y Lo Pagán, tomada de la publicación "Actuaciones en la Costa" (Dirección General de Puertos y Costas, 1988)

### 1.2.3 Décadas de 1990 a 2000 y 2000 a 2010

Las playas de Los Urrutias y Punta Brava fueron regeneradas por la Dirección General de Costas en el año 1990 mediante el aporte de arena y la construcción de espigones. Posteriormente, en 1995-1996 se remodelaron algunos espigones y se vertió más arena en las playas. También en 1995 se regeneraron las playas de Hacienda dos Mares y Calnegre, construyéndose un espigón en el extremo superior de la actuación, playa de Hacienda dos Mares. La playa de Los Nietos fue objeto de reparación de los espigones y paseo marítimo en el año 1996. Entre 1988 y 1990 fue regenerada la playa de Villananitos con 40.000 m<sup>3</sup> de arena.

En el año 2000, se realizaron tres actuaciones en San Pedro del Pinatar con el objetivo de remodelar y recuperar el dominio público marítimo terrestre en la playa de la Mota.

El acondicionamiento del paseo marítimo de la playa de Los Nietos se realizó en 2001, al igual que el proyecto de ordenación y remodelación del frente marítimo de Santiago de la Ribera.

En 2002 se llevó a cabo el proyecto de acondicionamiento del paseo marítimo de la playa de Islas Menores.

En el año 2005 se realizó el proyecto de paseo marítimo en la playa de Marchamalo, y el proyecto de acondicionamiento de la playa de la Llana.

Todas las actuaciones citadas en este apartado y los anteriores se localizan a continuación, en la Figura 1.18.



CEDEX

# PLAN PARA LA PROTECCIÓN DEL BORDE LITORAL DEL MAR MENOR

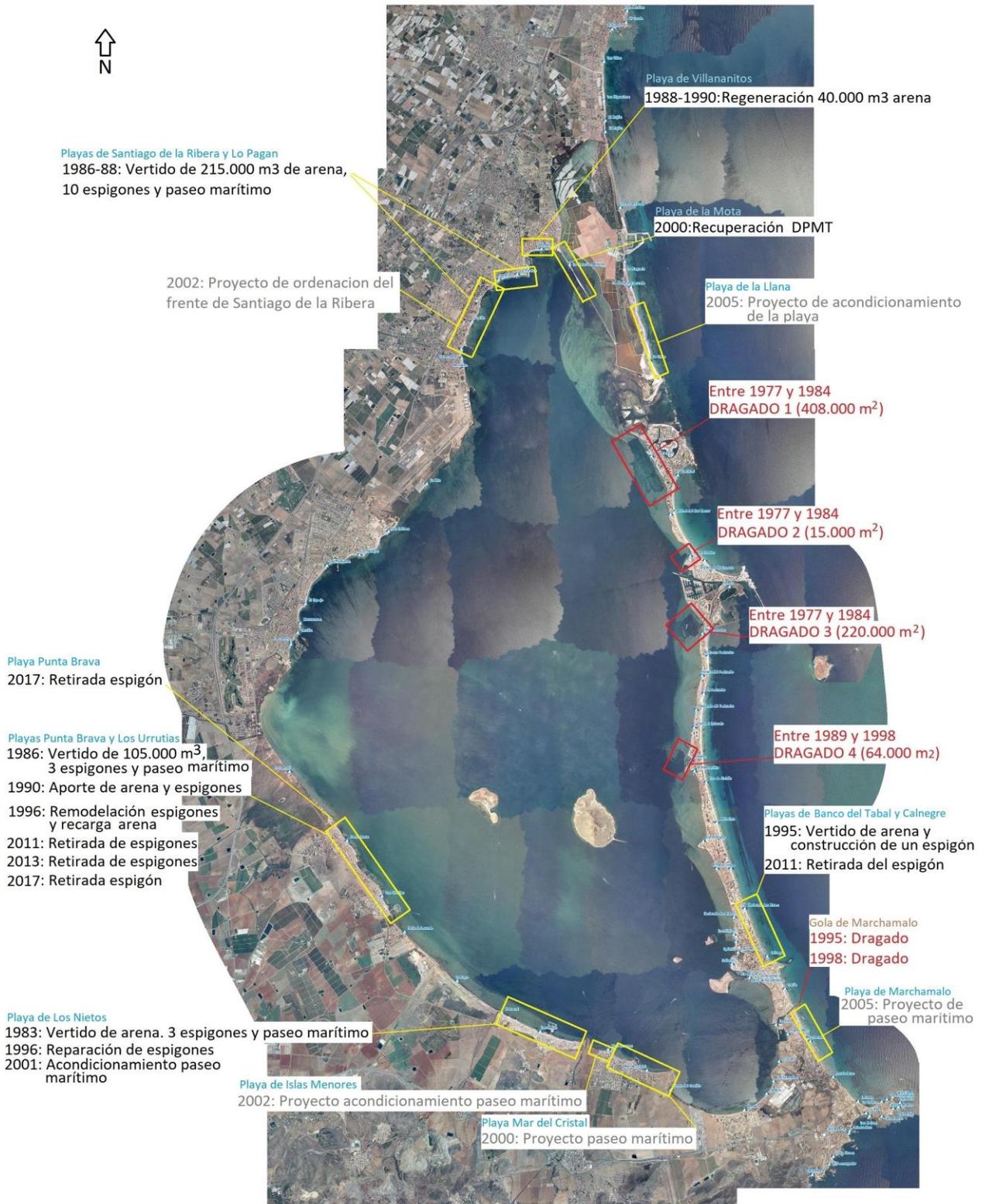


Figura 1.18. Actuaciones realizadas en el Mar Menor y la Manga, y proyectos recientes de la Dirección General de la Costa y el Mar en el Mar Menor



Aparte de todas las actuaciones descritas en las páginas anteriores, se han detectado dragados cercanos a la costa interior de La Manga del Mar Menor. En total se han observado cuatro puntos de dragado (indicados también en la Figura 1.18) cuya superficie se ha determinado a partir de fotografías aéreas:

- Dragado 1 (Frente a la Veneziola), realizado entre 1977 y 1984 de una superficie de 408.000 m<sup>2</sup> aproximadamente.
- Dragado 2 (Al norte del Estacio), realizado entre 1977 y 1984 de una superficie de 15.000 m<sup>2</sup> aproximadamente.
- Dragado 3 (Al sur del Estacio), realizado entre 1977 y 1984 de una superficie de 220.000 m<sup>3</sup> aproximadamente.
- Dragado 4 (Frente al Pedruchillo), realizado entre 1989 y 1998 de una superficie de 64.000 m<sup>3</sup> aproximadamente.

La superficie total dragada se sitúa en torno a 707.000 m<sup>2</sup>.

La Dirección General de Costas, hoy de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, ha ido encargando informes técnicos sobre el litoral del Mar Menor y la Manga, que se documentan en el apartado 1.3. En este mismo apartado se insertan también otros documentos que, aunque no centrados en la dinámica costera, afectan a los objetivos perseguidos en este Plan de Actuación, especialmente provenientes de la Región de Murcia.

#### **1.2.4 Actuaciones anteriores a 2019**

Las actuaciones más recientes, anteriores a 2019, realizadas o previstas en las costas del Mar Menor se centran en el término municipal de Cartagena. La primera de ellas consiste en la retirada progresiva de los espigones de las playas de los Urrutias y de Punta Brava. La evolución de estas obras puede apreciarse en la Figura 1.19, donde se muestran las distintas actuaciones realizadas desde 2011, que han sido:

2011: Retirada de dos espigones en la playa de Los Urrutias

2013: Retirada de un espigón en la playa de los Urrutias

2016: Retirada de tres espigones en las playas de Los Urrutias y Punta Brava

2017: Retirada del espigón norte de la playa de Punta Brava

La segunda de las actuaciones, terminada, es la limpieza de la arena depositada en la playa de El Vivero y el aporte en las playas Cavanna y El Galán, en la costa exterior de la Manga (Figuras 1.20 y 1.21). Finalmente, antes de 2016 se realizó alguna aportación puntual de arena mediante la obra de Conservación y Mantenimiento de la costa. En los últimos años se han efectuado aportes de arena a la Playa de la Llana, en el tramo de costa de mayor regresión (tramo de 400 m de longitud contiguo al Puerto):

- Obras para la Defensa de la costa en la Playa de La Llana por regresión del mar debido al cambio climático. Plan Adapta. (30-1416). Año 2016. Volumen de arena de aportación: 6.312 m<sup>3</sup>
- Obras de emergencia por los daños en las playas con motivo de las fuertes lluvias y temporales de Diciembre de 2016 en la Región de Murcia (30-1463). Año 2017. Volumen de arena de aportación: 7.525 m<sup>3</sup>

Durante el año 2017 se realizaron aportaciones de arena a diversas playas mediante las Obras de Emergencia (Tabla 1.1), siendo éstas:



- Obras de emergencia para la reparación de los daños producidos por los temporales del 16 al 22 de enero de 2017 en las costas españolas del litoral mediterráneo, en los tt.mm de Cartagena y San Javier. (30-1464):

TABLA 1.1: Aportaciones de arena en 2017 (Demarcación de Costas de Murcia)		
Término municipal	Playa	Volumen (m <sup>3</sup> )
San Javier	-Castillico	2.500
	-Barnuevo, El Pescador, Colón, y Los Arcos	8.000
	-Veneziola	1.000
	-Matasgordas, Chica, y Mistral, Pedruchillo	600
	- Martinique	300
	-Dominique	300
	-Antilla	500
	-Área Neptuno	900
	-Neptuno-Doblemar	800
	-Mangalan-Eurovosa	800
	-Eurovosa-Castillos del Mar	600
	-Castillos del Mar-Aliseos	800
	-Snipe	420
	-Bellavista	420
	-Pedrucho	1.000
	-Ensenada del Esparto	4.200
	-Pudrimel	4.200
TOTAL	44.900	
San Pedro del Pinatar	-La Llana	6.000
	-Mota	200
	-Villananitos	3.600
	-La Puntica	2.400
	TOTAL	12.200
Cartagena	-Punta Brava, Los Urrutias y Estrella de Mar	12.355
	-Los Nietos	8.000
	-Islas Menores	2.400
	-Mar de Cristal	1.600
	-Honda	2.000
	-Paraiso	1.500
	-Rubí	800
	-Cavanna	400
	-Vivero	1.200
	-Isla Plana-San Ginés	375
	-Azohía	350
	-Portús	500
	-Cala Cortina	200
	-Cala del Barco	150
	-Cala Reona	375
	-Descargador	350
	-Levante	2.000
	-Marchamalo	3.200
	Galúa	2.000
	Calnegre	1.200
TOTAL	40.955	
Los Alcázares	-Concha, Carrión, Manzanares, El Espejo, Las Palmeras, Los Narejos, y Las Salinas	22.500
	TOTAL	120.555



Figura 1.19. Retirada progresiva de los espigones de las playas de Los Urrutias y Punta Brava (Foto: Google Earth)

## Costas y Medio Marino

### Recuperación de arena de acopio del vivero y aporte a las playas del Mar Menor

#### Actuaciones



Las obras proyectadas consisten en:

Limpieza superficial y cribado del acopio de arena del vivero.  
**Aportación de las arenas** en las playas de Cavanna y El Galán del Mar Menor de La Manga.

**Plazo:** 1 mes

**Situación:** En Preparación

**Presupuesto:** 47.227,03 €

**Coordenadas:** 700986.72 E, 4168858.36 N (30S)

Figura 1.20. Ficha de la actuación prevista en la playa de El Vivero (Cartagena)



Figura 1.21. Situación de la actuación prevista en la playa de El Vivero de Cartagena (Foto: Google Earth y MAPAMA)

### 1.3 Situación actual del Mar Menor y efectos de la DANA del 10 al 15 septiembre de 2019

Junto con las actuaciones costeras descritas en el apartado anterior, el entorno geográfico del Mar Menor ha sufrido en los últimos 40 años fuertes transformaciones, que serán descritas en el siguiente capítulo y que se exponen de manera muy resumida a continuación. Podría decirse que en el Mar Menor se han congregado cinco fuerzas generadoras de cambios (Barragán & García Sanabria, 2016):

1. Crecimiento poblacional
2. Agricultura intensiva
3. Lixiviación de depósitos estériles de las antiguas explotaciones mineras
4. Actividades relacionadas con el turismo y ocio
5. Construcción de grandes infraestructuras y equipamientos que alteran los procesos naturales

A continuación se transcribe parte del contenido del análisis de los sistemas “socio-ecológicos” del Mar Menor según la Estrategia de Gestión integrada de zonas costeras en el Mar Menor y su entorno (Barragán & García Sanabria, 2016):

*El crecimiento poblacional y los desarrollos turísticos y de ocio han provocado la artificialización de buena parte del borde lagunar. Ello implica degradación del paisaje y una gran pérdida de hábitats naturales, especialmente humedales. Hasta hace poco tiempo las redes de saneamiento y la depuración de aguas residuales no estaban bien resueltas, lo que implicaba aportes sin depurar a la laguna, y, por tanto, aporte de nutrientes que favorecía la eutrofia. Afortunadamente, este problema tiene soluciones en estado de considerable avance. Las presiones provocadas por las necesidades del crecimiento demográfico se funden con las derivadas del turismo y ocio. La construcción de instalaciones náuticas y puertos deportivos altera la dinámica sedimentaria dentro y fuera del mar Menor.*

*En el ámbito marino exterior, el puerto de San Pedro del Pinatar, que refleja acumulación de sedimentos en el dique norte y erosión en el dique sur, es un buen ejemplo. También el interior de la laguna observa la alteración de los procesos de circulación de agua y sedimentos. El ejemplo más trascendente es la apertura de la canal del Estacio. En efecto, en 1973 esta*



*boca de entrada se amplió a 30 metros de anchura y 5 de calado, generando grandes cambios en el Mar Menor, al favorecer parecidos niveles de salinidad con el Mediterráneo y facilitar la entrada nuevas especies. Ya en la mitad de la década de los 80 se observa que la laguna es colonizada por especies invasoras de medusas como la *Cotylorhiza tuberculata* y *Rhizostoma pulmo*. En esa misma década se llevaron a cabo, además, dragados y rellenos para acondicionar la oferta de playas, para construir paseos marítimos, nuevos puertos, etc. En la actualidad 15 de las playas existentes han sido creadas artificialmente o son alimentadas de la misma forma.*

*Pero no cabe duda que uno de los cambios ambientales que ha tenido mayor repercusión en el Mar Menor es el aumento de nutrientes en sus aguas. En efecto, las ramblas, que pertenecen a un sistema de alimentación pluvial propio de climas áridos o semiáridos, como el del Campo de Cartagena (330 mm), tienen su cauce seco durante la mayor parte del año. Pero cuando se producen fenómenos de lluvias torrenciales y avenidas, estas tienen un claro efecto de arrastre sobre los nutrientes de esta comarca agrícola.*

[...].

*La actividad de riego agrícola llegó a provocar la sobreexplotación de los acuíferos que, a su vez, generó una progresiva salinización de los mismos. Ello llevó a los agricultores a tener que desalar el agua subterránea que se utiliza en caso de sequía, o en zonas externas a la del Trasvase. También los vertidos de salmuera pasan a la red de drenaje y afectan tanto a las zonas húmedas como a la laguna potenciando su eutrofización.*

*En términos muy generales puede afirmarse que, en cuatro o cinco décadas, la laguna ha pasado de ser oligotrófica (baja actividad primaria debido al reducido contenido de nutrientes, considerable nivel de oxígeno, que genera pocas algas, con aguas muy transparentes) a eutrófica (que provoca lo contrario debido al incremento de nitrógeno y fósforo proveniente de los vertidos urbanos sin depurar pero sobre todo de la agricultura intensiva).”*

A la fecha de emisión de este informe, esta situación de degradación ambiental del Mar Menor se ha visto empeorada por los efectos de la DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos, tradicionalmente llamada “gota fría”) que afectó al levante peninsular entre los días 10 y 14 de septiembre de 2019, generando un temporal de lluvias sin precedentes en los últimos 100 años en la Vega Baja del Segura (AEMET, 2019). La Figura 1.22 permite obtener una idea de lo sucedido en esta zona tras la DANA.

En la Vega Baja del Segura, la zona más afectada por el temporal, en unas pocas horas (de la mañana del día 12 a la mañana del día 13) se acumularon en el promedio de la comarca el equivalente a la lluvia de un año. Se han registrado 6 récords de precipitación en 24 horas en estaciones del sureste peninsular. Allí descargó con intensidad torrencial en dos fases: la primera en el entorno del mediodía del día 12 cuando se registraron 225 l/m<sup>2</sup> y 24 horas después, a primera hora de la mañana del día 13, con 191 l/m<sup>2</sup> de 7 a 10 de la mañana (de los cuales 74,4 precipitaron en una hora).

La excepcional virulencia de estas lluvias provocó graves inundaciones en zonas pobladas derivadas de los desbordamientos, dando lugar a una situación excepcional de daños materiales de todo tipo y en la que, lamentablemente, perdieron la vida siete personas. Se produjeron cortes de carreteras y en el suministro de agua y de electricidad; algunos municipios quedaron aislados por el agua; tuvo que suspenderse la actividad en numerosos centros docentes; tanto el servicio ferroviario como varios aeropuertos tuvieron que alterar o suspender su actividad, y la prestación de otros servicios públicos se vio seriamente comprometida o paralizada. Los daños materiales producidos en bienes, tanto de titularidad privada como pública, en servicios e instalaciones públicas, en el sector de la agricultura y la ganadería, en la industria y en el sector del comercio y servicios fueron muy cuantiosos (BOE, 21/09/2019).

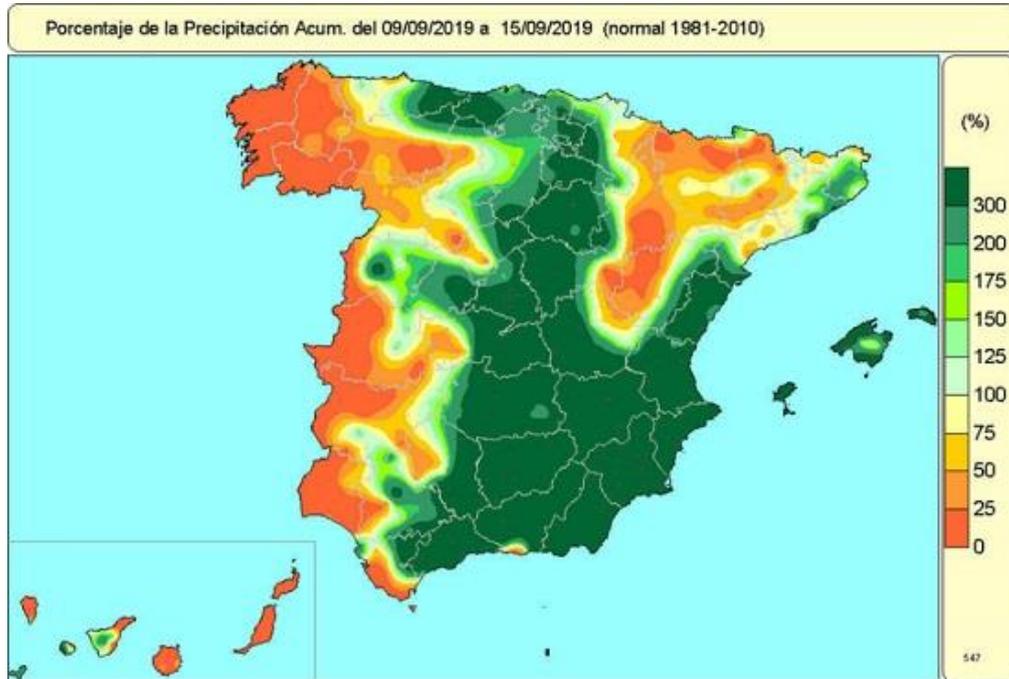


Figura 1.22. Porcentaje de precipitación con respecto al período de referencia (AEMET, 2019).

Con respecto a los efectos de la DANA en el Mar Menor, en un principio recibió todos los aportes de agua dulce y carga sólida de las cuencas vertientes a la laguna, además de enormes cantidades de residuos urbanos. Los satélites Sentinel del programa europeo Copernicus captaron espectaculares imágenes de los efectos de la DANA que muestran la magnitud de los vertidos (Figura 1.23). Como resultado de estas descargas, se produjeron en el Mar Menor severos impactos físicos y químicos como los que pueden verse en la Figura 1.24 (evolución de algunas variables entre agosto y noviembre) o en la Tabla 1.1 (diferencias entre 2018 y 2019).

Frente a esta situación, el 20 de septiembre de 2019 el Consejo de Ministros acordó declarar como "zona afectada gravemente por una emergencia de protección civil" a las provincias y comunidades autónomas que sufrieron los temporales. En el ámbito de actuación de la DGCM, ya se han iniciado las obras de reparación de daños en el Mar Menor causados por los temporales, con una dotación aproximada de 3,5 M€ y un plazo de ejecución de cinco meses.

Pocos días después estos efectos, sumados al estado de degradación en el que se encuentra el Mar Menor desde hace tiempo, dieron lugar a un episodio de eutrofización que provocó la mortandad de miles de peces a comienzos de octubre en la playa de Villananitos, en el término municipal San Pedro del Pinatar, así como en las zonas de La Mota y La Puntica (El País - Agencias, 2019). Los expertos en la laguna sitúan el origen del desastre en la agricultura intensiva del Campo de Cartagena, por haber contaminado el terreno y las aguas subterráneas con nitratos procedentes de los abonos, que acaban en el Mar Menor y lo eutrofizan (El País, 2019). A ello se suma el fuerte desarrollo urbanístico del entorno, que muy probablemente está generando vertidos en la laguna, aunque en noviembre de 2019 se desconocía si son vertidos residuales, industriales, pluviales o de otro tipo (La Verdad, 2019).



Figura 1.23. Fotografía del Mar Menor el 13/09/2019 visto desde el satélite Sentinel-2.

Todas las variables

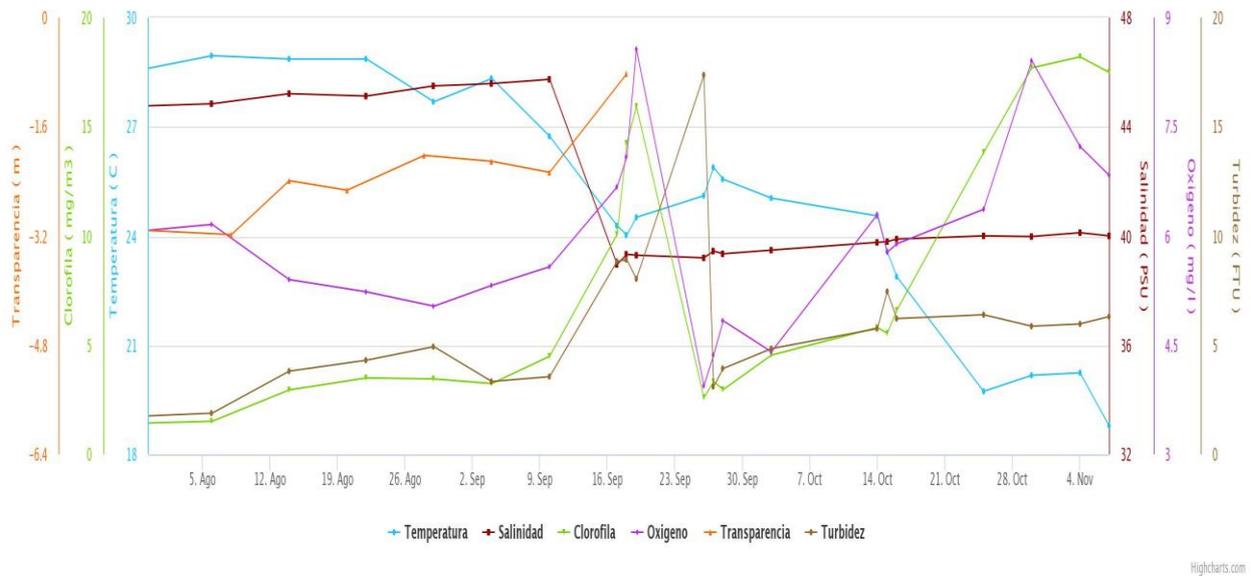


Figura 1.24. Evolución de algunos parámetros físico-químicos en el Mar Menor entre agosto y noviembre de 2019 (Fuente: canalarmenor.es, Región de Murcia).



Tabla 1.1. Evolución de parámetros físico-químicos de 2018 a 2019 (Fuente: canalmar menor.es, Región de Murcia)

Parámetro	2019		2018	
	Fecha	Valor	Fecha	Valor
Transparencia (m)	04 nov	0,83	08 nov	4,73
	29 oct	0,97	31 oct	4,53
	21 oct	1,24	23 oct	3,77
Turbidez (FTU)	16 oct	6,53	17 oct	0,82
	15 oct	8,6	10 oct	1,11
	11 oct	11,27	03 oct	0,87
Clorofila ( $\mu\text{g/L}$ )	16 oct	7,98	17 oct	0,50
	15 oct	6,21	10 oct	0,68
	11 oct	5,42	03 oct	0,61
Salinidad (PSU)	16 oct	39,84	17 oct	45,69
	15 oct	39,76	10 oct	45,89
	11 oct	39,45	03 oct	46,02
Oxígeno (mg/l)	16 oct	5,99	17 oct	5,54
	15 oct	6,00	10 oct	5,02
	11 oct	4,82	03 oct	6,00

Por otro lado, el Ministerio para la Transición Ecológica presentó en octubre de 2019 una hoja de ruta para la recuperación del Mar Menor, con el objetivo de identificar las actuaciones prioritarias para el Mar Menor y sus proyectos asociados. En el documento se incluyen actuaciones a realizar a corto plazo por parte del MITECO, con la finalidad de paliar la situación de deterioro de la laguna, y se recomienda la aplicación de medidas estructurales que permitan recuperar y mantener el buen estado de la masa de agua y su ecosistema asociado.

Las líneas de actuación a corto plazo son cuatro (MITECO, 2019):

- Línea 1. Reforzar la inspección y la disciplina de la Ley de Aguas y la Ley de Costas
  - Inspección y sanción en las superficies que no tienen derechos de uso de agua inscritos y desalobradoras
  - Inspección y sanción en materia de protección del Dominio Público Marítimo Terrestre
- Línea 2. Actuaciones para retener y eliminar la entrada de nutrientes a la laguna
  - Las actuaciones establecidas para hacer frente a ambas fuentes de contaminación se basan en la implantación de medidas de retención y filtrado, basadas en la naturaleza.
  - Como medida transitoria, se está implementando la recogida de escorrentías de la rambla del Albuñón.
- Línea 3. Cartografía de puntos calientes de presiones sobre el Mar Menor
- Línea 4. Estudio del estado de la laguna y la dinámica de los acuíferos

Con respecto a las medidas estructurales, en opinión del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico se requieren acciones ligadas a un cambio de modelo productivo y de



desarrollo con el que deben comprometerse todos los actores del territorio. Estas acciones están relacionadas con:

1. Agricultura, ganadería y agroindustria y sector pesquero
2. Ordenación del territorio, urbanismo e infraestructuras
3. Saneamiento y depuradoras
4. Residuos mineros
5. Figuras de protección

De estas medidas, el presente Plan está directamente relacionado con la segunda (Ordenación del territorio, urbanismo e infraestructuras). Por ello, a continuación se transcribe el contenido de la hoja de ruta de este apartado:

*En la actualidad, la mayoría de los municipios ribereños no disponen de planeamiento urbanístico adaptado a la Ley del suelo regional. Y las directrices de ordenación del litoral de la Región de Murcia, aprobadas en 2004, no parecen haber garantizado una adecuada ordenación de la zona.*

*Por otra parte, existen hoy tres canales o golas en el Mar Menor desde las que se produce intercambio de agua con el Mar Mediterráneo: encañizadas de La Torre y El Ventorrillo, al norte, y los canales artificiales de El Estacio y Marchamalo. El ensanche y dragado del Canal del Estacio, para la construcción de un puerto deportivo y un canal navegable, han inducido cambios drásticos en la hidrografía lagunar, en sus comunidades biológicas y en la producción pesquera, ha supuesto la mediterrización de la laguna, al incrementarse las entradas de agua del Mar Mediterráneo y reducirse su salinidad poblándose de especies propias del Mar Mediterráneo.*

*Actualmente, en el Mar Menor hay más de 2.300 embarcaciones fondeadas, existen 10 puertos deportivos, una de las mayores densidades de puertos deportivos de toda la costa mediterránea, 11 pantalanes, 24 canales de navegación y 56 fondeaderos. Todo ello supone una presión muy significativa sobre el Mar Menor: implica presiones sobre el medio entre las que destacan la contaminación por vertido de residuos sólidos e hidrocarburos, el sellado del fondo por elementos de fondeos y la abrasión del fondo como consecuencia del arrastre producido por las anclas de las embarcaciones en los fondeos ocasionales. Los puertos deportivos actúan como efecto barrera para la hidrodinámica lagunar, son fuente de contaminación y favorecen la acumulación de fangos.*

*Por ello, procede plantearse la conveniencia de sustituir o eliminar aquellas infraestructuras que mayores impactos provocan y reducir la carga de infraestructuras existente. Se plantean a este respecto las siguientes cuestiones:*

- *Actualización y revisión del planeamiento urbanístico de los municipios de la zona.*
- *Necesidad de otros instrumentos supramunicipales de ordenación territorial que garanticen la sostenibilidad territorial.*
- *Medidas de ordenación de infraestructuras.*

Como se verá más adelante, en este Plan se da respuesta a la cuestión de las golas que comunican el Mar Menor y el Mediterráneo (apartados 7.1, 7.2, 7.2.2, 8.6 y 10.4.2), y también se citan los efectos de las instalaciones náuticas, dándose algunas recomendaciones al efecto (apartados 7.1 y 7.2).

#### **1.4 Bases de datos, fuentes de información y soporte técnico del presente informe técnico**

Las principales bases y fuentes de datos sobre la costa del Mar Menor y La Manga que se han utilizado para la realización de este Plan se han dividido en dos grupos: informes técnicos realizados hasta la fecha por el CEDEX y resto de publicaciones relacionadas con el Plan.



Con respecto a los informes técnicos generados por el CEDEX, a través de su Centro de Estudios de Puertos y Costas, son los siguientes:

1. “Trabajos de dinámica litoral para la programación de inversiones en la costa de las provincias de Murcia y Alicante. Fase I” (1979). Informe técnico para la Dirección General de Puertos y Costas-MOPU (CEDEX, 1979).
2. “Caracterización física y biológica de los fondos del Mar Menor con vistas a una posible utilización de sedimentos en la regeneración de sus playas y seguimiento de los cambios que dicha utilización puede producir en las comunidades bentónicas” (1988). Informe Técnico 23-413-9-032, para la Dirección General de Puertos y Costas. Autor: Luis Peñalver Cámara (CEDEX, 1988).
3. “Estudio sobre la dinámica litoral de las playas del Mar Menor (Murcia) y su posible regeneración” (1991). Informe Técnico 23-415-9-093, para la Dirección General de Puertos y Costas. Autor: Luis Moreno Blasco (CEDEX, 1991).

La Dirección General de Costas, hoy Dirección General de la Costa y el Mar, ha ido encargando informes técnicos sobre el litoral del Mar Menor y la Manga a otras entidades, siendo los más relevantes:

4. “Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa. Demarcación Hidrográfica del Segura”. (IBERINSA, 2007)
5. “Estudio de la dinámica de la circulación en el Mar Menor”. (Grupo de Puertos y Costas. Universidad de Granada, 2007)
6. “Estudio de alternativas de actuación en la Manga del Mar Menor, en el tramo de costa entre el puerto de San Pedro del Pinatar y el Cabo de Palos”. (IH Cantabria, 2011).

Otro trabajo relevante centrado en la hidrodinámica y dinámica litoral del Mar Menor y La Manga es:

7. “Caracterización de la hidrodinámica del Mar Menor y los flujos de intercambio con el Mediterráneo mediante datos in situ y modelado numérico”. Tesis doctoral de Francisco López Castejón (Universidad de Murcia, 2017) (López Castejón, 2017).

Existen otros documentos que, aunque no están centrados en la dinámica costera, sí afectan a los objetivos perseguidos en este Plan de Actuación. De todos ellos se destacan los siguientes, citados por orden cronológico:

8. “Las ramblas del Campo de Cartagena. Problemática ambiental de la laguna del Mar Menor”. (Martínez Menchón, 2007).
9. “Una visión multidisciplinar para la gestión integral del Mar Menor y su entorno”. (Grupo de Dinámica de Flujos Ambientales, Sección Marina. Universidad de Granada; Centro Andaluz de Medio Ambiente; Grupo de Hidrología e Hidráulica Agrícola, Universidad de Córdoba; Grupo de Oceanografía física, Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía , 2007)
10. “Valoración del estado ambiental de la rambla de la Carrasquilla”. Confederación Hidrográfica del Segura. (AYESA, 2010)
11. “Estudio de una rambla afectada por la actividad minera: Rambla del Beal, Cartagena (Murcia (Rodríguez, Millán, Álvarez, García, & Cardona, 2010).
12. “Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2015/21”. (Confederación Hidrográfica del Segura, 2015).



13. "Distribución y abundancia de las praderas de macrofitos bentónicos y las poblaciones de Nacra (*Pinna nobilis*) en el Mar Menor". Anse e Instituto Español de Oceanografía (IEO), 2015. (VVAA, 2015)
14. "Dinámica morfológica de un sistema fluvial semiárido sometido a actuaciones directas y cambios de usos del suelo. El caso de la rambla de la Carrasquilla (Murcia-España)". (Conesa García & Pérez Cutillas, 2015)
15. "Mar Menor: una laguna singular y sensible. Evaluación científica de su estado". Instituto Español de Oceanografía (IEO). (IEO, 2016)
16. "Redacción de Estrategia de Gestión Integrada de zonas costeras en el Mar Menor y su entorno". Universidad de Cádiz y Atlántida para la Región de Murcia. (Barragán & García Sanabria, 2016)
17. "Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena. Documento inicial". Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (MAPAMA, 2016)
18. "Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española". (Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar, 2017)
19. "Plan de Gestión Integral de los espacios protegidos del Mar Menor y franja litoral mediterránea de la Región de Murcia". Región de Murcia (Tres volúmenes, aprobado por el Consejo de Gobierno de la Región de Murcia el 19 de octubre de 2019). (Región de Murcia, 2016)
20. "Monitorización y modelado de la calidad de aguas y estado ecológico del Mar Menor y prevención de impactos. Desarrollo de modelos numéricos para la caracterización hidrodinámica del Mar Menor". (Pérez-Ruzafa, 2017), Universidad de Murcia.
21. "Recomendaciones para las actuaciones para el acondicionamiento y mantenimiento de las playas en el Mar Menor tras las riadas de diciembre de 2016". (Pérez-Ruzafa, A.; Marcos Diego, C.; Marinos, Grupo de Investigación Ecología y ordenación de Ecosistemas, 2017), Universidad de Murcia.
22. "Evaluación del estado de conservación de las praderas de cymodocea nodosa en la laguna costera del Mar Menor 2014-2016". Fundación Biodiversidad, Anse e Instituto Español de Oceanografía. (VVAA, 2017)
23. "Informe sobre los aspectos de hidrología superficial recogidos en el decreto-Ley nº. 1/2017 y en las enmiendas presentadas por los Grupos parlamentarios Socialista, Podemos y Ciudadanos-Partido de la Ciudadanía- Informe promovido por la comunidad de regantes del Campo de Cartagena". (Martínez Álvarez, 2017). Universidad Politécnica de Cartagena.
24. "Manual de buenas prácticas ambientales en la protección y mantenimiento de las playas del mar Menor". (Región de Murcia, 2017)
25. "Protocolo de actuación en las tareas de limpieza y eliminación manual de vegetación flotante (OVA) en el entorno del Club Náutico de Los Nietos (T.M. de Cartagena)". (Región de Murcia, 2018)
26. "Proyecto básico de cinco balnearios en las playas de Punta Brava, Los Urrutias y Estrella del Mar". Región de Murcia y Tragsatec. (Iniеста Fernandez, 2018)



27. “Estrategia de Gestión Integrada de las zonas costeras en el Mar Menor y su entorno”. (Región de Murcia, 2018)
28. “Estrategia de gestión integrada de zonas costeras del sistema socio-ecológico del Mar Menor y su entorno. Estudio Ambiental Estratégico”. (Región de Murcia, 2018)
29. “Plan de ordenación, fomento y control de equipamientos y actividades en el ámbito marino del Mar Menor. Definición y análisis de condicionantes existentes”. (Región de Murcia, 2018)
30. “Ley 1/2018, de 7 de febrero de medidas urgentes para garantizar la sostenibilidad ambiental en el entorno del Mar Menor”. (Región de Murcia, 2018) (BOE de 19 de junio de 2018).
31. “Propuesta de la plataforma “Pacto por el Mar Menor” al Plan de Actuaciones en las playas del Mar Menor para compaginar su uso turístico con la recuperación ambiental”. (Plataforma Pacto por el Mar Menor, 2018)
32. “Informe de resultados de los ensayos de aspiración experimentales de sedimentos y arenas para la recuperación de los fondos marinos someros en los Alcázares, los Urrutias y los Nietos – Cartagena (Murcia)”. (Región de Murcia, 2018)
33. “Problemática de las playas del Mar Menor y diseño experimental de actuaciones para abordar la formación de secos con afecciones a las praderas de *Cymodocea nodosa* y de áreas de fango”. (Pérez Ruzafa, A., 2018), Universidad de Murcia
34. “Informe técnico relativo a los rendimientos del equipo de aspiración *watermaster* empleado en los ensayos de aspiración experimentales de sedimentos y arenas para la recuperación de los fondos marinos arenosos en el Mar Menor”. (Región de Murcia, 2018).
35. “Manual de buenas prácticas ambientales en la protección y regeneración de playas del Mar Menor”. (Región de Murcia y Universidad de Murcia, 2019).

Entre otros trabajos relacionados con la zona cabe nombrar algunos ya citados y otros de alto interés:

- (Barragán & García Sanabria, 2016). “Redacción de Estrategia de gestión Integrada de zonas costeras en el Mar Menor y su entorno”. Universidad de Cádiz y Atlántida para la Región de Murcia.
- (Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, 2017). “Informe integral sobre el estado ecológico del Mar Menor”. Región de Murcia.
- (Dirección General de Puertos y Costas, 1988). “Actuaciones en la Costa”. Secretaría General Técnica del MOPU.
- (Dirección General de Costas, 1993). “Recuperando la Costa”. Secretaría General Técnica. Ministerio de Obras Públicas del MOPT.
- (Grupo de Dinámica de Flujos Ambientales, Sección Marina. Universidad de Granada; Centro Andaluz de Medio Ambiente; Grupo de Hidrología e Hidráulica Agrícola, Universidad de Córdoba; Grupo de Oceanografía física, Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, 2007). “Una visión multidisciplinar para la gestión integral del Mar menor y su entorno”. Universidad de Granada, Universidad de Córdoba y Centro de Investigaciones Científicas para la Dirección General de Costas.



- Jefatura Regional de Costas y Puertos de Levante. (PIDU, 1977). “Plan indicativo de Usos del Dominio Público Litoral. Tramo de costa de la provincia de Murcia”. Dirección General de Puertos y Señales Marítimas, MOPU.
- Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU, 1985). “Política de Costas. Plan de Actuaciones 1983 – 1990”. Secretaría General Técnica. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- (IEO, 2016). “Mar Menor: una laguna singular y sensible. Evaluación científica de su estado”. Instituto Español de Oceanografía.
- (VVAA, 2016). “Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena. Documento inicial”. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Todos estos documentos están citados bibliográficamente en el Anejo I de este informe.

### 1.5 Estructura del informe técnico

Este informe técnico se ha dividido en los siguientes capítulos, junto al presente capítulo introductor:

#### 1ª PARTE:

**Capítulo 1:** Introducción; en este capítulo se describen los objetivos del Plan, sus antecedentes y actuaciones llevadas a cabo en la costa del Mar Menor y la Manga.

**Capítulo 2:** Dedicado a la descripción de la costa del Mar Menor y la Manga, tanto desde el punto de vista físico (plataforma costera, obras más importantes, playas, etc.) y sus condicionantes medioambientales.

#### 2ª PARTE:

**Capítulo 3:** Resumen del clima marítimo; oleaje, viento y corrientes generales de la zona.

**Capítulo 4:** Dedicado al comportamiento general y dinámica litoral de la costa.

**Capítulo 5:** Estudia los efectos del cambio climático en el Mar Menor: erosión debida al ascenso del nivel del mar y estudio de las zonas costeras potencialmente inundables.

**Capítulo 6:** Describe la evolución de las diversas playas de del Mar Menor y la Manga, tanto en el pasado como después de las actuaciones y transformaciones recientes.

#### 3ª PARTE:

**Capítulo 7:** Se describen los tipos de alternativas de actuación, sus condicionantes y ámbito, dependiendo del problema que se quiera resolver.

**Capítulo 8:** Presenta la propuesta de actuaciones en la zona exterior de la Manga del Mar Menor y en la zona interior del Mar Menor. Para ello, se han tenido en cuenta los problemas y posibles actuaciones descritas en los capítulos anteriores, así como las propuestas de otros estudios anteriores.

**Capítulo 9:** Trata de dar las pautas de actuación en el tiempo, priorizando las fases de realización.

**Capítulo 10:** Resumen y conclusiones del informe.



## 2. ANÁLISIS MORFOLÓGICO Y MEDIOAMBIENTAL DE LA COSTA DEL MAR MENOR

Este capítulo está dedicado a la caracterización física del Mar Menor y su entorno, al que se suma el estudio de los condicionantes medioambientales del entorno costero, la zonificación de la costa y sus sistemas litorales, las obras y las playas existentes en estos sistemas.

### 2.1 Descripción general del frente costero

El Mar Menor es una laguna litoral que se extiende desde la Punta de la Horadada, al norte, hasta el Cabo de Palos, al sur. La laguna se encuentra separada del mar Mediterráneo por una estrecha franja, originariamente de arena, conocida como La Manga (Figuras 2.1 y 2.2).

Su origen es conocido y ha sido muy estudiado, siendo distinto de otras lagunas litorales como la de Mar Chica, cerca de Melilla, cuyo cordón litoral se ha formado por flechas litorales de arena exclusivamente. En el comienzo la era terciaria (hace 66 millones de años) era una bahía abierta en la que iban depositándose sedimentos procedentes de las cuencas de los ríos que en ella desembocaban. Durante el periodo Minoico, en el Helveciense (hace 15 a 20 millones de años) se produjeron afloramientos de areniscas que forman la basa de la actual barra (CEDEX, 1979) que, ayudados por la actividad volcánica, formaron la restinga rocosa entre los dos extremos de la bahía, origen de La Manga, aflorando las islas como Grosa o Mayor. En el Plioceno (hace 3,6 a 5,3 millones de años) se fue recubriendo esta restinga por arenas, que han ido depositándose hasta no hace muchos años, formando primero playas y luego dunas, hoy desaparecidas en su mayoría bajo las urbanizaciones.

Durante el Pleistoceno (hace de 0,126 a 2,6 millones de años) se produjeron penetraciones marinas que provocaron depósitos de guijarros y arenas por movimiento eólico. A esta fase le sucedería una regresión marina. Durante el Holoceno se produce la transgresión flandriense, final del periodo glacial. Durante el intervalo desde 3600 a 1400 años a. C. se produce una velocidad de sedimentación de 30 mm/siglo que pasaría a 40 mm/siglo hace 1000 años (CEDEX, 1991).

A lo largo de todo el cuaternario, se configuró La Manga tal como se encuentra en su estado actual y el Mar Menor fue depósito de arenas y limos floculados procedentes de la planicie del campo de Cartagena. Mucho se ha especulado sobre la procedencia de las arenas que forman La Manga, pero no parece que pueda adjudicarse exclusivamente a la corriente sólida litoral (CEDEX, 1979); se considera que también han tenido un papel fundamental los vientos y el transporte eólico asociado, aunque este se encuentra actualmente interrumpido por la barrera que supone el urbanismo de la zona.

El estado que se encontraban hace pocos años el Mar Menor y La Manga puede considerarse que era similar al de era al comienzo de la época histórica. La primera mención de ella la contiene el poema "Ora Marítima" del romano Rufo Festos Avieno (siglo IV d. C.) que utilizó una descripción del siglo VI a. C. de un itinerario marítimo griego, marsellés. Que se refiere a ella como "Inmersa Palus" de la que dice era "una laguna, enorme por sus orillas" y la isla Grosa como "isla Strongile".

El Mar Menor, tiene una forma casi de triángulo isósceles (Figura 2.1), siendo la base La Manga de unos 23,7 km y los lados de 15,5 y 15,6 km. Está formado por las costas de la laguna (58 km de costa continental y 26,6 km en La Manga) y las costas del mar Mediterráneo, de casi 30 km entre la Punta de la Horadada y el Cabo de Palos. La orientación media de la costa de La Manga es de 168°, siendo las del litoral interior de 29° y 130°.

El mar Mediterráneo se encuentra unido con el Mar Menor por tres golas (Figura 2.2). La que está situada más al norte y antigua es la gola de la Caleta, que interiormente se ramifica en tres

brazos (el Ventorrillo, La Torre y el Charco). En el centro se halla la gola del Estacio y la que está situada más al sur y la más moderna es la gola de Marchamalo.



Figura 2.1: Dimensiones y direcciones principales del Mar Menor (Foto: Google Earth)

La Manga se estructura en cuatro tramos separados por varias puntas: el primer tramo discurre desde la punta de la Horadada hasta la punta de Algas, donde se abre la Caleta; el segundo tramo discurre entre la punta del Pudrimel y la punta del Cocedor, donde se encuentra la gola del Estacio; el tercer tramo es el más largo y discurre entre la punta del Cocedor y la punta de la Raja; finalmente, el cuarto tramo está limitado por la punta de la raja y el cabo de Palos, y en la mitad del tramo aproximadamente se encuentra la gola de Marchamalo.

Estos cuatro tramos son una playa casi continua, prácticamente recta en el primero de ellos con el puerto de San Pedro del Pinatar dispuesto casi en la mitad del tramo, interrumpiendo la dinámica litoral natural del tramo. El segundo tramo tiene forma cóncava muy pronunciada. Por último, el tercer y cuarto tramos tienen una forma suave cóncava aproximadamente continua, solamente interrumpida por la punta de la Raja que separa el tramo tercero del cuarto y la Gola de Marchamalo en el cuarto tramo.

En el interior, en el Mar Menor, existen cinco islas (Perdiguera, Mayor, Sujeto, Rondella y del Ciervo) y el islote de La Galera, todos ellos en el cuenco sur y de origen volcánico, (Figura 2.2). La Isla Mayor tiene una especie de apéndice en dirección sureste que parece se prolonga sumergido hasta la propia Manga, no conociendo su origen, que pudiera ser humano. En el exterior, cercano a La Manga y algo más al sur de la gola del Estacio se encuentra la isla Grosa, de origen volcánico, y junto a ella un islote conocido como El Farallón.

Los términos municipales que cubren el litoral del Mar Menor y sistema litoral exterior son, de norte a sur: Pilar de la Horadada, el único en la provincia de Alicante, San Pedro del Pinatar, San



Javier, Los Alcázares, que no tiene terreno en La Manga y Cartagena, el más extenso y que cubre el cuenco sur.



Figura 2.2: Accidentes geográficos, términos municipales y límites del Mar Menor y La Manga (Foto: MAPAMA)

Todo el litoral del Mar Menor y exterior de La Manga se halla fuertemente condicionado por la actividad humana que se asienta en el mismo o en su zona de influencia. De todas las actividades, la presión humana directa más importante es la urbana. Existen cinco núcleos urbanos importantes en la costa continental que son, de norte a sur: Santiago de la Ribera (t. m. de San Javier), Los Alcázares (t. m. de Los Alcázares), Punta Brava, Los Urrutias, y Los Nietos



(t.m. de Cartagena). También la costa de La Manga se encuentra fuertemente urbanizada, especialmente en los tramos tercero y cuarto, desde la punta del Cocedor hasta el cabo de Palos; el segundo tramo está medianamente urbanizado, destacando la urbanización “La Veneziola”, y el primero tramo está muy urbanizado en su zona norte, pero sin urbanizar en la zona sur, en el sector correspondiente al t.m. de San Pedro del Pinatar.

La presión y condicionantes medioambientales del Mar Menor se tratan de manera independiente en el siguiente apartado. Teniendo en cuenta la enorme cantidad de documentación existente en relación a este tipo de cuestiones en el ámbito del Mar Menor y La Manga, el siguiente apartado se centra en los condicionantes que estas presiones y las protecciones medioambientales ejercen sobre la dinámica litoral y las actuaciones que se quieran realizar sobre la costa.

## **2.2 Condicionantes medioambientales**

### **2.2.1 Nota preliminar**

“El Mar Menor es una unidad fisiográfica cuyas características ecológicas son específicas, extraordinariamente infrecuentes y muy sensibles a la actuación humana, de forma que el delicado equilibrio del ecosistema del Mar Menor sufre en la actualidad un grave riesgo de deterioro irreversible, tanto por la erosión inducida por los agentes naturales como por la degradación ambiental que supone la intervención del hombre[...] La creencia de que un uso arbitrario de esta comarca de nuestro país puede traducirse en una pérdida irreparable para todos, motiva básicamente la conveniencia de incorporar [...] un estudio ambiental del Mar Menor, cuyo objetivo fundamental sea soportar un conjunto de conclusiones conducentes hacia la máxima estabilización posible de las características ecológicas de estos lugares. Por otra parte estas conclusiones a su vez son la base para la instrumentación del conjunto de acciones y recomendaciones que se incorporan, respecto a este tema, a la previsión de usos genéricos e infraestructuras que forman parte del presente Plan Indicativo” (PIDU, 1977). Estas palabras fueron escritas hace más de 41 años en la publicación del entonces Ministerio de Obras Públicas que estudiaba la costa española y planteaba soluciones, alternativas de actuación, para los problemas que entonces tenía la costa. Pese al tiempo transcurrido y los cambios producidos en nuestro país desde entonces, estas palabras y el estudio ambiental a las que pertenecen son de plena actualidad y suscripción en esta Estrategia.

Este apartado se dedica a analizar las cuestiones medioambientales del Mar Menor y los condicionantes que de sus ecosistemas sobre cualquier actuación que se tenga que realizar en el futuro en este sistema litoral para preservar, mejorar y disfrutar el medio natural que proporciona el entorno del Mar Menor. Para ello, se ha dividido este apartado en cinco partes:

- Descripción medioambiental (apartado 2.2.2)
- Problemas medioambientales (apartado 2.2.3)
- Actuaciones medioambientales propuestas (apartado 2.2.4)
- Áreas y tipos de protección en el entorno del Mar Menor (apartado 2.2.5)
- Efectos sobre las actuaciones en la costa (apartado 2.2.6)

La caracterización ambiental ha requerido de estudios como el ya mencionado PIDU (PIDU, 1977), que incorpora un Estudio Ambiental del Mar Menor (pp. 83 a 93) en la Primera parte: Textos, y otros más recientes, citados anteriormente, entre los que se destacan los siguientes, ordenados por su fecha de publicación:

En 2011:



CEDEX

- “Estudio de alternativas de actuación en la Manga del Mar Menor, en el tramo de costa entre el puerto de San Pedro del Pinatar y el Cabo de Palos”; (IH Cantabria, 2011) (informe para la Dirección General de la Costa y el Mar).

En 2012:

- “Assessment of fish assemblages in coastal lagoon habitats: Effect of sampling”. (Franco, y otros, 2012); Estuarine, Coastal and Shelf Science 112 pp.115-125.

En 2016:

- “Redacción de Estrategia de gestión integrada de zonas costeras en el Mar Menor y su entorno”. Universidad de Cádiz y Atlántida para la Región de Murcia. (Barragán & García Sanabria, 2016)
- “Mar Menor: una laguna singular y sensible. Evaluación científica de su estado”. Instituto Español de Oceanografía. (IEO, 2016)
- Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena. Documento inicial”. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (MAPAMA, 2016)
- “Plan de Gestión Integral de los espacios protegidos del Mar Menor y franja litoral mediterránea de la Región de Murcia”. (Tres volúmenes, aprobado por el Consejo de Gobierno de la Región de Murcia el 19 de octubre de 2019). (Región de Murcia, 2016)

En 2017:

- “Informe integral sobre el estado ecológico del Mar Menor”. (Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, 2017), Región de Murcia.
- “Monitorización y modelado de la calidad de aguas y estado ecológico del Mar Menor y prevención de impactos. Desarrollo de modelos numéricos para la caracterización hidrodinámica del Mar Menor”. (Pérez-Ruzafa, 2017), Universidad de Murcia.

En 2018:

- “Estrategia de Gestión Integrada de las zonas costeras en el Mar Menor y su entorno”. (Región de Murcia, 2018).
- “Estrategia de gestión integrada de zonas costeras del sistema socio-ecológico del Mar Menor y su entorno. Estudio Ambiental Estratégico”. (Región de Murcia, 2018).
- “Plan de ordenación, fomento y control de equipamientos y actividades en el ámbito marino del Mar Menor. Definición y análisis de condicionantes existentes”. (Región de Murcia, 2018)

En 2019:

- “Manual de buenas prácticas ambientales en la protección y regeneración de playas del Mar Menor”. (Región de Murcia y Universidad de Murcia, 2019).

También se han analizado otros trabajos y artículos de prensa, que son:

- “El Mar Menor, al borde del colapso” de 7 de julio de 2016. Artículo de Raúl Limón en “El País”. (Limón, 2016)
- “Informe situación del Mar Menor y su entorno” de septiembre de 2016. (Grupo de Coordinación de Pacto por el Mar Menor, 2018)

- “El cuento de la maligna oposición que soñaba con algarrobos”. Artículo en el periódico “La Opinión de Murcia” de 25 de noviembre de 2017. (Roda, 2017)

Por último, se han tenido en cuenta diversos trabajos sobre las ramblas que desembocan en el Mar Menor citadas en el apartado 1.3 y en el Anejo I de este informe.

El objetivo final es conocer todos los condicionantes medioambientales que concurren en el sistema litoral del Mar Menor para diseñar una correcta política de actuaciones acorde con ellos, con el fin de respetar el carácter natural propio del entorno.

### 2.2.2 Descripción medioambiental

Para llevar a cabo este apartado se ha seguido la metodología del estudio ambiental del PIDU (1977) citado anteriormente, ya que sus objetivos son similares a los que se persigue en este Plan. Para ello, se han actualizado algunos de los datos contenidos en el PIDU y se han incorporado nuevos datos que presentan otros estudios más recientes.

Las tres principales zonas geográficas que componen el entorno del Mar Menor son, Figura 2.3, La Ribera, que forma la franja litoral continental en torno al Mar Menor y cuya altitud varía entre 0 y 40 m; la laguna interior (Mar Menor), que tiene una superficie aproximada de 170 km<sup>2</sup>; finalmente, La Manga, una estrecha franja de unos 23 km de longitud y 1300 m de anchura máxima (sin tener en cuenta los extremos, donde la anchura es significativamente mayor), formada por tierra y arena y apoyada sobre diferentes salientes rocosos, de origen volcánico.

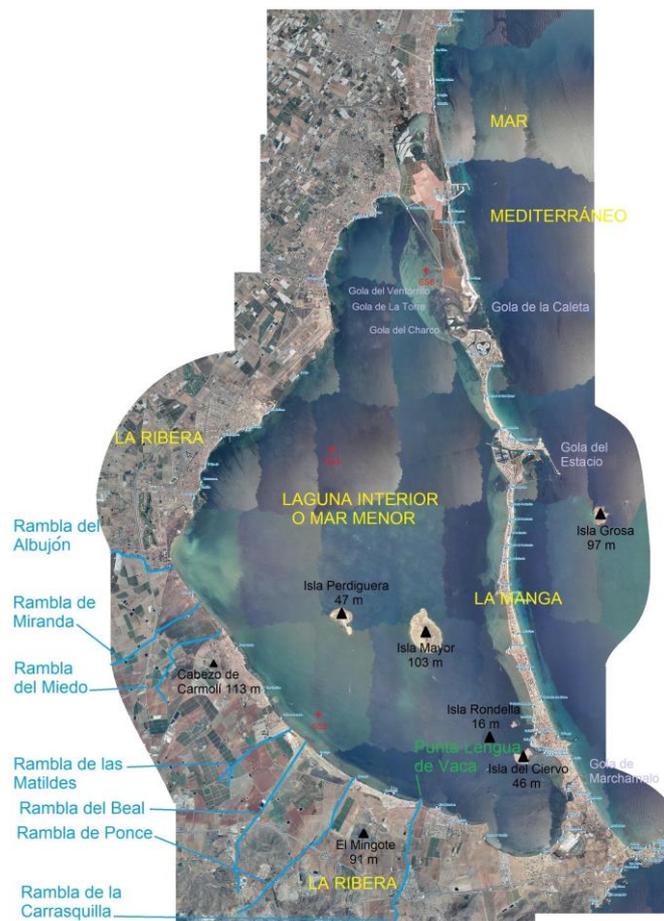


Figura 2.3: Descripción del medio físico del entorno del Mar Menor (Foto: MAPAMA)

El medio físico viene caracterizado por dos componentes, el medio inerte (medio abiótico) y el medio biológico, que se describen seguidamente.

### 2.2.2.1 Medio inerte o abiótico

Este medio está compuesto por dos elementos fundamentales: terrestre (sedimentario) y fluvial, que se describen en detalle a continuación.

#### 2.2.2.1.1 Medio terrestre

El Mar Menor es una laguna litoral que ocupa una depresión, con una profundidad máxima cercana a los 7 m, de la llanura diluvial costera cuyos accidentes de mayor importancia tienen origen volcánico y cuyas cimas más elevadas son, figura 2.3, el Carmolí, de 113 m de altitud y el Mingote, de 91 m. También las islas de origen volcánico que afloran en el Mar Menor lo hacen con una altitud similar, siendo la máxima elevación la de la isla Mayor, con 103 m. En mar Mediterráneo la isla Grosa tiene de 97 de altitud máxima.

El Mar Menor es una depresión con fondo bastante plano y pendientes muy suaves. Superficialmente está compuesto por sedimentos de fangos y limos, Figura 2.4, con una pequeña franja de arena alrededor de su borde litoral de unos 450 m de anchura en el borde sur que se reduce a unos 300 m en el sector suroeste (Los Urrutias y Los Nietos) y a 100 m en el borde noroeste (Santiago de la Ribera) y está prácticamente desapareciendo en la franja norte.

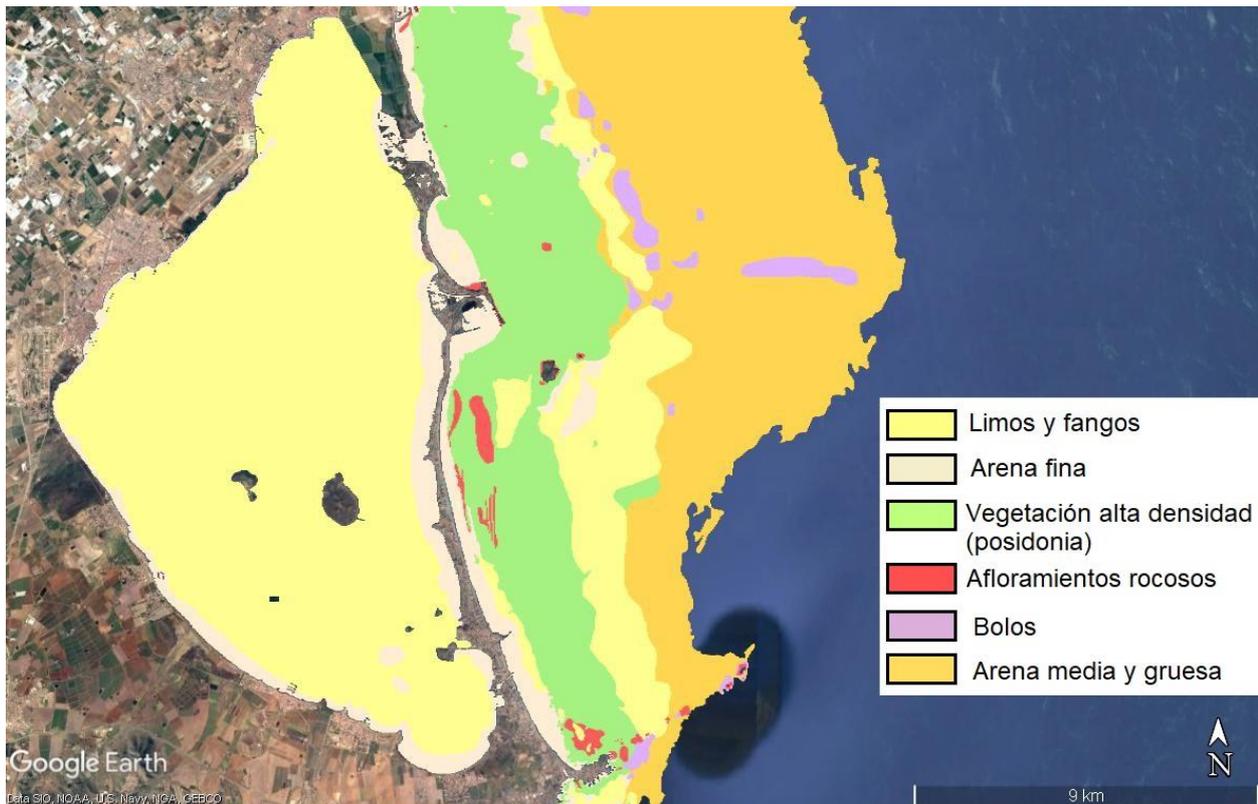


Figura 2.4: Naturaleza de los fondos superficiales en torno al Mar Menor (Foto: Google Earth, Fuente: MAPAMA-Ecocartografía, corregido)

El estudio sedimentológico que aporta el PIDU (1977) realizado entonces muestra la sucesión estratigráfica de estos sedimentos, de más a menos profundos:



- 1- Limo beige inferior, compacto y rígido.
- 2- Limo gris-arenoso, muy conchífero.
- 3- Limo pardo, plástico.
- 4- Limo negro superficial, fluido.

La velocidad de depósito de estos limos, entonces se estimaba en 30 cm/siglo, valor que recoge el estudio del CEDEX (CEDEX, 1991). El trabajo del Instituto Oceanográfico (IEO, 2016) recoge un exhaustivo estudio sedimentológico del Mar Menor de tres puntos de muestreo, figura 2.3, que se resumen en la figura 2.5 que se muestra a continuación. Según indica el “Informe integral sobre el estado ecológico del Mar Menor” (Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, 2017), los sedimentos del Mar Menor tienen cada vez mayores contenidos de materia orgánica, constatando con ello los datos que proporciona la tabla de la Figura 2.5.

Textura de suelos			Profundidad (cm)	Período de tiempo	Años	Eventos relevantes
SS 2	SS 3	SS 8				
			0-2	2000-2007	7	Aumento de las zonas urbanas y el turismo.
			2-5	1990-2000	10	Aumento de las zonas urbanas y el turismo.
			5-10	1973-1990	17	Dragado de laguna (1986) y ampliación del canal del Estacio (1974). Minería a cielo abierto. Aumento de zonas urbanas.
			10-15	1956-1973	17	Inicio de la minería a gran escala y la minería a cielo abierto. Aumento de las zonas urbanas y el turismo.
			15-20	1939-1956	17	No hay eventos relevantes
			20-25	1922-1939	17	No hay eventos relevantes
			25-30	1905-1922	17	No hay eventos relevantes
			30-35	1890-1905	15	1890 Aumento significativo de la tasa de sedimentación en el Mar Menor (de 4 a 30 cm cada 100 años).
			35-40	1765-1890	125	Aumento de cultivos y apertura de nuevos pozos para el riego de tierras. 1878 Dragado y apertura de canal de El Charco.
			40-45	1640-1765	125	1762 Dragado y apertura del canal Constancia.
			45-50	1515-1640	125	Deforestación y labranza de la tierra.
			50-55	1390-1515	125	Pastoreo y arado de tierras.

Procesos de Deposición	Procesos de transporte	Procesos de arrastre

Tabla 12.1. Evolución temporal de la dinámica sedimentaria en tres estaciones de muestreo de la laguna costera del Mar Menor, relacionando importantes eventos datados que afectaron al Mar Menor (Pérez-Ruzafa et al., 1987) con los resultados del análisis sedimentario.

Figura 2.5: Resumen de la evolución temporal de tres estaciones de muestreo de los sedimentos del Mar Menor (IEO, 2016)



Las fuentes sedimentarias más importantes del Mar Menor son los aportes de las diferentes ramblas (Figura 2.3), siendo especialmente activa la del Albuñón. También las golgas han sido históricamente fuentes de arena en la laguna y, más el transporte eólico que atravesaba La Manga y que en la actualidad está prácticamente desaparecido debido a la urbanización masiva de esta zona. Por último, las diferentes regeneraciones de playas con arena, donde en tiempos pasados no lo había han modificado también la situación actual de los fondos en el pasado más reciente.

Todos estos aportes han hecho en el apenas un siglo, el fondo de la laguna se haya reducido en prácticamente un metro lo que supondría una sedimentación y reducción de calado de 1 cm/año. Esta reducción de profundidad se ha puesto de manifiesto en anteriores trabajos (CEDEX, 1988) y (Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, 2017).

Los sedimentos del fondo de la plataforma interna del mar Mediterráneo, en el lado exterior de La Manga (ver Figura 2.4), muestran que junto a la línea de orilla existe una franja de arena variable entre 100 m y 900 m. La profundidad límite de esta franja se sitúa en la mayoría del frente en torno a 5 m, no alcanzando en ningún caso profundidades mayores de 10 m. A continuación, se abre una extensa franja de *Posidonia oceanica*, vegetación de alta densidad, de anchura variable situada entre 1500 y 3600 m, que alcanza la profundidad de hasta 30 m. Esta pradera de *P. oceanica* condiciona cualquier actuación que quiera realizarse en este frente costero.

#### 2.2.2.1.2 Medio fluvial

El Mar Menor no recibe ningún curso regular de agua dulce, que tan sólo entra mediante aportaciones intermitentes de las diversas ramblas que desembocan en la laguna, siendo de norte a sur las más importantes (Figura 2.3):

- Rambla del Albuñón
- Rambla Miranda
- Rambla del Miedo
- Rambla de las Matildes
- Rambla Beal
- Rambla Ponce
- Rambla Carrasquilla o Lengua de Vaca

Estas ramblas principales se pueden dividir en dos tipos dependiendo del nacimiento y recorrido (Martínez Menchón, 2007). El primer tipo corresponde a las ramblas que provienen del Campo de Cartagena (Albuñón, Miranda, del Miedo y de las Matildes), que drenan los campos de los excedentes de riego con una fuerte carga de fertilizantes y pesticidas.

La más activa de estas ramblas es la del Albuñón, por la que fluye agua casi continuamente, tiene una superficie de cuenca de 773 km<sup>2</sup> y aunque es un cauce de agua no permanente, en periodos de lluvia puede llevar un caudal significativo; aunque la presencia de agua procedente de la capa freática con altos contenidos de nitratos es frecuente en la actualidad. No obstante no tiene estación de aforos y, por tanto, no hay datos de su caudal (Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, 2017).

La serie de muestras de campo tomadas entre 2011 y 2016 indican que el agua que sale directamente al Mar Menor procedía en su mayor parte del vertido de salmuera procedente de desaladoras, con un importante contenido de nitratos (350 mg/l) habiéndose estimado a grosso modo el caudal en 300 l/s. En la figura 2.6 se muestra la distribución de nitratos en superficie del Mar Menor en 2007, donde se aprecia la influencia de la emisión de ellos a través de la rambla

de Albuñón, en su desembocadura se midieron concentraciones medias de 5,16 mg/l con puntas de 12,40 mg/l (Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, 2017).

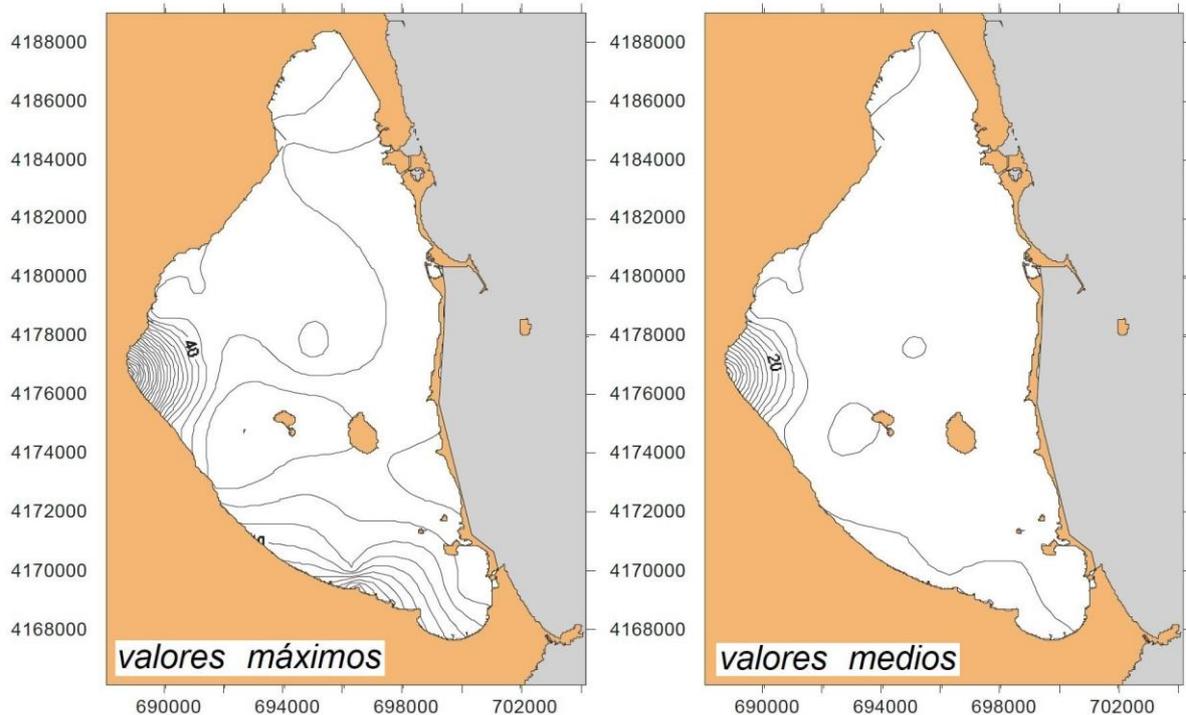


Figura 2.6: Distribución de nitratos ( $\text{NO}_3$ ) en superficie en el Mar Menor durante 2007 en micro moles/litro. Fuente:

El segundo grupo pertenece a las ramblas procedentes de la Sierra Minera de la Unión y son las ramblas del Beal, Ponce y Carrasquilla, que llevan el agua de escorrentía de zonas con depósitos mineros y son una potencial fuente de contaminación por metales pesados (Martínez Menchón, 2007).

La principal rambla de estas es la del Beal, de unos 8 km de longitud, que desemboca en la playa de Lo Poyo, al sur de Los Urrutias. Tiene un carácter muy irregular, asociado a regímenes torrenciales (Rodríguez, Millán, Álvarez, García, & Cardona, 2010) y cabe señalar el alto grado de concentraciones de metales pesados que en periodos torrenciales pueden ser arrastrados a la laguna (Martínez Menchón, 2007), (Rodríguez, Millán, Álvarez, García, & Cardona, 2010). Por otro lado, la rambla de la Carrasquilla desemboca entre la playa de Los Nietos y la de Islas Menores y ha sido objeto de estudio del estado medioambiental de su cauce (AYESA, 2010), dando un nivel de calidad ambiental "malo".

Debido a que los aportes desde las ramblas son pequeños, las características físico-químicas del agua del Mar Menor vienen determinadas por las aguas procedentes del mar Mediterráneo y que penetran en la laguna a través de sus tres golos, compensando el gradiente hidráulico entre ambas masas de agua y las pérdidas por evaporación, de unos 1500 mm/año (PIDU, 1977). Estas golos son, ordenadas de norte a sur:

- Gola de la Caleta o de las Encañizadas: que en el interior se subdivide en tres: golos del Ventorrillo, La Torre y el Charco
- Gola del Estacio



- Gola de Marchamalo o de la Constanca

La cantidad de agua que penetra desde el mar Mediterráneo y la capacidad de transferencia que tienen las golas determinan dos variables muy importantes del agua, como son la temperatura y la salinidad.

Esta transferencia de agua ha sido estudiada por López Castejón (López Castejón, 2017), que obtuvo los siguientes resultados del flujo anual en las golas, siendo positivo de entrada y negativo de salida al mar Mediterráneo:

- Gola de la Caleta (o Las Encañizadas): 113 Hm<sup>3</sup>/año
- Gola del Estacio: 69 Hm<sup>3</sup>/año
- Gola de Marchamalo: -171 Hm<sup>3</sup>/año (tras el dragado)

Los resultados mostraban no obstante una variabilidad del flujo total en el Mar Menor, en función las estaciones del año, como muestra la tabla 2.1.

Estación	Flujo en Hm <sup>3</sup> /año
Primavera	-24
Verano	-41
Otoño	92
Invierno	59

Esta diferencia de caudales entre estaciones se debe especialmente a las variaciones de la presión atmosférica (López Castejón, 2017) y, por tanto a los niveles de la superficie del agua en el interior de la laguna.

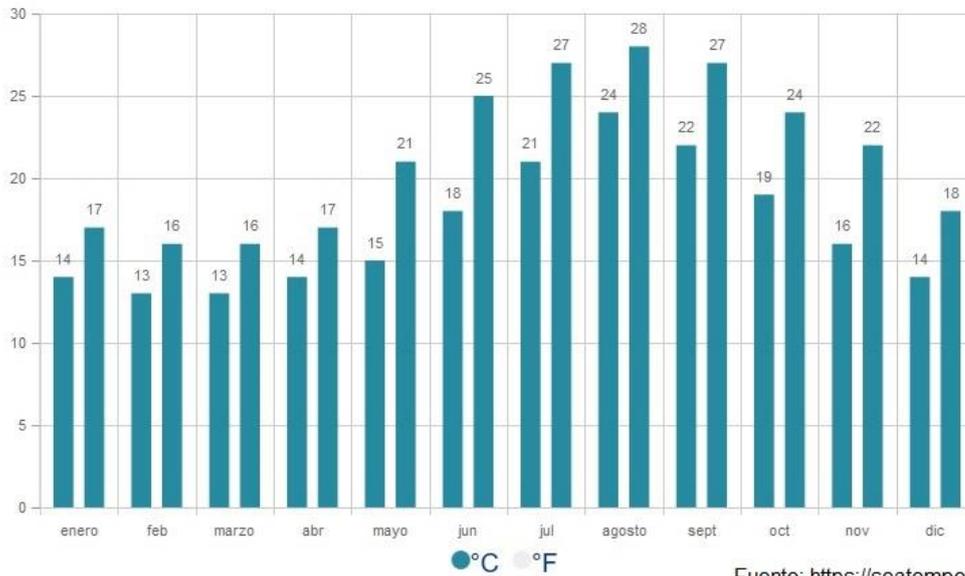
Con respecto a la temperatura, antes del ensanchamiento de la gola del Estacio en 1973 se situaba entre 6 y 30,5 °C. Tras las diversas actuaciones en las golas, la temperatura máxima en el Mar Menor ha descendido, como puede verse en la figura 2.7, que muestra la gráfica de temperaturas máximas y mínimas registradas por los satélites de la NOAA en el Mar Menor en los últimos años, en la que se observa que la temperatura media mensual máxima no ha sobrepasado los 28 °C (agosto) y la mínima no ha descendido de los 13 °C (meses de febrero y marzo).

Estos valores corroboran las predicciones del PIDU (1977) que indicaba que las temperaturas máximas del agua tenderían a descender para igualarse con las del mar Mediterráneo, mientras que las mínimas aumentarían. Por tanto, la mayor transferencia de agua de la laguna con el mar exterior tiende a igualar la temperatura del agua entre estas dos masas de agua.

Por lo que a la salinidad se refiere, en el estudio del PIDU (1977) se señalaba que variaba entre 47 y 53 partes por mil y se preveía una reducción de la misma debida a las alteraciones producidas en las golas. En efecto, los datos de la campaña llevada a cabo entre agosto de 2016 y marzo de 2017 muestran que los valores de este parámetro se habían reducido hasta situarse entre 40 y 47 PSU (panel superior izquierdo en la Figura 2.8).

Existe una página web ([www.canalmarmenor.es](http://www.canalmarmenor.es)) que posee dato de informes sobre todas estas variables físicas del agua, con seguimiento periódico de ellas.

Gráfico de la temperatura Min / Max del agua en Mar Menor



Fuente: <https://seatemperature.info>

Figura 2.7: Temperaturas máximas y mínimas del agua en superficie del Mar Menor en los últimos 10 años (Fuente: seatemperature.info)

## Estado del agua

Periodo de estudio  
02/08/2016 a 07/03/2017

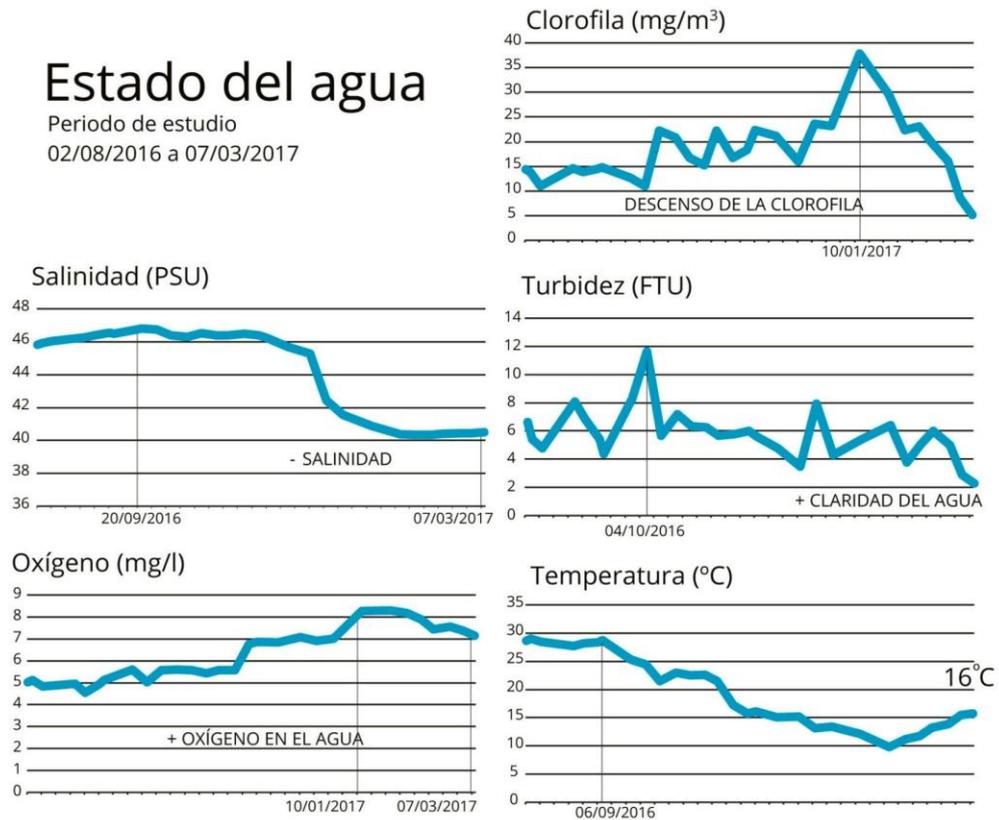


Figura 2.8: Valores de diversos parámetros del agua del Mar Menor en la campaña realizada entre agosto de 2016 y marzo de 2017 (Fuente: (La Verdad Murcia, s.f.)



### 2.2.2.2 Medio biótico

El medio biótico está constituido por dos grupos bien diferenciados: la flora, comunidades vegetales, y la fauna o comunidades animales. El efecto directo de cualquier actuación costera se produce sobre el primero de ellos, por lo que suelen ser el condicionante más importante, si bien el segundo también puede verse afectado por las transformaciones producidas sobre las aguas y el fondo marino. En este apartado, por tanto, únicamente se describen los principales rasgos de las comunidades vegetales.

El informe medioambiental del PIDU (1977) se refiere a la vegetación de dunas imperante entonces en La Manga, que estaba compuesta por *Lotus creticus*, *Ammophila arenaria* y *Crucianella marítima*. Lamentablemente, en la actualidad quedan pocos focos donde puedan existir estas comunidades (en la zona norte desde la gola de la Caleta, y en áreas dispersas pequeñas de la zona centro). El resto de la franja litoral está dominada por las zonas urbanizadas con algún tramo de cultivo de poca importancia como condicionante para las actuaciones en la costa.

Mucho más importante en el contexto de este Plan es la flora subacuática, tanto la del Mar Menor como la del mar Mediterráneo. Para su descripción se ha seguido la metodología que indican los trabajos de la Universidad de Cantabria y el CEDEX (1988), cuyo Anejo contiene el informe de la Universidad de Murcia:

“Caracterización física y biológica de los fondos del Mar Menor con vistas a una posible utilización de sedimentos en la regeneración de sus playas, y seguimiento de los cambios que dicha utilización pueda producir en las comunidades bentónicas”. Autores: Gilabert Cervera J, Guillén Nieto JE, Marcos Diego C, Marín Atucha A, Martínez Inglés AM, Pérez Ruzafa A y Terrados J. (CEDEX, 1988)

También, el Instituto Español de Oceanografía (IEO) posee datos actualizados a 2015 de la naturaleza de los fondos marinos ([www.IEO.es](http://www.IEO.es)).

La caracterización de la flora subacuática se realiza por separado en las plataformas del mar Mediterráneo y del Mar Menor, ya que sus condicionantes físicos y geográficos las hacen muy diferentes, tal como se aprecia en la Figura 2.9.

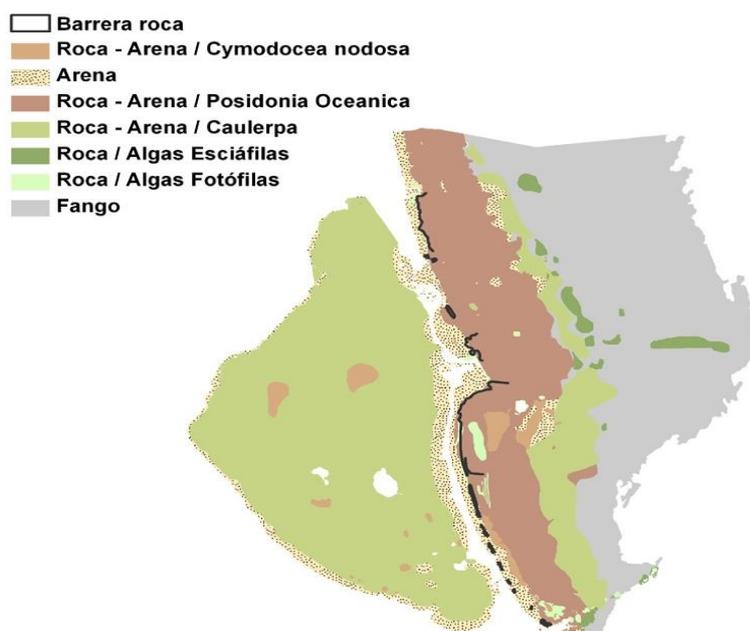
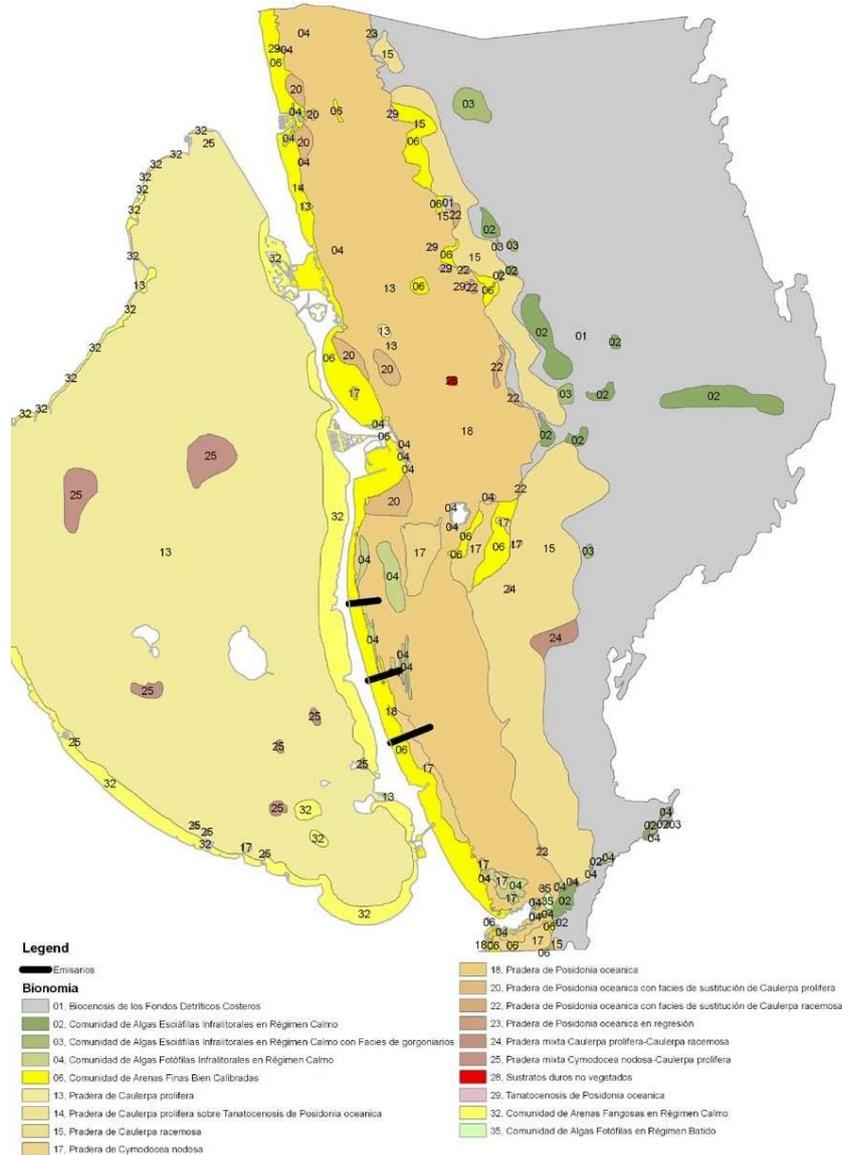


Figura 2.9: Geomorfología y flora asociada en el Mar Menor (Fuente: Universidad de Cantabria, 2011)

2.2.2.2.1 Flora subacuática de la plataforma exterior de La Manga

Como se ha indicado al tratar del medio terrestre (apartado 2.2.2.1.1), la plataforma interna de La Manga está compuesta por arena en su zona más somera (hasta los 7 m de profundidad) y su en límite inferior aparece una serie de alineaciones rocosas en su mayor parte, para dar paso a una zona de arena y rocas vegetada por *Posidonia oceanica* hasta una profundidad entre 25 y 30 m. A partir de esta profundidad aparece una zona de *Caulerpa prolifera* o *Caulerpa racemosa* hasta una profundidad media de 40 m, con algunas áreas de algas (Figura 2.10). Por tanto, básicamente pueden distinguirse dos tipos de zonas, una con predominancia de fanerógamas (*Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*) que colonizan fondos blandos, y otra en la que predominan las algas. La Figura 2.10 muestra los resultados de biocenosis tanto en el mar Mediterráneo como en el Mar Menor de la Ecocartografía de la costa de Murcia (MITECO, s.f.).





*Figura 2.10: Mapa de la biocenosis de los fondos del Mar Menor y plataforma exterior de la Manga  
(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008)*

#### 2.2.2.2.2 Flora subacuática del Mar Menor

El excelente estudio medioambiental del Mar Menor que contiene el PIDU (1977) no trata de la flora y vegetación de los fondos de la laguna, por lo que es complicado conocer cómo ha evolucionado desde entonces hasta la actualidad. Para conocer la caracterización de la flora subacuática del Mar Menor hay que acudir al informe CEDEX (1988), que incluye el informe de la Universidad de Murcia ya reseñado y que muestra la cartografía de la biocenosis, figura 2.11.

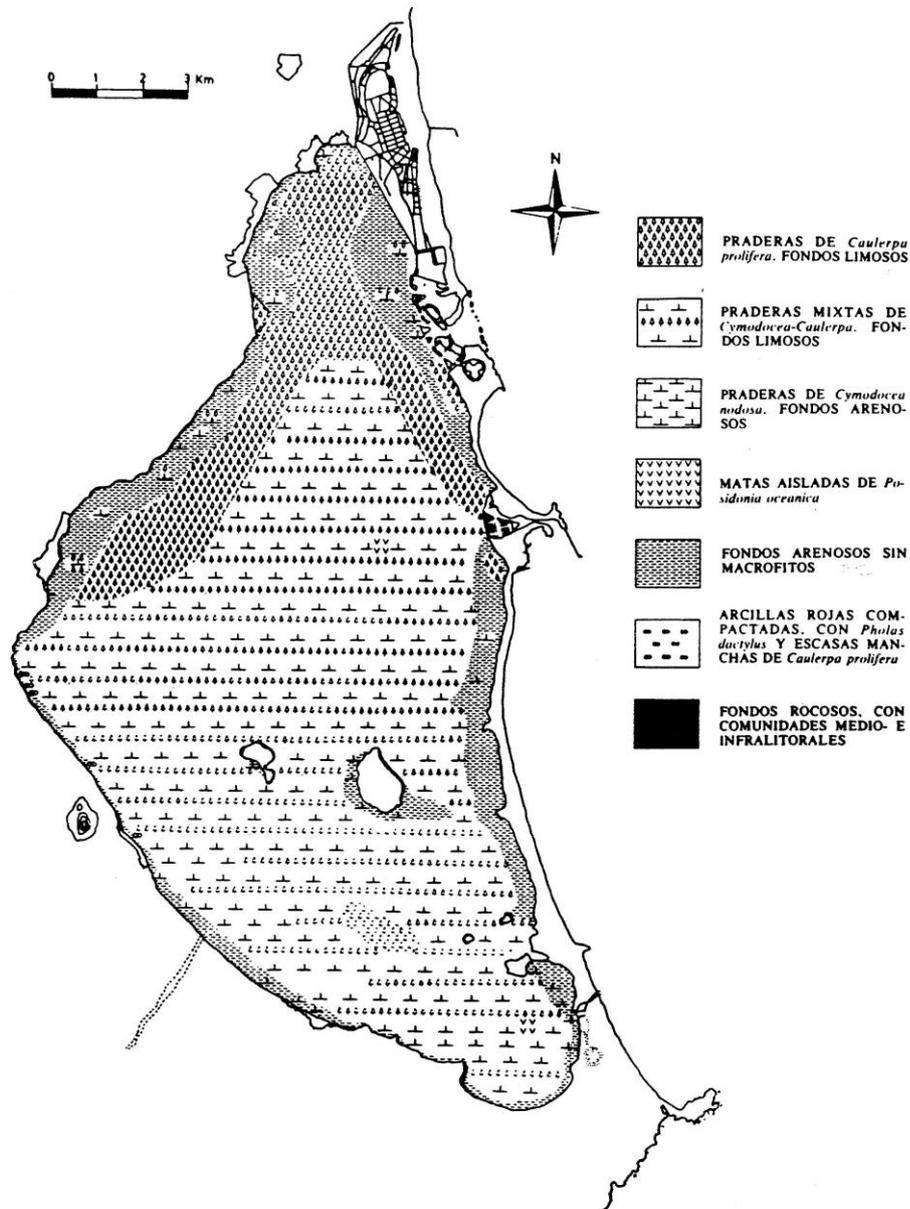


Fig. 13.- Cartografía bionómica del Mar Menor.

Figura 2.11: Mapa biocenosis de los fondos del Mar Menor en 1987 (Fuente: (CEDEX, 1988))

En la figura 2.11 se puede observar que las praderas de *Caulerpa prolifera* colonizaban la zona norte de la laguna, dando paso más hacia el sur a praderas mixtas *Cymodocea nodosa* y *Caulerpa prolifera*.

La *Posidonia oceanica* solamente aparece entonces en pequeñas matas frente a la gola del Estacio, en el centro de la laguna, aunque actualmente está desaparecida, principalmente por el cambio de composición y temperatura del agua de la laguna debido a la apertura de las golas,

canal del Estacio y aumento de vertido de aguas residuales y contaminantes procedentes de zonas agrícolas (IH Cantabria, 2011).

El mapa actualizado de (Franco, y otros, 2012), Figura 2.13, corrobora este cambio en la vegetación subacuática del Mar Menor.

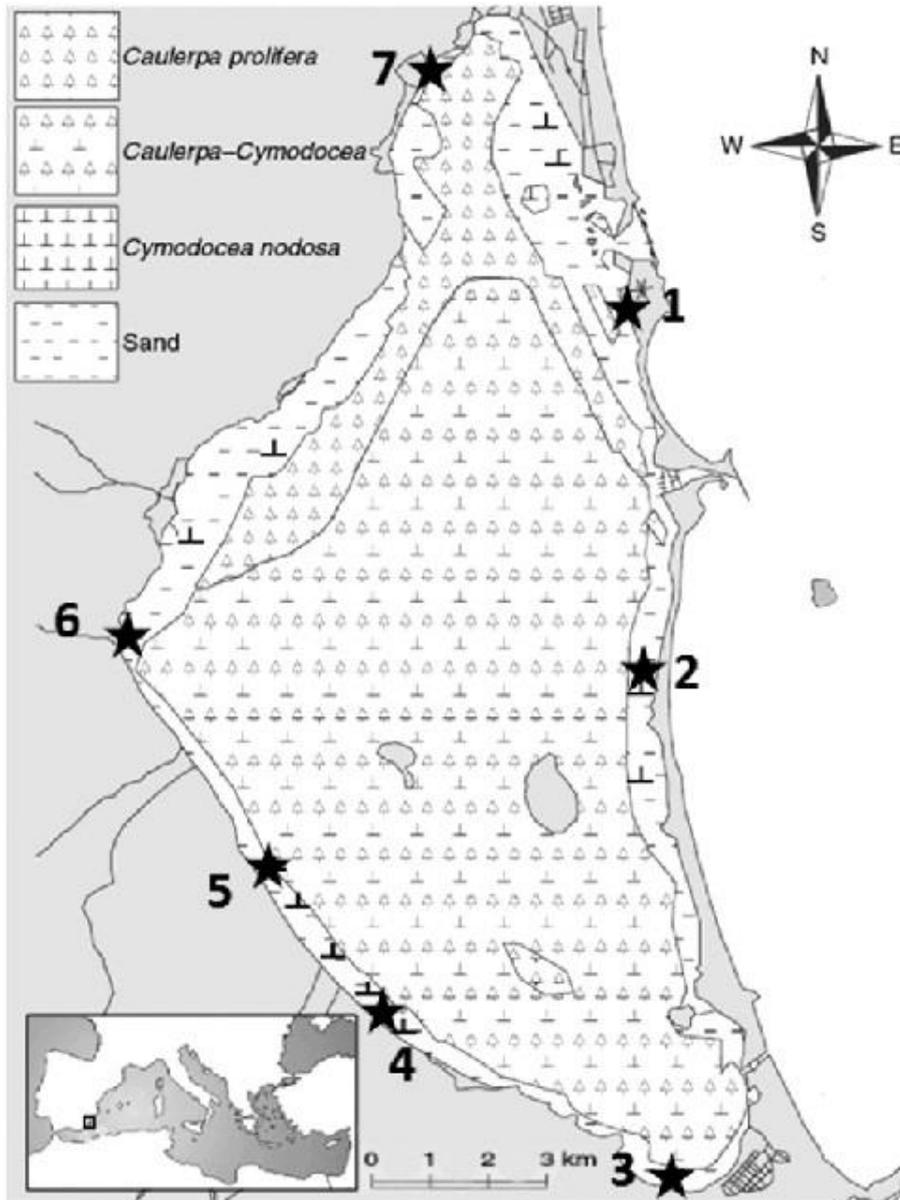


Figura 2.13 Mapa biocenosis de los fondos del Mar Menor y lugares de tomas de muestras (Fuente: (Franco, y otros, 2012))

(Martínez Menchón, 2007), señala que el proceso de eutrofización debido a la gran entrada de fósforo y nitratos ha favorecido el crecimiento de especies de medusas. Asimismo, indica que en los años 70 del siglo XX predominaba la fanerógama *Cymodocea nodosa*, pero las diversas transformaciones llevadas a cabo en la laguna produjeron un aumento de la microalga *Caulerpa prolifera*, reduciéndose considerablemente la zona de *Cymodocea nodosa*.



### **2.2.3 Problemas medioambientales**

Los problemas medioambientales del Mar Menor y su entorno son los que ocupan el primer lugar entre las preocupaciones de las autoridades y la población y son, por tanto, los principales condicionantes de cualquier actuación costera que se plantee. Por ello, el conocimiento e identificación de sus principales factores es imprescindible. Este análisis se ha realizado secuencialmente, identificando los agentes intervinientes en el sistema del Mar Menor, describiendo las principales presiones ejercidas por estos agentes y estudiando su variación reciente, y, finalmente, analizando las degradaciones que se han producido tanto en el sistema terrestre como en el marino.

De manera similar a como se ha realizado en el apartado 2.2.2, en este informe se ha seguido una metodología semejante a la aplicada en el PIDU (1977) ya que, más de 40 años después, tiene objetivos similares a los del presente Plan.

#### 2.2.3.1 Agentes y presiones en el sistema medioambiental del Mar Menor

Dentro del conjunto de agentes que intervienen en el sistema ambiental del Mar Menor, son los producidos por la actividad humana son los que provocan las presiones y alteraciones de mayor importancia. Por ello, estas actividades humanas son las únicas que se han considerado en este apartado.

Siguen estando vigentes los diferentes aspectos de la actividad humana que intervienen en la evolución ambiental enumerados en el PIDU (1977):

- Incremento de la población: Fija y flotante (turística)
- Actividad minera
- Incremento de zonas urbanas
- Actividad agraria
- Actividad pesquera
- Motorización terrestre y marítima

Toda esta actividad ha hecho que se produzcan presiones sobre el sistema natural del Mar Menor de tal manera que, paralelamente al aumento de la población, dicho sistema natural se ha reducido o degradado de manera irreversible. Este hecho, siguiendo las tesis de los servicios ecosistémicos, no es sostenible, pues uno necesita del otro, y más en el caso del Mar Menor, donde una proporción importante de las actividades humanas reside en la llegada de turistas. Así, determinadas actividades necesitan de la conservación del medio natural para subsistir, si bien la misma actividad hace que el medio natural desaparezca, se contamine o degrade ambientalmente, disminuyendo sus posibilidades de explotación.

En resumen, se pueden considerar las siguientes presiones sobre el Mar Menor y La Manga, algunas de las cuales (las presiones puntuales) se señalan en la Figura 2.14 mientras que otras son más difusas:

- Entrada de agua del mar Mediterráneo, realizada históricamente y que ha producido cambios en las características del agua que afectan al ecosistema natural.
- Incremento de la superficie urbana en el litoral, que no permite las conexiones entre elementos naturales del sistema, reduce el resto de las unidades ambientales (por ocupación del territorio) y aumenta los vertidos y otros efectos propios de las actividades realizadas en dicha superficie.



- La actividad agraria ha creado una fuerte presión, especialmente en lo referente a vertidos y contaminación de acuíferos; pero también hay que considerar la reducción de otras unidades ambientales (ocupación del territorio).
- La actividad náutica, en especial la deportiva o de recreo, produce una presión en el sistema en diversas vertientes, como por ejemplo por el vertido de hidrocarburos y otros residuos, acústica, etc. siendo de especial sensibilidad todos aquellos fondeaderos no regulados. Además, promueve el desarrollo de puertos deportivos y obliga a mantener las condiciones de navegabilidad en los canales y golgas que unen la laguna interior con el mar Mediterráneo, alterando las características físico-químicas de la primera (ver apartado 2.2.2).
- Aun no existiendo en la actualidad actividad minera, la falta de tratamiento de las cuencas y ramblas mineras (Beal, Ponce y Carrasquilla) hace que, de cara al impacto producido por los vertidos, haya que suponerlas activas.

#### 2.2.3.1.1 Variación de la presión provocada por las actividades humanas

Antes de entrar en la variación de las distintas presiones ejercidas sobre el sistema y sobre sus unidades ambientales, hay que definir estas últimas, para lo cual se ha tomado la definición de unidad ambiental del PIDU (1977): “aquella superficie del terreno que tiene unas características físicas y biológicas suficientemente estables y homogéneas”. El propio PIDU (1977) identifica nueve unidades terrestres, que son: 1) Pinar de Pino Carrasco; 2) Matorral psamófilo; 3) Matorral halófilo sobre solontchaks, con dominio carrizo; 4) Matorral halófilo sobre solontchaks, con dominio de salicornia; 5) Matorral xerófilo, con palmito; 6) Tierra de cultivo; 7) Suelos desprovistos de vegetación; 8) Salinas; 9) Suelo urbanizado.

Los condicionantes evolutivos de estas unidades ambientales son los agentes indicados anteriormente (PIDU, 1977), que se analizan a continuación.

#### 2.2.3.1.2 Incremento de la población: Fija y flotante (turística)

La evolución que se ha producido en la población flotante en torno al Mar Menor se puede determinar por los datos que da el PIDU (1977) que son: En 1971, 59.400 personas y en 1976 pasa a 93.800 personas.

Para conocer la evolución de la oferta turística se muestran datos del Atlas Global de la Región de Murcia<sup>1</sup> (Atlas de Murcia, s.f.), Figura 2.15.

---

<sup>1</sup> “Cartagena-Mar Menor. Capítulo IV. La organización del territorio: las comarcas”. Fuente: Varios Autores (2007). “Atlas Global de la Región de Murcia”. La Verdad de Murcia.

<http://www.atlasdemurcia.com/index.php/secciones/8/comarca-de-cartagena-mar-menor>;

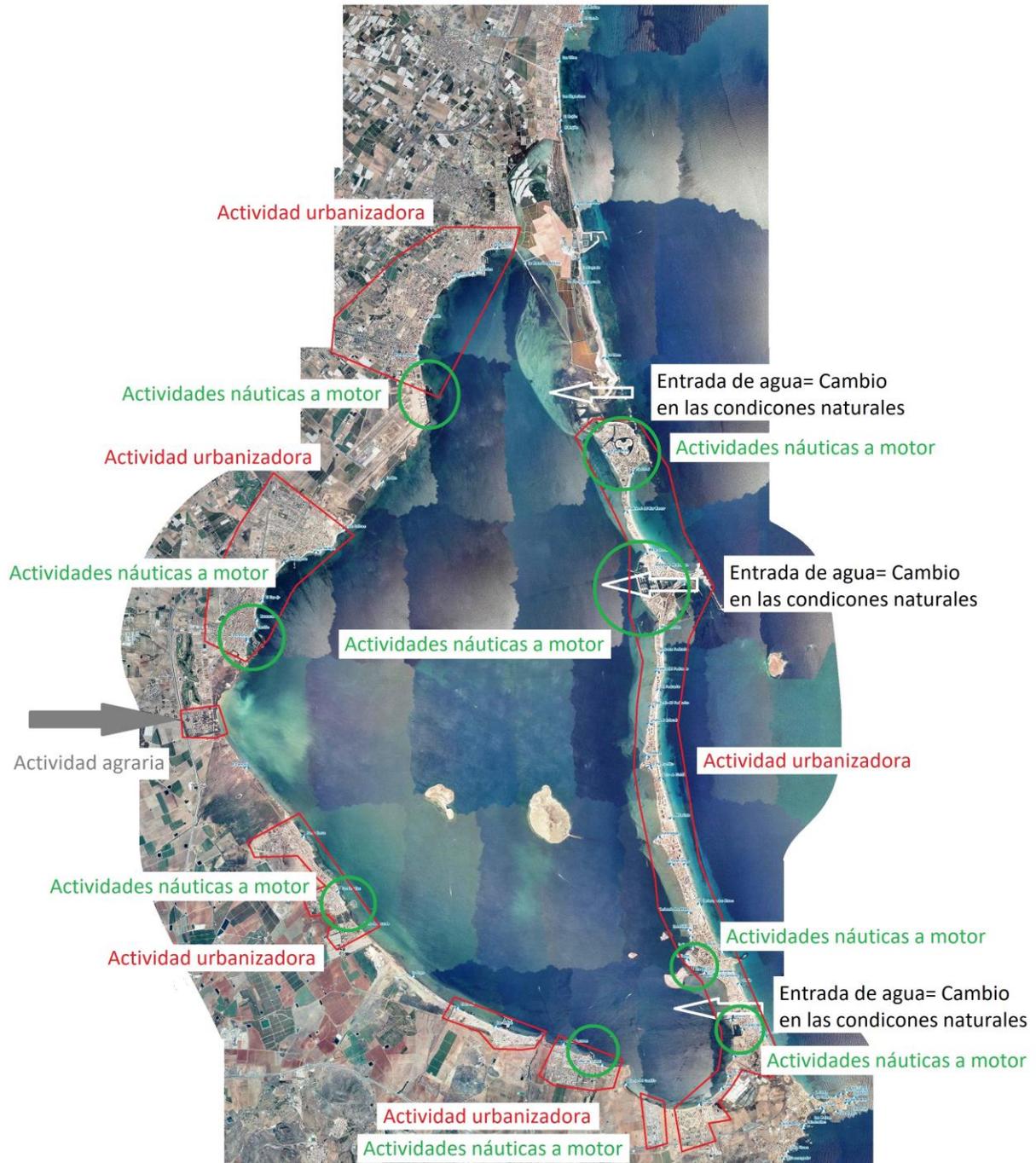


Figura 2.14: Presiones sobre el sistema litoral del Mar Menor (Foto: MAPAMA)



TABLA 7: LA OFERTA TURÍSTICA EN EL MAR MENOR

Municipio	Población 2005	Plazas probables en vivienda turística y segunda residencia	Plazas en hoteles, hostales, apartamentos declarados y camping	Total plazas	% de oferta residencial sobre el total
Cartagena	203.945	124.520	16.953	141.473	88,0
San Javier	26.337	73.477	6.673	80.150	91,7
San Pedro	19.666	48.723	1.001	49.724	98,0
Los Alcázares	12.264	34.479	1.427	35.906	96,0
TOTAL	262.212	281.199	26.054	307.253	91,5

Figura 2.15: Población flotante en el Mar Menor en 2005 (La Verdad Murcia, s.f.)

El crecimiento en La Manga ha sido aún más espectacular, como se aprecia en la gráfica de la figura 2.16; 320% entre 1970 y 2010, y del 564% entre 1960 y 2017.

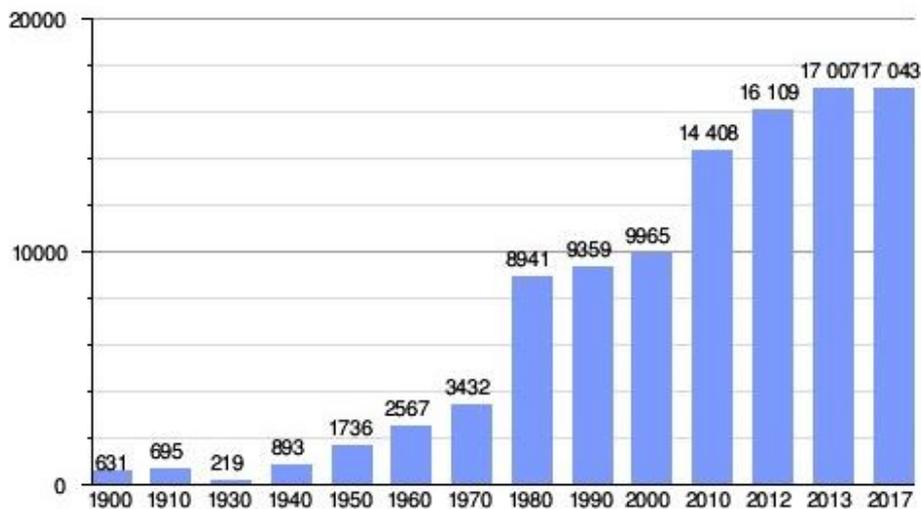


Figura 2.16: Evolución de la población en La Manga del Mar Menor (Fuente: Wikipedia)

Los datos anteriores podrían completarse con los oficiales de población que posee el Instituto Nacional de Estadística (INE, [www.ine.es](http://www.ine.es)); si bien, los anteriores son suficientes para corroborar las grandes transformaciones poblacionales que se ha producido en esta franja litoral a lo largo del tiempo.

#### 2.2.3.1.3 Actividad minera

La actividad minera en la Sierra de Cartagena procede de la antigüedad y fue muy importante hasta la primera mitad del siglo XX. Posteriormente ha ido reduciéndose, en especial con las crisis económicas de los años 70 del pasado siglo en España, cesando toda actividad en 1991. Pese a ello, en el terreno ocupado por estas explotaciones han quedado una gran cantidad de residuos, que pueden ser arrastrados cuando la rambla esta activa en épocas de lluvia. Cuando estas lluvias son torrenciales, las aguas transportan residuos procedentes de la erosión de suelos mineros abandonados que se depositan en el interior del Mar Menor (Martínez Menchón, 2007).

La rambla más afectada por esta circunstancia es la del Beal, que ha sido objeto de diversos estudios que cita Martínez Menchón (2007) o el más reciente de Rodríguez *et al.* (2010). En menor medida se encuentran la rambla de Ponce y la rambla de la Carrasquilla, de la que se realizó un estudio del estado medioambiental, llegando a la conclusión que su nivel de calidad ambiental era malo (AYESA, 2010).

#### 2.2.3.1.4 Incremento de zonas urbanas

La actividad urbanizadora viene de la mano del aumento de la población fija y, en especial, flotante. La Figura 2.14 muestra la actividad urbanizadora en el entorno del Mar Menor, y pone en evidencia el condicionante tan grande que supone esta unidad. La evolución del uso urbano de la zona costera se muestra en la Figura 2.17, donde se aprecia el crecimiento que se ha ido produciendo del uso urbano en una franja costera de 150 m de anchura.

Tanto el incremento de población como de actividad urbanizadora son elementos de presión sobre el ecosistema del Mar Menor ya que las exigencias de servicio aumentan y como así lo hace el incremento de residuos que se vierten directa o indirectamente sobre la laguna.

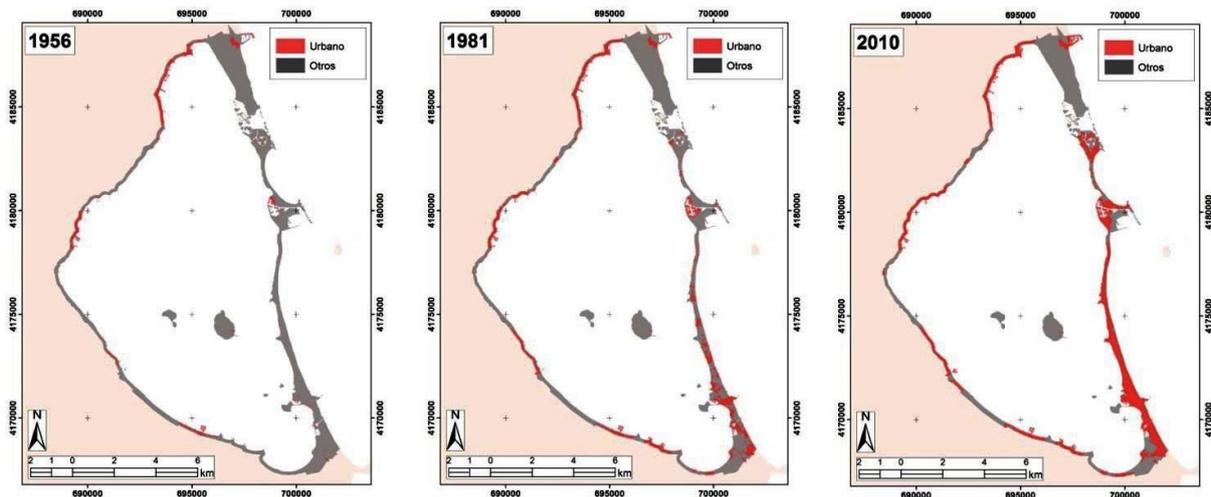


Figura 2.17: Evolución del uso urbano de la franja costera de 150 m del Mar Menor (Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, 2017)

Existen tuberías de abastecimiento y saneamiento en numerosos tramos de playas de La Manga del Mar Menor. Las escorrentías procedentes de los núcleos urbanos, que no disponen de redes pluviales adecuadamente dimensionadas provocan erosiones en playas. Las redes de saneamiento son deficientes y algunas viviendas y urbanizaciones no tienen conexión a la red.

#### 2.2.3.1.5 Actividad agraria

Según se indica en el estudio medioambiental del PIDU (1977), el trasvase Tajo-Segura preveía transformar en regadío unas 70 000 Ha de un total de 86 700. Si se recurre al estudio citado de La Verdad de Murcia, Figura 2.18, se aprecia que el crecimiento ha sido espectacular desde 1961 hasta 2003.



TABLA 2: EVOLUCIÓN DEL REGADÍO EN LA COMARCA DE CARTAGENA

	1961	1979	1999	2003	Diferencia 1961/2003	
					Hectáreas	%
Cartagena	2.226	5.642	13.658	13.658	11.432	513
Fuente Álamo	760	1.281	1.767	2.649	1.889	248
San Javier	1.342	1.248	3.826	3.826	2.484	185
San Pedro de Pinatar	163	1.659	1.411	1.411	1.248	765
Torre Pacheco	559	4.565	14.623	15.353	14.794	2.646
La Unión	37	1:6	399	399	362	978
COMARCA	5.087	14.5 1	35.684	37.296	32.209	633
REGIÓN DE MURCIA	70.702	123.137	190.689	193.907	123.205	174

Figura 2.18: Evolución de regadíos en la comarca de Cartagena entre 1961 y 2003 (Fuente: La Verdad de Murcia, 2007)

La actividad agraria y su transformación de secano a regadío han hecho proliferar las estaciones depuradoras, Figura 2.19, de las que al menos cuatro vierten al Mar Menor a través de las ramblas.

TABLA 3: RED DE DEPURADORAS DE ESAMUR EN EL CAMPO DE CARTAGENA

Depuradora	Población abastecida	Capacidad actual (m <sup>3</sup> /año)	Tecnología	Cauce receptor	Uso	Aglomeración urbana	Municipio
Mar Menor	28.994	3.537.316	Fangos activos. Aireación prolongada	Mar Mediterráneo	-	Mar Menor	Cartagena, San Javier
S. Pedro	28.949	4.295.454	Tratamiento primario	Mar Mediterráneo	-	San Pedro del Pinatar	San Pedro del Pinatar
San Javier	23.512	3.091.762	Lagunaje	-	Riego	San Javier	San Javier
Dolores	2.379	134.322	Tratamiento primario	-	Riego	Dolores	Torre Pacheco
San Cayetano	585	60.024	"	-	Riego	San Cayetano	Torre Pacheco
Los Alcázares	19.761	3.499.547	Lagunaje	Rambla del Albuñón	Riego	Los Alcázares	Los Alcázares
El Algar-Los Urrutias	10.846	678.595	Lagunaje	Rambla del Miedo	-	El Algar	Cartagena
Santa Rosalía	79	15.006	Tratamiento primario	-	Riego	Santa Rosalía	Torre Pacheco
La Unión	15.325	780.845	Fangos activos. Aireación prolongada.	Rambla del Miedo	Riego	La Unión	La Unión
Portmán	1.121	77.902	"	Mar Mediterráneo	-	Portmán	La Unión
Balsicas	4.444	185.196	Tratamiento primario	-	Riego	Balsicas	Torre Pacheco
Torre Pacheco	33.486	1.660.000	Fangos activos. Aireación prolongada	Rambla del Albuñón	Riego	Torre Pacheco	Torre Pacheco
Cabezo Beaza	117.355	9.106.437	Fangos activos. Convencional	-	Riego	Cartagena	Cartagena
Roldán	13.157	323.178	Tratamiento primario	-	Riego	Roldán	Torre Pacheco
El Jimenado	1.440	83.350	"	-	Riego	El Jimenado	Torre Pacheco
Fuente Álamo	-	-	"	-	-	Fuente Álamo	Fuente Álamo

Figura 2.19: Estaciones depuradoras en el Campo de Cartagena (Fuente: La Verdad de Murcia, 2007)



El aumento de zonas de regadío en el Campo de Cartagena ha hecho que se produjera un crecimiento de la entrada de nitratos y fosforo en las aguas del Mar Menor que Martínez Mechón (2007) cifraba en 2000 t y 60 t respectivamente, lo que favorece un proceso de eutrofización de sus aguas, con incremento de especies de medusas que provoca la realización de planes anuales contra ellas, cara a la actividad turística. También ha favorecido el crecimiento de micro algas *Caulerpa prolifera* en detrimento de la fanerógama *Cymodocea nodosa* (Martínez Menchón, 2007).

La nueva Ley 1/2018 de 7 de febrero, de la Región de Murcia, de medidas urgentes para garantizar la sostenibilidad ambiental en el entorno del Mar Menor, va encaminada a reducir estas transformaciones y presiones que la agricultura ejerce sobre el ecosistema del Mar Menor, y como indica su Artículo 1º, "...tiene por objeto la adopción de medidas urgentes para la ordenación y sostenibilidad de las actividades agrarias y garantizar su aplicación en el entorno del Mar Menor y la protección de sus recursos naturales, mediante la eliminación o reducción de las afecciones provocadas por vertidos, arrastres de sedimentos y cualesquiera otros elementos que puedan contener contaminantes perjudiciales para la recuperación de su estado ecológico". En dicha ley se regulan las medidas ambientales en la explotación agraria, además del control y eliminación de vertidos procedentes de zonas urbanas y pluviales. Esta actividad legislativa se encuadra dentro del objetivo del Vertido Cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena, que llevan a cabo distintas administraciones en el ejercicio de sus competencias.

#### 2.2.3.1.6 Actividad pesquera

La actividad pesquera no parece que haya afectado al medioambiente, puesto que es una actividad tradicional que puede haber cambiado los tipos de especies capturadas según se hayan adaptado a las condiciones nuevas del agua del Mar Menor. No obstante, sí podría ser una de las afectadas por la degradación medioambiental de la laguna.

#### 2.2.3.1.7 Motorización terrestre y marítima

El incremento de embarcaciones de recreo a motor en los últimos 40 años ha sido significativo. Entonces, por ejemplo, cinco de los puertos deportivos - Los Nietos, Islas Menores, Los Alcázares, La Manga y Dos Mares - tenían 225 amarres (PIDU, 1977). En la actualidad, solamente el puerto deportivo de Tomás Maestre tiene 1800 amarres.

Según el inventario que contiene el "Plan de ordenación, fomento y control de equipamientos y actividades en el ámbito marino del Mar Menor. Definición y análisis de condicionantes existentes" (Región de Murcia, 2018) el número de instalaciones para embarcaciones (a motor o no) son las siguientes:

Fondeaderos (2353 embarcaciones en la laguna):

- Autorizados 1
- No regularizados 55

Puertos deportivos:

- Puertos deportivos: 4
- Clubes Náuticos: 11

Rampas:

- En uso: 3
- Aprobadas: 4

Esto supone la existencia de un fondeadero cada 1 km de costa, un puerto deportivo cada 5 km de costa y una rampa cada 10 km. Actualmente, ninguno de los fondeaderos está autorizado,



aunque existen dos de ellos, La Puntica en San Pedro del Pinatar y El Atalayón en San Javier, que se encuentran en estado de tramitación de los correspondientes expedientes de concesión.

La consecuencia de esta actividad náutica es una notable elevación de hidrocarburos en el agua y atmósfera, así como la agitación de fondos que provocan las hélices en las zonas de menor profundidad. Siguiendo el informe citado anteriormente de la Región de Murcia (2018), los impactos que se identifican son los siguientes:

Tráfico marítimo de los canales (golas) de navegación:

- Pérdida o degradación de los hábitats por contaminación
- Alteración composición, estructura y dinámica de las poblaciones
- Alteración comportamiento de especies
- Molestias a la fauna
- Abandono de colonias de cría

Fondeaderos:

- Disminución de la calidad de las aguas
- Ocupación del fondo
- Ocupación de la lámina de agua

Puertos deportivos y clubes náuticos:

- Alteración de la hidrodinámica y dinámica sedimentaria
- Afección y pérdida de hábitats y biocenosis
- Alteración en la estructura y funciones del hábitat debido al incremento de turbidez del agua y anoxia
- Alteración y eliminación de comunidades infaunales típicas de las franjas litorales y pérdida de recursos tróficos para las aves
- Molestias a la avifauna de cría y reposo

Todas estas circunstancias hacen que se vaya produciendo una degradación tanto de los sistemas medioambientales terrestres y marinos, pero también al propio sistema litoral en sí y a sus posibles usos.

### 2.2.3.2 Afectación a los usos de la costa

Los agentes y presiones descritos en los apartados anteriores afectan a los usos de la costa y las potenciales actuaciones en ella. A continuación se resumen las principales afectaciones producidas por cada uno de estos tipos de presión.

#### 2.2.3.2.1 Afectación del incremento de población y zonas urbanas

La presión urbana ha sido tan fuerte que no ha tenido en cuenta el propio ecosistema urbano que iba generando, de tal manera que ha reducido al mínimo la franja de transición tierra-mar, de la que pueden destacarse las playas, que han visto mermadas sus posibilidades de uso y esparcimiento.

A su vez, se ha incrementado la contaminación sobre la laguna y las condiciones de sus fondos, mayoritariamente fangos, hacen que no se pueda extender la oferta de playa más allá de la línea de costa actual ya que la franja de transición arena-fango condiciona cualquier actuación costera. Por otro lado, la baja dinámica litoral impide el uso de obras clásicas de defensa costera, espigones y diques, cuya construcción no tiene mucho sentido dada la poca actividad del oleaje y corrientes; más bien al contrario, los remansos que produce permiten la deposición de material fangoso, reduciendo la calidad de la playa.



Las deficiencias en las redes de saneamiento y pluviales afecta a los usos de la costa; que producen erosiones, cierres puntuales de las playas por la mala calidad de sus aguas para el baño.

Por otro lado, la demanda turística y de esparcimiento de la población exige un incremento y mejora de las condiciones ambientales de las zonas de uso. Todo ello hace necesario compatibilizar las distintas circunstancias existentes a la hora de proponer actuaciones.

La Manga es un caso aparte, ya que a todos los inconvenientes anteriores hay que unir el efecto barrera que produce la urbanización sobre la dinámica eólica, cuya consecuencia es un incremento de la erosión de sus playas, que se encuentran constreñidas entre este muro urbano y la gran pradera de *Posidonia oceanica* situada en casi todo su frente costero.

#### 2.2.3.2.2 Afectación de la actividad minera

La minería está inactiva desde 1991, pero no las consecuencias de su actividad (Martínez Menchón, 2007). Así, en periodos de lluvias torrenciales, los cauces de las ramblas mineras, especialmente la rambla del Beal, drenan residuos mineros en forma de fangos a la laguna, obligando a un control de calidades de los sedimentos.

#### 2.2.3.2.3 Afectación de la actividad agraria

La cantidad de fangos y nutrientes que drenan las ramblas agrarias, especialmente del Albuñón, han eutrofizado las aguas del Mar Menor, con crecimiento de algas y aumento de fangos que provocan zonas de malos olores reduciendo el uso adecuado de las playas y haciendo que algunas obras costeras faciliten los depósitos de fangos y malos olores.

#### 2.2.3.2.4 Afectación de la actividad pesquera

Esta actividad no provoca ninguna afectación de cara a la propuesta de actuaciones para la mejora de las playas del Mar Menor y el exterior de La Manga.

#### 2.2.3.2.5 Afectación de la motorización terrestre y marina

El efecto barrera de la franja urbana se puede extender a los viales que, como indica el Estudio de Estrategia de Sostenibilidad de la Costa (IBERINSA, 2007): “Gran accesibilidad a todos los espacios, esto favorece en gran medida el deterioro de los mismos ya que hay una importante red viaria que los mantiene comunicados”.

La proliferación de zonas de fondeo puede hacer que éstas interfieran en el normal uso de las playas, por lo que sería recomendable llevar a cabo una reubicación fuera de ellas, así como una reordenación del sistema náutico.

Por otro lado, los puertos se han construido mediante las obras exteriores clásicas que, en ocasiones han inferido en la calidad y uso de las playas aledañas. Ello obliga a pensar en el estudio de soluciones más acordes con la dinámica marina de la laguna y que compatibilice ambas actividades.

Finalmente, La Manga y toda la cuenca litoral del Mar Menor son de muy baja altura lo que dificulta su adaptación al cambio climático frente a una subida del nivel del mar. Resulta también interesante el estudio del control de las golgas de entrada y salida del Mar Menor, así como los trabajos que promueve el programa de Vertido Cero.



### 2.2.4 Actuaciones medioambientales propuestas

En este epígrafe ha parecido conveniente comenzar por aquella serie de propuestas de trabajos y estudios anteriores en la zona, de los que se destacan los siguientes:

- PIDU (1977) [MOPU] (PIDU, 1977)
- Estrategia de Sostenibilidad de la Costa (2007) [Dirección General de Costas] (IBERINSA, 2007)

Posteriormente, se analizan las propuestas de otros trabajos recientes, que son:

- “Distribución y abundancia de las praderas de macrofitos bentónicos y las poblaciones de Nacra (*Pinna nobilis*) en el Mar Menor [ANSE e IEO] (VVAA, 2015)
- “Redacción de estrategia de gestión integrada de zonas costeras en el Mar Menor y su entorno” (2016-2018) (Región de Murcia, 2018)
- “Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena” (2016-2019) (MAPAMA, 2016)
- “Evaluación del estado de conservación de las praderas de *Cymodocea nodosa* en la laguna costera del Mar Menor 2014-2016 [ANSE e IEO] (VVAA, 2017)
- “Informe integral sobre el estado ecológico del Mar Menor” (Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, 2017)
- “Plan de ordenación, fomento y control de equipamientos y actividades en el ámbito marino del Mar Menor. Definición y análisis de condicionantes existentes” (Región de Murcia, 2018)
- “Propuesta de la plataforma “Pacto por el Mar Menor” al Plan de Actuaciones en las playas del Mar Menor para compaginar su uso turístico con la recuperación ambiental”. (Plataforma Pacto por el Mar Menor, 2018)

Finalmente se hace una breve descripción de su desarrollo y algunas actuaciones llevadas a cabo recientemente, como son el uso de maquinaria para extracción de lodos conocida como “Araña finlandesa” y de la práctica del reperfilado estacional de las playas conocido localmente con el nombre de “remangue”.

#### 2.2.4.1 Recomendaciones medioambientales propuestas en el PIDU (MOPU, 1977)

El primer párrafo de estas recomendaciones sigue plenamente vigente, por lo que se transcribe literalmente: “El interés fundamental del estudio del medio ambiente en el Mar Menor es establecer un esquema de actuaciones en orden a proteger este, y que quedarán reflejadas en la previsión de usos genéricos y en su caso en la previsión de infraestructuras[...] en orden a conseguir un mínimo de estabilidad ambiental en las circunstancias actuales [1977], ya de por sí bastante degradadas, que podrían ser las siguientes:”

- 1- Detener el proceso de urbanización en toda la Ribera y Manga del Mar Menor.
- 2- Proteger eficazmente los restos de las unidades ambientales.
- 3- Control de vertidos (minerales, materia orgánica de la población, vertido de hidrocarburos, vertido de productos agroquímicos)
- 4- La abertura de las golas es claramente desaconsejable. “Debe recordarse que actuaciones profundas como las realizadas trastocan la estructura ecológica de un lugar, de forma generalmente irreversible”.
- 5- Medidas puramente administrativas en defensa de las posibilidades biológicas de la laguna.
- 6- Valorar adecuadamente las actuaciones de los numerosos intereses, evitando que uno de ellos se imponga al resto.



#### 2.2.4.2 Propuestas de actuación medioambientales en la Estrategia de Sostenibilidad de la Costa (Dirección General de Costas (IBERINSA, 2007))

Este documento tiene propuestas de actuación para la ribera del Mar Menor y para La Manga. A continuación se exponen las concernientes al medio ambiente, que son:

##### Mar Menor

- 1- Realizar una planificación de zonas de fondeo, para optimizar el uso de las instalaciones existentes antes que abordar la construcción de nuevas infraestructuras.
- 2- Mejorar el servicio de recogida de residuos inertes en las zonas costeras no urbanas para reducir al máximo los depósitos y controlar los posibles vertederos ilegales en la costa.
- 3- Dado el carácter de bahía cerrada del Mar Menor, donde el intercambio de aguas es escaso y por tanto se produce poca dilución y depuración de los contaminantes vertidos, utilizar la información de la red de control de vertidos para tomar las medidas adecuadas para evitar la eutrofización de esta masa. Revisar por tanto las infraestructuras de saneamiento de la unidad, en cuanto a depuradoras, colectores, etc., para evitar los vertidos sin tratamiento adecuado de carácter urbano al mar, (en la base de datos de presiones e impactos de la cuenca del Segura, no aparecen vertidos, excepto dos ramblas...).
- 4- Impartir formación a los agricultores para que puedan aplicar buenas prácticas agrícolas en las zonas de cultivos intensivos y así reducir al máximo la contaminación difusa.

##### La Manga

- 5- Completar la aprobación del deslinde entre la playa de la Mota y San Javier y las Salinas de San Pedro del Pinatar, para poder gestionarlo adecuadamente, ante la presión que el turismo ejerce sobre este espacio protegido.
- 6- Adquisición de las parcelas urbanizables en el Vivero dentro del área de suelo urbanizable programado y preservarlas de la urbanización masiva que se da en La Manga.
- 7- Con respecto a la demanda del POLRM [Plan de Ordenación Litoral de la Región de Murcia], no tiene sentido la recarga de arena de playas de las salinas de San Pedro siendo un espacio protegido no urbanizable.
- 8- Dado el carácter de bahía cerrada del Mar Menor, donde el intercambio de aguas es escaso y por tanto se produce poca dilución y depuración de los contaminantes vertidos, planificar la implantación de una red de control de vertidos con el fin de evitar la eutrofización de esta zona. Además, actuaciones relativas al Plan de Saneamiento del Mar Menor.
- 9- Promover una moratoria urbanística con las administraciones competentes, ante el riesgo de inundación debido al cambio climático.

#### 2.2.4.3 Propuestas de actuación medioambientales en la “Distribución y abundancia de las praderas de macrofitos bentónicos y las poblaciones de Nacra (*Pinna nobilis*) en el Mar Menor” (VVAA, 2015)

Este informe presenta, en su apartado 8, una propuesta de nueve áreas marinas a proteger (Figura 2.20).



Figura 2.20: Propuesta de las nueve áreas marinas a proteger (Fuente: Anse e IEO, 2015)

#### 2.2.4.4 Propuestas de actuación medioambientales en la “Estrategia de gestión integrada de zonas costeras en el Mar Menor (2016-2018)” (Región de Murcia, 2018)

Esta estrategia de gestión no entra en propuestas concretas, sino que identifica a los agentes implicados y los planes operativos y sectoriales. Dentro del capítulo 7 “Ejecución y liderazgo institucional de las distintas propuestas y acciones de la estrategia”, se insertan diversas tablas, entre las que se destaca la tabla 30 “Responsables de la ejecución de los planes y programas objetivos” donde aparecen dos líneas correspondientes a la franja litoral, Figura 2.21.

Ámbitos de trabajo preferentes	Planes operativos y sectoriales	Ejecución	Liderazgo
<b>ÁREA DE INFLUENCIA LITORAL</b> (vertientes serranas, cuencas de ramblas y torrentes)	6) Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura en el área de la Cuenca Hidrográfica del Mar Menor	DG del Agua. Confederación Hidrográfica del Segura DG de Ordenación del Territorio, Arquitectura y Vivienda	Confederación Hidrográfica del Segura.
	7) Plan de recuperación y conservación ambiental de las Sierras vertientes al SSEMM	DG de desarrollo rural y forestal. DG de Energía y Actividad Industrial y Minera.	DG de Energía y Actividad Industrial y Minera.
<b>AGUAS COSTERAS</b> (aguas interiores, directiva marco de aguas)	8) Plan de ordenación y control de islas y reservas pesqueras	OISMA (oficina de impulso socioeconómico del medio ambiente). DG de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura.	DG de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura.
	9) Plan de adaptación al cambio climático del borde costero	OISMA (oficina de impulso socioeconómico del medio ambiente). Demarcación de Costas de Murcia. DG de Transportes, Costas y Puertos. Ayuntamientos: San Pedro del Pinatar, San Javier, Los Alcázares, La Unión y Cartagena.	DG de Transportes, Costas y Puertos.

Figura 2.21: Parte de la tabla 30. “Responsables de la ejecución de los planes y programas objetivos” correspondientes a la franja litoral (Fuente: Región de Murcia)

#### 2.2.4.5 Propuestas de actuación medioambientales en el Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor ( (MAPAMA, 2016); y (MITECO, 2019))

El primer documento de 2016 contiene un apartado específico para el análisis de soluciones (apartado 5 “Análisis de impactos potenciales de actuaciones”), que se refleja en forma de tabla, figura 2.22. En total se proponen once alternativas incluyendo la alternativa cero (no actuar), de las que dos están implicadas directamente en el objetivo de esta Estrategia, que son:

**Alternativa 10:** Estabilización de tierras y retención de sedimentos.

**Alternativa 11:** Otras actuaciones (a definir)

Recientemente se ha publicado la “Ley 1/2018, de 7 de febrero de medidas urgentes para garantizar la sostenibilidad ambiental en el entorno del Mar Menor”, de la Región de Murcia, que contiene medidas encaminadas a la realización de todas estas alternativas.

El segundo documento, de 2019, contiene 21 actuaciones de las que dos de ellas afectan directamente a este trabajo: La actuación 19 (Mejora en la integración ambiental de usos) y la actuación 20 (Mejora de las condiciones físico-químicas del agua).



**PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS**

Problemas del sistema CC – MM identificados en el diagnóstico	Actuaciones para solucionar estos problemas	Alternativa 19.A	Alternativa 19.B	Alternativa 19.C	Alternativa 19.D	
Presiones de diferentes usos sobre la masa de agua	a) Mejora en la integración ambiental de la navegación y actividades portuarias	Aplicación efectiva de la normativa y de los instrumentos de planificación y ordenación vigentes				
			Seguimiento y control de los contaminantes y de las distintas actividades náuticas			
			Estudio de capacidad de carga y redacción buenas prácticas	Aplicación de medidas a partir de los estudios		
			Fomento de embarcaciones menos contaminantes	Implantación de umbrales ambientales más estrictos	Máxima protección de áreas restringidas para navegación	
		Control de vertidos, amarres y fondeaderos	Adecuación ambiental de puertos	Prohibición/ limitación de construcción o ampliación de puertos		
	b) Mejora en la integración ambiental de usos turístico-recreativos de la laguna	Aplicación efectiva de la normativa y de los instrumentos de planificación y ordenación vigentes				
			Sensibilización y educación ambiental			
			Estudio capacidad de acogida	Reordenación de los diferentes usos. Limitación y ordenación de las actividades	Cupos limitaciones de uso y zonas prioritarias de protección	
				Establecimiento de mecanismos de colaboración entre las administraciones y empresas turísticas		
	c) Fomento de la sostenibilidad de usos pesqueros	Aplicación efectiva de la normativa y de los instrumentos de planificación y ordenación vigentes				
			Seguimiento y evolución de las pesquerías. Control de la presión pesquera y del esfuerzo pesquero máximo sostenible y del impacto de la pesca sobre los distintos ecosistemas			
			Seguimiento de pesca recreativa y su impacto	Establecimiento de medidas en relación al estudio de pesca recreativa		
			Seguimiento de pesca y fomento de pesca tradicional y buenas prácticas	Modernización y adaptación de la flota pesquera.	Aplicación de restricciones y vedas a la pesca comercial	
	d) Adaptación de las líneas técnicas de actuación relativas a ingeniería de costas	Aplicación efectiva de la normativa y de los instrumentos de planificación y ordenación vigentes				
			Guía de proyectos asociados a ingeniería de costas	Establecimiento de criterios de sustitución de las infraestructuras más impactantes y sustitución o eliminación de las actuaciones (por otras con una menor problemática ambiental)	Clasificación de las infraestructuras más impactantes y las que se sitúan en zonas de protección prioritarias a eliminar	

Figura 2.22: Alternativa 19 en el documento de Vertido Cero (MITECO, 2019)



La actuación 19 comprende (Figura 2.22) la mejora e integración ambiental de:

- a) Navegación y actividades portuarias.
- b) Uso turístico-recreativo de la laguna.
- c) Fomento de la sostenibilidad de usos pesqueros.
- d) Adaptación de las líneas técnicas de actuación relativas a la ingeniería.

La actuación 20 comprende

- a) Adaptación de las infraestructuras de conexión entre el Mar Menor y el Mar Mediterráneo.
- b) Mejora en la gestión de la masa de agua, incluyendo intercambios y flujos de agua y los sedimentos del lecho lagunar.
- c) Desarrollo de sistemas de bioextracción de nutrientes mediante organismos filtradores autóctonos.
- d) Recuperación de sub-hábitats lagunares de gran valor ecológico.

#### 2.2.4.6 Propuestas de actuación medioambientales en la “Evaluación del estado de conservación de las praderas de *Cymodocea nodosa* en la laguna costera del Mar Menor 2014-2016” (VVAA, 2017)

Este trabajo presenta cinco recomendaciones, todas ellas encaminadas a la mejora y conservación de las praderas de *Cymodocea nodosa*, que son:

- 1- Las estrategias de conservación del Mar Menor deben poner especial énfasis en la protección de estas praderas y la eliminación o minimización de los efectos de las presiones antrópicas que amenazan su estado de funcionamiento.
- 2- Es necesario el cese de obras costeras, incluyendo tareas de mantenimiento de playas, que afecten a las praderas de *Cymodocea nodosa* y su hábitat potencial.
- 3- Con vistas a propuestas de actuaciones concretas relacionadas con la gestión y conservación del ecosistema lagunar (delimitación de áreas marinas protegidas, programas de seguimiento ecológico, etc.), es necesario volver a evaluar el estado de conservación de las praderas supervivientes.
- 4- Se va a desarrollar un protocolo de valoración de las praderas de *Cymodocea nodosa* en el Mar Menor que permita determinar su evolución tomando como referencia la situación estudiada en 2014, justo antes del desencadenamiento del proceso de eutrofización.
- 5- Es necesario la implantación de un sistema de seguimiento de los límites inferiores de las praderas de *Cymodocea nodosa* .

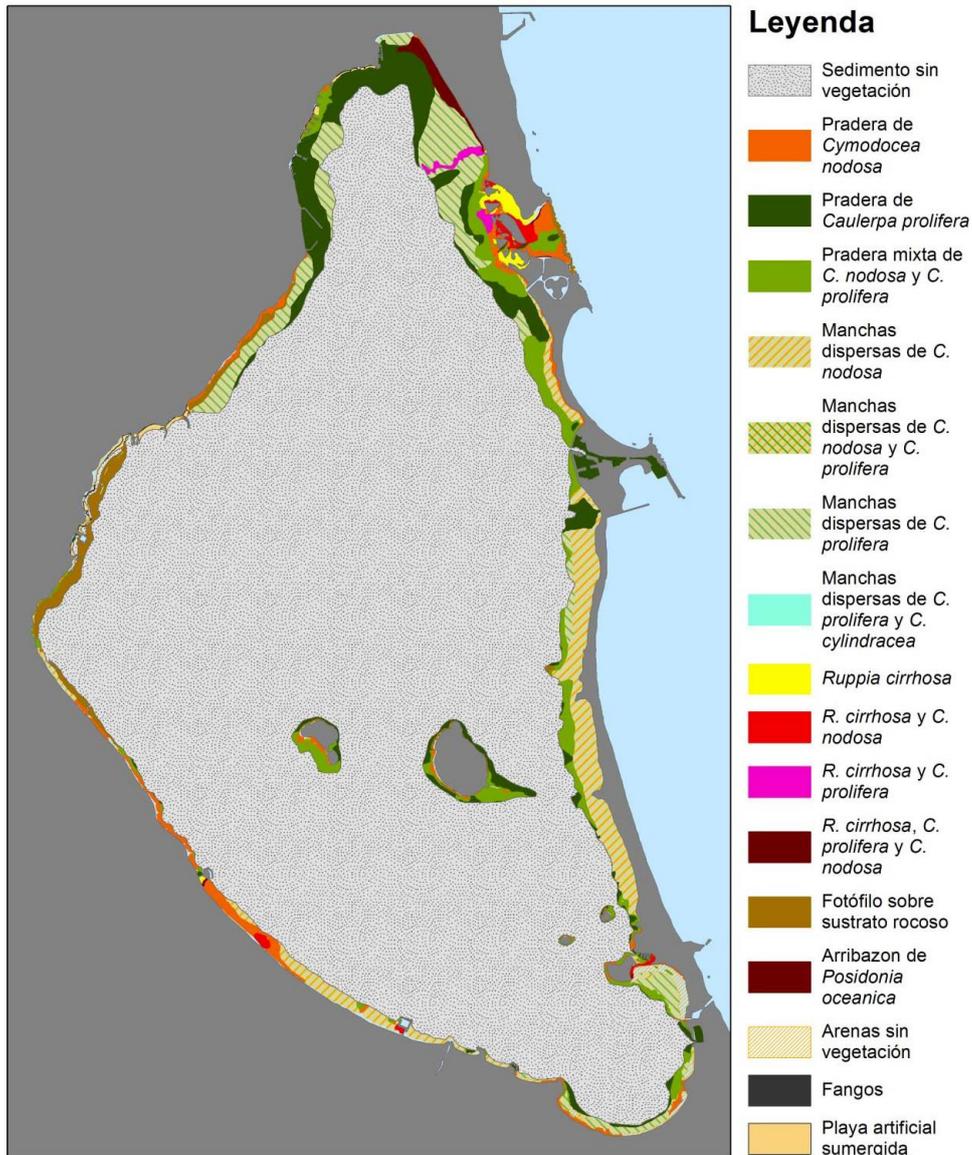


Figura 2.23: Distribución de praderas en octubre de 2016 (VVAA 2017)

#### 2.2.4.7 Propuestas de actuación medioambientales en el “Informe integral sobre el estado ecológico del Mar Menor” (Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, 2017)

En las conclusiones de informe no se hace referencia alguna a aspectos referentes al objetivo de esta Estrategia. No obstante, en el capítulo 3 (Oceanografía física y química), en el apartado dedicado a las “Líneas de actuación que ayudarían a mitigar la situación actual en la laguna (incluyendo orden de prioridad)” hace referencia a las siguientes dos actuaciones que se consideran de interés para la misma:

- Debe asegurarse el Vertido Cero



- Frenar cualquier tipo de actuación en el Mar Menor (movimiento de arenas y sedimentos) cuyas consecuencias en el funcionamiento actual de la laguna son en este momento imprevisibles

**2.2.4.8 Propuestas de actuación medioambientales en el “Plan de ordenación, fomento y control de equipamientos y actividades en el ámbito marino del Mar Menor. Definición y análisis de condicionantes existentes” (Región de Murcia, 2018)**

El capítulo 10 de este plan está dedicado a “Propuestas de programas” (Figura 2.24).

Tabla 38. Programas propuestos en el Plan de Ordenación, Fomento y Control de Equipamientos y Actividades en el Ámbito Marino Mar Menor.

PROGRAMAS	ACTIVIDADES	INFRAESTRUCTURAS
PROGRAMA DE ORDENACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS NÁUTICAS Y NAVEGACIÓN	Navegación Transporte turístico	Canales de navegación
		Fondeaderos
		Rampas de acceso diario
		Marinas secas
		Pantalanes
		Puertos deportivos y clubes náuticos
		Escolleras
PROGRAMA DE ORDENACIÓN DE ZONAS DE BAÑO	Baño	Redes antimedusa
		Balnearios
		Instalaciones de temporada
PROGRAMA DE ORDENACIÓN DE PESCA	Pesca profesional	Redes y artes de pesca Balizamiento
	Pesca artesanal	
	Pesca recreativa	
PROGRAMA DE ORDENACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y ACTIVIDADES NÁUTICO DEPORTIVAS	Buceo	Zonas náutico deportivas
	Vela	
	Modalidades de Surf	
	Actividades de remo	
	Multiactividades	
	Otras actividades sin motor	
	Motos náuticas	
PROGRAMA DE ORDENACIÓN DE INVESTIGACIÓN	Investigación	Infraestructuras de investigación
	Filmaciones y reportajes fotográficos	

Figura 2.24: Tabla de programas propuestos por el Plan de Ordenación (Región de Murcia, 2018)

Dentro del conjunto de propuestas, las relativas a las playas y costas son las siguientes:

- 1- Programa de ordenación de infraestructuras náuticas y navegación:
  - a. Creación de un canal de navegación en la playa de Poniente, La Manga (San Javier).
  - b. Regularización de polígonos de fondeo, de carácter temporal.
  - c. Creación de rampas de acceso diario en: Playa de Las Salinas (Los Alcázares); Playas de Los Nietos y Lengua de Vaca (Cartagena); Canal del Estacio (San Javier); Playa de Puerto Bello (Cartagena); y Playa de Poniente (San Javier).



- d. Reparación tres pantalanes en las playas de Barnuevo (Santiago de la Ribera-San Javier) y de Los Alemanes (Cartagena).
- e. Construcción de tres pantalanes en las playas de Matasgordas (San Javier); Punta del Pedruchillo (San Javier) y Playa de Veneziola (San Javier).
- f. Demolición de las obras de abrigo y sustitución y prolongación por obras flotantes de los puertos deportivos de Mar Menor de Los Alcázares, Los Urrutias, y Los Nietos.
- g. Retirada de uno de los espigones de la playa de Carrión (Los Alcázares).

2- Programa de ordenación de zonas de baño:

- a. Rehabilitación del balneario Floridablanca (San Pedro del Pinatar).
- b. Construcción de siete nuevos balnearios en: Punta Brava, Los Urrutias (3 balnearios), Estrella de Mar, playa de Manzanares y playa de Las Salinas.

2.2.4.9 Propuesta de la plataforma “Pacto por el Mar Menor” al Plan de Actuaciones en las playas del Mar Menor para compaginar su uso turístico con la recuperación ambiental”. (Grupo de Coordinación de Pacto por el Mar Menor, 2018)

En este documento se realizan siete propuestas y consideraciones:

- 1- Cumplimiento de la legislación nacional y de la UE vigente.
- 2- Aplicar las directrices y guías metodológicas existentes (Directrices sobre actuaciones en playas, Instrucción técnica para la gestión ambiental de las extracciones marinas para la obtención de arena, y Directrices para la caracterización del material de dragado y su reubicación en aguas de dominio público marítimo-terrestre).
- 3- Aplicar los manuales de buenas prácticas existentes.
- 4- Establecer zonas libres de actuaciones de dragados y regeneraciones.
- 5- Priorizar actuaciones que resuelvan en su origen las causas de la degradación del litoral.
- 6- Planificación y coordinación adecuadas (entre administraciones, etc.)
- 7- Recuperación progresiva e imaginativa de la antigua fisonomía de las playas (Uso de Balnearios, recuperación ambiental por métodos blandos, evitar regeneraciones y optar por actuaciones menores como el reperfilado de playas (“remangue”).

2.2.4.10 Actuaciones de mantenimiento y limpieza

En la actualidad hay dos actuaciones concernientes o relacionadas con el medioambiente que se están llevando a cabo en las playas del Mar Menor.

La primera de ellas, no exenta de críticas, es la que se conoce localmente como “remangue”, que consiste en un reperfilado de la playa, elevando material desde la zona más somera de la playa sumergida hacia la playa seca, con el fin de aumentar la anchura de playa en periodos estivales (Figura 2.25).

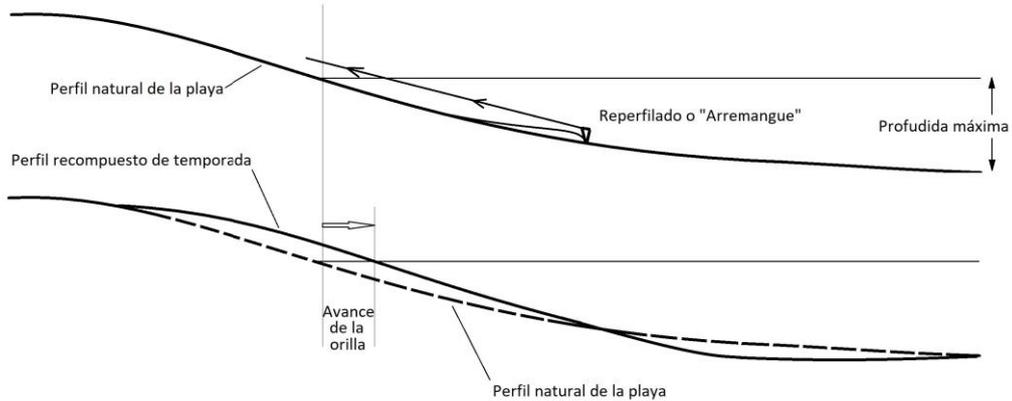


Figura 2.25: Esquema del sistema de reperfilado o “remangue” realizado en las playas del Mar Menor

Esta acción se realiza en playas de Santiago de la Ribera y Los Alcázares y la efectúan los ayuntamientos con la autorización de la DGCM y Región de Murcia. No obstante, no es viable cuando en las proximidades existen praderas de *Cymodocea nodosa*, sujetas a protección.

Otro sistema que se está ensayando en el Mar Menor es la denominada coloquialmente “araña finlandesa”. Consiste en una succión de fangos acumulados en el fondo, donde se trata de minimizar la perturbación. Los fangos son bombeados a un depósito de geotextil situado en tierra que funciona de filtro, reteniendo los fangos y expulsando el agua clarificada (Figura 2.26).

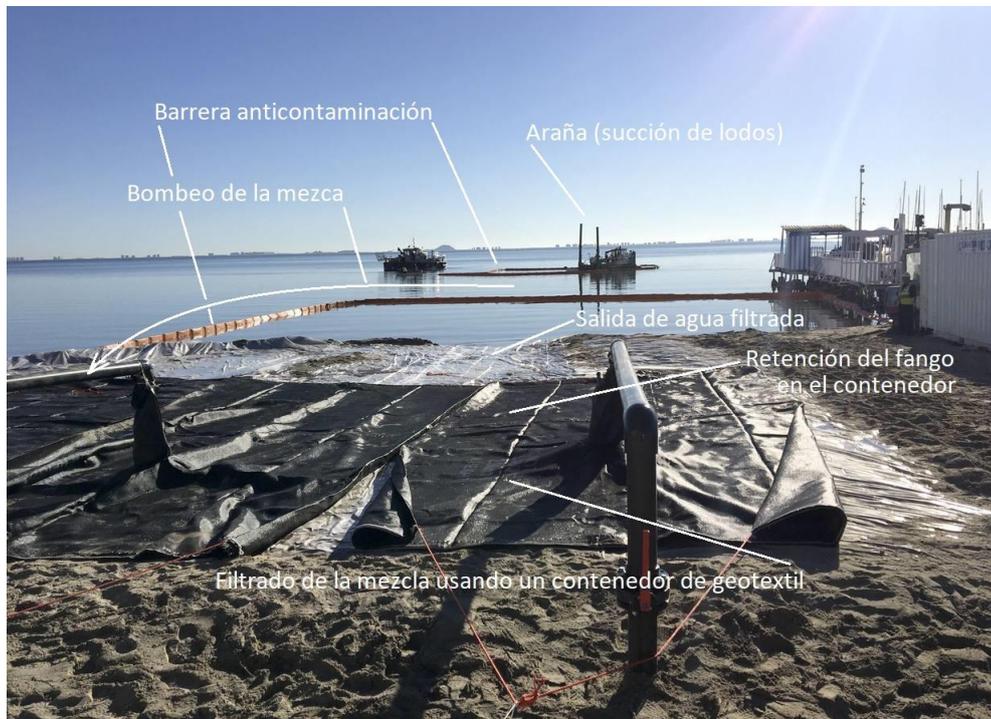


Figura 2.26: Sistema de funcionamiento para la extracción de fangos en el Mar menor, conocido como “La araña finlandesa” (Foto: La Verdad de Murcia)

Finalmente, debe consignarse dentro de las actuaciones previstas de limpieza y mantenimiento el “Protocolo de actuación en las tareas de limpieza y eliminación manual de vegetación flotante



(OVA) en el entorno de club náutico de Los Nietos (T.M. Cartagena)” de la Dirección General de Medio Ambiente y Mar Menor de la Región de Murcia.

### **2.2.5 Áreas y tipos de protección**

A continuación se enumeran las figuras de protección existentes en todo el sistema litoral del Mar Menor y La Manga, según los datos que facilita el “Plan de ordenación, fomento y control de equipamientos y actividades en el ámbito marino del Mar Menor. Definición y análisis de condicionantes existentes” (Región de Murcia, 2018) y los datos del Banco de Datos de la Naturaleza y geoportal del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. Estas figuras de protección son:

LIC (mar Mediterráneo):

- Litoral del Cabo Roig
- Espacio marino del Cabo Roig
- Franja litoral sumergida de la Región de Murcia

ZEPA (mar Mediterráneo):

- Cabo Roig
- Espacio marino del Cabo Roig
- Espacio marino de Tabarca - Cabo de Palos
- Isla Grosa

LIC (Mar Menor):

- Salinas y arenales de San Pedro del Pinatar
- Mar Menor
- Espacios abiertos e islas del Mar Menor

ZEPA (Mar Menor):

- Salinas y arenales de San Pedro del Pinatar
- Mar Menor

A ellos hay que añadir el Parque Regional de Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar y en su entorno el Parque Regional Calblanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila.

Las figuras de protección ambiental referentes al ámbito marino del Mar Menor se resumen tabuladas en forma gráfica en la Figura 2.27:

Todo el Mar Menor está dentro de RAMSAR y existe el Paisaje Protegido Espacios Abiertos e Islas del Mar Menor

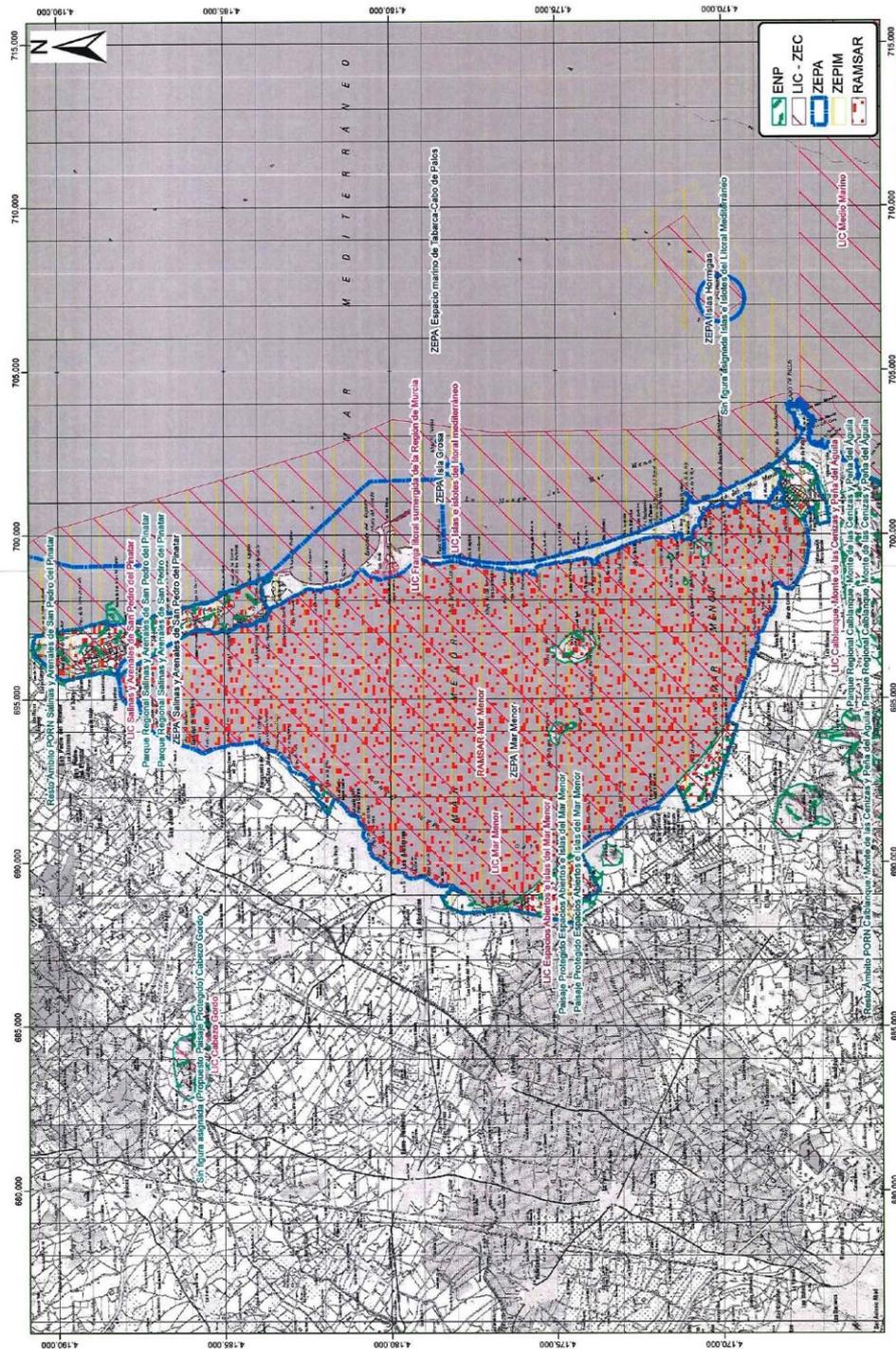


Figura 2.27: Espacios de protección ambiental en el entorno del Mar Menor (Fuente: Región de Murcia)

Estos datos son complementarios y contenidos en la fuente principal que contiene el el Banco de Datos de la Naturaleza y el geoportal del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, que es la fuente de datos oficial de recopilación de todos los espacios protegidos. En la que el Mar Menor es una zona ZEPIM del Convenio de Barcelona.



Recientemente, se ha aprobado en Consejo de Gobierno de la Región de Murcia el Decreto nº 259/2019, de 10 de octubre, de declaración de Zonas Especiales de Conservación (ZEC), y de aprobación del Plan de Gestión Integral de los espacios protegidos del Mar Menor y la franja litoral mediterránea de la Región de Murcia. (Publicado en el Boletín Oficial de la Región de Murcia, de 19-10-2019).

El ámbito del Plan de Gestión Integral, que cuenta en total con cerca de 1.000 páginas, abarca 31.123 hectáreas, 2.750 terrestres y 28.374 marinas, e incluye en su ámbito 14 espacios protegidos de competencia autonómica:

- Zonas de especial conservación (ZEC):

- a) Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (ES0000175).
- b) Espacios Abiertos e Islas del Mar Menor (ES6200006).
- c) Islas e Islotes del Litoral Mediterráneo (ES6200007).
- d) Cabezo Gordo (ES6200013).
- e) Franja Litoral Sumergida de la Región de Murcia (ES6200029).
- f) Mar Menor (ES6200030).

- Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA):

- a) Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (ES0000175).
- b) Isla Grosa (ES0000200).
- c) Islas Hormigas (ES0000256).
- d) Mar Menor (ES0000260),
- e) Isla de Cueva de Lobos (ES0000270).
- f) Isla de las Palomas (ES0000271).

Igualmente se indica en el decreto que este plan responde a los instrumentos de gestión del Humedal de Importancia Internacional del convenio RAMSAR "Mar Menor" y del espacio ZEPIM del "Área del Mar Menor y zona oriental mediterránea de la costa de la Región de Murcia".

### **2.2.6 Variables para la medida de los condicionantes ambientales**

Todos los estudios y condicionantes medioambientales que se han comentado en los apartados anteriores deben traducirse en una serie de variables que condicionan cualquier actuación que quiera emprenderse en las costas del Mar Menor y de La Manga. Para comprender mejor estos condicionantes se ha realizado una figura esquemática que contiene dichas variables (Figura 2.28).

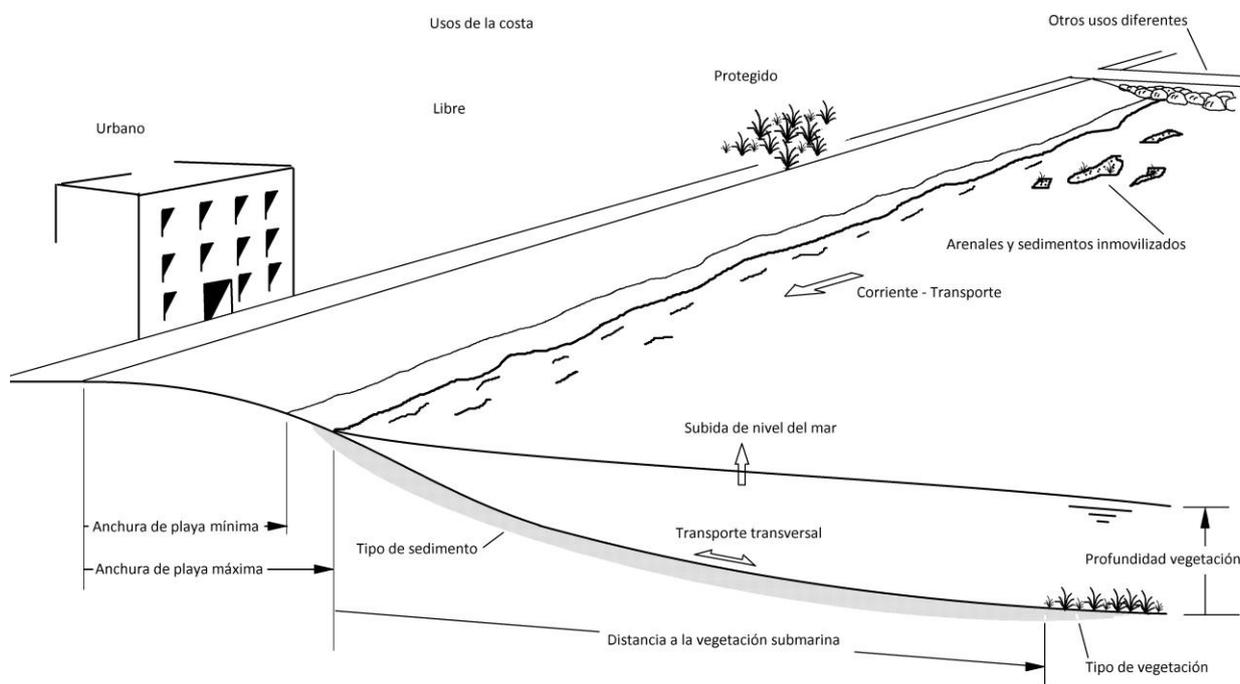


Figura 2.28: Esquema de las variables que condicionan las actuaciones que puedan emprenderse en la costa del Mar Menor y exterior de La Manga

Desde un punto de vista espacial, la primera de las variables que nos encontramos es el uso del suelo que se encuentra en el trasdós de las playas y forma la franja litoral. Se han considerado cuatro tipos: urbanos, libres, protegidos y otros usos (puertos deportivos, rampas, fondeaderos, etc.).

Más cerca de la línea de orilla se encuentra la playa o zona que debe quedar libre para permitir los tres usos que las Directrices de actuaciones en la costa (Dirección General de Costas, 2008) asignan a la playa (defensa, hábitat y esparcimiento – recreo). Por ello, hay que considerar que la anchura de playa debería permitir la subida y bajada del agua (oleaje y oscilaciones del nivel) [función de defensa], el esparcimiento de la ciudadanía [función lúdica], y el desarrollo de las comunidades de ese ecosistema [función de hábitat]. De forma muy simplificada, los indicadores considerados para la medida de estas funciones son la anchura de playa mínima y máxima.

Atravesando la línea de orilla, la playa sumergida se ve sometida a acciones del oleaje, las corrientes y las dinámicas sedimentarias que aquellos provocan. Esos movimientos dentro del Mar Menor son sutiles con respecto a los del mar Mediterráneo, lo que hace que cualquier obstáculo a las dinámicas actuantes produzca remansos y zonas de escasa renovación, lo que provoca una degradación medioambiental. Por tanto, se debe huir de este tipo de obstáculos (obras costeras). Sin embargo, una vez realizadas, tampoco puede procederse simplemente a su eliminación, ya que es tan suave el movimiento del agua que no es capaz de revertir a la situación inicial, de equilibrio. Ello se ve favorecido por el enraizamiento de vegetación propia de este tipo de zonas degradadas y eutrofizadas, lo que se denomina en la figura 2.29 como “arenas y sedimentos (fangosos) inmovilizados”.

Entre los otros usos dados a la franja litoral se encuentran los puertos deportivos que extienden su influencia más allá de la línea de orilla, creando una barrera al movimiento del agua y



sedimento a lo largo de la costa y hasta zonas más profundas. El uso clásico de obras de defensa de estas instalaciones es más propio de zonas donde existe un oleaje importante que en el litoral de la laguna. Por tanto, resulta necesario el rediseño y adaptación de estas instalaciones a la naturaleza del Mar Menor.

El perfil natural de las playas, tanto del Mar Menor como del Mediterráneo choca con un límite que proporciona la vegetación indicando hasta dónde actúa la dinámica transversal de las playas, pero, además, la propia vegetación es un hábitat natural que hay que cuidar teniendo en cuenta las propias necesidades y sensibilidades de estos seres vivos. No debe confundirse con las especies "invasoras" que se han asentado debido a las circunstancias especiales del estado medioambiental, principalmente, de la laguna.

El último de los condicionantes que se tiene en cuenta es el sedimento que compone las playas, seca y sumergida que no tiene por qué coincidir. La naturaleza de estos sedimentos hace que haya actuaciones que no son compatibles con la situación original del sistema, como históricamente se ha pretendido mediante regeneraciones con material diferente del existente, lo que ha llevado a su propia inestabilidad. Tampoco parece conveniente, a priori, verter materia exterior al sistema lagunar, debido a que se incrementaría su estado de llenado.

Todos estos condicionantes se tendrán en cuenta a la hora de describir las playas, obras costeras e instalaciones náuticas.

### **2.3 Sistemas litorales y zonificación**

La determinación de los sistemas litorales que existen en el conjunto del Mar Menor y La Manga es complejo. En una primera zonificación se pueden distinguir dos áreas diferentes, estando la primera formada por la costa exterior de La Manga y la segunda por la costa interior del Mar Menor. La división que se presenta obedece fundamentalmente a la alineación de la costa, tratada en el apartado 2.1, "Descripción general del frente costero". Como factor de subdivisión dentro de cada zona, se han tenido en cuenta los límites físicos de las unidades (accidentes geográficos y obras marítimas).

En total se han considerado cinco zonas, una exterior y cuatro interiores de la laguna, (zonas 1 a 5), que a su vez se han subdividido (zonas A, B...). Estas subdivisiones también se han sectorizado, cuando la costa obedezca a la misma naturaleza. Esta división (Figura 2.30) es la que se utiliza a lo largo de todo el trabajo, y su descripción pormenorizada y el número de playas que abarcan cada sector se realiza en el apartado 2.5: "Descripción de las playas", con las características y condicionantes más importantes cada una de ellas.

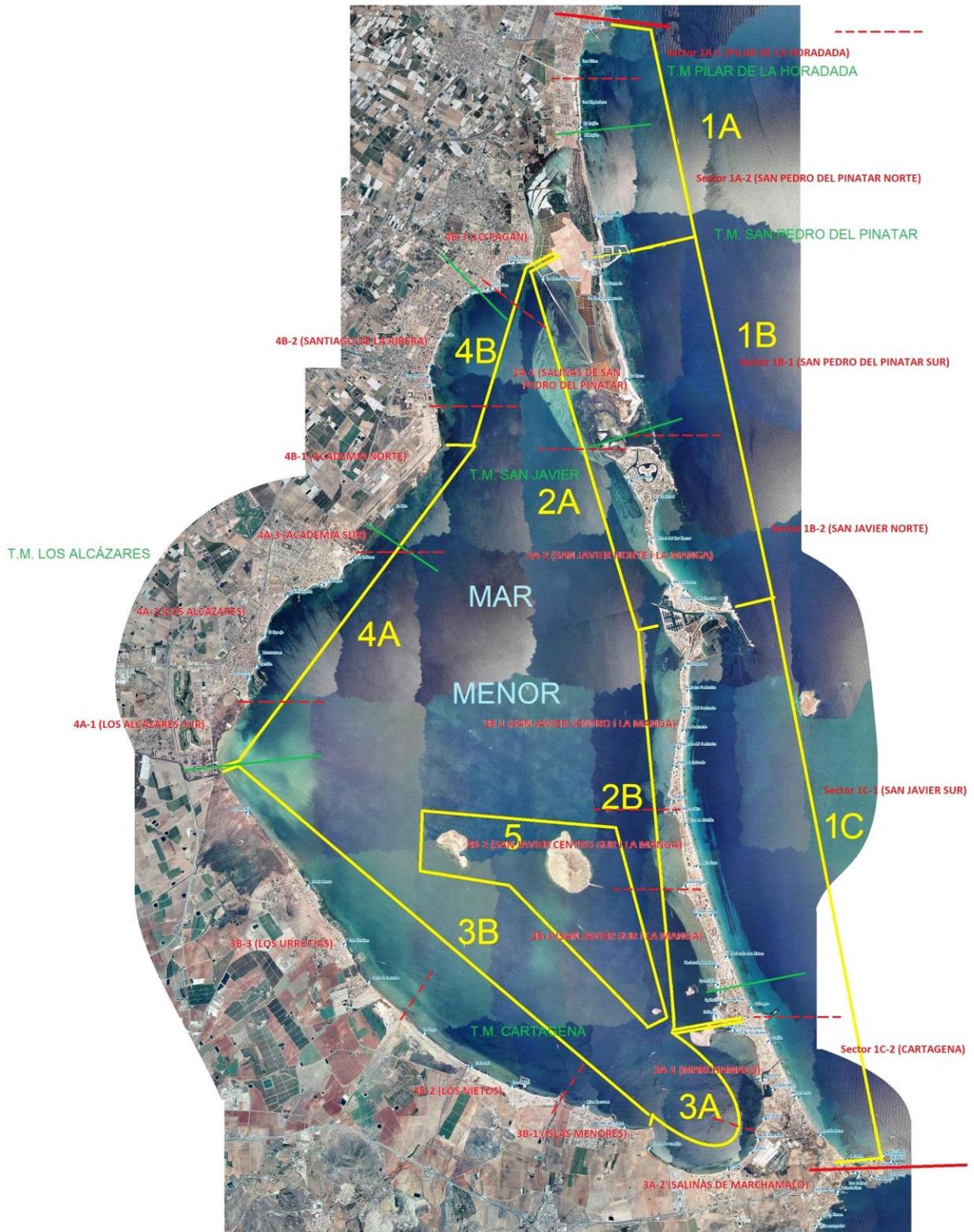


Figura 2.30: Zonificación del Mar Menor y La Manga (Foto: MITECO)

A continuación se detallan los límites de cada zona, así como sus subdivisiones y sectores:



CEDEX

A continuación se detallan los límites de cada zona, así como sus subdivisiones y sectores:

La costa exterior se ha subdividido en tres tramos, separados por el puerto de San Pedro del Pinatar y por la punta del Cocedor (gola del Estacio y el gran dique construido en ella). Cada tramo, a su vez, se ha subdividido en dos sectores, que son:

Zona 1 (Exterior):

- 1A- Punta de la Horadada - Puerto de San Pedro del Pinatar
  - 1A-1 Pilar de la Horadada
  - 1A-2 San Pedro del Pinatar Norte
- 1B- Puerto de San Pedro del Pinatar - Punta del Cocedor
  - 1B-1 San Pedro del Pinatar Sur
  - 1B-2 San Javier Norte
- 1C- Punta del Cocedor - Cabo de Palos
  - 1C-1 San Javier Sur
  - 1C-2 Cartagena

El Mar Menor y la costa interior de La Manga, se han dividido a su vez en cuatro zonas más, con sus correspondientes sectores, quedando de la siguiente forma:

Zona 2 (Interior de La Manga):

- 2A- Extremo norte del Mar Menor - Gola del Estacio
  - 2A-1 Salinas de San Pedro del Pinatar
  - 2A-2 San Javier Norte interior La Manga
- 2B- Gola del Estacio - Isla del Ciervo
  - 2B-1 San Javier Centro interior La Manga
  - 2B-2 San Javier Centro Sur interior La Manga
  - 2B-3 San Javier Sur interior La Manga

Zona 3 (Sur del Mar Menor):

- 3A- Isla del Ciervo - Islas Menores
  - 3A-1 Marchamalo
  - 3A-2 Salinas de Marchamalo
- 3B- Islas Menores - Sur del T.M de Los Alcázares
  - 3B-1 Islas Menores
  - 3B-2 Los Nietos
  - 3B- 3 Los Urrutias

Zona 4 (Norte del Mar Menor):

- 4A- Sur del T.M de Los Alcázares – Academia del Aire de San Javier
  - 4A-1 Los Alcázares Sur
  - 4A-2 Los Alcázares
  - 4A-3 Academia Sur
- 4B- Academia del Aire de San Javier - Extremo norte del Mar Menor
  - 4B-1 Academia Norte
  - 4B-2 Santiago de la Ribera
  - 4B-3 Lo Pagan

Zona 5 (Islas)



## 2.4 Obras más importantes

En este apartado se hace un inventario de todas las obras portuarias que existen a lo largo del frente costero del Mar Menor y La Manga. Se ha separado este inventario en obras portuarias y obras de defensa de costas, y se han presentado sus características más significativas.

### 2.4.1 Obras portuarias

Dentro del conjunto de obras portuarias, se distinguen aquellas que tienen obras exteriores o infraestructuras importantes (puertos deportivos) y posteriormente se muestra el listado de fondeaderos, rampas y clubes náuticos, todo ellos tomados del “Plan de ordenación, fomento y control de equipamientos y actividades en el ámbito marino del Mar Menor. Definición y análisis de condicionantes existentes” (Región de Murcia, 2018).

#### 2.4.1.1 Puertos deportivos

En total existen 13 puertos deportivos a lo largo de las costas exteriores de La Manga y del Mar Menor, expuestos a continuación por frentes y zonas (Figura 2.31):

##### Zona 1 (mar Mediterráneo):

1A- Punta de la Horadada - Puerto de San Pedro del Pinatar  
Puerto Deportivo de Pilar de la Horadada  
Puerto Deportivo de San Pedro del Pinatar Norte

1B- Puerto de San Pedro del Pinatar - Punta del Cocedor  
Puerto Deportivo de Tomás Maestre

##### Zona 2 (Interior de La Manga):

2A- Extremo norte del Mar Menor - Gola del Estacio  
Puerto Deportivo de La Veneziola

##### Zona 3 (Sur del Mar Menor):

3A- Isla del Ciervo - Islas Menores  
Puerto Deportivo Dos Mares  
Puerto Deportivo Bello

3B- Islas Menores - Sur del T.M de Los Alcázares  
Puerto Deportivo Mar de Cristal  
Puerto Deportivo Islas Menores  
Puerto Deportivo Los Nietos  
Puerto Deportivo Los Urrutias

##### Zona 4 (Norte del Mar Menor):

4A- Sur del T.M de Los Alcázares – Academia del Aire de San Javier  
Puerto Deportivo Mar Menor

4B- Academia del Aire de San Javier - Extremo norte del Mar Menor  
Puerto Academia del Aire  
Puerto Deportivo de Lo Pagan

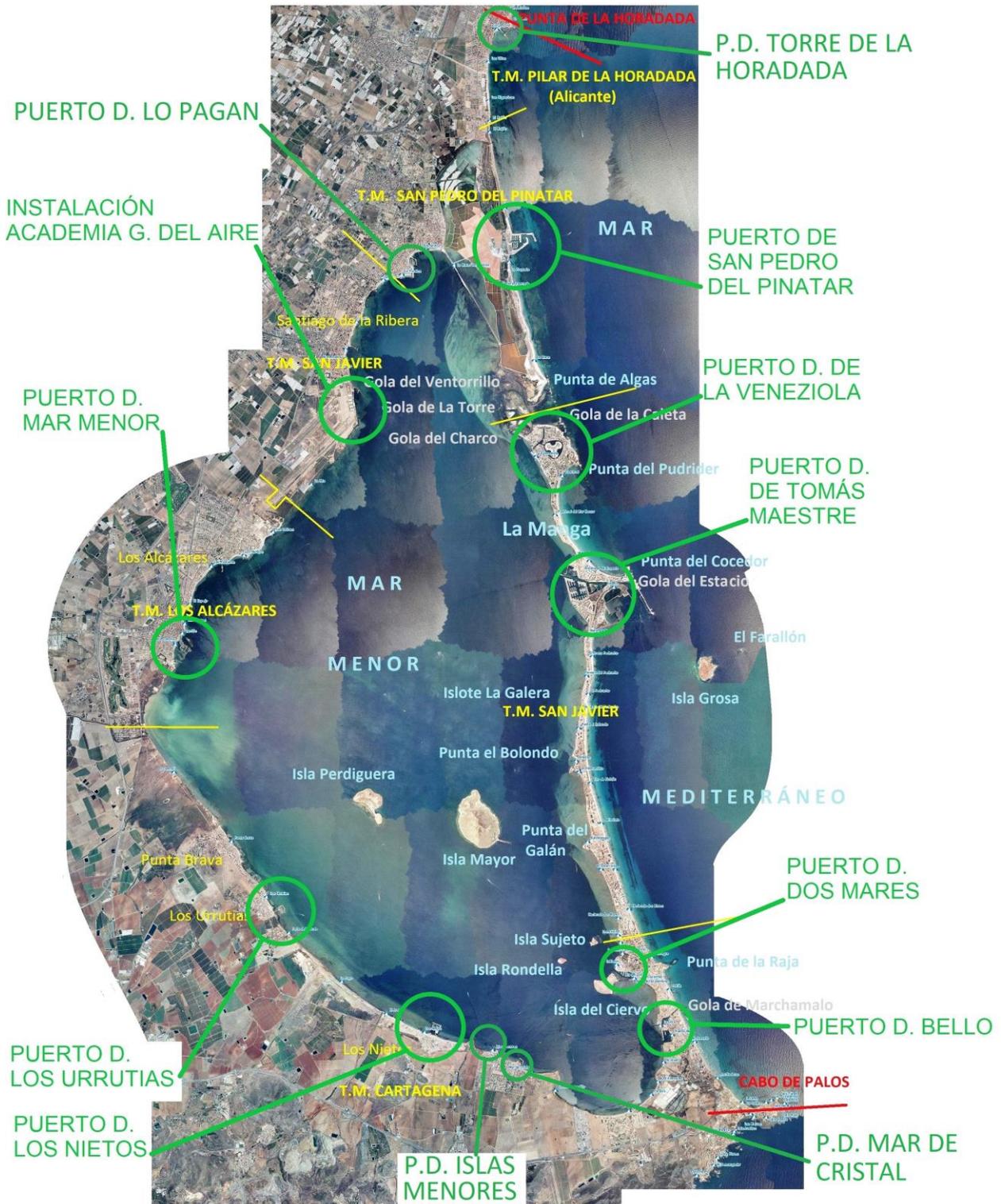


Figura 2.31: Puertos Deportivos (Foto: MITECO)

### Puerto Deportivo de Torre de la Horadada

Se encuentra en el límite norte del tramo del mar Mediterráneo, en el término municipal de Torre de la Horadada de Alicante. Está construido pegado a la Punta de la Horadada en el sur. Sus obras exteriores se componen (Figura 2.32) de dique en L de dos alineaciones de 190 y 95 m, y contradique de dos alineaciones de 100 y 45 m.

La sombra que produce al oleaje ha provocado una acumulación desmesurada de arena que alcanza una anchura máxima de 120 m. Para evitarlo, existe un pequeño espigón al sur de 50 m muy poco eficaz. Hacia el sur, la costa está protegida por un dique longitudinal de escollera de 420 m.



Figura 2.32: Puerto Deportivo de Torre de la Horadada (Foto: Google Earth)

### Puerto Deportivo de San Pedro del Pinatar

Este puerto se halla en el extremo norte exterior de La Manga, en el término municipal de San Pedro del Pinatar de Murcia. Sus obras exteriores ocupan una extensión de costa de 500 m, y está formada por un dique norte en L de dos alineaciones de 570 y 210 m respectivamente, y un contradique de dos alineaciones (más una tercera que se interna en la dársena) de 120 y 430 m respectivamente (Figura 2.33).

Su construcción ha producido una descompensación sedimentaria entre su zona norte y sur de 123 m de anchura aproximadamente.



Figura 2.33: Puerto Deportivo de San Pedro del Pinatar (Foto: Google Earth)

### Puerto Deportivo de Tomás Maestre

Está construido en la propia punta del Cocedor, aprovechando la gola del Estacio. Es el puerto deportivo de mayores dimensiones (Figura 2.34).

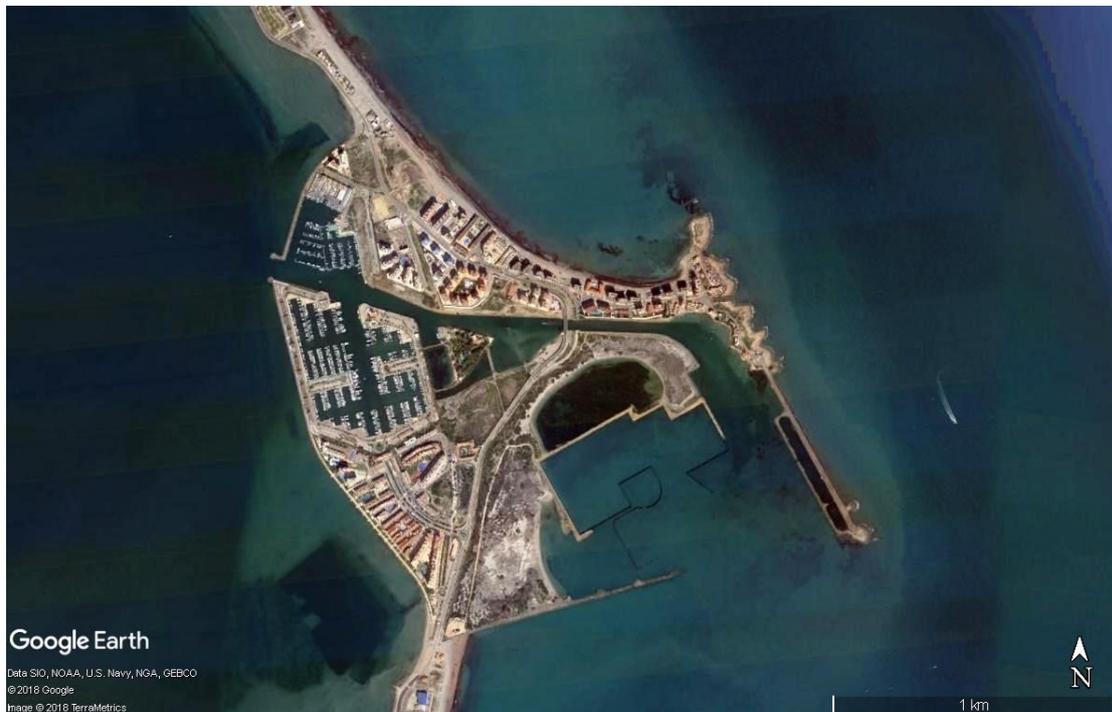


Figura 2.34: Puerto Deportivo de Tomás Maestre (Foto: Google Earth)

Se encuentra situado en la mitad de La Manga, en el término municipal de San Javier y se desarrolla en diferentes dársenas a lo largo de la gola del Estacio, por tanto tiene salidas tanto al mar Mediterráneo como al Mar Menor. En el mar Mediterráneo está abrigado por un dique recto de 700 m que parte de la punta de Cocedor en dirección sur, y por un contradique sur recto de 790 m que discurre hacia el este. En el Mar Menor, el puerto está cerrado por dos diques convergentes: el norte de 470 m con arranque curvo y el sur de dos alineaciones de 650 y 575 m que, además de abrigar las dársenas, también lo hacen con una urbanización aledaña.

Su construcción ha alterado notablemente la zona y ha utilizado la gola como canal portuario lo que hace muy difícil su gestión, especialmente importante en la regulación de la transferencia de agua entre la laguna y el mar.

Las obras del puerto exterior se encuentran paralizadas.

#### Puerto Deportivo de La Veneziola

Realmente se trata de una marina realizada en los antiguos marjales que existían al sur de la gola de La Caleta en La Manga (Figura 2.35). Pertenece al término municipal de San Javier.



*Figura 2.35: Puerto Deportivo de La Veneziola (Foto: Google Earth)*

Solamente tiene salida al Mar Menor por un canal artificial con dos diques de encauzamiento de 75 m el norte, y 60 m el sur. Forma una marina que da servicio a una urbanización del mismo nombre.

#### Puerto Deportivo Dos Mares

Es un puerto deportivo muy pequeño que se encuentra al sur de La Manga dentro del Mar Menor en el término municipal de Cartagena. No posee obras exteriores en sí, habiéndose situado en una rada al abrigo de la isla del Ciervo. Solamente se aprecia (Figura 2.36) que la zona portuaria ha sido dragada para mantener un calado suficiente para las embarcaciones. Para facilitar su entrada y como servicio del puerto, en su zona norte existe un muelle que finaliza en un espigón de retención de arenas de 105 m. Su zona sur está protegida por los bajos que unen la isla con La Manga.



Figura 2.36: Puerto Deportivo de Dos Mares (Foto: Google Earth)

### Puerto Deportivo Bello

También, conocido como puerto deportivo de Marchamalo, porque se encuentra situado justo al sur de la gola de ese nombre, en el término municipal de Cartagena (Figura 2.37).



Figura 2.37: Puerto Deportivo Bello o de Marchamalo (Foto: Google Earth)

Es un puerto muy pequeño, dragada toda su dársena que posee un dique de 250 m en dirección sur, con un espigón casi perpendicular en medio del dique de 45 m de longitud. Tiene dos salidas: una por el dique y otra a través de un canal que conecta con la gola de Marchamalo. Anejo al puerto existen dos diques de encauzamiento de la gola, y dos diques exentos semi sumergidos de 180 m el sur y de 145 m en dos alineaciones el norte con el objeto de ser un freno a la arena hacia la gola, ambos bastante ineficaces.

#### Puerto Deportivo Mar de Cristal

Se encuentra en la costa sur del Mar Menor, ocupando el frente de la Punta del Plomo (Figura 2.38) en medio de la playa del mismo nombre, en el término municipal de Cartagena.



*Figura 2.38: Puerto Deportivo de Mar de Cristal (Foto: Google Earth)*

La Punta del Plomo debió tener origen en una rambla o barranco del que podría derivar su nombre. Todavía en la actualidad existe un canal que desemboca en la dársena del puerto. Es una instalación relativamente pequeña formada por un dique de cuatro alineaciones de 50, 140, 110 y 25 m, y un contradique de 80 m.

El dique abriga una playa excesivamente ancha de 70 m, reduciéndose luego la playa a poco más de 17 m en la cual se ha construido un paseo marítimo.

#### Puerto Deportivo Islas Menores

Se halla al oeste y muy cercano al puerto anterior, ocupa todo el frente de la Punta de los Barracones y se halla entre las playas de Mar de Cristal al este, y de Islas Menores al oeste (Figura 2.39). Se encuentra situado en el término municipal de Cartagena.

Es un puerto deportivo relativamente pequeño, y está formado por un dique de tres alineaciones de 95, 50 y 75 m, correspondiendo esta última a una ampliación, y un contradique de dos alineaciones de 100 y 25 m, realizado en la última ampliación. Esta ampliación ha hecho transformar toda la playa de Islas Menores, absorbiendo gran cantidad de material la sombra que



produce el contradique, además de la reducción de playa debido a la construcción del paseo marítimo.



Figura 2.39: Puerto Deportivo de Islas Menores (Foto: Google Earth)

### Puerto Deportivo Los Nietos

Es uno de los puertos deportivos más conocidos del Mar Menor.

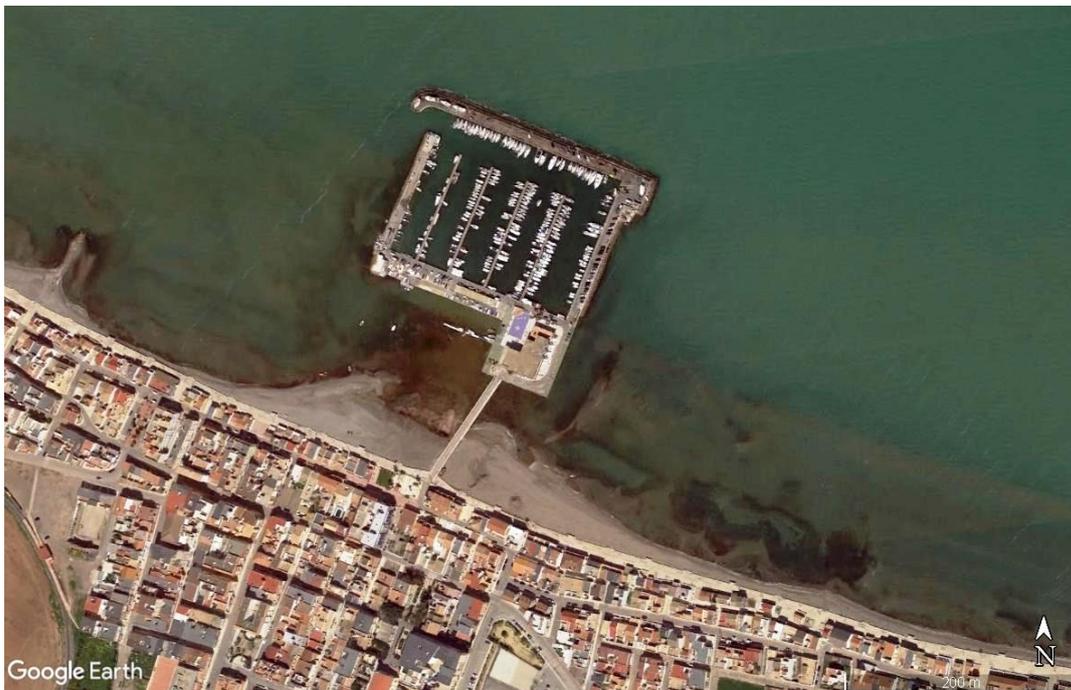


Figura 2.40: Puerto Deportivo de Los Nietos (Foto: Google Earth)

Está situado entre las ramblas de la Carrasquilla y Ponce, en la playa del mismo nombre en el término municipal de Cartagena. Es uno de los puertos denominados “Puertos Isla” cuya construcción se puso de moda en los años 70 de pasado siglo y que tan nefastos resultados ha dado debido a dos circunstancias principalmente: la primera era el desconocimiento del comportamiento del transporte de sedimentos por parte de los diseñadores y el segundo es el ignorancia del comportamiento de las obra exentas. El resultado es que en la zona abrigada por el puerto existe tanta inactividad que da lugar a falta de higiene, de circulación del agua y de movimiento de sedimentos.

Su estructura es la típica en este tipo de puertos: un pantalán que parte de tierra de 110 m, que da acceso a una dársena portuaria de planta rectangular a la que se accede por una plataforma de 49 x 62,5 m. La dársena está formada por un dique en forma de L de 160 y 205 m con un tación la segunda alineación y un contradique de 13 m de longitud. Ambos parten de una plataforma alargada, paralela a la costa de 185 x 22 m, distante unos 130 m de la línea de orilla original. Su construcción ha originado graves distorsiones en la playa de Los Nietos, con los problemas apuntados en el párrafo anterior.

#### Puerto Deportivo Los Urrutias

Junto al puerto anterior, es uno de los puertos deportivos más famosos del Mar Menor. Se encuentra situado entre la playa de Los Urrutias y la playa de Levante, en el término municipal de Cartagena.

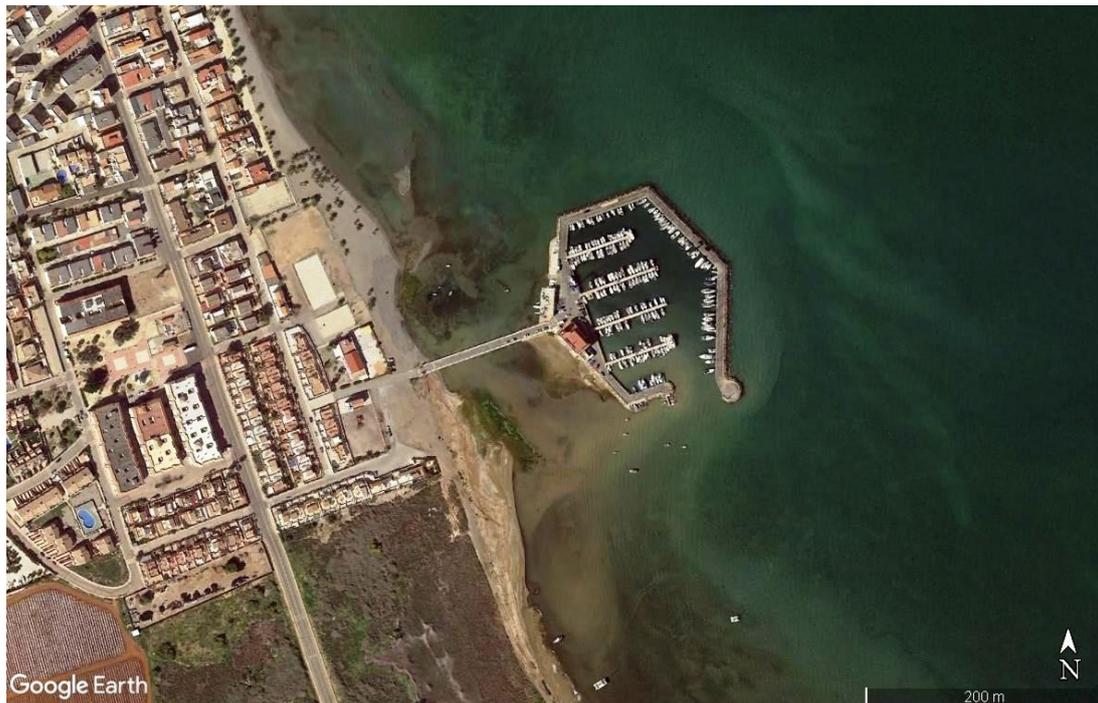


Figura 2.41: Puerto Deportivo de Los Urrutias (Foto: Google Earth)

También, como el puerto anterior es otro de los puertos isla que se construyeron en las costas españolas en los años 70 del pasado siglo, y, como él, posee los mismos errores y problemas que lo antedicho para el puerto de Los Nietos, aunque su tamaño es menor y su forma en planta distinta.

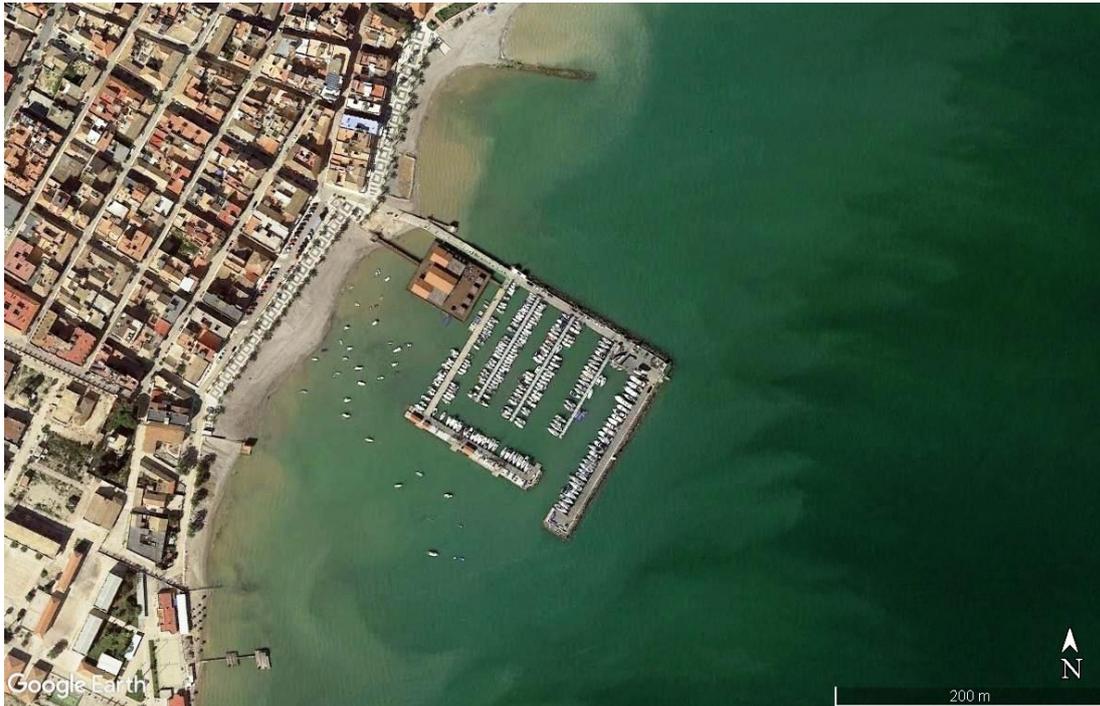
Su forma en planta es de un hexágono irregular al que se accede por un pantalán de 120 m que se convierte en dique en los últimos 27 m, de 36, 95, 90, 82, 93, y 100 más un morro de 19 m.



en total, la sombra que produce en la playa es de algo más de 200 m. Sus efectos han sido nefastos para la playa de Los Urrutias, comparables a los del puerto anterior.

#### Puerto Deportivo Mar Menor

Se halla situado al sur de Los Alcázares. Se encuentra situado entre las playas de la Concha y Carrión, en el término municipal de Los Alcázares.



*Figura 2.42: Puerto Deportivo Mar Menor (Foto: Google Earth)*

También, como el puerto anterior es otro de los puertos isla si bien su construcción es posterior a los dos anteriores; aunque no su diseño que procede de los años 70 del pasado siglo, y, como ellos, posee los mismos errores y problemas aunque algo amortiguados dada la forma de la costa que no es recta; formando una concavidad que ha permitido atenuar el efecto de la obra en las playas.

Se accede por un pantalán de 103 m de longitud. Tiene forma en planta rectangular de 95, 125, 132, y 143 m, con una sombra sobre la playa de 150 m.

#### Puerto Academia del Aire

Es el puerto más antiguo de todo el Mar Menor, no tiene carácter comercial, y sirve a las necesidades de la Academia General Militar del Aire situada en el término municipal de San Javier.

Está formado por dos diques convergentes. El norte de dos alineaciones de 74 y 487 m, y el dique su también de dos alineaciones de 98 y 192 m.

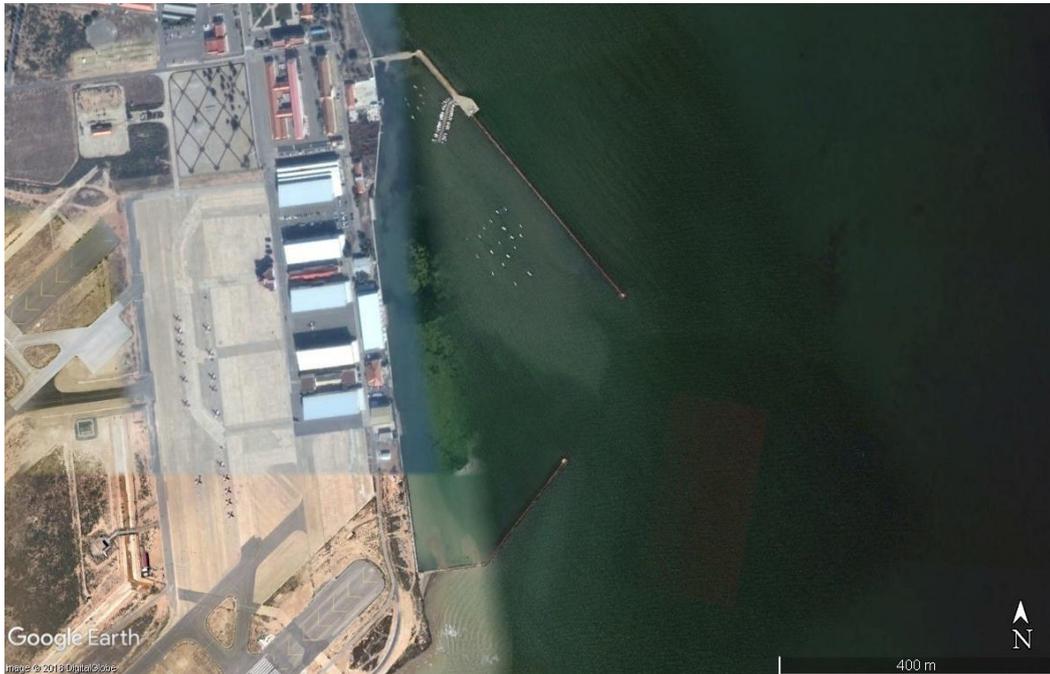


Figura 2.43: Puerto de la Academia General Militar del Aire (Foto: Google Earth)

#### Puerto Deportivo de Lo Pagan

Situado justo al norte de La Puntica, o punta de Lo Pagan, en el término municipal de San Pedro del Pinatar. Su obra exterior está formada por un dique de doble alineación de 175 y 290 m; siendo la segunda alineación paralela a la costa. Está abierta por el sur dejando una entrada de 70 m, partida por la mitad por un pantalán que discurre paralelo al dique (Figura 2.44).

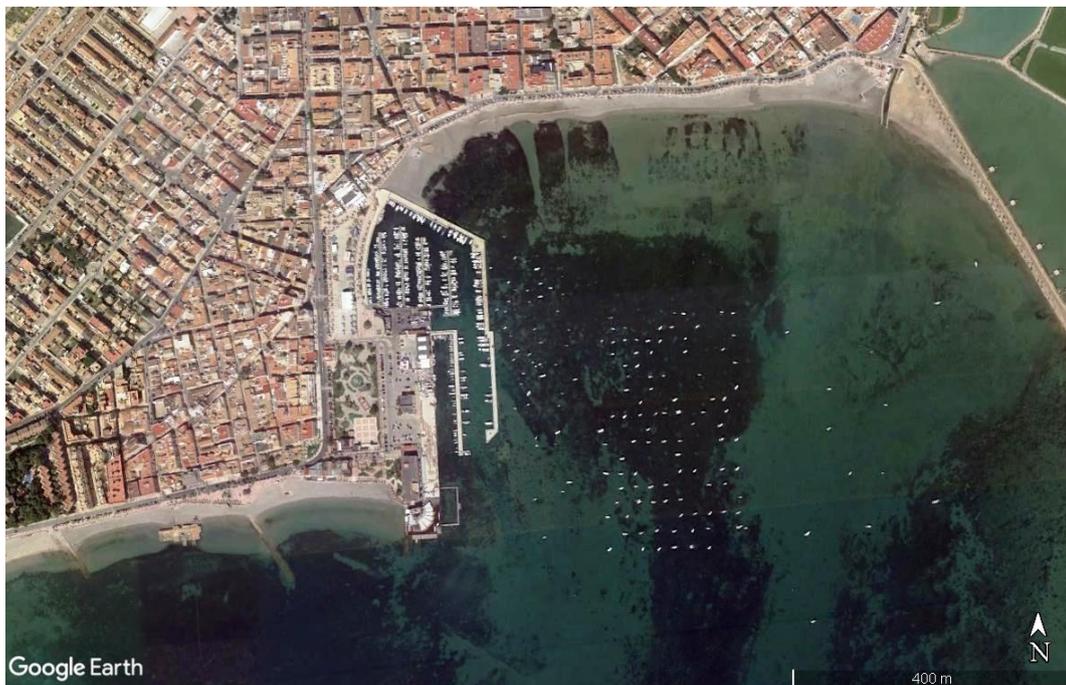


Figura 2.44: Puerto Deportivo de Lo Pagan (Foto: Google Earth)



La playa de Villananitos al norte del puerto ha ido acumulando material apoyada en el dique, alcanzando una anchura de 80 m del tramo de playa junto a él, teniendo en el resto anchuras en torno a 20 m.

**2.4.1.2 Fondeaderos, rampas y clubs náuticos**

Estos datos de puertos deportivos se completan con el listado de fondeaderos, rampas y listado de clubs náuticos, que ha inventariado el “Plan de ordenación, fomento y control de equipamientos y actividades en el ámbito marino del Mar Menor. Definición y análisis de condicionantes existentes” (Región de Murcia, 2018), que, aunque no tengan efectos directos sobre el estado de las playas, sí lo tiene en el uso y presiones sobre ellas.

En este trabajo se diferencian entre puerto deportivo y club náutico. Para uniformizar la información, en las figuras 2.45 y 2.46 se incluyen las tablas correspondientes a cada uno de los dos que presenta el citado trabajo

PUERTO	MUNICIPIO	UBICACIÓN	USO
Puerto Deportivo Ángel Villacieros	Cartagena	Los Urrutias	Navegación recreativa, pesca profesional, pesca recreativa
Puerto Deportivo Tomás Maestre	San Javier	La Manga	Navegación recreativa, pesca profesional, pesca recreativa, ferry, alquiler de embarcaciones
Puerto Deportivo Mar Menor	Los Alcázares	La Concha	Navegación recreativa, vela, pesca profesional, ferry, alquiler de embarcaciones
Puerto Deportivo Lo Pagán	San Pedro del Pinatar	La Puntica	Navegación recreativa, pesca profesional

Figura 2.45: Puertos deportivos del Mar Menor (Fuente: Región de Murcia)

CLUB NÁUTICO	MUNICIPIO	UBICACIÓN	USO
Club Náutico Puerto Tomás Maestre	San Javier	P.D. Tomás Maestre	Navegación recreativa, pesca profesional, ferry
Real Club de Regatas Santiago de la Ribera	San Javier	Santiago de la Ribera, Playa de Colón-Playa del Pescador	Navegación recreativa
Club Náutico Mar Menor	Los Alcázares	Puerto Deportivo Mar Menor	Navegación recreativa, vela, pesca profesional, ferry
Club Náutico Lo Pagán	San Pedro del Pinatar	Puerto Deportivo Lo Pagán	Navegación recreativa, pesca profesional
Club Náutico La Puntica	San Pedro del Pinatar	Lo Pagán	Navegación recreativa, vela latina
Club de Regatas Mar Menor	Cartagena	P.D. Ángel Villacieros	Navegación recreativa, pesca profesional
Club Náutico Islas Menores	Cartagena	Islas Menores	Navegación recreativa
Club Náutico Mar de Cristal	Cartagena	Mar de Cristal	Navegación recreativa
Club Náutico La Isleta	Cartagena	Marchamalo, La Manga	Navegación recreativa, pesca profesional
Club Náutico Dos Mares	Cartagena	Dos Mares, La Manga	Navegación recreativa, pesca profesional
Club Náutico Los Nietos	Cartagena	Los Nietos	Navegación recreativa, pesca profesional

Figura 2.46: Clubs náuticos del Mar Menor

Los fondeaderos que se han inventariado a lo largo de las costas del Mar Menor se muestran en las tablas de las figuras 2.47 y 2.48. Apreciándose que solamente uno de ellos está autorizado.

FONDEADERO	MUNICIPIO	UBICACION	TIPO
La Puntica	San Pedro del Pinatar	Playa La Puntica	Autorizado
Playa Honda	Cartagena	Playa Honda	No regularizado
Mar de Cristal	Cartagena	Playa Mar de Cristal	No regularizado
Los Urrutias 3	Cartagena	Playa Los Urrutias	No regularizado
El Carmolí	Cartagena	Playa El Carmolí	No regularizado
CN Dos Mares	Cartagena	Club Náutico Dos Mares	No regularizado
Dos Mares	Cartagena	Playa Dos Mares	No regularizado
Cavanna	Cartagena	Playa Cavanna	No regularizado
Puerto Bello	Cartagena	Playa Puerto Bello	No regularizado
Cala del Pino	Cartagena	Playa de la Cala del Pino	No regularizado
Isla del Ciervo	Cartagena	Isla del Ciervo	No regularizado
El Vivero	Cartagena	Playa del Vivero	No regularizado
Playa Paraíso	Cartagena	Playa de los Alemanes	No regularizado
Playa Honda 1	Cartagena	Playa Honda	No regularizado
Playa Honda 2	Cartagena	Playa Honda	No regularizado
Loma del Castillo	Cartagena	Playa Loma del Castillo	No regularizado
Mar de Cristal 2	Cartagena	Playa Mar de Cristal	No regularizado
Islas Menores	Cartagena	Playa Islas Menores	No regularizado
Los Nietos 1	Cartagena	Playa Los Nietos	No regularizado
Los Nietos 2	Cartagena	Puerto de Los Nietos	No regularizado
Los Nietos 4	Cartagena	Playa Los Nietos	No regularizado
Los Nietos 3	Cartagena	Playa Los Nietos	No regularizado
Perla de Levante 1	Cartagena	Playa Perla de Levante	No regularizado
Perla de Levante 2	Cartagena	Playa Perla de Levante	No regularizado
Perla de Levante 3	Cartagena	Puerto de Los Urrutias	No regularizado
Los Urrutias 1	Cartagena	Playa Los Urrutias	No regularizado
Los Urrutias 2	Cartagena	Playa Los Urrutias	No regularizado
Punta Brava 1	Cartagena	Playa Punta Brava	No regularizado
Punta Brava 2	Cartagena	Playa Punta Brava	No regularizado
De La Concha	Los Alcázares	Playa de La concha	No regularizado
Los Narejos 1	Los Alcázares	Playa Los Narejos	No regularizado

Figura 2.47: Fondeaderos existentes en el Mar Menor (Fuente: Región de Murcia)

Finalmente, debe hacerse notar que ningún fondeadero está autorizado en la actualidad: pero existen dos de ellos, La Puntica en San Pedro del Pinatar y El Atalayón en San Javier, que se encuentran en un estado avanzado de tramitación de los expedientes de concesión correspondientes.



FONDEADERO	MUNICIPIO	UBICACIÓN	TIPO
Los Narejos 2	Los Alcázares	Playa Los Narejos	No regularizado
Las Plameras 1	Los Alcázares	Playa Las Plameras	No regularizado
Las Salinas	Los Alcázares	Playa Las Salinas	No regularizado
Del Espejo	Los Alcázares	Playa del Espejo	No regularizado
Manzanares 1	Los Alcázares	Playa Manzanares	No regularizado
De Colón	San Javier	Playa de Colón	No regularizado
La Seca 1	San Javier	Punta La Seca - Aeropuerto	No regularizado
La Hita	San Javier	Playa La Hita	No regularizado
La Encañizada	San Javier	La Encañizada - Veneziola	No regularizado
Playa Chica 1	San Javier	Playa Chica	No regularizado
Matasgordas 1	San Javier	Playa Matasgordas	No regularizado
Matasgordas 2	San Javier	Playa Matasgordas	No regularizado
Matasgordas 3	San Javier	Playa Matasgordas	No regularizado
Matasgordas 4	San Javier	Playa Matasgordas	No regularizado
Las Antillas	San Javier	Playa Las Antillas	No regularizado
Poniente	San Javier	Playa de Poniente	No regularizado
Lebeche	San Javier	Playa Lebeche	No regularizado
Los Alisios 1	San Javier	Playa de Los Alisios	No regularizado
Alisios 2	San Javier	Playa de los Alisios	No regularizado
Fondeadero Punta del Fraile	San Javier	Isla del Barón	No regularizado
Isla del Barón	San Javier	Isla del Barón	No regularizado
Playa del Muelle (este)	San Javier	Isla del Barón	No regularizado
La Seca 2	San Javier	Punta La Seca - Aeropuerto	No regularizado
Playa Chica 2	San Javier	Playa Chica	No regularizado
Molino La Calcetera	San Pedro del Pinatar	Molino La Calcetera	No regularizado

Figura 2.48: Fondeaderos existentes en el Mar Menor, continuación de la figura 2.47 (Fuente: Región de Murcia)

Finalmente, se incluye el inventario de rampas de acceso para embarcaciones existentes en el Mar Menor, tomadas de la misma fuente.

RAMPA	MUNICIPIO	UBICACIÓN	ESTADO
CAR	Los Alcázares	Playa Los Narejos	En uso
Rambla	Los Alcázares	Playa Manzanares	En uso
Club Náutico	Los Alcázares	Playa de Carrión	En uso
Playa Honda	Cartagena	Playa Honda	Aprobada
Islas Menores	Cartagena	Playa de Poniente, Islas Menores	Aprobada
Los Urrutias	Cartagena	Playa Los Urrutias	Aprobada
Atalayón	San Javier	Playa del Atalayón	Aprobada

Figura 2.49: Rampas de acceso inventariadas en el Mar Menor (Fuente: Región de Murcia)

## 2.4.2 Obras costeras

En este apartado solamente se inventarían las obras costeras que tienen por finalidad la creación de playa o su protección. No se tienen en cuenta, por tanto, los encauzamientos de golgas, obras portuarias, pantalanés de fondeaderos, balnearios, etc.

Se ha dividido el inventario en el frente del mar Mediterráneo y en la costa de Mar Menor.

### 2.4.2.1 Mar Mediterráneo

Existen muy pocas obras costeras en este frente. Comenzando por las del término municipal de Pilar de la Horadada (Alicante), cabe citar que la propia estructura de la costa, el puerto deportivo y la presión urbana sobre el litoral han hecho necesarias varias obras.



Figura 2.50: Obras costeras en Pilar de la Horadada, junto al puerto deportivo (Foto: Google Earth)

El puerto ha hecho sombra al oleaje, del tal forma que ha creado una playa apoyada, con un triángulo acumulativo de hasta 100 m de anchura junto al puerto y unos 300 m de longitud hacia el sur. En este lado sur se ha construido un espigón de 45 m para mitigar la tendencia a la acumulación de arena, pero su eficacia ha sido mínima. Más hacia el sur de la playa del Puerto, la forma de la costa, el puerto y la presión urbana han hecho necesaria la construcción de un dique longitudinal de escollera, de 426 m aproximadamente (Figura 2.50).

Ya en La Manga, se pueden dos obras. La primera se sitúa en la zona norte de la playa del Pudrimel consistente en un dique longitudinal de escollera de 180 m que protege unas edificaciones que han invadido la playa (Figura 2.51 A). La segunda se ubica en el extremo sur, cerca del cabo de Palos, donde las playas se han cerrado para reducir las pérdidas de sedimento hacia el citado cabo con un gran espigón de escollera de 190 m (Figura 2.51 B) en el que se apoya la playa de Levante de Cartagena.



Figura 2.51 A: Obras costeras en la playa del Pudrimel, T.M. San Javier (Foto: Google Earth)



Figura 2.51 B: Obras costeras en la playa de Levante de Cartagena (Foto: Google Earth)

#### 2.4.2.2 Mar Menor

El inventario de obras costeras existentes en la costa del Mar Menor se puede agrupar en doce tramos, seis en la Zona 2, dos en la Zona 3 y, por último, 4 en la Zona 4. Estas obras son:

##### 2.4.2.2.1 Zona 2

Los tramos con obras costeras son: Playa Veneziola, Sur de Estacio, Pudrimel, Punta Bolondo, Pedruchillo y Galán.

Playa de Veneziola (San Javier)

En esta playa existen dos espigones de escollera de 30 y 50 m (Figura 2.52) que son complementarios al dique de encauzamiento sur de la marina (Figura 2.35).



Figura 2.52: Obras costeras en la playa de la Veneziola (Foto: Google Earth)

Sur de Estacio (San Javier)

Al sur de la gola y puerto deportivo del Estacio la línea de orilla viene condicionada y conformada por las edificaciones que bordean la zigzagante carretera RM-12 que recorre La Manga (Figura 2.53), que deja espacios donde buenamente se mantienen los arenales Matasgordas y Mistral.



Figura 2.53: Obras costeras al sur del Estacio (Foto: Google Earth)

Cuando la carretera toca la orilla del Mar Menor ha tenido que protegerse con diques longitudinales de escollera; además, para mantener las distintas playas se han construido una serie de pequeños espigones de escollera. En total son, de norte a sur, tres espigones de 25, 20 y 40 m, y los diques longitudinales de escollera son de 431 y 315 m (Figura 2.53).

#### Playa Chica (San Javier)

La estructura de la costa sigue los mismos cánones que el tramo anterior, es decir, la urbanización y la carretera van condicionando el uso y obras de la costa interior del mar Menor (Figura 2.54). En este caso, no obstante, prácticamente no existe playa porque su lugar ha sido ocupado por una casa privada defendida su frente por una escollera longitudinal y por un espigón en su extremo sur. Al norte y al sur de la playa la carretera está defendida por dos revestimientos de escollera de 503 m, a norte, y 875 m al sur.



Figura 2.54: Obras costeras playa Chica (Foto: Google Earth)

#### Punta Bolondo (San Javier)

Este tramo de costa continúa con los cánones explicados anteriormente del borde costero de La Manga en el Mar Menor, donde la carretera vertebró no solo el urbanismo masivo de la zona, sino las playas del interior. En este caso, los espacios que deja la serpenteante vía junto al Mar Menor no se han mantenido como playa, sino que se han urbanizado también, ocupando toda la superficie emergida, hasta alcanzar la línea de orilla. Para proteger los cerramientos de las distintas fincas, se han construido pequeños espigones con una eficacia prácticamente nula (Figura 2.55).

El número de estos pequeños espigones es de aproximadamente 6, siendo muy difícil poder precisar si actualmente hay más, dada su proliferación. Los entrantes de la carretera en la costa están protegidos también con un dique longitudinal de escollera de 175 m y al norte de éste se han construido dos espigones de escollera de 35 y 40 m que abrigan pequeñas playas.



Figura 2.55: Obras costeras de Punta El Bolondo del Mar Menor (Foto: Google Earth)

Playa de Poniente del Mar Menor (San Javier)

Al igual que en los casos anteriores, el seno que forma la carretera está urbanizado, quedando únicamente una playa estrecha en su zona sur, donde existe un espigón de escollera de 40 m en el que se apoya la playa norte formando un triángulo acumulativo (Figura 2.56).



Figura 2.56: Obras costeras playa del Poniente del Mar Menor (Foto: Google Earth)

### Playa de Lebeche (San Javier)

Este tramo de La Manga es en más masificado; donde la aivez urbana ha hecho que se confunda la verja de las casas con la línea de orilla (Figura 2.57). En él se han construido tres espigones: dos de 10 m y uno de 18 m que pretenden mantener una playa que apenas existe.



Figura 2.57: Obras costeras playa de Lebeche del Mar Menor (Foto: Google Earth)

#### 2.4.2.2.2 Zona 3

Los tramos con obras costeras son dos, estando concentrado el primero en la playa de Vivero, en el entorno de la gola de Marchamalo, y el segundo en Los Nietos, donde se reúnen las obras de defensa más importantes en esta zona.

### Playa de El Vivero (Cartagena)

La zona comprendida entre la gola de Marchamalo y el puerto deportivo Bello concentran un número considerable de obras costeras (Figura 2.58), cuyo objetivo de la mayoría de los casos es retener la arena para evitar que se deposite en el canal de la gola. Para ello se han construido dos diques de encauzamiento de 67 y 130 m de longitud en la entrada de la gola, en el lado del Mar Menor, a los cuales se les unen dos diques exentos de baja cota de coronación, de 180 y 145 m de longitud respectivamente. Además, adosado al dique del puerto deportivo existe un espigón de 45 m.

El único espigón que se halla en la playa de El Vivero se encuentra casi en su extremo. Se trata de un espigón de escollera, en bastantes malas condiciones, que pretende evitar la entrada de sedimento en el puerto deportivo y, por tanto, tiene una finalidad más portuaria que costera.



Figura 2.58: Obras costeras playa de El Vivero y entorno de la gola de Marchamalo (Foto: Google Earth)

Playa de Los Nietos (Cartagena)

Esta playa aún tiene en la actualidad tres espigones (Figura 2.59) aunque dos de ellos, de 15 y 65 m de longitud, son restos de obras anteriores y tienen pequeña entidad. Solamente, el espigón situado más al oeste, de 72 m pervive de los tres que existían en 2002.



Figura 2.59: Obras costeras playa de Los Nietos (Foto: Google Earth)

#### 2.4.2.2.3 Zona 4

En este tramo las obras costeras se encuentran en las playas de La Concha, Carrión, el Espejo, las Palmeras, los Narejos y Salinas (en Los Alcázares), las playas del Pescador, Barnuevo, Colón y Castillico (San Javier) y la playa de la Puntica (San Pedro del Pinatar).

##### Playas de La Concha y de Carrión (Los Alcázares, Figura 2.60)

Se han construido dos pequeños espigones verticales de 28 m para evitar en lo posible el efecto que la sombra del puerto deportivo Mar Menor ejerce sobre la playa.

En la playa de Carrión las obras están anejas al puerto deportivo Mar Menor. Son dos espigones de escollera de 105 y 115 m de longitud. El primero, situado más al sur y próximo al puerto, retiene algo de la arena que tiende a absorber el puerto por efecto de la difracción en sus diques de abrigo. El segundo, más al norte, no parece tener eficacia como estructura de contención, posiblemente porque se encuentra parcialmente sumergido.



Figura 2.60: Obras costeras, playa de Carrión (Foto: Google Earth)

##### Playa del Espejo, las Palmeras, Los Narejos y Salinas (Los Alcázares)

El frente de la playa de las Palmeras está protegido por diques exentos semi-sumergidos de escollera, de 165 m de longitud. Más al norte, en la playa de Los Narejos se han construido tres espigones de dos alineaciones de longitudes inicial y final 110 y 70 m, 110 y 125 m, 140 y 10 m. Continuando hacia el norte, ya en la playa de las Salinas, también se ha construido un pequeño espigón de escollera de 35 m de longitud (Figura 2.61). Los diques exentos no han formado ni tan siquiera un hemitómbolo incipiente, pero es posible que sí funcionen como pie de playa. La eficacia de los espigones parece baja, lo cual seguramente es resultado de una longitud y diseño en planta incorrectos.



Figura 2.61: Obras costeras en las playa de las Palmeras, los Najeros y Salinas (Foto: Google Earth)

Playas del Pescador y Barnuevo (San Javier)

En el entorno de la playa del Pescador existen tres pequeñas obras costeras, dos espigones de 45 y 70 m al sur de Club de Regatas y un espigón-muelle de 30 m al norte de estas instalaciones que también tienen el efecto de un espigón o dique (Figura 2.62).



Figura 2.62: Obras costeras, playa del Pescador (Foto: Google Earth)

### Playas de Colón, Castillico (San Javier) y la Puntica (San Pedro del Pinatar)

Este tramo está salpicado de pantalanes y espigones, de los cuales existen cinco, todos ellos de escollera (Figura 2.63), dos en la playa de Colón de 25 y 35 m de longitud (difícilmente reconocibles a simple vista, porque se han comportado eficazmente), uno de 55 m en la playa del Castillico y tres más en la playa de la Puntica de 60, 50 y 70 m.

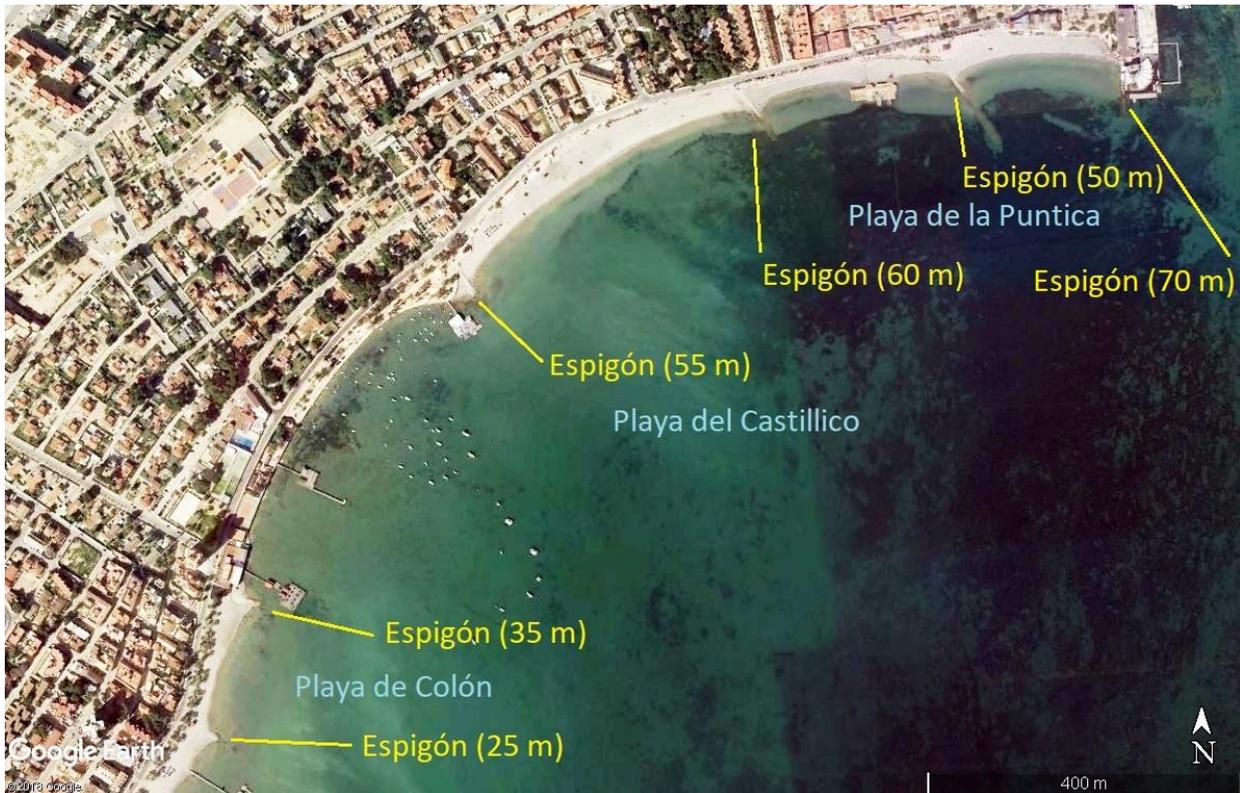


Figura 2.63: Obras costeras, playa Colón, Castillico y la Puntica (Foto: Google Earth).

## 2.5 Descripción y análisis de las playas

La descripción de las playas se estructura en las mismas zonas en que se han dividido las costas del Mar Menor y La Manga (apartado 2.3), siguiendo la división y nombres que utiliza la Guía de Playas de la Dirección General de la Costa y el Mar (Guía de Playas, s.f.). Algunas de estas playas, principalmente en La Manga, han cambiado de denominación recientemente, por ello se ha decidido incluir entre paréntesis la denominación anterior.

### 2.5.1 Playas en la zona 1A (Punta de la Horadada- Puerto de San Pedro del Pinatar)

Este frente contiene playas de dos municipios, Pilar de la Horadada, en Alicante y San Pedro del Pinatar en Murcia. Estas playas son, ordenadas de norte a sur:

T.M. Pilar de la Horadada (Alicante) (Figura 2.64)

1. Playa del Puerto
2. Playa de las Villas
3. Playa de Las Higuieritas
4. Playa del Mojón (situada parcialmente en Alicante y Murcia)



Figura 2.64: Playas de Pilar de la Horadada en zona 1A (Foto: Google Earth)

Son unas playas condicionadas por los dos puertos que delimitan la Zona 1A, y por la forma de la costa. La playa del Puerto, más al norte, se encuentra apoyada en el contradique del puerto de Pilar de la Horadada, formada a la sombra de éste, lo que hace que tenga forma de un triángulo curvo con una anchura junto al contradique de 106 m, desapareciendo a 294 m, longitud de la playa, al sur (apartado 2.4.1.1). La playa tiene un espigón a 207 m del contradique que ha intentado reducir esa descompensación existente en la anchura de playa, aunque ha tenido con una eficacia muy reducida. Es de arena de color claro.

Al sur de esta playa existe un dique longitudinal de protección de costa (apartado 2.4.2.1) que finaliza en un afloramiento rocoso que termina en forma de pico, y la separa de la playa de las Villas, de 580 m, que discurre hasta que aparecen nuevos afloramientos rocosos en forma de barrera exterior. La anchura de esta playa es variable: en el tramo más al norte, las urbanizaciones han dejado solamente una playa de 18 m hasta alcanzar la riera, pasada la cual (hacia el sur) aún existe una cadena de dunas que dan una anchura total de unos 80 m, de los cuales 35 m son de playa seca y el resto de dunas.

La playa de las Higuieritas está protegida por la barrera de roca exterior que discurre paralela a la costa, aunque alejándose paulatinamente de la línea de orilla hasta alcanzar el final de la playa del Mojón. Tiene una longitud de 600 m y su estructura es similar a la playa de las Villas. Al final del tramo la playa del Mojón se hace más estrecha, con una anchura total de 56 m, repartidos por igual entre la playa seca y las dunas.

La playa del Mojón también está protegida por la barrera de rocas citada anteriormente y se encuentra en parte en Pilar de la Horadada (Alicante) y en parte en San Pedro del Pinatar (Murcia). El tramo que discurre en la provincia de Alicante, de 270 m de longitud, está fuertemente urbanizado hasta la línea de orilla, lo que hace que prácticamente no exista playa, motivo por el



lo cual ha sido escollerado. La máxima anchura de esta playa se sitúa en torno a los 20 m, con arena del mismo tipo que las playas al norte. Cuando la playa se adentra en la provincia de Murcia, puede apreciarse que todavía existe una línea de dunas de unos 45 m de anchura y una playa seca delante de unos 20 m.

T.M. San Pedro del Pinatar (Figura 2.65)

Este término municipal tiene solamente dos playas al norte del puerto deportivo de San Pedro del Pinatar, límite septentrional de la Zona 1A:

4. Playa del Mojón (citada anteriormente)
5. Playa de la Torre Derribada



Figura 2.65: Playas de San Pedro del Pinatar en el mar Mediterráneo, zonas 1A y B (Foto: Google Earth)

La primera de ellas, playa del Mojón, ya ha sido descrita anteriormente. La playa de la Torre Derribada está totalmente condicionada por el puerto de San Pedro del Pinatar, en el que se apoya en su extremo sur, acumulándose históricamente el poco sedimento proveniente de la costa norte. Forma un triángulo acumulativo muy alargado, que puede resultar difícil de apreciar dado que en él se ha desarrollado una franja de dunas, que forman el Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (apartado 2.2.4). La anchura de playa seca se encuentra entre 30 y 40 m, siendo de arena fina de diámetro característico 0,34 mm (IH Cantabria, 2011).

**2.5.2 Playas en la zona 1B (Puerto d. San Pedro del Pinatar-Punta de Cocedor)**

Este frente contiene playas de dos municipios, San Pedro del Pinatar al norte y San Javier al sur. Estas playas son, ordenadas de norte a sur:

T.M. San Pedro del Pinatar (Figura 2.65)

#### 6. Playa de la Llana (Playas de Playuela, Barraca Quemada y la Llana o Punta de Algas)

Esta playa se encuentra al sur del puerto deportivo de San Pedro del Pinatar y se prolonga unos 3.150 m hasta los afloramientos rocosos de las Encañizadas que le sirven de apoyo. Mantiene su estructura original con una franja de dunas tras la playa seca, aunque en su primer tramo está afectada por el puerto de San Pedro del Pinatar, tanto por las retenciones de material al norte del mismo como por la difracción del oleaje en sus estructuras de abrigo, lo que produce un estrechamiento de unos 10 m de playa seca. Tiene tres tramos conocidos por la Playuela, de arena fina 0,21 mm y situada junto al puerto, la Barraca Quemada, de arena media de 0,39 mm y situada en el centro de la playa, y Punta de Algas, también de arena media de 0,30 mm, en la zona sur.

T.M. San Javier (Figura 2.66)

7. Playa del Pudrimel
8. Playa de la Ensenada del Esparto
9. Playa de la Escollera de Levante



Figura 2.66: Playas de San Javier en el mar Mediterráneo, zona 1B (Foto: Google Earth)

Las dos primeras forman una playa única de forma cóncava en planta. Los primeros 160 m está libres, sin presiones ni ocupación, a los que sigue 180 m en los que la playa ha sido totalmente ocupada por el urbanismo, habiendo desaparecido y sustituido su frente por un escollerado. Tiene una longitud total de 3.750 m aproximadamente. La anchura de playa es variable, dependiendo, principalmente de su ocupación urbana; teniendo una anchura máxima de más de 100 m en aquellos lugares no edificados que se reduce a un mínimo de 3 m en los que se ha ocupado la playa. Son de arena fina dorada de 0,30 mm. La última playa está formada por

cuencos existentes entre las rocas. Es de destacar un entrante que podría haber sido un antiguo fondeadero.

### 2.5.3 Playas en la zona 1C (Punta de Cocedor-Cabo de Palos)

Este frente contiene playas de dos municipios, San Javier al norte y Cartagena al sur. Estas playas son, ordenadas de norte a sur:

#### T.M. San Javier (Figura 2.67)

10. Caleta del Estacio
11. Playa del Estacio
12. Playa del Arenal
13. Playa del Pedrucho
14. Playa del Banco del Tabal



Figura 2.67: Playas de San Javier en el mar Mediterráneo, zona 1C (Foto: Google Earth)

En realidad todas estas playas forman junto a la primera playa de Cartagena (Calnegre), una sola unidad de 8.300 m de longitud que llega hasta la Punta de la Raja. Todas las playas tienen arena fina dorada de 0,34 mm de diámetro característico, mientras que su anchura depende del grado de invasión de las distintas urbanizaciones que salpican La Manga; en algunos lugares donde todavía no se ha ocupado este territorio (Figura 2.68) se aprecian zonas de dunas y de vegetación, y sobre estas la carretera RM-12, que recorre La Manga de norte a sur. En otros puntos los márgenes se han urbanizado dejando una playa cuya anchura varía entre 10 m, en las zonas de mayor presión urbana, y algo más de 100 m en zonas que aún no se ha urbanizado. En general, en toda esta unidad existe una fuerte presión urbana con ocupación de la playa seca.



Figura 2.68: Playa del Pedrucho en La Manga (Foto: M. para la Transición Ecológica)

T.M. Cartagena (Figura 2.69)

- 15. Playa de Calnegre
- 16. Playa de Galúa
- 17. Playa de Marchamalo
- 18. Playa de Amoladeras
- 19. Playa de Levante



Figura 2.69: Playas de Cartagena en el mar Mediterráneo, zona 1C (Foto: Google Earth)

La primera, Playa de Calnegre, es la continuación de las playas al norte descritas anteriormente. El resto, playas de Galúa, Marchamalo, Amoladeras y Levante, aunque separadas por la gola de Marchamalo (entre Galúa y Marchamalo), también forman una única playa. El primer tramo, playa de Galúa, tiene una longitud de 993 m, y una anchura que varía entre 75 y 16 m dependiendo del alcance de la zona urbanizada. Su arena es fina y dorada, de 0,25 mm de diámetro. El segundo tramo, playas de Marchamalo, Amoladeras y Levante, tiene una longitud de 3.250 m en total y su anchura también depende de la invasión urbanística de las playas, variando entre 15 y 76 m (Figura 2.70). En algún tramo existen aún zonas no urbanizadas donde a duras penas se mantienen las dunas. La arena es también dorada de 0,29 y 0,27 mm respectivamente en las playas de Marchamalo y Amoladeras, mientras que en el extremo sur hay zonas con arena gruesa de 0,89 mm.



Figura 2.70: Playa de Marchamalo (Foto: M. para la Transición Ecológica)

#### **2.5.4 Playas en la zona 2A (Extremo norte del Mar Menor - Gola del Estacio)**

A partir de esta zona, todas las playas descritas se encuentran en el Mar Menor, por lo que sus características respecto a la dinámica litoral y morfología costera asociada son totalmente diferentes. La descripción se realiza desde el extremo norte de las playas de La Manga, por el lado del Mar Menor, y siguiendo las agujas del reloj. La zona 2A recorre prácticamente la mitad del frente interior de La Manga y pertenece a dos términos municipales, San Pedro del Pinatar, al norte, y San Javier, al sur.

##### T.M. de San Pedro del Pinatar (Figura 2.71)

###### 20. Playa de La Mota o Los Molinos

Forma el frente de las salinas de San Pedro del Pinatar. Aunque su frente total es de 2.700 m, únicamente es playa unos 1.320 m, de los que 1.270 m discurren en su zona norte y escasamente 50 m en el extremo sur. Está formado por arena y grava oscura y la anchura está comprendida, en su mayor parte, entre 2 y 7 m. Tiene un paseo marítimo y una carretera que discurren paralelo a la playa. El tramo norte de unos 180 m de longitud se apoya en la salida de las salinas y tiene

una anchura máxima, de unos 80 m en la zona mayor que corresponde a su extremo norte. Fue objeto de una actuación para su recuperación en el año 2000.



Figura 2.71: Playa de San Pedro del Pinatar en el Mar Menor, zona 2A (Foto: Google Earth)



Figura 2.72: Playa de La Mota (Foto: M. para la Transición Ecológica)

T.M. de San Javier (Figura 2.73)

21. Playa de la Veneziola
22. Playa Chica o del Pudrimel del Mar Menor



Figura 2.73: Playas de San Javier en el Mar Menor, zona 2A (Foto: Google Earth)

Las playas existentes en este tramo se forman en dos espacios que han quedado libres del urbanismo que ha invadido las playas naturales. La primera de estas playas es la de Veneziola, y más al norte forma el frente de la urbanización del mismo nombre (Figura 2.73 y 74). Tiene una longitud total de 1.060 m separado en tres celdas por dos espigones (Figura 2.52) de 557 m, la más al norte, 291 m, la central, y 212 m la más al sur. Su anchura varía entre 2 y 18 m, dependiendo de la mayor o menor ocupación de la playa por las urbanizaciones. Están formadas por arena oscura, y frente a ellas se realizó en los años ochenta del pasado siglo un importante dragado que aún pueden observarse con nitidez en las fotografías aéreas.



Figura 2.74: Playa de la Veneziola (Foto: M. para la Transición Ecológica)

La playa Chica tenía anteriormente la denominación de playa del Pudrimel del Mar Menor (Figuras 2.73 y 75). Es un saliente de arena delimitado por la carretera que discurre a lo largo de La Manga, ocupado en su centro por una finca que parte la playa en dos (Figura 2.75), habiendo desaparecido la playa frente a ella. Tiene una longitud total de 434 m, de los cuales 60 están ocupados por la finca citada, y su anchura máxima junto a muro de la finca es de 38 m. Está formado por arena oscura.

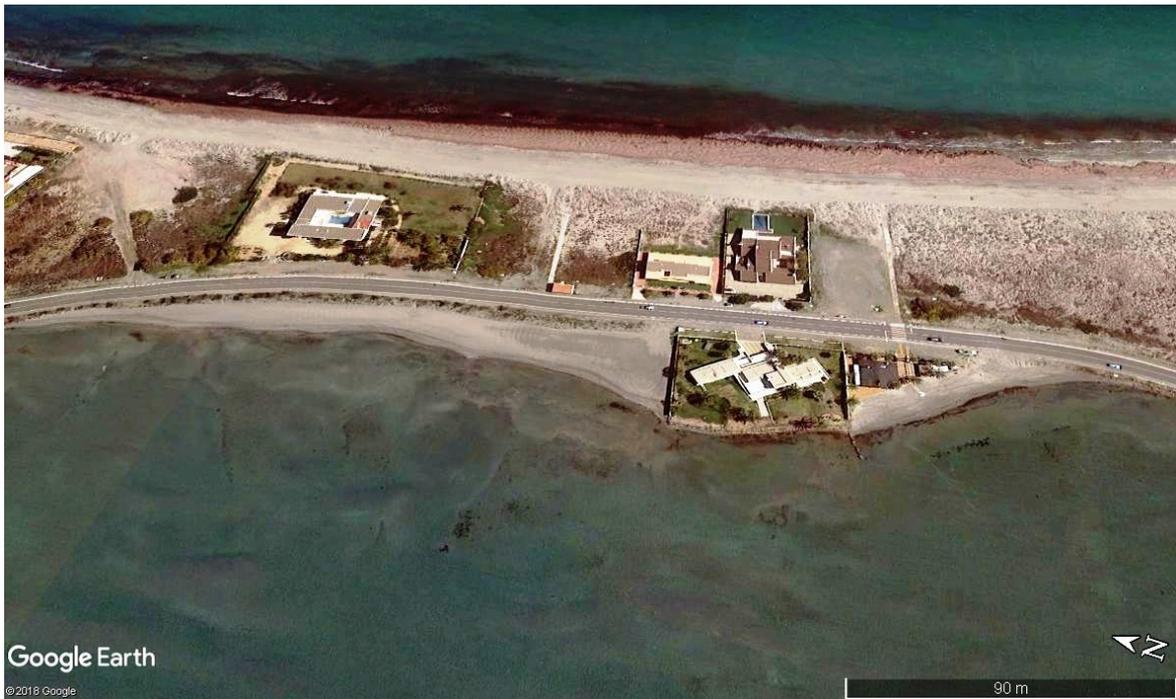


Figura 2.75: Playa Chica (Foto: Google Earth)

Al final del tramo hay una playita apoyada en el saliente del Estacio conocida como playa de Matas Gordas, de 185 m de longitud (Figura 2.76)



Figura 2.76: Playa de Matas Gordas (Foto: Google Earth)

### 2.5.5 Playas en la zona 2B (Gola del Estacio - Isla del Ciervo)

Todo este frente contiene playas pertenecientes al término municipal de San Javier, siendo éstas:

23. Playa de Mistral (o Matasgordas)
24. Playa de Matasgordas (o Primera del Pedrucho)
25. Playa de Antillas
26. Playa del Pedruchillo
27. Playa de Poniente
28. Playa del Galán (o Euromangas)
29. Playa de Lebeche (o El Galán)
30. Playa de los Aliseos
31. Playa de la Isla
32. Cala del Pino
33. Playa del Gollerón o cala del Turco

Aunque el frente de costa de esta zona es largo, con una longitud aproximada de 7.600 m, la invasión urbanística es tan grande en él que solamente una pequeña parte está formada por playas, que se han dividido en tres tramos: Centro (P. Mistral y Matasgordas), Centro Sur (P. Antillas-El Galán) y Sur (P. Lebeche-Gollerón).



Figura 2.77: Playas de San Javier en el Mar Menor, zona 2B-1 Centro (Foto: Google Earth)

El primero de los tramos, Centro, contiene las dos primeras playas (Figura 2.77): Mistral y Matasgordas. Son dos pequeñas playas que se encuentran constreñidas en la zona que le deja la plataforma de la carretera. Su estado actual obedece a una serie de rellenos que se realizaron al urbanizar La Manga, alterando su estructura morfológica original.

La playa Mistral (o Matasgordas) es la más septentrional y se apoya en el Estacio, al norte, y en un espigón (Figura 2.53) en el comienzo del escollero de protección de la carretera al sur. Su longitud es de 330 m y su anchura máxima es de 30 m, existe un paseo sobre la mitad de la playa (Figura 2.78). Está formada por arena dorada



*Figura 2.78: Playa de Mistral o Matasgordas (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

La segunda es la playa de Matasgordas, que anteriormente tenía el nombre de Primera del Pedrucho en la Guía de Playas. Se forma entre dos curvas de la plataforma de la carretera de La Manga (Figura 2.77) y finaliza en el sur con un pequeño espigón de cierre (Figura 2.53). La concavidad que deja la carretera está ocupada en su gran mayoría por viviendas, dejando una estrecha franja de playa libre (Figura 2.79) que en ocasiones desaparece, como puede observarse en la figura 2.77 en su zona norte.



*Figura 2.79: Playa Matasgordas o Primera del Pedrucho (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

La longitud de la playa es de 565 m y su máxima anchura es de 19 m. Según se observa en diversas fotos (comparar figura 2.77 y 2.79) es susceptible de basculamiento.

El segundo tramo, Centro Sur, está formado por cuatro playas (Figura 2.80): Antilla, Pedruchillo, Poniente y El Galán (o Euromangas). Su estado es muy malo en todos los casos, ya que en esta

zona el urbanismo ha sido invasivo en un grado importante; ocupando playas originales y dejando una mínima franja de arena como playa, que desaparece en algunos puntos.



Figura 2.80: Playas de San Javier en el Mar Menor, zona 2B-2 Centro Sur (Foto: Google Earth)

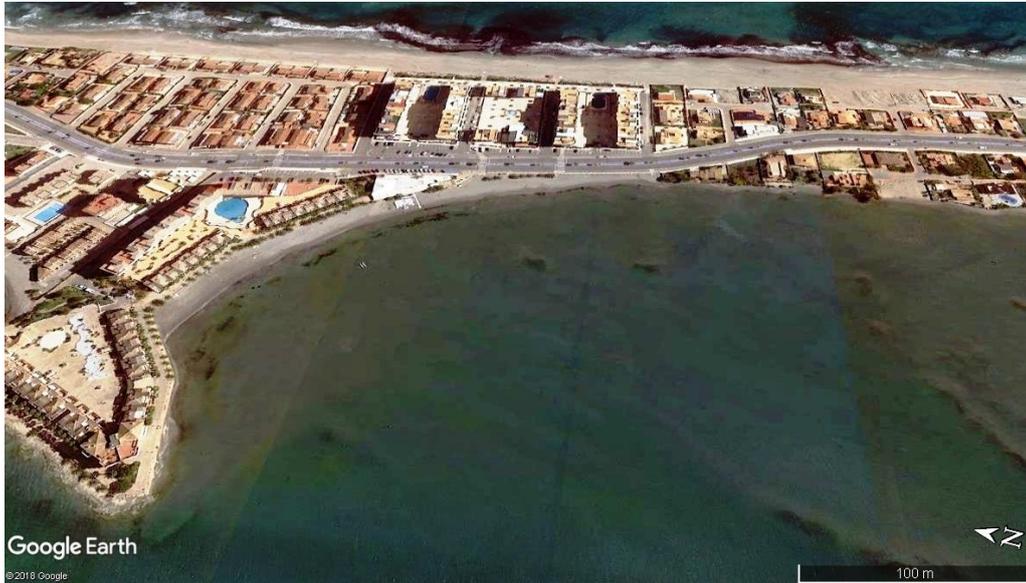
La playa de la Antilla es en realidad una cala situada entre dos salientes rocosos: Punta del Pedrucho al norte, y punta del Pedruchillo al sur. Tanto la cala como las puntas están ocupadas en su mayor parte por casas (Figura 2.81), invadiendo la playa seca.



Figura 2.81: Playa de la Antilla (Foto: M. para la Transición Ecológica)

La longitud de la playa es de 255 m y la anchura máxima es de 21 m. Está formado por arena dorada de 0,38 mm.

La playa del Pedruchillo se sitúa y apoya a sur de la punta del mismo nombre (Figuras 80 y 82) y en la plataforma de la carretera al sur. La presión urbanística solamente ha dejado una playa de 350 m con una anchura máxima de 25 m y una mínima de 9 ya que las viviendas se han situado encima de la playa seca. Está formada por arena dorada de 0,31 mm.



*Figura 2.82: Playa del Pedruchillo (Foto: Google Earth)*

La siguiente playa al sur es la de Poniente (también conocida como del Pedruchillo ya que ambas son continuación una de otra); que se desarrolla entre la concavidad que deja la carretera y un pequeño espigón al sur (Figura 2.56). Tiene una longitud de 696 m; si bien los 400 m más al norte están ocupados por viviendas hasta prácticamente la línea de orilla, no dejando anchura efectiva de playa seca. La anchura máxima de playa seca es de 29 m, donde solamente existe una fila de casas, en el resto tiene una anchura situada en torno a 5 m.



*Figura 2.83: Playa de Poniente o Pedruchillo (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

La última playa de este segundo tramo es la playa de El Galán (Figura 2.80) que se apoya a sur en la punta rocosa del mismo nombre, y parte del espigón sur de la anterior playa (Figura 2.56). Su longitud total es de 830 m; pero los 490 primeros han desaparecido bajo el urbanismo

desarrollado en esta zona, por lo que la playa efectiva tiene una longitud de 340 m y una anchura máxima de 25 m al pie de la punta del Galán. Igual que en las playas anteriores, la playa se ve coartada por el invasivo urbanismo desarrollado (Figura 2.84).



*Figura 2.84: Playa de El Galán en un círculo rojo (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

El tercer tramo corresponde al Sur del término municipal de San Javier en La Manga. Discurre entre la punta del Galán, al norte, y el cerro de Calnegre, al sur. El frente es una playa continua hasta la punta donde se sitúa la Marina Arpón, formado por las playas: Lebeche (o El Galán), los Aliseos, y la Isla. Y entre la punta y el Cerro de Calnegre se encuentran: Cala del Pino y la playa del Gollerón (Figura 2.85).

El primer intervalo de este tramo tiene una longitud de 2.530 m y, como norma general, la playa ha sido invadida por las construcciones. La zona norte se le conoce como playa de Lebeche (Figuras 2.85 y 2.86), en ella las construcciones sobrepasan la línea de orilla en algunos casos, asentándose sobre la antigua playa seca como se aprecia al comparar su estado con el de las fotografías de 1946 y 1956, especialmente el su tramo central, existiendo playa seca en la zona norte, junto a la punta del Galán con una anchura máxima de 27 m. A 230 m al sur de la punta la playa seca prácticamente desaparece bajo las casas; solamente existen tramos de playa en los entornos de los espigones (Figura 2.57) y aun así, muy estrechas con anchuras máximas de 19 m donde las construcciones están algo retranqueadas, no por el efecto del espigón.

La zona sur está formada por las playas de Los Aliseos (o Hacienda Dos Mares) y la Isla (Figura 2.87). Su separación se sitúa en la punta del hemitómbolo, que forma a su abrigo la isla del Sujeto (Figura 2.2), que también se ha urbanizado. La primera de ellas tiene una estrecha franja de playa seca, con anchura máxima de 15 m, y sigue los mismos cánones invasivos urbanísticos que la playa de Lebeche. La playa de la isla tiene una anchura mayor, de 25 m en el sector donde la presión constructiva es menor, y está formado por arena dorada de 0,39 mm.



Figura 2.85: Playas de San Javier en el Mar Menor, zona 2B-2 Sur (Foto: Google Earth)



Figura 2.86: Playa de Lebeche en su zona centro (Foto: M. para la Transición Ecológica)



Figura 2.87: Playa de Aliseos a la izquierda, y de la Isla a la derecha (Foto: M. para la Transición Ecológica)

Tras pasar la playa de la Isla, se encuentra la cala del Pino que se apoya en su lado sur el al pie del cerro de Calnegre (Figura 2.88); única que el urbanismo ha respetado en su gran mayoría. Tiene una longitud de 127 m y una anchura de 44 m y, donde las construcciones han avanzado, se reduce a 18 m. Está formado por arena dorada de 0,40 mm.



Figura 2.88: Cala de los Pinos (Foto: M. para la Transición Ecológica)

Al pie del cerro de Calnegre, en su zona sur, se encuentra la playa del Gollerón, o cala del Turco (Figuras 2.85 y 2.88) que se apoya en su extremo sur en el dique o espigón portuario del puerto deportivo Dos Mares (Figura 2.36). Tiene una longitud de 163 m y una anchura máxima de 55 m, y está formada por arena gris de 0,27 mm



Figura 2.89: Playa del Gollerón (Foto: M. para la Transición Ecológica)

### 2.5.6 Playas en la zona 3A (Isla del Ciervo - Islas Menores)

Toda esta zona 3 pertenece al litoral del término municipal de Cartagena. Este tramo es el formado por la concavidad sureste del Mar menor (Figura 2.90).



Figura 2.90: Playas de Cartagena en el Mar Menor, zona 3A (Foto: Google Earth)

Las playas que discurren desde el cerro de Calnegre, al norte, hasta la Punta de las Lomas, al sur son las siguientes (Figura 2.90):

34. Playa de la Bahía de las Palmeras
35. Playa de la Isla del Ciervo
36. Playa de Cavanna
37. Playa de la Gola
38. Playa de Puerto Bello
39. Playa de El Vivero
40. Playa de los Alemanes
41. Playa de Paraíso
42. Playa Honda
43. Playa de la Loma del Castillo

Las tres primeras playas se hallan al norte de la gola de Marchamalo. La playa de la Bahía de las Palmeras se encuentra en el fondo de la pequeña bahía ocupada por el puerto deportivo de Dos mares (Figura 2.36). En origen, el extremo sur actual de la playa era un arenal que conectaba La Manga con la Isla del Ciervo, que sirvió para construir una carretera en los años 60 del pasado siglo que se desmanteló en el año 2004, dejando el arranque de ella que separa esta playa de la siguiente de la Isla del Ciervo (Figuras 2.90 y 2.91). Tiene una longitud de 230 m y una anchura variable: en el norte las urbanizaciones dejan una playa seca de 14 m, mientras que en el sur sin urbanización sobrepasa los 30 m. Está formada por arena dorada de 0,3 mm. No tiene separación física con el puerto deportivo.

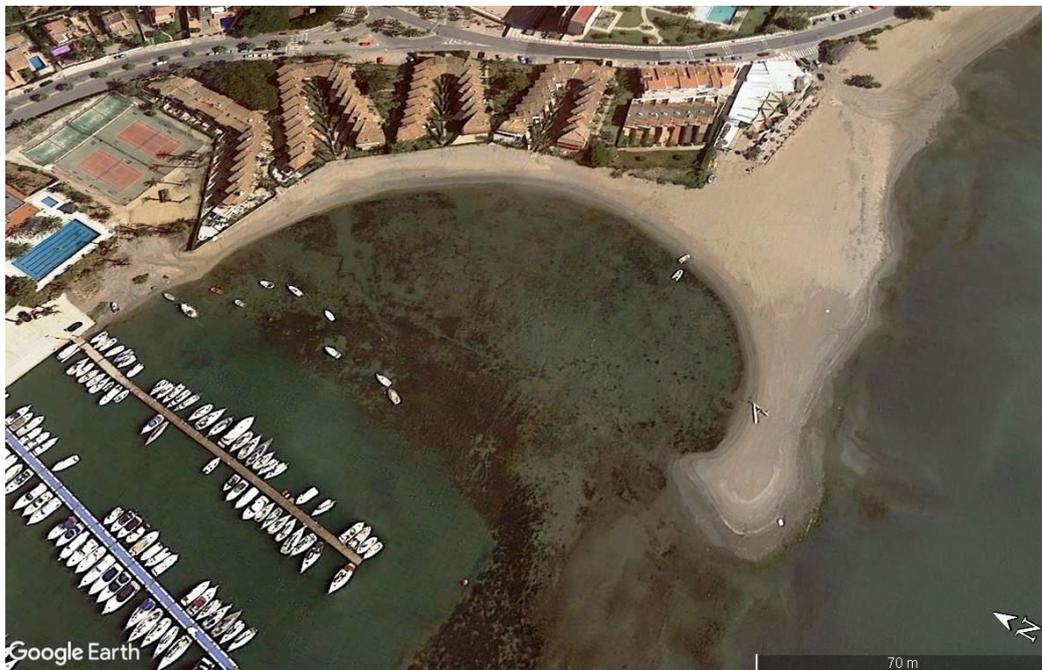


Figura 2.91: Playas de la Bahía de las Palmeras (Foto: Google Earth)

Las playas de la Isla del Ciervo y Cavanna son físicamente una única playa (Figura 2.90 y 2.92), que toma el primer nombre en tramo norte y el segundo en su tramo sur que se apoya en el dique de encauzamiento norte de la gola de Marchamalo (Figura 2.58). Tiene una longitud total de 1.300 m: sus primeros 720 m es una playa con suave concavidad continua, a continuación la playa sobresale de esa alineación, en parte de manera natural y en parte porque fue una de las primeras zonas con intervención humana que ocuparon un saliente de arena que, a modo de delta, provenía de las aportaciones exteriores, como se observa en el vuelo de 1956, no dejando, en algunos casos, ni un mínimo de playa seca (Figuras 2.92 y 2.93). Están formadas por arena dorada de 0,29 mm y su anchura es variable, según la ocupación de la playa por las construcciones, que va desde 5 m a 50 m.



Figura 2.92: Playa de Cavanna (Foto: M. para la Transición Ecológica)

Al sur de la gola de Marchamalo discurren dos playas artificiales, de la Gola y de Puerto Bello, realizadas conjuntamente con el puerto deportivo de Puerto Bello, excavado en un arenal antes del año 1972. La primera de las playas forma el frente de las urbanizaciones que discurren entre la gola y el puerto deportivo, estando limitada por el dique sur de encauzamiento de la gola y por un espigón (Figura 2.58) perpendicular al dique del puerto. Tiene una longitud de 177 m y una anchura máxima de 18 m y mínima de 9 m. Está formado por arena dorada de 0,28 mm.



Figura 2.93: Playas de Cavanna a la izquierda y de la Gola a la derecha (Foto: M. para la Transición Ecológica)

Al fondo del puerto deportivo de Puerto Bello se encuentra la playa del mismo nombre (Figuras 2.90 y 2.94). Tiene una longitud de 330 m y una anchura máxima de 70 m, en el extremo sur de la playa y mínima de 30 m, en su zona norte. Está constituida por arena dorada de 0,28 mm.



*Figura 2.94: Playa de Puerto Bello (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

La siguiente playa hacia el sur es la de Vivero, cuyo frente proviene del relleno del recinto de vertido de las salinas de Marchamalo que se sitúan a sur. Su trasdós forma la explanada del citado relleno. Es una playa artificial que se realizó construyendo un espigón en su extremo norte (Figura 2.58) a comienzos de los años 70 del pasado siglo, antes que se finalizase de rellenar la explanada y años después se vertió arena junto a él, en unos 120 m de extensión y 30 de profundidad que, con el tiempo, se ha ido distribuyendo en los 750 m de longitud total de la playa (Figura 2.95). Es de arena dorada de 0,38 mm. La anchura se reduce hasta los 10 m en su zona suroeste debido al avance del urbanismo sobre la playa en este punto ya que en el resto no existe limitación de anchura al ser un vivero de arena, explanada.



*Figura 2.95: Playa del Vivero (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

Las cuatro siguientes playas: De los Alemanes, Paraíso, Honda y la Loma del Castillo son en realidad una única playa que forma en planta un arco de circunferencia de radio 1.350 m (Figura 2.96), solamente alterado por los salientes existentes en la playa de la Loma del Castillo frente al camping (por lo que también es conocida esta zona como playa del Camping) debido a salientes naturales, como se observa en la Foto: de 1956 pero agrandados artificialmente por los movimientos de arena que se han realizado para compensar la falta de playa en este punto debido al avance que la entrada del camping tiene sobre la playa natural (Figura 2.97). La longitud total del frente es de 3.150 m aproximadamente. La anchura depende del grado de ocupación de la playa seca original; así en la playa de los Alemanes es de 30 m, en playa Honda llega alcanzar los 40 m, mientras que en las proximidades del camping hay lugares con solamente 10 m de playa. Son de arena dorada y al final del tramo oscura entre 0,58 y 1 mm.



Figura 2.96: Forma en planta de las playas de los Alemanes, Paraíso, Honda y Loma del Castillo del arco sur de Cartagena en el Mar Menor, zona 3A (Foto: Google Earth)



Figura 2.97: Playa de Loma del Castillo o del Camping (Foto: M. para la Transición Ecológica)

### 2.5.7 Playas en la zona 3B (Islas Menores - Sur del T.M de Los Alcázares)

Esta zona está totalmente influenciada por las ramblas que desembocan en ella. Comienza en la Punta de la Loma y finaliza en la desembocadura de la rambla de Albuñón. Todo el frente pertenece al término municipal de Cartagena y contiene tres sectores bien diferenciados: Islas Menores, Los Nietos, y Los Urrutias. Todos ellos separados por la desembocadura de las ramblas. Las playas existentes en esta zona, de sur a norte, son (Figuras 2.98 y 2.99):

44. Playa de Mar del Cristal
45. Playa de Islas Menores
46. Playa de Los Nietos
47. Playa de El Arenal
48. Playa de Lo Poyo
49. Playa de Perla de Levante
50. Playa de Los Urrutias
51. Playa de Punta Brava
52. Playa de El Carmolí



Figura 2.98: Playas de Cartagena en el Mar Menor entre la punta de las Lomas y la rambla del Beal, zona 3B (Foto: Google Earth)



Figura 2.99: Playas de Cartagena en el Mar Menor entre las ramblas del Beal y Albujión, zona 3B (Foto: Google Earth)

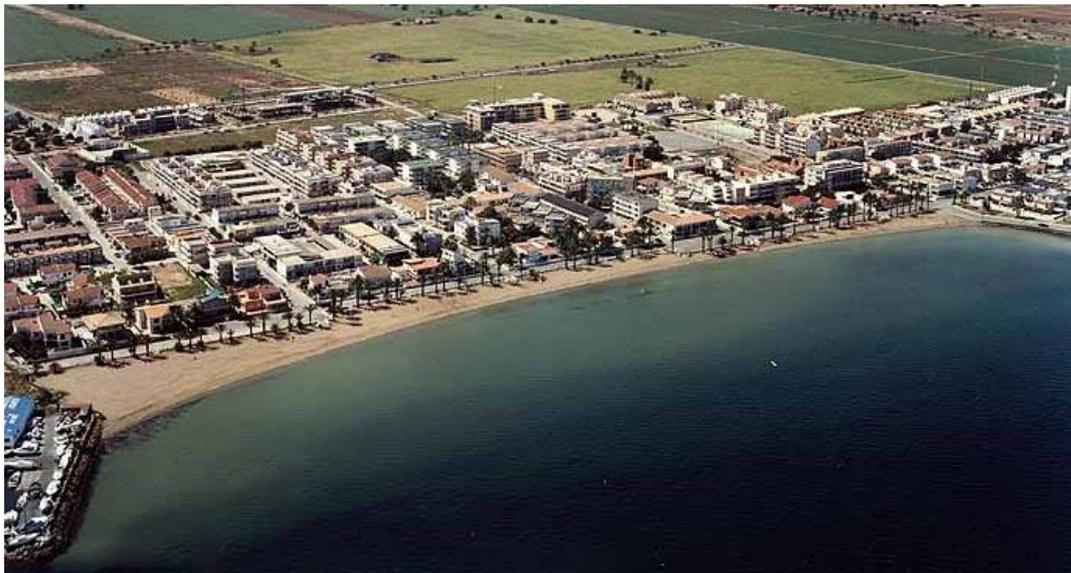
Las dos primeras playas, Mar del Cristal e Islas Menores, se encuentran encajadas entre cuatro salientes de la costa: La playa de Mar de Cristal (Figura 2.100) entre la punta de las Lomas y la punta del Plomo, donde se construyó el puerto deportivo Mar de Cristal (Figura 2.38); y la playa de Islas Menores separada en dos tramos, entre la punta del Plomo y la punta de los Barrancos, donde se construyó el puerto deportivo de Islas Menores (Figura 2.39), el primer tramo (Figura 2.101), y entre la punta de los Barrancos y la punta Lengua de Vaca, delta de la rambla de la Carrasquilla, el segundo tramo (Figura 2.102).

La playa de Mar de Cristal (Figuras 2.98 y 2.100) tiene una longitud de 850 m y una anchura variable, máxima de 71 m y mínima de 15 m, que viene condicionada por el puerto y paseo marítimo que no ha respetado la alineación natural de la costa y se ha invadido la playa seca. En los tramos donde no existen construcciones, se observa que la anchura natural de la playa se encuentra en 55 m aproximadamente. Su estado general es bueno y está formado por arena dorada de 0,53 mm.

La playa de Islas Menores se configura en dos tramos al este y oeste de la punta de los Barrancos donde se encuentra en la actualidad el p.d. de Islas Menores. En el primero de los tramos (Figura 2.101), al este, el urbanismo no ha respetado una mínima anchura de playa. La comparación de las fotografías de 1956 y 1972 muestra cómo se construyó casi al borde la orilla dejando como playa seca una pequeña franja de arena, similar a la existente en la actualidad. La longitud del tramo es de 435 m y si anchura varía desde 35 m en los extremos, a 6 m en el centro. Está formada por arena de 0,72 mm.



*Figura 2.100: Playa de Mar de Cristal (Foto: M. para la Transición Ecológica)*



*Figura 2.101: Primer tramo este de la playa de Islas Menores (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

El segundo tramo de la playa de Islas Menores discurre entre la punta de los Barrancos y la punta de la Lengua de Vaca, donde desemboca la rambla de La Carrasquilla (Figuras 2.98 y 2.102) y tiene dos tramos bien diferenciados. El primero de ellos su frente se encuentra totalmente urbanizado, tiene una longitud de 250 m, y su anchura es muy variable debido al efecto que produce el puerto, así junto a él su valor es de 70 m, mientras que en la zona más al oeste junto al paseo marítimo no pasa de 10 m.



*Figura 2.102: Segundo tramo oeste de la playa de Islas Menores (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

Entre las ramblas de La Carrasquilla, al este, y Beal, al oeste, discurren las playas de Los Nietos, El Arenal, y Lo Poyo. Las dos primeras forman una única playa y su frente se encuentra totalmente urbanizado, mientras que la tercera está separada de ellas por la rambla de Ponce y no se encuentra urbanizada. Están formadas por arena oscura de 0,33 mm.

La longitud total de las dos primeras playas, Los Nietos y Arenal (Figura 2.103), es de 2.200 m aproximadamente y su anchura es variable, oscilando entre 62 m, al abrigo del puerto, y 2 m o incluso sin playa seca algo más al norte. El tratamiento que se ha dado a este frente de costa no parece que haya resuelto una situación inicial donde las casa se situaban a escasos metros de la orilla, sobre la propia playa como se observa en las fotos de 1957 y que el tiempo, en vez de resolverlo hizo que se incrementase más la presión sobre el tejido urbano más próximo a la orilla, como se aprecia en las fotos de 1972. La solución dada fue la creación delante de ella de una playa artificial convencional mediante espigones en 1983 (Figuras 1.15 y 1.18). Esta solución válida para mar abierto, no resultó eficaz en el Mar Menor, pero, además se sustrajo del frente una franja para la construcción del paseo. Además, el puerto deportivo de Los Nietos (Figura 2.40) ha absorbido a su sombra gran cantidad de sedimento, a pesar de la baja intensidad en la dinámica litoral.



*Figura 2.103: Playa de Los Nietos (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

El efecto indicado en el párrafo anterior se puede observar con cierta claridad en la foto de la figura 2.104. A la izquierda la playa de El Arenal tenía una anchura estricta (la fotografía oblicua es de comienzos de la década actual), en la actualidad de unos 8 m, hasta el tramo cercano a la rambla, de 160 m, donde el paseo y las viviendas se han situado más hacia el interior, y la playa pasa a tener una anchura de 22 a 17 m. Pasando la rambla del Ponce, la playa de Lo Poyo se muestra en un estado natural y, entonces la playa tiene anchuras superiores a 30 m antes de aparecer la vegetación continua. La longitud de esta última playa es de 1.830 m hasta la desembocadura de la rambla del Beal que forma un pequeño delta.



*Figura 2.104: Playa de El Arenal a la izquierda, rambla del Ponce, y playa de Lo Poyo a la izquierda (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

Entre las ramblas del Beal y de Albujón, límite entre los términos municipales de Cartagena y Los Alcázares, discurren las playas de la zona conocida como de los Urrutias, con las playas de Perla de Levante, Los Urrutias, Punta Brava y El Carmolí. La situación y soluciones dadas a ella históricamente son muy similares a las explicadas para el tramo anterior de Los Nietos. Su longitud total es de 6.750 m aproximadamente y se estructura en tres tramos bien diferenciados.



*Figura 2.105: Playa de Perla de Levante (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

El primero de ellos, el más cercano a la desembocadura de la playa del Beal, playa de Perla de Levante, sigue la misma pauta apuntada para la playa de Lo Poyo al sur, en sus 560 primeros

metros, A continuación, el trasdós de la playa se encuentra urbanizado y con paseo marítimo (Figura 2.105), realizado encima de la playa seca, en una longitud de 750 m y con una anchura de playa de 57 m, máximo, a 17 m, mínimo, dado que el paseo marítimo no ha respetado la alineación que le daba la orilla del mar. Los 338 m siguientes, hasta alcanzar el pantalán del acceso al puerto deportivo de Los Urrutias (Figura 2.41), no se halla urbanizado su trasdós; pero frente al puerto se siente su efecto donde existen acumulaciones de sedimento debido a la sombra que éste produce. Es de arena oscura de 0,5 mm.

El segundo de los tramos lo forman las playas de Los Urrutias y Punta Brava. Al igual que pasa en el tramo de Los Nietos, esta costa viene condicionada por el urbanismo y el puerto deportivo, al que hay que añadir la situación que se ha observado en 1929, 1946 y 1956. Entonces, en el lugar en que se encuentra el arranque del puerto, existía una prominente punta, probablemente de arena, que fue disolviéndose a lo largo de los años; alimentando las playas al norte y sur. Esta situación hace que las playas de Los Urrutias y Punta Brava tuviesen una anchura de playa aceptable en los años 1929, 1946 y 1956, y que debió animar a una urbanización masiva en los años siguientes 70 y 80 del pasado siglo. Pero la fuente de alimentación se fue disolviendo como se aprecia en las sucesivas fotografías aéreas; existiendo dos pequeños salientes en 1986 cuando se observa ya construidas las obras exteriores del puerto-isla de Los Urrutias. Ese aparente estado erosivo de la playa de Los Urrutias hizo plantear y ejecutar una realimentación de la playa con la construcción de espigones que no fructificó ya que se urbanizó cuando la costa estaba en un estado de adaptación a un estado de equilibrio nuevo ya que los aportes de sedimento de la punta indicada y de la rambla del Beal se habían parado.

La playa de Los Urrutias tiene una longitud total de 1.380 m (Figura 2.106). Se distinguen dos tramos por su alineación; el más al sur es de 640 m y tiene una anchura de playa muy variable con un valor máximo de 42 m y otro mínimo de 5 m, y el más al norte tiene una longitud de 740 m y su anchura también es muy variable con un máximo de 24 m y un mínimo de 4 m. Está formado por arena oscura de 0,3 mm, y en todo su frente se distingue acumulaciones de sedimento en aguas someras que la dinámica litoral no ha podido distribuir, que son restos del sedimento tras el desmantelamiento de las obras de defensa.



Figura 2.106: Playa de Los Urrutias (Foto: M. para la Transición Ecológica)

A continuación se encuentra la playa de Punta Brava que debe su nombre a una punta existente en 1946 que debía ser artificial ya que el en vuelo de Ruiz de Alda de 1929-30 no aparece, como tampoco en el posterior de 1956, o al monte Carmolí o Punta Brava que se encuentra frente a ella. No comenzó a urbanizarse hasta comienzos de los años 70 del pasado siglo dejando una anchura insuficiente de playa seca; estando en la actualidad su trasdós fuertemente urbanizado (Figuras 2.99 y 2.107). Tiene una longitud total de 1.080 m y en ella se pueden distinguir dos tramos: el primero curvo de 365 m y el segundo recto de 715 m. Su anchura es también variable debido a los mismos motivos que los apuntados en la playa de Los Urrutias, oscilando entre un máximo de 30 m y un mínimo de 5 m. Es de arena oscura de 0,3 mm.



*Figura 2.107: Playa de Punta Brava (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

La playa del Carmolí discurre desde Punta Brava hasta la desembocadura de la rambla de Albuñón. Su frente se encuentra virgen, sin urbanizaciones (Figuras 2.99 y 2.108), tiene una longitud de 2.700 m y está formada por arena oscura.



*Figura 2.108: Playa del Carmolí (Foto: M. para la Transición Ecológica)*

### 2.5.8 Playas en la zona 4A (Sur del T.M de Los Alcázares-Academia del Aire de San Javier)

Esta zona está conformada por tres tramos: El primero de ellos es la costa sur de Los Alcázares, que parte de la desembocadura de la rambla de Albuñón y alcanza el sur del núcleo urbano de Los Alcázares, es una costa casi recta; El segundo forma el frente urbano de Los Alcázares que se caracteriza por muchos entrantes y salientes de la línea de costa; Y el tercero constituye el frente donde se halla la Academia General del Aire, y es el único que pertenece al término municipal de San Javier. Las playas que conforman este frente (Figura 2.109) son, por término municipal:



Figura 2.109: Playas de Los Alcázares y playa de Hita en San Javier en el Mar Menor, zona 4A (Foto: Google Earth)

#### T.M de Los Alcázares

- 53. Playa de La Concha
- 54. Playa de Carrión
- 55. Playa de Manzanares
- 56. Playa del Espejo
- 57. Playa de Las Palmeras
- 58. Playa de Los Narejos
- 59. Playa de Las Salinas

#### T.M. de San Javier

## 60. Playa de La Hita

Las playas de La Concha y Carrión (Figuras 2.109 y 110) en origen formaban una única playa que discurría desde la instalación náutica hasta la punta o cambio de alineación norte, como lo atestiguan las fotografías más antiguas de 1929, 1946 y 1956. La construcción del puerto deportivo de Mar Menor (Figura 2.42) dividió la playa en dos y descompensó ambos lados.



Figura 2.110: Playas de La Concha y Carrión en Los Alcázares (Foto: Google Earth)

El puerto ha hecho que se acumule arena a la sombra que produce sobre la playa; lo que ha obligado a realizar obras de defensa (Figura 2.60). Según la Guía de Playas del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, la playa de La Concha es solamente el frente que discurre entre el espigón norte y el puerto (Figura 2.110); pero históricamente se ha conocido a todo el frente desde la instalación náutica, al sur, hasta el puerto deportivo, al norte, que tiene una longitud total de 482 m. El primer tramo (instalación náutica-espigón sur) tiene una longitud de 153 m y una anchura variable entre 15 m y 2 m. El segundo tramo (entre espigones) es de 114 m de longitud y tiene una anchura de playa seca entre 27 y 15 m. El tercer tramo (playa de La Concha, espigón norte-puerto) tiene una longitud de 215 m, forma un hemitómbolo y tiene una anchura entre 35 y 20 m. La playa, considerándola en toda su extensión tiene un problema de descompensación sedimentaria; especialmente en su tramo sur y central. Está formada por arena oscura de 0,26 mm.

La playa de Carrión está dividida en dos celdas (Figura 2.110). La celda sur discurre entre el puerto deportivo y el espigón sur (Figuras 2.60 y 2.110), tiene una longitud de 140 m y la anchura de playa seca varía entre 14 y 37 m. La celda norte está limitada por los dos espigones (Figuras 2.60 y 2.110), tiene una longitud de 162 m y una anchura entre 9 y 37 m. Ambas están formadas

por arena oscura de 0,23 mm. En general, las celdas tienen una anchura bastante constante; solamente alterado por el triángulo acumulativo formado a ambos lados del espigón sur.

La siguiente playa es la de Manzanares, que le da el nombre el paseo marítimo. Discurre entre el espigón norte de la playa de Carrión (Figura 2.110) hasta la punta de cambio de orientación de la costa (Figura 2.111).



Figura 2.111: Playa de Manzanares en Los Alcázares (Foto: Google Earth)

Tiene una longitud total de 632 m, también se encuentra separada en dos tramos debido a un muelle para embarcaciones. El tramo más al sur (espigón-muelle) tiene una longitud de 428 m y su anchura tiene un valor máximo de 29 m y mínimo de 12, y en él existe un restaurante con planta de balneario que forma un pequeño hemitómbolo de 29 m de anchura y, al norte existe una rampa para embarcaciones, cercana al muelle indicado anteriormente. El segundo tramo de playa discurre entre el citado muelle y la punta donde cambia la alineación de la costa, donde existe un dique exento (Figura 2.61), tiene una longitud de 204 m y su anchura varía entre 14 m, junto al muelle, y 8 m en la punta. Está formada por arena oscura de 0,26 mm. Existe una descompensación sedimentaria en ella y entre los tramos.

La siguiente playa es la del Espejo, que también toma su nombre por el del paseo marítimo que la bordea. Forma un conjunto con la siguiente playa de Las Palmeras (Figura 2.112). La longitud de todo el conjunto es de 1.438 m, a lo que habría que descontar los 50 m que ocupa la instalación náutica del Club de Vela. Están protegidas por un conjunto de diques exentos y limitan al norte con un espigón (Figura 2.61 y 2.112). El conjunto de las obras de defensa no parece que tengan mucha efectividad; dado que no se aprecia ni formación de hemitómbolos ni acumulación en el espigón norte.



Figura 2.112: Playas del Espejo y de Las Palmeras en Los Alcázares (Foto: Google Earth)

La playa del Espejo tiene una longitud de 900 m y una anchura variable entre 24 y 10 m, obsérvese en la foto de la figura 2.112 cómo en el extremo sur y en el extremo norte, junto a la playa de Las Palmeras, se está redistribuyendo material. La arena, igual que en la siguiente playa de Las Palmeras es oscura de 0,32 mm.

La playa de Las Palmeras tiene una longitud de 488 m y una anchura entre 19 y 48 m. Esta última anchura se da en la zona más al sur donde se ha acumulado sedimento que en la foto de la figura 2.112 se aprecia como acopio para su redistribución. Ambas playas están en buen estado y tienen un adecuado mantenimiento.

El frente de ambas playas ha cambiado profundamente. La comparación de las fotografías de 1929, 1946 y 1956 con las actuales muestran que la costa se encontraba urbanizada hasta el tramo sur de la playa del Espejo, donde se encuentra la plaza del Espejo que está formada por el relleno de una pequeña rada que existía en 1956. También se aprecia que la línea de orilla se ha avanzado artificialmente desde el periodo inicial de comparación (Figura 2.113).

La siguiente playa de Los Narejos está formada por dos pequeños óvalos separados por la Punta de las Olas y limitado al norte con la Punta Galera, de ambas parten dos espigones (Figura 2.61 y 2.114). Estas obras de defensa no parece que hayan sido eficaces, al igual que sucede con las existentes en la playa de las Palmeras, como se ha comentado. La celda más al sur abriga una playa de 556 m de longitud y una anchura entre 19 y 37 m. La celda norte tiene una longitud de 400 m y una anchura entre 16 y 38 m. Está formada de arena oscura de 0,31 mm.



Figura 2.113: Playas del Espejo y de Las Palmeras en Los Alcázares en 2016 con la línea de 1956



Figura 2.114: Playa de Los Narejos en Los Alcázares (Foto: Google Earth)

Esta playa está en buen estado y tienen un adecuado mantenimiento; aunque existe una descompensación entre la anchura de la playa seca en la zona próxima a las puntas y la que tiene en el centro de los óvalos.

La playa de Las Salinas (Figura 2.115) es la última playa al norte de Los Alcázares. Toma su nombre de unas salinas que existían en su trasdós, construidas entre 1946 y 1956, y que se ven en la fotografía de 1956 y 72; pero en la fotografía de 1986 ya habían desaparecido.



Figura 2.115: Playa de Las Salinas en Los Alcázares (Foto: Google Earth)

Parte de la Punta Galera, al sur y a unos 100 m existe un espigón construido para las instalaciones de las salinas. Desde 1956 la costa ha avanzado; existiendo playa donde anteriormente no la había. A lo largo de ella se ha construido un paseo marítimo. Tiene una longitud de 954 m y una anchura que varía entre 17 m y 58 m, y está formada por arena oscura de las mismas características que las playas anteriores. No parece que existan problemas significativos en esta playa.

La siguiente playa hacia el norte es la de Hita, cuya costa se encuentra a caballo entre los términos municipales de Los Alcázares y San Javier; si bien, la playa como tal se encuentra en el término municipal de San Javier y se ha transformado artificialmente para albergar en su trasdós un camping, construido en los años 60 del pasado siglo desbrozando el paraje natural, como se aprecia al comparar a uno y otro lado de ella (Figura 2.116). La longitud de playa de este frente es de 289 m con una anchura de playa de 45 m y está formada por arena dorada. No tiene problemas.



Figura 2.116: Playa de Las Salinas en Los Alcázares (Foto: Google Earth)

### 2.5.9 Playas en la zona 4B (Academia del Aire de San Javier-Extremo norte del Mar Menor)

Este frente contiene seis playas pertenecientes a dos términos municipales: San Javier (Santiago de la Ribera) y San Pedro del Pinatar. Siendo éstas de sur a norte:

T.M. de San Javier (Santiago de la Ribera) (Figura 2.117)

61. Playa de Barnuevo
62. Playa del Pescador
63. Playa de Colón
64. Playa del Castillico

Este conjunto de playas eran inicialmente una sola que discurría desde la Punta de Las Cuevas, al sur, hasta pasada la Punta del Castillico, al norte, sin llegar a la Puntica. El primero de los hitos, al sur, hoy en día está desaparecido; pero se aprecia con neta claridad en las fotografías del vuelo de Ruiz de Alda (1929-39), y en los americanos de 1946 y 1956, aunque ya había desaparecido en el vuelo de 1972. El segundo de ellos, del Castillico, se mantiene más o menos similar a lo observado en los citados vuelos anteriores.

La playa de Barnuevo se apoyaba en su extremo sur en la citada Punta de Las Cuevas y, en la actualidad, lo hace apoyado en un muro que sobresale de la línea de orilla 3,5 m que separa las instalaciones militares de la playa. Su extremo norte es un espigón de 70 m (Figura 2.62 y 2.118) que separa ésta de la siguiente playa del Pescador.



Figura 2.117: Playas de la zona 4B en San Javier y San Pedro del Pinatar (Foto: Google Earth)



Figura 2.118: Playas de Barnuevo y Pescador en San Javier (Foto: Google Earth)

La playa de Barnuevo tiene una longitud de 357 m y su anchura varía entre 15 m, en el extremo sur, y 50 m en el extremo norte. Está formada por arena oscura de 0,33 mm. En ella se ubican las instalaciones náuticas de un ferry, cuyo edificio se ha cimentado en plena playa, dejando en su frente una anchura de 14 m, entre el pantalán y el espigón que se encuentra en malas condiciones debido al hundimiento de sus 27 m más exteriores, esta situación de deterioro le sucede igualmente al espigón norte, producido por las mismas causas. Las instalaciones citadas producen una barrera al paso entre el lado norte y sur de la playa. La playa se encuentra en buen estado.

La playa del Pescador discurre entre el espigón sur que la separa de la anterior playa, y el espigón muelle que lo hace de la siguiente playa de Colón. En la mitad de ella se encuentra situada una instalación náutica (Club de Regatas) que ocupa un frente de 32 m y separa la playa en dos óvalos. El más al sur tiene una longitud de 159 m y una anchura variable, máxima en el extremo sur de 55 m y mínima en el centro de óvalo de 25 m. El óvalo norte tiene una longitud de 238 m y su anchura también es variable, máxima junto a la instalación náutica de 60 m y mínima en su zona norte de 12 m. Está formada por arena oscura de 0,26 mm, y su estado es bueno.

La siguiente playa es la de Colón que finaliza en la punta del Castillico (Figuras 2.117 y 2.119). El arco norte que pega a la punta, de 474 m era la antigua playa de Los Arcos que fue invadida y ocupada por diversas instalaciones, rigidizando la costa hasta la propia punta. En las fotografías de 1929-30, 1946 y 1956 se aprecian dicha playa, y en la foto de 1972 se observa cómo está ocupada parcialmente. El total de instalaciones náuticas son siete que dividen la playa junto a los dos espigones que en ella existen (Figuras 2.63 y 2.119).



Figura 2.119: Playa de Colón en San Javier (Foto: Google Earth)

La playa de Colón tiene una longitud total, excluyendo la antigua playa de Los Arcos, de 774 m, y una anchura que varía entre 15 y 41 m y está formada por arena oscura de 0,29 mm. Todo su paseo marítimo se ha asentado en la playa seca. La playa se encuentra en buen estado, pero existe demasiada presión de las instalaciones náuticas que se ubican en ella.

La última playa del término municipal de San Javier es la del Castillico, que discurre desde la punta del mismo nombre, al sur, hasta un espigón que la separa de la siguiente playa de la Puntica, antigua de Lo Pagan. En realidad, no se apoya en la punta, rigidizada en la actualidad, sino en un espigón (Figura 2.63 y 2.120) construido justo al norte de ella. La playa ha sufrido una gran transformación a lo largo del tiempo: En las fotos de 1929-30, 1946 y 1956 era una playa virgen sin edificación, solamente existía un pequeño pantalán al norte de la punta. En 1972, la playa ya se había colonizado de pantalanes y comenzaba a urbanizarse su trasdós. En los años ochenta del pasado siglo se vertió arena, avanzando la línea de orilla y quedaba ya solamente un pantalán. A comienzos de los 90, ya se habían construido los espigones y estaba su trasdós completamente urbanizado. La playa tiene una longitud de 440 m y una anchura que varía entre 23 y 42 m. Es de arena oscura de 0,45 mm, y en la actualidad se encuentra en buen estado.



Figura 2.120: Playas del Castillico en San Javier y de la Puntica en San Pedro del Pinatar (Foto: Google Earth)

#### T.M. de San Pedro del Pinatar (Figura 2.117)

- 65. Playa de la Puntica
- 66. Playa de Villananitos

La playa de la Puntica (Figuras 2.117 y 2.120) es la continuación natural de la playa del Castillico, solamente separadas por un espigón. En la actualidad, esta playa se encuentra separada en dos tramos debido a un espigón intermedio, y se apoya al este en el espigón de la Puntica, al que

adosado se ha construido las instalaciones náuticas terrestres del Club Náutico. En medio del primero de los tramos se encuentra el balneario de San Pedro del Pinatar que ocupa un frente de playa de casi 50 m. Esta playa también ha cambiado profundamente: Antiguamente, esta playa conocida entonces como de Lo Pagan, se extendía desde la Puntica, que era una punta redondeada que se adentraba en el Mar Menor, y una punta también redondeada a unos 200 m al oeste. Esta disposición permaneció hasta los años 80 del pasado siglo cuando construyeron los espigones y vertieron arena, remodelando la configuración original de la costa. La playa tiene una longitud de 147+50+69 m el primer tramo, y 219 m el segundo. Su anchura varía entre 14 y 32 m. Es de arena oscura de 0,7 mm, y en la actualidad se encuentra en buen estado.

La última de las playas del Mar Menor es la de Villananitos, que toma el nombre de la urbanización desarrollada en su trasdós. Se encuentra encajada entre el puerto deportivo de Lo Pagan (Figuras 2.44, 2.117 y 2.121) y el canal de las Salinas de San Pedro del Pinatar. Esta playa era continua desde la Puntica hasta el canal, como nos muestran las fotos de 1929-30, 1946, 1956 y 1972. El PIDU de 1977 llama al tramo más occidental, junto a la Puntica, playa de la Puntica y el más oriental, playa de la Mota. Su estado actual obedece a la reordenación posterior con la construcción del puerto y urbanización de los terrenos de su trasdós. Tiene una longitud de 750 m y su anchura es muy variable; con 80 m junto al puerto deportivo y de 16 m en el centro de la playa, ello es debido principalmente a efecto sombra que hace el puerto deportivo dejando una zona de remanso con una orilla poco definida que necesitaría de un reperfilado de mantenimiento. Es de arena oscura de 0,28 mm, y en la actualidad se encuentra en buen estado, con problemas de sedimentación de fangos.



Figura 2.121: Playa de Villananitos en San Pedro del Pinatar (Foto: Google Earth)



## 2.6 Plataforma costera

Para caracterizar la plataforma costera se ha utilizado dos fuentes cartográficas muy separadas en el tiempo de modo que pueden utilizarse para estudiar su evolución. La primera de ellas es la batimetría de la carta náutica de 1876-77 (Figura 2.122), que además proporciona datos de las características del fondo superficial de la plataforma costera (Figura 2.123).

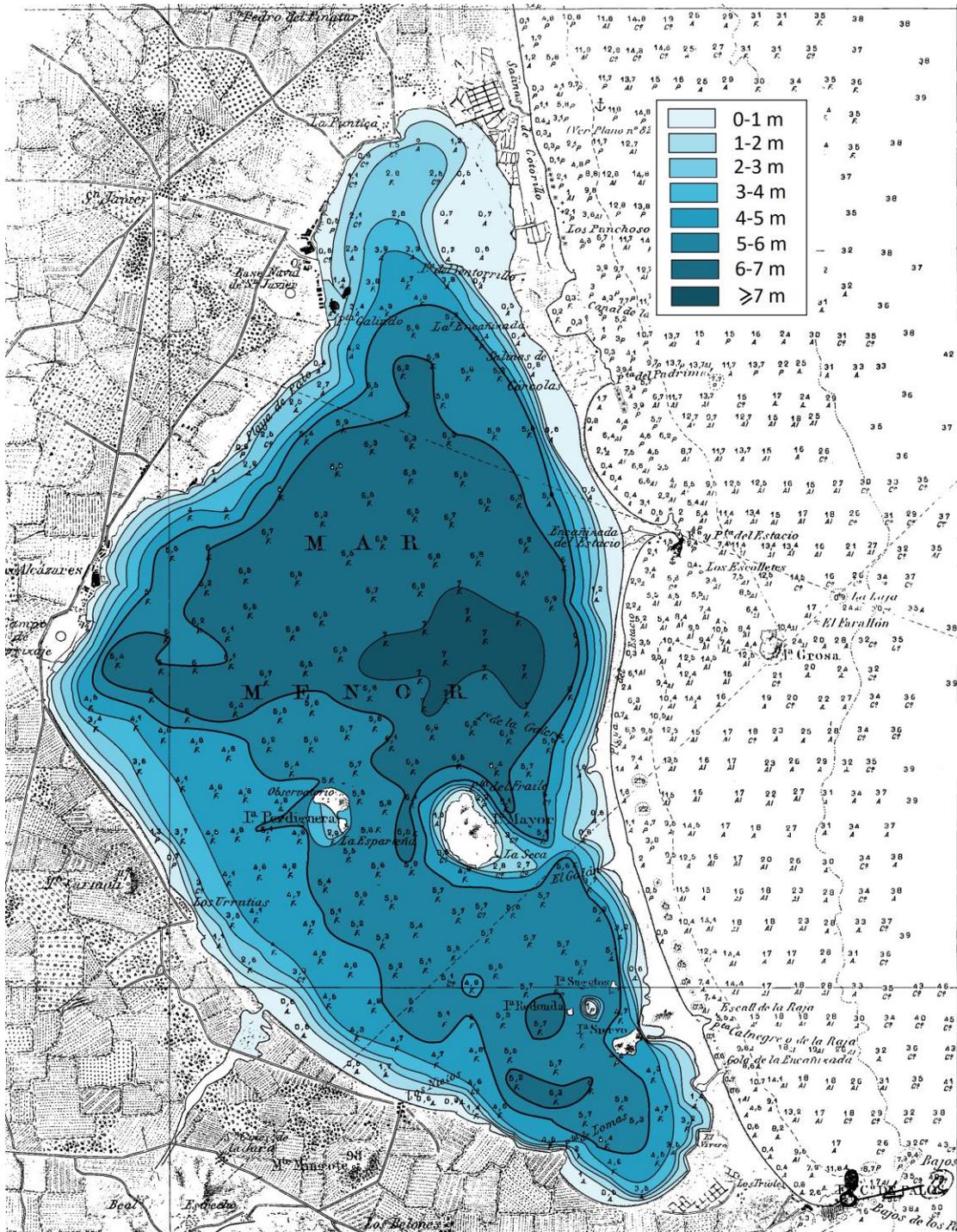


Figura 2.122: Batimetría del Mar Menor de la carta náutica de 1876-77

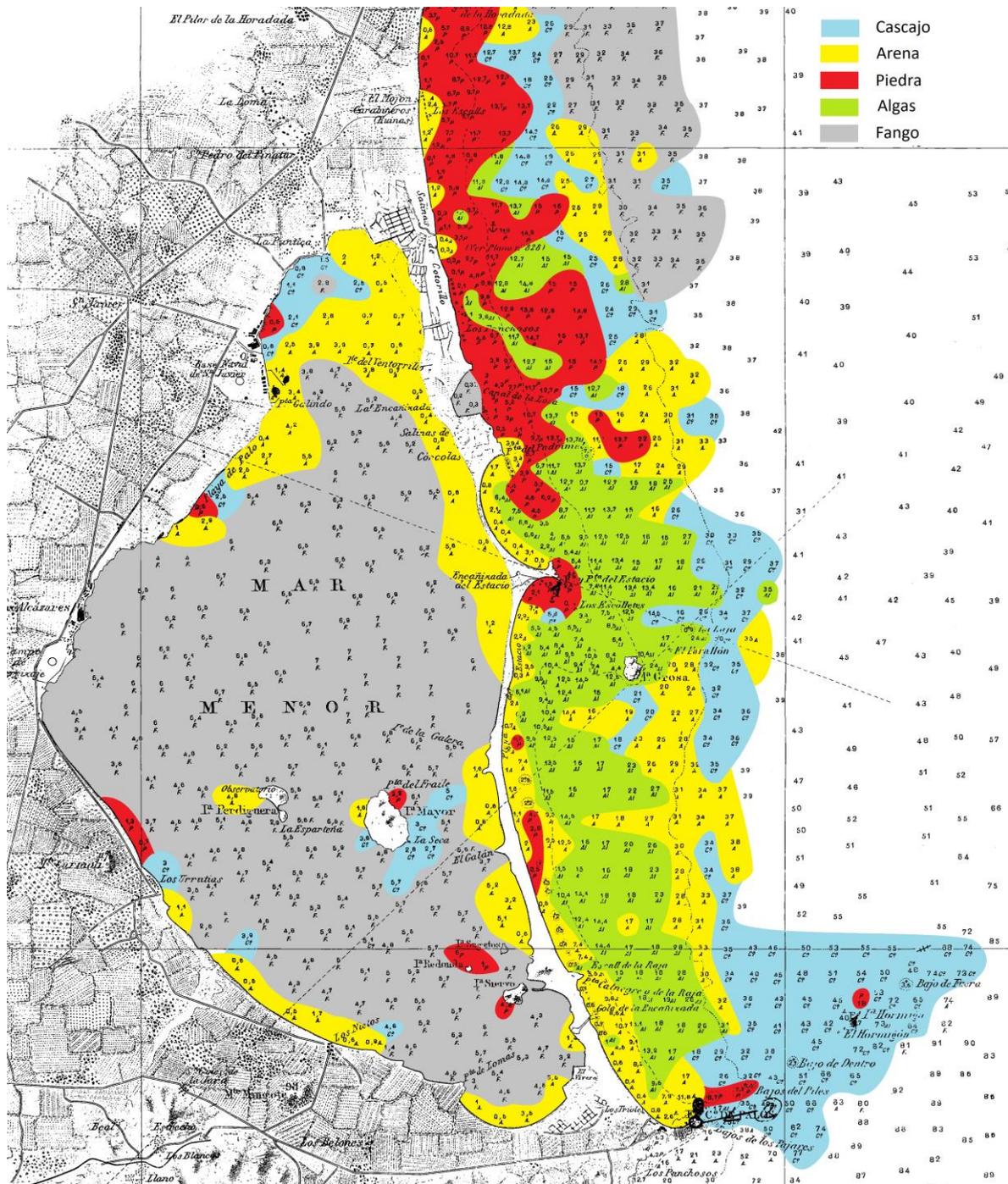


Figura 2.123: Características de los fondos superficiales del Mar Menor y exterior de La Manga, según la carta náutica de 1876-77

La segunda de las fuentes pertenece a la ecocartografía de 2008-2009 realizada por Iberinsa e Hidtma para la Dirección General de la Costa y el Mar (Figura 2.124).

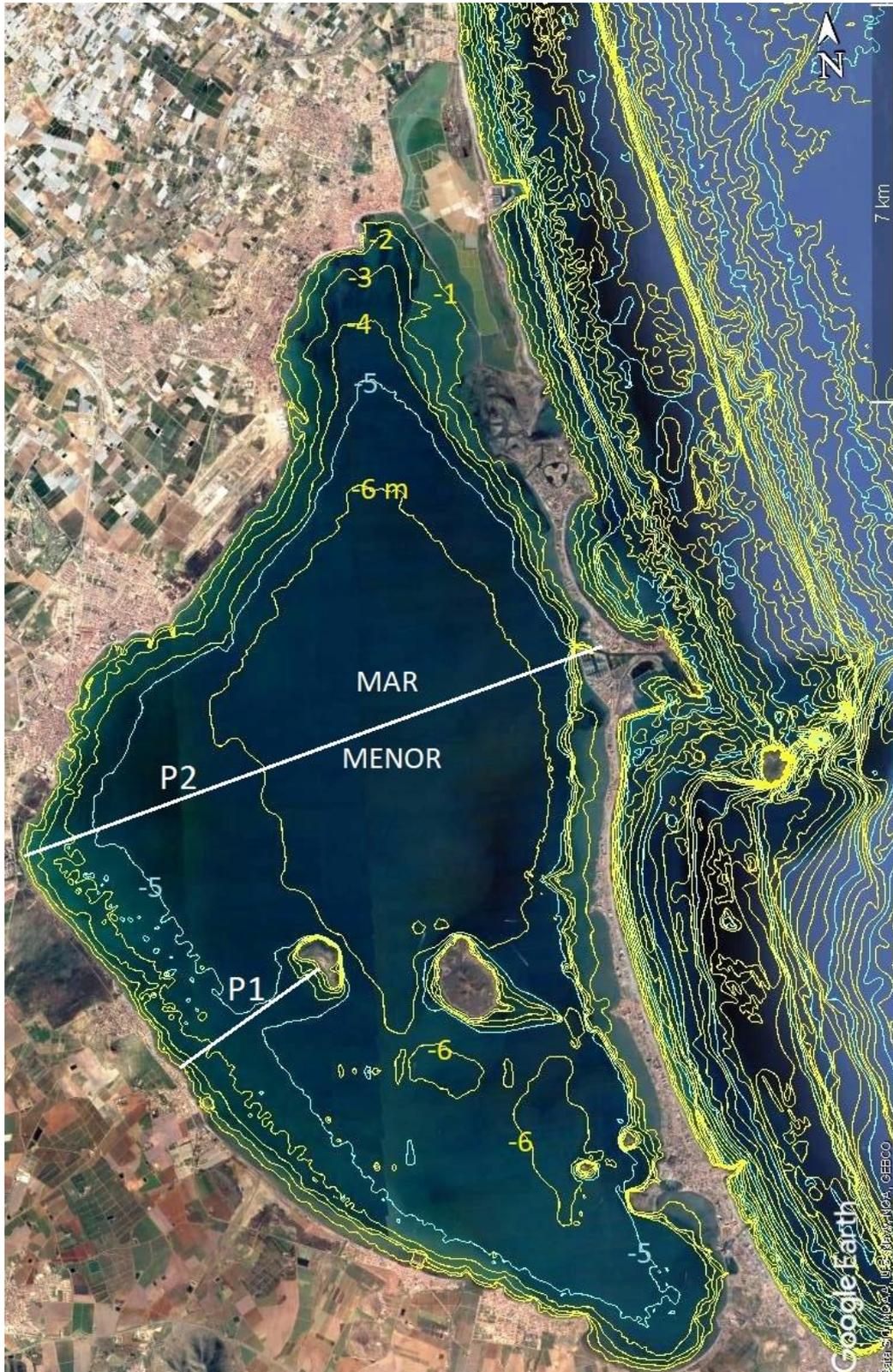


Figura 2.124: Batimetría del Mar Menor y La Manga de 2008 y 2009 de la ecocartografía de Murcia de la Dirección General de la Costa y el Mar (Foto: Google Earth)

La caracterización de los sedimentos que contiene la ecocartografía se ha incluido en la figura 2.4 de este informe.

La comparación de estas dos batimetrías, realizadas con una diferencia de 132 años, muestra que el cuenco del Mar Menor ha disminuido su calado, debido a los continuos aportes de sedimento en él, siendo notoria su reducción en el extremo norte y en el centro del Mar Menor. Para observarlo con mayor exactitud, se han realizado dos perfiles (P1 y P2, señalados en la figura 2.124, y representados en las figuras 2.125 y 2.126 respectivamente).

### Perfil (P1) Los Urrutias - Isla Perdiguera

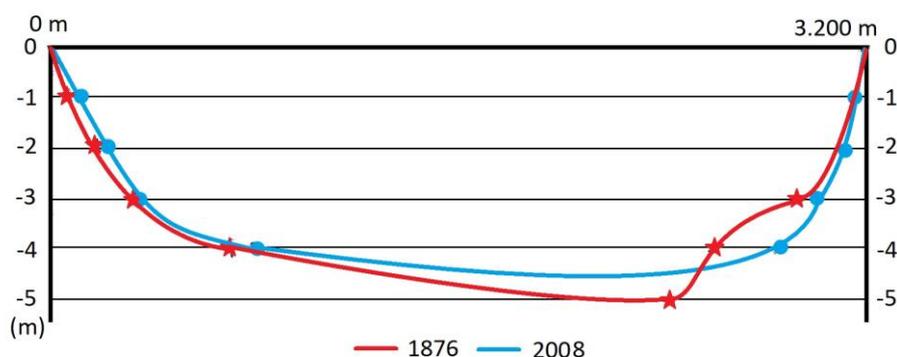


Figura 2.125: Variación del perfil P1 en el Mar Menor entre 1876 y 2008

### Perfil (P2) de Los Alcázares a El Estacio

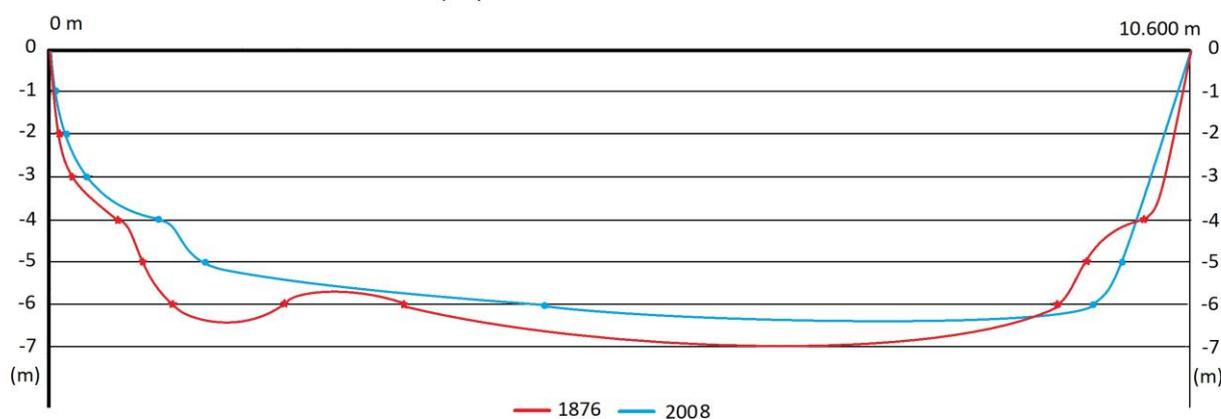


Figura 2.126: Variación del perfil P2 en el Mar Menor entre 1876 y 2008

En el primero de los perfiles, P1, se aprecia cómo la pendiente de la línea de orilla se ha suavizado ligeramente, probablemente como resultado de los aportes tanto naturales como humanos, y la reducción de calado de 0,5 m en promedio aproximadamente.

En el perfil P2, sucede algo parecido a lo indicado para el perfil P1; las pendientes de las orillas se han suavizado y los calados se han reducido de manera generalizada, con valores máximos cercanos a 1,5 m.

La caracterización de la pendiente de las playas se ha realizado a partir de la batimetría de 2008, señalando en la Figura 2.127 el valor de la pendiente media desde la orilla hasta los 5 m de profundidad. Véanse las diferencias de pendientes entre la Ribera y el mar Mediterráneo.



## PENDIENTES DE LAS PLAYAS



Figura 2.127: Pendientes medias de las playas del Mar Menor y La Manga (Foto: MAPAMA)

Finalmente, en la figura 2.128 se muestran las batimetrías de la plataforma exterior de La Manga, resaltando las líneas maestras de 10 y 30 m de profundidad.

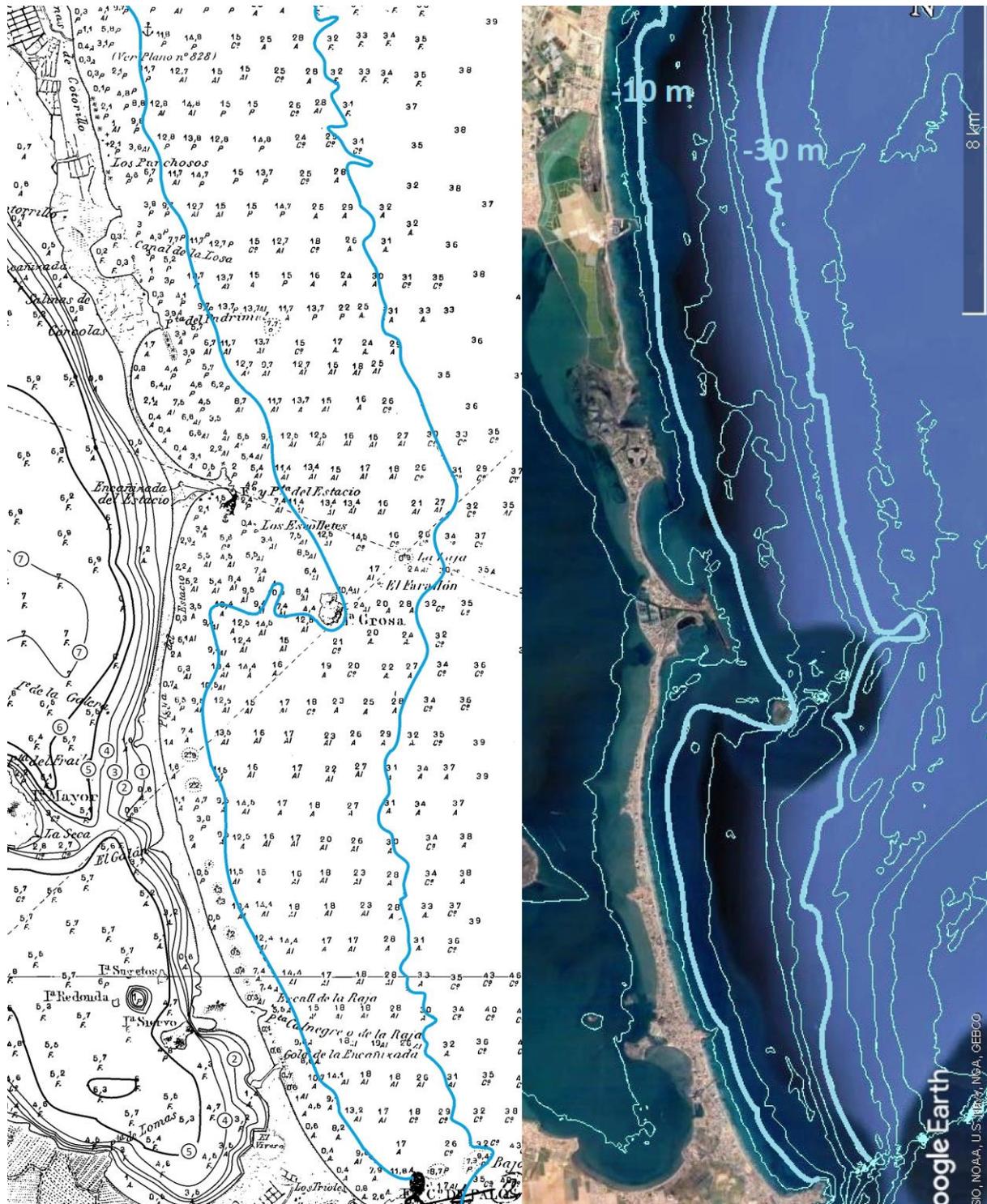


Figura 2.128: Batimetrías de la plataforma exterior de La Manga, resaltando las líneas maestras de 10 y 30 m de profundidad. Años 1876, izquierda, y 2008, derecha (Fuentes: Dirección General de Hidrografía, y Dirección General de la Costa y el Mar. Foto: Google Earth)



### 3. CLIMA MARÍTIMO

En este capítulo se analizan los datos de clima marítimo que se han utilizado en los distintos informes y trabajos disponibles sobre el Mar Menor, así como otros datos de Puertos del Estado, tanto en la zona exterior de La Manga como en el interior de la laguna.

Los agentes climáticos considerados son:

- Oleaje
- Viento
- Corrientes
- Variaciones del nivel del mar

#### 3.1 Oleaje

El oleaje es el principal agente causante de la dinámica litoral en las playas exteriores de la Manga y de su evolución en el tiempo, por lo que su conocimiento es imprescindible para evaluar y estudiar su comportamiento. También es uno de los agentes climáticos modeladores del Mar Menor.

La metodología seguida para estudiar el oleaje en el entorno del tramo de costa considerado puede resumirse en:

1. Búsqueda de fuentes de información de datos de oleaje tanto en el frente mediterráneo de La Manga como en el interior de la laguna.
2. Análisis de los datos, que incluye el estudio de las direcciones y alturas del oleaje que alcanza la costa, tanto exterior como en el interior del Mar Menor, como el análisis de la fiabilidad de los datos disponibles.

Con respecto al punto primero, se han considerado por un lado los trabajos que suministran datos de La Manga-mar Mediterráneo (Zona 1, entre Pilar de la Horadada y el Cabo de Palos) y por otro aquellos que lo hacen en el interior del Mar Menor.

##### 3.1.1 Oleaje en La Manga (mar Mediterráneo)

Las fuentes de datos de oleaje del frente del mar Mediterráneo que se han utilizado en este informe son:

- CEDEX (CEDEX, 1991)
- Dinámica ambiental (Dinámica ambiental, 2009)
- IH Cantabria (IH Cantabria, 2011)

Además de estas tres fuentes, citadas en el primer apartado, se han analizado los registros instrumentales de la red de boyas de Puertos del Estado, así como los resultados de oleaje de los puntos SIMAR.

##### 3.1.1.1 CEDEX (1991)

El informe del CEDEX de 1991 “Estudio sobre la dinámica litoral de las playas del Mar Menor (Murcia) y su posible regeneración” contiene datos visuales de oleaje provenientes del NCDC .

Los datos de oleaje provenientes del NCDC son observaciones tomadas desde barcos en ruta, y barcos meteorológicos. Estos datos vienen diferenciados según el tipo de oleaje, Sea o Swell, proporcionando para cada observación la altura, el periodo y la dirección de la ola, así como las coordenadas geográficas del punto de observación. La altura de la ola suministrada en dicha



base de datos, al ser estos visuales, es la altura de ola significativa  $H_{1/3}$ , que por otra parte es la más corrientemente utilizada en los estudios de los procesos litorales.

Las alturas de ola significantes  $H_{1/3}$  vienen agrupadas en intervalos escalonados de 0,5 m de amplitud, partiendo de 0,5 m, siendo las alturas de ola inferiores a 0,25 m consideradas como calmas. Los periodos vienen expresados en escalones de 2 s, comenzando por valores de 5 s, y hasta 21 s. Las direcciones del oleaje se clasifican en 36 husos de  $10^\circ$ . Todas las observaciones vienen separadas según sea el tipo de oleaje, Sea o Swell.

Los principales inconvenientes de los datos del NCDC son debidos, en primer lugar, a la mala distribución de los puntos de muestreo, asociados a las principales rutas marítimas, y en segundo lugar al sistema de procesado de los mismos, realizado en primera instancia por el NCDC y en segunda por cada organismo receptor de los datos, no existiendo, muchas veces, criterios homogéneos. Como gran ventaja de este banco de datos están la cantidad y extensión, tanto en espacio como en tiempo, de las observaciones, además de que proporciona datos direccionales.

El área de estudio definida para este informe fue de  $1^\circ \times 1^\circ$  (de  $37^\circ$  a  $38^\circ$ N y de  $0^\circ$  a  $1^\circ$ W), dando las rosas de oleaje que se muestran en las figuras 3.1 y 3.2 para Sea y Swell respectivamente.

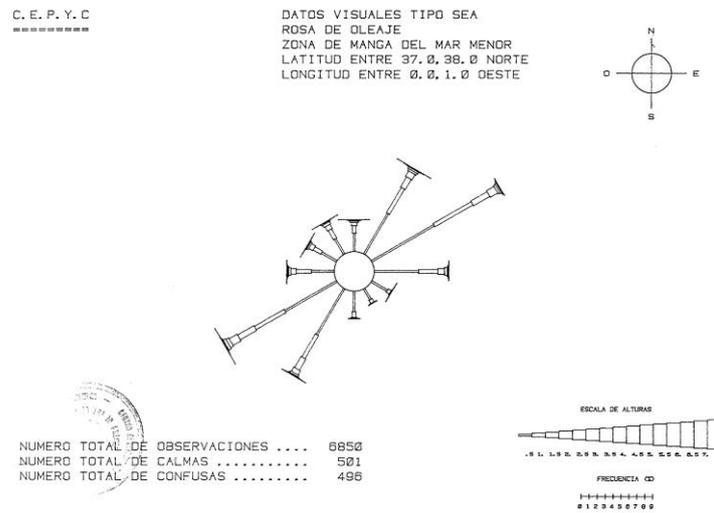


Figura 3.1: Rosa de oleaje tipo SEA frente a La Manga y Pilar de la Horadada (CEDEX, 1991)

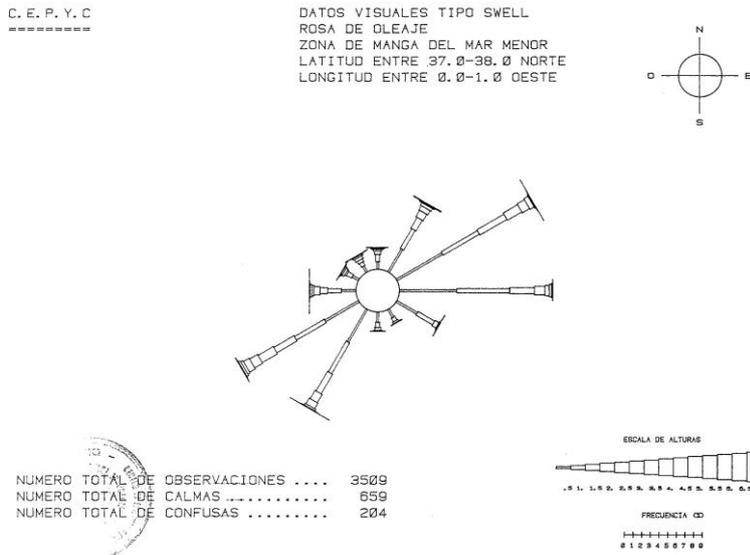


Figura 3.2: Rosa de oleaje tipo SWELL frente a La Manga y Pilar de la Horadada (CEDEX, 1991)

3.1.1.2 Dinámica Ambiental (2009)

El informe de Dinámica Ambiental “Estudio de la evolución morfológica de las playas de Barraca Quemada y La Llana (San Pedro del Pinatar, Murcia)” contiene datos de oleaje referentes al tramo norte de La Manga, correspondiente a la Zona 1B. Estos datos aparecen en forma de rosas de oleaje (Figuras 3.3 y 3.4). La primera de ellas corresponde a oleaje en profundidades indefinidas y la segunda representa cómo se transforma a profundidad 10 m.

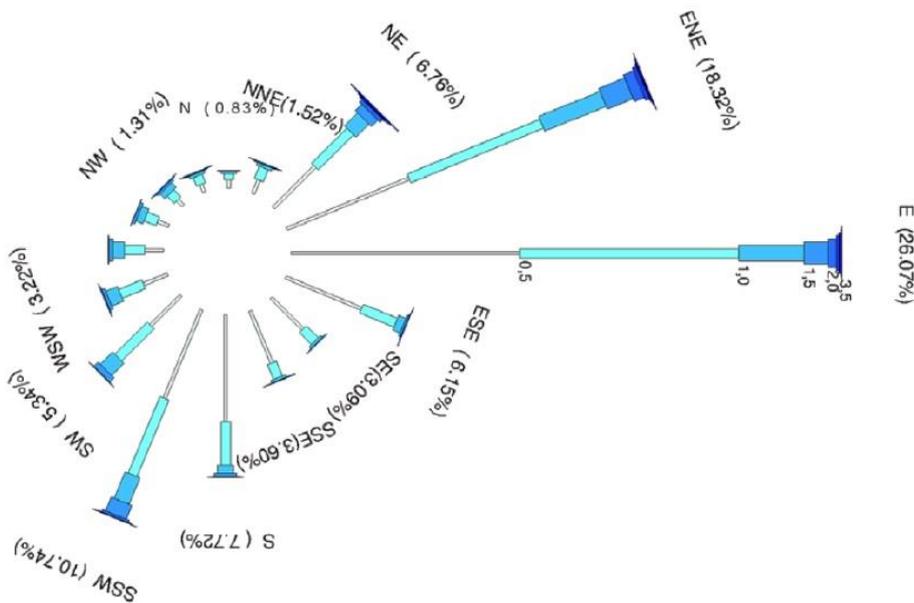


FIGURA 15. ROSA DE OLEAJE EN PROFUNDIDADES INDEFINIDAS FRENTE A LA ZONA DE ESTUDIO [FUENTE: TALLER DE INGENIERÍA AMBIENTAL]

Figura 3.3: Rosa de oleaje en profundidades indefinidas frente a la zona 1B, playa de La Llana de San Pedro del Pinatar (Dinámica ambiental, 2009)

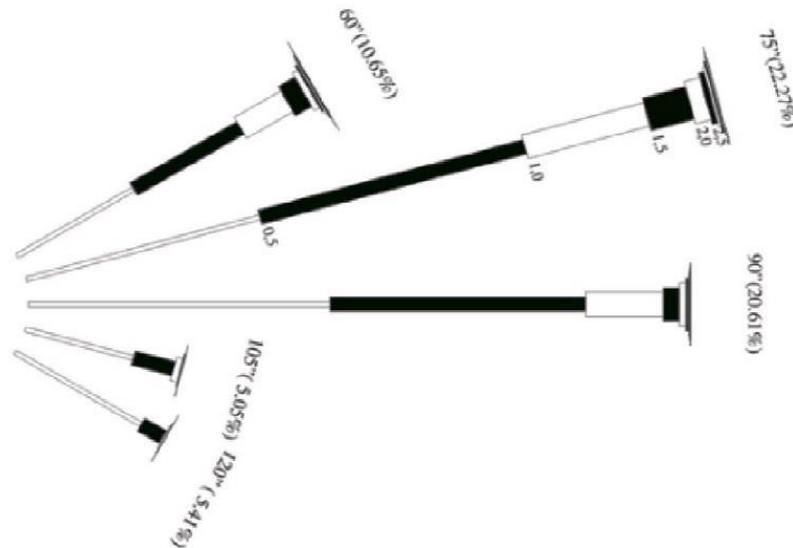


FIGURA 16. ROSA DE OLEAJE A UNA PROFUNDIDAD DE 10M FRENTE A LA ZONA DE ESTUDIO [FUENTE: TALLER DE INGENIERÍA AMBIENTA

Figura 3.4: Rosa de oleaje en profundidades de 10 m frente a la zona 1 B, playa de La Llana de San Pedro del Pinatar (Dinámica ambiental, 2009)

### 3.1.1.3 IH Cantabria (2011)

Los datos de oleaje que utiliza son los que se generan con el programa GOW de reanálisis de IH Cantabria, una base de datos horarios de oleaje entre 1948 y 2008 (61 años). Los resultados para el frente mediterráneo de La Manga se resumen en las dos tablas de las figuras 3.5 y 3.6 y en la rosa de oleaje para aguas profundas de la figura 3.7.

TABLA ESTADISTICOS BASICOS

Variable medida: Hs

direcciones(°)	prob.direccion	Hs <sub>50%</sub>	Hs <sub>90%</sub>	Hs <sub>99%</sub>	Hs <sub>12</sub>
N	0.0171	1.1250	1.5990	2.0540	2.3360
NNE	0.0495	0.7960	1.5280	2.1890	2.8995
NE	0.2624	0.7050	1.6820	3.5590	5.1576
ENE	0.1705	0.8450	1.8730	3.5640	4.7440
E	0.1459	0.7260	1.5990	3.0406	3.9486
ESE	0.0387	0.4780	0.9810	1.6094	2.2384
SE	0.0120	0.3700	0.8900	1.5900	2.2378
SSE	0.0069	0.4300	1.0600	1.8945	2.2300
S	0.0094	0.6040	1.3407	2.1548	2.7268
SSW	0.0452	0.7920	1.4740	2.4210	3.3246
SW	0.1646	0.8660	1.9360	3.1210	3.9377
WSW	0.0230	1.0680	1.7620	2.4543	3.1115
W	0.0155	1.1320	1.7900	2.6038	3.1356
WNW	0.0132	1.1530	1.8090	2.6806	3.2288
NW	0.0133	1.1040	1.7800	2.6185	3.0510
NNW	0.0126	1.2340	1.7160	2.2309	2.7746

Figura 3.5: Probabilidad de ocurrencia de oleajes (Hs) por direcciones frente a La Manga (IH Cantabria, 2011)



**TABLA ESTADÍSTICOS BASICOS**

Variable medida: Tp

direcciones(°)	prob.direccion	TP <sub>50%</sub>	TP <sub>90%</sub>	TP <sub>99%</sub>	TP <sub>12</sub>
N	0.0171	4.4840	7.1430	9.1740	9.8040
NNE	0.0495	5.3480	8.0000	9.5240	10.2040
NE	0.2624	6.2110	8.3330	9.7090	10.6380
ENE	0.1705	5.2630	7.2460	9.0910	10.2040
E	0.1459	4.9260	6.3290	8.0000	9.2590
ESE	0.0387	4.6950	5.3760	7.6920	8.9669
SE	0.0120	4.7390	6.0240	8.4750	9.5240
SSE	0.0069	4.8080	6.4520	8.8832	9.7620
S	0.0094	4.7850	6.2890	8.6960	9.8040
SSW	0.0452	4.7620	5.7470	7.2990	9.1740
SW	0.1646	4.9020	6.4520	7.8130	8.6210
WSW	0.0230	4.6950	6.6670	8.3680	9.3460
W	0.0155	4.0000	5.6500	7.7520	9.0090
WNW	0.0132	3.9060	4.9020	7.5190	8.6210
NW	0.0133	3.9530	4.8540	7.5760	8.6210
NNW	0.0126	4.1150	5.4350	8.4030	9.3460

Figura 3.6: Probabilidad de ocurrencia de oleajes (Tp) por direcciones frente a La Manga (IH Cantabria, 2011)

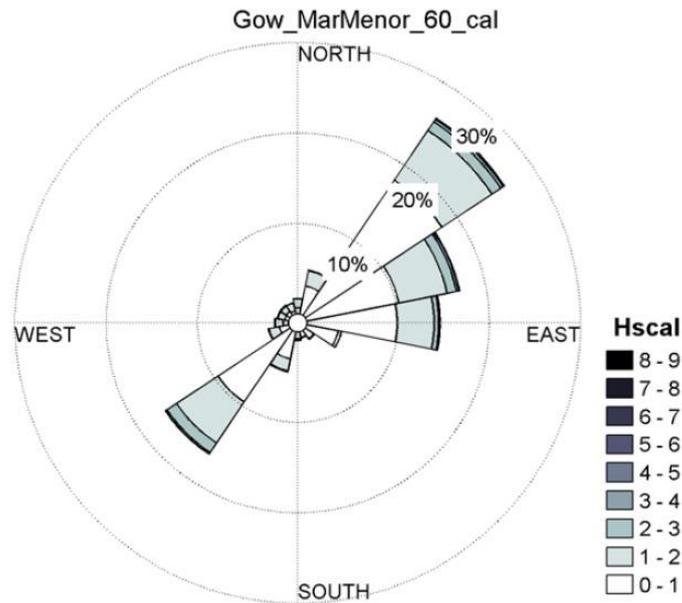


Figura 3.7: Rosa de oleajes medios (Hs) en profundidades indefinidas frente a La Manga (IH Cantabria, 2011)

Las alturas de oleaje predominantes, H<sub>12</sub>, que pueden incidir en La Manga del Mar Menor, indican, son: 5,2 m (26 %) para el NE; 4,7 m (17 %) para el ENE; y 3,9 m (15 %) para el E.

### 3.1.1.4 Datos de oleaje de Puertos del Estado (Puertos del Estado, s.f.)

Puertos del Estado tiene un amplio servicio de datos de clima marítimo de las costas españolas, consistente básicamente en tres tipos:

- Predicciones
- Datos en tiempo real
- Datos históricos

Para este trabajo se han usado los datos históricos, que incluyen oleaje, viento y corrientes. Para el tramo en estudio de la costa mediterránea frente a Pilar de la Horadada y La Manga del Mar Menor existen las siguientes fuentes:

#### 1. Oleaje y viento (Figura 3.8):

- Boya Cabo de Palos
- Puntos SIMAR
  - 2075094
  - 2076094
  - 2076092

#### 2. Niveles del mar: Mareógrafo de Carboneras



Figura 3.8: Situación de los puntos SIMAR y boya de Cabo de Palos de Puertos del Estado frente a Pilar de la Horadada y La Manga del Mar Menor (Fuente: Puertos del Estado, Foto: Google Earth)



Punto SIMAR 2075094 (Figura 3.9): La rosa de oleaje correspondiente al periodo 1958-2018 presenta dos direcciones de oleaje principales: E y ENE. La primera de ellas es la que tiene más porcentaje de presentación, con cerca del 46% y con la altura de ola máxima entre 2 y 3 m. La segunda tiene un porcentaje de presentación mucho menor, en torno al 10%, pero las alturas que se alcanzan están en el mismo orden de magnitud.

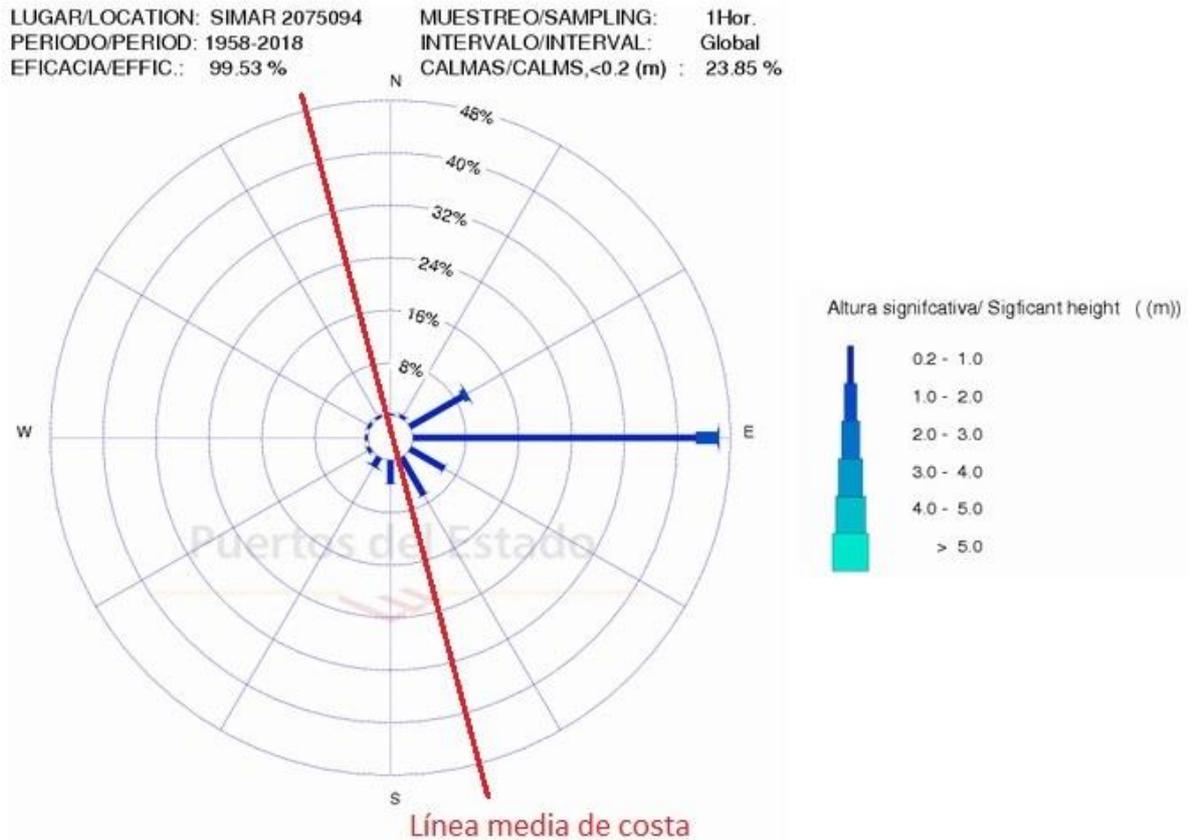


Figura 3.9: Rosa de oleaje del punto SIMAR 2075094 con la línea media de costa (Puertos del Estado, s.f.)

Punto SIMAR 2076094 (Figura 3.10): Está situado también frente a la zona norte de La Manga, pero más alejado de la costa que el punto anterior, por lo que puede ser más representativo del oleaje general del frente de costa analizado. La altura de ola significativa, en el periodo comprendido entre 1958 y 2018 presenta dos direcciones de oleaje principales: E y ENE. La primera de ellas es la que tiene más porcentaje de presentación, con cerca del 37% y con la altura de ola máxima entre 3 y 4 m. La segunda tiene un porcentaje de presentación menor, en torno al 23%, pero las alturas que se alcanzan están en el mismo intervalo.

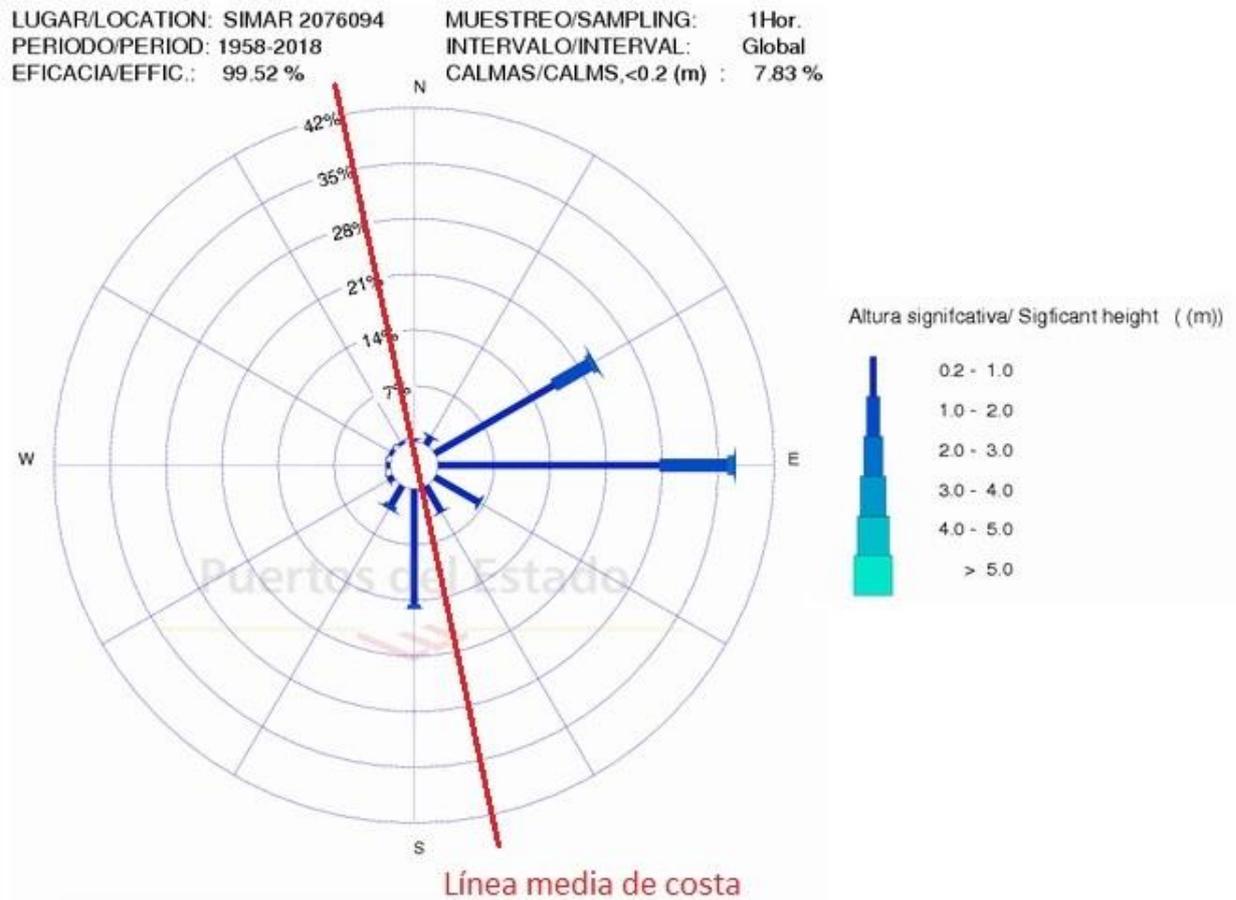


Figura 3.10: Rosa de oleaje del punto SIMAR 2076094 con la línea media de costa (Puertos del Estado, s.f.)

Punto SIMAR 2076092 (Figura 3.11): Este punto está próximo al Cabo de Palos, al sur de La Manga, algo alejado de la costa, por lo que no está excesivamente afectado por el abrigo que proporciona el Cabo de Palos frente a los oleajes del SW. Por ello, se considera más representativo del oleaje general de la costa murciana, pero no del oleaje en La Manga.

La altura de ola significativa, en el periodo comprendido entre 1958 y 2018 presenta dos direcciones de oleaje principales: E y ENE. La primera de ellas es la que tiene más porcentaje de presentación, con algo más del 32% y con la altura de ola máxima entre 3 y 4 m. La segunda tiene un porcentaje de presentación menor, en torno al 26%, pero las alturas que se alcanzan están en el mismo intervalo. A continuación se encuentran los oleajes de SW, con una probabilidad de presentación próxima al 20%.

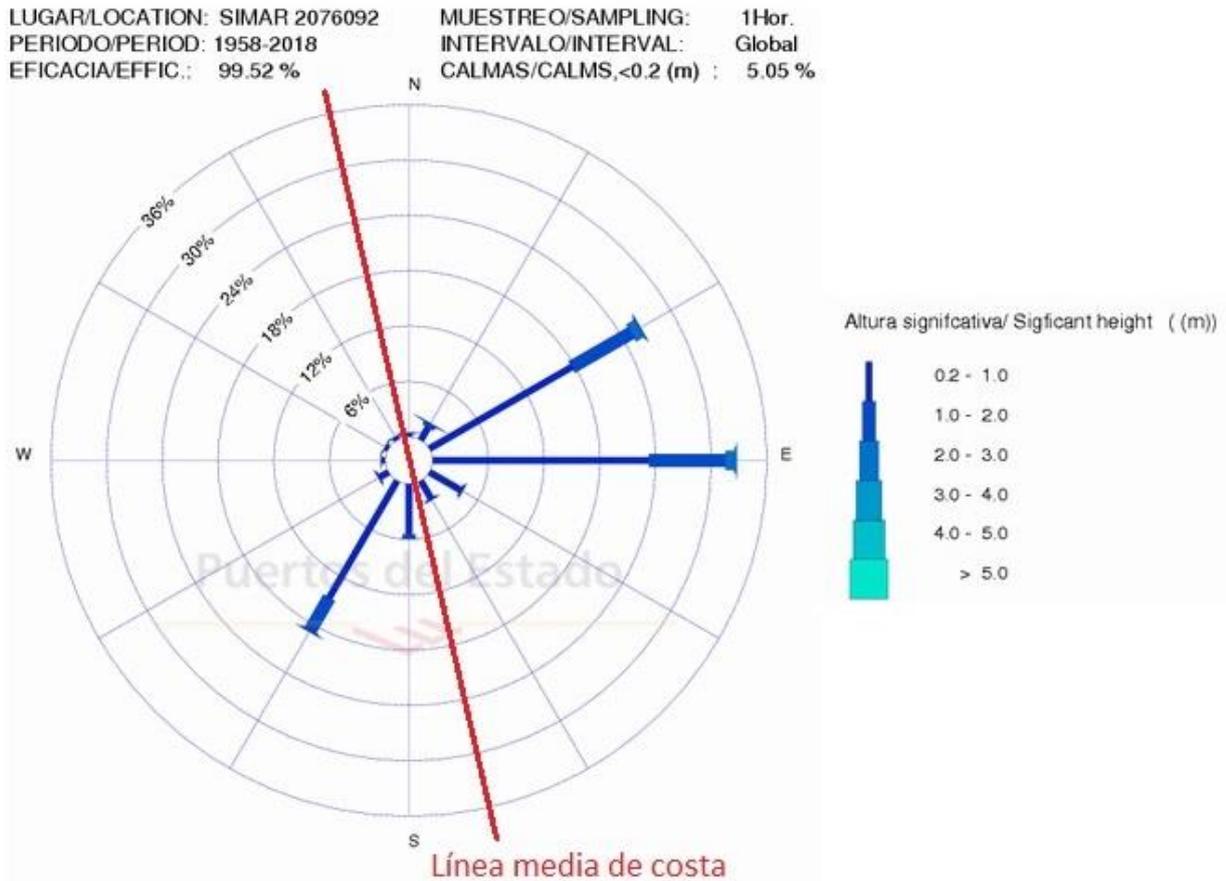


Figura 3.11: Rosa de oleaje del punto SIMAR 2076092 con la línea media de costa (Puertos del Estado, s.f.)

Para el análisis de los datos cruzados de altura y periodo se ha considerado el punto SIMAR 2076094, aunque se halla más alejado de la costa, representa mejor el oleaje incidente en toda La Manga del Mar Menor, además los datos de oleaje de los puntos SIMAR considerados son coherentes entre ellos, como se ha visto en el apartado anterior.

Los datos de este punto presentan una serie histórica de datos comprendida entre los años 1958 y 2018.

De la siguiente figura 3.12 se deduce que los mayores porcentajes de presentación de los datos, corresponden a alturas de ola significativa comprendidas entre 0,5 y 1 m. Alcanzando los mayores porcentajes de presentación para alturas de ola inferiores a 0,5 m (43,33%) y para alturas de ola significativa de 1 m (39,60%). A su vez se deduce que los principales periodos de pico están comprendidos entre 5 y 7 s.



**Tabla Hs vs Tp / Hs vs Tp Table  
SIMAR 2076094**

EFICACIA: 99.46% AÑO/YEAR: 1958-2018		Tp (s)											TOTAL
		<=1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	>10.0	
Hs (m)	<=0.5	---	0.162	4.214	8.713	10.592	8.581	5.732	3.154	1.578	0.503	0.105	43.333
	1.0	---	---	0.303	2.954	8.757	12.844	7.102	3.566	2.270	1.334	0.473	39.604
	1.5	---	---	0.002	0.114	0.908	4.262	3.970	1.257	0.717	0.452	0.303	11.985
	2.0	---	---	---	0.002	0.019	0.458	1.543	0.735	0.288	0.164	0.111	3.321
	2.5	---	---	---	---	---	0.004	0.318	0.484	0.171	0.097	0.027	1.102
	3.0	---	---	---	---	---	---	0.016	0.188	0.119	0.061	0.014	0.398
	3.5	---	---	---	---	---	---	---	0.041	0.070	0.048	0.011	0.171
	4.0	---	---	---	---	---	---	---	0.002	0.018	0.024	0.011	0.055
	4.5	---	---	---	---	---	---	---	---	0.004	0.015	0.007	0.026
	5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.002	0.002	0.004
	> 5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.002
TOTAL	---	0.162	4.519	11.783	20.277	26.150	18.682	9.426	5.237	2.702	1.064	100%	

Generado por/Generated by Puertos del Estado Fecha/Date 2018-11-29 11:53CET

Figura 3.12: Tabla altura de ola significativa vs período pico en el punto SIMAR 2076094 (Puertos del Estado, s.f.)

El histograma de alturas de ola en el periodo y punto SIMAR indicado se muestra en la figura 3.13, en la que se aprecia cómo el oleaje frente a La Manga del Mar Menor se concentra principalmente en alturas de ola no mayores de 1 m.

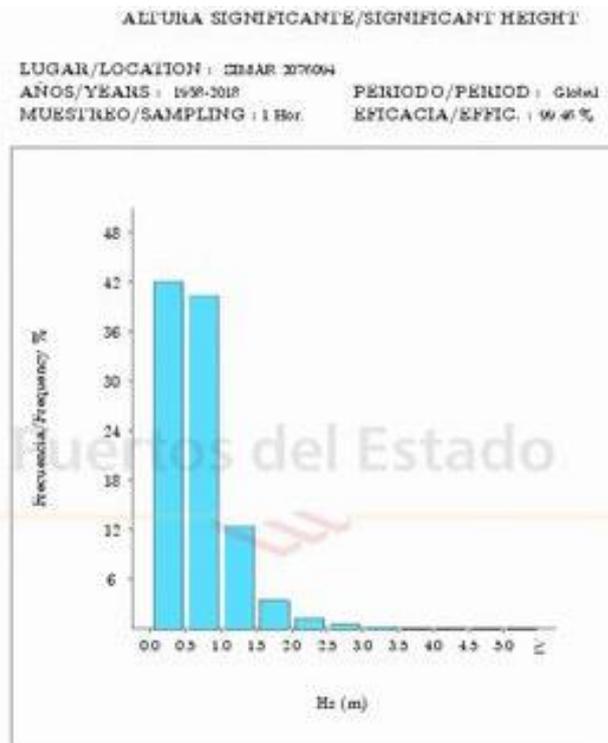


Figura 3.13: Histograma altura de ola significativa en el punto SIMAR 2076094 (Puertos del Estado, s.f.)



CEDEX

Finalmente, se presenta en la figura 3.14 la tabla de altura de ola máximas por meses obtenidas en el nodo SIMAR 2076094. En ella se observa que la mayoría de estos temporales se produjeron en el entorno a la normal media de La Manga, que es 78° N, con dos excepciones en de septiembre de 1989 (oleaje del ESE) y diciembre de 2013 (procedente del NE). La máxima altura calculada en este punto se produjo el 19 de octubre de 1973 con 5,26 m.

Hs: <b>Altura Significante /Significant Height</b>	<b>metros/meters</b>					
Tp: <b>Periodo de Pico/Peak Period</b>	<b>segundos/seconds;</b>					
Dir: <b>Dirección media de procedencia/Mean Direction, "coming from"</b>	<b>0= Norte/North; 90= Este/East</b>					
<b>Punto SIMAR 2076094 1958 - 2018 / SIMAR Point 2076094 1958 - 2018</b>						
Mes/Month	Hs Max./Max. Hs	Tp	Dir	Año/Year	Día/Day	Hora/Hour
Enero/January	4.22	8.65	64	2010	26	09
Febrero/February	4.59	9.80	81	1985	21	03
Marzo/March	4.34	9.09	78	1990	04	22
Abril/April	4.71	10.42	80	1997	09	00
Mayo/May	3.76	9.17	74	1990	01	11
Junio/June	3.54	9.26	85	1967	05	21
Julio/July	2.43	8.35	80	2016	04	03
Agosto/August	3.02	7.63	74	1987	29	11
Septiembre/September	3.52	9.35	101	1989	06	06
Octubre/October	5.26	10.10	85	1973	19	08
Noviembre/November	4.46	10.00	81	1972	28	06
Diciembre/December	5.03	10.21	49	2013	01	09

Generado por/Generated by Puertos del Estado      Fecha/Date 29 Nov 2018

Figura 3.14: Tabla altura de ola significativa máxima mensuales en el punto SIMAR 2076094 (Puertos del Estado, s.f.)

### 3.1.1.5 Principales características del oleaje en la Zona 1

Con todos los datos de oleaje presentados en apartados anteriores, a continuación se resumen las principales características del oleaje en la zona 1 (Pilar de la Horadada – Cabo de Palos).

Del informe CEDEX (1991) (Figuras 3.1 y 3.2) se destaca la predominancia de las direcciones este-noreste (ENE) y la nor-noreste (NNE) para el oleaje tipo SEA, mientras que para el oleaje tipo SWELL, las principales direcciones de oleaje son la este-noreste (ENE) y la nor-noreste (NNE). No obstante, debe señalarse que la amplitud del área definida para el estudio del oleaje fue bastante grande, por lo que no permite precisar cómo se comporta el oleaje en un entorno más local y próximo a La Manga.

Del Estudio de Dinámica Ambiental (2009) (Figuras 3.3 y 3.4), se observa que la dirección principal de oleaje es el este (E), con el 26% de presentación y una altura de ola máxima de 3,5 m. La segunda de las direcciones es la ENE, con el 18, 32 % de presentación y una altura de ola máxima similar de, 3,5 m.



El estudio de IH Cantabria (2011) muestra como dirección predominante el NE, con un 26,24 % de presentación y una altura de ola  $H_{12}$  de 5,16 m. Y la segunda de las direcciones es el este-noreste (ENE) con el 17,05 % y una altura  $H_{12}$  de 4,74 m.

Finalmente, de los datos de Puertos del Estado (Figuras 3.11, 3.12, 3.13 y 3.14) se concluye que la principal dirección de oleaje es este (E) con un porcentaje de presentación del 32% y con la altura de ola máxima entre 3 y 4 m. La segunda es el este-noreste (ENE) que tiene un porcentaje de presentación menor, en torno al 26%, pero las alturas que se alcanzan están en el mismo intervalo. Las alturas mayores de 4 m tienen un porcentaje de presentación del 0,03 %. Los temporales mayores, en el periodo comprendido entre 1958 y 2018, ha dado alturas de ola de 5,26 y 5,03 m, siendo las direcciones de lo temporales predominantemente en el entorno de  $78^\circ$  que es la normal a la alineación media del frente.

### 3.1.2 Oleaje en el Mar Menor

Solamente el estudio de IH Cantabria (2011) contiene datos del oleaje que se puede producir en el Mar Menor. Este estudio se basa en la aplicación de una fórmula teórica, considerando a la laguna como un círculo de 10 km de radio, para obtener un régimen de oleaje en el centro de la laguna. En la figura 3.15 se presenta la tabla de probabilidades de ocurrencia de altura de ola significativa por direcciones.

TABLA ESTADISTICOS BASICOS

Variable medida: Hs

direcciones(°)	prob.direccion	$H_{s_{50\%}}$	$H_{s_{90\%}}$	$H_{s_{99\%}}$	$H_{s_{12}}$
N	0.0246	0.1912	0.5364	0.8998	1.1267
NNE	0.0451	0.2589	0.6338	0.9988	1.3516
NE	0.1530	0.3381	0.5939	0.9148	1.1506
ENE	0.1941	0.2911	0.4980	0.7527	0.9566
E	0.0852	0.2024	0.4056	0.6525	0.8099
ESE	0.0335	0.1356	0.2862	0.5185	0.6775
SE	0.0210	0.1036	0.2184	0.4218	0.6409
SSE	0.0179	0.1041	0.2110	0.4565	0.6543
S	0.0218	0.1173	0.2501	0.5332	0.6799
SSW	0.0427	0.1855	0.3593	0.6129	0.7845
SW	0.1005	0.3025	0.5964	0.9295	1.1372
WSW	0.0829	0.3016	0.6445	0.9801	1.1577
W	0.0435	0.2308	0.4472	0.6930	0.8648
WNW	0.0426	0.2658	0.4884	0.7170	0.8636
NW	0.0580	0.3453	0.5723	0.8269	1.0261
NNW	0.0337	0.2662	0.5570	0.7987	0.9470

Figura 3.15: Tabla de probabilidades de ocurrencia de altura de ola significativa en la zona central del Mar Menor (IH Cantabria, 2011)

También presentan el régimen escalar de oleaje (Figura 3.16) y el régimen extremal (Figura 3.17) en el centro del Mar Menor.

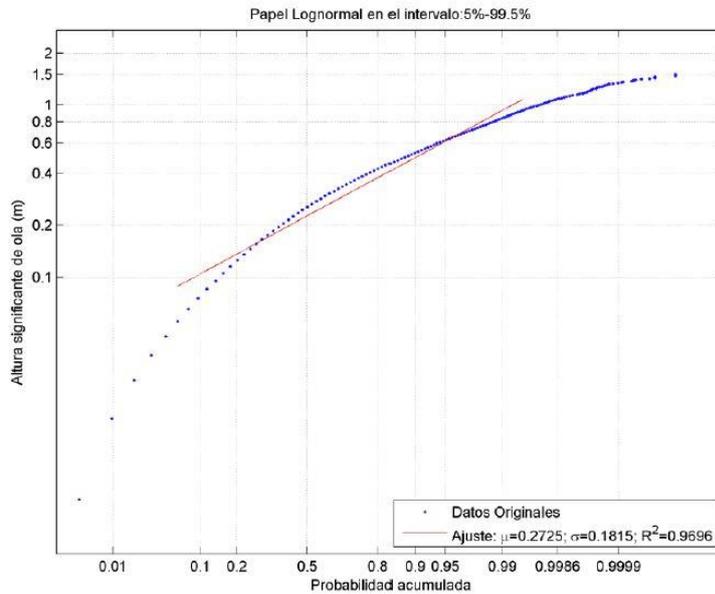


Figura 3.16: Régimen medio escalar de oleaje en el centro del Mar Menor (IH Cantabria, 2011)

Por tanto, se aprecia que la  $H_{s12}$  con probabilidad de 0,998 es de 1,1 m con un periodo de pico asociado de  $T_p=3,7$  s.

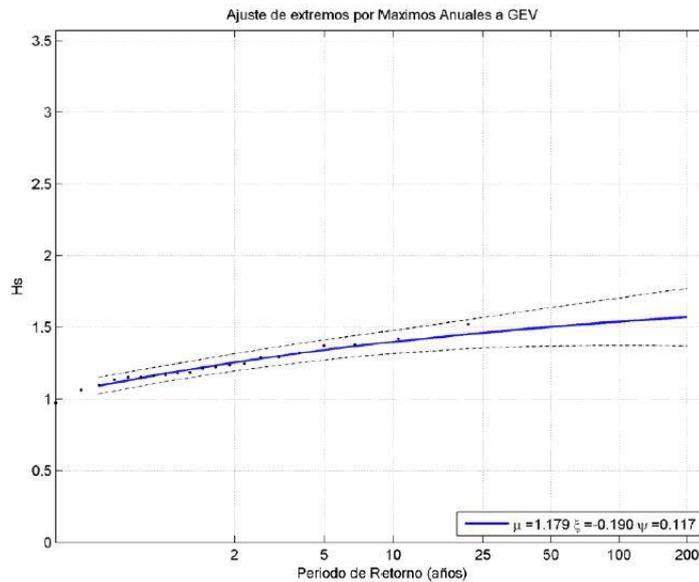


Figura 3.17: Régimen extremal escalar de oleaje en el centro del Mar Menor (IH Cantabria, 2011)

### 3.2 Viento

La descripción del viento se realiza principalmente para el Mar Menor, donde este es el principal elemento generador del oleaje, aunque también se describe para el frente de costa exterior. Se basa en las principales fuentes de datos provienen básicamente de:

- CEDEX (CEDEX, 1991)

- IH Cantabria (IH Cantabria, 2011)

A ellos se les ha añadido, dado que en ninguno se utiliza, los datos de previsión de medida (puntos SIMAR) de la red de medidas de Puertos del Estado.

### 3.2.1 CEDEX (1991)

El informe del CEDEX “Estudio sobre la dinámica litoral de las playas del Mar Menor (Murcia) y su posible regeneración” contiene datos de viento provenientes del observatorio de San Javier tomados en el periodo 1952-1972 (Figura 3.18).

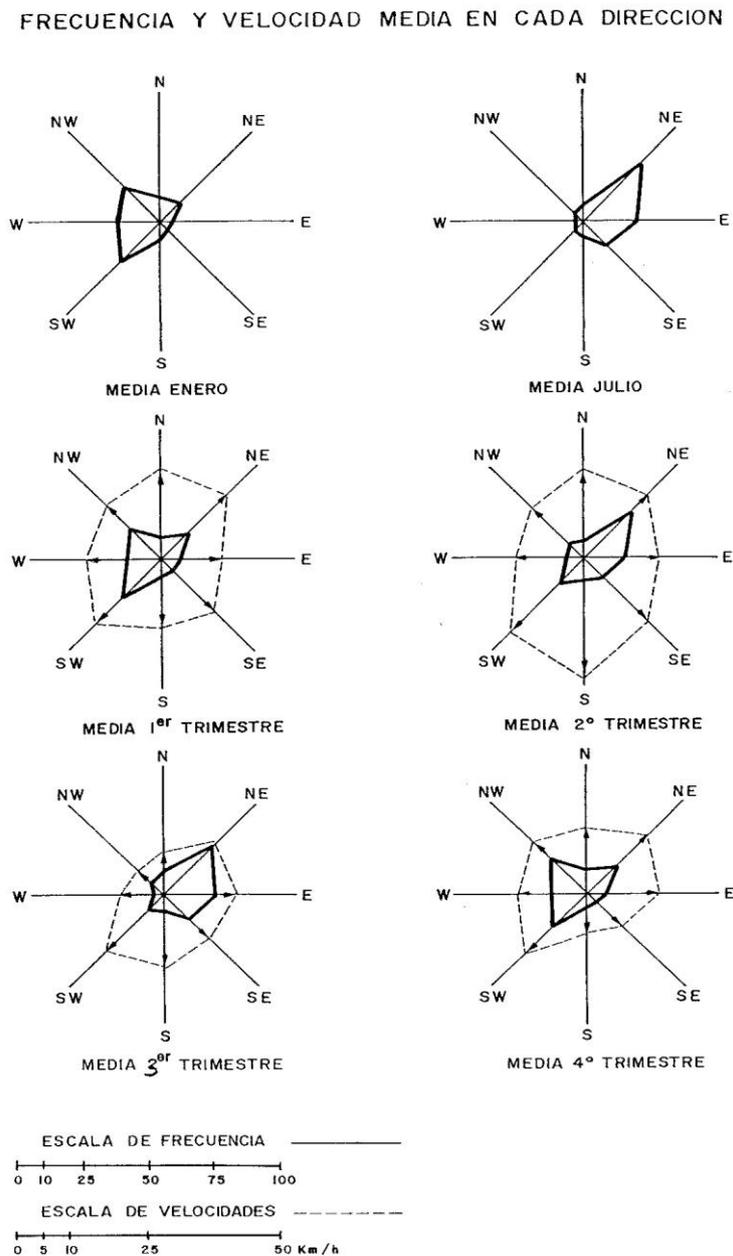


Figura 3.18: Régimen de vientos en el Mar Menor (observatorio de San Javier) (CEDEX, 1991)



Según se indica el informe, en el primer trimestre la dirección de procedencia del viento está bastante repartida entre los cuadrantes primero, tercero y cuarto. En el segundo trimestre cambia la tendencia, siendo predominantes los vientos de levante, con una frecuencia próxima al 75% del total entre los dos primeros cuadrantes (con mayor probabilidad para las direcciones E y NE). Esta tendencia se mantiene en el tercer trimestre, aumentando la proporción de oleajes de levante. Por último, en el cuarto trimestre se vuelve a cambiar la tendencia, con mejor distribución de oleajes en todas las direcciones aunque de manera especial en los cuadrantes I, III y IV.

### 3.2.2 Estudio de IH Cantabria (2011)

Los datos de viento que utiliza son los que se generan con el programa "SeaWind" de reanálisis que utiliza el modelo atmosférico WRF forzado pero con datos procedentes del reanálisis ERA-Interim (1989-2009).

En la figura 3.19 se muestra la tabla de porcentajes de presentación del viento por direcciones y velocidades y en la figura 3.20 se muestra la rosa de los vientos

TABLA ESTADÍSTICOS BASICOS

Variable medida:W

direcciones(°)	prob.direccion	$W_{50\%}$	$W_{90\%}$	$W_{50\%}$	$W_{12}$
N	0.0246	16.2000	37.3314	56.7125	67.9580
NNE	0.0451	20.7845	42.7911	61.7496	78.8085
NE	0.1530	25.7760	40.6010	57.5242	69.2094
ENE	0.1941	22.8460	35.2290	49.1518	59.6359
E	0.0852	17.0435	29.8535	43.8028	52.1457
ESE	0.0335	12.3385	22.5374	36.3925	45.1507
SE	0.0210	9.9295	18.1197	30.8120	43.1728
SSE	0.0179	9.9675	17.6275	32.8385	43.9013
S	0.0218	10.9750	20.2150	37.2239	45.2800
SSW	0.0427	15.8890	27.0722	41.6491	50.8180
SW	0.1005	23.5640	40.7424	58.2702	68.5622
WSW	0.0829	23.5070	43.3703	60.8156	69.5576
W	0.0435	18.9460	32.2998	45.9863	54.9747
WNW	0.0426	21.2310	34.6796	47.2653	54.9132
NW	0.0580	26.2220	39.4060	53.0227	63.1075
NNW	0.0337	21.2590	38.5564	51.5634	59.1537

Figura 3.19: Tabla de probabilidades de ocurrencia de la velocidad del viento por direcciones en el Mar Menor (IH Cantabria, 2011)

De esta tabla (Figura 3.19) se extrae que las tres direccionales principales con mayor probabilidad de aparición son:

- Viento del NE (15 %),  $W_{12} = 69$  km/h
- Viento del ENE (20 %),  $W_{12} = 60$  km/h
- Viento del SW (10 %),  $W_{12} = 69$  km/h

Corroborado en la rosa de los vientos (Figura 3.20).

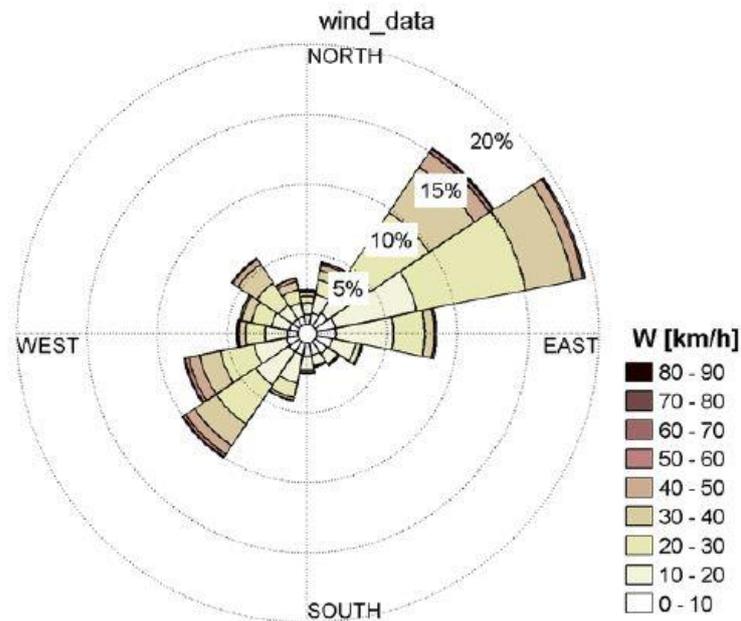


Figura 3.20: Rosa de vientos (IH Cantabria, 2011)

### 3.2.3 Puertos del Estado

Puertos del Estado tiene un amplio servicio de datos de clima marítimo de las costas españolas, para los vientos consisten en dos tipos:

- Predicciones
- Datos históricos

Para este trabajo se han usado los datos provenientes del último de los tipos: Datos Históricos. Para el tramo en estudio de la costa mediterránea frente a Pilar de la Horadada y La Manga del Mar Menor de los puntos SIMAR expuestos en el apartado 3.1.1.1.4, se ha tomado el más próximo a la costa que es el 2075094 (Figura 3,21).

De este punto, para el periodo comprendido entre 1958 y 2018, se ha tomado la rosa de los vientos (Figura 3.22) en la que se ha dibujado la dirección media de la línea de costa del tramo en estudio que da al mar Mediterráneo. La dirección NE es la que más frecuencia se da con algo más del 12 % y velocidades medias de viento que pueden sobrepasar los 8 m/s. El ENE es la siguiente dirección con mayor porcentaje de presentación, con algo más del 10 % y velocidades medias de viento no superiores a 8 m/s. A estas direcciones le siguen en importancia los NE, SW y E, todas ellas con porcentajes de presentación entre el 6 y 9 %.

La tabla de velocidades máximas registradas de viento mensuales se muestra en la figura 3.23, en la que se aprecia que todas ellas están en el eje NE-SW, dependiendo de la época del año.

El viento ha jugado un papel fundamental en la dinámica costera y transferencia de material a lo largo de La Manga. Y, dentro del Mar Menor juega un papel fundamental en la circulación de corrientes.



Figura 3.21: Situación del punto SIMAR 2075094 donde se han extraído los datos de viento de Puertos del Estado ( (Puertos del Estado, s.f.), Foto: Google Earth)

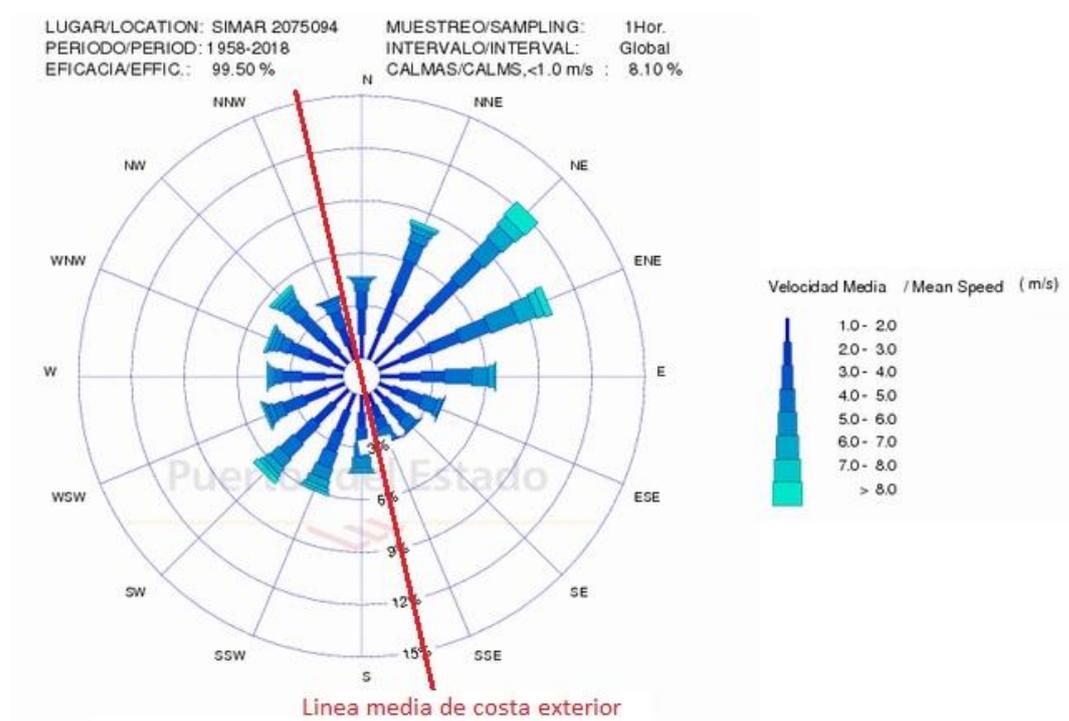


Figura 3.22: Rosa de los vientos del punto SIMAR 2075094 (Puertos del Estado, s.f.)

Mes/Month	Vm Max./Max. Vm	Dir	Año/Year	Día/Day	Hora/Hour
Enero/January	18.05	63	2010	26	09
Febrero/February	16.47	233	2011	16	21
Marzo/March	18.66	44	2015	20	06
Abril/April	15.06	219	2018	10	16
Mayo/May	14.97	46	2006	03	01
Junio/June	13.11	43	2006	14	07
Julio/July	12.12	50	2012	26	04
Agosto/August	14.25	48	2009	11	13
Septiembre/September	13.02	64	2011	19	00
Octubre/October	16.52	230	2010	31	07
Noviembre/November	18.20	228	2011	04	20
Diciembre/December	16.67	53	2016	18	07

Generado por/Generated by Puertos del Estado      Fecha/Date 4 Dec 2018

Figura 3.23: Tabla de velocidades de viento máximas mensuales en el punto SIMAR 2075094 (Puertos del Estado, s.f.)

### 3.3 Corrientes

Las corrientes son una de las variables importantes en la dinámica interior de la laguna. Ello hace que los diversos trabajos sobre el Mar Menor se hayan ocupado de intentar describir su funcionamiento; siendo los trabajos más específicos:

- IH Cantabria (IH Cantabria, 2011)
- Tesis doctoral de Francisco López Castejón (López Castejón, 2017)

Además, existen datos de corrientes en la página web del Servicio de Información Oceanográfica de la región de Murcia (SIOM, s.f.) correspondientes a una campaña de toma de datos de un mes realizada en 2007 efectuada entre mayo y agosto a 0,5, 2,5, y 4,5 m de profundidad, que por la corta campaña. No extendida en el tiempo, no ha servido para caracterizar las corrientes de manera general existentes en el Mar Menor.

#### 3.3.1 IH Cantabria (2011)

Primeramente, este estudio analiza las posibles corrientes existentes en el Mar Menor según su modo de generación (de marea, de viento y de rotura del oleaje).

De las corrientes de marea se dice que no controlan la dinámica de las playas, siendo los valores máximos que pueden alcanzar de 0,1 m/s en las zonas alejadas de las golas.

Con respecto a las corrientes generadas por el viento, el estudio concluye que la corriente por viento no es el motor principal del transporte de sedimentos, indicando que este depende de las corrientes que predominan provienen de la rotura del oleaje.

Seguidamente, utiliza los resultados de su modelo SWAN para aplicarlo a su modelo de corrientes COPLA que muestra gráficamente en una serie de figuras (Figura 3.24), de las que se extraen los siguientes resultados:

- Zona de Los Urrutias (vientos NE) corriente longitudinal de 20 cm/s
- Zona de Los Nietos (vientos NE) corriente longitudinal de 15 cm/s

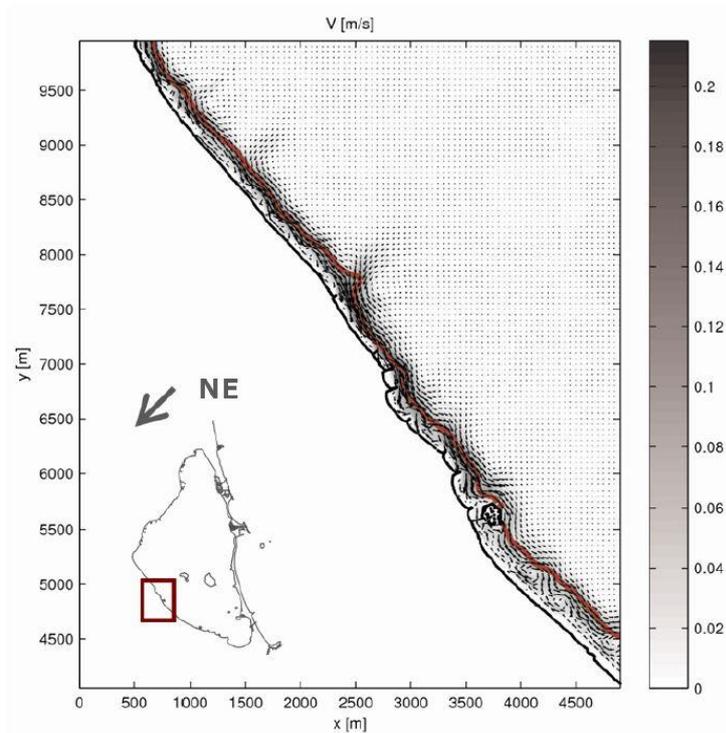


Figura 3.24: Resultado de la modelización de IH Cantabria de las corrientes de rotura del oleaje generado por vientos del NE (IH Cantabria, 2011)

### 3.3.2 Tesis doctoral de Francisco López Castejón (López Castejón, 2017)

El objetivo de esta tesis no se centra en la corriente longitudinal a las playas, sino en aquellas corrientes que provocan movimientos de masas de agua dentro del Mar Menor. Para ello realizó una serie de medidas de campo con correntímetros y posteriormente un modelado numérico de los siguientes escenarios:

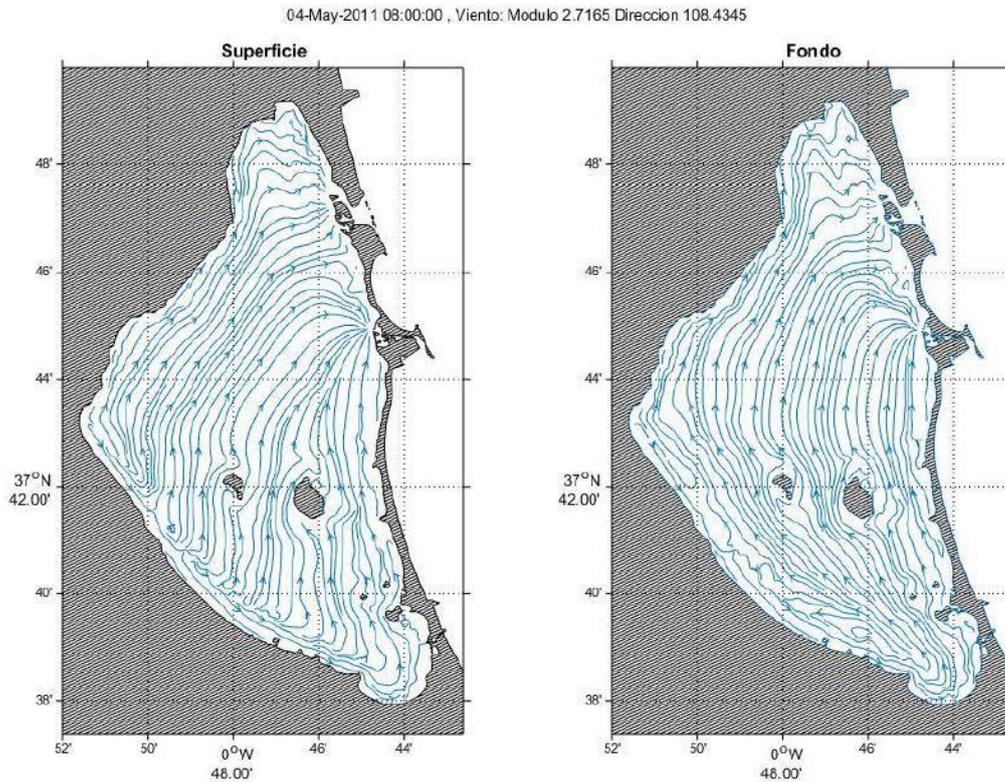
- Corrientes producidas por vientos soplando hacia el SSE con una intensidad de 5 m/s
- Corrientes producidas por vientos soplando hacia el SO con una intensidad de 5 m/s
- Corrientes producidas por vientos soplando hacia el SE con una intensidad de 5 m/s
- Corrientes producidas por vientos soplando hacia el NE con una intensidad de 5 m/s

La tesis analizó y determinó los fenómenos de corrientes más frecuentes en el Mar Menor debido a los vientos, siendo éstos:

- Corriente de dirección homogénea en toda la columna de agua.
- Corriente de fondo.
- Frente central.
- Giro Norte.
- Giro Sur.

- Giro San Pedro/Playa Honda.

Como ejemplo de los resultados gráficos, se muestra en la figura 3.25 las líneas de corriente producidas por un viento de velocidad 2,7 m/s procedente de 108° N.



*Figura 3.25: Corrientes homogéneas para un viento de 2.7 m/s y dirección 108°. La figura de la izquierda corresponde a las líneas de flujo en superficie y la de la derecha en el fondo (López Castejón, 2017).*

Por tanto, las corrientes en el Mar Menor son principalmente debidas al viento que se materializa en un movimiento de masa de agua en el interior de la laguna y por una corriente de rotura de oleaje en la zona de la orilla. Las velocidades de las corrientes litorales, causantes del movimiento de sedimentos a lo largo de la costa tienen valores de 20 cm/s y 15 cm/s en las playas de Los Urrutias y Los Nietos.

### 3.4 Niveles del mar

Los informes que han tenido en cuenta las oscilaciones de la superficie de agua del Mar Menor son:

- IH Cantabria (IH Cantabria, 2011)
- Tesis doctoral de Francisco López Castejón (López Castejón, 2017)

El primero de ellos analiza también las variaciones del mar exterior, especialmente en lo que pudiera afectar a las del Mar Menor, indicando: “los extremos de nivel del Mar Menor coinciden con los extremos de nivel de marea meteorológica del Mar Mayor” y seguidamente determinan el régimen extremal (Figura 3.26) y medio (Figura 3.27) de la marea meteorológica del Mar Menor.

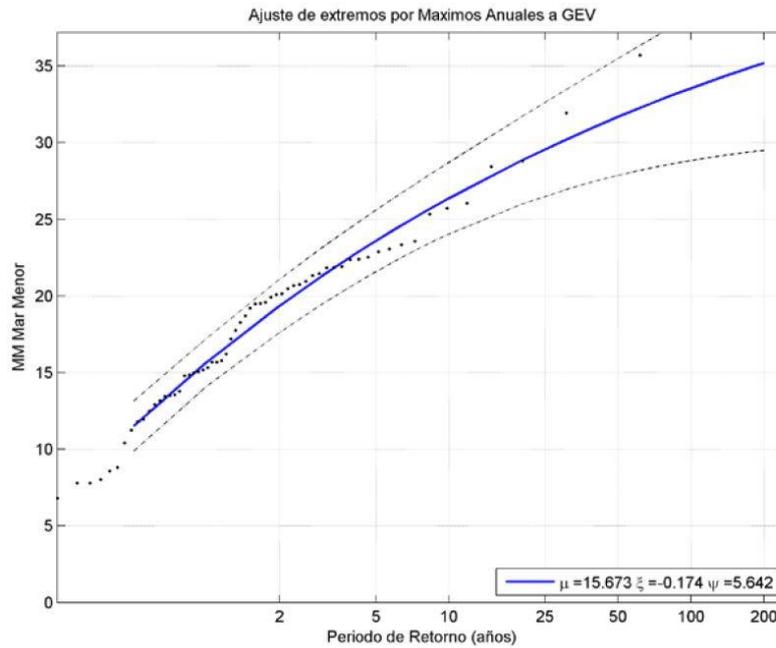


Figura 3.26: Régimen extremal estimado de la elevación del nivel del Mar Menor debido a la marea meteorológica (cm) (IH Cantabria, 2011)

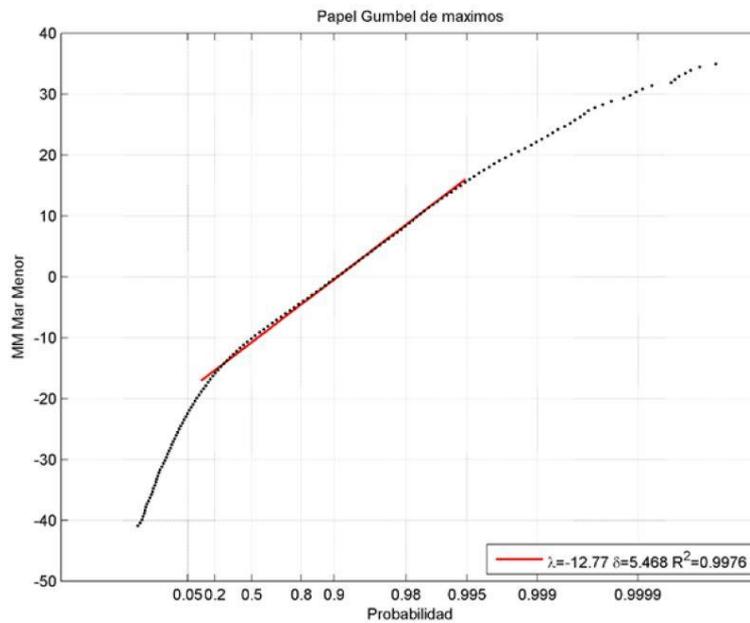


Figura 3.26: Régimen medio estimado de la elevación del nivel del Mar Menor debido a la marea meteorológica (cm) (IH Cantabria, 2011)

La tesis doctoral de López Castejón (López Castejón, 2017) lo que hace es tomar una serie de datos de niveles del mar en diversos puntos de la laguna para luego usarlos como calibrado del modelo que presenta en ella; pero no hace un estudio de los niveles esperables del Mar Menor.



## 4. DINÁMICA LITORAL

Este capítulo está dedicado a la actividad sedimentaria y dinámica evolutiva de la costa del Mar Menor y La Manga debida a los agentes climáticos. Este trabajo se basa en los datos que proporcionan los diferentes estudios sobre dinámica litoral que se han realizado para este tramo de costa, actualizando solo los datos necesarios para caracterizar debidamente la dinámica litoral.

Por tanto, primeramente se analizan los sedimentos que conforman el litoral tanto del Mar Menor como del tramo exterior desde Pilar de la Horadada hasta el cabo de Palos, con la información que proporcionan los informes técnicos y proyectos disponibles, parte de los cuales se ha insertado ya en el capítulo 2 al describir y analizar las playas. Posteriormente se analiza las propagaciones de oleaje que se han realizado con modelización numérica, con el objeto de estudiar la evolución que se produce en el oleaje al aproximarse a las costas en los lugares más significativos del tramo en estudio. A continuación, se trata de caracterizar el transporte sólido litoral a lo largo del tramo y los perfiles característicos de las playas.

### 4.1 Fuente y naturaleza de los sedimentos

En este apartado se van a estudiar los sedimentos que caracterizan y forman la franja costera en estudio, tanto su naturaleza como su posible procedencia, para lo cual se ha dividido en tres apartados que describen:

- Las posibles fuentes u origen de los sedimentos
- Las aportaciones a la costa
- La naturaleza y características más relevantes del material, desde el punto de vista de la dinámica litoral

#### 4.1.1 Fuentes y sumideros de sedimentos

Históricamente, el Mar Menor se ha alimentado de tres fuentes principales de sedimentos: el transporte longitudinal de sedimentos a lo largo de la costa exterior del mar Mediterráneo; el transporte eólico a través de La Manga; y la aportación de cauces fluviales (Figura 4.1).

En primer lugar, los sedimentos que por transporte longitudinal provienen de aguas arriba de La Manga, son interceptados por las golas e introducidos por el oleaje y corrientes al Mar Menor. Las cantidades introducidas por este proceso han sido históricamente muy pequeñas ya que las golas se colmataban muy fácilmente, impidiendo la entrada de material desde el exterior. Así, en las fotografías históricas de 1929-30, 1946 y 1956 se observa como todas las golas estaban en un estado de colmatación importante. Incluso la gola del Estacio, que ya en aquella época mantenía un canal de entrada para embarcaciones por ser su acceso más complicado. La gola de Marchamalo tenía un grado de colmatación tan elevado que en dichas imágenes no puede apreciar su entrada en la costa del mar Mediterráneo.

La segunda de las fuentes citadas está relacionada con la anterior, aunque en la actualidad está totalmente desaparecida debido a la urbanización de La Manga. Las arenas depositadas en las playas exteriores de La Manga eran impulsadas por los vientos del E y NE, hacia La Manga y el interior del Mar Menor. Gracias a esta dinámica eólica, toda La Manga era una duna continuada que trasladaba su actividad sedimentaria hacia el interior.

Esta circunstancia puede verse muy claramente en las fotografías de los vuelos citados anteriormente (Figura 4.2). Así, los sedimentos naturaleza arenosa en aguas someras y en el cuenco norte (actual zona de Villananitos) que se aprecian en la carta náutica de 1877, figura 2.123, son arena en gran parte procedente del trasdós de La Manga.



CEDEX

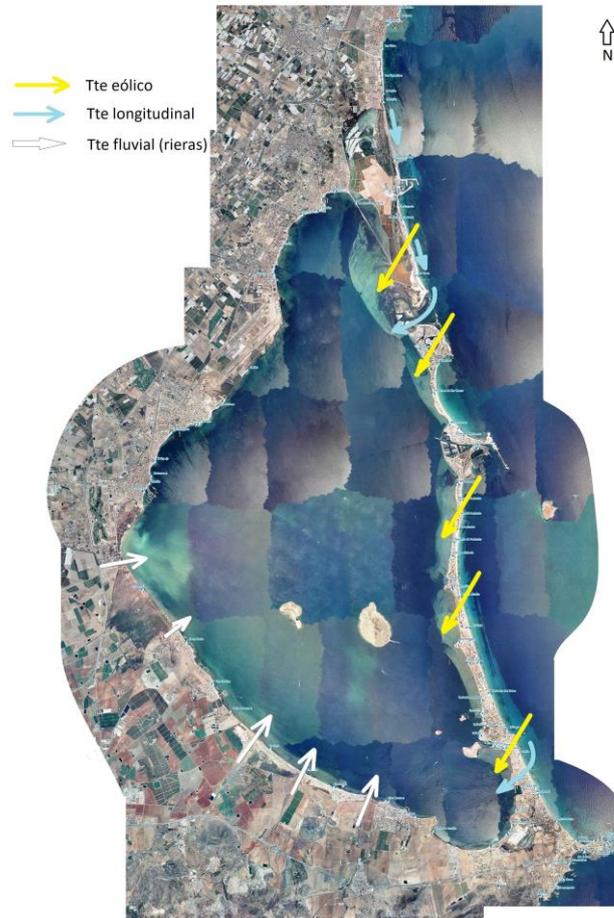


Figura 4.1: Fuentes sedimentarias del Mar Menor (Foto: Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico)

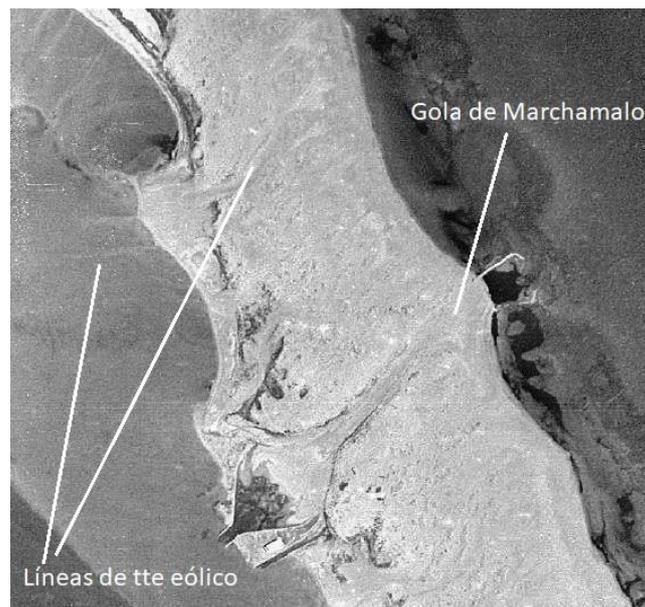


Figura 4.2: Evidencias morfológicas de transporte eólico a través de La Manga (IGN, s.f.)

La tercera de las fuentes la constituye el aporte de sedimentos de las ramblas que desembocan en el Mar Menor (apartado 2.2.1.1.2 y figura 2.39), aportando material fino, si bien el aporte de fangos es importante con cargas de materiales procedentes de minas o agricultura poco recomendables. Cabe señalar que algunas de estas ramblas, como la del La Carrasquilla o del Beal, han formado pequeños deltas.

Con respecto a los sumideros, cabe citar las golas (en especial la de Marchamalo), que permiten la entrada de material desde las playas colindantes, que por tanto son erosionadas. En el caso de Marchamalo, su dragado posterior hace que estén continuamente activas, siendo uno de los sumideros más importantes de sedimento de las playas del exterior.

#### 4.1.2 Características de los sedimentos de las playas

No existen muchos trabajos que contengan datos de las características de los sedimentos de las playas del Mar Menor y exterior desde Pilar de la Horadada hasta el cabo de Palos.

El PIDU (PIDU, 1977) y la Guía de Playas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Guía de Playas, s.f.), solamente indican el tipo (arena o fango) y el color (dorado, claro u oscuro). Con respecto al PIDU (1977), se puede considerar anticuado, ya que ha habido muchas transformaciones posteriores, especialmente en las playas del Mar Menor.

El informe del CEDEX (CEDEX, 1991) contiene datos de campañas de toma de sedimentos de las playas exteriores de La Manga que se realizaron en ocho puntos de la playa (figura 4.3) y en cada uno de ellos entre 3 y 5 muestras que iban desde la duna (cuando la había) hasta 1,5 m de profundidad. En todos los casos se trata de arena con valores medios entre 0,15 y 0,21 mm.

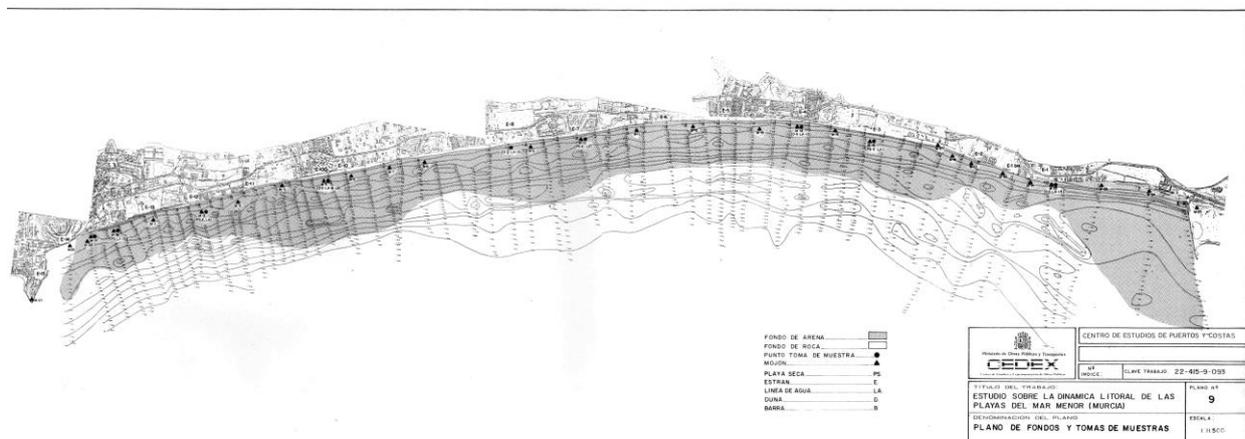


Figura 4.3: Zona de toma de muestras en el exterior de La Manga y naturaleza, en el informe del CEDEX (1991)

La Ecocartografía de Murcia de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar y realizada por las empresas HDTMA e IBERINSA durante los años 2008 y 2009, contiene datos de morfología de todo el entorno (apartado 2, Figura 2.4).

En trabajo de IH Cantabria (IH Cantabria, 2011) contiene también la campaña de toma de datos de la ecocartografía de la zona a lo largo de las costas del Mar Menor y exteriores de La Manga (Figura 4.4), por lo que son estos datos los que se reflejan en el apartado 2.5.



Figura 4.4: Tamaño medio del sedimento de las playas del Mar Menor (izquierda) y exterior de La Manga (derecha) (IH Cantabria, 2011)

#### 4.1.3 Evolución de los sedimentos en el tiempo

Las instantáneas de las características de los sedimentos superficiales del Mar Menor y exterior de La Manga que muestran la carta náutica de 1877 (Figura 2.123) y la ecocartografía de 2008 (Figura 2.4) presentan bastantes diferencias. Así, en el Mar Menor han desaparecido los afloramientos rocosos y las zonas de cascajo o gravas y se han incrementado las zonas de fango y arenas en el sur. Esta circunstancia, unida a la reducción de calados señalada en el apartado 2.6 (Figuras 2.125 y 2.126) muestra que los aportes de sedimentos al Mar Menor en este periodo (1877 a 2008) han sido especialmente fangos que han tapado otras superficies que afloraban en el siglo XIX.

En la plataforma interna del mar Mediterráneo situada frente a La Manga también se han producido cambios, especialmente en la zona norte donde ha aumentado considerablemente la zona de *Posidonia oceanica*, cubriendo algunas áreas que en el siglo XIX se consideraban roca.

## 4.2 Propagación de oleaje

Dos de los trabajos citados anteriormente incluyen propagaciones de oleaje:

- CEDEX (CEDEX, 1991)
- IH Cantabria (IH Cantabria, 2011)

El primero de ellos solamente propaga el oleaje en el exterior, sobre la costa mediterránea de La Manga, mientras que el segundo lo hace tanto en el exterior como en el interior del Mar Menor.

### 4.2.1 Propagación de oleaje en CEDEX (1991)

Para propagar el oleaje el informe utiliza un modelo tipo REFDIR con una aproximación parabólica a la ecuación elíptica de propagación de ondas de Berkhoff, con las simulaciones siguientes:

- Periodos: 8 s
- Alturas de ola: 1 m
- Direcciones: 50°N, 70°N, 90°N, 110°N y 130°N

Los resultados se presentaron en isólinas de agitación e isólinas de fases. En las figuras 4.5 y 4.6 se muestran los resultados para la propagación de 50°N.

LA MANGA. COEFICIENTES DE ALTURA DE OLA. OLEAJE : N 50 E - T = 8 S.

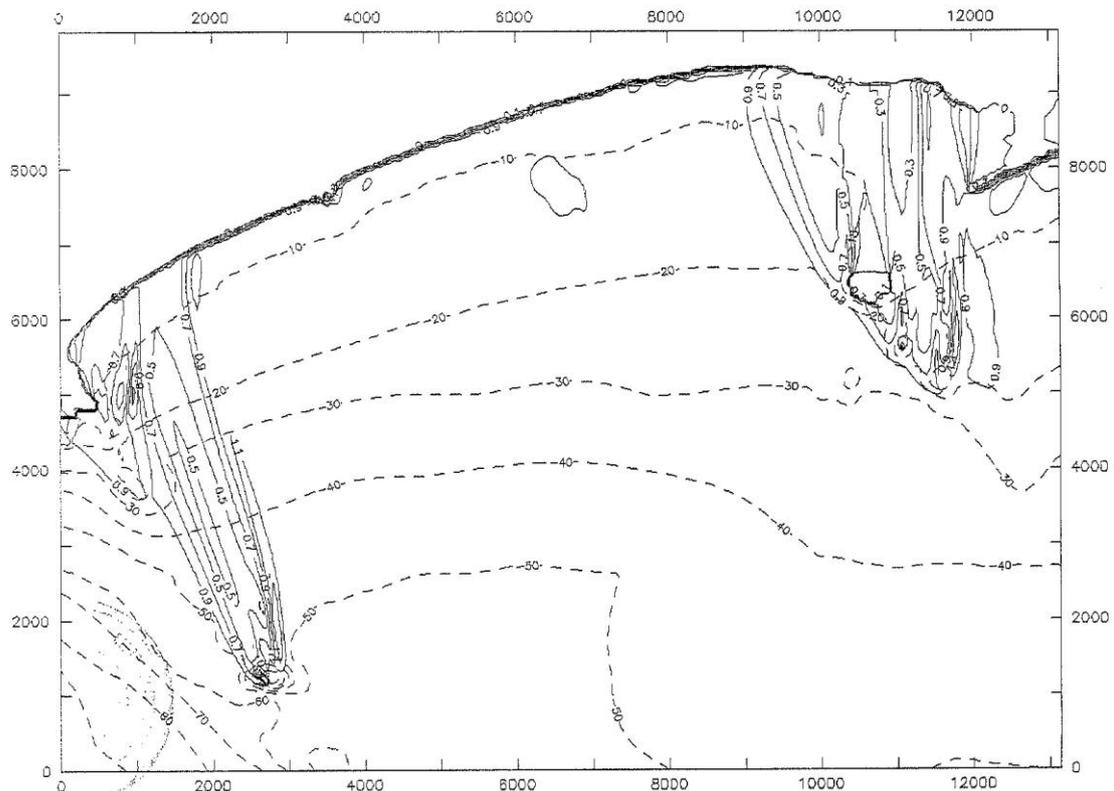


Figura 4.5: Isólinas de agitación en la zona sur del exterior de La Manga (CEDEX, 1991)

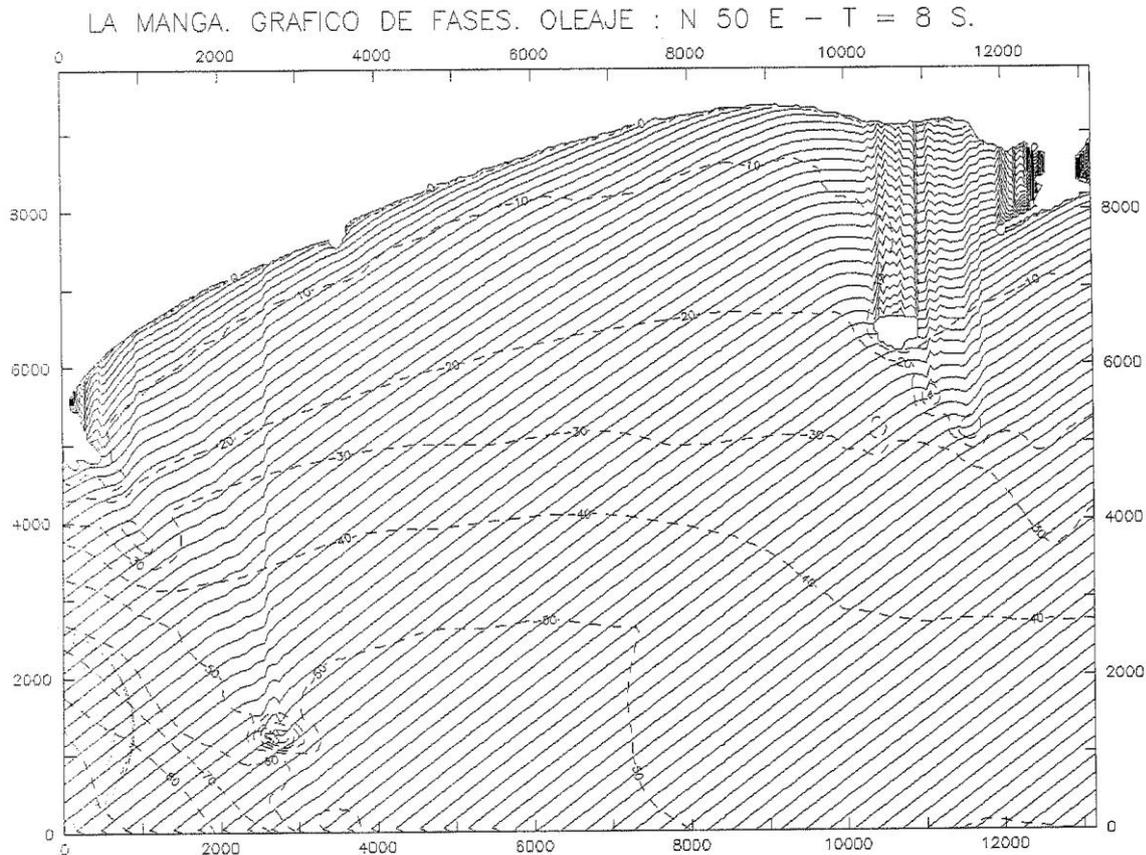


Figura 4.5: *Isolíneas de fases en la zona sur del exterior de La Manga (CEDEX, 1991)*

#### **4.2.2 Propagación de oleaje en IH Cantabria (2011)**

Este trabajo contiene propagaciones de oleaje tanto hacia la costa del exterior de La Manga como en el interior del Mar Menor.

##### **4.2.2.1 Propagación en el exterior**

La propagación se efectuó usando el modelo "OLUCA", que forma parte del programa Sistema de Modelado Costero (SMC) del IH Cantabria y de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar.

Se usaron dos mallas de oleaje para propagar desde alta mar hasta las proximidades de la costa (Figura 4.6). La primera de las mallas se utilizó para la posterior propagación en la zona norte de La Manga (Zonas 1A y 1B, en el presente Plan), y la segunda para la propagación de la zona sur (Zona 1C). En ambos casos se propagaron los oleajes procedentes del NE y el E. Los resultados de para oleajes con  $H_s = 3\text{m}$  y  $T_p = 4\text{s}$  se presentan a continuación para las alturas de ola significativa (Figuras 4.8 y 4.10) y los vectores altura de ola significativa – dirección de propagación (Figuras 4.9 y 4.11).

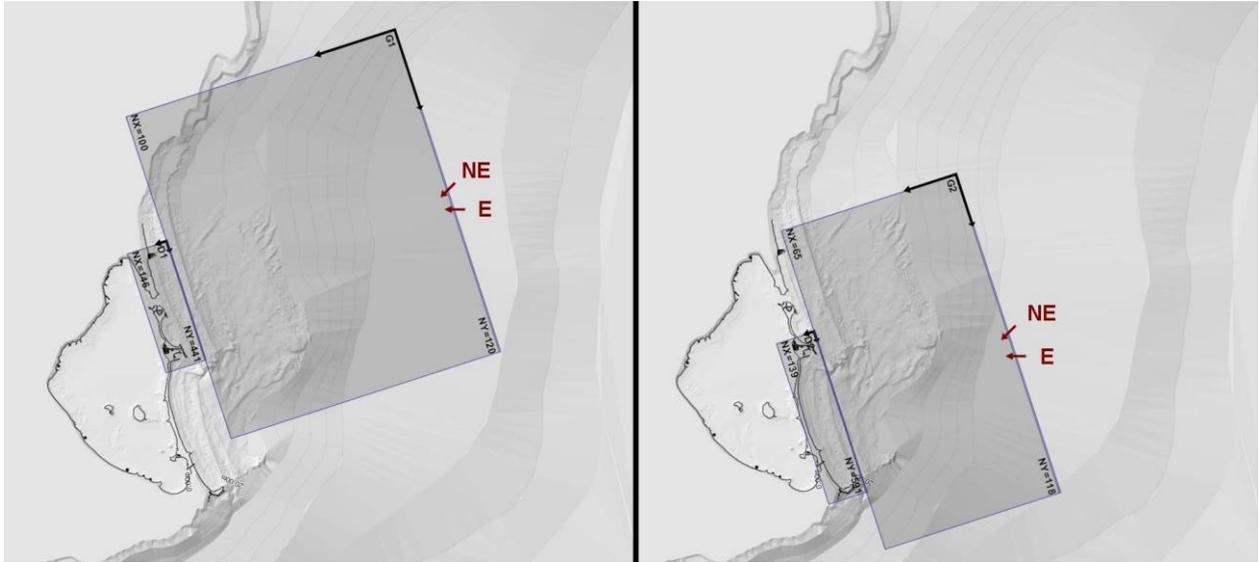


Figura 4.7: Mallas de propagación de oleaje usadas por IH Cantabria (2011)

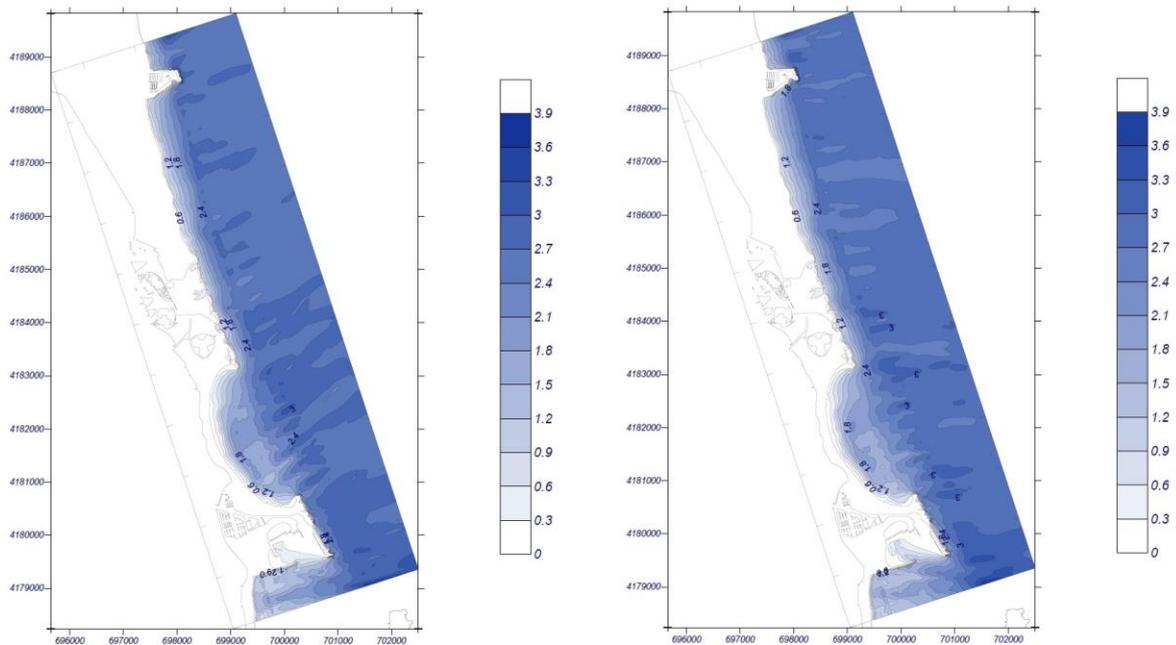


Figura 4.8: Resultados de la propagación en forma de isoalturas para  $H_s= 3m$  y  $T_p= 12s$  de la zona norte de La Manga. A la izquierda oleaje NE y a la derecha oleaje E (IH Cantabria, 2011)

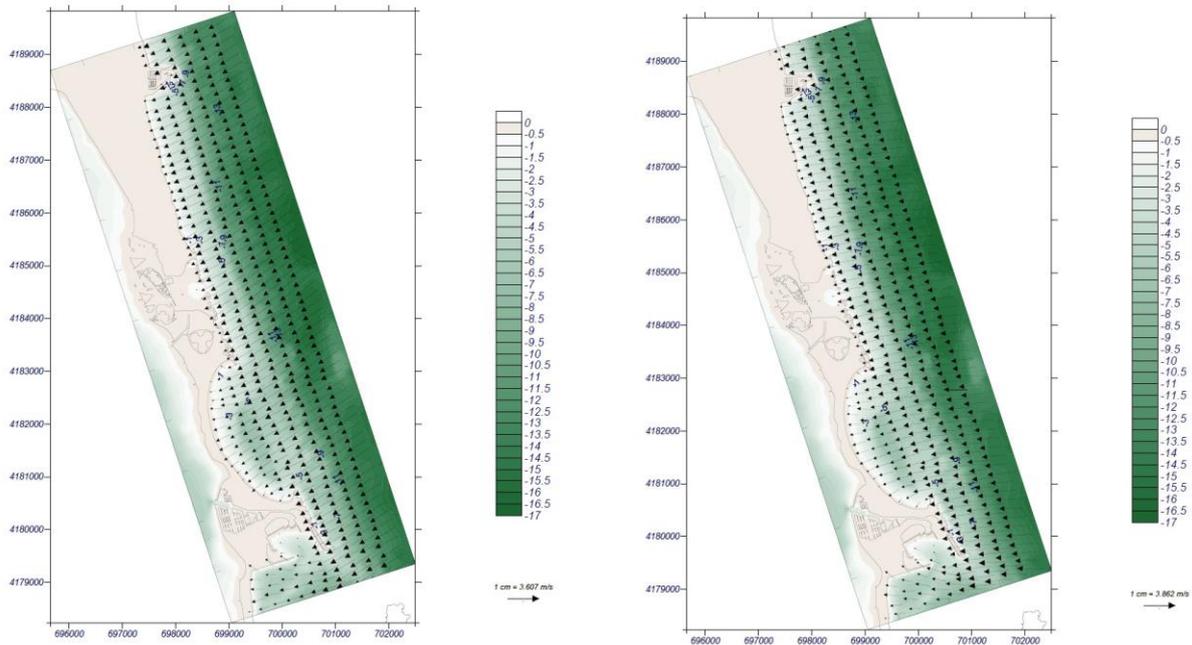


Figura 4.9: Resultados de la propagación en forma de vectores altura de ola significativa – dirección media de propagación para  $H_s= 3m$  y  $T_p= 12s$  de la zona norte de La Manga. A la izquierda oleaje NE y a la derecha oleaje E (IH Cantabria, 2011)

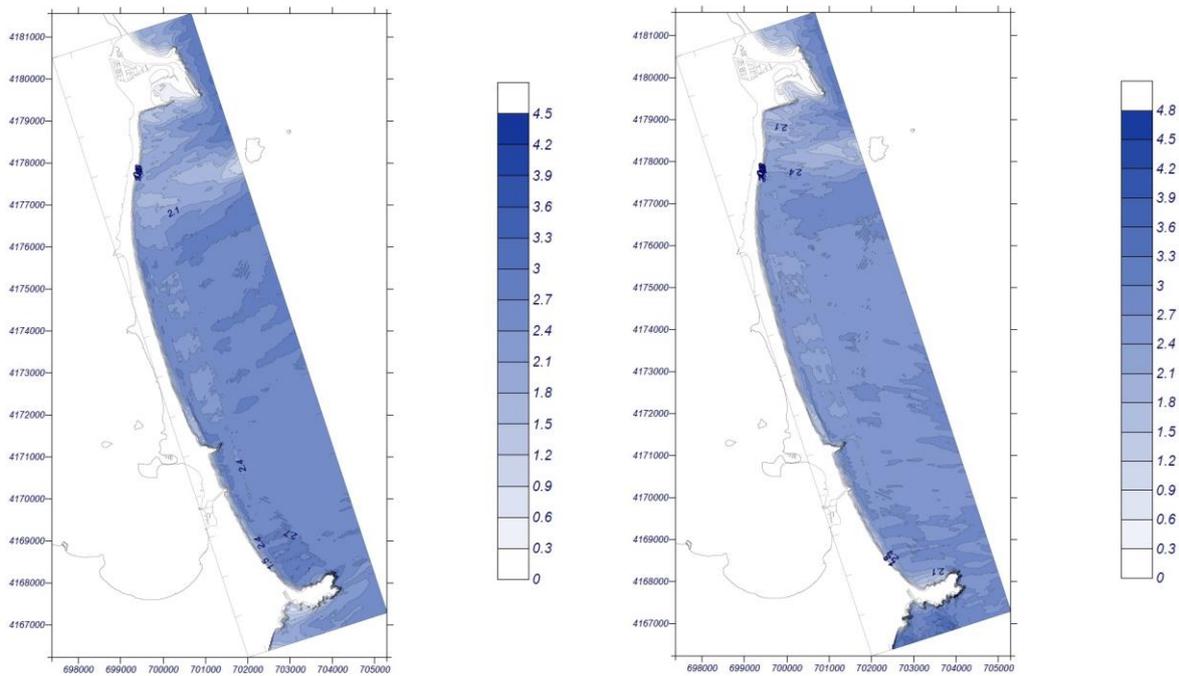


Figura 4.10: Resultados de la propagación en forma de isoalturas para  $H_s= 3m$  y  $T_p= 12s$  de la zona sur de La Manga. A la izquierda oleaje NE y a la derecha oleaje E (IH Cantabria, 2011)

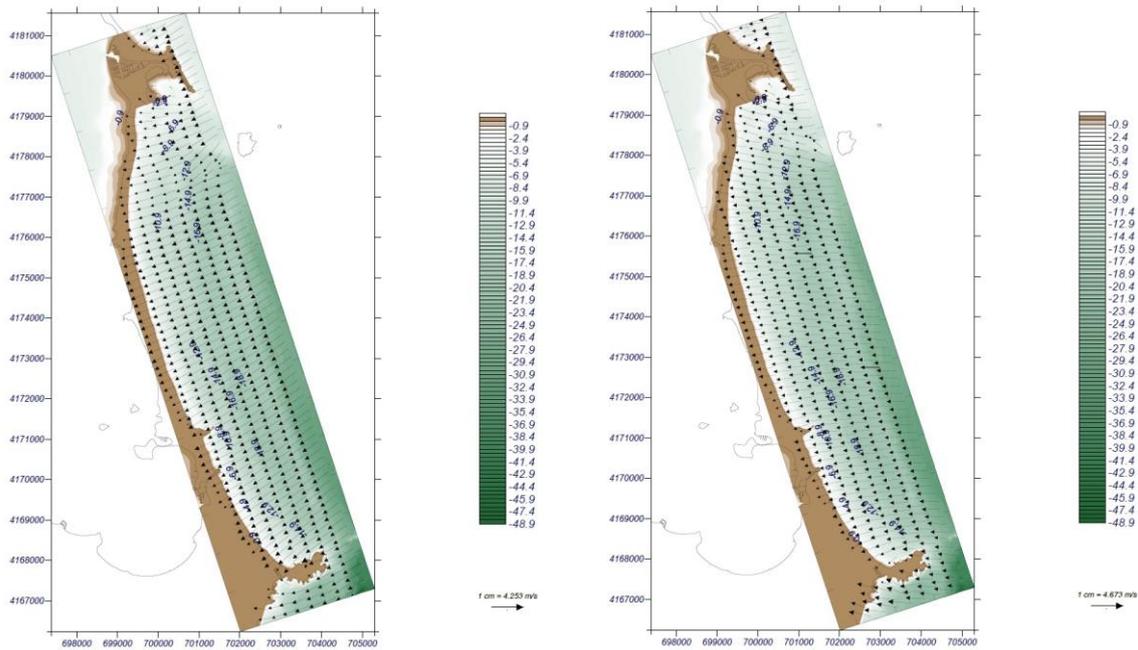


Figura 4.11: Resultados de la propagación en forma de vectores altura de ola significativa – dirección media de propagación para  $H_s=3m$  y  $T_p=12s$  de la zona sur de La Manga. A la izquierda oleaje NE y a la derecha oleaje E (IH Cantabria, 2011)

#### 4.2.2.2 Propagación en el Mar Menor

Se propagó el oleaje dentro del Mar Menor usando el modelo SWAN que simula la generación y propagación del viento en una dirección y con una velocidad dada. Se presenta la simulación con dos direcciones principales de viento (Figura 4.12)

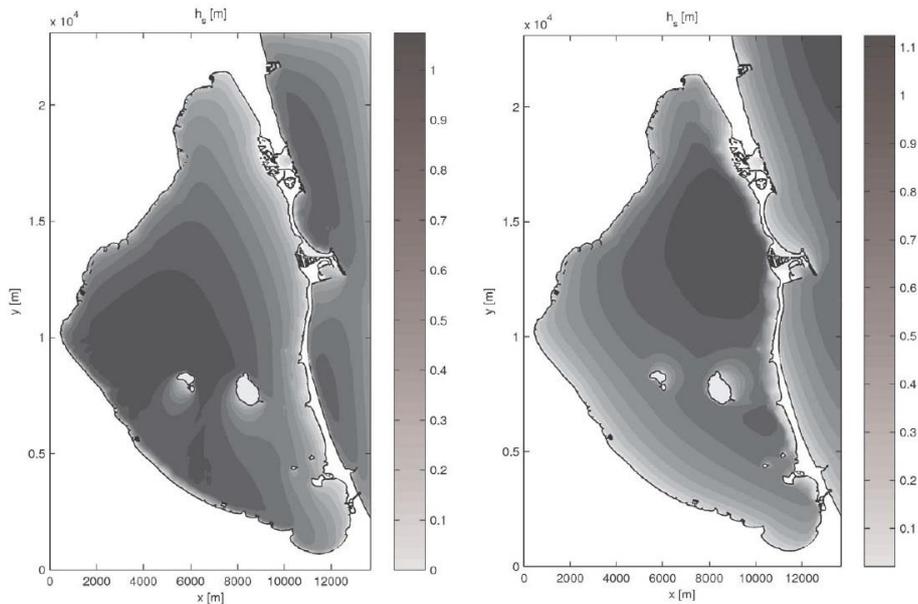


Figura 4.12: Generación y propagación de oleaje dentro del Mar Menor con velocidad de 70 km/h para el viento del NE (izquierda) y del SW (derecha) (IH Cantabria, 2011)

### 4.3 Transporte sólido litoral

De todos los estudios analizados, solamente el estudio del CEDEX (CEDEX, 1991) contiene datos sobre el transporte sólido litoral global en el exterior, suponiéndose una línea media de playa con dirección normal a la costa de  $75^{\circ}\text{N}$ . El informe realiza un sencillo cálculo teórico usando para ello los datos de oleaje visuales y la fórmula del CERC, resultando:

$$68.000 \text{ m}^3/\text{año} (\text{oleaje SEA}) + 59.000 \text{ m}^3/\text{año} (\text{oleaje SWELL}) = 127.000 \text{ m}^3/\text{año}$$

Este resultado se matiza posteriormente, resaltando que es teórico, pero también un indicador claro de la capacidad potencial de transporte del oleaje en la zona. No obstante, también se señala que este valor no se corresponde con la evolución detectada de la costa y las acumulaciones de sedimento que se han producido sobre el dique norte del puerto de San Pedro del Pinatar.

En realidad, si se cubica a *grosso modo* el sedimento retenido por el puerto de San Pedro del Pinatar, partiendo del año 1946 hasta 1995, el volumen aproximado acumulado en estos 49 años es de unos  $600.000 \text{ m}^3$ , lo que se correspondería con un transporte longitudinal neto de sedimentos de unos  $12.200 \text{ m}^3/\text{año}$ .

También el estudio de IH Cantabria (IH Cantabria, 2018) "Actualización del proyecto de acondicionamiento de las playas de La Llana" contiene datos de transporte de sedimentos correspondiente a esta playa, presentándose un valor casi idéntico al obtenido anteriormente (Figura 4.13).



Figura 4.13: Transporte longitudinal de sedimentos a lo largo de la playa de La Llana de San Pedro del Pinatar con la tasa media anual de pérdida de arena en cada tramo (IH Cantabria, 2018)

Tal como se indica en el trabajo de IH Cantabria (IH Cantabria, 2018) "esta tasa de transporte de arena neta hacia la Gola de  $12.300 \text{ m}^3/\text{año}$  es baja, dado que se asocia al transporte de las olas poco energéticas que son las que llegan a la playa y mueven el sedimento hacia el sur".

Junto con estas estimaciones, se han tenido en cuenta la morfología de la costa en zonas localizadas de acumulación y pérdida de material. Esta circunstancia indica que en el exterior, tanto en la zona situada entre la Venezola y la gola del Estacio, así como en la zona 1C, el transporte neto es prácticamente nulo. Las golas de la Caleta, Estacio y Marchamalo funcionan



como verdaderos sumideros de materia. La primera de ellas, la Caleta ha ido acumulando sedimento, especialmente en su zona norte, de tal manera que se encuentra al borde del su cierre. En cuanto a las golas del Estacio y Marchamalo, sin ser tan activas, hacen que se detraiga material de las playas exteriores, necesitando ser dragadas para mantener el flujo de embarcaciones, lo que impide que alcancen un equilibrio sedimentario, por lo que no pierden capacidad de sumidero de sedimento.

#### **4.4 Comportamiento del perfil de playa**

El análisis del perfil del litoral del frente exterior, desde Pilar de la Horadada hasta el cabo de Palos, y del Mar Menor se realiza estudiando primeramente el tipo de perfiles y, posteriormente la profundidad límite o de cierre de las playas.

Al igual que en el apartado anterior, se cuenta con un reducido número de informes relativos a este aspecto en la zona de estudio:

- CEDEX (CEDEX, 1991)
- IH Cantabria (IH Cantabria, 2011)

Por ello, se ha contado con informes realizados en el CEDEX para la Dirección General de la Costa y el Mar:

- Estudio de perfiles de playa y su adaptación a las costas españolas (CEDEX, 2009)
- Estudio de profundidad de cierre en las costas españolas partiendo de datos reales de seguimiento. Aplicación a criterios para regeneración de playas mediante alimentación artificial (CEDEX, 2012)

##### **4.4.1 Perfiles de playa en la costa exterior**

El estudio del CEDEX (1991) contiene una campaña batimétrica que se extendió desde la gola del Estacio hasta la zona sur de La Manga. El número de perfiles que se realizó fue de ochenta (Figura 4.14); aunque no fueron analizados en el informe, apareciendo en un anejo aparte, usados para el proyecto de regeneración de sus playas que proponía.

Del total de perfiles, se han tomado dos significativos (Figura 4.15): El primero de ellos (perfil 1) que se corresponde con la zona sur, playa de Marchamalo, y el segundo (perfil 41) se realizó en la zona centro, correspondiente a la playa del Pedrucho.

El perfil 1 tiene una pendiente media de 1,6%, aunque pero la pendiente es casi constante y de un valor de 1,8% si no se considera el escalón que tiene a la profundidad de -5 m,

El perfil 41 tiene una forma que cambia significativamente del anterior, porque aparece una barra de arena a la profundidad -9 m, con una altura de la barra de 2,5 m aproximadamente. La pendiente media es de 1,5%; ésta pendiente cambia a 2,25% si solamente se tiene en cuenta el perfil antes de la barra.

Como se puede apreciar estas pendientes son muy parecidas a las que se muestran en el apartado 2.6, figura 2.127, obtenidas a partir de los datos de la ecocartografía de 2008, lo que indica que las pendientes de las playas exteriores de La Manga no cambiaron significativamente en este periodo de 17 años (de 1991 a 2008).

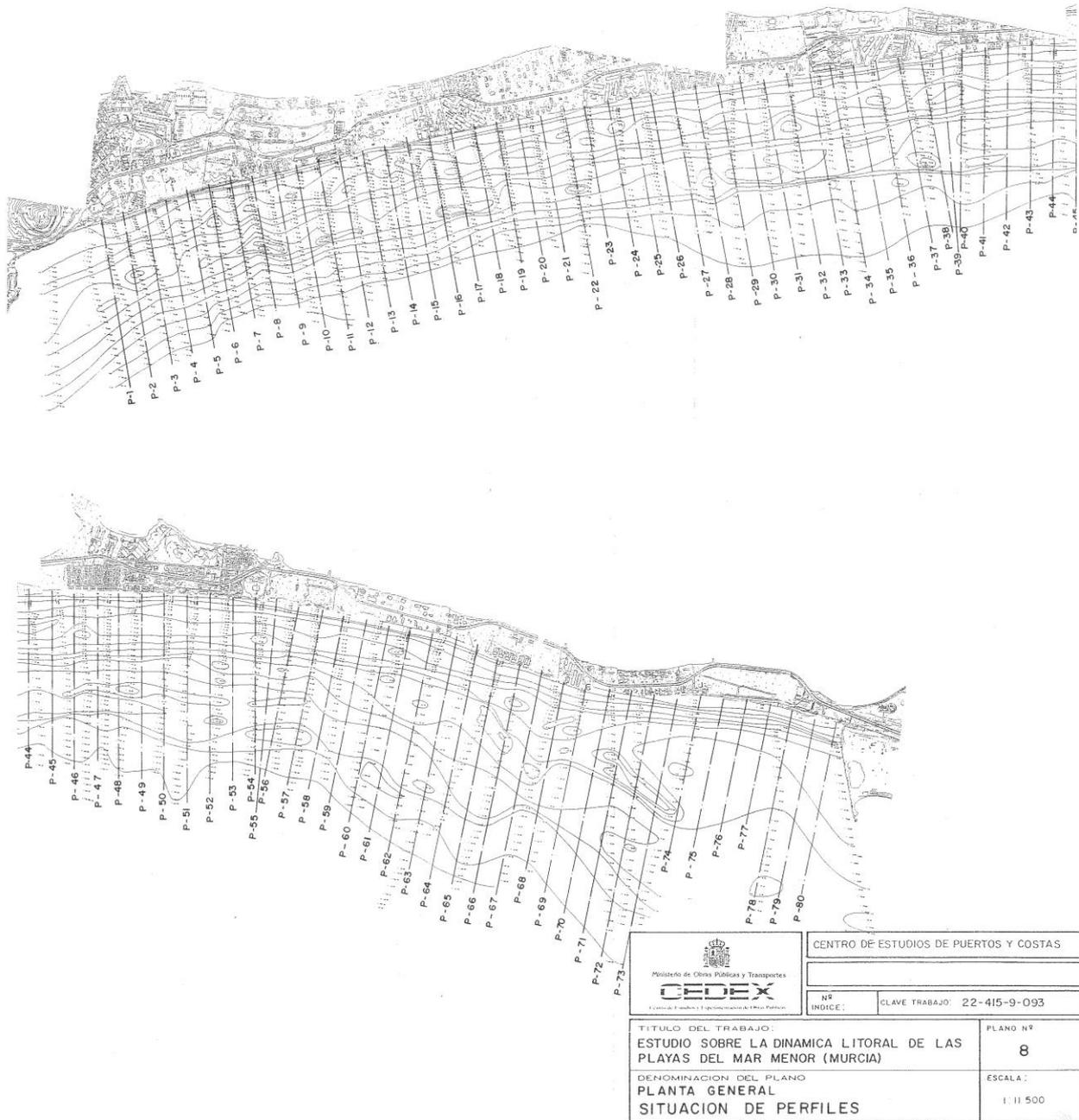
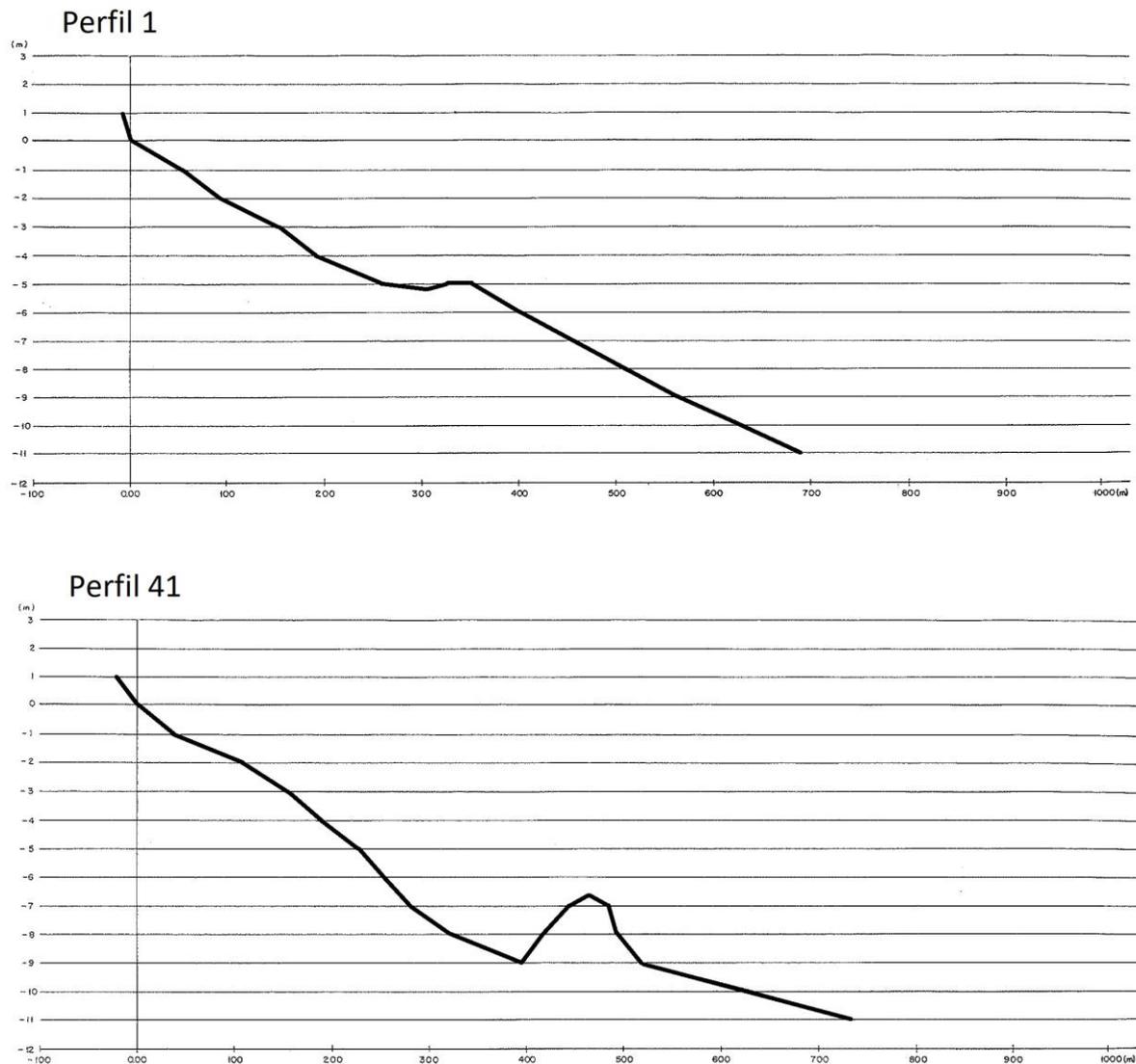


Figura 4.14: Campaña batimétrica en el sur exterior de La Manga realizada por el CEDEX en 1991 (CEDEX, 1991)



*Figura 4.15: Perfiles de La Manga en el mar Mediterráneo. P1 que corresponde a la zona sur (Playa de Marchamalo) y P 41 en el centro (Playa del Pedrucho)*

El trabajo de IH Cantabria (IH Cantabria, 2011) también contiene datos de perfiles de playa usando la batimetría de la ecocartografía de 2008 (apartado 2.6, figura 2.124) por lo no introducen ninguna novedad en la cuestión. A modo ilustrativo, algunos de los perfiles de playa del lado exterior de La Manga se representan las figuras 4.16 y 4.17, correspondientes a la zona 1B y 1C en este informe.

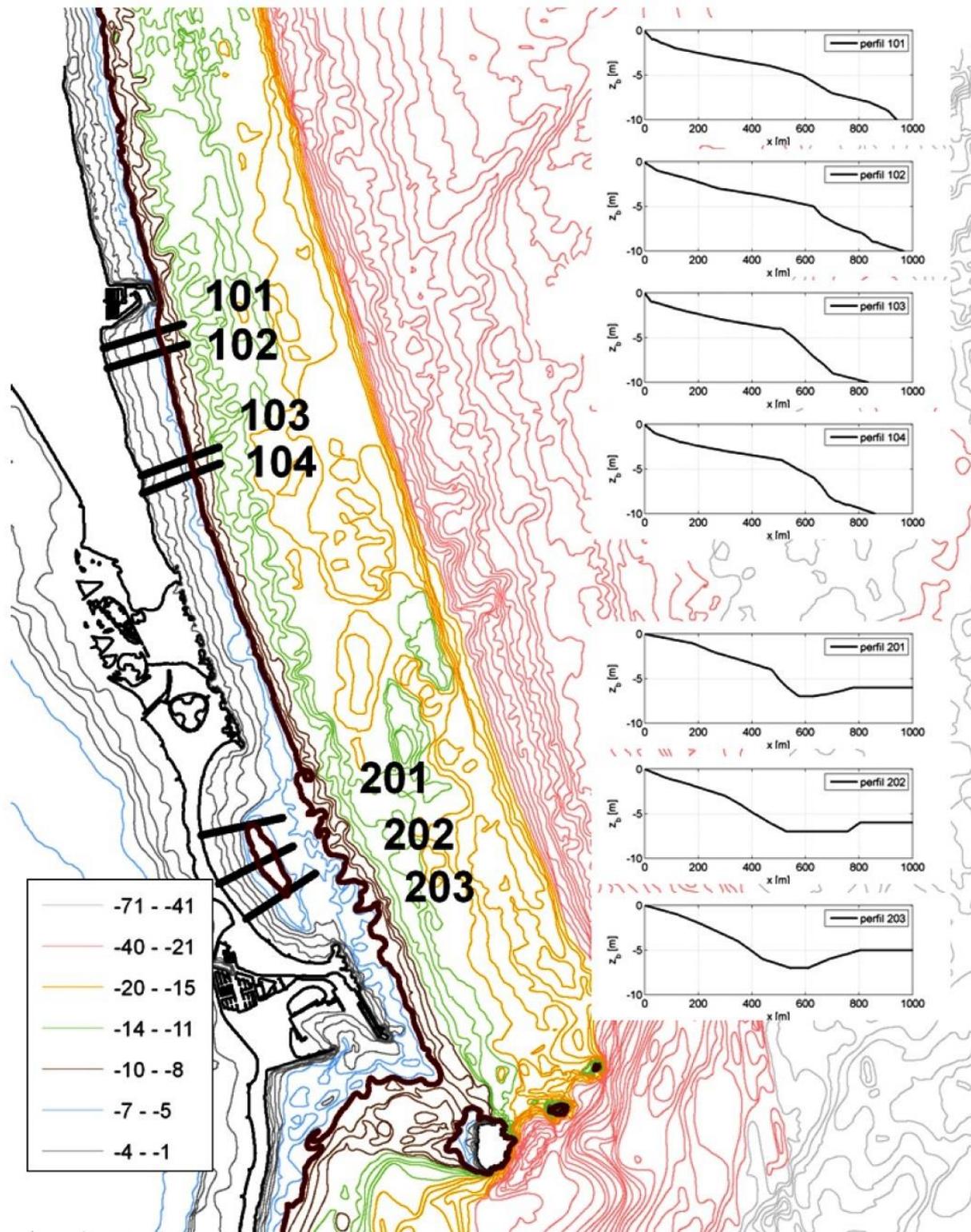


Figura 4.16: Batimetría de 2008 y perfiles de playa del exterior de La Manga, zona 1B (IH Cantabria, 2011)

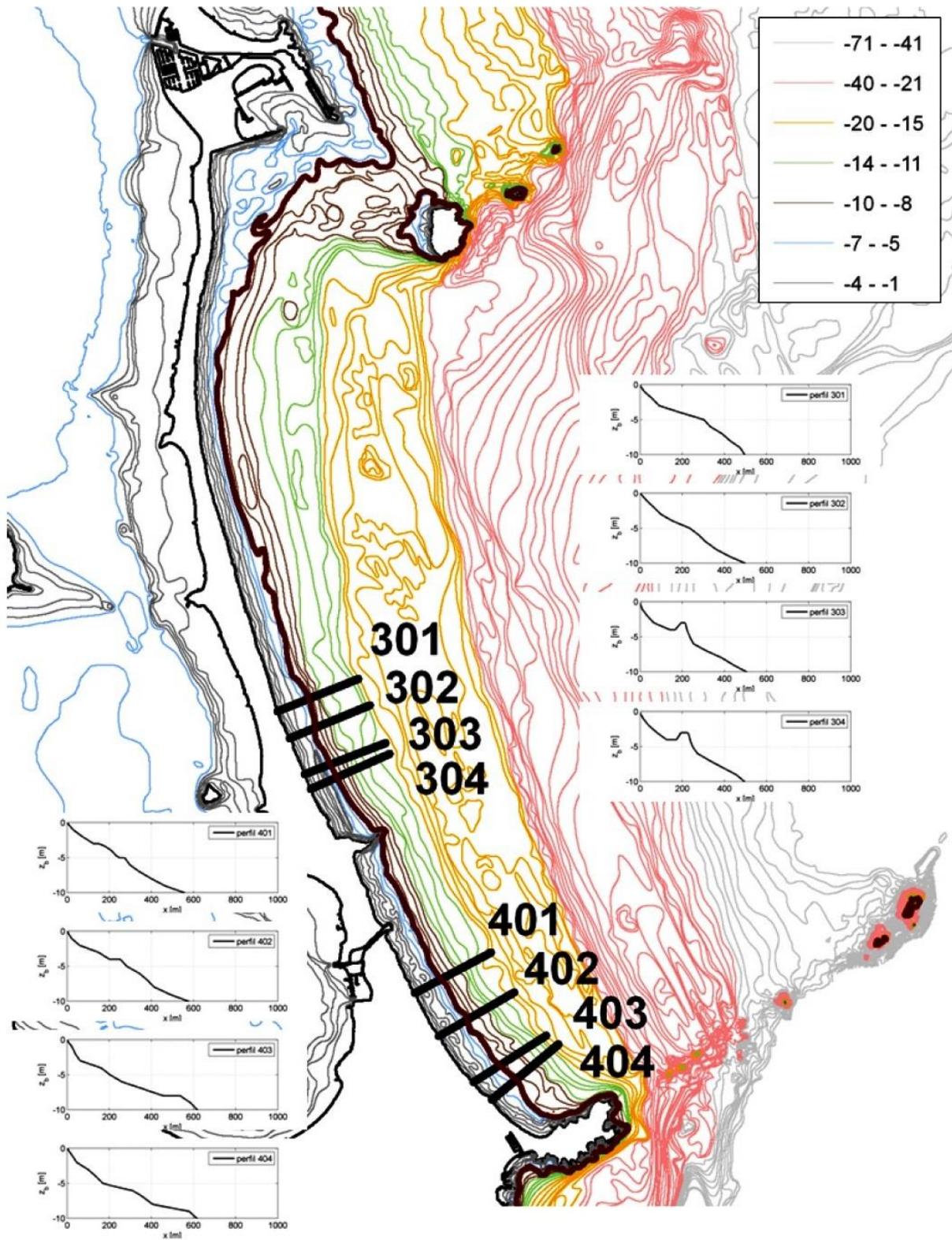


Figura 4.17: Batimetría de 2008 y perfiles de playa del exterior de La Manga, zona 1C (IH Cantabria, 2011)

#### 4.4.2 Perfiles de playa en la costa del Mar Menor

El único trabajo que contiene datos de perfiles de playa correspondientes al Mar Menor es el que realizó IH Cantabria (IH Cantabria, 2011) para la Dirección General de la Costa y el Mar que utiliza para ello la batimetría de la ecocartografía de 2008 (apartado 2.6 y Figura 2.124) y cuyas pendientes se han analizado anteriormente (Figura 2.127). El resultado de este trabajo se muestra en la figura 4.18.

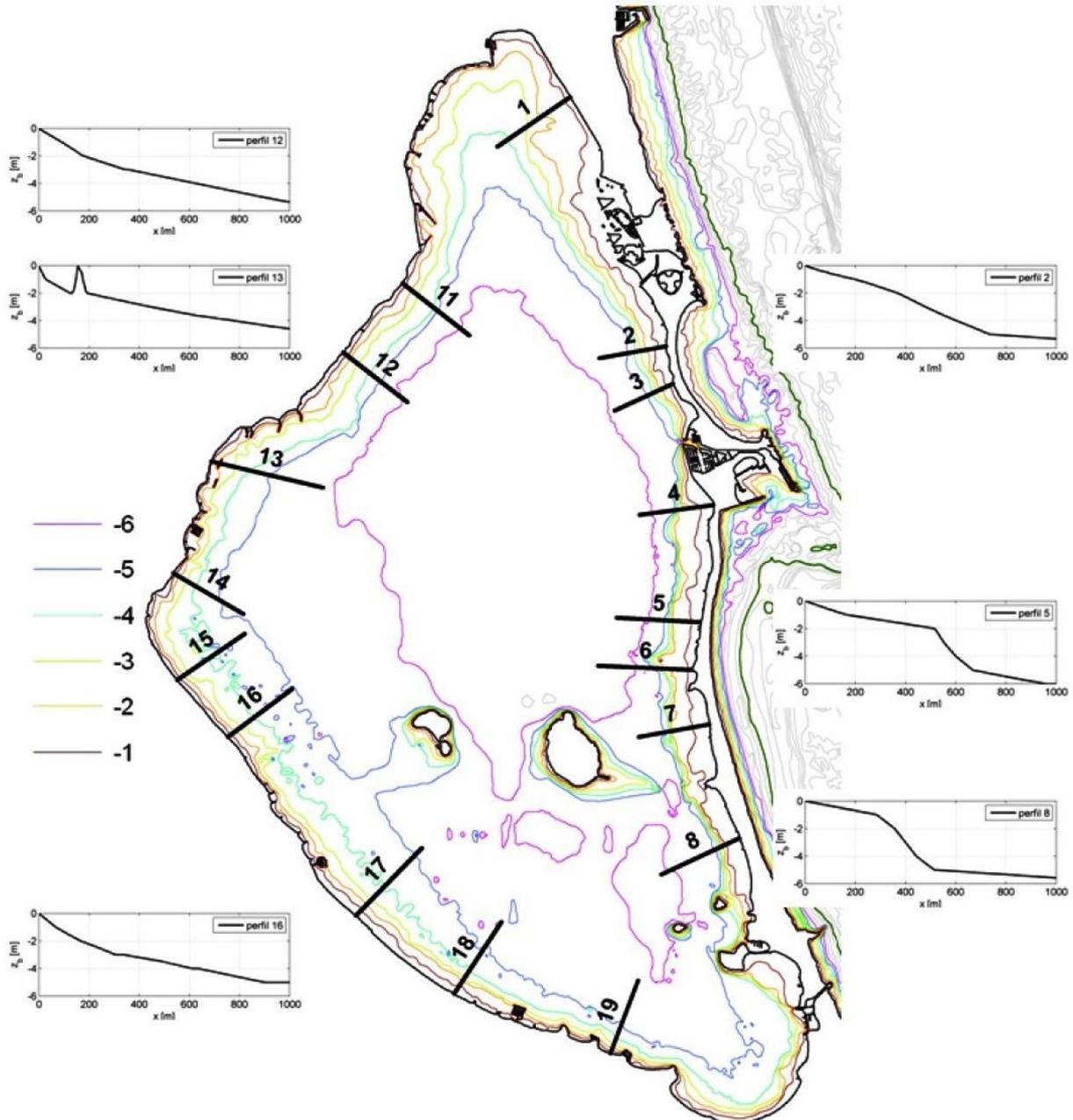


Figura 4.17: Batimetría de 2008-09 y perfiles de playa del Mar Menor (IH Cantabria, 2011)

Como puede apreciarse, los perfiles del interior de La Manga forman un brusco escalón entre las profundidades de -2 m y -5 m, indicativo de la baja dinámica de los sedimentos y la forma característica de un perfil de sotavento. En la margen oeste del Mar Menor, en cambio, la playa es muy tendida y no presenta escalón.

#### 4.4.3 Adaptación a un perfil teórico

El trabajo de IH Cantabria (IH Cantabria, 2011) estudia el perfil de equilibrio de la playa del exterior de La Manga. Para ello utiliza un perfil de equilibrio de Dean:

$$h = Ax^{\frac{2}{3}}$$

$$A = kw^{0,44}$$

Dónde  $h$  es la profundidad,  $x$  es la distancia a la orilla,  $w$  es la velocidad de caída del sedimento, y  $k$  un coeficiente de valor 0,51. En la figura 4.19 se muestra la adaptación de este perfil teórico a perfiles reales del exterior de La Manga.

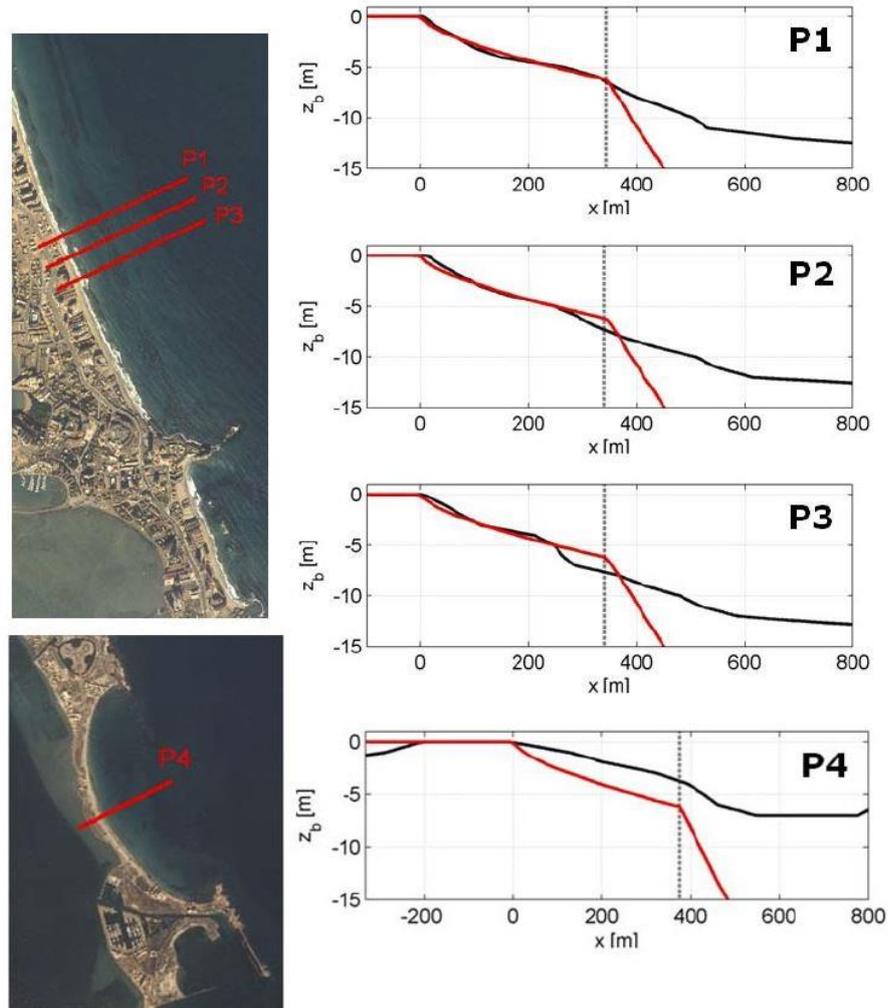


Figura 4.19: Adaptación de un perfil teórico de Dean (en rojo) a los perfiles reales (en negro) del exterior de La Manga (IH Cantabria, 2011)



#### 4.4.4 Profundidad de cierre en la costa exterior

En este apartado se presentan los resultados del informe CEDEX (CEDEX, 2012) para caracterizar la profundidad de cierre a lo largo de las costas españolas, variable considerada fundamental para determinar hasta qué profundidad se mueve significativamente el material a lo largo de la costa.

El primer punto que debe tenerse en cuenta es el concepto de profundidad de cierre (PdC) y su evolución en el tiempo. Para ello se seguirán los criterios adoptados por Nicholls *et al.* (1998) en el programa PACE, analizando la PdC en tres escalas de tiempo:

**1 - Pequeña escala**, para eventos de temporada, con la fórmula teórica de comparación:

$$D_c = k H^{0,67}$$

Donde  $H$  es la media de alturas de oleaje de 12 horas de excedencia, y  $k$  es una constante cuyo valor depende de la distancia entre dos perfiles tomados en distintas épocas por debajo de la cual se considera que se ha alcanzado la PdC:  $k = 2,1$  para 20 cm;  $k = 2,8$  para 10 cm; y  $k = 3,4$  para 5 cm.

**2 – Media escala**, con periodos de tiempo entre un año y una década

**3 – Gran escala**, con periodos de tiempo que van desde una década a un siglo.

En estos dos últimos casos se tomará la misma expresión para obtener la PdC en las costas españolas:

$$D_c = a d_{l,t}$$

donde  $D_c$  es la profundidad de cierre en las costas españolas y  $a$  es un coeficiente de regresión que depende de la formulación empleada para obtener  $d_l$ , que es la PdC según la fórmula de Hallermeier (1981), Birkemeier (1985) o CUR (1987):

- Hallermeier (1981)  $d_l = 2,28 H_{e,t} - 68,5 (H_{e,t}^2/g T_{e,t}^2)$
- Birkemeier (1985)  $d_l = 1,75 H_e - 57,9 (H_e^2/g T_e^2)$
- CUR (1987)  $d_l = 1,75 H_{s 0,137}$

Estas tres formulaciones permiten obtener la PdC para un periodo de  $t$  años sobre la bajamar media; la altura de ola  $H_{e,t}$  es la significativa no rota que es excedida 12 horas por  $t$  años,  $(100/730 \cdot t)\%$ ; y  $T_{e,t}$  es el periodo de la ola asociado.

COEFICIENTE $a$ PARA DETERMINAR PdC EN LAS COSTAS ESPAÑOLAS (CEDEX, 2012)						
ZONA	LARGO TÉRMINO			CORTO TÉRMINO		
	Hallermeier	Birkemeier	CUR	Hallermeier	Birkemeier	CUR
I - NORTE	1,69	2,21	2,04	1,42	1,85	1,75
II – SUR (atlántico) (mediterráneo)	1,62	2,13	1,89	-	-	-
	2,00	2,60	2,30	1,29	1,71	1,56
III – ESTE	1,65	2,18	1,90	1,80*	2,62*	2,29*
IV – BALEARES	1,97	2,49	2,12	-	-	-
V - CANARIAS	2,00	2,50	2,20	-	-	-

IH Cantabria (IH Cantabria, 2011) determina la profundidad de cierre en el exterior de La Manga utilizando para ellos la fórmula de Hallermeier (Hallermeier, 1981), obteniendo un valor de  $d_l = 6,2$  m

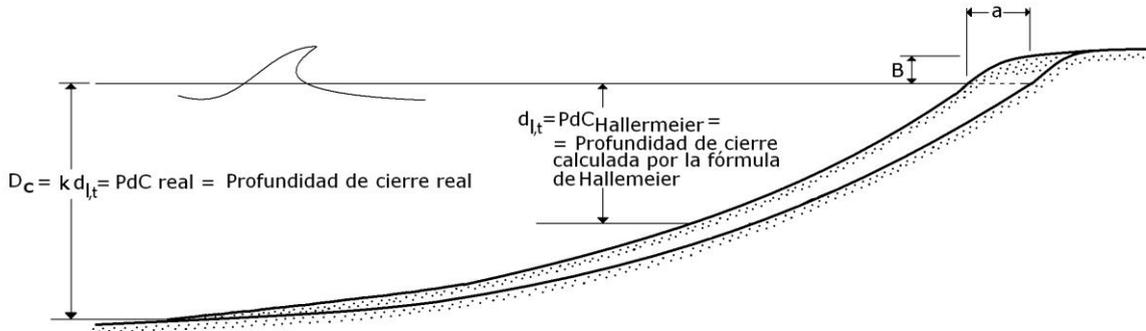


Figura 4.20: Concepto de profundidad de cierre (CEDEX, 2012)

Si se aplicase la metodología recomendada en CEDEX, 2012, la PdC máxima a media escala sería:

$$D_c = 1,65 \times 6,2 = 10,23 \text{ m}$$

Para determinar la profundidad a gran escala habría que recurrir al citado informe del CEDEX (CEDEX, 2012) que lo hace para diversos puntos de la costa española. El más cercano corresponde a La playa de la Calera que se encuentra en el término municipal de Cartagena; en el centro, hacia el este de la bahía de Mazarrón, comenzando en Isla Plana. Es una playa rectilínea. La determinación de la profundidad de cierre a gran escala, largo término se ha hecho, tomando un perfil característico de ella, usando las cartas náuticas (Figura 4.21):

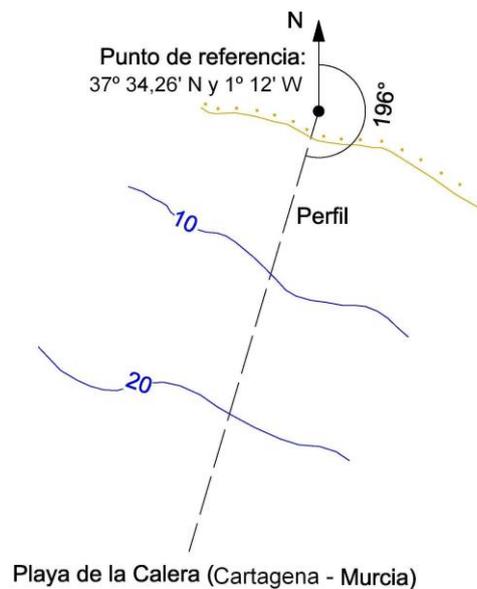


Figura 4.21: Situación del perfil y punto de referencias utilizadas en la playa de la Calera de Cartagena, para determinar la PdC a gran escala, largo término (CEDEX, 2012)



- N° 280 A, levantada entre 1875-76, por la Comisión Hidrográfica, escala 1:10.000
- N° 4632, levantada en 2000, por el Instituto Hidrográfico de la Marina, escala 1:12.500

Lo que supone una diferencia de años de 125 entre las batimetrías. Se ha tomado como punto de referencia para la cabeza del perfil de control el situado en mitad de la playa con coordenadas: 37° 34,26'N y 1° 12'W, y perfil aproximadamente perpendicular a la línea de orilla.

#### PLAYA DE LA CALERA, CARTAGENA (MURCIA)

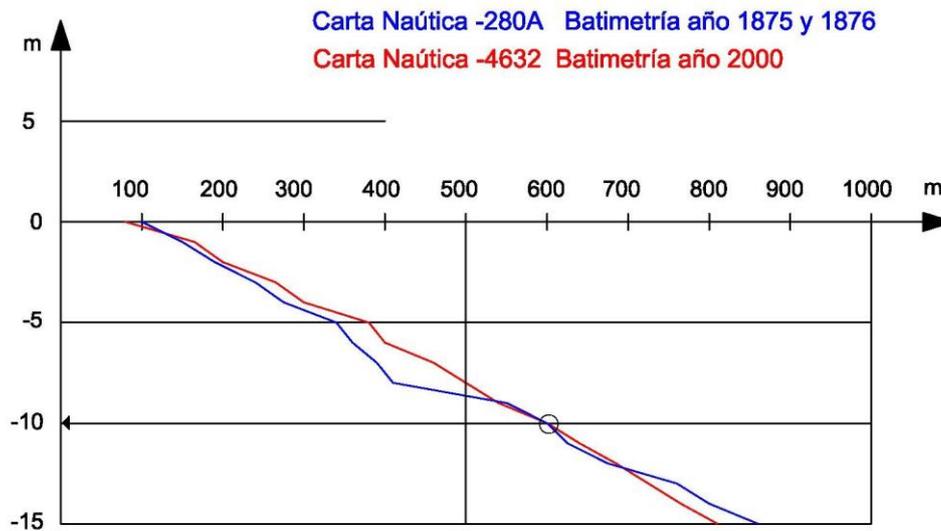


Figura 4.22 Perfil característico de la playa de la Calera en Cartagena, de 1875-76 y 2000, para caracterizar la PdC a gran escala, largo término (CEDEX, 2012)

La comparación de ambos perfiles (Figura 4.22) muestra que la profundidad de cierre se sitúa a una profundidad de 10 m, valor similar a la profundidad obtenida a media escala.

#### 4.4.5 Profundidad de cierre en la costa del Mar Menor

La aplicación de la formulación anterior en el Mar Menor resulta cuestionable, al tratarse de una laguna de reducido tamaño.

IH Cantabria (IH Cantabria, 2011) aplica las fórmulas de Hallermeier (Hallermeier, R.J., 1981), con un resultado de  $d_{l,t} = 1,4$  m.

Si se aplicase la metodología CEDEX (CEDEX, 2012) resultaría  $D_C = 1,65 \times 1,4 = 2,31$  m



## 5. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Este capítulo se dedica a analizar el impacto que puede producir el cambio climático sobre la costa del Mar Menor y La Manga. Para analizar los efectos esperables del cambio climático, en primer lugar (apartado 5.1) se resume la documentación analizada para la realización de este capítulo (estudios sobre impactos del cambio climático en la costa, normativa, recomendaciones de adaptación, etc.). En segundo lugar, se realiza un análisis de los impactos que pueden generar mayores riesgos y se definen las metodologías de cálculo de cada uno de ellos, para seguidamente estimar su magnitud en diferentes escenarios de emisiones y fechas (apartados 5.2 y 5.3). Finalmente se resumen las principales conclusiones del estudio y se proponen las líneas generales de actuación para la adaptación.

### 5.1 Documentación analizada

Los estudios que se ocupan de los efectos del cambio climático, y como caso particular, de los efectos en la costa del Mar Menor y La Manga, son:

1. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático: es el marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.
2. Impactos en la Costa Española por Efecto del Cambio Climático (IH Cantabria, 2004): cuya finalidad es establecer políticas y estrategias de actuación en las costas españolas ante el cambio climático.
3. Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española (MITECO, 2013): con la finalidad de servir como instrumento adecuado para la posterior Gestión de las Zonas Inundables.
4. Estudio de Alternativas de Actuación en la Manga del Mar Menor (IH Cantabria, 2011): que analiza los impactos en la costa producidos por efecto de cambio climático en las playas del Mar Menor y de La Manga.
5. Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa española (Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar, 2017): que plantea los objetivos principales y escenarios de proyecto para combatir en cambio climático en las costas españolas.
6. Informe Especial del IPCC sobre Océanos y Criosfera (SROCC), (IPCC, 2019): Informe de reciente publicación que actualiza el 5º informe del IPCC (IPCC, 2014) en lo relativo a océanos y criosfera. El trabajo analiza las tendencias y proyecciones de cambio de los principales impactos del cambio climático sobre estos dos elementos.

A continuación se analiza separadamente cada uno de estos trabajos.

#### 5.1.1 *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Oficina Española de Cambio Climático (2006)*

Una primera fuente de información a tener en cuenta para analizar los efectos del cambio climático en la costa del Mar Menor y La Manga es el “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático”, de la Oficina Española de Cambio Climático, que sirve como marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Entre los sectores o sistemas y líneas de actuación que contempla se encuentran las zonas costeras, con una estimación subjetiva del horizonte de planificación para la adaptación, comprendida entre 10 y 100 años.



Según el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, los principales problemas del cambio climático en las zonas costeras se relacionan con el ascenso del nivel medio del mar (NMM) y los potenciales cambios en la frecuencia y/o intensidad de los temporales.

Con relación a las zonas costeras próximas a la costa del Mar Menor y La Manga indica: “en el Mediterráneo las zonas más amenazadas son las lagunas del Cabo de Gata, en las que un ascenso relativo del NMM de 0,5 m podría provocar una inundación de las cotas bajas”.

Destaca como hecho importante la elaboración del proyecto de investigación, sobre los impactos en la costa española por efecto del cambio climático, promovido por el Ministerio de Medio Ambiente (hoy Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico), que se resume en el apartado siguiente, y que sirve de base para el desarrollo de las principales líneas de actuación del Plan Nacional de Adaptación en las zonas costeras, que se indican a continuación:

- Desarrollo de modelos de respuesta morfodinámica y ecológica de las principales unidades de la costa española, bajo distintos escenarios de cambio climático.
- Cartografía de la vulnerabilidad de la costa española frente al ascenso del NMM bajo distintos escenarios de cambio climático: Identificación, delimitación e inventario de las áreas y elementos más vulnerables por el ascenso del nivel del mar, y valoración ecológica de los mismos.
- Evaluación de las estrategias de abandono y retroceso, o de protección, frente a distintos escenarios de ascenso del NMM.
- Evaluación de las opciones de adaptación mediante actuaciones sobre factores relacionados con la estabilidad del litoral, como el mantenimiento de descarga y aportes sólidos de los ríos, como solución al «origen» del problema (la falta de material sedimentario).
- Como solución a los «síntomas» del problema (retroceso o movilidad excesiva de la costa), evaluación de potenciales actuaciones para favorecer la estabilización de playas y dunas, la construcción de obras para delimitar la capacidad de transporte del oleaje incidente y las aportaciones artificiales de sedimentos.

#### **5.1.2 Impactos en la Costa Española por efecto del Cambio Climático, Oficina Española de Cambio Climático y Universidad de Cantabria (IH Cantabria, 2004)**

Una segunda fuente de información a tener en cuenta a la hora de estudiar los tramos que potencialmente pueden tener problemas en el futuro, es el efecto del cambio climático que, en este contexto, es previsible afecte a la costa del Mar Menor y La Manga. El análisis que de ello se realiza se ha hecho utilizando, como fuente primordial y principal, el proyecto realizado por la Universidad de Cantabria (IH Cantabria, 2004) para la Oficina Española de Cambio Climático: “Impactos en la costa española por efecto del cambio climático”; realizado en tres fases: Fase I. Evaluación de cambios en la dinámica costera española; Fase II. Evolución de efectos en la costa española; Fase III. Estrategias frente al cambio climático en la costa.

La metodología usada en este proyecto es la misma que se va utilizar en este informe, y se resume en la Figura 5.1. En este caso, al tratarse de un tramo de costa tan amplio, solamente se estudia de manera general aproximada, indicando los tramos con mayor incidencia del cambio climático.

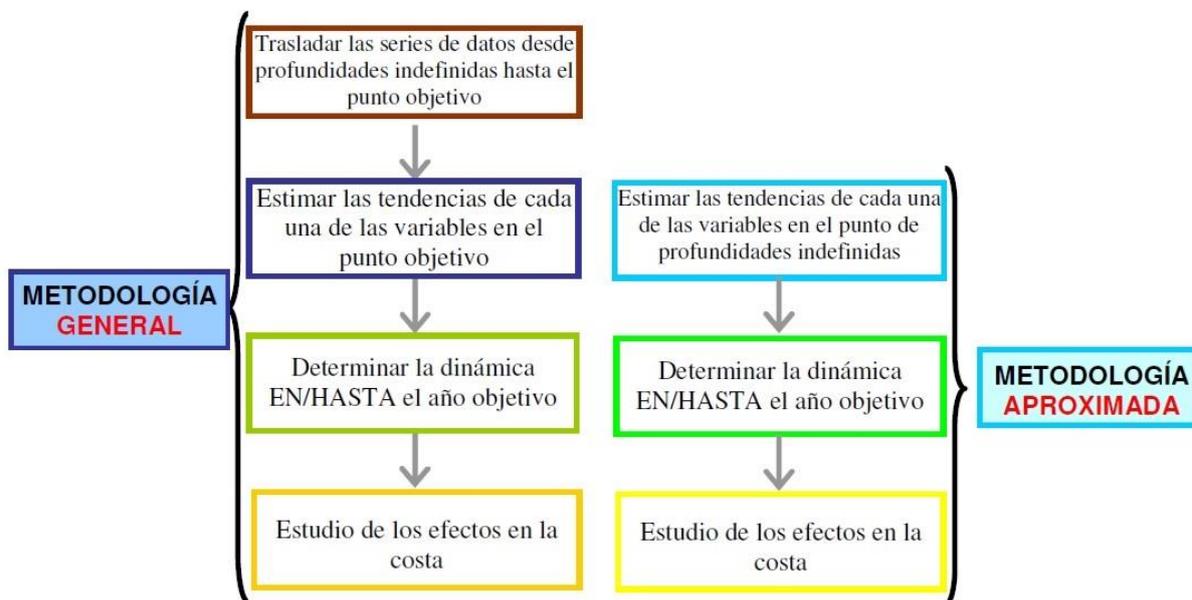


Figura 5.1: Esquema metodológico para la evaluación del efecto del cambio climático en las costas españolas (Universidad de Cantabria – Dirección General de la Costa y el Mar)

Según el último informe del IPCC, la elevación del nivel del mar no será uniforme. Las proyecciones señalan que alrededor del 70% de las costas experimentarán un cambio de nivel del mar de hasta un 20% del cambio del nivel del mar medio.

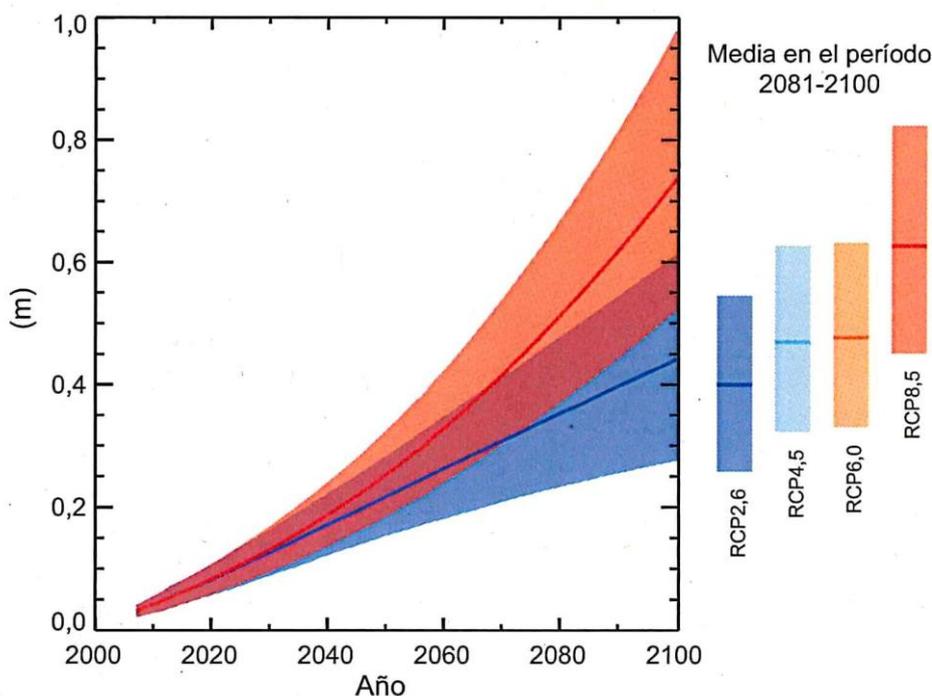


Figura 5.2: Variaciones del nivel medio global del mar (Quinto Informe de Evaluación del IPCC)



Según este gráfico, la subida del nivel del mar se estima entre 0,15 y 0,32 m en 2050, y entre 0,25 y 1,0 m en el año 2100, considerando los cuatro nuevos escenarios de emisiones (RCP).

Con respecto a las tasas de elevación medidas, en 2001 el IPCC indicaba una tasa de elevación de entre 1 y 2 mm/año para el siglo XX; según algunos autores, esta cifra podría incluso ser mayor, por ejemplo 4 mm/año según Dangendorf *et al.* (Dangendorf, y otros, 2017).

El análisis teórico de los posibles efectos del cambio climático en el litoral español debe distinguir los diversos tipos de estructuras, contemplándose:

- Playas
- Dunas
- Estuarios, humedales y lagunas
- Obras marítimas

En este marco, el análisis del efecto del cambio climático en las costas en estudio no se contempla para las obras marítimas. Las variables más importantes que producen los efectos principales en las playas, dunas y estuarios se contemplan en las tablas de las figuras adjuntas, provenientes también de los trabajos del Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria.

		VIENTO		NIVEL DEL MAR
		REGIMEN MEDIO		
ELEMENTO MORFOLÓGICO	ELEMENTOS ANALIZADOS	$\Delta U_{RMS}$	$\Delta \theta$	NM
DUNAS	TRANSPORTE EÓLICO	VARIACIÓN TASA DE CRECIMIENTO	VARIACIÓN TASA DE CRECIMIENTO	
	EROSIÓN DUNAR			RETROCESO DUNAR

Figura 5.3: Efecto del cambio climático sobre las playas y variables en juego (Universidad de Cantabria)

		OLEAJE	NIVEL DEL MAR	CAUDAL MEDIO RÍO
		REGIMEN MEDIO		
ELEMENTO MORFOLÓGICO	ELEMENTOS ANALIZADOS	$\Delta H_{RMS}$	NM	$V_r$
ESTUARIOS	PRISMA DE MAREA		POSIBLE AUMENTO DEL PRISMA DE MAREA	
	SECCIÓN DE EQUILIBRIO		POSIBLE AUMENTO DEL ÁREA DE EQUILIBRIO	
	BAJO EXTERIOR	CAMBIO EN LA FORMA Y POSICIÓN DEL BAJO	POSIBLE AUMENTO DEL VOLUMEN DEL BAJO	
	PLAYA ADYACENTE		RETROCESO ADICIONAL POR EL DEFICIT DE ARENA EN EL BAJO EXTERIOR	
	CIRCULACIÓN ESTUARINA		POSIBLE CAMBIO EN EL TIPO DE CIRCULACIÓN	POSIBLE CAMBIO EN EL TIPO DE CIRCULACIÓN
	EXTENSIÓN CUÑA SALINA		AUMENTO DE LA EXTENSIÓN DE LA CUÑA	DISMINUCIÓN DE LA EXTENSIÓN DE LA CUÑA

Figura 5.4: Efecto del cambio climático sobre las dunas y variables en juego (Universidad de Cantabria)



### 5.1.3 Mapas de Peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010

Una tercera fuente de información a considerar en un futuro cercano para analizar los efectos del cambio climático son los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de inundaciones, requeridos por el Real Decreto 903/2010, en el que se estudian las zonas costeras con riesgo de inundación. La primera versión de estos mapas no ha considerado el efecto del cambio climático, por lo que no se ha utilizado para caracterizar este efecto en la costa del Mar Menor y La Manga.

### 5.1.4 Estudio de Alternativas de actuación en la Manga (IH Cantabria, 2011)

En este trabajo de IH Cantabria se incluye un apartado dedicado a los efectos del cambio climático en la costa. Este análisis se aborda en dos escalones:

- 1) Determinar las tendencias históricas a lo largo del siglo XX, para poder realizar una extrapolación a un año horizonte de los cambios en base a dichas tendencias. De este modo, se asume que la tendencia de variación de las variables geofísicas es constante.
- 2) Realizar prognosis de cambio para distintos escenarios de emisiones antropogénicas, cuantificando el cambio climático que previsiblemente se experimentará para cada escenario a partir de la diferencia en el clima de cada uno de los posibles escenarios futuros y el del escenario actual. Con estos escenarios se representa el cambio climático, tanto el debido a la incidencia de los humanos como el debido a la variabilidad natural del clima.

En este trabajo se basan en el trabajo realizado por la Universidad de Cantabria para la Oficina Española del Cambio Climático en 2004. En cuanto a los resultados a los que llega, en el estudio se concluye que las variaciones del oleaje son pequeñas:

“En la región de Murcia, se observa una variación débil de las variables analizadas. En el punto de interés, se obtienen los siguientes valores de variación prevista para el año 2050:

- $\delta H_{s12}$  = Variación de  $H_{s12}$  = 2 cm
- $\delta \theta_{FE}$  = Variación de dirección del flujo medio de energía del oleaje (sentido horario positivo) =  $2^\circ$
- $\delta z_{S_{meteo}}$  = Variación de nivel de marea meteorológica de periodo de retorno 50 años = - 3 cm
- $\delta W$  = Variación de la intensidad de viento extremal = -0,04 m/s”

Finalmente se indica lo siguiente:

“Como conclusión se propone un modelo de funcionamiento de la repercusión del cambio climático en el sistema Mar Menor / Mar Mayor... (Figura 5.5). La perturbación del sistema actual debido a los efectos del cambio climático se caracteriza principalmente con:

1. Aumento de la pérdida de arena durante los temporales de oleaje en las playas del Mar Mayor
2. Aumento de la pérdida de arena por perfil debido a la subida de nivel global. Afecta principalmente a las playas interiores de La Manga y en menor medida a las playas de la zona continental y las playas del Mar Mayor.

Estas pérdidas de sedimento provocarán un retroceso global de las playas de La Manga.

- 1- Aumento transporte de temporal**  
**2- Aumento pérdida por perfil**

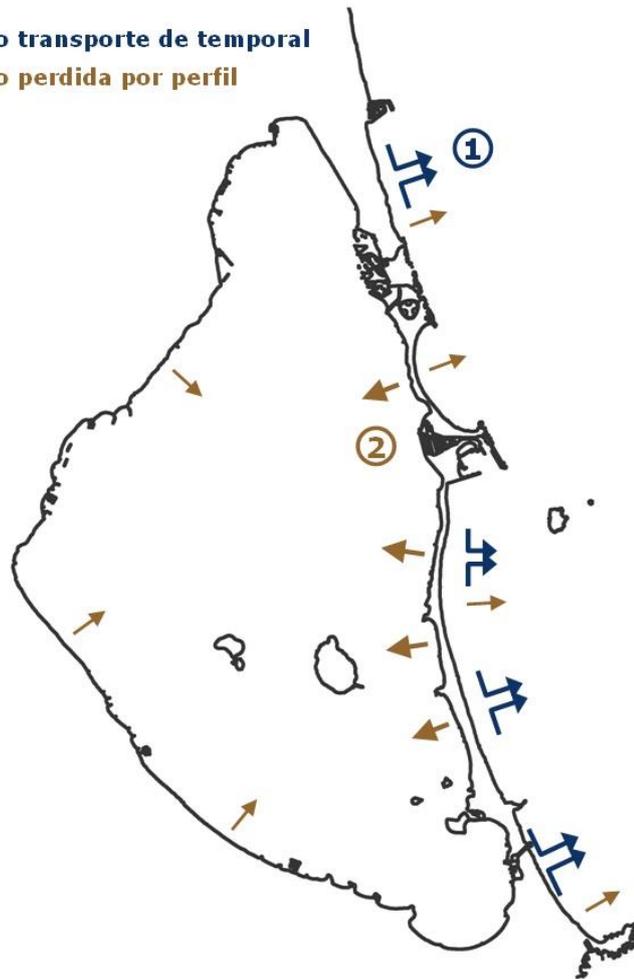


Figura 5.5: Cambios previstos que pueden producirse en la costa de La Manga y Mar Menor según IH Cantabria (IH Cantabria, 2011)

#### **5.1.5 Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española (Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar, 2017)**

Los objetivos principales de esta Estrategia se enuncian en el Capítulo 2 de la primera parte. En él se enumeran en primer lugar los fines perseguidos por la Ley de Costas de 1988 y su modificación de 2013:

- Determinar el dominio público marítimo-terrestre y asegurar su integridad y adecuada conservación, adoptando, en su caso, las medidas de protección y restauración necesarias y, cuando proceda, de adaptación, teniendo en cuenta los efectos del cambio climático.
- Garantizar el uso público del mar, de su ribera y del resto del dominio público marítimo-terrestre, sin más excepciones que las derivadas de razones de interés público debidamente justificadas.
- Regular la utilización racional de estos bienes en términos acordes con su naturaleza, sus fines y con el respeto al paisaje, al medio ambiente y al patrimonio histórico.
- Conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas y de la ribera del mar.

Como indica a continuación en el citado documento, los objetivos generales de la citada Estrategia se asientan sobre estas bases.

La Estrategia para la Adaptación de la Costa a los Efectos del Cambio Climático concreta los anteriores objetivos generales planteando dos objetivos como se enuncia a continuación:

- Incrementar la resiliencia de la costa española al cambio climático y a la variabilidad climática.
- Integrar la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión de la costa española.

Definiendo resiliencia como la “Capacidad de los sistemas sociales, económicos y naturales de hacer frente a un evento, tendencia o perturbación, respondiendo o reorganizándose de manera que se mantengan sus funciones esenciales, identidad y estructura, manteniendo también su capacidad de adaptarse, aprender y transformarse (IPCC, 2014)”.

En la segunda parte: “Objetivos específicos, directrices generales y medidas” en el apartado 2.3 presenta los “Factores de cambio considerados” en una tabla (Figura 5.6)

FACTORES CLIMÁTICOS	INDICADOR (1)	TENDENCIAS (2)	PROYECCIONES (3)
Nivel del mar	Nivel del mar relativo local	Series históricas	Valores recomendados por el IPCC modificados y regionalizados
Tormentas (ciclones extratropicales)	Intensidad, frecuencia, trayectoria	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o recomendados por el IPCC
Viento	Intensidad, dirección	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o recomendados por el IPCC
Olas	Intensidad dirección	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o recomendados por el IPCC
Niveles del mar extremos	Nivel del mar total	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o calculados a partir de las series históricas de marea meteorológica y contribución del oleaje y proyecciones de nivel medio del mar regionalizadas
Temperatura del mar en superficie	Temperatura del mar medida en superficie	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o los recomendados por el IPCC
Aportaciones de agua dulce superficial y subterránea	Caudales y nivel freático	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o inferidos a partir de proyecciones de precipitaciones
Aumento de la concentración de CO <sub>2</sub> en el mar	Concentración de CO <sub>2</sub> , pH	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o recomendados por el IPCC

Tabla 8. Factores climáticos de cambio considerados en la Estrategia

Figura 5.6: Factores climáticos de cambio climático (MAPAMA, 2016).

También indican que debe considerarse uno de los escenarios y proyecciones (Figura 5.2). A continuación enumera los impactos incluidos en la evaluación de los efectos del cambio climático en la costa, puesto en forma de tabla (Figura 5.7).



IMPACTOS	FACTORES INCLUIDOS
Inundación permanente y sus consecuencias	Nivel medio del mar
Inundación temporal y sus consecuencias	Nivel medio del mar, marea meteorológica y contribución del oleaje (run-up/set-up)
Erosión costera e impacto en sistemas dunares	Nivel medio del mar, niveles extremos, oleaje (cambio en altura y dirección), viento
Intrusión salina y cambios en el nivel freático	Nivel medio del mar, inundación por eventos extremos, precipitación, caudal
Cambios en humedales y marismas	Nivel medio del mar, caudal del río, nivel freático
Cambios en la operatividad y estabilidad en obras de protección de la costa	Nivel medio del mar, niveles extremos, oleaje (intensidad y dirección)
Cambios en la estratificación y circulación	Nivel medio del mar, caudales, salinidad, temperatura
Migración y mortalidad de especies costeras y de aguas de transición	Temperatura, nivel medio del mar, eventos extremos
Modificaciones en la calidad del agua y salinidad	Salinidad, temperatura, escorrentía, caudal, nivel freático eventos extremos
Alteración de las aportaciones sedimentarias de los ríos	Precipitación, caudal, escorrentía
Alteraciones de la circulación y aportaciones de nutrientes	Escorrentía, salinidad, caudal, temperatura
Cambios del pH del agua	Cambios en ph por absorción de CO <sub>2</sub>

Tabla 9. Impactos considerados en la Estrategia

Figura 5.7: Impactos incluidos en la evaluación de los efectos del cambio climático en la costa (MAPAMA, 2016).

El siguiente escalón es determinar en cada punto los niveles de riesgo y sus consecuencias. Igualmente, se resume en dos tablas (Figura 5.8 y Figura 5.9).

NIVEL DE RIESGO EN AUSENCIA DE ADAPTACIÓN	CARACTERÍSTICAS
BAJO	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados sea < 10%
MEDIO	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados esté entre un 10% y un 25%
ALTO	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados esté entre un 25% y un 60%
MUY ALTO	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados esté entre un 60% y un 90%
EXTREMO	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados sea > 90%

Tabla 10. Niveles de riesgo considerados en la Estrategia

Figura 5.8: Niveles de riesgo debido a los efectos del cambio climático en la costa (MAPAMA, 2016)

NIVEL DE CONSECUENCIAS EN AUSENCIA DE ADAPTACIÓN	CARACTERÍSTICAS
PEQUEÑAS	En sistemas naturales: Sin daños en el estado/integridad del sistema. Daños o cambios menores en la funcionalidad/servicios aportados por el sistema, recuperables de manera natural en corto plazo. En sistemas socioeconómicos: Sin daños sobre el estado/integridad del sistema o pérdidas económicas o de funcionalidad despreciables de muy corto plazo y fácilmente asumibles.
MODERADAS	En sistemas naturales: Sin daños o daños menores temporales sobre el estado/integridad del sistema o reducciones en la funcionalidad/servicios aportados por el sistema recuperable de forma natural. En sistemas socioeconómicos: Sin daño o daños menores temporales sobre la integridad del sistema o pérdidas de funcionalidad/servicio o económicas que pueden ser restauradas.
SEVERAS	En sistemas naturales: Daños directos en el estado/integridad del sistema e importante pérdida de funcionalidad/servicios que no pueden restaurarse al 100% o requieren la intervención del hombre para su recuperación. En sistemas socioeconómicos: Daños directos e importantes en la estado/integridad del sistema e importante pérdida temporal o permanente parcialmente, de funcionalidad/servicio de los sistemas que conlleva elevadas pérdidas económicas y afección sobre la actividad de la población. La recuperación no es factible al 100% salvo con importantes costes económicos no asumibles en algunos casos.
IRREVERSIBLES	En sistemas naturales: Pérdida permanente y no recuperable de hábitat, ecosistema o servicios ecosistémicos principales por mortalidad o por desaparición permanente de las condiciones naturales para su existencia. En sistemas socioeconómicos: Pérdida de vidas humanas y pérdida del estado/integridad del sistema con cese definitivo de funcionalidad /servicios o pérdidas económicas que no permiten su recuperación en las condiciones presentes.

Tabla 11. Nivel de consecuencias negativas en ausencia de adaptación

Figura 5.9: Consecuencia de los efectos del cambio climático en la costa (MAPAMA, 2016)

El siguiente escalón es definir los niveles de riesgo y, finalmente, se plantea una serie de propuestas englobando las opciones en tres grandes grupos:

- 1) Protección (proteger la zona de riesgo)
- 2) Acomodación (se mantiene los elementos pero se modifica sus usos)
- 3) Retroceso (abandono planificado de la zona)

La última parte de esta Estrategia para la Adaptación de la Costa a los Efectos del Cambio Climático se dedica a la “Implementación y seguimiento” en el que se introduce un programa de seguimiento con indicadores medioambientales.

### 5.1.6 6. Informe Especial del IPCC sobre Océanos y Criosfera (SROCC) (IPCC, 2019)

Este es el tercero de una serie de informes especiales elaborados en el sexto ciclo de evaluación del IPCC, preparado bajo la dirección científica conjunta de los Grupos de Trabajo I y II del IPCC, con el apoyo de la Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo II del IPCC.

El documento, de más de 1000 páginas, incluye un resumen para responsables de políticas donde se presentan las principales conclusiones en relación con los riesgos del cambio climático, basadas en el análisis de las tendencias históricas y proyecciones de cambio de diversas variables ambientales (nivel del mar medio global, temperatura, oxígeno, pH, calor, etc., ver Figura 5.10).



### Past and future changes in the ocean and cryosphere

Historical changes (observed and modelled) and projections under RCP2.6 and RCP8.5 for key indicators

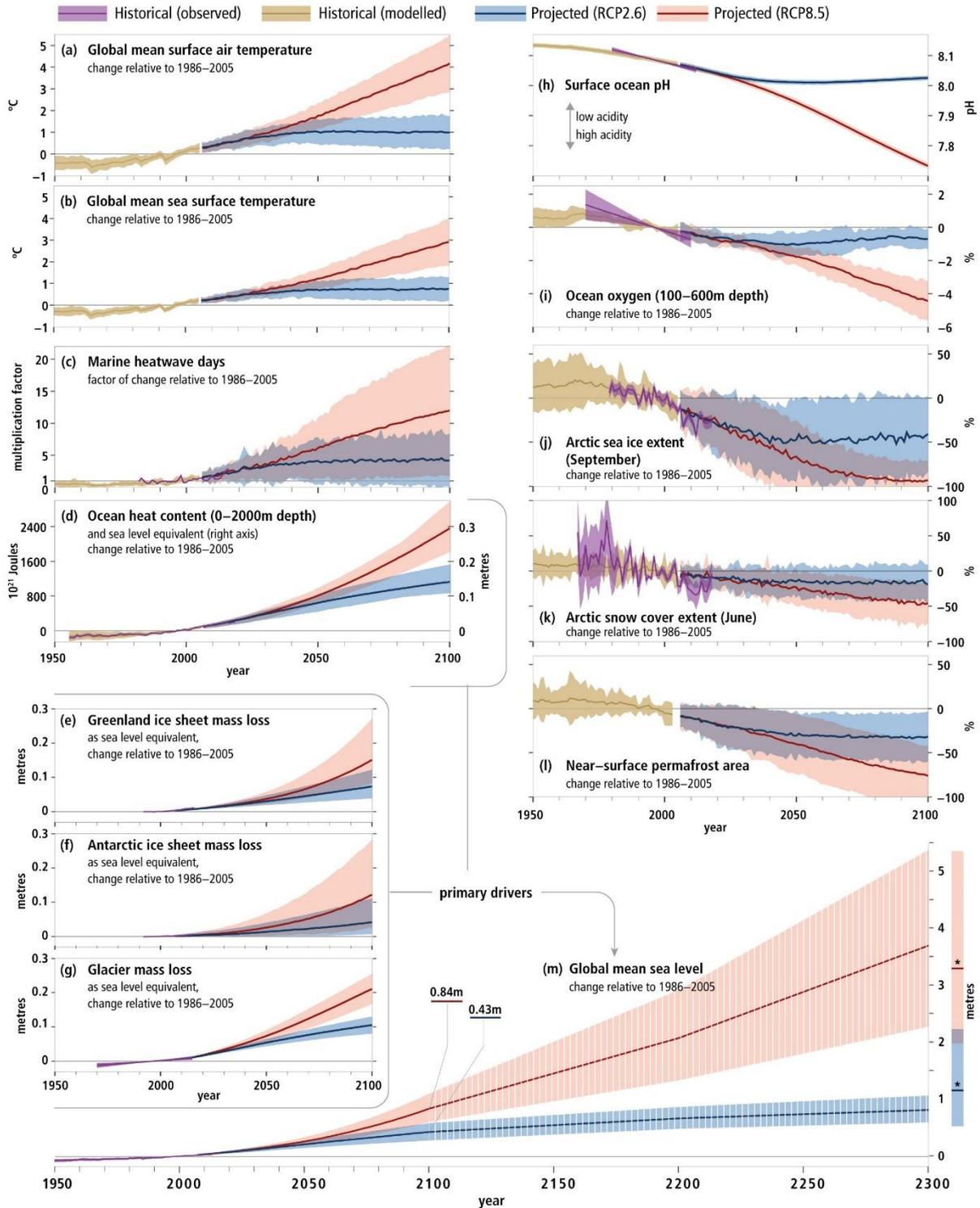


Figura 5.10. Cambios históricos y proyecciones de cambio en los escenarios RCP2.6 y RCP8.5 (IPCC, 2019)

De los resultados que se presentan, destacan la aceleración del incremento del nivel del mar global en las últimas décadas debido al incremento de las tasas de pérdida de masa helada en Groenlandia, la Antártida y glaciares y a la expansión térmica de los océanos (aumento de volumen por reducción de la densidad debido al aumento de temperatura).

Además, también se menciona el incremento de ciclones tropicales y extremos en oleaje, los cuales, unidos a la elevación del nivel del mar, aumentan los impactos de eventos extremos, disminuyendo el periodo de retorno asociado a una magnitud de evento concreta.

Por lo que a la subida del nivel del mar respecta, las proyecciones de subida del nivel del mar medio global no han variado significativamente. Por un lado, sigue existiendo bastante incertidumbre en los resultados, que aumenta conforme se alejan del presente; por otro, los valores medios no son muy diferentes a los del 5º informe del IPCC (IPCC, 2014), si bien muestran un ligero aumento. A continuación se presenta un extracto de la conclusión B3.1 del SROCC (IPCC, 2019):

*La proyección de subida del nivel medio del mar global en el escenario RCP2.6 es de 0.39 m (0.26–0.53 m rango probable) para el periodo 2081–2100, y 0.43 m (0.29–0.59 m, rango probable) en 2100 con respecto al periodo 1986–2005. Para el escenario RCP8.5, la proyección de subida es de 0.71 m (0.51–0.92 m, rango probable) para 2081–2100 y 0.84 m (0.61–1.10 m, rango probable) en 2100. Las proyecciones de subida del nivel medio del mar son mayores, 0.1 m comparadas con el 5º informe IPCC en el escenario RCP8.5 en 2100 [...].*

## 5.2 Metodología para el análisis de los efectos del cambio climático en la costa abierta

### 5.2.1 Introducción: Impactos del cambio climático según el tipo de costa

La metodología seguida para analizar los principales efectos del Cambio Climático en la zona de estudio se resume en la Figura 5.11.

Factor climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel medio del mar</li> <li>• Se consideran dos escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5</li> </ul>
Impactos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundación permanente : nivel topográfico</li> <li>• Erosión costera: Regla de Bruun (apartado 5.2.2)</li> <li>• Rebase: Aplicación del Manual Europeo de Rebases (apartado 5.2.4)</li> <li>• Socavación</li> </ul>
Clasificación de la costa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costa interior</li> <li>• Costa abierta: flexible, semi-rígida, rígida</li> </ul>
Efectos en cada tipo de costa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Costa interior</u> : inundación permanente</li> <li>• <u>Costa abierta</u> (ver descripción en apartado 5.3.1):                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Costa flexible</u>: erosión costera</li> <li>• <u>Costa rígida</u>: rebase y socavación</li> <li>• <u>Costa semirígida</u>: erosión costera, rebase y socavación</li> </ul> </li> </ul>

Figura 5.11: Metodología para el análisis del efecto del Cambio Climático utilizado en el estudio



Como puede verse en primer lugar, en el presente Plan el principal factor de cambio climático que se ha tenido en cuenta ha sido la subida del nivel del mar, sin considerar variaciones en otros factores climáticos. Esto es debido, en primer lugar, a la falta de consenso en la comunidad científica sobre los cambios de frecuencia, dirección o intensidad de los temporales de oleaje (IPCC, 2014). Además, los métodos que se han empleado para estimar los efectos del cambio climático tienen por objeto obtener un resultado en ausencia de medidas de adaptación, realista, coherente y con suficiente resolución en todo el litoral analizado, por lo que no se considera necesario un excesivo nivel de detalle en la simulación de los procesos estudiados (rebases, erosión costera y socavación).

En cuanto a la subida del nivel del mar, se plantea considerando dos de los escenarios propuestos en el 5º Informe del IPCC (IPCC, 2014). En concreto, se ha considerado un escenario de emisiones altas, RCP8.5, y otro de emisiones medias, RCP4.5. Como nivel del mar de referencia se ha tomado el año 2020 en la misma gráfica, de modo que, desde este año hasta el 2100 las subidas esperadas del nivel del mar, para los dos escenarios y años intermedios 2040, 2060 y 2080 son las que se muestran en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Subida del nivel del mar esperada, m (año 2020 como referencia)

Escenario/año	2040	2060	2080	2100
RCP8.5	0,13	0,31	0,56	0,87
RCP4.5	0,09	0,23	0,43	0,70

Con respecto a los potenciales impactos del cambio climático sobre la costa están resumidos en la Figura 5.11. En concreto, se considera que los siguientes afectarán a la costa estudiada, dependiendo del tipo de costa:

- Inundaciones permanentes: únicamente teniendo en cuenta el nivel topográfico, y afectando a toda la costa. Las consecuencias de dicho impacto son apreciables donde la pendiente es muy pequeña.
- Erosión costera: a pesar de que depende de los niveles extremos del mar, el oleaje y el viento, solo se considerará la erosión debida a la subida del nivel del mar.
- Inundación temporal o rebase: en este caso contribuirá el aumento del nivel del mar, pero también dependerá del oleaje, viento y tipo de estructura, aunque las dos últimas variables climáticas se consideran en el presente Plan invariantes por efecto del Cambio Climático.
- Cambios en la estabilidad en obras de protección de la costa: en este caso el modo de fallo principal será la socavación de los muros de los paseos marítimos. A pesar de que este modo de fallo depende de las características de la estructura y de la playa, del oleaje y del nivel del mar, solo se considera la variación del nivel del mar debido al Cambio Climático.

Estos impactos dependerán de la tipología de la costa, que en el ámbito del presente Plan puede ser costa abierta o costa interior:

- Costa interior del Mar Menor, donde la dinámica litoral es suave y se considera que el principal efecto de la subida del nivel del mar es la inundación permanente. Este análisis se recoge en el apartado 5.3.4.
- Costa exterior (Norte y La Manga), donde el oleaje es el agente modelador de la costa. A su vez, la costa exterior se puede clasificar en tres tipos de costa en función de su rigidez:
  - Costa flexible: moldeable por el oleaje y en la que el mayor riesgo lo constituye la erosión costera, que se ha estimado mediante “regla de Bruun”, descrita a continuación en el apartado 5.2.2 y aplicada en el apartado 5.3.2.
  - Costa rígida: no es moldeable por el oleaje y los principales impactos son, por un lado, el aumento del volumen de rebase (inundación temporal producto de los temporales de oleaje) y por otro la socavación en los muros, que puede producir el descalce de los mismos (Figura 5.12). La metodología del estudio de aumento de riesgo por socavación y por rebase se describen en los apartados 5.2.3 y 5.2.4.

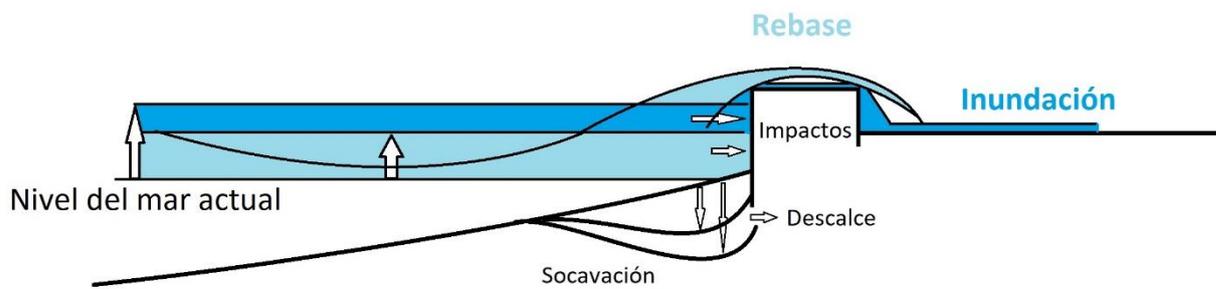


Figura 5.12: Efectos básicos sobre las estructuras rígidas de la subida del nivel del mar

- Costa semirrígida: es un estado de transición entre la costa flexible y la rígida. Los impactos producidos por el aumento del nivel del mar son la erosión costera, la posible socavación de los muros y el rebase.

A medida que se reduce la anchura de la playa cambia su comportamiento, de costa flexible a costa rígida, con modos de fallo distintos y por tanto distintos impactos. Al tratarse de un estado de “transición” respecto a la subida del nivel del mar, es difícil estimar los efectos que se pueden producir sobre ella, como son la erosión, los rebases y socavaciones. En este sentido, los modelos numéricos y formulaciones existentes en la actualidad son más apropiados para aplicarse a costas estrictamente rígidas.

En el ámbito de aplicación del presente Plan, se ha considerado que un tramo de costa es semirrígido cuando la anchura de playa es inferior a 10 m.

## 5.2.2 Respuesta de la costa flexible: Regla de Bruun (Bruun, 1962)

### 5.2.2.1 Consideraciones preliminares sobre la Regla de Bruun

Uno de los grandes temas de interés de los ingenieros costeros consiste en analizar la relación entre un aumento de nivel del mar y la respuesta del perfil de la playa. Bruun (1962) presentó una relación entre la subida del nivel del mar y la recesión en la línea de costa. Este trabajo hoy en día ha sido matizado y ampliado, aunque durante décadas se ha considerado un referente



importante en la ingeniería de costas, y de hecho todavía hoy se emplea de manera habitual para dar una idea de las consecuencias en playas de la subida del nivel del mar.

Para estimar la erosión a largo término en las playas de Florida, Bruun (1962) supuso que la erosión era debida a la subida del nivel del mar respecto a la tierra. El método de Bruun asume que, si se produce una subida del nivel del mar, el perfil se mueve verticalmente hacia arriba, sin cambiar su forma, que no requiere una forma específica de equilibrio. Asimismo, si se considera que la costa está en equilibrio sedimentario, entonces la elevación del perfil debe producirse sin necesidad de aportar arena al sistema. Para ello, la elevación del perfil debe producirse a costa de la erosión  $\Delta X$ , de manera que el volumen que queda por encima del viejo perfil es idéntico al que queda por debajo (Figura 5.13).

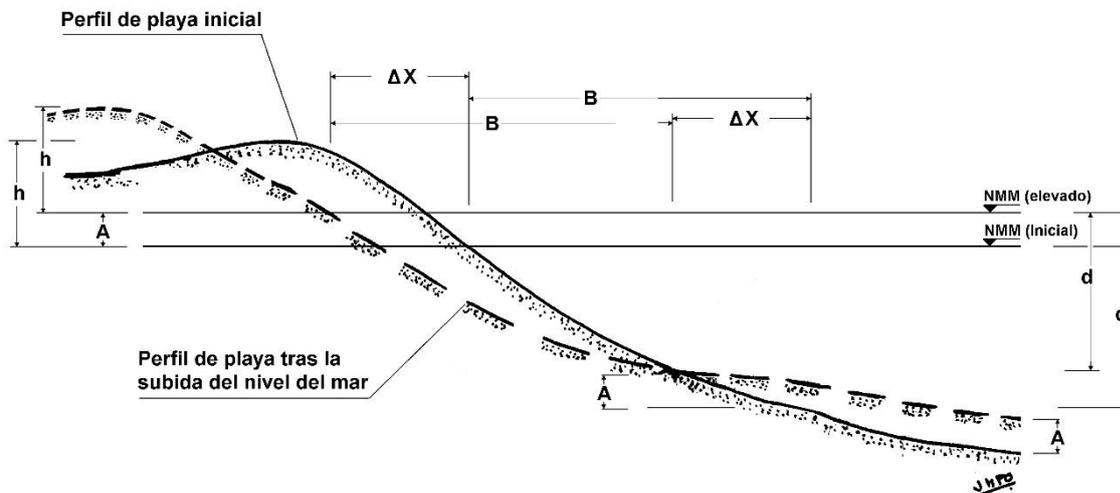


Figura 5.13. Variables empleadas en la regla de Bruun (Bruun, 1962).

Al producirse una subida del nivel del mar,  $A$ , el volumen de material por unidad de longitud necesario para reestablecer la elevación del fondo sobre una longitud del perfil  $B$ , sería el producto  $A \cdot B$ , siendo  $B$  la longitud sumergida del perfil, es decir, la distancia desde la línea de costa hasta el punto con profundidad de cierre,  $d$ , a partir de la cual no hay movimiento significativo de sedimento.

El volumen de arena por unidad de longitud,  $A \cdot B$ , se obtiene por la erosión del perfil. Así, el retroceso de la orilla  $\Delta X$  se determina por un balance sedimentario entre el volumen  $A \cdot B$ , con el área entre los dos perfiles. Esta área está dada por  $\Delta X(h + d)$  y representa la cantidad de arena necesaria para restablecer el perfil original, siendo  $h$  la altura de la berma. Igualando los dos volúmenes da:

$$\Delta X = A \cdot \frac{B}{h + d} \tag{5.1}$$

Esta ecuación requiere conocer la profundidad de cierre,  $d$ , que puede obtenerse mediante las fórmulas de Hallermeier (Hallermeier, 1981) o el CUR (C.U.R., 1987) y la distancia  $B$ , que puede determinarse a partir de medidas o suponiendo que la playa tiene un perfil de equilibrio concreto. En el caso más sencillo (perfil de Dean), sería necesario conocer también el clima de oleaje, dado por la altura  $H_{s12}$  y el tamaño de grano nominal,  $D_{50}$ .

En un caso más genérico, cuando se considera un perfil parabólico tipo Bruun-Dean de la forma:

$$y = C \cdot x^n \quad (5.2)$$

el retroceso de la costa  $\Delta X$  ante una elevación  $A$  del nivel del mar sería:

$$\Delta X = A \cdot \frac{d^{1/n}}{(h + d)} \quad (5.3)$$

A la regla de Bruun se le han hecho diferentes modificaciones y aplicaciones, como Dean (Dean, 1991) o Dean y Maurmeyer (Dean, R.G.; Maurmeyer, E.M., 1983), que presentaron una metodología para obtener el retroceso de costa en una playa barrera con una laguna litoral ante una subida del nivel del mar. Esta última podría ser empleada en determinados tramos de La Manga, aunque por sencillez sólo se ha utilizado la regla de Bruun. Antes de continuar con el siguiente apartado, cabe señalar que se han realizado las siguientes consideraciones para obtener una idea del retroceso que puede producirse en los tramos de costa flexible de La Manga y en el Mar Menor:

- 1- En la ribera continental del Mar Menor, la subida del nivel del mar producida por el cambio climático no tiene una componente dinámica lo suficientemente importante como para aplicar la Regla de Bruun; por ello, se considerará que la elevación de la superficie marina invadirá la tierra de manera estática (modelos de bañera, denominados *bathtub* en terminología científica inglesa).
- 2- En algunos tramos de la costa exterior de La Manga podría ser aplicable la regla de Bruun, en sus versiones original (Figura 5.13) o corregida por Dean y Maurmeyer (Dean, R.G.; Maurmeyer, E.M., 1983). Al hacerlo, se está considerando que La Manga es un elemento bidimensional formado por arena únicamente y sometido a un oleaje perpendicular a la costa. En La Manga, en realidad, estas consideraciones no se cumplen estrictamente en toda su longitud, dado que se apoya en formaciones rocosas que puntualmente emergen a la superficie, y además está ocupada parcialmente por elementos rígidos (paseos marítimos, edificaciones y/o carreteras). No obstante, se considera que mediante su aplicación puede obtenerse una buena medida de la respuesta de la costa en su estado natural, que contrasta con los resultados del análisis de efectos del cambio climático en las zonas rigidizadas de La Manga.

#### 5.2.2.2 Metodología aplicada al estudio de la erosión por la subida del nivel del mar

Para analizar el comportamiento de la costa flexible se ha empleado la regla de Bruun, dada por la siguiente expresión:

$$\Delta X = \frac{SLR \cdot B}{(Z_B + PdC)}$$

En cuanto a la metodología seguida, se resume en los puntos siguientes:

- Para llevar a cabo la clasificación de la costa se han realizado perfiles perpendiculares a la línea de orilla cada 50 m. En cada uno de estos perfiles se ha obtenido la posición de la orilla y del límite superior de la playa, que puede ser un paseo marítimo, edificaciones, etc.
- La anchura de la playa seca se ha medido en las ortoimágenes de máxima actualidad del PNOA, que data de 2017. Dicha anchura de playa corresponde a la distancia desde la



línea de orilla hasta el pie de la duna o el primer elemento rígido (edificaciones, muros y revestimientos).

- En cada perfil, se ha aplicado la regla de Bruun, conocidos los valores del conjunto de variables que intervienen en la ecuación que se muestra más arriba, y que son:
  - Subida del nivel del mar<sup>2</sup>, *SLR*: Tabla 5.1
  - Franja litoral, *B*: batimetría de la Ecocartografía del MITECO
  - Cota de la berma, *Z<sub>B</sub>*: MDT del IGN
  - Profundidad de cierre, *PdC*: 10 m (ver Capítulo 4), salvo en la ensenada de Pudrimel, abrigada por bajos rocosos en sus lados, y la playa del Estacio, abrigada por el puerto. En estos dos casos la profundidad de cierre se reduce a 5 m.
- El retroceso de la línea de orilla se ha calculado para los años 2040, 2060, 2080 y 2100, siendo el año de referencia el 2020.

En la Figura 5.14 se muestra un esquema de la zona, todas las variables y su uso para determinar la evolución en el tiempo de la costa flexible y semirrígida del exterior del Mar Menor y Pilar de la Horadada:

Los resultados de la aplicación de la Regla de Bruun a las zonas flexibles, considerando los dos escenarios y fechas indicadas, se recogen en el apartado 5.3.2.

---

<sup>2</sup> Con respecto a la subida del nivel del mar, se han planteado dos escenarios de emisiones (RCP4.5 y RCP8.5). Los valores de subida del nivel del mar considerados se muestran en la Tabla 5.1.

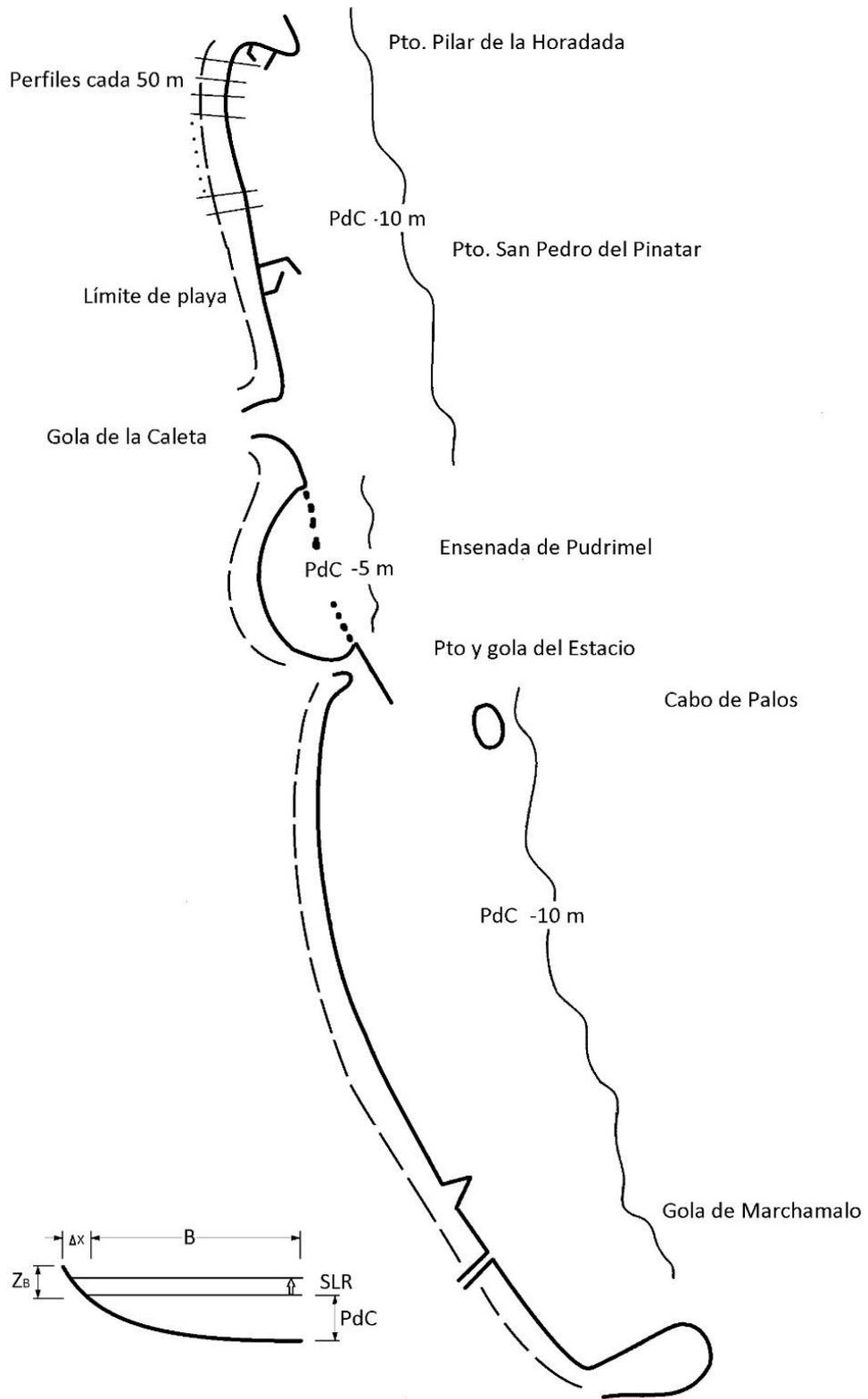
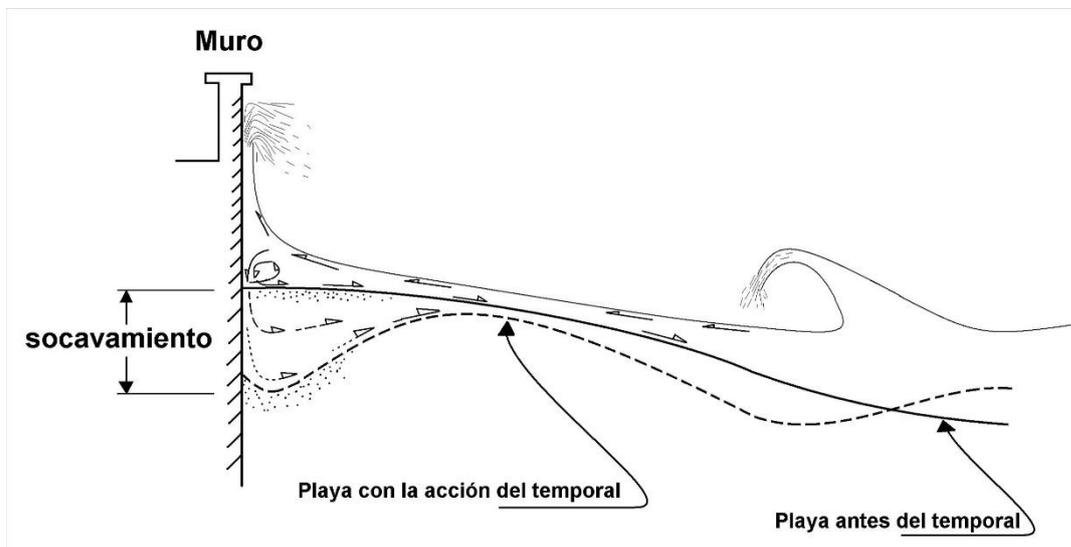


Figura 5.14: Esquema de la zona y las variables utilizadas para determinar el retroceso de la costa exterior debido a la subida del nivel del mar producida por el cambio climático

### 5.2.3 Respuesta de la costa rígida: Socavación

#### 5.2.3.1 Consideraciones preliminares sobre la socavación

Los muros y revestimientos son una de las estructuras de protección más comúnmente utilizadas para separar el territorio construido o urbanizado del mar o de la playa. Cuando el oleaje incide directamente en la estructura (en caso de tener playa delante, cuando la anchura la playa no es suficiente), puede producirse la socavación del pie y, si esta socavación alcanza la cimentación, el fallo de la estructura. En este proceso, las reflexiones que se producen al incidir el oleaje sobre el muro pueden acelerar la socavación (Figura 5.15). Por tanto, se trata de un proceso no lineal, por lo que su comportamiento resulta difícil de modelizar, más si se tiene en cuenta la diversidad de variables que influyen en el mismo (factores climáticos, estructurales y del medio físico).



En el caso de obras construidas sobre playas, las posibles alternativas para reducir la socavación pasan en primer lugar por realizar una adecuada planificación urbanística que no coarte el libre movimiento del perfil de la playa (por ejemplo, por variaciones estacionales o erosión tras temporales de oleaje), de modo que el oleaje no llegue a incidir sobre la estructura. Si esta adaptación urbanística no es posible, otra posibilidad es aumentar la zona de playa mediante el relleno con arena. Finalmente, cuando la incidencia del oleaje es inevitable, caben dos alternativas: disponer escollera de protección frente el muro y aumentar la profundidad de la cimentación.

CEDEX (CEDEX, 2011) presenta una metodología para analizar el comportamiento de las obras lineales, clasificándolas, analizando los efectos o variables que intervienen en la interacción entre estas obras lineales, la playa y el mar (Figura 5.16). Como ya se ha mencionado más arriba, la socavación depende de distintas variables:

1. Variables climáticas: clima marítimo y nivel del mar
2. Variables estructurales: rugosidad, inclinación, permeabilidad y francobordo (altura del muro respecto al nivel del mar).
3. Características de la playa en el entorno de la estructura: pendiente, granulometría del sedimento, distancia del muro hasta la línea de orilla y cota de la berma.

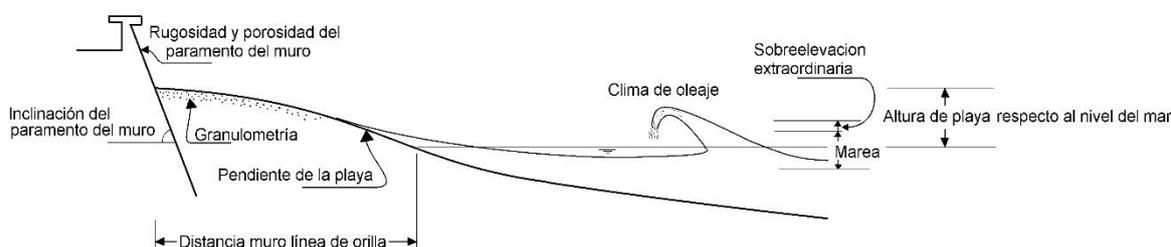


Figura 5.16: Variables que intervienen en la socavación producida en un muro por el oleaje (CEDEX, 2011)

En Kraus et al (Kraus & McDougal, 1996), Sutherland *et al.* (Sutherland, Brampton, Obhrai, Dunn, & Whitehouse, 2004), CEDEX (CEDEX, 2011) y Santana (Santana, 2016) se resumen los principales estudios realizados sobre la socavación. A pesar de que las defensas longitudinales pueden ser en talud (obras de escollera denominadas “revestimientos”) o verticales (muros), los mayores problemas asociados a la socavación se producen en muros, tipología en la que se centran los siguientes párrafos.

En este tipo de obras, el aumento de riesgo por socavación como consecuencia de la subida del nivel del mar se producirá por el aumento de la profundidad de agua a pie de muro,  $d$ .

Entre las formulaciones existentes para el análisis de la socavación, en el presente Plan se ha empleado la propuesta de Sutherland *et al.* (2006), que puede aplicarse en costas asimilables a las definidas como semirrígidas. La fórmula propuesta se ha ajustado utilizando datos de otros estudios y con datos tomados *in situ* en estructuras con valores de  $d$  negativos (entre otros, los datos de Fowler, (Fowler J., 1993). Esta fórmula es:

$$S_{t \max}/H_0 = 4.5 e^{-8\pi\left(\frac{d}{L_m}+0.01\right)} \left(1 - e^{-6\pi\left(\frac{d}{L_m}+0.01\right)}\right) \text{ para } -0.013 \leq d/L_m \leq 0.18 \text{ y } 0 \leq I_t \leq 0.43$$

Donde  $S_{t \max}$  es la profundidad de socavamiento a pie de obra,  $H_0$  es la altura de ola en aguas profundas,  $L_m$  es la longitud de onda obtenida con el periodo medio en aguas profundas y  $d$  es la profundidad de la playa a pie del muro sin tener en cuenta la sobreelevación debida al oleaje.

En caso de estar el muro en tierra, como por ejemplo en un paseo marítimo, el aumento de riesgo de socavación vendría dado por la reducción de la distancia del muro a la orilla y el consiguiente aumento de la probabilidad de impacto del oleaje sobre el muro. Con respecto a este último caso, existen pocos estudios que analicen la socavación en muros situados en la playa seca, y además su aplicación es limitada, por lo que **es necesario mejorar el conocimiento en este campo.**

### 5.2.3.2 Metodología aplicada para el estudio del riesgo por socavación

Para la obtención del aumento del riesgo por socavación debido a la subida del nivel del mar se consideran las siguientes **hipótesis**:

- Con el nivel de conocimiento actual, la socavación puede estimarse únicamente en muros colocados en la zona activa o directamente bajo el agua, por lo que según la clasificación de la costa que se ha considerado en este estudio (ver apartado 5.2.1), se aplica una vez la costa pasa a ser semirrígida o rígida.
- Se considera que el oleaje llega normal a la costa, ya que la formulación utilizada se han obtenido mediante esta premisa.



- La socavación es un proceso evolutivo que además puede reducirse en periodos de bonanza, pero existen pocos estudios que analicen la evolución a largo término. Para aplicar la metodología descrita a continuación se supondrá que las características de la playa permanecen constantes, sin tener en cuenta la posible socavación producida por el estado de mar anterior. Únicamente se considera la variación de la profundidad de la playa a pie del muro debido a la subida del mar.
- La socavación depende de múltiples variables, pero únicamente se han considerado la altura de ola, la longitud de onda obtenida con el periodo medio en aguas profundas y la profundidad de la playa a pie del muro, que son las que tiene en cuenta la fórmula de Sutherland et al (2006).
- Para estudiar la probabilidad de fallo de este proceso multivariado puede utilizarse el método de la variable estructural para saber si el proceso de socavación produce o no el descalce.

Una vez clasificada la costa en aquellos tramos semirrígidos o rígidos y teniendo en cuenta las anteriores hipótesis, se plantea la siguiente **metodología** (Figura 5.17) para obtener el aumento de riesgo por socavación debido a la subida del mar por efecto del cambio climático:

1. Selección de los tramos de costa cuyo límite superior es un muro vertical
2. Medida de la profundidad de la playa en el muro respecto al nivel de bajamar
3. Selección de los parámetros de cálculo (I): serie temporal de altura significativa y periodo medio de la base de datos climáticos de Puertos del Estado.
4. Selección de los parámetros de cálculo (II): datos de nivel del mar del informe REDMAR más próximo a la zona de estudio. En este caso, se ha considerado únicamente la marea meteorológica, ya que la astronómica es muy pequeña. La profundidad de cimentación del muro dependerá de la marea meteorológica y de la subida del mar considerada.
5. Cálculo de la socavación (la *variable estructural* de interés en este caso), para cada estado de mar, obteniendo una serie temporal de la misma.
6. Análisis de resultados: Se analiza el régimen extremal de la socavación obteniendo los valores correspondientes a un periodo de retorno de 70 años. De conocer la profundidad de cimentación de los muros, sería posible estimar la probabilidad de fallo en los mismos.

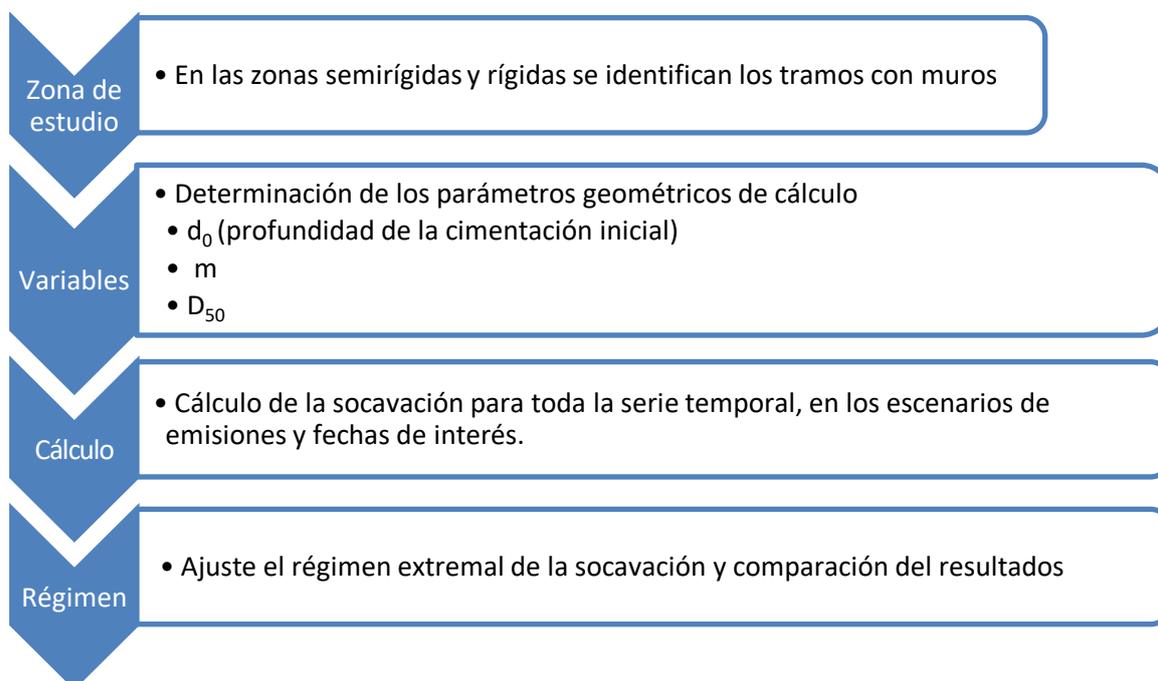


Figura 5.17: Metodología para el análisis del efecto de la subida del mar en la socavación

Siguiendo esta metodología, el estudio de la socavación se podría aplicar directamente a la costa rígida cuando la frontera entre tierra y mar sea un muro.

Sin embargo, su aplicación es mucho más compleja en tramos de costas semirrígidos o flexibles debido a las limitaciones de los estudios existentes sobre socavación y a la complejidad para analizar el proceso de socavación en estos casos, caracterizado por ser transitorio y no lineal. En primer lugar (proceso transitorio) porque la playa está en constante evolución; en segundo (proceso no lineal) porque la probabilidad de impacto del oleaje en los muros depende de la anchura de playa y, a su vez, la anchura de playa depende de si el oleaje impacta en el muro.

En conclusión, se considera que en determinados tramos de costa existe un riesgo de socavación como consecuencia de la subida del nivel del mar, pero su determinación precisa de un alto esfuerzo de cálculo y un mayor nivel de conocimiento, en especial para los tramos de costa más frecuentes en el ámbito de actuación del presente Plan.

## 5.2.4 Respuesta de la costa rígida: Rebase

### 5.2.4.1 Consideraciones preliminares sobre el rebase

El rebase es el flujo de agua que sobrepasa la coronación de una estructura de abrigo marítima, ya sea un dique en talud, un revestimiento o el muro de un paseo marítimo. El rebase se produce como resultado de un proceso dinámico e irregular, por lo que suele caracterizarse mediante una **tasa media de rebase,  $q$** , que es el volumen que rebasa un tramo de estructura por unidad de tiempo y de longitud de estructura. Esta variable, pese a ser la más utilizada para caracterizar el rebase, no sirve por sí sola, ya que una misma tasa media de rebases puede darse con pocos rebases de gran volumen (peligrosos), o en cambio con muchos rebases de pequeño volumen (inofensivos). Por ello, en ocasiones se emplea como parámetro complementario el **volumen individual máximo de rebase,  $V_{\max}$** .



Históricamente los estudios sobre este fenómeno han estado orientados a cuantificar la tasa media de rebase, por ser un valor promediado, más robusto y fácil de medir. No obstante, el volumen del rebase se considera un parámetro más importante, ya que está más correlacionado con los daños que puede producir un temporal. En este sentido, el Manual Europeo de Rebases (EuroTop, 2018), contiene recomendaciones sobre las tasas de rebase tolerables en función de la altura de ola incidente en las estructuras, de modo que también se tiene en cuenta el volumen del rebase.

Además de los daños provocados por grandes volúmenes rebasados, hay otros riesgos como puede ser la pérdida de visibilidad o el efecto de la salinidad relacionados con los rociones.

Los principales aspectos de los que depende el rebase son:

1. Climáticos: oleaje (altura, periodo, dirección de incidencia, etc.), viento y nivel del mar.
2. Estructurales: tipología, rugosidad, francobordo, profundidad de la cimentación.
3. Características del entorno: profundidad a pie de obra, presencia de playa seca.

Con respecto al aumento de riesgo por rebase debido al cambio climático, principalmente se produce por la disminución del francobordo de la estructura como consecuencia de la subida del nivel del mar; además, la subida del nivel del mar modifica el oleaje que llega a pie de dique, que aumenta al estar limitados los procesos de rotura por fondo. Estos dos factores, francobordo y altura de ola están recogidos en las principales fórmulas de cálculo de la tasa de rebase para estructuras marítimas, entre ellas, la expresión general de cálculo dada por el EurOtop 2018:

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = a \exp \left[ - \left( b \frac{R_c}{H_{m0}} \right)^c \right] \text{ para un francobordo, } R_c \geq 0$$

donde  $q$  es la tasa de rebase,  $H_{m0}$  es la altura de ola a pie de obra,  $R_c$  es el francobordo y  $a, b, c$  son parámetros de calibración que varían en función del tipo de estructura.

Otra posible herramienta para estudiar el rebase es el empleo de modelos numéricos basados en el empleo de redes neuronales “entrenadas” con los datos de ensayos en modelo físico a escala reducida. Este es el caso de las redes neuronales del EurOtop (2018) y del proyecto europeo CLASH (acrónimo de *Crest Level Assessment of Coastal Structures by Full-scale Monitoring, Neural Network Prediction and Hazard Analysis on Permissible Wave Overtopping*, Evaluación de la cota de coronación de las estructuras costeras y los niveles de rebase tolerables mediante estudios en prototipo, redes neuronales y análisis de riesgos), que permiten estimar el rebase para varios tipos de estructuras mediante la introducción de un conjunto de parámetros geométricos y climáticos (Figura 5.18).

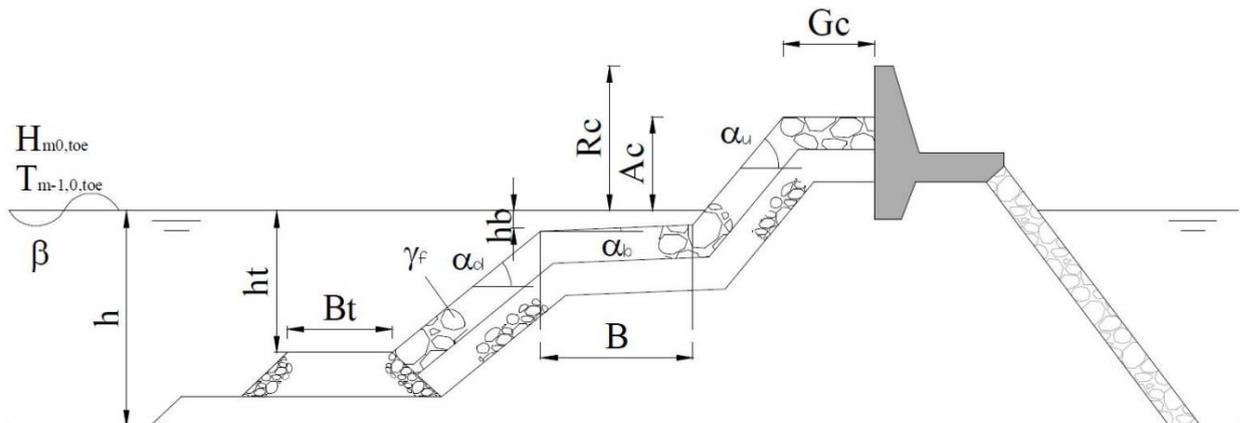


Figura 5.18: Parámetros utilizados en la red neuronal CLASH (Fuente proyecto CLASH)

Con respecto a la aplicación en la costa tanto de formulaciones sencillas como modelos más sofisticados, su principal limitación radica en que se alimentan de datos obtenidos en el marco de estudios sobre el rebase en diques de abrigo portuarios, en zonas situadas a profundidades bastantes mayores que las típicamente costeras. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que al aproximarse a la costa cambia el orden de magnitud de los parámetros con mayor influencia en el rebase (francobordo, altura de ola, etc.), y la posible presencia de playa frente a las estructuras, que no suele estar contemplada en estudios portuarios.

Por este último motivo, el estudio de rebase en paseos marítimos, revestimientos o en zonas de bajo calado se está realizando actualmente mediante el uso de modelos numéricos que simulan los procesos de transformación del oleaje (refracción, difracción, peralte, rotura y remonte). Estos modelos, no obstante, no son prácticos para trabajar en ámbitos geográficos muy amplios (al menos, con suficiente resolución); además, sus resultados no están calibrados con datos reales o de laboratorio, por lo que podrían darse casos en que estuvieran muy alejados de la realidad.

#### 5.2.4.2 Metodología aplicada para el estudio del riesgo por rebases

En conclusión a todo lo expuesto en el apartado anterior, y teniendo en cuenta las ventajas y limitaciones de las distintas herramientas para la estimación del rebase en obras marítimas, y considerando el ámbito geográfico tan amplio del presente estudio, se ha decidido analizar el riesgo de rebase únicamente en los tramos de costa rígidos, mediante la red neuronal del CLASH, complementada si fuera preciso con las formulaciones del EurOtop (2018).

A continuación se resumen los principales pasos de la metodología que se ha seguido para la obtención del aumento del riesgo por rebase debido a la subida del nivel del mar (Figura 5.19):

1. Selección de los tramos de costa rígida con riesgo de rebases: zonas expuestas (francobordo suficientemente bajo) y vulnerables (paseos marítimos o viviendas). La cota mínima para determinar su exposición depende del clima marítimo de la zona, y en esta zona se ha considerado por debajo de unos 3 o 4 m.
2. Propagación del oleaje hasta el pie de la estructura, tomando para ello la serie temporal de oleaje disponible en un punto próximo a la zona de interés.
3. Recopilación de las variables estructurales, geométricas y climáticas para su introducción en la red neuronal.

- Las variables estructurales se considerarán invariables, salvo en el caso de la profundidad a pie de obra, que varía con la subida del nivel del mar y el *setup*.
4. Aplicación de la red neuronal CLASH. En aquellos estados de mar en los que esta red no ha podido estimar el rebase, se ha estimado con las formulaciones del EurOtop (2018).
  5. Análisis de los resultados. Para este estudio, y de cara a facilitar la interpretación del aumento del riesgo de rebases, se ha analizado el porcentaje de tiempo en el cual el rebase supera los límites tolerables según EurOtop (2018).

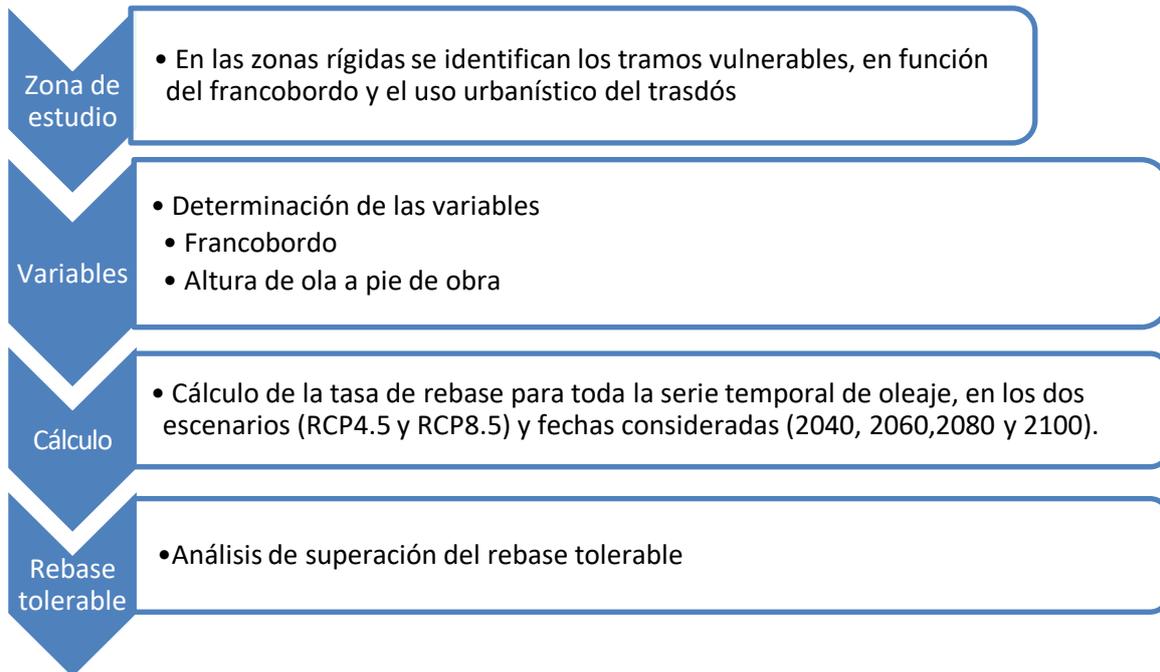


Figura 5.19: Metodología para el análisis del efecto de la subida del mar en el riesgo de rebases

Con respecto a los límites de rebase tolerables, dependen de diversos factores, que se repasan a continuación. En primer lugar, del efecto que pueden producir, distinguiendo entre daños a las estructuras, al equipamiento (barcos y vehículos) y a las personas. Por otro lado, la tolerancia al rebase también dependerá de tipo de estructura estudiada, ya que en las estructuras verticales el oleaje tiene más probabilidades de romper de manera impulsiva que en los diques en talud, lo cual ocasiona rebases más repentinos y violentos. Otro factor a tener en cuenta es la distancia a la que se encuentre la zona a proteger y el uso que se le vaya a dar, pudiendo estar limitado el acceso al mismo, lo cual permitiría aumentar el límite tolerable. Por último, además de todos los factores señalados, no debe olvidarse la exposición de la zona a los agentes climáticos, en concreto el oleaje, sobre todo cuando coincide con niveles del mar elevados y con fuertes rachas de viento.

En EurOtop (2018) se presenta una guía de tasas y volúmenes admisibles en función de todos estos factores. Asimismo, destaca la necesidad de estudiar de manera cuidadosa en qué condiciones los autores han establecido estos valores. En la siguiente Tabla 5.2 se muestran los

límites propuestos en esta publicación para daños a vehículos y vidas humanas. Para mayor información sobre estos límites, se recomienda consultar la publicación original<sup>3</sup>.

Tabla 5.2. Límites de rebase tolerables en función del daño y la causa que lo provoca.

TIPO DE DAÑO Y CAUSA	q (l/s m)	Vmax (l/m)
<b>Personas</b>		
Posibilidad de rebases violentos (diques verticales)	Peligroso con cualquier valor de la tasa de rebases	
$H_{m0} > 3$ m	Peligroso con cualquier valor de la tasa de rebases	
Paseo marítimo con visibilidad al mar		
$H_{m0} = 3$ m	0,3	600
$H_{m0} = 2$ m	1	600
$H_{m0} = 1$ m	10-20	600
$H_{m0} < 0.5$ m	No limitado	No limitado
<b>Coches</b>		
Autopistas, tráfico elevado	Cortar antes de que rocesiones que puedan ser peligrosos	
Paseo marítimo o carretera cerca de la coronación.		
$H_{m0} = 3$ m	<5	2000
$H_{m0} = 2$ m	10-20	2000
$H_{m0} = 1$ m	<75	2000
<b>Trenes</b> , viajando con mayor lentitud		<2000

Esta metodología se ha aplicado en uno de los tramos rígidos de la costa exterior de La Manga en el apartado 5.3.3.2, tomando como tasa de rebase tolerable el correspondiente a daños a personas situadas en paseo marítimo con visibilidad al mar, ver Tabla 5.2. La tasa de rebase varía en función de la altura de ola significativa en la zona de estudio,  $H_{m0}$ , para  $H_{m0}$  menores de 0,5 no se limita la tasa de rebases, para  $H_{m0}$  entre 0,5 y 1 m la tasa de rebase tolerable se considera de 20 l/s m, para  $H_{m0}$  entre 1 y 2 m la tasa de rebase tolerable se considera de 1 l/s m, para  $H_{m0}$  entre 2 y 3 m la tasa de rebase tolerable se considera de 0,3 l/s m, y en caso de que  $H_{m0}$  se mayor de 3 m existe peligro para cualquier valor de tasa de rebase.

## 5.3 Efectos de la subida del nivel del mar

### 5.3.1 Clasificación de la costa

#### 5.3.1.1 Tipologías de costa

Tal y como se ha indicado en el apartado 5.2.1, el comportamiento de la costa y, por tanto, los impactos y las medidas de adaptación al cambio climático dependen del tipo de costa. Cada uno

<sup>3</sup> <http://www.overtopping-manual.com/>



de los posibles impactos se analizará en los siguientes apartados de manera separada, pero antes debe clasificarse la costa según su tipología.

Recordando la descripción del apartado 5.2.1, en el ámbito del presente Plan se han distinguido dos tipos de costa:

- Costa interior del Mar Menor: la dinámica litoral es de baja intensidad y se considera que el principal impacto de la subida del nivel del mar sobre la franja litoral es la inundación permanente<sup>4</sup>.
- Costa abierta o exterior (Norte y La Manga): que a su vez se debe clasificar como flexible, semirrígida o rígida. El siguiente apartado

#### 5.3.1.2 Costa abierta: tramos de costa no flexibles

La costa exterior se ha clasificado en tres tipos, cuyas características se describen en el apartado 5.2.1:

1. Costa flexible
2. Costa semirrígida
3. Costa rígida

A continuación se identifican y describen aquellos tramos de la Zona 1 que actualmente son, por sus características, semirrígidos o rígidos, indicando en cada tramo su vulnerabilidad frente a la socavación y al rebase. Lógicamente, se considerarán flexibles a todos aquellos tramos que no constituyen costa rígida o semirrígida, exponiéndose los resultados del análisis de los impactos del cambio climático en el apartado 5.3.1.

---

<sup>4</sup> Esto no excluye otros impactos del cambio climático tanto en sistemas naturales como artificiales, y que están identificados, por ejemplo, en la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2017).



## **Zona 1 A- Punta de la Horadada- Puerto de San Pedro del Pinatar:**

### **Zona 1 A-1 Pilar de la Horadada:**

Tramo rígido 1: El primer tramo de tramo de costa rígida está situado al sur del Puerto Deportivo de Torre de la Horadada de Alicante, entre la Playa del Puerto y la Playa de las Villas. La costa no tiene playa emergida, y consta de un dique longitudinal de escollera tiene 426 m. Este tramo de costa puede presentar problemas de aumento de riesgo de socavación por subida de nivel del mar, aunque de menor importancia que en otras zonas, por tratarse de un revestimiento de escollera. En cuanto a los rebases, la subida del nivel del mar no supondrá un aumento del riesgo de rebases, ya que el paseo marítimo se encuentra a una cota de 7 m y las alturas de ola están limitadas por la profundidad.

### **Zona 1 A-2 San Pedro del Pinatar Norte**

Tramo rígido 2: En la Playa del Mojón, en el tramo de la provincia de Alicante, hay un tramo de costa rígida (ver Figura 5.20). Ese tramo se encuentra fuertemente urbanizado hasta la orilla, lo que ha provocado la desaparición completa de la playa seca y que la zona urbana haya tenido que ser escollera. Toda la Playa del Mojón se encuentra protegida por un bajo rocoso que arranca en la playa de las Higuieritas, situada al norte de ésta. El paseo situado en el trasdós de la escollera se encuentra coronado aproximadamente a la cota +2,5 m. En el estudio de aumento del riesgo por socavación por subida del nivel del mar, se considera que este tramo se encuentra parcialmente protegido frente a la socavación por el revestimiento del paseo, por lo que se considera poco vulnerable. En cambio, debido a su baja cota de coronación, el paseo sí es vulnerable frente al rebase debido a una subida del nivel del mar por efecto del cambio climático.

En la zona de estudio se ha detectado un posible problema con la batimetría disponible en las Ecocartografías de Alicante y Murcia, ya que en ella no aparecen los bajos existentes, que sí se reflejan en la Carta Náutica del IHM y pueden apreciarse en las ortofotos del IGN. Se ha comprobado que los recorridos de la monohaz de ambos estudios tienen un hueco que coincide con la zona de bajos por lo que la batimetría está interpolada.

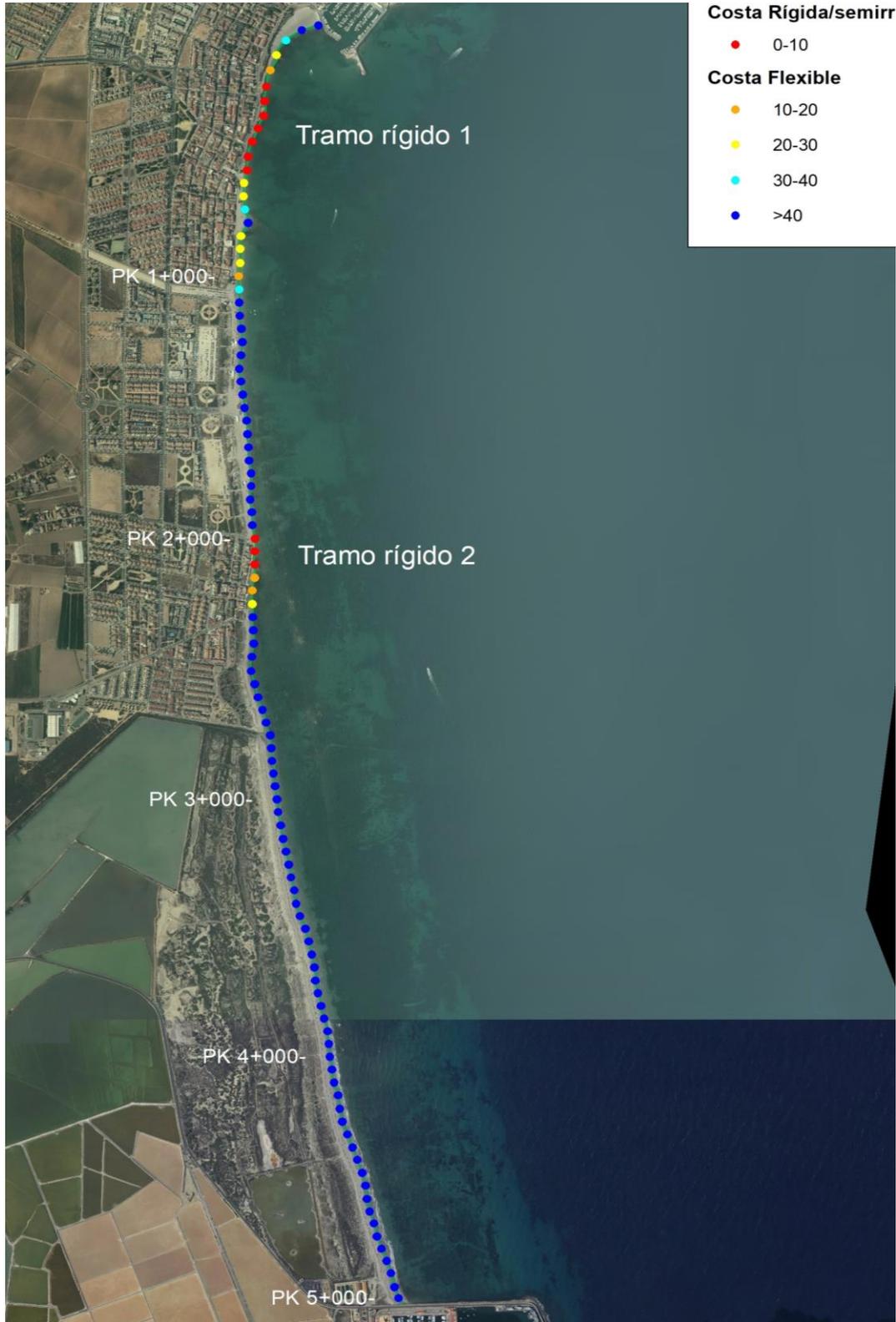


Figura 5.20: Tramos rígidos y/o semi rígidos en la Zona 1 A- Punta de la Horadada- Puerto de San Pedro del Pinatar



## **Zona 1 B- Puerto de San Pedro del Pinatar – Punta del Cocedor:**

### **Zona 1 B-1 San Pedro del Pinatar Sur**

Tramo rígido 3: al sur de la Gola de la Caleta, cerca de la Punta del Pudrimel, existe un tramo rocoso, que no presenta peligro por socavación, por ser una costa rocosa, ni tampoco es vulnerable al rebase ya que la zona urbanizada se encuentra alejada de la costa.

### **Zona 1 B-2 San Javier Norte**

La Playa del Pudrimel y la Playa de la Ensanada del Esparto forman una única playa cóncava, encajada y protegida por bajos rocosos en sus dos extremos. En esta zona existen tramos de costa de rígida y semirrígida, cuando existe ocupación urbanística, los cuales se describen a continuación.

Tramo rígido 4: en la Playa del Pudrimel, en el tramo más próximo a la Punta del Pudrimel, existe un tramo rígido de unos 180 m de longitud donde ha desaparecido la playa y el territorio interior se ha protegido mediante escollera. El paseo se encuentra a la cota +2,5 m. Este caso es equivalente al tramo rígido de la playa del Mojón (Tramo Rígido 2), por lo que se considera que el aumento del riesgo de socavación del muro del paseo es bajo con la subida del nivel del mar, por estar protegido por escollera. Por el contrario, sí aumentará el riesgo debido al rebase.

Al igual que ocurría en el tramo anterior, la batimetría de la Ecocartografía de Murcia no refleja los bajos existentes, lo cual puede influir significativamente en las estimaciones del oleaje incidente y, por tanto, del riesgo de rebases.

Tramo semirrígido 1: en la Playa del Pudrimel, a continuación del tramo escollorado, existe un tramo de costa semirrígida, con un tramo de playa seca de unos 10 m de ancho, limitada por un paseo con muro vertical coronado a la cota +2,3 m, y cimentado a la cota 1,0 m. Este tramo es vulnerable frente a la socavación del muro y el rebase debido a la subida del nivel del mar.

Tramo semirrígido 2: en la Playa de la Ensenada del Esparto existe un primer tramo semirrígido de unos 150 m, donde la urbanización invade la alineación natural de la playa. La playa seca tiene un ancho que varía entre los 6,8-9,2 m, está limitado por un muro vertical coronado a la cota +2,5 m, y cimentado entre las cotas 1,3 y 1,2 m. Este tramo es vulnerable frente a la socavación del muro y también al rebase.

Tramo semirrígido 3: en la Playa de la Ensenada del Esparto existe un segundo tramo semirrígido, más cerca de la Punta del Cocedor, donde nuevamente, la playa seca tiene un ancho menor de 10 m, en este caso de 9,4, y que está limitado por un muro vertical coronado entre 2,1 y 2,3 m, y cimentado entre la 1,8 m. Este tramo es vulnerable frente a la socavación del muro y debido al rebase.

Tramo rígido 5: al sureste de la Punta del Cocedor se encuentra la Playa de la Escollera de Levante, una zona rocosa de pendiente suave con entrantes y salientes, destacando un entrante que pudo ser un posible antiguo fondeadero. Este tramo de costa se encuentra urbanizado en su extremo norte, donde el terreno tiene una cota variable en torno a 1,7-3 m y la calle de tan solo 2,4 m. En este caso no existe aumento de peligro de socavación debido a que las cimentaciones están realizadas sobre roca, pero sí puede aumentar el riesgo por rebase debido a la subida del nivel del mar.

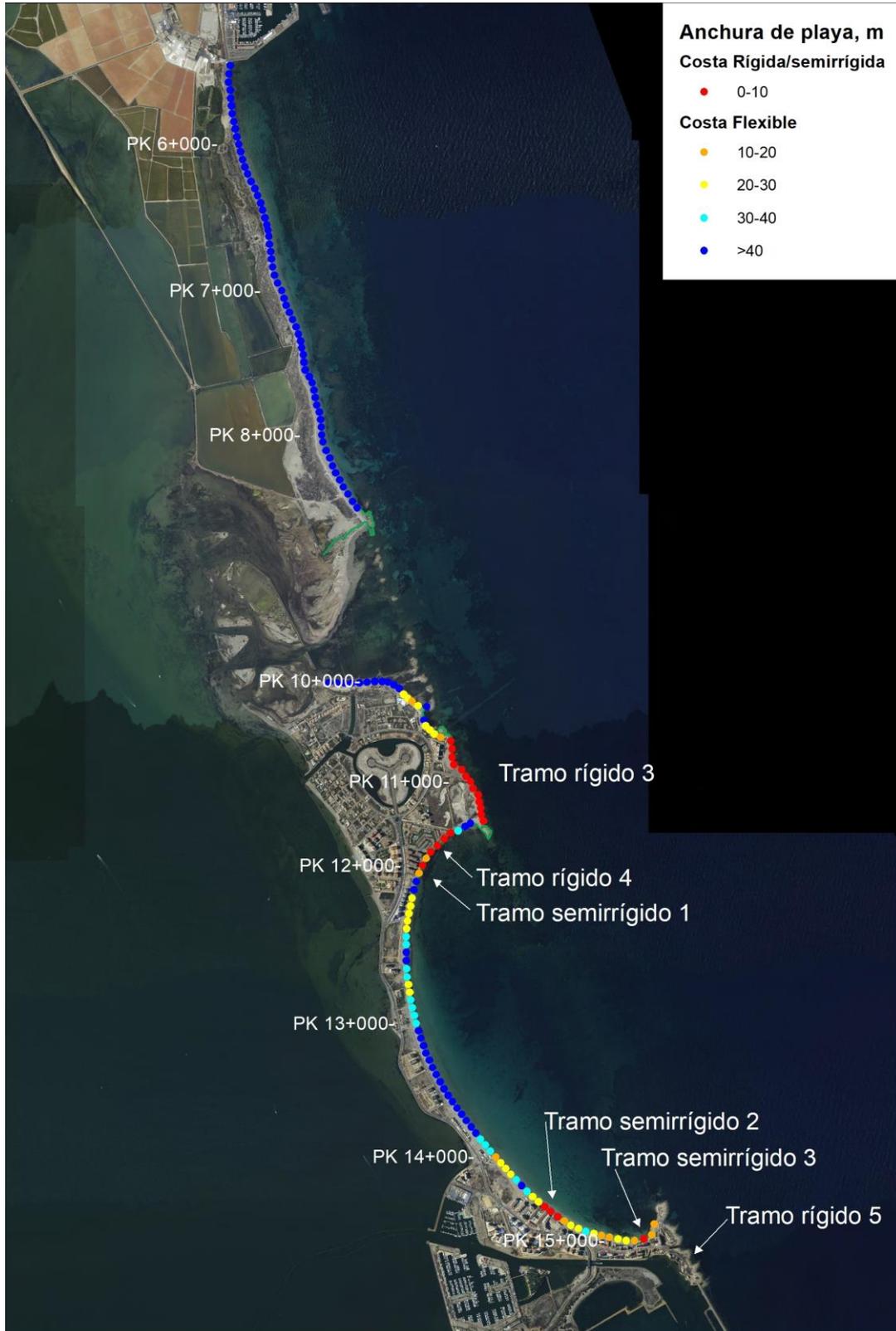


Figura 5.21: Tramos rígidos y/o semi rígidos en la Zona 1 B- Puerto de San Pedro del Pinatar – Punta del Cocedor



## **Zona 1 C Punta del Cocedor – Cabo de Palos**

### **Zona 1 C-1 San Javier Sur**

Las playas situadas al sur de la Gola de la Caleta hasta la Punta de la Raja son en realidad una playa única de unos 8 km de longitud.

Tramo semirrígido 4: entre las Playas del Estacio y del Arenal, frente a la Urbanización Las Brisas, existe un tramo de costa semirrígida de unos 230 m de longitud, con tan solo de 3 a 6 m de anchura de playa. A unos 150 m de la orilla se encuentran unos bajos rocosos que protegen parcialmente la playa, y más al este se encuentra el islote de La Grosa. El primer tramo semirrígido, situado más al norte, tiene un muro vertical coronado a la cota +2,4, el segundo tramo del paseo, que se encuentra a la cota +2,7, está protegido por escollera. La cota de la playa en la zona del paseo está comprendido entre la +1,0 y la +1,3. En ambos tramos casos existe aumento de riesgo de rebases con la subida del nivel del mar. En el tramo sin protección de escollera existe riesgo mayor por socavación, debido al posible descalce del muro debido a la socavación con la subida del nivel del mar.

Tramo semirrígido 5: en la Playa de Calnegre existe un tramo de costa semirrígido con una anchura de playa de tan solo 3,3 m. El límite superior de la playa en este caso es el terreno rocoso natural que tiene un pequeño saliente, donde se sitúa la carretera a más de 10 m de altitud. Por ello, no se prevé un aumento del riesgo por socavación de muro o por rebase debido a la subida del nivel del mar.

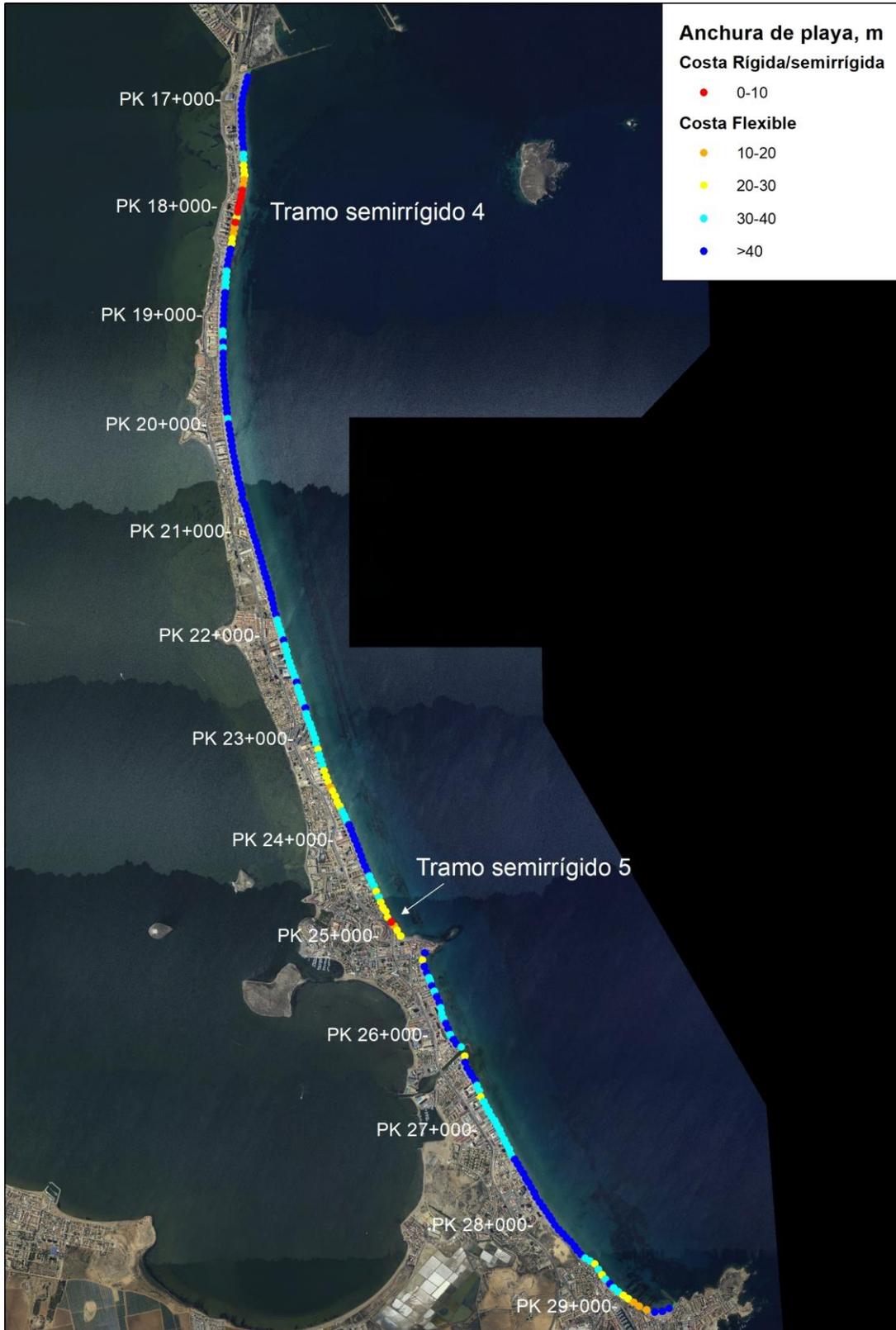


Figura 5.22: Tramos rígidos y/o semir rígidos en la Zona 1 C- Punta del Cocedor –Cabo de Palos



En la Tabla 5.3 se resumen los tramos rígidos y semirrígidos descritos, indicando la vulnerabilidad frente a socavación y rebase teniendo en cuenta los criterios expuestos en los apartados 5.2.3 y 5.2.4.

Tabla 5.3. Resumen de los tramos semirrígidos y rígidos de La Manga

Zona	Tramo	Descripción	Tipo	Vulnerable debido a:	
				Socavación	Rebase
Zona 1 A-1	Rígido 1	Sur Pilar de la Horadada	Escollera	Poco	No
Zona 1 A-2	Rígido 2	Urb. Mojón	Escollera	Poco	Si
Zona 1 B-1	Rígido 3	Punta del Pudrimel	Roca	No	No
Zona 1 B-2	Rígido 4	Playa Pudrimel	Escollera	Poco	Si
Zona 1 B-2	Semirrígido 1	Playa Pudrimel	Muro	Si *	Si**
Zona 1 B-2	Semirrígido 2	Playa de la Ensenada del Esparto	Muro	Si *	Si**
Zona 1 B-2	Semirrígido 3	Playa de la Ensenada del Esparto	Muro	Si *	Si**
Zona 1 B-2	Rígido 5	Playa de la Escollera de Levante	Roca	No	Si
Zona 1 C-1	Semirrígido 4	Urb. Las Brisas	Muro	Si*	Si**
			Escollera	Si*	Si**
Zona 1 C-1	Semirrígido 5	Playa de Calnegre	Roca	No	No

\* Puede estimarse la socavación con las limitaciones indicadas en el apartado 5.2.3.

\*\* Es vulnerable a rebase, pero no puede estimarse con las formulaciones existentes

### 5.3.2 Efectos en la costa abierta y flexible

El resultado de la aplicación de la Regla de Bruun a las zonas flexibles, considerando los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en las fechas indicadas (desde 2020 a 2100 cada 20 años), se resume en las figuras adjuntas. En ellas, las costas semirrígidas y rígidas y las golgas aparecen como espacios en blanco.

Las figuras siguientes representan las anchuras (en metros) de cada tramo de costa en la actualidad (basadas en la ortoimagen del PNOA, de 2017) y el retroceso estimado de la línea de orilla (excepto en tramos rígidos y semirrígidos). Los resultados se representan para las distintas fechas y escenarios de emisiones considerado. Además, para cada horizonte temporal se han preparado distintas figuras donde se señalan en color rojo aquellos tramos de costa en los cuales la anchura es inferior a 10 m. De este modo, puede apreciarse cómo el número de tramos de costa potencialmente afectados por la subida del nivel del mar crece a medida que se avanza en el tiempo.

Como recomienda la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático, los resultados representan la previsión del retroceso de la costa en ausencia de medidas de adaptación.



### 5.3.2.1 Escenario de emisiones RCP4.5

#### Año 2040, Escenario RCP4.5 (Figura 5.23):

Un rasgo común a todas las figuras que se presentan a continuación es la uniformidad en los retrocesos estimados de la línea de orilla. De este modo, los impactos se producirán en las zonas con menor anchura de playa. A continuación se repasan para cada horizonte temporal los tramos de costa donde el retroceso puede dar lugar a mayores riesgos de erosión de playas, socavación de los paseos marítimos e inundaciones de origen marítimo

En 2040, en un escenario de emisiones moderado, parece que únicamente se pueden producir retrocesos con incremento significativo del riesgo de socavación y rebases en la Playa de la Ensenada del Esparto y en el entorno de la Urbanización las Brisas.

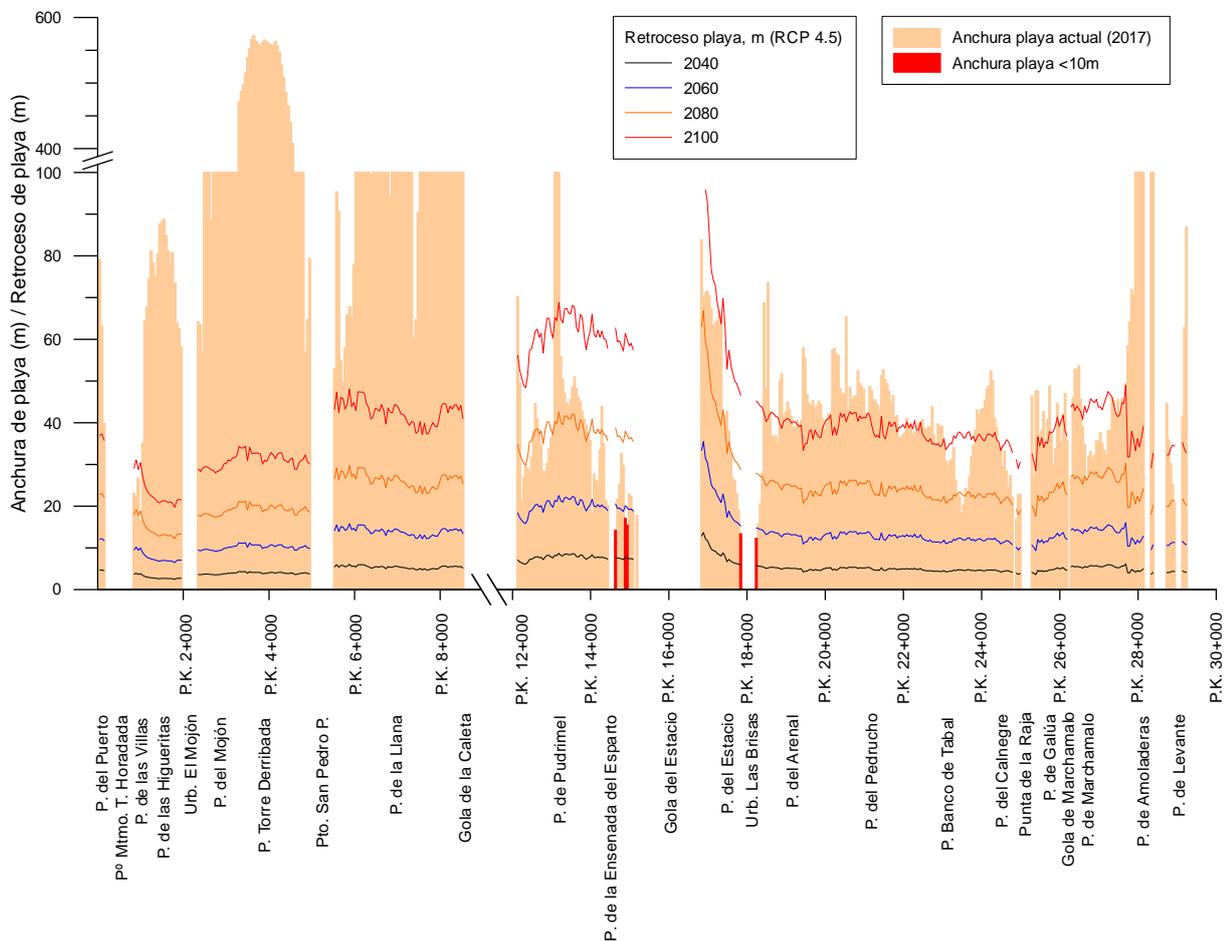


Figura 5.23: Anchura de playa y retroceso estimado en metros en 2040 para el escenario RCP4.5

#### Año 2060, Escenario RCP4.5 (Figura 5.24):

En 2060 las pérdidas de superficie de playa se amplían en la Ensenada del Pudrimel, por ambos extremos. También se amplía la pérdida en el entorno de la Urb. Las Brisas, y aparecen nuevos tramos con pérdida importante de playa en la playa de las Villas al norte, y las playas de Banco del Tabal y Calnegre en La Manga. También un pequeño tramo de la playa de Levante se va a ver afectado. Por tanto, se debe prever actuar en las playas de Las Villas, Estacio, Banco del Tabal, Calnegre y Levante, además de continuar con las playas del periodo anterior: Ensenada del Esparto, Pudrimel y Estacio (urbanización Las Brisas).

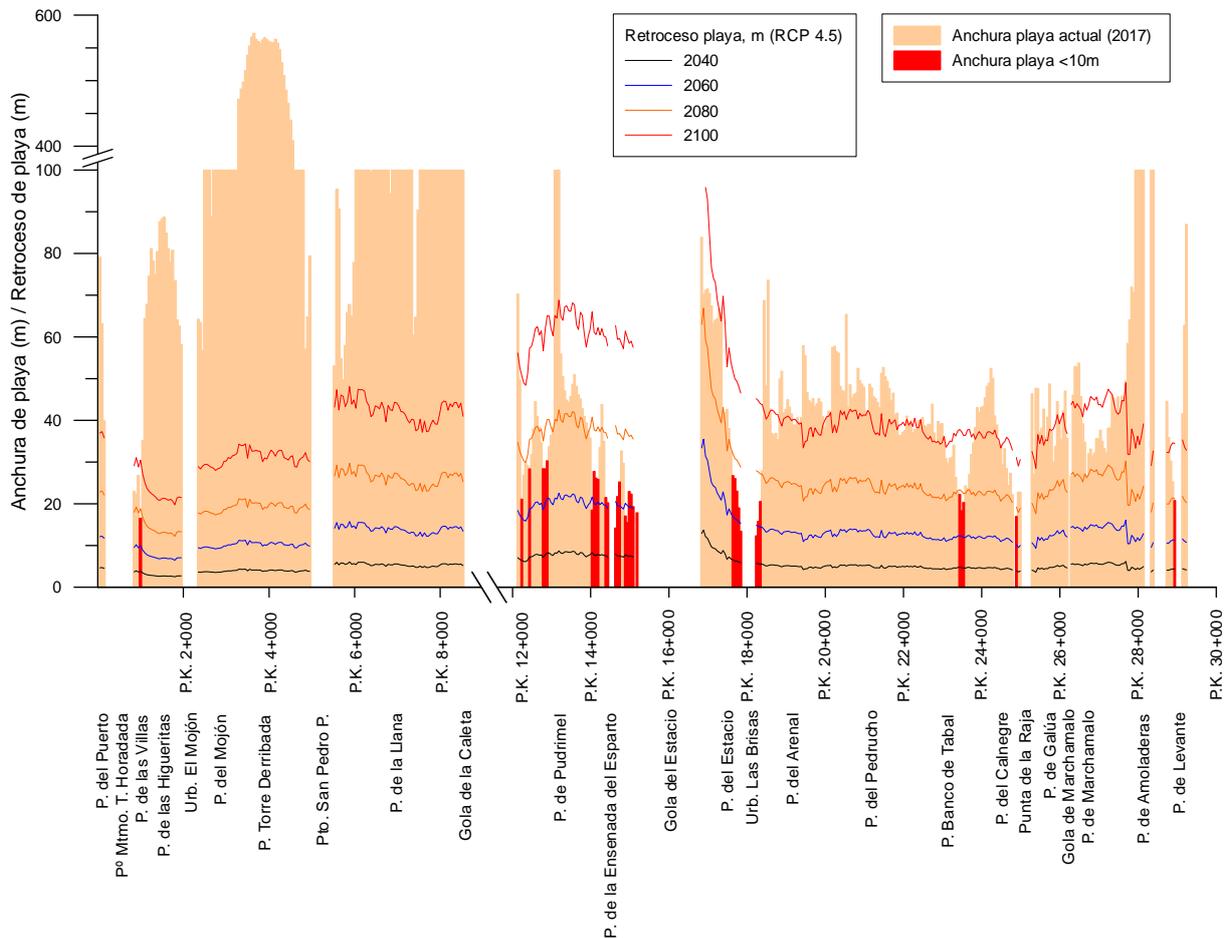


Figura 5.24: Anchura de playa y retroceso estimado en metros en 2060 para el escenario RCP4.5

**Año 2080, Escenario RCP4.5 (Figura 5.25):**

En 2080 el retroceso de la costa afecta a la práctica totalidad de la ensenada del Pudrimel y se extiende de manera generalizada por la mitad sur de La Manga, donde se concentrarán las pérdidas de playa en las playas del Estacio, Banco del Tabal, Calnegre y Marchamalo. La playa de Galúa se verá también afectada, así como la playa de Levante en toda la zona norte.

Por tanto, todo el frente de la playa de Las Villas y ensenada del Pudrimel deben ser objeto de actuaciones. También debe hacerse un estudio de actuación integral en las playas de la gola del Estacio.

**Año 2100, Escenario RCP4.5 (Figura 5.26):**

Los resultados para el horizonte temporal de 2100 son significativamente diferentes a 2080, debido a la aceleración de la subida prevista del nivel del mar en el periodo 2080-2100.

Como puede verse en la Figura 5.26, toda la mitad sur de La Manga pierde anchura hasta quedar por debajo del umbral de 10 m considerado como crítico en el presente Plan. También aparecen nuevas zonas de riesgo en la playa de la Liana, justo al sur del puerto de San Pedro del Pinatar. Por tanto, si no se hubiera actuado previamente habría que hacerlo en toda la costa desde la gola de la caleta, con un doble objetivo: tapan las fracturas hechas en La Manga y defender el resto de la costa como un tramo rígido o con grandes aportaciones de arena, que debieran ser periódicas.



CEDEX

# PLAN PARA LA PROTECCIÓN DEL BORDE LITORAL DEL MAR MENOR

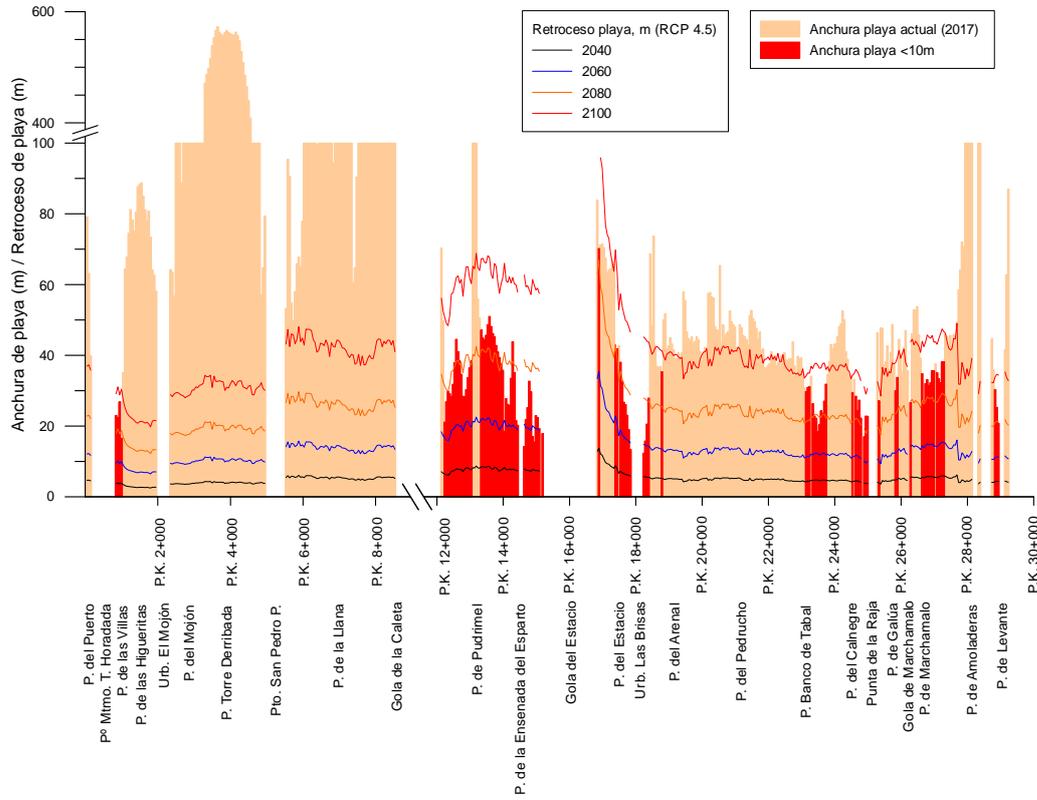


Figura 5.25: Anchura de playa y retroceso estimado en metros en 2080 para el escenario RCP4.5

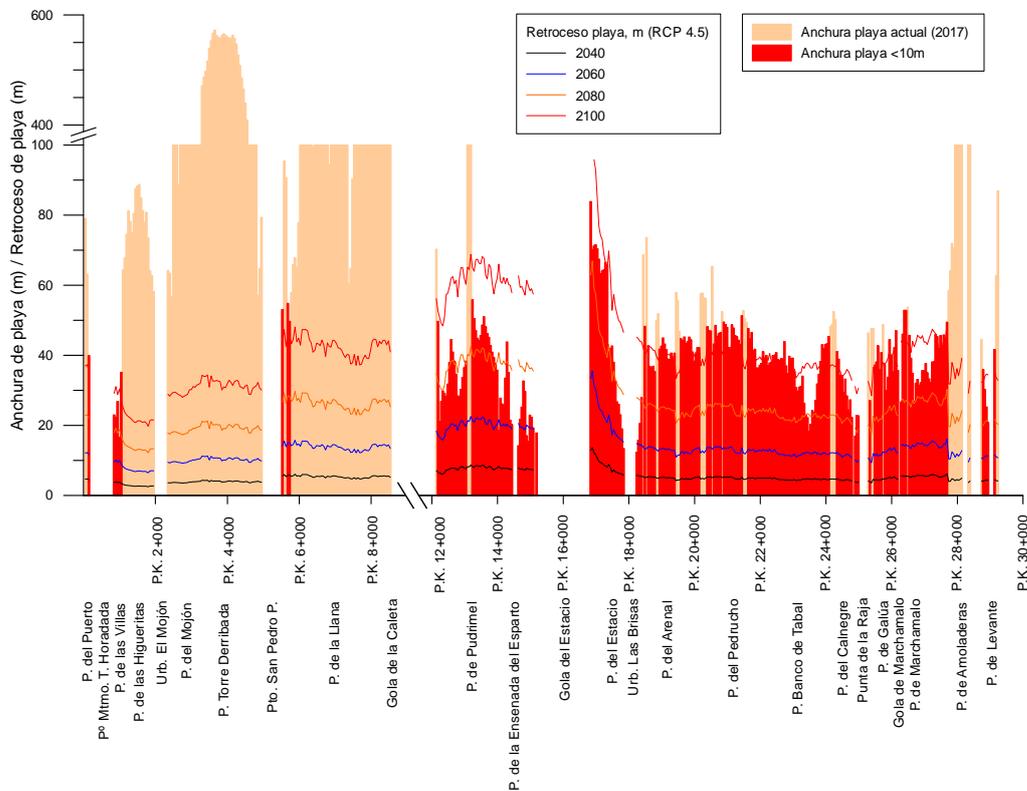


Figura 5.26: Anchura de playa y retroceso estimado en metros en 2100 para el escenario RCP4.5

### 5.3.2.2 Escenario de emisiones RCP8.5

Los resultados del cálculo en el escenario de emisiones alto muestran una tendencia similar a la observada en el apartado anterior en lo que respecta a las zonas más afectadas por la subida del nivel del mar, si bien con mayor número de tramos de costa afectados.

Año 2040 (Figura 5.27):

Las zonas más vulnerables se hallan en la ensenada de Pudrimel (playas de la Ensenada del Esparto y Pudrimel), especialmente en la primera de ellas que en su mayor parte quedaría con menos de 5 m de anchura. También la zona norte de la playa del Estacio puede verse afectada en un tramo importante.

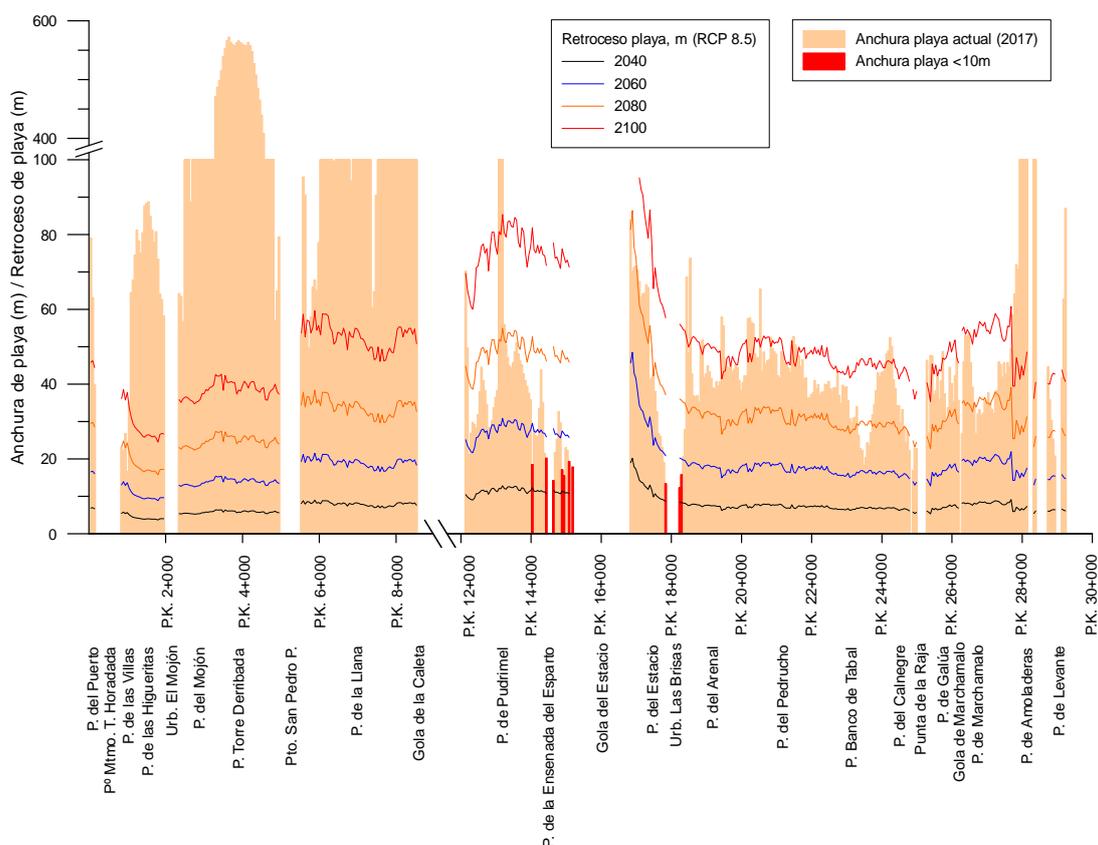


Figura 5.27: Anchura de playa y retroceso estimado en metros en 2040 para el escenario RCP8.5

2060, Escenario RCP8.5 (Figura 5.28):

Para 2060, una longitud importante de la playa de Las Villas podría prácticamente desaparecer. En toda la ensenada del Pudrimel, exceptuando su zona central, también podría desaparecer completamente la playa, salvo algunos puntos aislados. En la mitad sur de La Manga, se verán afectados numerosos tramos de las playas del Estacio, Banco del Tabal, Calnegre, Marchamalo y Levante.

2080, Escenario RCP8.5 (Figura 5.29):

En 2080 la playa de las Villas podría desaparecer totalmente, al igual que todas las playas de la ensenada del Pudrimel. Con respecto al tramo sur de La Manga, todas las playas se verán afectadas en mayor o menor medida. Solamente la playa del Pedrucho podría mantener algo de playa.



CEDEX

# PLAN PARA LA PROTECCIÓN DEL BORDE LITORAL DEL MAR MENOR

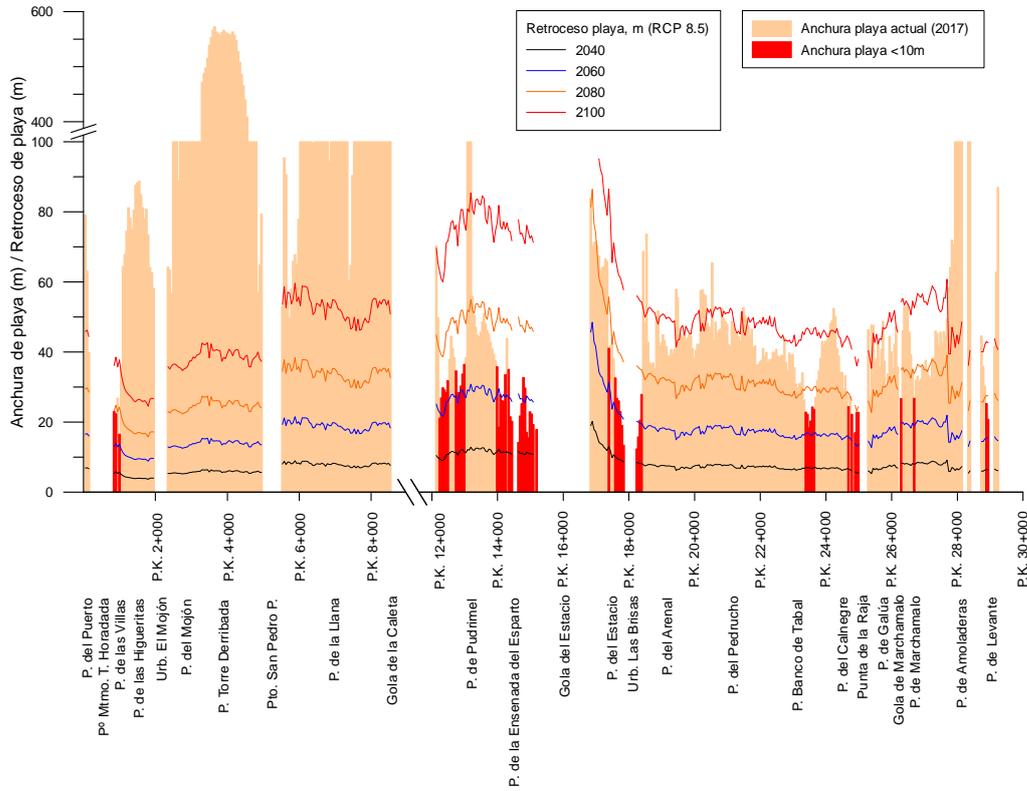


Figura 5.28: Anchura de playa y retroceso estimado en metros en 2060 para el escenario RCP8.5

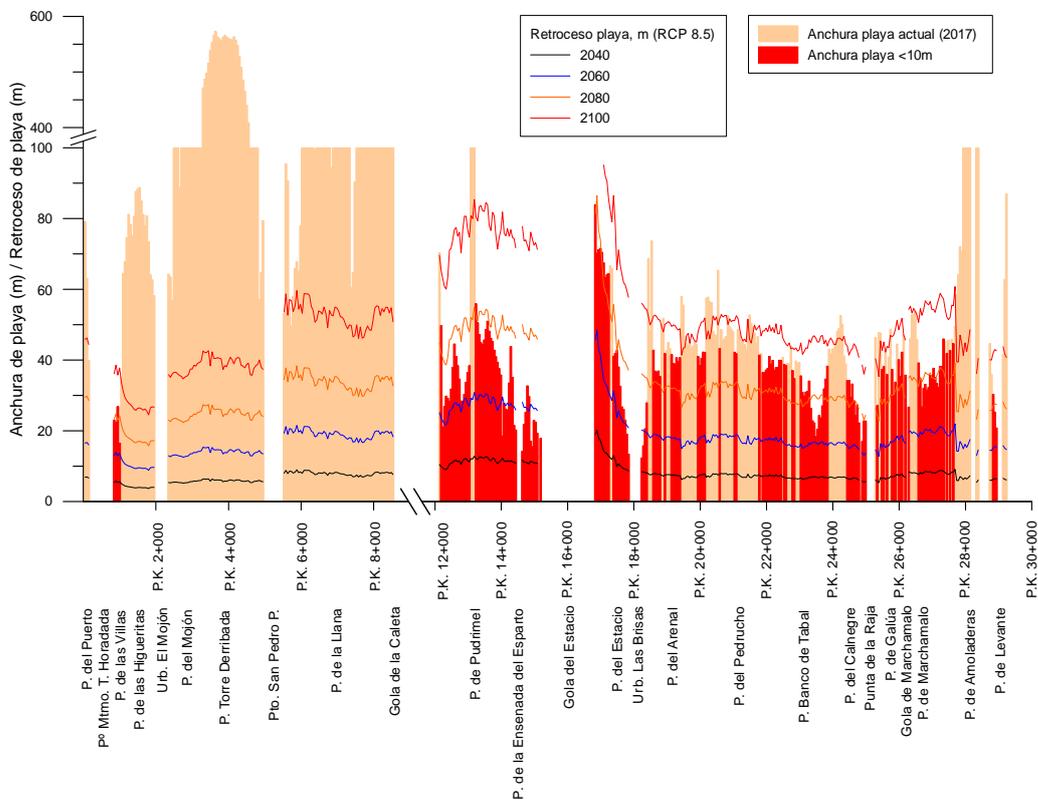


Figura 5.29: Anchura de playa y retroceso estimado en metros en 2080 para el escenario RCP8.5

**2100, Escenario RCP8.5 (Figura 5.30):**

La principal novedad en 2100 en este escenario de emisiones es que aparece la zona norte de la playa de la Llana. En el resto de playas afectadas por la subida del nivel del mar, la situación es de desaparición de prácticamente el 100% de los tramos de costa entre la ensenada del Pudrimel y la playa de Amoladeras.

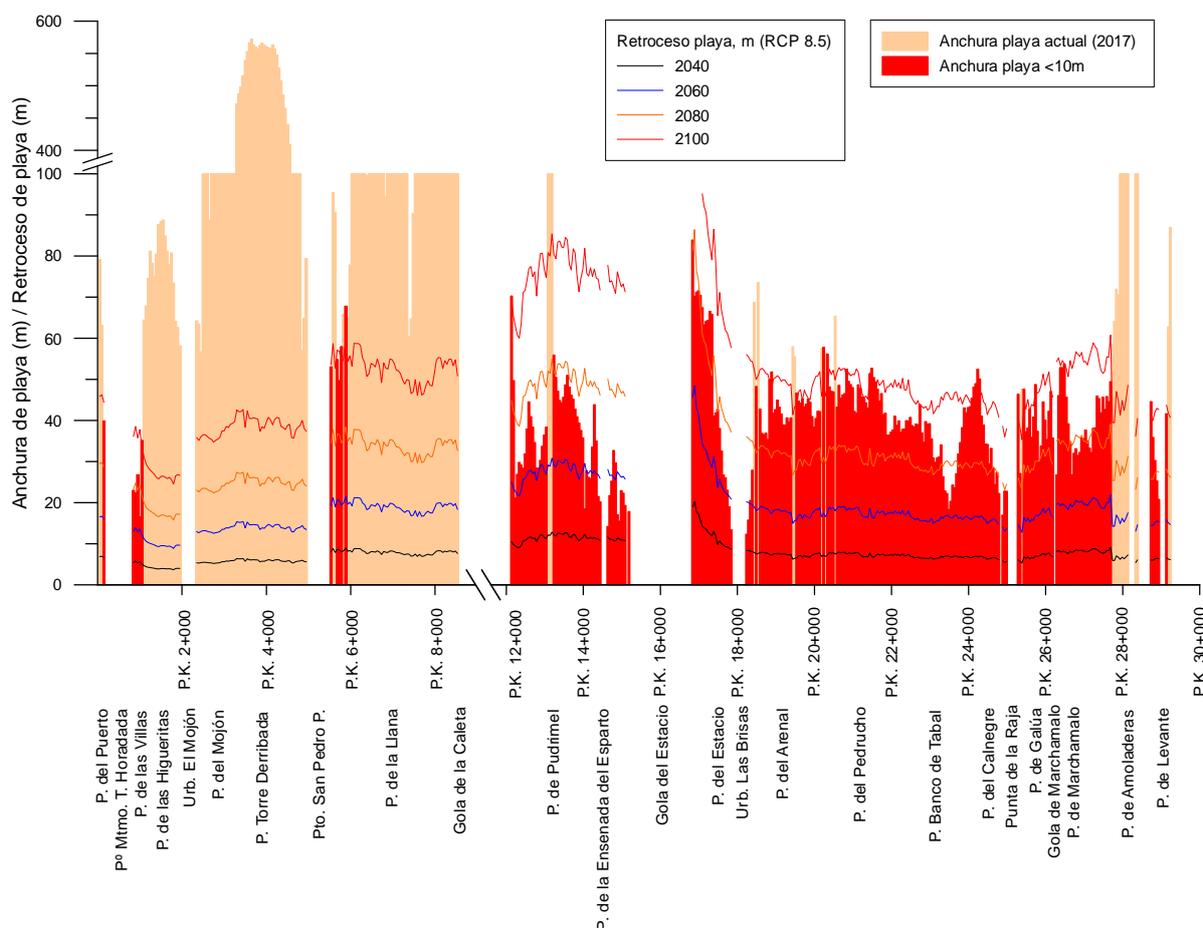


Figura 5.30: Anchura de playa y retroceso estimado en metros en 2100 para el escenario RCP8.5

**5.3.3 Efectos en la costa abierta semirrígida o rígida**

**5.3.3.1 Socavación**

Para la aplicación de la metodología descrita en el apartado 5.2.3 se deben seleccionar en primer lugar los tramos de estudio y definir sus características.

En la Tabla 5.4 se indican aquellos tramos semirrígidos actualmente vulnerables a socavación por tener un muro vertical. De ellos, el que se encuentra en una situación más desfavorable en la actualidad es el tramo semirrígido 4 ya que la cota de la berma sobre la que se asienta el muro se encuentra solo 1 m sobre el nivel del mar. La estimación de la socavación en muros se debería aplicar en toda la costa no flexible, actual y futura, pero ello excede el análisis realizado en el presente Plan debido las limitaciones comentadas en el apartado 5.2.3.2 para tramos de costas semirrígidos.



Con respecto a los tramos de costa rígidos, no se encuentran actualmente en riesgo de socavación.

Tabla 5.4. Resumen de los tramos semirrígidos y rígidos expuestos a riesgos de socavación

Zona	Tramo	Descripción	Características Estudio
Zona 1 B-2	Semirrígido 1	Playa Pudrimel	$d_0 = -1,0$ m $D_{50} = 0,30$ mm $m = 1,15\%$
Zona 1 B-2	Semirrígido 2	Playa de la Ensenada del Esparto	$d_0 = -1,2-1,3$ m $D_{50} = 0,30$ mm $m = 1,15\%$
Zona 1 B-2	Semirrígido 3	Playa de la Ensenada del Esparto	$d_0 = -1,8$ m $D_{50} = 0,30$ mm $m = 1,15\%$
Zona 1 C-1	Semirrígido 4	Urb. Las Brisas	$d_0 = -1-1,3$ m $D_{50} = 0,34$ mm $m = 2,44\%$

### 5.3.3.2 Rebase

En el apartado 5.2.4 se concluía que, en el ámbito del presente estudio, el riesgo de rebase se calculará únicamente en los tramos de costa rígidos, debido a las limitaciones de las distintas herramientas existentes en la actualidad para la estimación del rebase. Estas zonas rígidas se enumeran en la Tabla 5.3, donde también se indicaron los tramos vulnerables frente al impacto del rebase.

En este apartado se muestra, a modo de ejemplo, el resultado de aplicar la metodología descrita en el citado apartado en el primero de estos tramos (Tramo Rígido nº 2). Debido a que las características de los tres tramos son muy similares, los resultados obtenidos son representativos de la posible evolución del riesgo a lo largo de este siglo en la zona de La Manga.

Tabla 5.5 Tramos rígidos expuestos a riesgo de rebase

Zona	Tramo	Descripción	Tipo	Características Estudio
Zona 1 A-2	Rígido 2	Urb. Mojón	Escollera	Cota Paseo +2,5 m
Zona 1 B-2	Rígido 4	Playa Pudrimel	Escollera	Cota Paseo 2,5 m
Zona 1 B-2	Rígido 5	Playa de la Escollera de Levante	Roca	Cota Paseo 2,4 m

Propagación del oleaje a pie de la obra

Se tomó la serie temporal de oleaje del punto SIMAR 2080092, procedente de Puertos del Estado. Se seleccionaron los estados de mar cuya dirección de procedencia del oleaje esté comprendida entre los 27° (dique del Puerto Deportivo de Torre de la Horadada situado al norte) y 165° (Puerto de San Pedro del Pinatar).

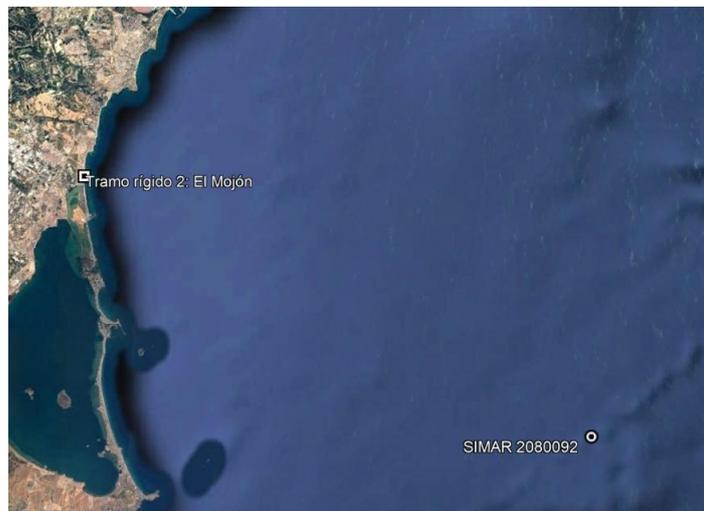


Figura 5.31: Localización del Punto SIMAR 2080092 y de la zona de estudio

Para la propagación del oleaje a la zona de estudio se ha tenido que variar la batimetría procedente de la Ecocartografía para tener en cuenta los bajos. El efecto de los bajos en la altura de ola y el periodo se ha estimado con la aproximación de Mahmoudi et al (2017).

Características de las variables que intervienen en la red neuronal:

Para estimar la profundidad a pie de la escollera hay que tener en cuenta la cota de cimentación respecto a la bajamar es la -1,5 m, la subida del nivel mar como consecuencia del cambio climático, la marea meteorológica y la sobrelevación debido al oleaje. El valor de diseño para la marea meteorológica no se ha tomado del informe REDMAR de Gandía, Figura 5.32.

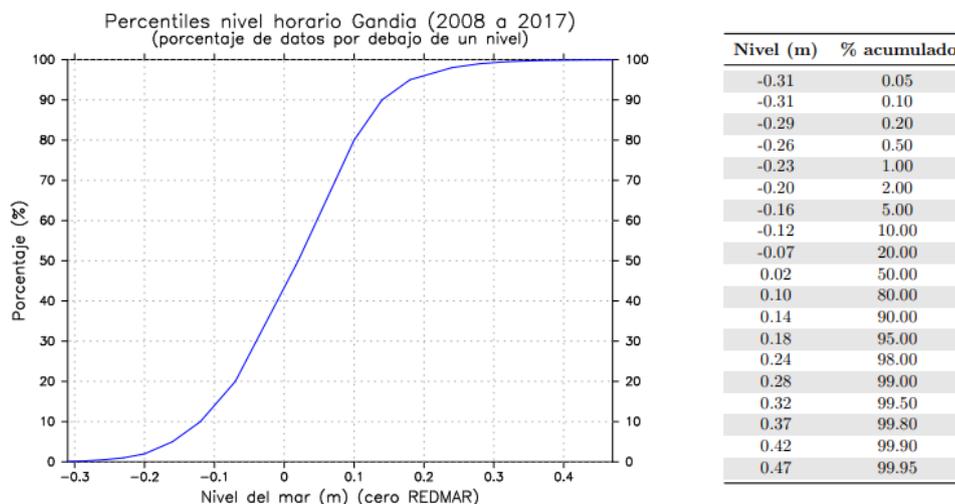


Figura 5.32: Distribución de frecuencias relativa acumulada, y tabla de percentiles a la derecha, respecto al cero REDMAR del Informe REDMAR de Gandía



De la figura anterior puede obtenerse que marea la marea meteorológica no superada más de 1,5% del tiempo es de 0,26 m respecto al cero REDMAR, según la Figura 5.32. El cero REDMAR se encuentra 0,14 m por encima del nivel medio del mar en Alicante NNMA, que es la referencia altimétrica de la batimetría utilizada, por lo que la marea meteorológica respecto al NMMA es de 0,40 m. Además de la marea meteorológica, se ha considerado una sobrelevación debida a la rotura del oleaje de 0,15 veces la altura significativa en aguas profundas. La suma de estos dos niveles se considerará en el francobordo del muro y de la berma de coronación de la escollera.

En la tabla siguiente se enumeran las variables de entrada de la red neuronal CLASH.

Tabla 5.6. Resumen de características de la red neuronal del CLASH

Variable	Descripción	Valor
$\beta$	Angulo de incidencia	Depende de cada estado de mar
h	Profundidad al pie de la escollera	1,5+(0,4+setup) + subida NM Depende de cada estado de mar
$H_{m0,t}$	Altura significativa al pie de la estructura	Depende de cada estado de mar
$T_{m-1,0,t}$	Periodo medio espectral a pie de la estructura	Depende de cada estado de mar
$h_t$	Profundidad de la banqueteta	Igual que h, porque no hay banqueteta
$B_t$	Ancho de coronación de la banqueteta	0, porque no hay
$\gamma_f$	Rugosidad/permeabilidad	0,5, por ser escollera
$\cot(\alpha d)$	Talud por debajo de la berma	2
$\cot(\alpha u)$	Talud por encima de la berma	2
$R_c$	Francobordo del muro	2,5-(0,4+setup) - subida NM Depende de cada estado de mar
B	Ancho de la berma	0, porque no hay
$h_B$	Profundidad de la berma	0, porque no hay
$\tan(\alpha B)$	Pendiente de la berma	0, porque no hay
$A_c$	Francobordo de la berma de coronación de la escollera.	1.1 -(0,4+setup) - subida NM 1.2 Depende de cada estado de mar
$G_c$	Ancho de la berma de coronación de la escollera.	2,2 m

### Obtención de las tasas de rebase de cada estado de mar mediante la red neuronal CLASH

En aquellos estados de mar en los que el CLASH advierte que no ha podido obtener un valor se calcula utilizando las fórmulas del EurOtop 2018, en función del tipo de estructura, obteniendo la serie temporal de la tasa de rebase.

#### Análisis del aumento de riesgo por rebase

Para el análisis del aumento de riesgo por rebase debido a la subida del mar en los dos escenarios y en los años seleccionados, se tomaron las tasas de rebase límites de la Tabla xx, seleccionando las correspondientes a “daño a personas referidos al paseo marítimo con visibilidad al mar”. Las tasas de rebase tolerables, que dependen a su vez de la altura significativa al pie de la estructura. A continuación se obtuvo el porcentaje de tiempo que se supera ese límite, ver Figura 5.33.

Los resultados muestran que en el Tramo Rígido 2: El Mojón, en el Escenario RCP4.5 se tiene que el porcentaje del tiempo que el uso del paseo se ve limitado por exceso de rebase es más de tres veces superior en 2060 que en el año de referencia 2020, de casi 9 veces más en 2080 y de 16 veces en 2100. En el caso del Escenario RCP8.5, que es más pesimista, esas cifras se elevan, siendo el porcentaje de más de cinco veces superior en 2060 que en 2020, de más de 12 veces en 2080 y casi de 19 veces en 2100.

Estos resultados son representativos de la posible evolución del riesgo a lo largo de este siglo en las otras zonas rígidas de La Manga.

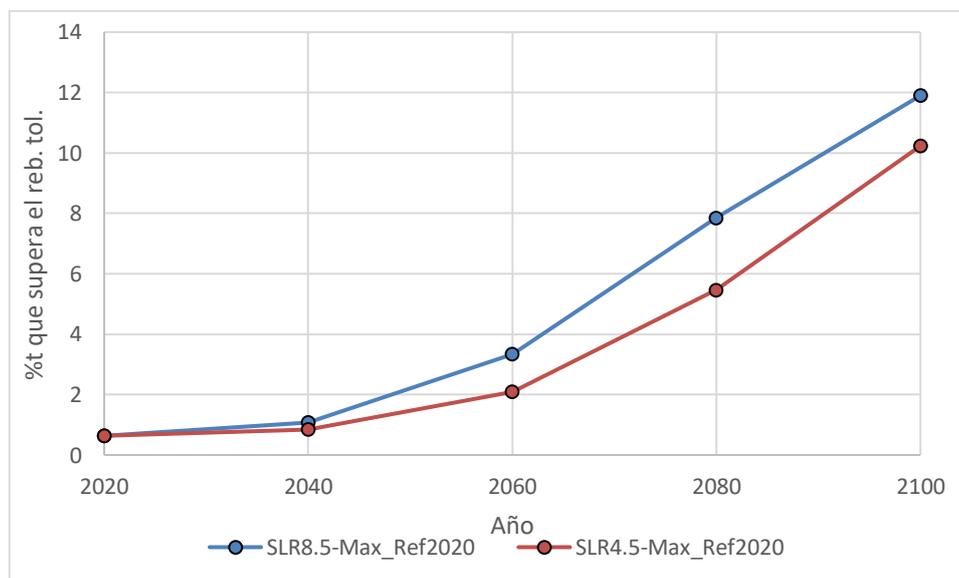


Figura 5.33: Porcentaje del tiempo que la tasa de rebase supera la tolerable considerando el daño en personas situadas en un paseo marítimo con visibilidad al mar. Se han considerado los dos escenarios y los años 2020 (referencia), 2040, 2060, 2080 y 2100

#### **5.3.4 Efectos en la costa interior (Mar Menor)**

El efecto de la subida del nivel del agua dentro del Mar Menor se ha considerado diferente al que se producirá en el mar Mediterráneo. Teniendo en cuenta que la dinámica marina es muy débil, no se ha aplicado la Regla de Bruun para conocer el retroceso de la línea de orilla, sino que se ha considerado que el principal impacto de la subida del nivel del mar será consecuencia de la inundación permanente del territorio. Fuera ya del presente Plan, deberán identificarse otros efectos en el medio físico que puedan producir impactos en el medio biológico.



Otro impacto relacionado con la subida del nivel del mar en la laguna, semejante al que produce un incremento del prisma de marea en un estuario, es el aumento de la cantidad de agua que penetrará a través de las golas de Marchamalo y el Estacio de forma proporcional al incremento de la superficie de agua mojada de los canales. En el caso de la gola de la Caleta, además, se podría expandir la abertura (“sección crítica”), aumentando inicialmente la capacidad de transferencia de agua entre el Mar Menor y el mar Mediterráneo. A largo plazo, sin embargo, la tasa de renovación podría incluso disminuir, al reducirse el gradiente de salinidad y temperatura, motores de intercambio de flujos, entre la laguna y el exterior (mar Mediterráneo).

Las posibles actuaciones para paliar este efecto son de dos tipos:

1. Permitir libremente la subida del nivel del mar dentro de la Laguna y actuar en las playas con las medidas de adaptación indicadas en el siguiente apartado.
2. Controlar la entrada y salida del agua mediante esclusas en todos los puntos de posible entrada y salida de agua.

Para conocer cuáles son los lugares afectados y tener una medida del impacto se han extraído dos áreas potencialmente inundables, correspondientes a las cotas +1 m y +2.5 m de una subida del nivel del mar respectivamente. La primera de estas áreas refleja una situación próxima a la que se considera pésima actualmente (0.61–1.10 m, rango probable en 2100 para el escenario RCP8.5, ver Figura 5.34 o IPCC, 2019). La Figura 5.35 muestra cómo las zonas potencialmente afectadas se confinan en una banda muy estrecha a lo largo del perímetro del Mar Menor, salvo en algunas zonas bajas, identificadas en la figura.

Mientras, la zona inundable a la cota +2.5 es simplemente un indicador de las zonas que podrían estar más expuestas en condiciones de temporal de oleaje o en caso de inundación de origen fluvial, debido a una reducción de la capacidad de drenaje del terreno, que a su vez es consecuencia de un menor gradiente hidráulico producido por la elevación del nivel del mar.

La Figura 5.35 muestra cómo toda la ribera continental del Mar Menor resultaría inundada, si bien la mayor superficie se sitúa en el entorno de las ramblas del Beal, Miranda y Albuñón, mientras que dicha superficie se estrecha en Los Nietos y Los Urrutias, así como Los Alcázares y Santiago de la Ribera. También la costa interior de La Manga estaría afectada de manera generalizada, especialmente en la Veneziaola y entorno de la gola del Estacio.



Figura 5.34: Zonas inundables en la ribera del Mar Menor, para la cota de inundación +1 m relativa al Nivel Medio del Mar en Alicante.



Figura 5.35: Zonas inundables en la ribera del Mar Menor, para la cota de inundación +2.5 m relativa al Nivel Medio del Mar en Alicante.



## 5.4 Resumen de resultados y alternativas de adaptación

### 5.4.1 *Resumen de resultados*

Las siguientes figuras resumen los resultados presentados a lo largo de este capítulo. En ellas se muestran los principales riesgos asociados al cambio climático en función del tipo de costa y el escenario de emisiones considerado.

Por un lado, para los tipos de costa rígido y semirrígido (T.R. y T.S. respectivamente en las figuras) se indica la importancia de los riesgos de socavación y rebase, teniendo en cuenta el análisis del apartado 5.3.1.

Por otro lado, para los tramos de costa flexible se muestra cómo influye el cambio climático en la erosión costera. Para ello, se presentan en intervalos de 20 años las fechas en que se ha estimado que se produce un retroceso de la orilla que deja una playa seca de menos de 10 m de anchura.

Tanto en la Figura 5.36, correspondiente a las zonas 1A y 1B, como en la Figura 5.37, correspondiente a la zona 1C se muestran los resultados correspondientes al escenario de emisiones RCP4.5 (panel izquierdo), y RCP8.5 (panel derecho).

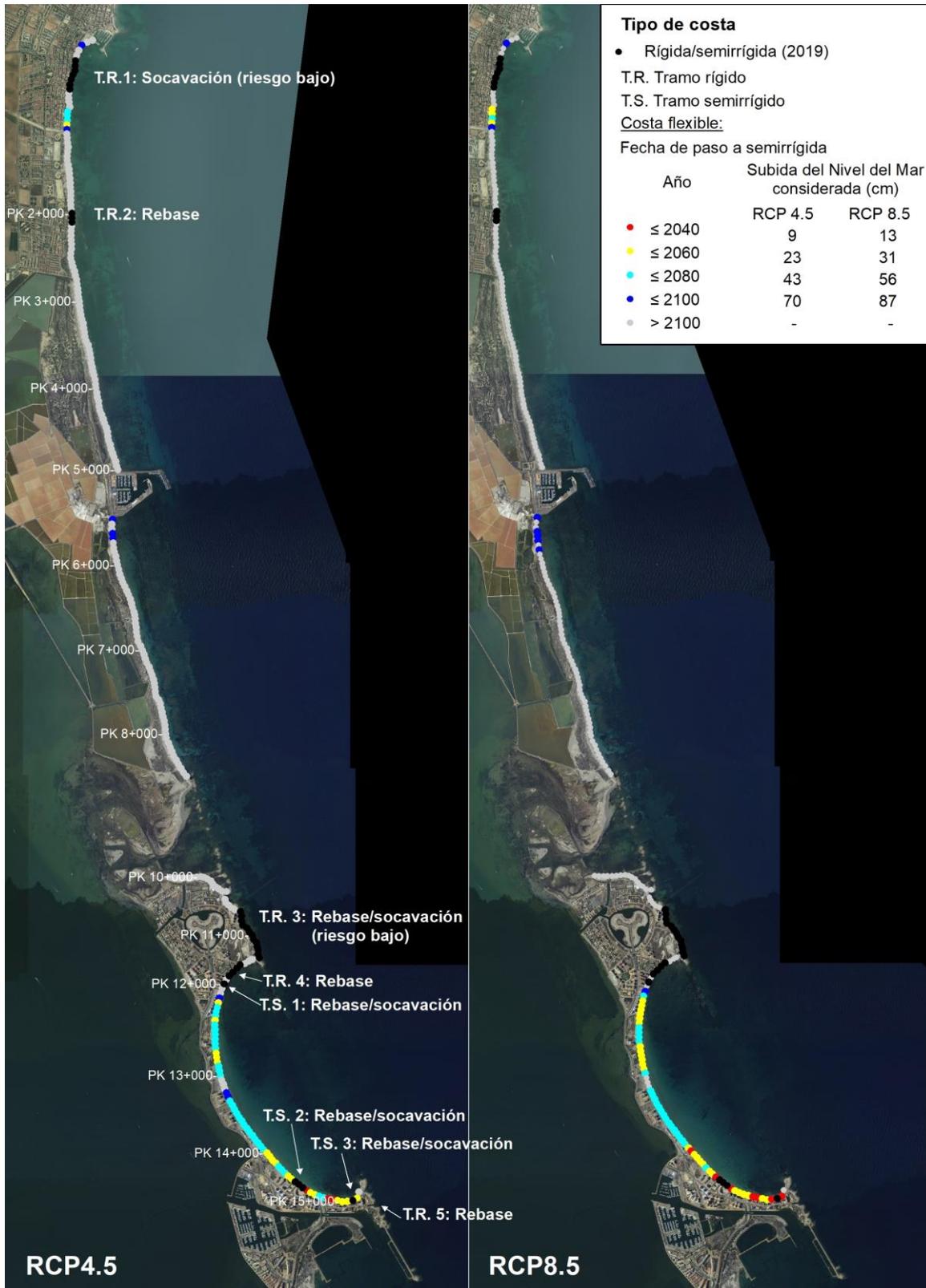


Figura 5.36. Principales riesgos del cambio climático en las zonas 1A y 1B, en tramos de costa rígidos, semirrígidos y flexibles y para los escenarios de emisiones RCP4.5 y 8.5

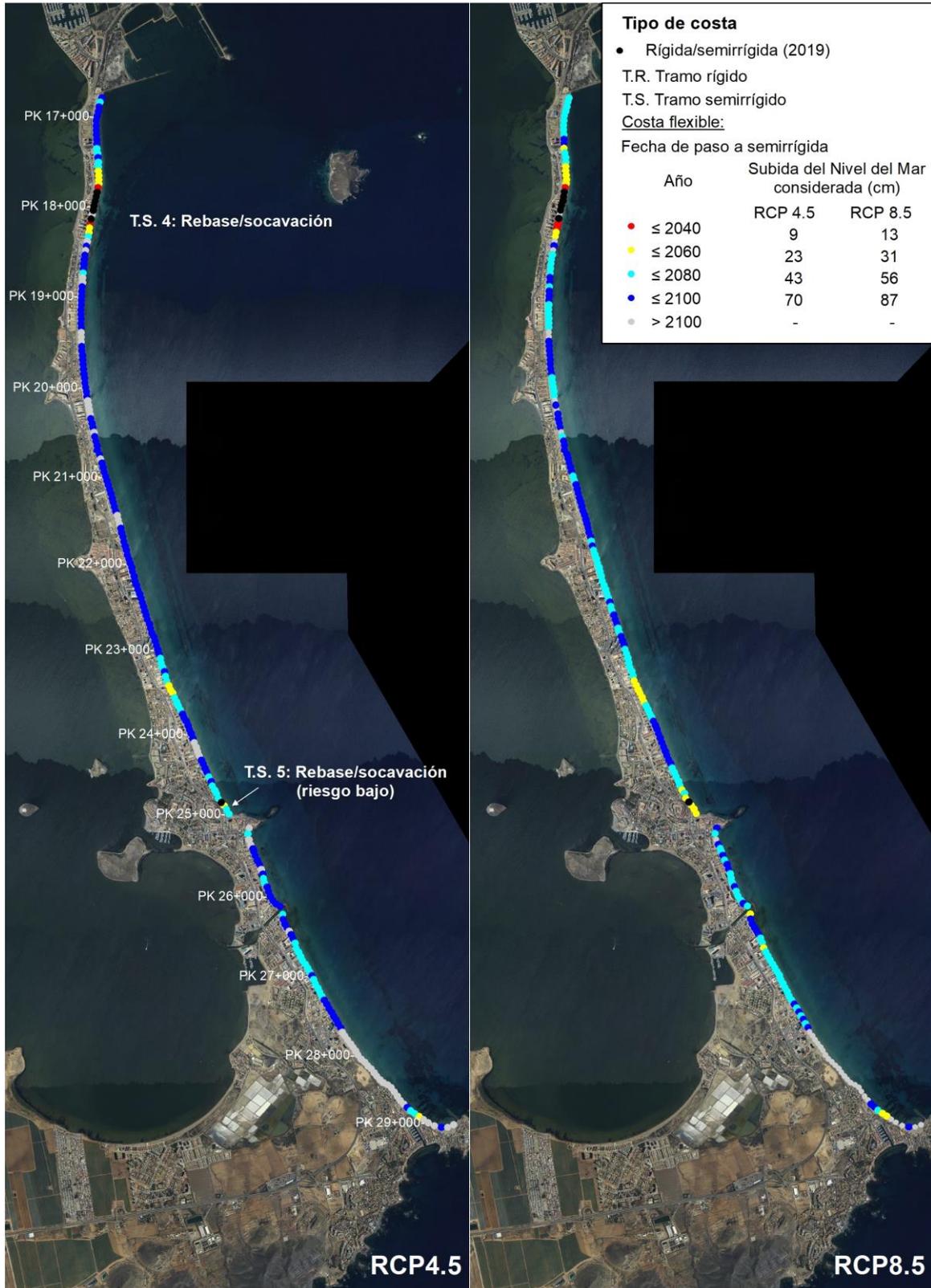


Figura 5.37. Principales riesgos del cambio climático en la zona 1C, en tramos de costa rígidos, semirrígidos y flexibles y para los escenarios de emisiones RCP4.5 y 8.5.



### 5.4.2 Alternativas de adaptación

En los tramos de costa rígida o semirrígida sería posible realizar distintas actuaciones, todas ellas enmarcadas dentro de las tres tipologías propuestas en la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático; estas son:

- 1) Protección (proteger la zona de riesgo)
- 2) Acomodación (se mantienen los elementos pero se adaptan sus usos)
- 3) Retroceso (abandono planificado de la zona)

La protección conlleva reducir los efectos negativos que se producen con el cambio climático, pero debe tener en cuenta que este tipo de actuación únicamente contribuye a paliar el problema pero no a remediarlo.

Para reducir la socavación, se puede tomar tres medidas, no excluyentes:

- a. Cambiar el elemento rígido, por ejemplo; pasando el paramento de vertical a en talud o inclinado.
- b. Proteger el pie del elemento rígido, mediante escollera, etc.
- c. Aporte de arena.

Para reducir los daños por impacto del oleaje sobre las estructuras se pueden tomar las siguientes medidas:

- a. Cambiar la inclinación del paramento, teniendo en cuenta que al hacerlo también se puede variar la capacidad de rebases del oleaje.
- b. Aumentar la capacidad resistente de la obra rígida.
- c. Poner paramentos absorbentes.

Finalmente, para reducir el riesgo de rebase e inundación caben dos posibilidades de protección:

- a. Elevar de cota el elemento rígido
- b. Variar las características del paramento

La acomodación conlleva el cambio de usos del trasdós, que en determinadas condiciones pueden realizarse; en este caso, se estaría dentro de la misma estrategia que el siguiente punto: Retranqueo o retroceso.

El retroceso o retranqueo en todos los casos obliga a las entidades locales y autonómicas a llegar a un acuerdo para la elaboración de planes generales urbanísticos.

Tal como se ha expuesto en el apartado 5.2.2, la evolución esperable de los tramos flexibles en ausencia de medidas de adaptación consiste básicamente en el retroceso de la línea de orilla. Por ello, en este tipo de costas se considera más viable la opción de protección, si bien también puede esperarse hasta que se alcance un umbral de actuación. Por tanto, las posibles medidas de adaptación son:

- 1) No actuar, dejando que la naturaleza actúe libremente, asumiendo la pérdida de playa, hasta que se alcance un umbral de erosión de intervención. La definición de los umbrales de intervención deberá basarse en estudios de riesgos y análisis del tipo coste-beneficio.
- 2) Protección, mediante el aporte de sedimento que compense la pérdida de anchura de playa y de elevación de la berma.

## 6. EVOLUCIÓN DE LA COSTA

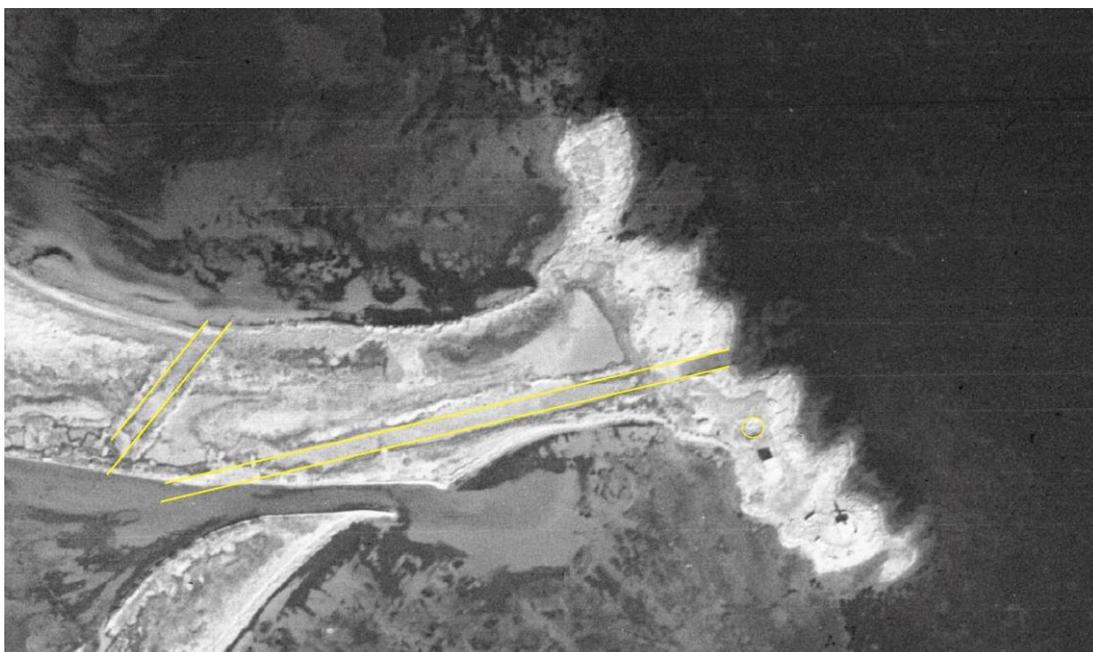
Este capítulo está dedicado a analizar la evolución histórica (antigua y reciente) que se ha ido produciendo en las costas de La Manga y el Mar Menor a lo largo del tiempo, para seguidamente presentar los problemas que se han detectado en sus distintas playas.

La evolución histórica, en este caso es bastante simple, ya que en la zona no se han producido grandes transformaciones hasta el comienzo de la urbanización de la costa. Esta fecha es sin duda posterior al año 1956, primero en el que se tiene una serie fotografías aéreas de calidad suficiente para analizar su evolución, especialmente en La Manga, ocupada desde los años 60 del siglo XX.

### 6.1 Evolución histórica

El exterior de La Manga y el Mar menor son dos sistemas litorales dependientes que han permanecido libres de la acción humana hasta la segunda mitad del s.XX. Únicamente cabe citar la transformación de los fondos de la laguna donde se ha ido vertiendo sedimentos de la actividad humana desde el periodo romano, o anterior.

Solamente se veían alteradas las entradas y salidas de agua, golos y canales, por la dinámica exterior de La Manga. Desde este punto de vista los primeros canales detectados pueden ser dos, en el Estacio (señalados son líneas amarillas en la Figura 6.1), que pudieron pertenecer a una explotación portuaria del Mar Menor en la antigüedad, hoy no solamente cegados sino desaparecidos en su gran parte; salvo el arranque de uno de ellos, de 20 m de anchura y 62 de profundidad.



*Figura 6.1: Antiguos canales de entrada en la zona del Estacio (Foto de 1945; Fuente: Instituto Geográfico Nacional)*

Estos dos canales ya no eran visibles en el siglo XVII. Entonces existían tres golos como se aprecia en el mapa de Texeira de 1634 Figura 6.2). Un siglo después, en la carta náutica de Tofiño de 1789, solamente estaba operativa la gola de la Caleta, más al norte (Figura 6.2), entonces de la Encañizada.

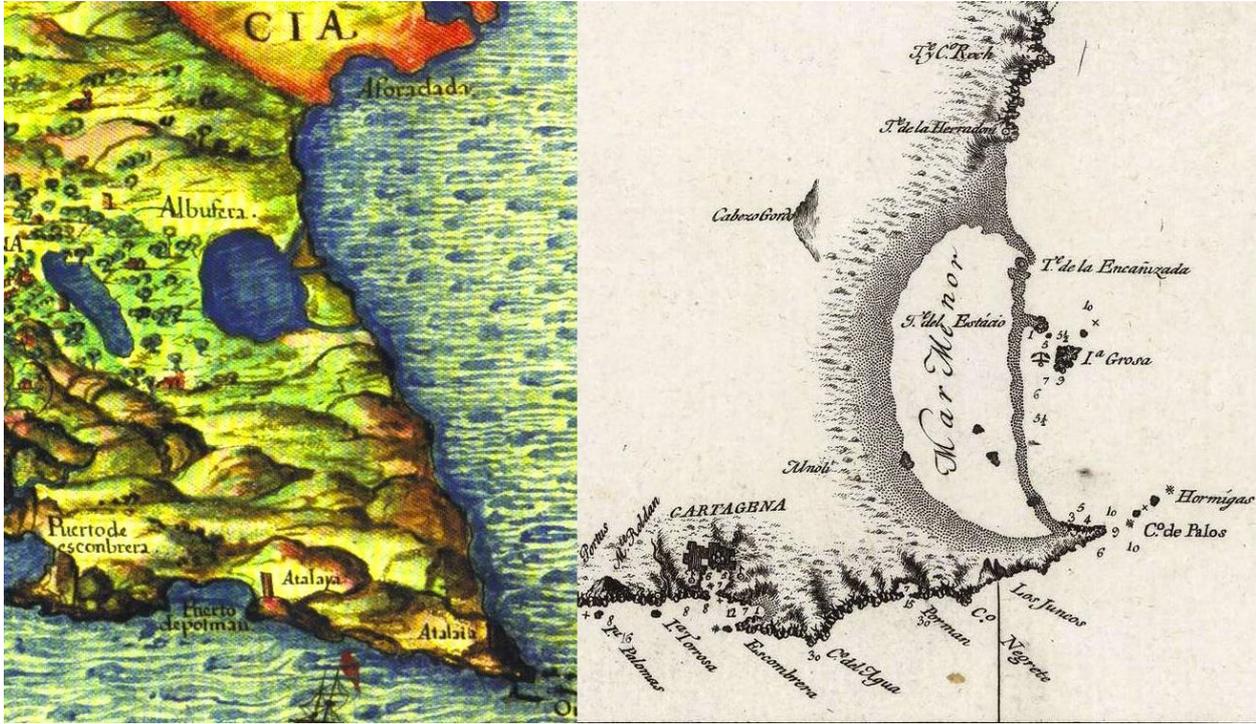


Figura 6.2: Mapa de Murcia de Texeira de 1634 (izquierda) y del Mar Menor de Tofiño de 1789 (derecha)

Esta situación se mantendría a comienzos del siglo XIX, donde una carta náutica del año 1817 (Figura 6.3) refleja la misma gola llamada entonces de la Encañizada, con los diferentes brazos.

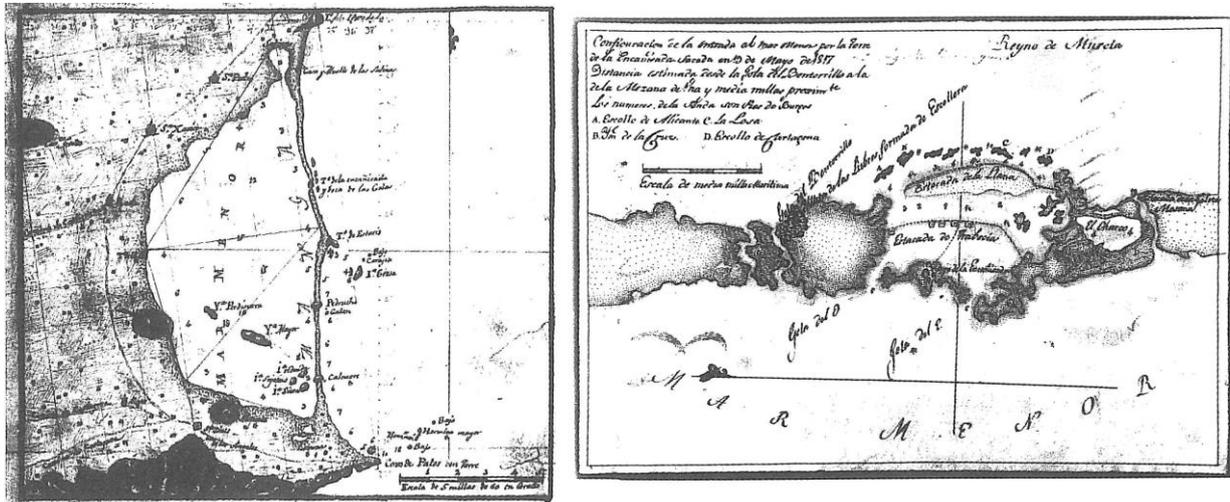
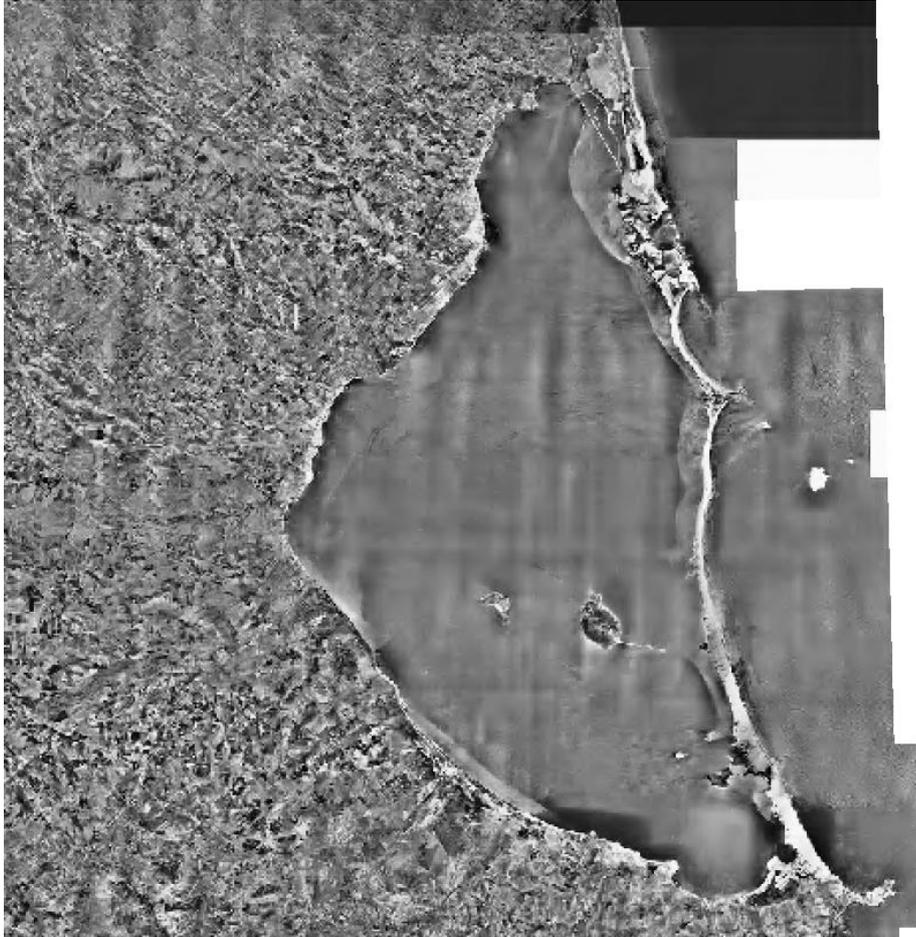


Figura 6.3: Carta náutica del Mar Menor (izquierda) y detalle de la gola de la Encañizada (derecha) de 1817 (Fuente: Museo Naval de Madrid)

El principal cambio en los canales de acceso al Mar Menor se aprecia en la carta náutica de 1876 (Figura 2.122), que ya reflejaba las tres golas actuales, aunque la de Marchamalo se hallaba cegada. La gola del Estacio se abrió artificialmente por el lado sur del tómbolo para aprovechar la protección que da el frente rocoso del Estacio. La gola de Marchamalo también debe tener un origen artificial ya que no aparece en la cartografía de finales del siglo XVIII e inicios del XIX.

Estas nuevas aberturas o golas debieron hacer más intenso el intercambio y entrada de agua del mar Mediterráneo con los consiguientes cambios físicos y biológicos que debieron engendrar. Aparte de estas circunstancias no se produjeron cambios significativos en la costa, como puede apreciarse en la fotografía aérea de 1936 (Figura 1.1). El estado final en que se encontraba la costa del mar menor y La Manga antes de que empezaran a producirse los grandes cambios en su uso y transformaciones de la costa es el que muestran las fotografías aéreas del vuelo americano de 1956 (Figura 6.4).



*Figura 6.4: La Manga y Mar Menor en las fotografías de 1956 (Foto: Instituto Geográfico Nacional-IGN)*

## **6.2 Evolución reciente**

A partir de 1956 se fue produciendo una serie de transformaciones en los usos del suelo de la franja litoral como en la línea de orilla. Para poder comparar la evolución que se ha ido realizando a lo largo del tiempo, se debe disociar las transformaciones que artificialmente se han realizado, con una meta urbanizadora, de las que la naturaleza ha ido realizando como reacción a la actividad humana y de los agentes climáticos. Para ello, inicialmente se ha detectado las transformaciones antrópicas comparando el estado inicial de 1956 con el que presentaba esta costa en 2016, usando para ello el vuelo del PNOA-Instituto geográfico Nacional.

Una vez detectadas se ha retrocedido en el tiempo para encontrar el vuelo fotogramétrico más antiguo que contuviese estas transformaciones y, a partir de él realizar planos de evolución de la costa para detectar las variaciones que se han ido produciendo en La Manga y en determinados tramos del Mar Menor con problemas y presión urbana importante (Apartado 2.5)

### 6.2.1 Transformaciones 1956-2016

Se han analizado las transformaciones más significativas detectadas entre 1956 y 2016, 60 años. Para ello se ha dibujado las diferentes zonas acumulada y erosionada usando como base las ortofotos de 1956 y 2016. Una vez dibujadas se han calculado las superficies ( $m^2$ ), que ocupa cada tipo, marcándose con colores diferentes para facilitar su interpretación y presentándolas a mayor escala por tramos para poder localizarlas. En las zonas en las que hay cambios producidos por construcción de infraestructuras se ha marcado la zona con un recuadro y las cantidades representan la suma de cada tipo.

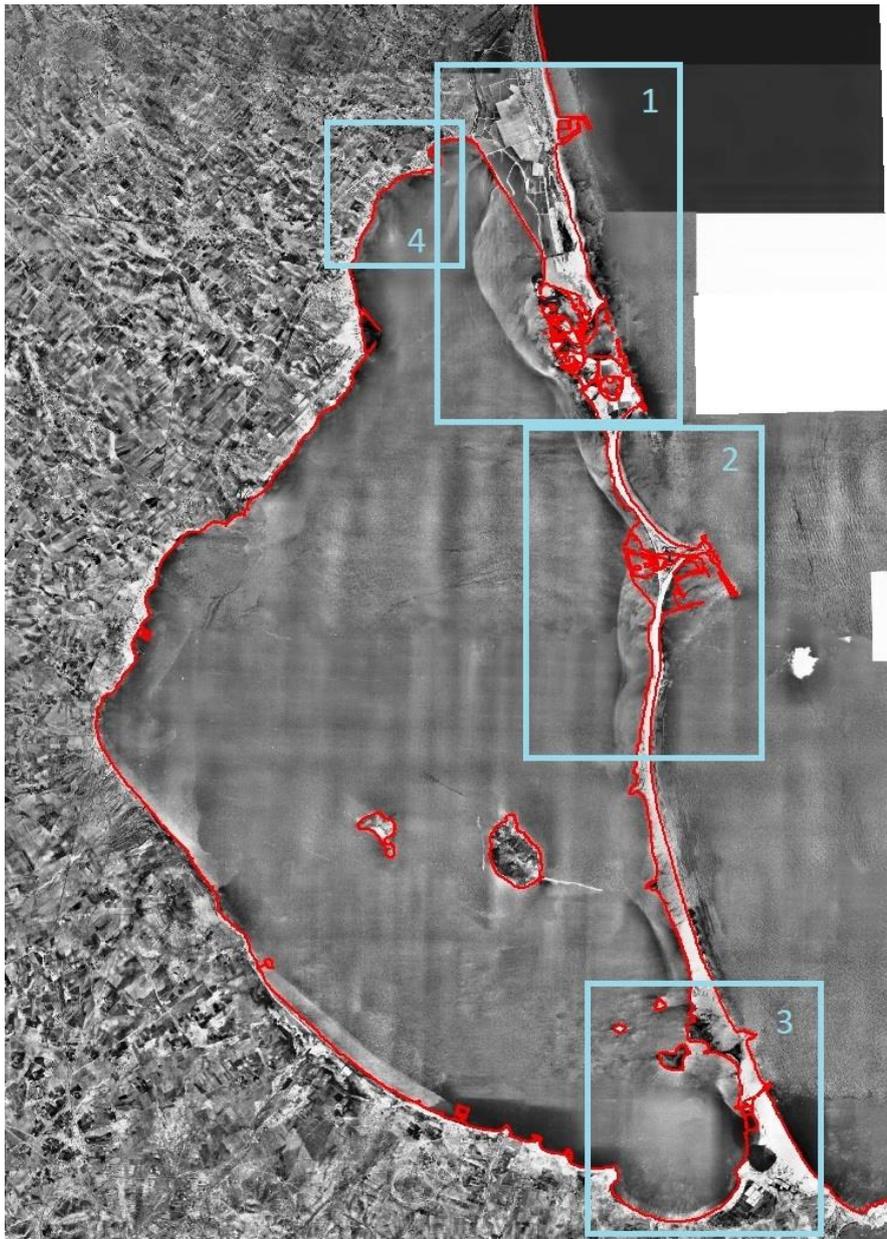


Figura 6.5: Ortofoto de 1956 y línea de costa de 2016 en rojo y zonas de comparación ambas (Foto: IGN)

El primer tramo analizado es el norte de La Manga (Figura 6.6). Si se elimina la superficie ganada por el puerto de San Pedro del Pinatar, da una pérdida total de superficie de  $145.537 m^2$  y unas

ganancias de 356.508 m<sup>2</sup>, esto es; se incrementaron 210.971 m<sup>2</sup> (3.516 m<sup>2</sup>/año). Acumuladas especialmente en toda la gola de la Caleta que se ha visto mermada su capacidad a favor de las otras dos golas artificialmente abiertas.

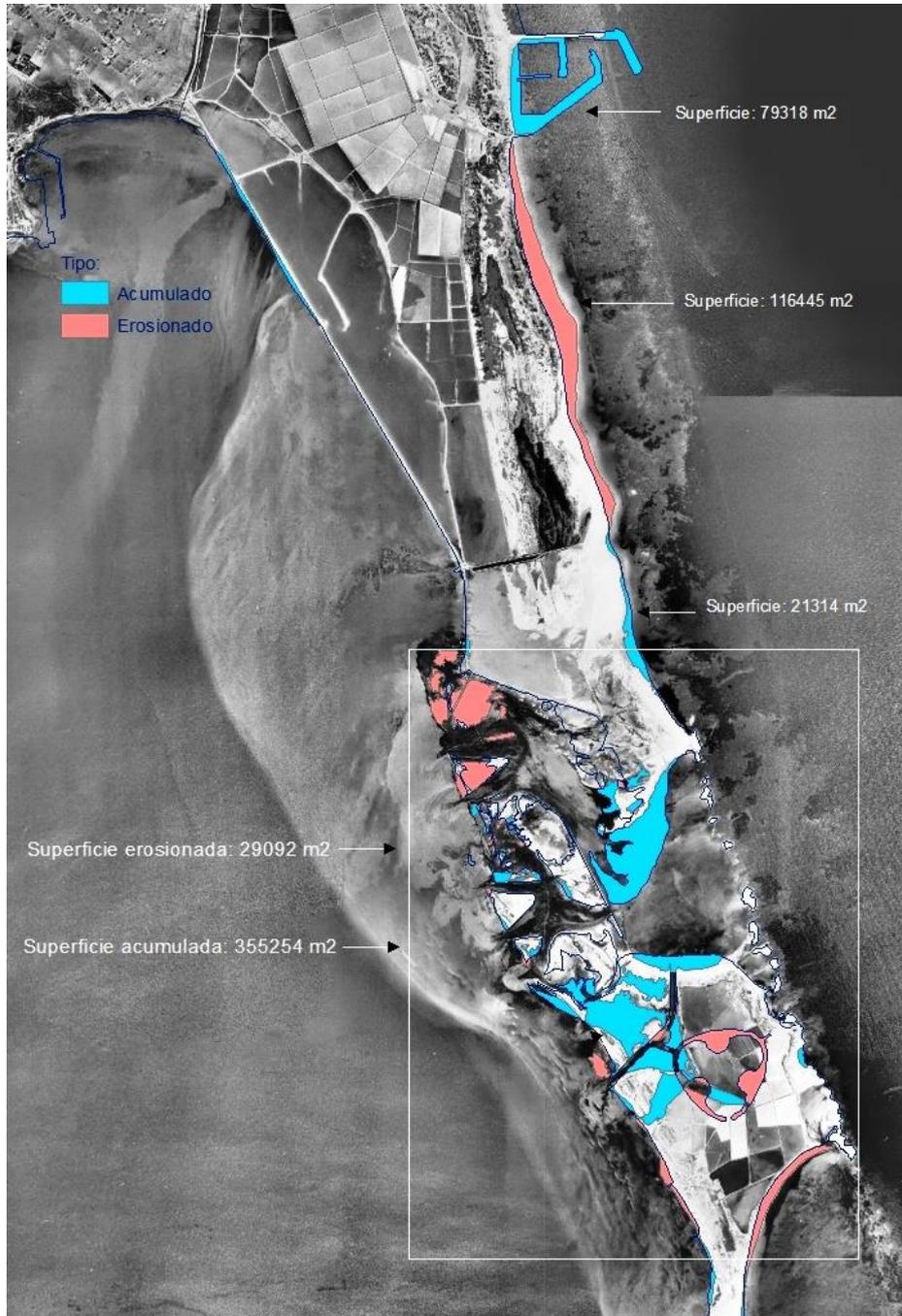


Figura 6.6: Comparación de la costa de los tramos 1A y B y 2A entre 1956 (Foto) y 2016, (Foto: IGN)

El siguiente tramo, 2, corresponde al entorno de la punta del Cocedor, Estacio, donde las transformaciones debidas a la acción humana urbanizadora han sido de un tamaño enorme (Figura 6.7). La pérdida de superficie en la ensenada norte, del Esparto, es de 228.225 m<sup>2</sup>, concentrada en los dos extremos. En su trasdós del Mar menor se ha producido un aumento de

superficie de 33.168 m<sup>2</sup>. En el entorno de la gola del Estacio, los incrementos de superficie son espectaculares: 707.704 m<sup>2</sup>. Al sur los movimientos de tierra dan un balance negativo de 14.300 m<sup>2</sup>.

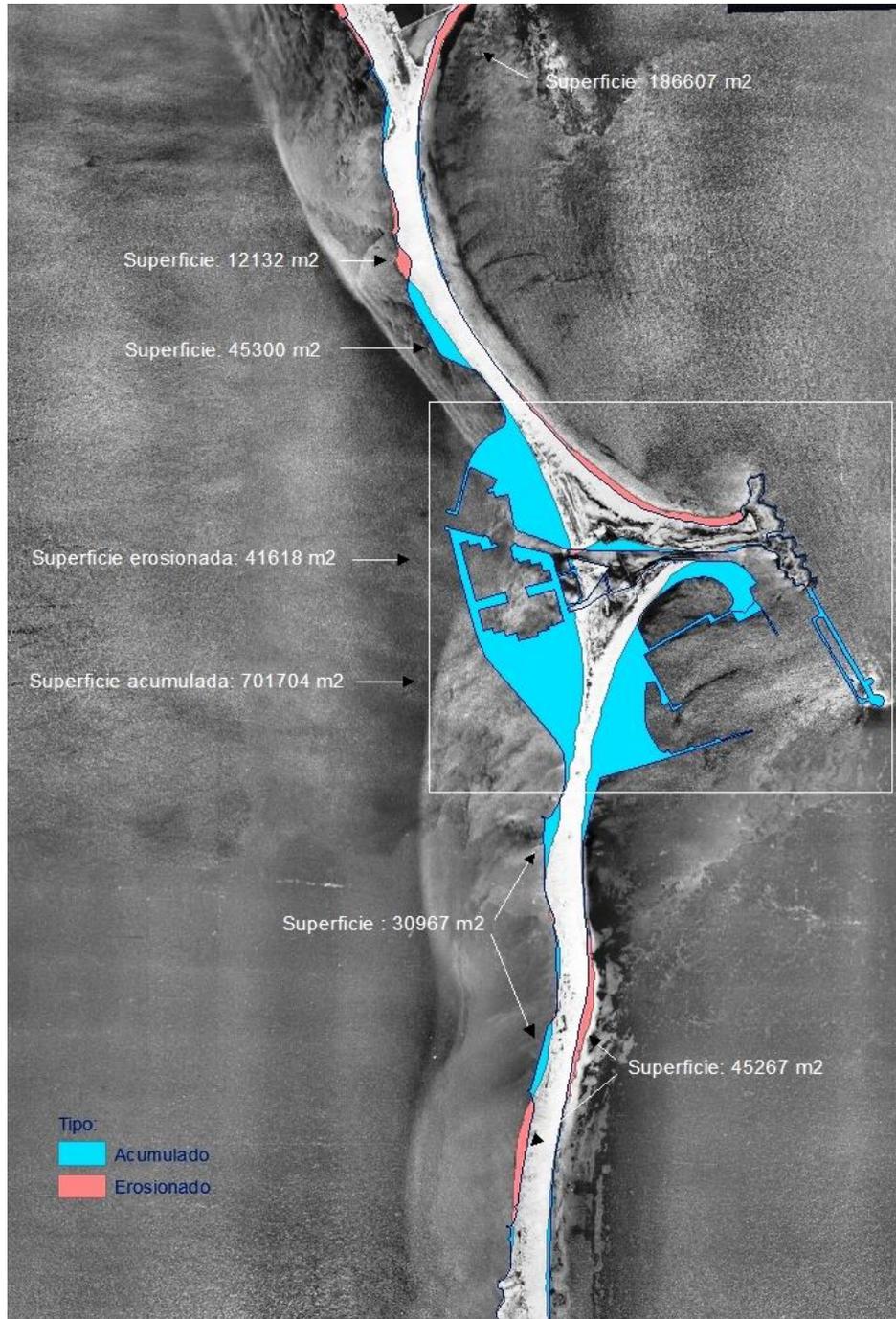


Figura 6.7: Comparación de la costa en torno a la punta del Cocedor, Estacio, entre 1956 (Foto) y 2016, (Foto: IGN)

En la zona sur de La Manga, 3<sup>er</sup> tramo, se han producido también grandes transformaciones de su morfología inicial de 1956 (Figura 6.8) alterando la forma del pie sur de La Manga. Las

pérdidas son debidas a la abertura artificial de la gola de Marchamalo y los aumentos de superficie se sitúan en 355.254 m<sup>2</sup>. También es significativo, aunque en pequeña cantidad los incrementos de superficie de las playas exteriores, con muy pocas zonas con pérdidas muy pequeñas.

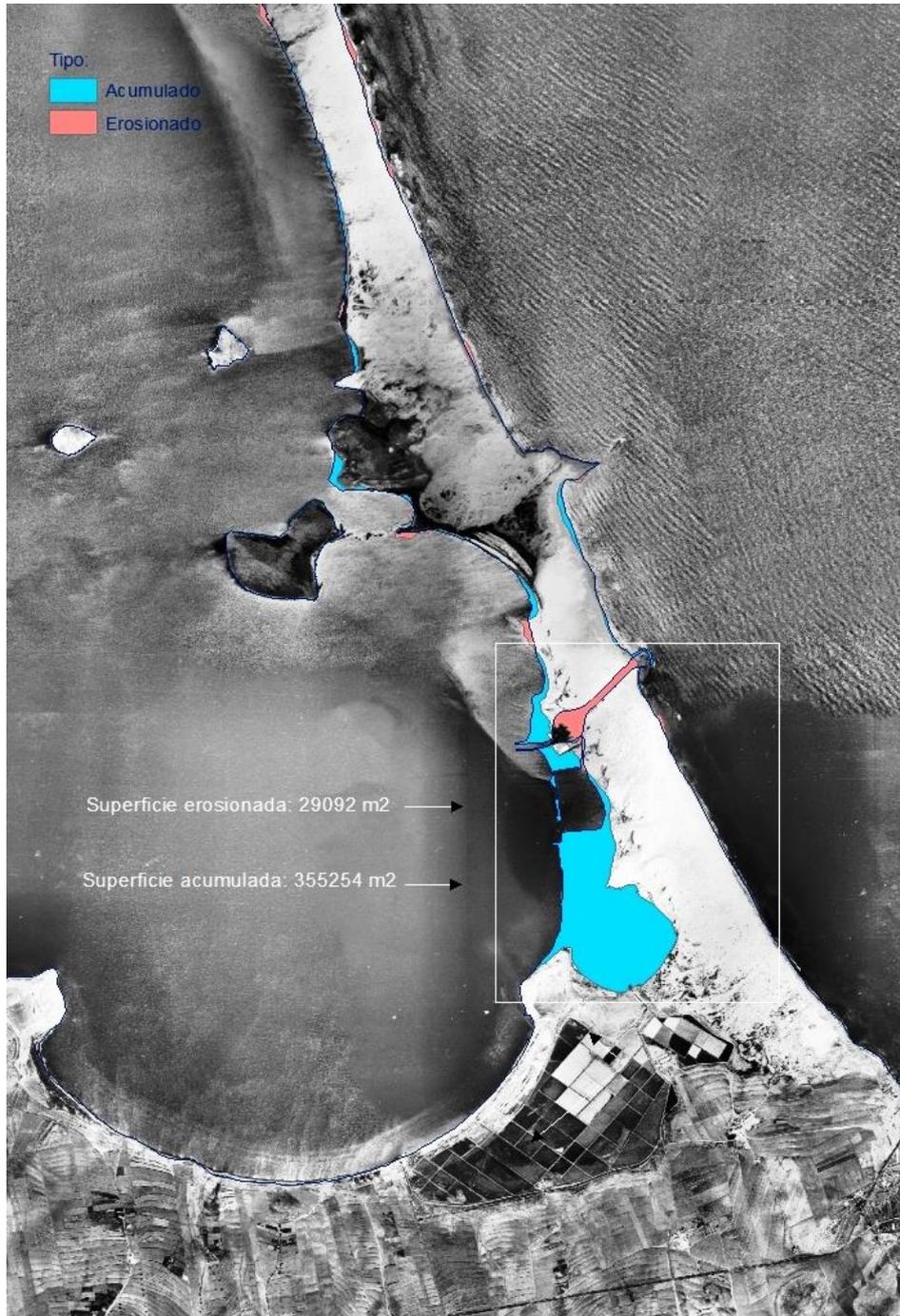


Figura 6.8: Comparación de la costa sur de La Manga, entre 1956 (Foto) y 2016, (Foto: IGN)

El último de los tramos, 4, estudiado por la grandes transformaciones que el urbanismo ha provocado en la costa del Mar Menor. La zona en concreto está a caballo entre San Pedro del

Pinatar y San Javier en lo que es hoy las playas del Castillico, en San Javier, y la Puntica, en San Pedro del Pinatar (Figura 6.9).



Figura 6.9: Comparación de la costa de las playas del Castillico, en San Javier, y la Puntica, en San Pedro del Pinatar, entre 1956 (Foto) y 2016, (Foto: IGN)

La superficie ganada al Mar Menor es de 29.639 m<sup>2</sup> y unas ligeras pérdidas de 372 m<sup>2</sup> en la reordenación artificial que supuso la transformación de la costa. Estos cambios se produjeron entre el año 1998 y 2003, por lo que en estos lugares no pueden estudiarse correctamente la evolución de la costa y solamente se puede hacer una vez transformada.

### 6.2.2 Evolución de las playas

El estudio reciente de las playas se ha realizado en los puntos más conflictivos del Mar Menor, indicados ya en el apartado 2.5, siendo éstos (Figura 6.10):

- 1- Islas Menores
- 2- Los Nietos

- 3- Los Urrutias
- 4- San Javier-San Pedro del Pinatar



Figura 6.10: Ortoimagen de 2016 del Mar Menor y La Manga con los lugares donde se ha analizado su evolución (Foto: IGN)

#### 6.2.2.1 Tramo Islas Menores

Se ha analizado la evolución de la playa de Islas Menores en dos periodos, entre 1995 y 2016 (Figura 6.11) y entre 2004 y 2016 (Figura 6.12). Con ello se pretende observar la tendencia en un largo periodo y si esa se mantiene con respecto a la observada en un periodo de tiempo más corto y reciente.



Figura 6.11: Variaciones en la playa de Islas Menores entre 1995 y 2016 (Foto: IGN)



Figura 6.12: Variaciones en la playa de Islas Menores entre 2004 y 2016 (Foto: IGN)

La zona más occidental de la playa, entre los dos puertos deportivos, ha basculado hacia el este en el periodo comprendido entre 1995 y 2016 (Figura 6.11), Puerto de Mar de Cristal; con un crecimiento cercano a 8 m, mientras la zona de playa pegada al Puerto de Islas Menores ha disminuido en la misma proporción con un retranqueo máximo de 8,34 m. Lo que supone algo menos de 0,4 m/año máximo (erosión y acreción). Esta tasa se ha reducido en el periodo comprendido entre 2004 y 2016 (12 años) (Figura 6.12); dando un valor de acreción máxima de 0,14 m/año y de erosión máxima de 0,3 m/año; aunque la zona de depósito se ha incrementado.

La zona más oriental de la playa, al oeste del Puerto de Islas Menores ha sufrido en mismo efecto anterior, pero más acusado. Entre 1995 y 2016 (Figura 6.11) la sombra del puerto ha hecho crecer la anchura de playa pegada a él en una cantidad máxima de 12,76 m; lo que supone una tasa anual de 0,6 m, y un retroceso máximo de 10,21 m en el lado opuesto de la playa; lo que da una tasa erosiva máxima de cerca de 0,5 m/año. Estas tasas se reducen en el periodo comprendido entre 2004 y 2016 (12 años) (Figura 6.12); dando un valor de acreción máxima de 0,20 m/año y de erosión máxima de 0,3 m/año

En ambos casos hay que atribuir estos basculamientos a las sombras que producen los puertos deportivos y al avance de las urbanizaciones sobre la línea de orilla que no han respetado ni distancias ni forma de la línea de orilla original.

#### 6.2.2.2 Tramo de Los Nietos

Al igual que en el tramo anterior, se ha analizado la evolución de la playa Los Nietos entre 1995 y 2016 (Figura 6.13) y entre 2004 y 2016 (Figura 6.14).

Debe tenerse en cuenta que en esta playa se han producido en este tiempo muchas transformaciones (Apartado 1.2 y Figura 1.18) que han condicionado el estado actual de la playa (Apartado 2.5).

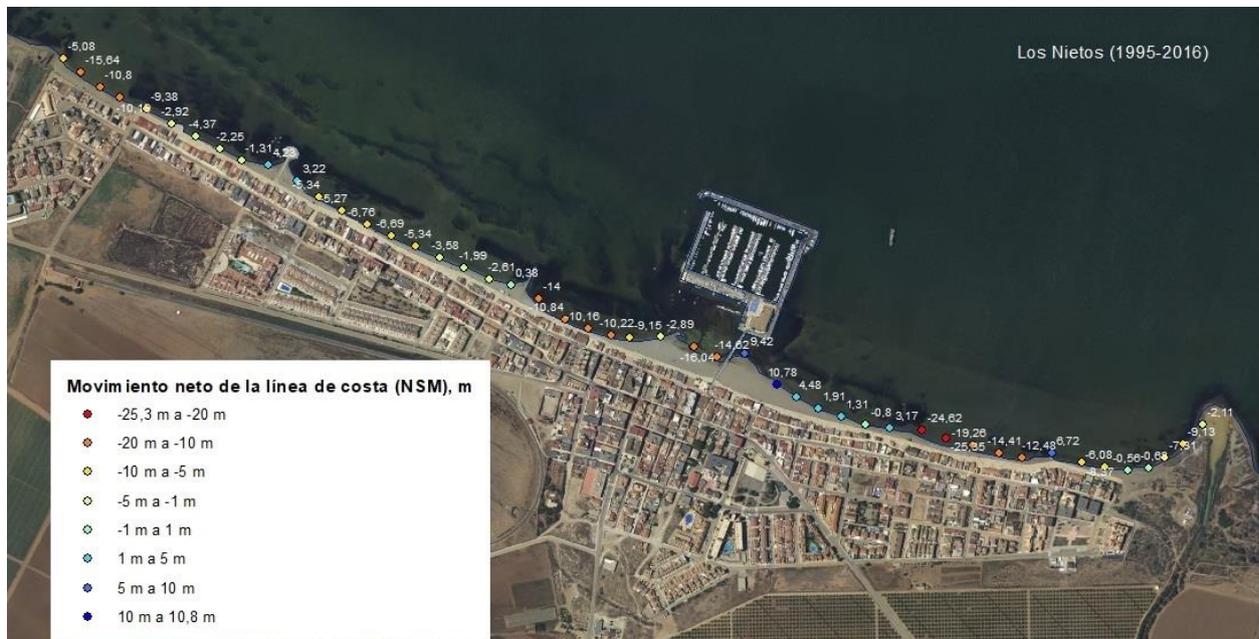


Figura 6.13: Variaciones en la playa de Los Nietos entre 1995 y 2016 (Foto: IGN)



Figura 6.14: Variaciones en la playa de Los Nietos entre 2004 y 2016 (Foto: IGN)

Sobre la playa original, se construyó un puerto deportivo, de los llamados “puertos isla” que pretendía no hacer efecto alguno sobre la playa; pero que en ningún caso se ha conseguido, muy al contrario, en todos los casos su sombra ha sido un sumidero de materia en detrimento de la playa a un lado y otro de él. Este efecto se ha visto más acusado al dismantelar los espigones que formaban la playa desde los años 80 del pasado siglo. El puerto en cuestión ha dividido la playa en tres tramos bien definidos respecto a su evolución. Dos de ellos se sitúa a ambos lados del puerto y han sufrido el poder de absorción del puerto: En el periodo 1995 a 2016 el retroceso de la playa alcanzó un valor máximo de 25,35 m en su lado oriental (1,21 m/año), y en el periodo más reciente de 2004 a 2016 fue de 11,7 m (0,98 m/año) lo que indicaría una ligera disminución de la erosión provocada por el puerto.

Por tanto, el hemitómbolo que está provocando el puerto tiene todavía un poder grande de absorción que lo hará en detrimento de las playas aledañas; si bien, al ser la dinámica litoral escasa, esta migración de material se espera que sea en una tasa algo menor que la dada para el último de los periodos, salvo que se actúe sobre este fenómeno.

### 6.2.2.3 Tramo Los Urrutias

Al igual que en el tramo anterior, se ha analizado la evolución de las playas en dos periodos: entre 1995 y 2016 (Figura 6.15); y entre 2004 y 2016 (Figura 6.16).

Debe tenerse en cuenta que en esta playa se han producido en este tiempo muchas transformaciones (apartado 1.2 y Figura 1.18) que han condicionado el estado actual de la playa (apartado 2.5).

Al igual que ocurre con el tramo anterior analizado, la evolución de este tramo de Los Urrutias está condicionada por la existencia del “puerto isla” de Los Urrutias. Al sur se encuentra la playa Perla de Levante, y al norte las playas de Los Urrutias y Punta Brava. En las dos últimas playas se ha realizado desde 1986 diversas actuaciones, entre ellas el dismantelamiento de los espigones, por lo que el estado actual obedece al efecto del puerto y a las actuaciones. En el primero de los casos se hace patente con el crecimiento del hemitómbolo y en el segundo de ellos por las discontinuidades en la línea de orilla y los bajos existentes.

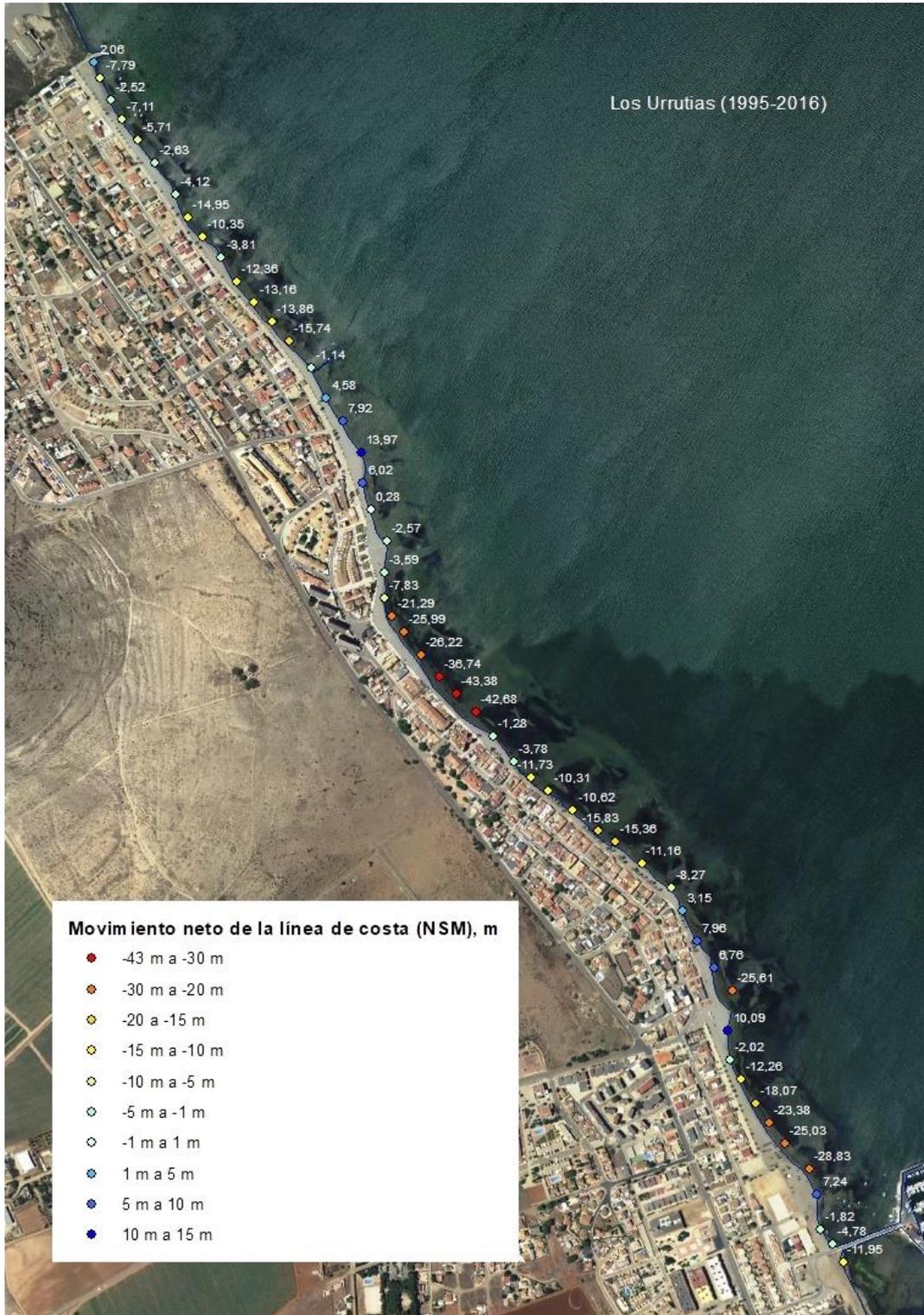


Figura 6.15: Variaciones en las playas de Los Urrutias y Punta Brava entre 1995 y 2016 (Foto: IGN)

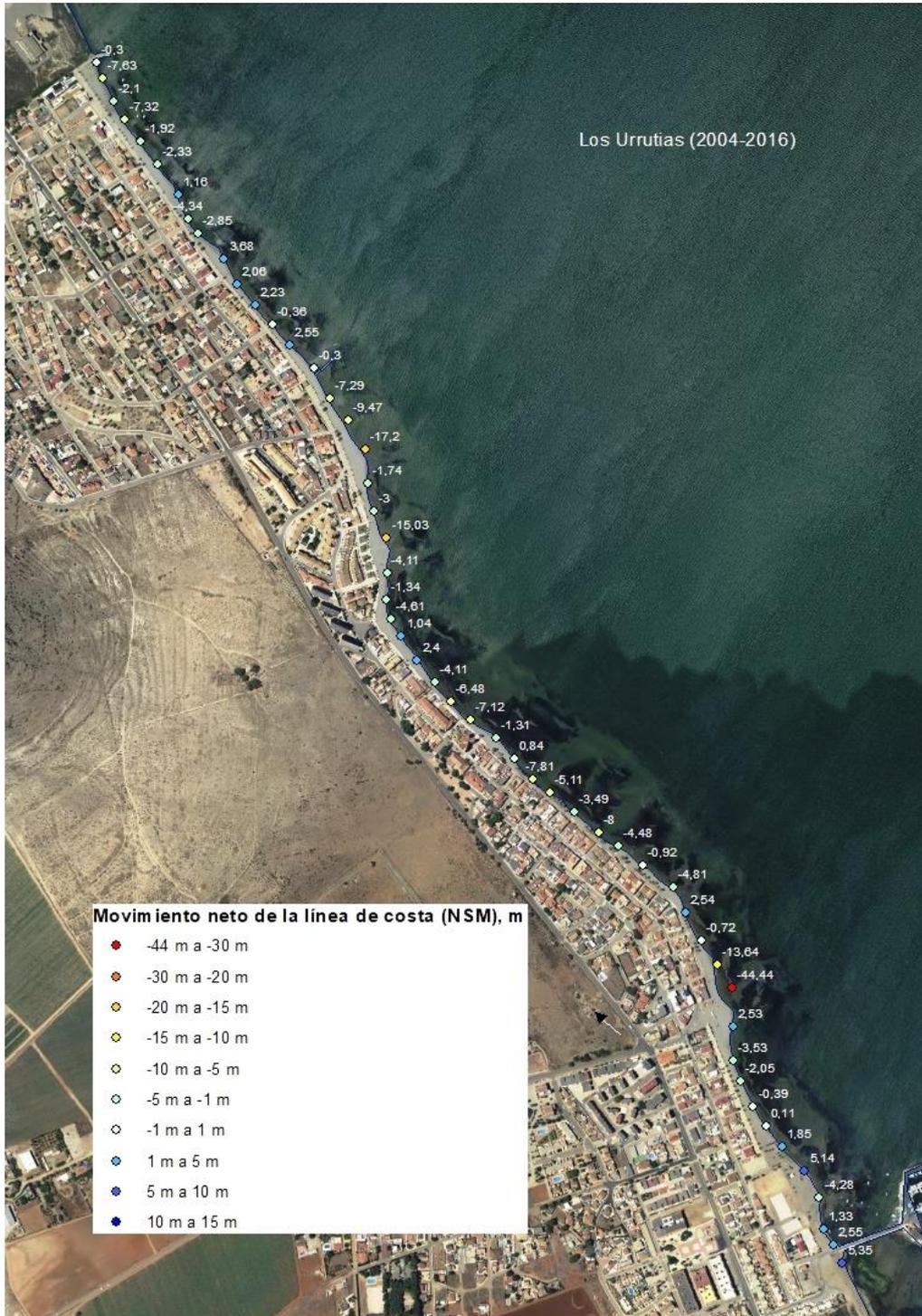


Figura 6.16: Variaciones en las playas de Los Urrutias y Punta Brava entre 2004 y 2016 (Foto: IGN)

Las playas a ambos lados han sufrido el poder de absorción del puerto, si bien el análisis, por su impacto se ha hecho sobre las playas de Los Urrutias y Punta Brava al norte: En el periodo 1995 a 2016 el retroceso de las playas alcanzó un valor máximo de 43,38 m (2,1 m/año), y en el periodo más reciente de 2004 a 2016 fue de 44,4 m (3,7 m/año) si bien está concentrado en otro lugar y pudiera ser debido a los cambios que han producido el levantamiento de obras. Ese

mismo efecto es el responsable de acumulaciones en diferentes lugares alejados del hemitómbolo y que son diferentes lugares según se analice el periodo largo (1995-2016) que el corto (2004-2016).

El efecto del hemitómbolo es menor que en el caso de Los Nietos y la playa afectada por ello también; siendo de gran importancia el desorden sedimentario dejado por los continuos cambios en las actuaciones y la baja intensidad de la dinámica litoral.

#### 6.2.2.4 Tramo San Javier-San Pedro del Pinatar

La evolución de este tramo se ha realizado a partir del año 2003 ya que es a partir de ese año cuando se tiene datos de que el estado de la costa es similar al actual una vez transformada artificialmente su forma morfológica, como se ha dicho anteriormente. Las pérdidas y acumulaciones del tramo se presentan en la Figura 6.17, y en ellas se observa que los mayores cambios se producen en puntos concretos de la costa donde se ha actuado.



Figura 6.17: Variaciones en las playas de S. Javier y S. Pedro del Pinatar entre 2004 y 2016 (Foto: IGN)

El mayor retroceso se produjo en la playa de La Puntica con 9,78 m (0,75 m/año) mientras que el mayor avance detectado es en la playa de Colón de 12,29 m (0,95 m/año). Todos estos avances y retrocesos excesivos son producto de una reordenación, más que debidos a una evolución. El resto de la costa las oscilaciones son de pequeña entidad.

### 6.3 Problemas en las playas y condicionantes

En el apartado 2.5, descripción y análisis de las playas, se fueron esbozando los principales problemas que presentaban algunas de estas playas. En este apartado se complementa aquel análisis con una descripción más detallada de la problemática de las distintas playas, incluyendo los principales condicionantes sobre las actuaciones posibles para su resolución o mitigación.

#### 6.3.1 Zona 1A: Punta de la Horadada - Puerto de San Pedro del Pinatar

La Figura 6.18 presenta los principales problemas de esta unidad litoral en el sector de la provincia de Alicante.



Figura 6.18: Problemas en las playas de Pilar de la Horadada (zona 1A) (Foto: Google Earth)

- 1- Playa del Puerto: La construcción del puerto de Pilar de la Horadada ha provocado la aparición de un sumidero de sedimento a su resguardo, cuya consecuencia ha sido la desaparición de la playa aguas abajo (más hacia el sur). La tendencia a absorber sedimento por el puerto es muy fuerte, lo que obliga a realizar anualmente un retro-trasvase de arena. Además, es posible que parte de esta arena penetre en el puerto. En cuanto a los principales condicionantes de las actuaciones que pueden realizarse, cabe destacar la presencia de praderas de *Posidonia oceanica* cerca de la costa (Figura 6.19), aproximadamente a partir de los 5 m de profundidad. Cualquier actuación que se plantee debe tender a regularizar la costa para darle su aspecto original con una playa de uniforme anchura, teniendo en cuenta la proximidad de los fondos con vegetación de alta densidad.

- 2- Playa de Las Villas: En esta playa, situada al sur de la anterior, el efecto de la absorción de sedimento se va reduciendo. Sin embargo, el excesivo acercamiento de las urbanizaciones a la costa ha eliminado la franja de dunas que sí puede verse en la siguiente playa (las Higuieritas). Ello hace que la anchura de playa sea muy estricta.
- 3- Playa de las Higuieritas: Es la continuación natural hacia el sur de la playa de Las Villas, aunque en este caso se ha respetado en todo su conjunto la franja de dunas, por lo que no existen problemas significativos en ella. Se considera, por tanto, que permanece en buen estado.
- 4- Playa del Mojón: Esta playa se sitúa entre los términos municipales de Pilar de la Horadada (Alicante), y San Pedro del Pinatar (Murcia), Figura 6.18. En el tramo alicantino existe una invasión urbana que ha hecho desaparecer la franja de dunas que sí se aprecia en la zona murciana, y hasta la propia playa ha sido ocupada hasta desaparecer en su extremo norte.



Figura 6.19: Naturaleza de los fondos de las playas de Pilar de la Horadada (Foto: Google Earth; Fuente: Dirección General de la Costa y el Mar)

#### TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN PEDRO DEL PINATAR, MURCIA (Figura 6.20)

- 5- Playa de la Torre Derribada: Esta playa y la siguiente, playa de la Llana, han sufrido la descompensación sedimentaria producida por la alteración de la dinámica litoral tras la construcción del puerto de San Pedro del Pinatar, todavía hoy una playa prácticamente virgen. En cuanto a la playa de la Torre Derribada, al estar “aguas arriba” del puerto, ha ido acumulando sedimento desde su construcción, alcanzando aproximadamente 600.000 m<sup>3</sup> en los 49 años que lleva construido el puerto. En esta zona también destaca la presencia de fondos con vegetación de alta densidad (*P. oceanica*) incluso en zonas muy someras.



Figura 6.20: Problemas en las playas de San Pedro del Pinatar (zonas 1A y 1B) (Foto: Google Earth)



Figura 6.21: Naturaleza de los fondos de las playas de San Pedro del Pinatar (Foto: Google Earth; Fuente: Dirección General de la Costa y el Mar)

### 6.3.2 Zona 1B: Puerto de San Pedro del Pinatar – Punta Cocedor

TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN PEDRO DEL PINATAR (Figura 6.20).

- 6- Playa de la Llana: Es la playa que se encuentra aguas abajo del puerto de San Pedro del Pinatar y, como se ha indicado anteriormente, sufre las consecuencias de la erosión provocada por el puerto de S. Pedro del Pinatar, donde se acumulan 600.000 m<sup>3</sup>. Esto ha llevado a plantear una actuación que compensase dicho desequilibrio sedimentario. Debe destacarse que en la zona sur de la playa las praderas de *P. oceanica* se encuentran a muy poca profundidad (Figura 6.21), lo cual es un importante condicionante medioambiental a la hora de plantear cualquier actuación.

TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN JAVIER (Figura 6.22)

- 7- Playa del Pudrimel: Esta playa y la siguiente forman una bahía casi cerrada en equilibrio en el que la playa ha sido invadida en sus extremos, playas del Pudrimel y de la Ensenada del Esparto, donde no queda playa seca tras la erosión provocada por las construcciones realizadas prácticamente sobre la berma. Hasta 2010, en el extremo sur de la playa de la Ensenada del Esparto existían tres espigones cortos para que las edificaciones más próximas tuvieran playa delante. En 2011 estos espigones se retiraron, reordenando sedimentariamente el tramo.
- 8- Playa de la Ensenada del Esparto: Ya comentado en el punto 7.
- 9- Playa de la Escollera de Levante: No es una playa, sino pequeñas calas encajadas entre las rocas, que se encuentran en general en buen estado. En las imágenes se aprecia la entrada de un canal de acceso al Mar Menor originario, probablemente, de la antigüedad (apartado 6.1, Figura 6.1).



Figura 6.22: Problemas en las playas de San Javier (zona 1B) (Foto: Google Earth)



Figura 6.23: Naturaleza de los fondos de las playas de San Javier- Zona 1B (Foto: Google Earth; Fuente: Dirección General de la Costa y el Mar)

### 6.3.3 Zona 1C: Punta Cocedor- Cabo de Palos

TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN JAVIER (Figura 6.24 y Figura 6.25)

- 10- Playa de la Caleta del Estacio: Se encuentra en una zona muy cerrada y con una fuerte acumulación de sedimento, con ocupaciones del DPMT que impiden el uso de la playa en más de la mitad de su longitud.
- 11- Playa del Estacio: La urbanización se ha realizado sobre las playas de todo el frente, lo cual ha alterado hasta la propia forma original de este tramo de La Manga. La invasión urbana se hace más patentes en dos tramos (Figura 6.24) donde las edificaciones se han aproximado más a la línea de orilla y donde los edificios más altos provocan reflexiones que reducen el ancho efectivo de la playa respecto al resto.
- 12- Playa del Arenal: Aun existiendo una invasión urbana evidente, con una alteración de la propia naturaleza y morfología de La Manga, la anchura de playa es suficiente como para que no existan problemas inmediatos que obliguen a actuar, al menos de manera urgente.
- 13- Playa del Pedrucho: Tiene la misma problemática de las playas anteriores aunque, al igual que la playa del Arenal, su anchura de playa es suficiente como para que no existan problemas inmediatos que obligue a actuar en ella de manera urgente.
- 14- Playa del Banco del Tabal: También continúa la dinámica de las playas anteriores, pero en este caso vuelven a verse zonas donde el urbanismo ha reducido significativamente la anchura de la playa, que puede erosionarse en exceso debido a la acción marina.

Cualquier actuación que deba plantearse en estas playas debe tener en cuenta que la pradera de *P. oceanica* se encuentra próxima, a profundidades mínimas de entre 5 y 10 m (Figura 6.25).



Figura 6.24: Problemas en las playas de San Javier (zona 1C) (Foto: Google Earth)

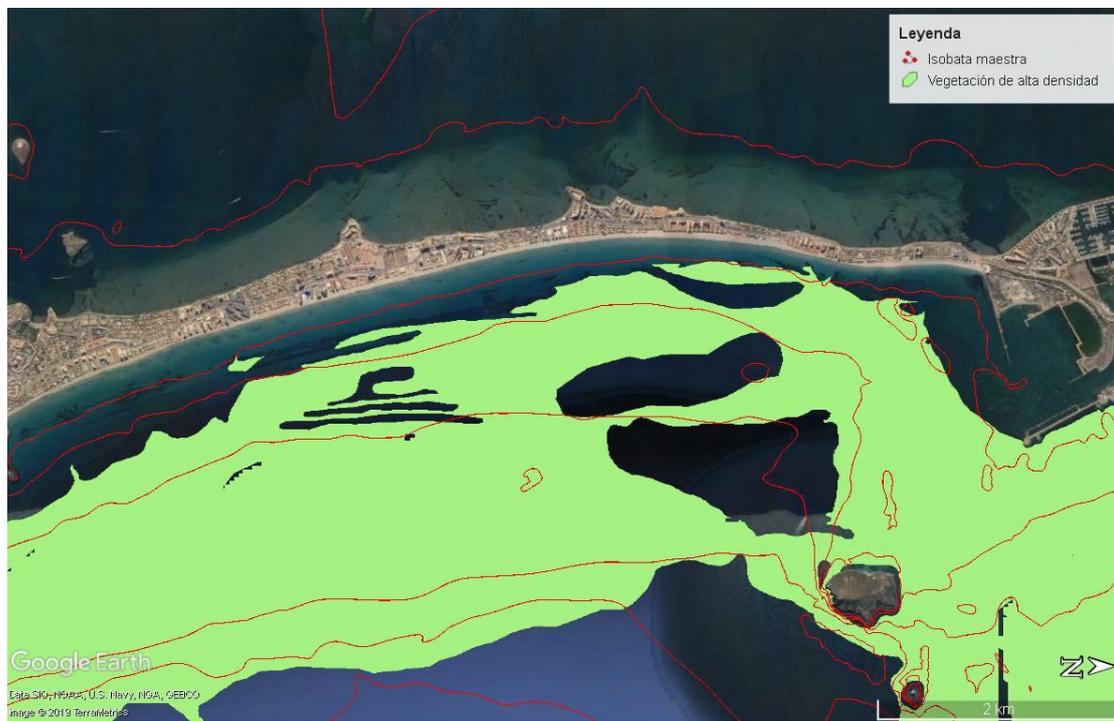


Figura 6.25: Naturaleza de los fondos de las playas de San Javier- Zona 1C (Foto: Google Earth; Fuente: Dirección General de la Costa y el Mar)

## TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAGENA (Figura 6.26 y Figura 6.27)

- 15- Playa de Calnegre: Es una playa continuación de las anteriores, con circunstancias similares, ya que el urbanismo tan desmesurado sobre la playa ha provocado una fuerte erosión de toda la zona. En general, no obstante, la playa de Calnegre no tiene problemas que obliguen a actuar de inmediato.
- 16- Playa de Galúa: Sigue la misma tónica apuntada anteriormente: existen zonas de invasión excesiva de la playa seca, aunque en general no se han detectado problemas graves, considerándose que esta playa se encuentra en un estado aceptable, configurándose según los bajos de la playa sumergida.
- 17- Playa de Marchamalo: Igual que en los anteriores casos, el problema de estas playas reside en la invasión urbana, que en este caso es generalizada.
- 18- Playa de Amoladeras: Existe una invasión urbana en determinados puntos, pero con menor presión que las anteriores playas, y aún se mantienen algunas zonas de playas vírgenes. En general se encuentra en buen estado y no existe necesidad de actuación.
- 19- Playa de Levante: El espigón sur ha hecho bascular la playa con el fin de ensanchar la playa en la zona sur, donde las urbanizaciones la habían ocupado en su totalidad. A pesar de todo, existe una invasión urbana en determinados puntos. Además, el basculamiento ha provocado un estrechamiento de la playa en la zona norte y por tanto su deterioro.

Para cualquier actuación que quiera emprenderse en estas playas debe tenerse en cuenta que la vegetación marina se encuentra muy próxima, especialmente en la zona sur (Figura 6.27).



Figura 6.26: Problemas en las playas de Cartagena (zona 1C) (Foto: Google Earth)



Figura 6.27: Naturaleza de los fondos de las playas de Cartagena- Zona 1C (Foto: Google Earth; Fuente: Dirección General de la Costa y el Mar)

### 6.3.4 Zona 2A: Extremo norte Mar Menor- Gola del Estacio

#### TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN PEDRO DEL PINATAR

20- Playa de La Mota: No hay variaciones sustanciales a lo largo del tiempo, ni se han detectado problemas en ella.

#### TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN JAVIER (Figura 6.28 y Figura 6.29)

21- Playa de la Veneziola: Existe una presión urbana sobre el conjunto de la playa, que a pesar de ello mantiene una anchura de playa aceptable, a excepción de la zona sur. En el extremo norte, además, el dique de apoyo de la playa es muy corto, impidiendo la pérdida de material por el canal de La Veneziola.

22- Playa Chica: Este tramo está muy alterado debido a la urbanización del cordón litoral. La actual playa es corta y se encuentra invadida por una finca privada que ha absorbido la totalidad de su playa al frente.

En ambas zonas de las playas anteriores donde se ha detectado problemas de invasión urbanística existen praderas de *Cymodocea nodosa* (Figura 6.29) muy próximas a la orilla, por lo que cualquier actuación que se quiera acometer tiene que tener en cuenta esta circunstancia.



Figura 6.28: Problemas en las playas de San Javier (zona 2A) (Foto: Google Earth)

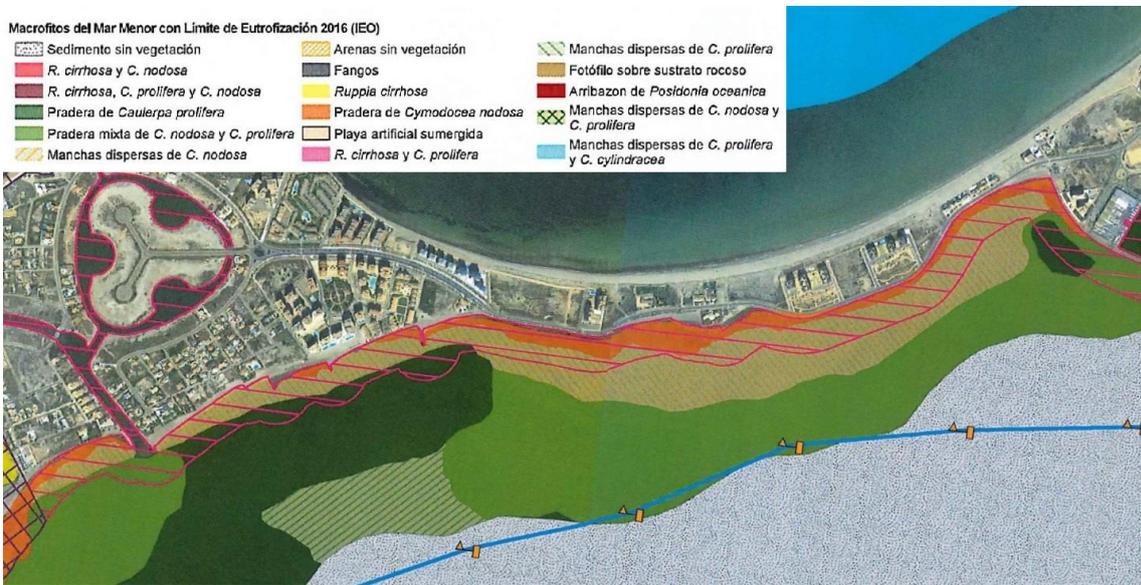


Figura 6.29: Naturaleza de los fondos de las playas de San Javier (zona 2A) (Tragsatec, 2017)

### 6.3.5 Zona 2B: Gola del Estacio-Isla del Ciervo

#### TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN JAVIER

23- Playa del Mistral (Figura 6.30 y Figura 6.31): La playa se encuentra en buen estado, solamente se ha detectado la invasión innecesaria del paseo marítimo sobre la playa. No

obstante, podría ser necesario un apoyo de la playa en su lado norte, para evitar la pérdida de sedimento hacia zonas donde urbanización está realizada sobre la lámina de agua.



Figura 6.30: Problemas en las playas de San Javier (zona 2B) (Foto: Google Earth)

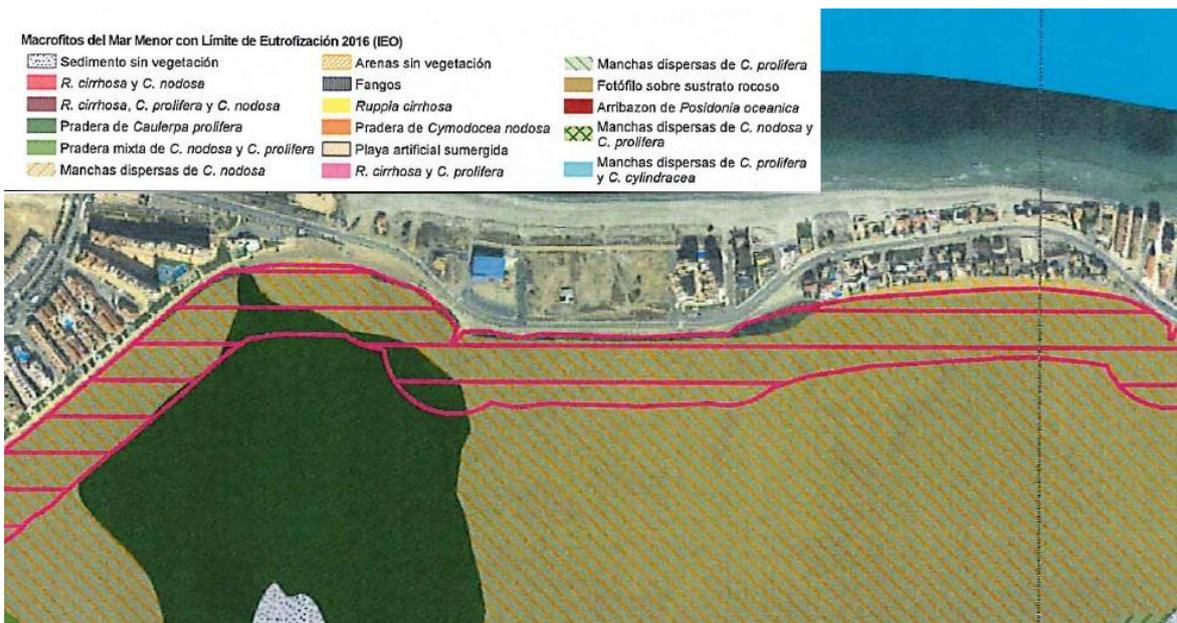


Figura 6.31: Naturaleza de los fondos de las playas de San Javier (zona 2B) (Tragsatec, 2017)



- 24- Playa de Matasgordas (Figura 6.30 y Figura 6.31): Las edificaciones y la carretera RM-12 no han seguido la línea natural del cordón litoral de La Manga, lo que ha generado una división en compartimentos que se ha aprovechado para urbanizar prácticamente sobre la lámina de agua del Mar Menor. Esta serie de compartimentos ha hecho que el tramo de costa escollera pueda constituir un sumidero de sedimento.
- 25- Playa de Antillas (Figura 6.32 y Figura 6.33): Es una playa que tiene poca anchura y donde las edificaciones han ocupado parte de la playa seca.
- 26- Playa del Pedruchillo (Figura 6.32 y Figura 6.33): Existe una ocupación parcial de la playa seca, especialmente en su zona sur.
- 27- Playa de Poniente (Figura 6.32 y Figura 6.33): Hay una fuerte invasión urbana que se ha instalado sobre la playa seca, que aparece de forma intermitente en los tramos donde la primera línea de edificaciones está retranqueada.
- 28- Playa del Galán (Figura 6.32 y Figura 6.33): La situación es similar a la anterior playa, con una invasión de las edificaciones sobre la playa seca.
- 29- Playa del Lebeche (Figura 6.34 y Figura 6.35): La situación es similar a la anterior playa; con una invasión de las edificaciones sobre la playa seca.
- 30- Playa de los Aliseos (Figura 6.34 y Figura 6.35): La Invasión urbana es similar a la que se observa en la playa anterior; con algunas zonas en el sur con algo de playa seca libre.
- 31- Playa de la Isla (Figura 6.34 y Figura 6.35): La zona norte tiene una invasión urbana importante de la playa, reduciéndose sustancialmente en la zona sur.



Figura 6.32: Problemas en las playas de San Javier (zona 2B) (Foto: Google Earth)

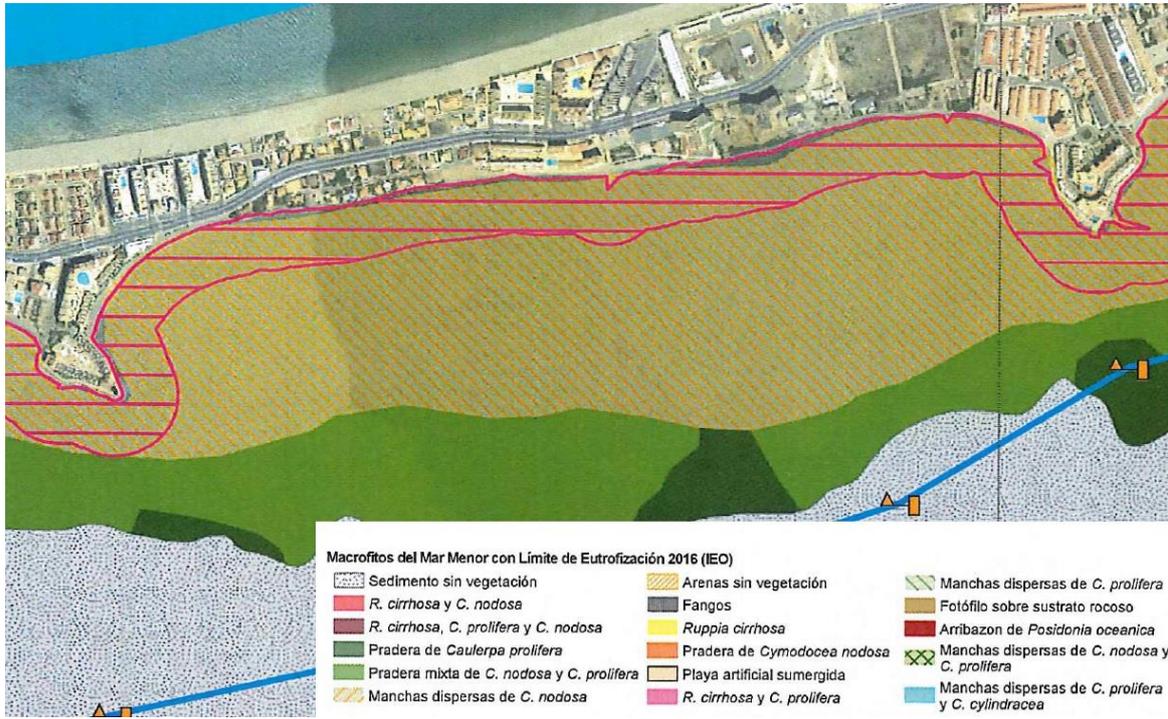


Figura 6.33: Naturaleza de los fondos de las playas de San Javier (zona 2B) (Tragsatec, 2017)



Figura 6.34: Problemas en las playas de San Javier y Cartagena (zona 2B) (Foto: Google Earth)

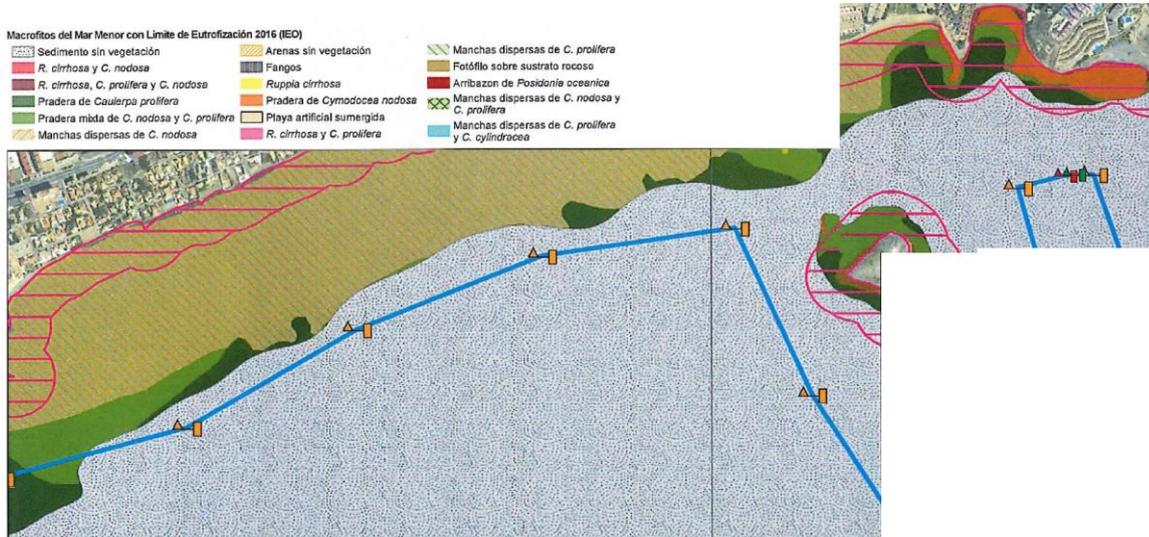


Figura 6.35: Naturaleza de los fondos de las playas de San Javier y Cartagena (zona 2B) (Tragsatec, 2017)

### TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAGENA

32- Cala del Pino (Figura 6.34 y Figura 6.35): Se encuentra en buen estado.

33- Playa del Gollerón (Figura 6.34 y Figura 6.35): Se encuentra en buen estado.

### 6.3.6 Zona 3A: Isla del Ciervo-Islands Menores



Figura 6.36: Problemas en las playas de Cartagena (zona 3A) (Foto: Google Earth)

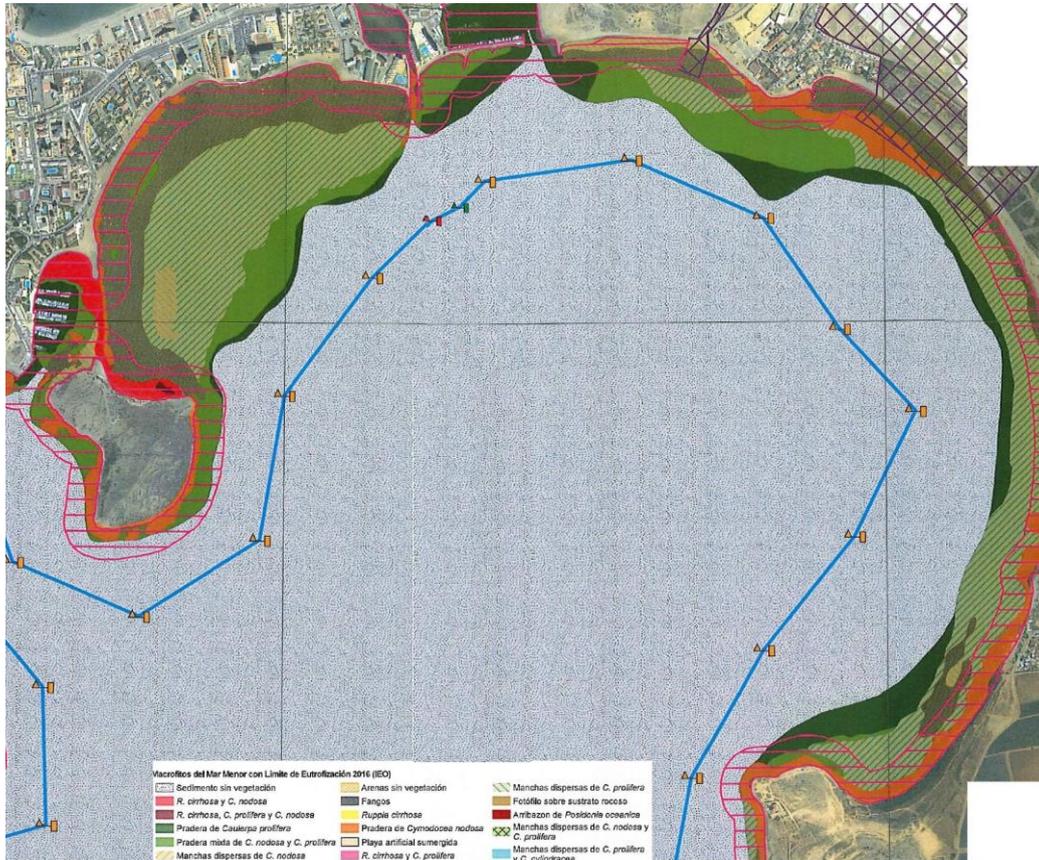


Figura 6.37: Naturaleza de los fondos de las playas de Cartagena (zona 3A) (Tragsatec, 2017)

TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAGENA

- 34- Playa de la Bahía de las Palmeras (Figura 6.36 y Figura 6.37): Se encuentra en buen estado, aunque no existe separación entre ésta y el puerto deportivo Dos Mares, pudiendo ser éste un punto de posible pérdida de material. Tiene acumulaciones de fangos y ocupación del DPMT por parte de dos edificios.
- 35- Playa de la Isla del Ciervo (Figura 6.36 y Figura 6.37): Se encuentra en buen estado.
- 36- Playa de Cavanna (Figura 6.36 y Figura 6.37): El tramo norte y centro de la playa se encuentran en buen estado, pero en la zona sur, en el entorno más próximo a los diques de encauzamiento de la gola de Marchamalo, la playa seca está invadida por las edificaciones que en algún tramo no dejan ninguna anchura para la playa. Tiene acumulación de fangos en una franja estrecha próxima a la orilla, como consecuencia del relleno de una zanja que se empleaba como criadero de peces.
- 37- Playa de La Gola (Figura 6.36 y Figura 6.37): se halla en el lado sur de la gola de Marchamalo. Aun existiendo fuerte presión de las urbanizaciones y ocupación de playa, su estado es bueno.
- 38- Playa de Puerto Bello (Figura 6.36 y Figura 6.37): Se encuentra en buen estado, aunque existe presión de las edificaciones en parte de la playa. Existe una conexión directa entre el canal y la playa que favorece la pérdida de material que se deposita en el canal.



- 39- Playa del Vivero (Figura 6.36 y Figura 6.37): En general se encuentra en buen estado; pero en su extremo sur, las urbanizaciones han invadido la playa no dejando más de 10 m.
- 40- Playa de los Alemanes (Figura 6.36 y Figura 6.37): Se encuentra en buen estado en general, pero la zona de extremo norte existe una invasión y presión urbana.
- 41- Playa de Paraíso (Figura 6.36 y Figura 6.37): Se encuentra en buen estado, no existe presión urbana ya que en su trasdós no hay edificaciones.
- 42- Playa Honda (Figura 6.36 y Figura 6.37): Su zona este se encuentra en buen estado; pero las urbanizaciones y el paseo marítimo no han respetado la alineación de la costa y es su zona oeste existe una invasión de ambas sobre la playa seca.
- 43- Playa de Lomas del Castillo (Figura 6.36 y Figura 6.37): El frente del camping, y en especial su salida a la playa no ha respetado la playa seca que ha invadido. Ello ha querido compensarse con un avance de la playa que es altamente inestable y artificial.

### **6.3.7 Zona 3B: Islas Menores-Sur T.M. de Los Alcázares**

#### **TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAGENA**

Todas las playas de esta zona presentan problemas de pérdida de arena por arrastre de agua en episodios de temporales debido a la deficiencia en las redes de pluviales.

- 44- Playa de Mar de Cristal (Figura 6.38 y Figura 6.39): La playa se encuentra en buen estado, pero el paseo marítimo y las edificaciones no han respetado la alineación natural de la playa, en la que se produce una fuerte variación de anchura, con invasión de la playa seca en su zona central. También se ha producido un basculamiento de material hacia la zona de sombra que produce el puerto que reduce la anchura de playa en el resto.
- 45- Playa Islas Menores (Figura 6.38 y Figura 6.39): Está dividida en dos por el puerto deportivo. En ambas playas se produce una invasión dado que no se ha respetado la orientación natural de la costa, y además se produce un basculamiento de sedimento hacia las zonas de sombra que producen los puertos, como se ha observado en el análisis de la evolución de la playa (apartado 6.2.2.1 y Figura 6.11 y Figura 6.12).
- 46- Playa de Los Nietos (Figura 6.38 y Figura 6.39): Forman una única playa con la del Arenal. El urbanismo de ella ha invadido la playa seca, además, la construcción del puerto deportivo ha hecho que su sombra forme un sumidero muy importante de sedimento como se ha observado en el análisis de la evolución de la playa (apartado 6.2.2.y Figura 6.13 y Figura 6.14).

En estas playas cabe destacar la acumulación de fangos y arenas muy finas en aguas muy someras, acumulaciones que llegan incluso a emerger, formando zonas de remanso con poca renovación y baja calidad medioambiental. Estas zonas, denominadas coloquialmente “secas” en la zona, se ha producido recientemente, tras la retirada de los espigones construidos en el marco de las obras de regeneración de las playas de la ribera continental del Mar Menor (con Los Nietos) en los años 80 y 90 del s. XX; aunque, también se forma de manera natural en zonas de baja movilidad de agua.

- 47- Playa del Arenal (Figura 6.38 y Figura 6.39): Ya ha sido comentado en la playa anterior que ambas forma una única playa.
- 48- Playa de Lo Poyo (Figura 6.38 y Figura 6.39): Es una costa virgen sin edificaciones que no presenta problema alguno.

- 49- Playa Perla de Levante (Figura 6.40 y Figura 6.41): El tramo más al sur se encuentra en un estado natural, sin edificaciones en su trasdós. Ya próximo al puerto deportivo de Los Urrutias, el paseo marítimo y algunas edificaciones se han construido sobre la playa seca.
- 50- Playa de Los Urrutias (Figura 6.40 y Figura 6.41): Existe una fuerte presión del puerto y edificaciones sobre la playa seca, sobre la que se ha construido el paseo marítimo. La sombra del puerto es también un sumidero importante de material (apartado 6.2.2.y Figura 6.15 y Figura 6.16). En estas playas también cabe destacar la presencia de "secas", así como zonas con praderas de *Cymodocea nodosa*.



Figura 6.38: Problemas en las playas de Cartagena: Los Nietos-Islas Menores (zona 3B) (Foto: Google Earth)

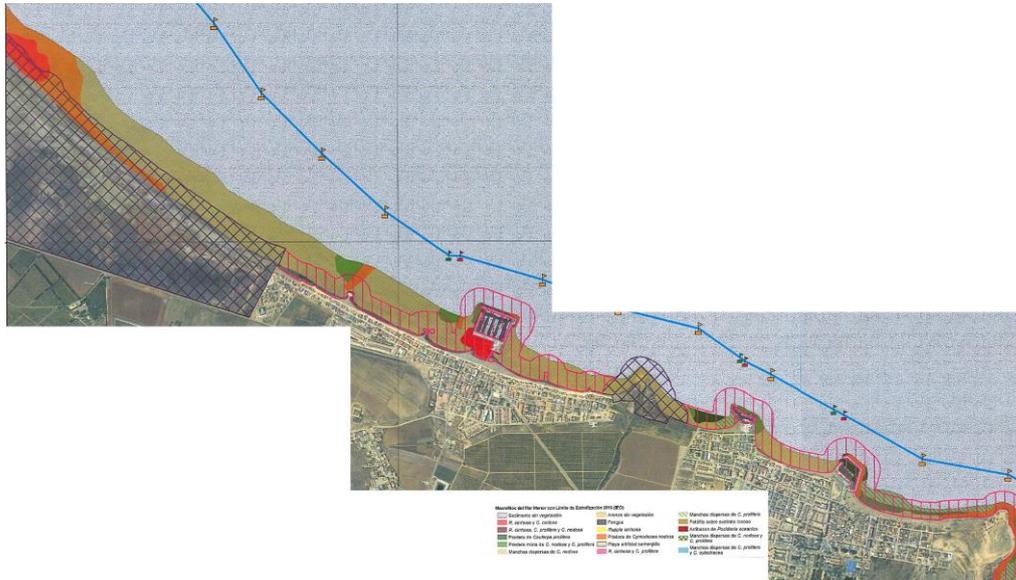


Figura 6.39: Naturaleza de los fondos de las playas de Cartagena: Los Nietos-Islas Menores (zona 3B) (Tragsatec, 2017)

- 51- Playa de Punta Brava (Figura 6.40 y Figura 6.41): Esta playa tiene las mismas problemáticas de la playa de los Urrutias, al ser ambas partes de una misma unidad.
- 52- Playa del Carmolí (Figura 6.40 y Figura 6.41): Es una costa virgen sin edificaciones que no presenta problema alguno.

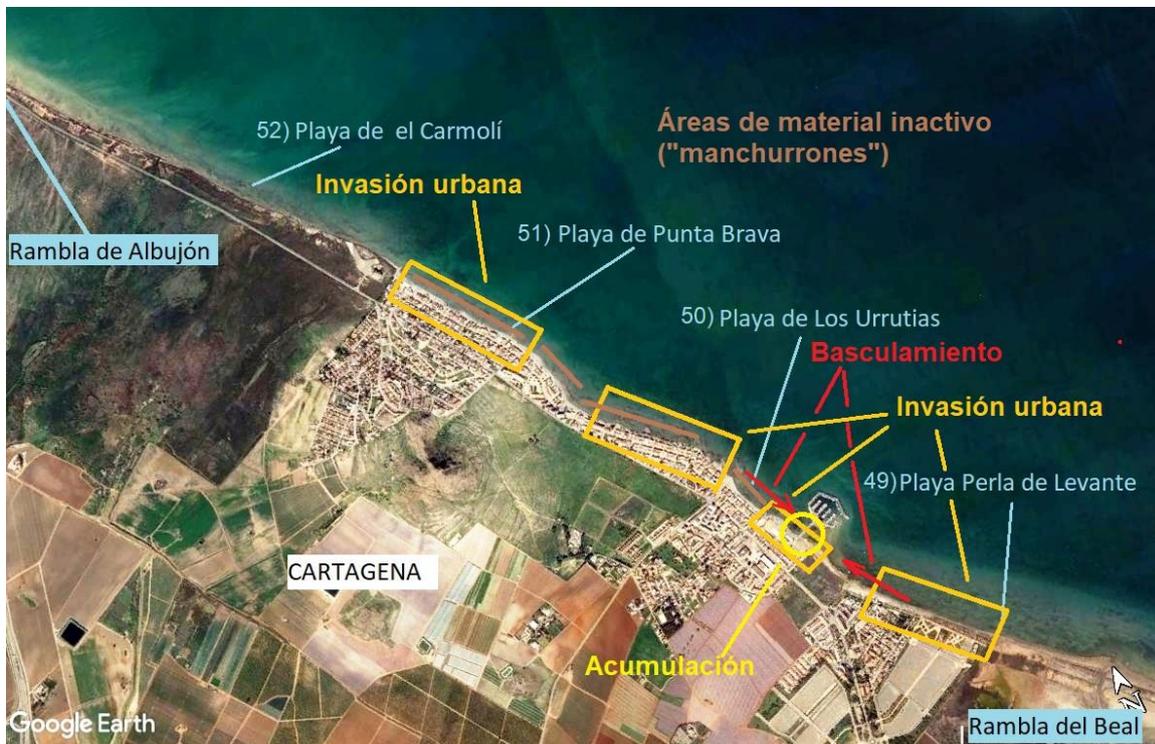


Figura 6.40: Problemas en las playas de Cartagena: Los Urrutias (zona 3B) (Foto: Google Earth)

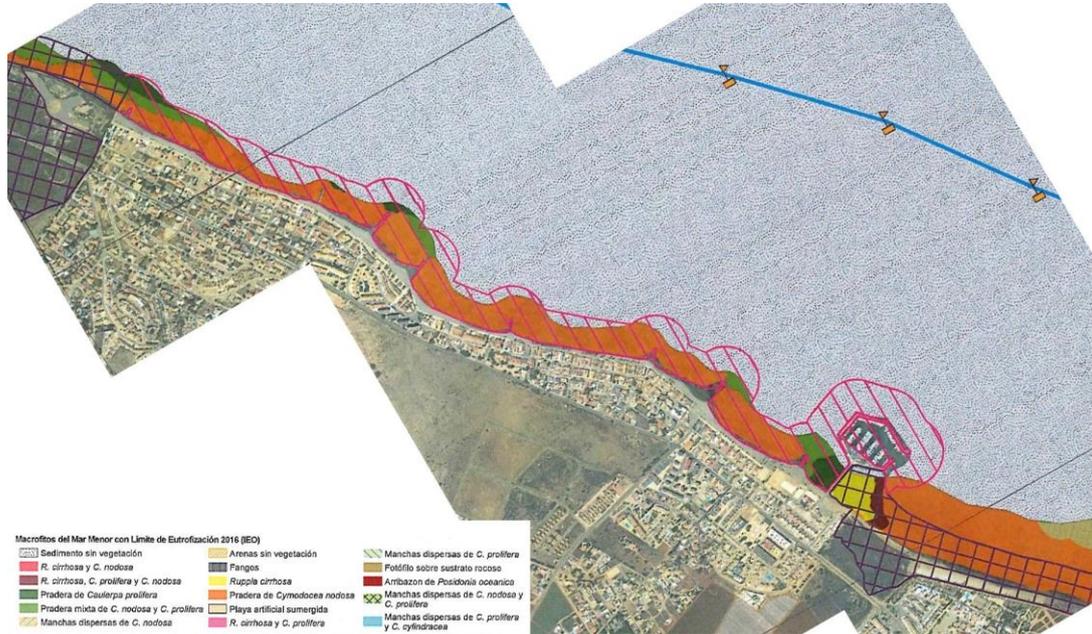


Figura 6.41: Naturaleza de los fondos de las playas de Cartagena: Los Urrutias (zona 3B) (Tragsatec, 2017)

### 6.3.8 Zona 4 A: Los Alcázares-Academia del Aire

#### TÉRMINO MUNICIPAL DE LOS ALCÁZARES

Todas las playas de esta zona presentan problemas de pérdida de arena por arrastre de agua en episodios de temporales debido a la deficiencia en las redes de pluviales.



Figura 6.42: Problemas en las playas de Los Alcázares (zona 4A) (Foto: Google Earth)

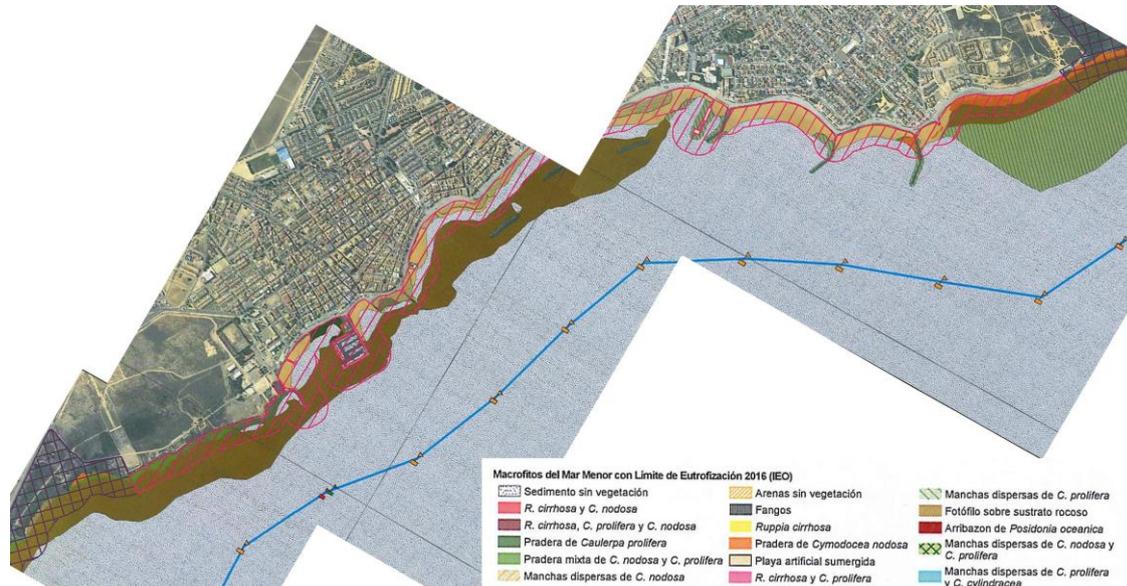


Figura 6.43: Naturaleza de los fondos de las playas de Los Alcázares (zona 4A) (Tragsatec, 2017)

- 53- Playa de La Concha (Figura 6.42 y Figura 6.43): En todo su conjunto se aprecia una descompensación de anchura de playa debido al poder absorbente de la sombra del puerto deportivo Mar Menor, que hace tener solamente 2 m de anchura de playa en su zona sur.
- 54- Playa de Carrión (Figura 6.42 y Figura 6.43): No presenta problemas significativos; aunque es una playa inestable. La Región de Murcia ha comenzado a redactar un proyecto de balneario longitudinal al paseo, con brazos perpendiculares, con retirada de espigones para sustituir la playa por balneario.
- 55- Playa de Manzanares (Figura 6.42 y Figura 6.43): Tiene una descompensación de anchura de. No obstante no tiene problemas de importancia.
- 56- Playa del Espejo (Figura 6.42 y Figura 6.43): Se encuentra en buen estado y tiene gestión del sedimento. Las obras de defensa existentes en ella parecen ineficaces. Existe una sombra producida por un restaurante en la zona norte de la playa que provoca una absorción de material en detrimento el resto de la playa.
- 57- Playa de las Palmeras (Figura 6.42 y Figura 6.43): Se encuentra en buen estado. Forma un conjunto con la playa anterior tanto físicamente como de mantenimiento.
- 58- Playa de Los Narejos (Figura 6.42 y Figura 6.43): Se encuentra en buen estado. No presenta problemas significativos.
- 59- Playa de Las Salinas (Figura 6.42 y Figura 6.43): Se encuentra en buen estado. No presenta problemas significativos.

#### TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN JAVIER

- 60- Playa de Hita: Situada frente al camping. No tiene problemas.

#### 6.3.9 Zona 4 B: Academia del Aire-Norte Mar Menor

#### TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN JAVIER

Todas las playas de esta zona presentan problemas de pérdida de arena por arrastre de agua en episodios de temporales debido a la deficiencia en las redes de pluviales.

61- Playa de Barnuevo (Figura 6.44 y Figura 6.45): Las instalaciones de ferry ocupan un tramo importante de playa y evita el libre tránsito del lado sur al norte y viceversa. La playa se encuentra en buen estado.

62- Playa del Pescador (Figura 6.44 y Figura 6.45): Está dividida por el Club de Regatas que ocupa 32 m de frente de playa. La playa se encuentra en buen estado.

63- Playa de Colón (Figura 6.44 y Figura 6.45): Tiene en su frente 7 instalaciones náuticas-balneario. La zona norte, antigua playa de Los Arcos, ha desaparecido por la ocupación de diversas instalaciones. El resto de la playa está en buen estado, si bien cabe citar que sufre una elevada presión por parte de las distintas actividades náuticas de la zona.

64- Playa del Castillico (Figura 6.44 y Figura 6.45): Se encuentra en buen estado.

#### TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN PEDRO DEL PINATAR

65- Playa de la Puntica (Figura 6.44 y Figura 6.45): Se encuentra en buen estado. El balneario ocupa una amplia extensión de frente costero, pudiéndose cifrar en unos 50 m.

66- Playa de Villananitos (Figura 6.44 y Figura 6.45): Se encuentra en buen estado. La sombra del El puerto deportivo hace que se acumule excesiva cantidad de sedimento.



Figura 6.44: Problemas en las playas de San Javier y San Pedro del Pinatar (zona 4B) (Foto: Google Earth)

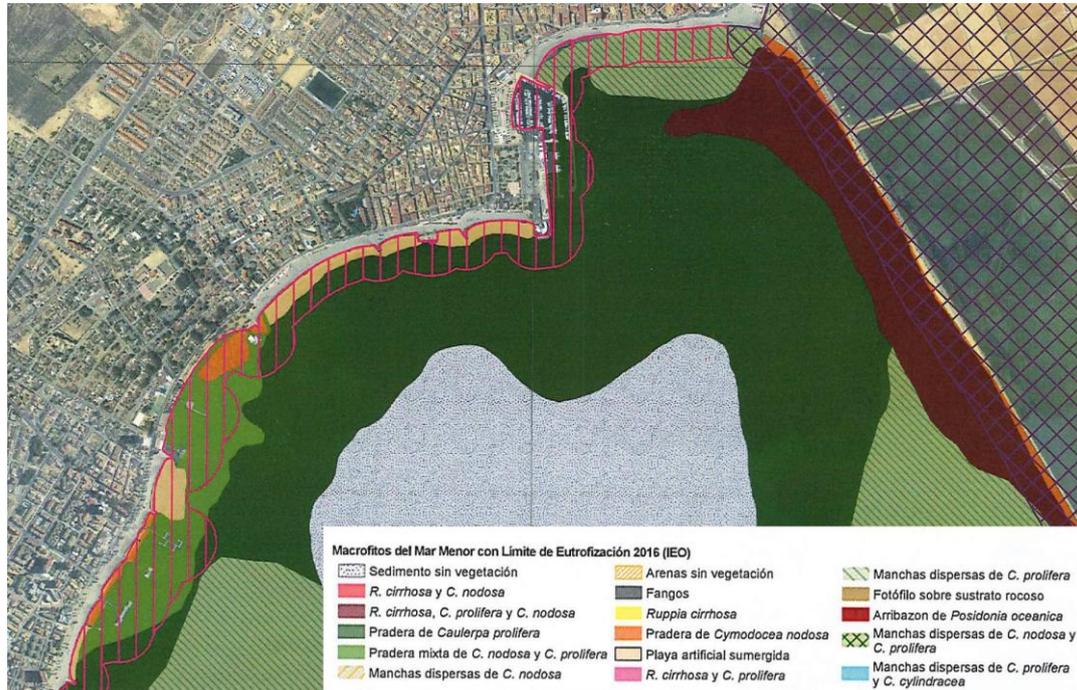


Figura 6.45: Naturaleza de los fondos de las playas de San Javier y San Pedro del Pinatar (zona 4B) (Tragsatec, 2017)

### 6.3.10 Resumen de los problemas detectados en las playas

Finalmente, en la Figura 6.46 se presenta un resumen de los problemas detectados en las playas y descritos en los apartados anteriores.

### PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS PLAYAS DEL MAR MENOR Y LA MANGA

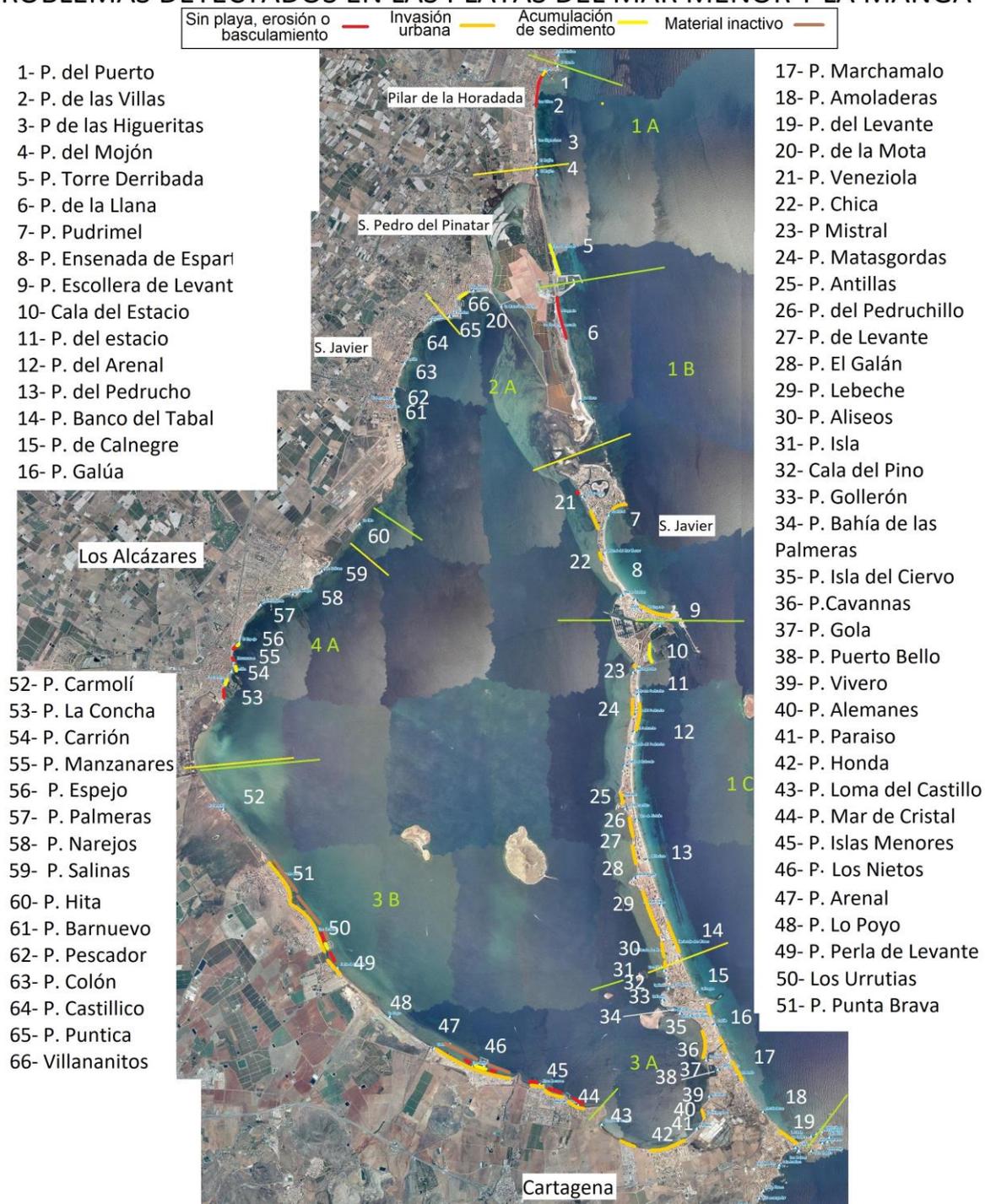


Figura 6.46: Resumen de los problemas detectados en La Manga y Mar Menor (Foto: Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico)



## 7. TIPO DE ACTUACIONES Y SUS CONDICIONANTES

### 7.1 Objetivos generales de este Plan

El objetivo de este capítulo es el plantear las actuaciones para la protección y recuperación ambiental de la costa del Mar Menor, y del tramo de costa comprendido entre el puerto de Pilar de la Horadada y Cabo de Palos, facilitando su uso y mantenimiento futuro de la franja litoral, como se indica en el apartado 1.1.

Las actuaciones que se presentan y proponen van encaminadas a:

En el borde costero del Mar Menor:

1. Revisión y, donde corresponda, redefinición del dominio público marítimo terrestre
2. Recuperación de ocupaciones del DPMT sin título
3. Actuación sobre las causas de la degradación, entre las que se encuentran
  - a. Minería. y golas
  - b. Agricultura y ganadería
  - c. Urbanismo
  - d. Infraestructuras costeras, portuarias y golas
4. Mejora de las condiciones de uso
  - a. Tratamientos de borde (paseos senderos etc...)
  - b. Accesibilidad al mar
  - c. Actuaciones a realizar en relación con los fangos y “secas”
  - d. Actuaciones a realizar en las golas
  - e. Regeneración de playas

En el borde costero del mar Mediterráneo

1. Revisión y, donde corresponda, redefinición del dominio público marítimo terrestre
2. Recuperación de ocupaciones del DPMT sin título
3. Mejora de las condiciones de uso

Con respecto a la revisión del deslinde, se llevará a cabo con criterios más exigentes desde el punto de vista medioambiental, al objeto de incorporar al DPMT los terrenos con características naturales propias del mismo.

Existe una franja “residual” del DPMT situada en el interior, fruto de las transformaciones que se produjeron en el frente costero, exterior e interior, de La Manga al urbanizarla (apartado 6.2). Ello condujo a que existan franjas de dominio público que se encuentran lejos de la orilla. Sería aconsejable una permuta para que éstas se situaran realmente en el lugar que le corresponde del borde litoral que conllevaría una reordenación del DPMT.

Para cada una de las zonas en que se ha dividido la costa en estudio, hay que identificar todas aquellas ocupaciones no legales que debiera recuperarse para el uso y disfrute público; por lo que antes de definir obras o actuaciones específicas en cada playa se indica las ocupaciones y su tipo, siendo su recuperación uno de los objetivos de este Plan.

También debe tenerse como objetivo prioritario todas aquellas ocupaciones ilegales de la zona marítima terrestre y que afectan al normal uso. En el apartado 2.2.3.1.7 se presentan las siguientes cifras relativas al uso de embarcaciones de recreo a motor:

- Fondeaderos (2353 embarcaciones en la laguna):
  - Autorizados 1
  - No regularizados 55



- Rampas:
  - En uso: 3
  - Aprobadas: 4
- Puertos deportivos:
  - Puertos deportivos: 4
  - Clubes Náuticos: 11

Esto supone que hay 1 fondeadero cada 1,3 km de costa; 1 rampa cada 10,4 km; y 1 puerto deportivo cada 5 km de costa, cuyo impacto sobre la costa también se indica en dicho apartado.

Por ello se debe actuar para una reordenación de todos ellos que implique a eliminación de los puntos no autorizados que implica tanto a la región de Murcia como a la Dirección General de la Costa y el Mar. Y la concentración de puntos de fondeo autorizados.

El número de **puertos** existentes dentro del Mar Menor y el impacto que generan en la costa adyacente es muy importante, por lo que sería aconsejable un estudio específico de remodelación de puertos tendentes a reducir su efecto y de reducción del número de embarcaciones a motor dentro de la Laguna.

Además, debe priorizarse la **accesibilidad**, de la población al borde costero, deficiente en La Manga, pero no de vehículos a motor, salvo casos de necesidad (p.ej. por discapacidad). Para ello, deben situarse los aparcamientos de coches fuera de la zona próxima al mar, priorizando la accesibilidad del peatón y seguidamente de los vehículos sin motor como bicicletas.

Actuar sobre las causas de la **degradación** (minería, urbanismo, agricultura y ganadería, infraestructuras costeras y portuarias, y golas), en el marco competencial correspondiente, y cooperar con las autoridades en aquellos ámbitos no competenciales directamente pero implique una degradación del medio costero. Por ejemplo, debe vigilarse y e implicarse en todas las actuaciones del llamado plan de “Vertido Cero” y la recuperación de las antiguas cuencas mineras que evite la aportación de fangos contaminados a la Laguna. Así mismo la colaboración con las autoridades agrícolas para que los planes de ellas tiendan al vertido cero de contaminantes y fangos con nutrientes a la laguna.

Se debe implicar a las autoridades municipales para que amolden sus **planes de urbanismo** para que sean compatibles con un uso racional de las playas y se adapten al cambio que se va a producir en la costa debido a la subida del nivel del mar por el cambio climático.

Finalmente, debe instarse a las autoridades competentes en materia de puertos, Región de Murcia, para la ordenación y uso sostenible de los puertos deportivos que, va íntimamente ligado a la eliminación de fondeaderos ilegales y a la limitación de embarcaciones de motor en el interior del Mar Menor.

Para mejorar las condiciones de uso de todo el **borde litoral**, las actuaciones que se proponen en los apartados siguientes deben estar complementadas con una serie de mejoras en las condiciones físicas de la franja litoral como son:

Reanalizar los tratamientos de borde como son paseos marítimos, senderos accesos etc., que cumplan con las “Directrices de actuaciones en playas” dejando el resguardo suficiente para que las playas puedan cumplir con sus tres objetivos: defensa, esparcimiento y hábitat. Pero que además esté acorde con las medidas para combatir los efectos del cambio climático.

Mientras no sea efectiva la medida “**Vertido Cero**”, al Mar Menor siguen vertiendo las ramblas fangos que se depositan en la laguna reduciendo su calado; además, se debe evitar que se decanten en zonas próximas a la ribera del mar y se mezclen con arenas. Por ello deben elaborarse planes para reducir los fangos en aquellas zonas con problemas medio ambientales



y de mezcla con arenas que disminuye la calidad de las playas. La extracción de estos fangos no es fácil dada la facilidad de este sedimento tan fino de quedar en suspensión en el agua alterando su calidad; por ello todas las extracciones deben realizarse con planes que eviten cualquier alteración medioambiental del entorno.

Las **golas** existentes en el Mar Menor son una de las causantes de la desnaturalización de la laguna. Solamente la gola de la Caleta es natural, mientras que las otras dos golas, del Estacio y Marchamalo, se abrieron con fines especialmente náuticos. Estas aberturas pueden ser las causantes de la reducción de la capacidad de la gola natural de la Caleta y son responsables de la alteración de las características físico-químicas del agua del Mar Menor, como se indica en el informe medioambiental de PIDU de 1977 (apartado 2.2). El análisis y principios de actuación en ellas se tratan en el apartado siguiente, teniendo en cuenta los intereses sociales y económicos de ambas golas. Por una parte, su vocación náutica determina que tengan un canal de navegación en buenas condiciones de navegabilidad; por otra, desde el punto de vista costero, son sumideros de arena de las playas colindantes, de las que no solo extraen arena, sino que las someten a un proceso de pérdida de calidad.

La pérdida de calidad de las arenas citada en el párrafo anterior aumenta los costes de extracción y la dificultad para que puedan reutilizarse en sistemas de gestión de sedimento (trasvases y alimentación artificial de playas). Por ello, se considera más efectivo desde el punto de vista costero y medio ambiental llevar a cabo **trasvases** planificados, extrayendo las arenas del lugar de donde provienen y depositándolas en el lugar al que se dirigen, pero sin pasar por el “depósito” de las golas.

La **regeneración de las playas** como actuación aséptica no es mala, pero teniendo en cuenta como indica Richard Sivester (*“Some facts and fancies about beach erosion”* ICCE 1978) que la regeneración es una medida paliativa que no pone remedio al problema. Además, las condiciones físicas y medioambientales del Mar Menor no aconsejan que este tipo de actuaciones se realice de forma sistemática, ya que el aporte de arena sobre zonas fangosas puede generar una mezcla de ambos tipos de sedimento que acaban por degradar la propia regeneración. Además, también se está introduciendo nuevo material en la laguna, que ya de por sí tiende a perder profundidad.

En este contexto, se considera más adecuado llevar a cabo una gestión de sedimento, es decir, una reordenación de la arena del borde del Mar Menor; esta gestión del sedimento de un tramo de costa puede incluir el reperfilado, coloquialmente denominado “remangue”, de las playas para mejorar lúdicamente su estado en periodos estivales, cuidando que no se produzca la mezcla indicada de arena y fango.

En el borde costero del mar Mediterráneo, mar exterior, las condiciones y prioridades de actuación de los puntos 5 y 6 son similares a las apuntadas para el Mar Menor, teniendo en cuenta el condicionante medioambiental importante que es la presencia de posidonia oceánica a muy pocos metros del borde costero.

Las actuaciones a realizar para mejorar las condiciones de uso se centran, aparte de lo indicado en los dos puntos anteriores, en la gestión del sedimento a lo largo de la costa y en reducir la vulnerabilidad que algunas zonas tienen debido a la excesiva construcción cercana a la orilla del mar.

## 7.2 Principios de actuación en el Mar Menor

Como continuación del apartado anterior, en el que se ha esbozado los objetivos generales del Plan y la secuencia de actuación, y los condicionantes de las distintas actuaciones a realizar en



la zona de estudio, los principios de actuación en el Mar Menor se deben centrar fundamentalmente en los siguientes asuntos:

- a) Reordenación de usos
- b) Golas de conexión con el Mediterráneo.
- c) Aportes de arena a las playas
- d) Reperfilado de playas ("Remangue")
- e) Bajos
- f) Fangos

El tratamiento de cada una de ellos cara a los principios que deben regir las actuaciones son los siguientes:

### **7.2.1 Reordenación de usos**

Las presiones que se producen en las costas del Mar Menor y exterior aconsejan la reordenación de usos y limitación de la actividad náutico-deportivas; la eliminación, sustitución o adecuación ambiental de infraestructuras portuarias (Mar Menor) y costeras; la reparación y mejora de las redes de saneamiento y de pluviales; la recuperación de ocupaciones ilegales y reacomodar la franja de DPMT residual que se ha producido al reordenar La Manga (apartado 6.2.1); la adecuación de paseos marítimos, con la posibilidad de realizarlos mediante obras blandas o senderos móviles; y los uso más adecuados de las golas, especialmente preocupante la del Estacio dentro, de hecho en un recinto portuario ha habría que reacomodar.

Hay que tener en cuenta que en alguno de estos casos, como puertos o redes de saneamiento y pluviales, o tuberías de abastecimiento, en la mayoría de las ocasiones no corresponde al ámbito competencial de costas, y en todo caso todo deben cumplir con lo indicado en el plan de "Vertido Cero".

### **7.2.2 Golas de conexión con el Mediterráneo**

Como se ha indicado en el apartado anterior, el tratamiento de las golas de conexión del Mar Menor con el Mediterráneo se debe realizar teniendo en cuenta diversos aspectos, principalmente los medioambientales, los portuarios y los costeros.

Desde el punto de vista medioambiental, las golas tienen una importancia especial ya que es un elemento de unión, regulación y transferencia de flujo entre dos ambientes marinos muy diferentes. La base de dicha transferencia es el déficit de agua de la laguna debido a la evaporación de sus aguas, que tiene que ser compensada con la entrada de la misma cantidad procedente del mar Mediterráneo. Sin embargo, la abertura de las golas, especialmente de Marchamalo ha provocado el cambio de salinidad y temperatura media del agua del Mar Menor, dada la mayor facilidad de entrada de agua, afectando al ecosistema interno de la laguna. Por tanto, antes de incrementar o facilitar más esa conexión debieran revisarse los estudios específicos del impacto que ello puede provocar en ecosistema marino, como por ejemplo (Barragán & García Sanabria, 2016) o (Pérez-Ruzafa, 2017); en el apartado 8.6 (página 339), se presenta un breve resumen de las principales conclusiones de este estudio a este respecto.

Si se observan las golas desde el punto de vista portuario, entonces solamente se tiene la necesidad de que estos canales de conexión faciliten la entrada y salida de embarcaciones de recreo con las consiguientes exigencias de calados y anchuras. Por tanto, el mantenimiento de calados es una exigencia portuaria que debiera sopesarse con las afecciones medioambientales y costeras.

Desde el punto de vista costero se reitera lo indicado en el apartado anterior: las golas son actualmente un sumidero de material que detrae arena de las playas de su entorno,



erosionándolas. Además, una la excesiva abertura de las golas de Marchamalo y Estacio, ambas artificiales, reduce los caudales de la gola de la Caleta o Encañizada y provoca su tendencia a colmatarse, con las consiguientes alteraciones medioambientales y físicas. Por tanto, desde el punto de vista costero debieran aislarse las golas para que no funcionen como sumidero de material haciendo tender a la erosión de las playas adyacentes.

Finalmente, se debe tener en cuenta que el material que hipotéticamente se drague tiene que ser tratado como tal y no como material de aporte directo a playa, con los consiguientes costes, como se ha indicado en el apartado anterior.

En conclusión, teniendo en cuenta las distintas perspectivas analizadas, no resulta conveniente el dragado de ninguna gola y sí sería recomendable su aislamiento respecto a las playas adyacentes para que éstas no tengan pérdida de material.

### **7.2.3 Aporte de arena a las playas**

También este aspecto se ha tratado en el apartado 7.1. La composición de la plataforma interna y, más específicamente, de las aguas someras condicionan el uso o no de arenas para su aporte a las playas. En la mayoría de las ocasiones, los fondos próximos están compuestos por fangos, y en otros casos por fanerógamas (*Cymodocea nodosa*) que impiden esa aportación. En el primero de los casos porque la arena es inestable con la presencia de fangos que lo que hace es formar un agregado poco recomendable, no siendo estable la arena como tal. En el segundo de los casos puede afectar al desarrollo de la planta que es endémica y protegida.

Además, la laguna está perdiendo calado como se indica en el apartado 2.6, por lo que a priori debe evitarse verter material, arena, de fuera del sistema, incluyendo el proveniente de las golas. Por tanto, desde el punto de vista costero, no es aconsejable el aporte de arena a las playas del Mar Menor; en ello no se incluye la gestión del sedimento de un tramo de costa a otro, salvo que en una situación puntual lo requiera, sin otra alternativa viable.

### **7.2.4 Reperfilado de las playas**

La técnica muy usada del reperfilado de las playas, conocida como “remangado” consistente en recoger la arena de aguas someras y el estrán y depositarla en la zona de berma. Esta técnica entra dentro del tipo de actuaciones de gestión del sedimento, en este caso transversalmente. Aun no siendo una práctica natural, su efecto es temporal y sirve para ampliar las zonas de ocio y esparcimiento de la playa seca, por lo que no resulta desaconsejable, siempre que sea necesaria y no alcance las zonas de fangos que pueden mezclarse con las arenas y siempre que se constate que no va a haber afección a zonas con presencia de fanerógamas marinas o de especies protegidas como la nacra.

### **7.2.5 Tratamiento de las “Secas”**

Dentro de este grupo se engloban aquellos tramos de costa en aguas someras que alteran la continuidad de la batimetría, como son acumulaciones de sedimento, mezcla de arena y fangos, que las dinámicas del Mar Menor no son capaces de redistribuir y clasificar. Entre estas “secas” se encuentran también materiales casi inertes al abrigo de algunas estructuras portuarias que debieran transformar sus estructuras para reducir estos impactos y asumirlos como propios. Éstas deben ser retiradas, siempre con una evaluación de impacto ambiental.

### **7.2.6 Tratamiento de los fangos**

Los fangos son los sedimentos que ocupan mayor extensión del fondo de la laguna y que se han ido generando a lo largo de la historia. Debe tenderse a dos puntos: La eliminación de aporte de fangos al Mar Menor, mediante planes como el “Vertido Cero”, el tratamiento de las cuencas de las ramblas o la generación de balsas de decantación previas al desagüe de las ramblas. Por



otro lado, se plantearán proyectos para la extracción de fangos donde se han ido depositando alterando la calidad del otro sedimento, la arena, y de las playas frente a ellas. En la actualidad se están probando nuevas técnicas (apartado 2.2.4.10), pero la sensibilidad de la vegetación subacuática condiciona cualquiera de ellas, por lo que debe buscarse alguna técnica eficaz, consensuada y admitida, que optimice el resultado de los beneficios frente a los efectos que pueda producir.

### **7.3 Ocupaciones en dominio público**

Antes de presentar las actuaciones necesarias principales y sus condicionantes, se ha realizado un inventario de las ocupaciones del dominio público marítimo terrestre. Para ello se ha utilizado las líneas de deslinde de la Zona Marítimo-terrestre tomadas de los datos que posee la Dirección General de la Costa y el Mar. Georreferenciada sobre la ortofoto del PNOA de 2016 (Instituto Geográfico Nacional). Se ha inventariado por playas, dándole el mismo número asignado en este informe en el apartado 2.5 e identificando las siguientes unidades:

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Kiosco
- Otros

El epígrafe “otros” corresponde a edificaciones abandonadas, en construcción, o que no entran dentro de las unidades anteriores. Del conjunto de 66 playas, solamente en 23 de ellas no existe ninguna ocupación, lo que corresponde a un tercio del total, mientras que en dos terceras partes de las playas se ha observado alguna ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre.

La recuperación del dominio público es una de las prioridades de las actuaciones en la costa en estudio. El resumen de este inventario se presenta en la tabla que a continuación se acompaña y se completa con planos de identificación de esas ocupaciones (Anejo II), en el cual no se ha tomado en consideración la legalidad o ilegalidad de ellas; salvo en el caso de chiringuitos que se suponen todos ellos con concesión. Por ello el objeto es identificar las ocupaciones para que se determinen su estado legal. En el caso de resultar ilegales se debe proceder a la recuperación.



PLAN PARA LA PROTECCIÓN DEL BORDE LITORAL DEL MAR MENOR

CEDEX

Número	Nombre Playa	Viviendas	Chiringuito	Hotel	Parking	Restaurante	Centro depo	Kiosco	Otros
1	Playa del Puerto								
2	Playa de las Villas	4							
3	Playa de Las Higueritas		5						
4	Playa del Mojón								
5	Playa de la Torre Derribada	4							
6	Playa la Llana (Playas de Playuela, Barraca Quemada y la Llana o Punta de Algas)								
6-2	Playa Escullis de la Llana y Encañizadas	2							
7	Playa del Pudrimel	2							
8	Playa de la Ensenada del Esparto	2							
9	Playa de la Escollera de Levante								
10	Caleta del Estacio								
11	Playa del Estacio	10							1
12	Playa del Arenal	6							
13	Playa del Pedrucho	1							
14	Playa del Banco del Tabal	16							
15	Playa de Calnegre	2	1						
16	Playa de Galúa	2	3	1					
17	Playa de Marchamalo	4	3	1		9			
18	Playa de Amoladeras								
19	Playa de Levante	21	2			1			
20	Playa de La Mota o Los Molinos								
21	Playa de la Veneziola	6				1			
22	Playa Chica o del Pudrimel del Mar Menor	1							
23	Playa de Mistral (o Matasgordas)								
24	Playa de Matasgordas (o Primera del Pedruchillo)	13							
25	Playa de Antillas	1							
26	Playa del Pedruchillo								
27	Playa de Poniente	7		1					3
28	Playa del Galán (o Euromangas)	1							
29	Playa de Lebeche (o El Galán)	36							
30	Playa de los Aliseos	2							
31	Playa de la Isla	1							
32	Cala del Pino	1							
33	Playa del Gollerón o cala del Turco		1						
34	Playa de la Bahía de las Palmeras	2							
35	Playa de la Isla del Ciervo								
36	Playa de Cavannas	11	2	1	1	3	1		
37	Playa de la Gola								
38	Playa de Puerto Bello	1	1						
39	Playa de El Vivero								
40	Playa de los Alemanes	1	1						
41	Playa de Paraíso								
42	Playa Honda		2						
43	Playa de la Loma del Castillo					1	1	1	
44	Playa de Mar del Cristal		2						
45	Playa de Islas Menores								
46	Playa de Los Nietos	83	1						
47	Playa de El Arenal								
48	Playa de Lo Poyo								
49	Playa de Perla de Levante								
50	Playa de Los Urrutias	2	1						
51	Playa de Punta Brava								
52	Playa de El Carmolí								
53	Playa de La Concha								
54	Playa de Carrión								
55	Playa de Manzanares		1						
56	Playa del Espejo		1						
57	Playa de Las Palmeras		1						
58	Playa de Los Narejos		1						
59	Playa de Las Salinas		1						
60	Playa de La Hita								
61	Playa de Barnuevo								
62	Playa del Pescador		2						
63	Playa de Colón		4						
64	Playa del Castillico	3					1		
65	Playa de la Puntica								
66	Playa de Villanaitos		6					4	4
	Total	248	42	4	1	15	3	5	8



## 7.4 Alternativas de actuación para los problemas identificados en el Mar Menor y La Manga

Antes de adentrarse en la descripción de las alternativas de actuación propuestas para la mejora de la costa de La Manga y el Mar Menor hay que definir la tipología de alternativas que pueden realizarse en ella, indicando sus ventajas e inconvenientes. Para ello, primeramente se da un repaso al tipo de alternativas que se han considerado, y se analiza su viabilidad y posibilidad de ejecución en la costa. A continuación se estudia y analiza las diferentes alternativas que pueden contemplarse según los tipos de problemas señalados en el capítulo anterior.

### 7.4.1 Tipo de alternativas a considerar

La costa que trata este Plan tiene dos tipos diferentes con características y problemáticas desiguales. La costa que baña el mar Mediterráneo, desde Pilar de la Horadada en Alicante hasta el cabo Palos en Murcia tiene un comportamiento habitual en un litoral marítimo, mientras que la costa del Mar Menor, al tratarse de la ribera de una laguna interior costera, tiene una dinámica diferente y mucho más suave.

Para el mar Mediterráneo, a la hora de abordar un problema costero provocado por el desequilibrio entre la cantidad de sedimento disponible y la dinámica litoral reinante, se puede optar por tres alternativas, encaminadas lógicamente a restablecer el equilibrio perdido:

- 1- Reducir la dinámica litoral lo máximo posible, impidiendo que el material se mueva de los compartimentos o celdas en las que se divide la costa. Esto requiere una rigidización total del sector, o al menos en una gran parte.
- 2- Aumentar la cantidad de sedimento disponible en el sistema litoral, bien sea reponiéndolo o recirculándolo. Dado que las pérdidas son directamente proporcionales a la intensidad de la dinámica litoral, debe reponerse a la misma velocidad que lo mueve el mar o se volverán a producir erosiones. Si se opta por este tipo de medida, también se debe actuar simultáneamente en todo el sistema.
- 3- Reducir parcialmente la intensidad de la dinámica litoral. Este sería un tipo intermedio entre los anteriores. El objetivo es que el mar mueva el sedimento pero en menores cantidades que en el estado inicial, para lo cual se pueden construir apoyos intermedios cortos que permitan que parte del material se mueva a lo largo de la costa, es decir, sin alcanzar la profundidad de cierre. El porcentaje de material que estos apoyos dejan pasar es proporcional a la reducción de la profundidad de los apoyos respecto a la profundidad de cierre.

El primero de los métodos no es muy deseable salvo en casos muy específicos, por ejemplo, cuando se quiere aislar un tramo de costa del resto, si aquel tiene una carencia importante de sedimentos.

Los otros dos tipos de actuación son la alimentación con apoyos (alternativa nº 3 del listado anterior) y la alimentación sin apoyos (alternativa nº 2). En ambos casos se requiere una adecuada gestión del sedimento, pudiendo optarse por dos vías.

La alimentación con apoyos consiste en situar puntos de control y seguimiento para localizar las pérdidas de sedimento y actuar seguidamente para retroalimentar. Esto supone en la práctica extraer el sedimento donde se ha acumulado y verterlo aguas arriba donde se ha erosionado y reponer las pérdidas de material con arenas procedentes del exterior del sistema litoral.

Si se opta por la alimentación artificial sin apoyos, es preciso a mover material a distancias más largas y con mayor frecuencia, siendo ésta proporcional a la dinámica litoral reinante en la zona. Esto conlleva un mayor gasto en mantenimiento, seguimiento y control, y además obliga a actuar de manera simultánea en un tramo amplio de costa, en toda la unidad o sub unidad fisiográfica.



Estas opciones generales que tiene la ingeniería de costas se matizan a continuación según los problemas detectados y señalados en el apartado anterior.

En cuanto a las alternativas de actuación en el Mar Menor, están fuertemente condicionadas por la reducida intensidad de su dinámica litoral y especialmente por los condicionantes ambientales que posee en su plataforma interna: presencia de fangos, praderas de fanerógamas marinas y baja calidad medioambiental en general.

#### **7.4.2 Análisis de los problemas costeros en el Mar Menor y La Manga**

Los problemas detectados a lo largo de la costa en estudio, tanto en la costa exterior como en la ribera del Mar Menor, han sido expuestos en el capítulo anterior, y se pueden agrupar en cinco tipos básicos:

- Descompensación sedimentaria provocada por el efecto barrera y la difracción del oleaje que producen las distintas obras en: Puerto de Pilar de la Horadada, Puertos deportivos de Mar de Cristal, Islas Menores, Los Nietos, Los Urrutias, Mar Menor y Lo Pagan.
- Interrupción de transporte longitudinal de sedimentos: Puerto deportivo de San Pedro del Pinatar.
- Sumideros costeros: Golas de la Caleta, Estacio y Marchamalo.
- Invasión urbana: Muy generalizada en La Manga, Islas Menores, Los Nietos y Los Urrutias.
- Material inactivo: Especialmente en Los Nietos, Los Urrutias, Cavanna y Villananitos.

##### **7.4.2.1 Descompensación sedimentaria**

La descompensación sedimentaria se produce cuando un puerto se sitúa en una playa o junto a ella y produce una difracción del oleaje, con una zona de “sombra” en cuyas proximidades se altera el movimiento normal de sedimento. En las proximidades de esta zona de sombra el transporte cambia de dirección, generando un punto de divergencia del transporte donde se produce una erosión localizada el transporte natural en una zona.

Este tipo de problema se presenta en tres versiones a lo largo de las costas del Mar Menor y mar Mediterráneo de su entorno.

El primer tipo se encuentra junto al puerto de Pilar de la Horadada y playas del Puerto y las Villas (Figura 7.1).

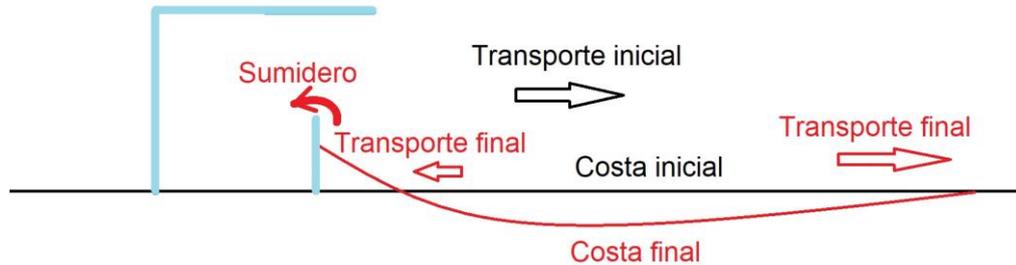


Figura 7.1: Descompensación sedimentaria debido a un puerto en el extremo del tramo con un transporte longitudinal inicial en la zona

La sombra al oleaje que produce el puerto genera un transporte en dirección contraria a la original, captando sedimento hacia la zona de sombra, que puede ser de tal entidad que rebase el contradique del puerto y el material se introduzca en la dársena que hace de sumidero. Por otra parte, al alejarse de la zona de influencia, el transporte longitudinal continúa, existiendo una zona de divergencia que suministra material a ambos sentidos y la consecuente erosión.

El segundo de los tipos de descompensación se da en los llamados puertos “isla” de Los Nietos, Los Urritias y Mar Menor (Figura 7.2) que actúan como si fueran diques exentos.

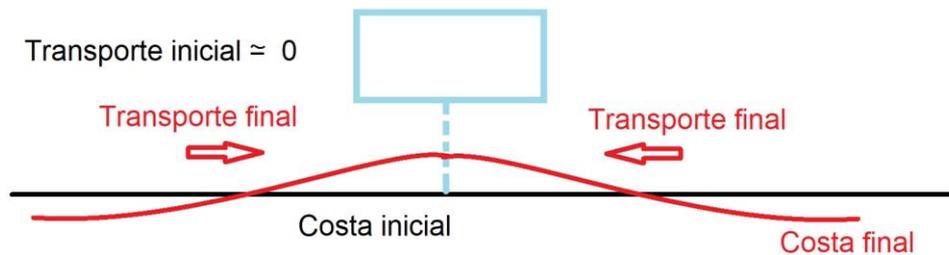


Figura 7.2: Descompensación sedimentaria debido a un puerto isla del tramo con un transporte longitudinal inicial neto nulo o muy bajo en la zona

En consecuencia, el efecto pernicioso de estos tres puertos isla hace que los sedimentos tiendan a concentrarse en las zonas de sombra de los puertos, que actúan como sumidero, en detrimento de las playas aledañas que reducen su anchura. Esta tendencia ha formado hemitómbolos en los tres casos, siendo menor en el puerto de Mar Menor dado que la zona de aporte es menor.

El tercero de los tipos de descompensación se produce cuando los efectos de la difracción tienen poco alcance y solo se producen en un tramo cerrado, originalmente en equilibrio, pero con el efecto del puerto la playa bascula hacia él (Figura 7.3).

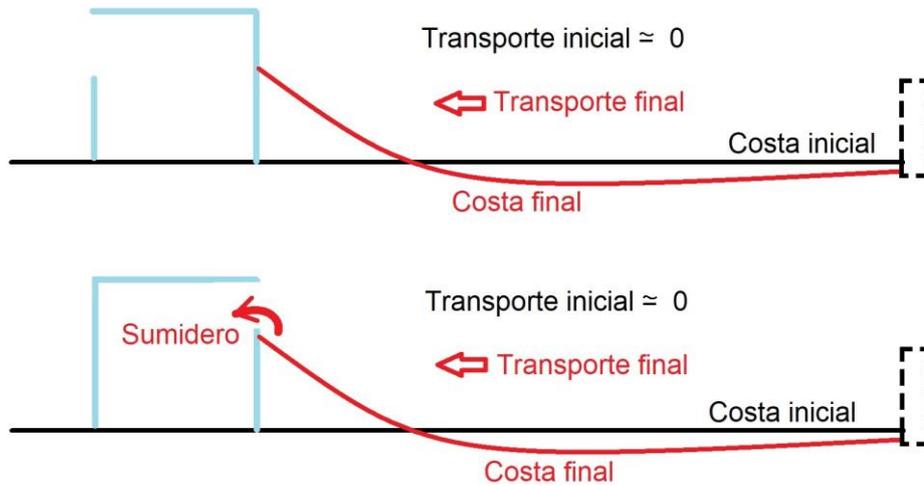


Figura 7.3: Descompensación sedimentaria debido a un puerto en un tramo con un transporte longitudinal inicial neto nulo o muy bajo en una zona cerrada

Estos casos se presentan en los puertos de Mar de Cristal, Islas Menores y Lo Pagan, estando los dos primeros expuestos a que penetre material dentro de las dársenas, que pueden funcionar como sumidero.

#### 7.4.2.2 Interrupción de transporte longitudinal de sedimentos

Cuando a una playa con un transporte longitudinal elevado se le interpone perpendicularmente una estructura, como puede ser un puerto, todo el material arrastrado por el oleaje se ve frenado y depositado a barlomar, “aguas arriba” de la obra, mientras que a sotamar, “aguas abajo”, la playa funciona de la misma manera que en los supuestos comentados en el anterior apartado (Figura 7.1). El efecto final se muestra en la Figura 7.4.

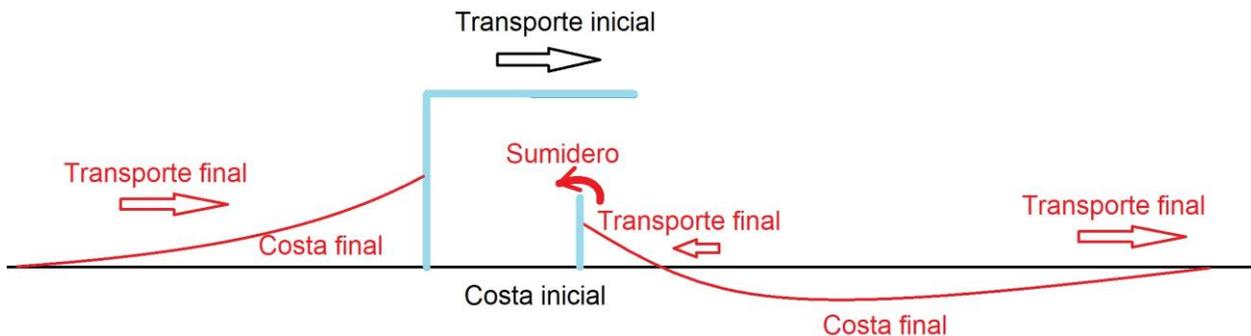


Figura 7.4: Efecto producido por la interrupción del transporte longitudinal de sedimentos en una playa abierta

Esto sucede en el caso del puerto de San Pedro del Pinatar debido a la interrupción del transporte de sedimentos provenientes del norte.

#### 7.4.2.3 Sumideros costeros

Los sumideros costeros se forman por una discontinuidad en la playa debido a un entrante, en el caso del Mar Menor y La Manga, las golgas y los canales asociados a ellas, además del canal

de entrada de la Veneziola. Su comportamiento es sencillo (Figura 7.5) y se asemeja a una trampa de arena: en una costa inicialmente rectilínea, cuando aparece un hueco en ella, el transporte de sedimentos tiende a rellenarlo, cerrándolo y regularizando la línea de orilla.

Cabe la posibilidad de que, previendo este efecto sumidero, se construyan diques de encauzamiento de esa gola o canal (Figura 7.5). En ese caso, la costa se adapta a esa nueva situación, apoyándose la playa en los diques; no obstante, si ese apoyo alcanza los extremos de estos diques, parte del material, especialmente en suspensión, sobrepasa las protecciones y se deposita en el hueco, gola o canal.

La primera de las versiones descritas se presenta en la gola de la Caleta y en el canal de Marchamalo que lo une con Puerto Bello, mientras que el segundo tipo se observa en la gola de Marchamalo y en el canal de entrada a la Veneziola.

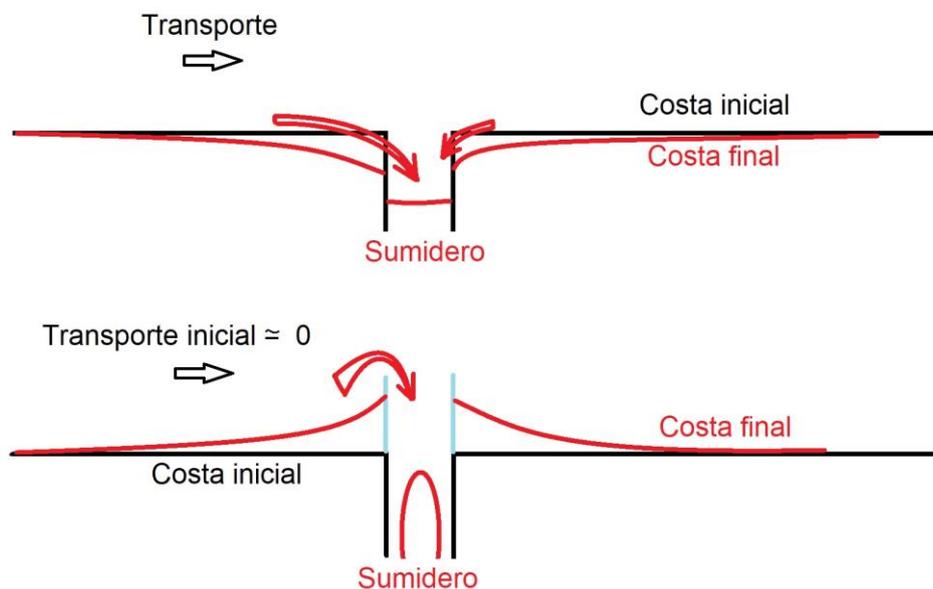


Figura 7.5: Efecto producido por un sumidero costero al transporte longitudinal de sedimentos en una playa abierta

#### 7.4.2.4 Invasión urbana

La invasión urbana se produce cuando las construcciones o edificaciones se sitúan sobre una zona de playa. Cuando esa invasión alcanza zonas muy próximas a la línea de orilla o el mar alcanza esas zonas construidas, entonces se originan reflexiones que intensifican la erosión y la pérdida de anchura de la playa seca, que puede llegar a desaparecer.



Figura 7.6: Efecto producido por una invasión urbana en una playa

Esta situación se produce tanto en el Mar Menor como en el exterior de La Manga de manera bastante común (Figura 7.6).

#### 7.4.3 Alternativas de actuación

Los problemas detectados a lo largo de la costa en estudio, tanto en la costa exterior como en el Mar Menor, y analizados y descritos en el apartado anterior tienen diferentes alternativas de actuación que dependen de los condicionantes geográficos, sociales y ambientales de cada una de las playas.

Todas las alternativas de actuación que se presentan a continuación para los distintos problemas vienen condicionadas por la presencia de vegetación protegida cuya localización siempre ha acompañado a la descripción de los problemas (Apartado 6.3). A continuación se repasan para cada tipo de problema las alternativas más usuales.

##### 7.4.3.1 Alternativas para reducir la descompensación sedimentaria

Ante la descompensación sedimentaria producida por un puerto se puede actuar de tres maneras diferentes: dejando evolucionar libremente (no actuar), eliminando el elemento que ha provocado la descompensación, e intentando reducir la descompensación mediante obras, para lo que caben diferentes alternativas.

Recordando las tres versiones de descompensación sedimentaria que pueden encontrarse en el Mar Menor, en el primer caso se proponen cinco alternativas de actuación (Figura 7.7):

1. No actuar
2. Eliminar el puerto
3. Aislar la zona alterada mediante obras (Espolón y espigón en L) y gestionar el sedimento
4. Aislar la zona alterada mediante obras (Espolón y dique exento) y gestionar el sedimento
5. Gestionar el sedimento

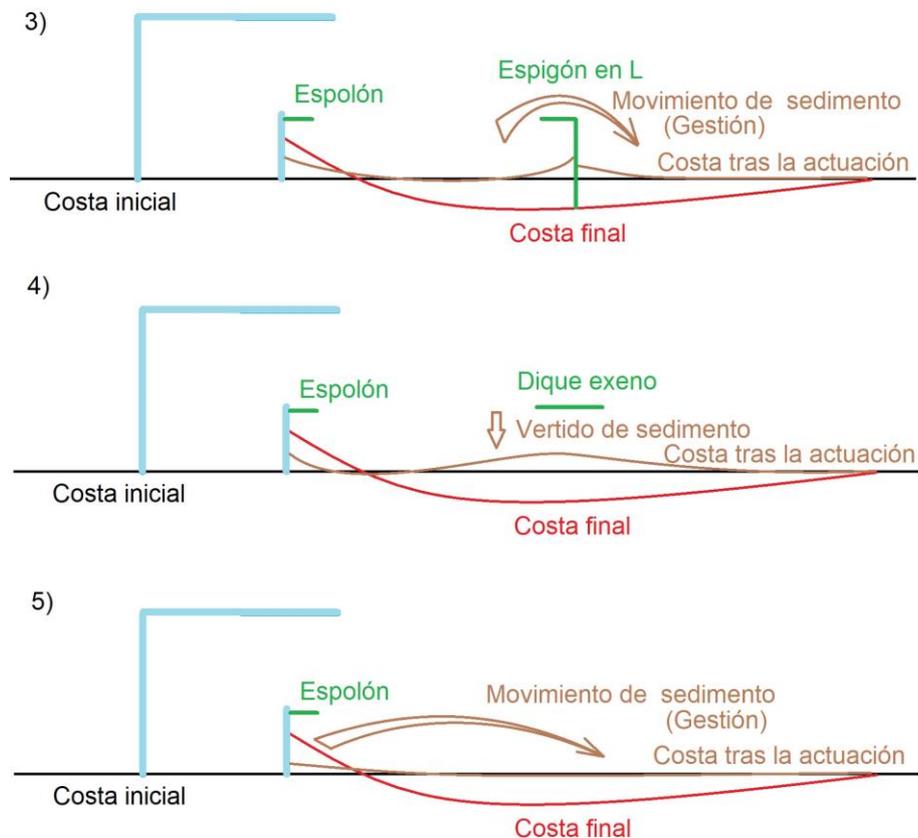


Figura 7.7: Esquema de las alternativas de actuación 3, 4 y 5 para reducir la descompensación sedimentaria a la sombra de un puerto

La primera de las alternativas, supone que se mantendría la situación actual en todos los casos, con los inconvenientes que ello conlleva. La segunda de las alternativas, aun debiendo contemplarse, dado que es la causa de los desequilibrios, tendría que tener un amplio consenso entre todos los entes implicados para poder llevarse a cabo. La tercera alternativa se basa en aislar la zona donde afecta la difracción del puerto, tanto la zona de sombra como la de alimentación, que debiera realizarse mediante un espolón de control para evitar el efecto sumidero del puerto, y un espigón en “L” que evite la descompensación que pueda producirse en la celda creada. Y la cuarta alternativa es similar a la tercera, pero el corte de ambas zonas se realiza mediante un dique exento; la dificultad que tiene este tipo de obras de defensa es el diseño óptimo para que cumpla su cometido.

El segundo de los tipos de descompensación (Figura 7.2) producido por llamados puertos isla se puede abordar en cuatro alternativas (Figura 7.8):

1. No actuar
2. Eliminar el puerto
3. Aislar la zona alterada mediante obras (espigones) y gestionar el sedimento
4. Gestionar el sedimento

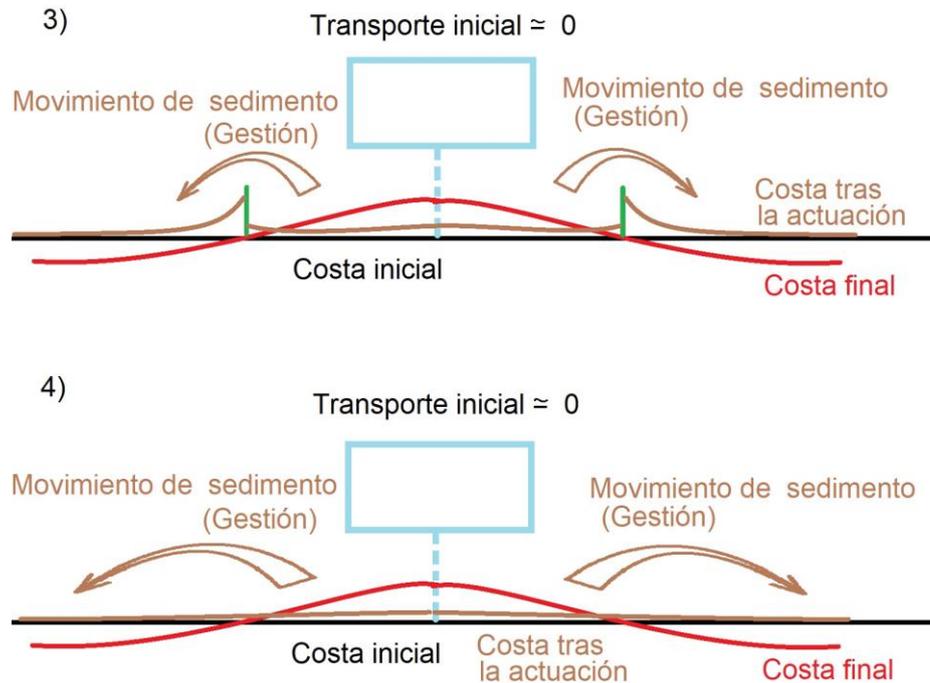


Figura 7.8: Esquema de las alternativas de actuación 3 y 4 para reducir la descompensación sedimentaria de un puerto isla

Las dos primeras alternativas tienen el mismo comentario expuesto en el primero de los casos, en resumen, no parecen aceptables desde un punto de vista social y económico. La tercera alternativa se basa en aislar la zona donde se concentran los efectos de la difracción del puerto, mediante la construcción de un espigón a cada lado. La cuarta alternativa tiende a evitar la acumulación de sedimento mediante el movimiento del sedimento acumulado hacia los lugares de dónde provienen, para ello ha de hacerse un seguimiento que indique la cantidad movida.

El tercero de los supuestos de descompensación (Figura 7.3) presenta cuatro alternativas de actuación (Figura 7.9):

1. No actuar
2. Eliminar el puerto
3. Gestionar el sedimento
4. Gestión del sedimento con elementos de control

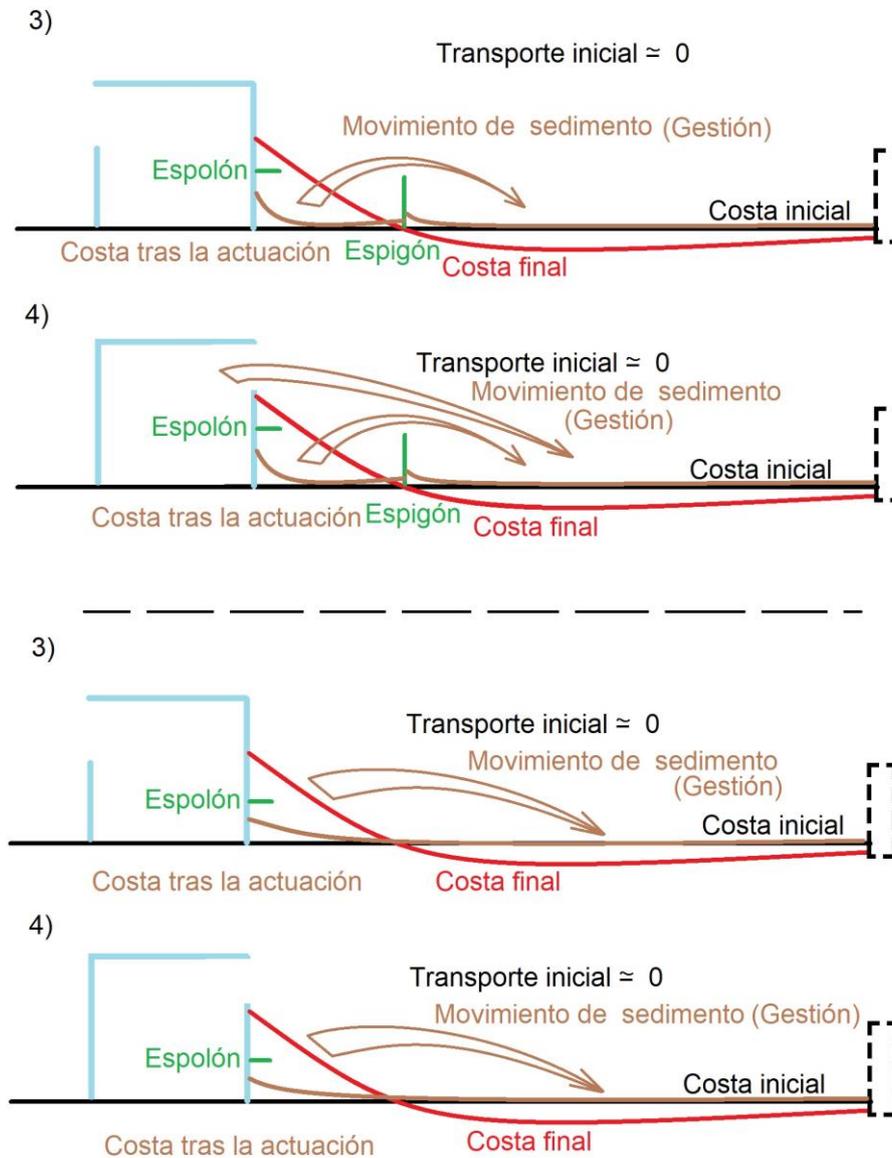


Figura 7.9: Esquema de las alternativas de actuación 3 y 4 para reducir la descompensación sedimentaria de un puerto en un tramo cerrado

#### 7.4.3.2 Alternativas para reducir la Interrupción de transporte longitudinal de sedimentos

Ante la descompensación sedimentaria producida por un puerto que interrumpe el transporte de sedimentos se puede actuar de tres maneras diferentes: dejando evolucionar libremente (no actuar), eliminando el elemento que ha provocado la descompensación, e intentando reducir la descompensación mediante obras, para lo que caben diferentes alternativas (Figura 7.10):

1. No actuar
2. Eliminar el puerto
3. Trasvasar sedimentos

## 4. Retrotrasvasar de sedimentos

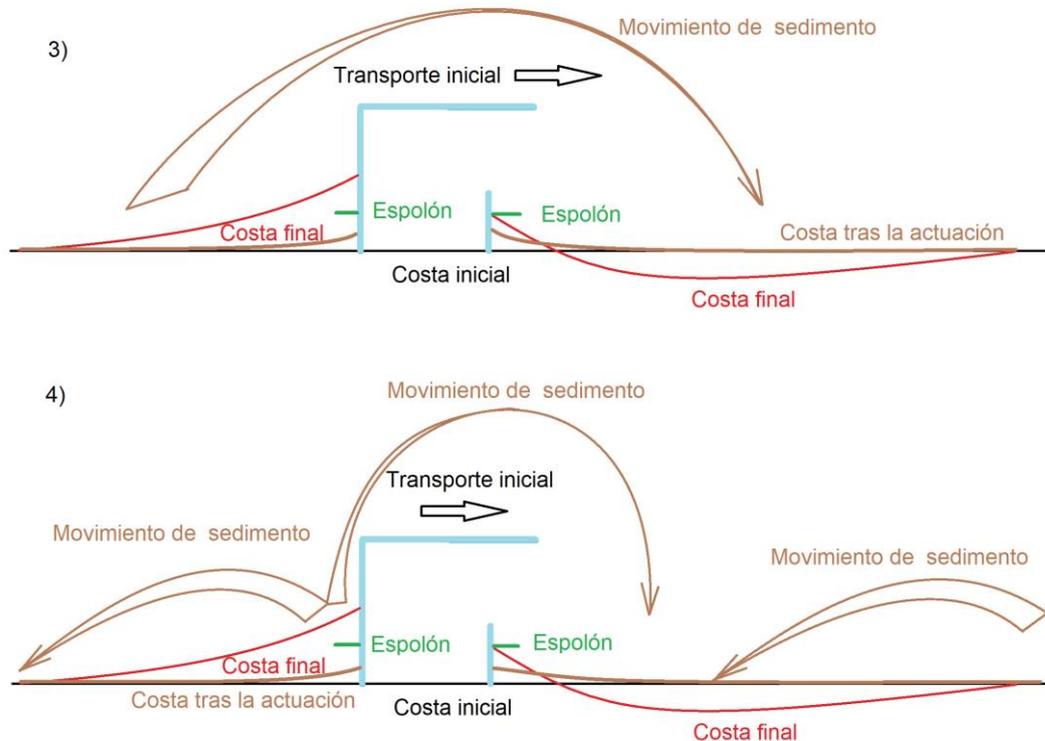


Figura 7.10: Esquema de las alternativas de actuación 3 y 4 para reducir la interrupción de transporte longitudinal de sedimentos

Las dos primeras alternativas tienen el mismo tipo de comentario expuesto en los casos del apartado anterior, es decir, no parecen aceptables desde un punto de vista social y económico. En la tercera de las alternativas es tendente a restaurar el transporte de sedimentos a lo largo de la costa; para ello se debe eliminar el triángulo acumulativo aguas arriba del puerto y realizar un espolón de control para facilitar el trasvase periódico de sedimento. También se realizará un espolón de control aguas abajo. La cuarta de las alternativas es similar a la anterior, pero revirtiendo el sedimento a barlomar en lugar de trasvasarlo aguas abajo. La tercera alternativa se considera más adecuada cuando la costa es abierta y tiene una longitud importante, mientras que en caso contrario es más aconsejable realizar un retro-trasvase.

#### 7.4.3.3 Alternativas para reducir la actividad de los sumideros costeros

Cuando se presentan problemas en un sumidero costero, como son las golas existentes en La Manga, caben tres alternativas: no actuar, utilizar el sumidero como depósito de material y optar por la construcción de diques de encauzamiento para apoyo de material para usarlo para trasvase o retro-trasvase. Estas tres versiones de actuación se reflejan en tres alternativas (Figura 7.11):

1. No actuar
2. Dragado periódico de la gola y aporte del sedimento aguas abajo, con o sin diques de encauzamiento

3. Construcción de diques de encauzamiento y trasvase o retro-trasvase de sedimentos

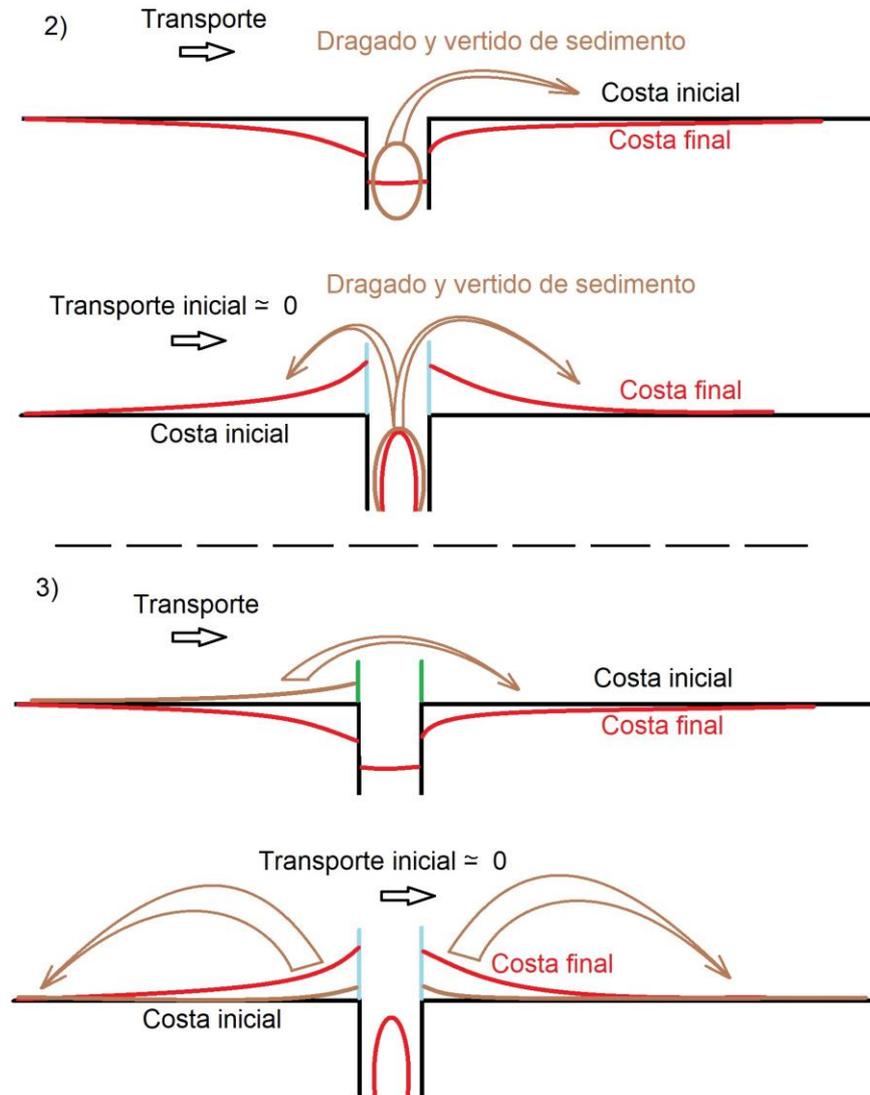


Figura 7.11: Esquema de las alternativas de actuación 2 y 3 para reducir el efecto de sumidero de las golas

La primera de las alternativas, no actuar, supondrá que en el futuro las golas se vayan colmatando de sedimentos cuando los contornos de ellas lo permitan; así, la gola más al norte de la Caleta que no tiene encauzamiento ha ido recogiendo sedimento y colmatándose desde 1956 como se refleja en la Figura 6.6. También han ido acumulando sedimento las otras dos golas del Estacio (Figura 6.7) y Marchamalo, si bien en menores cantidades; la primera de ellas, por la fuerte concentración de obras y la segunda porque tiene unos espigones cortos, a pesar de lo cual ha sido dragado varias veces. La tendencia natural sería que se fuesen depositando sedimentos, tanto debido al oleaje como a las corrientes, hasta que el caudal de salida-entrada se equilibrase.

La segunda de las alternativas (panel superior de la Figura 7.11) sería dragar las golas, para lo que caben dos posibilidades. En primer lugar, cuando existe un transporte longitudinal de



sedimentos significativo y además no hay obras de encauzamiento de la gola, tal como se presenta la gola de La Caleta, entonces el material dragado, si las condiciones ambientales del sedimento lo permiten debía tender a restaurar el transporte, salvando el escollo de la gola. Por otro lado, cuando el transporte de sedimentos longitudinal es muy pequeño o nulo y además existen obras de encauzamiento exterior de la gola, lo que sucede en las otras dos golas (Estacio y Marchamalo), el material dragado debería repartirse a ambos lados de la gola, si sus características medioambientales lo permiten.

La tercera de las alternativas de actuación (panel inferior de la Figura 7.11) consiste en construir diques de encauzamiento, si no existiesen y eliminar mediante retrotrasvase o trasvase de sedimento las acumulaciones que se producen o pueden producir en los apoyos, dependiendo si existe transporte longitudinal de sedimentos o si éste es muy pequeño o nulo.

En todos los casos, hay que tener presente lo expuesto en el apartado 7.22 (Golas conexión con el Mediterráneo) donde se concluye que no resulta conveniente el dragado de ninguna gola y sí su aislamiento para que reduzca al máximo su funcionamiento como sumidero.

#### 7.4.3.4 Alternativas para reducir el efecto de la Invasión urbana de la costa

Cuando las construcciones han invadido la playa seca y duna, los diversos agentes climatológicos del mar producen erosiones que reducen aún más la franja de playa e incrementan la exposición de la costa. Ante esta circunstancia caben cinco alternativas de actuación (Figura 7.12)

- 1- No actuar
- 2- Eliminar las edificaciones o construcciones invasivas
- 3- Aislar el tramo mediante obras de defensa y avanzar la playa mediante el aporte de sedimento
- 4- Avanzar todo el frente de costa mediante el aporte de sedimento, hasta que la zona invadida tenga una suficiente anchura de playa
- 5- Realizar un dique longitudinal de escollera a lo largo de todo el frente invadido para así proteger las edificaciones

La opción de no actuar lleva consigo una continuada degradación de la costa que puede afectar a la estabilidad de las construcciones invasoras. Por ello, esta alternativa de actuación no puede prolongarse en el tiempo, debido a que las construcciones producen reflexiones en el oleaje, erosión de playas (impidiendo que puedan cumplir su función defensiva), y socavaciones frente a los elementos que producen estas reflexiones.

La segunda de las alternativas es la óptima desde el punto de vista técnico y medioambiental, si bien, se enfrenta a graves problemas sociales y humanos, muy difíciles de abordar, salvo en casos puntuales que no tengan esa componente social o humana.

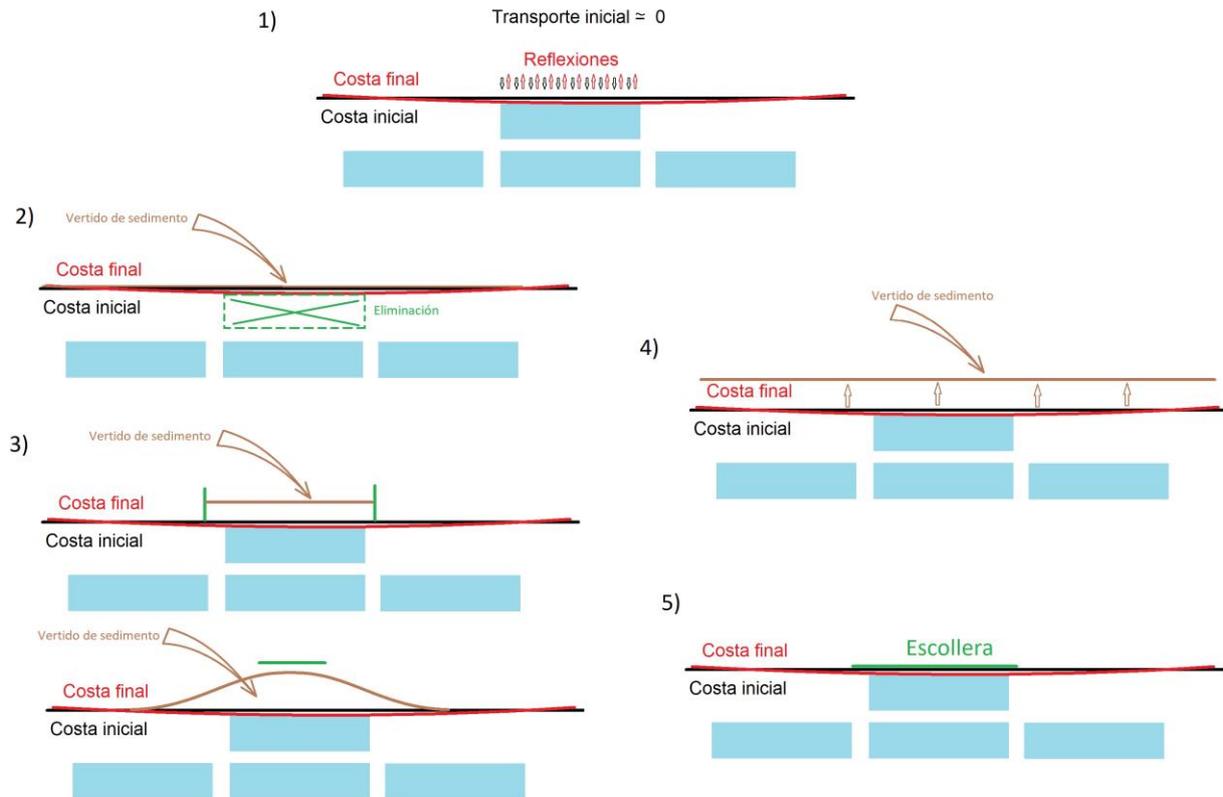


Figura 7.12: Esquema de las alternativas de actuación para reducir el efecto de la invasión urbana de la costa

La tercera de las alternativas, puede producir problemas graves ambientales, por ejemplo, la rigidización y parcelación de la costa; no obstante, también se estaría favoreciendo una circunstancia invasiva respecto de las que no lo son y se estarían creando precedentes de situaciones injustas. Por ello, solo es aconsejable en casos muy puntuales, siendo preciso realizar una justificación detallada de la actuación.

La cuarta de las alternativas supone un gasto de recursos y material muy importante y solamente sería aconsejable cuando el tramo afectado fuese muy pequeño y la playa en su conjunto fuese estrecha lo que favorecería no solamente a la zona con invasión urbana sino a todo el conjunto, o bien la longitud de invasión fuese muy grande y estuviesen en peligro bienes y/o personas.

La quinta de las alternativas tiene como objetivo proteger los bienes de las construcciones invasoras frente al mar. La principal desventaja es que la rigidización de la costa podría afectar al libre movimiento de sedimento entre los extremos de la obra y se podría afectar al perfil tanto de la zona con escollera como a sus zonas aledañas.

#### 7.4.3.5 Alternativas para reducir el efecto de la existencia de material inactivo en la costa

Este material inactivo (fango y arena) forma lo que se ha denominado localmente “secas”, una acumulación que forma de isletas y bajos frente a la costa, provocando la aparición de malos olores, falta de higiene y reducción del uso lúdico de las playas.



Su aparición es debida a las consecuencias de actuaciones humanas y de manera natural. Frente a esta circunstancia solamente existen dos alternativas:

- 1- No actuar
- 2- Extracción, tratamiento y reperfilado de todas ellas existiendo trabajos como los de la Universidad de Murcia-Región de Murcia (2017), de la Región de Murcia (2018) y de CETEC (2015) que tratan el problema y de sus soluciones.

## **7.5 Actuaciones propuestas por otros organismos para la franja litoral del Mar Menor**

### **7.5.1 Zona 1**

Las propuestas generales para esta Zona 1, de Pilar de la Horadada a cabo de Palos se encuentran en los trabajos de IBERINSA (2007), IH Cantabria (2011 y 2018), el Ayuntamiento de Cartagena (2018) y ACADAR (2018). Estas propuestas se concentran en Pilar de la Horadada, San Pedro del Pinatar y en el entorno de la gola de Marchamalo-cabo de Palos.

#### 7.5.1.1 Propuestas de actuación en La Manga (IBERINSA, 2007)

La empresa IBERINSA realizó para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y de Mar la parte de la “Estrategia para la sostenibilidad de la costa” correspondiente a La Manga y Mar Menor. Es un trabajo inacabado del que se ha utilizado los borradores iniciales. En él tiene pocas propuestas de actuación concretas para la costa exterior de La Manga, siendo éstas:

1. Adquirir toda la franja desde el DPMT hasta la zona de explotación de las Salinas de San Pedro (Suelo no urbanizable protegido), para integrar este sistema litoral a la gestión de la DGC, ya que las dunas están gravemente amenazadas por culpa del pisoteo de la ingente masa de turistas.
2. Eliminar el puerto de San Pedro del Pinatar, que está provocando la erosión de la duna de las Salinas de San Pedro
3. Recuperar la concesión de puerto Mayor (Estacio)

#### 7.5.1.2 Propuestas de actuación en La Manga (IH Cantabria, 2011)

La Universidad de Cantabria realizó en 2011 un informe para la Dirección General de la Costa y el Mar, “Estudio de alternativas de actuación en La Manga del Mar Menor, en el tramo comprendido entre el puerto de San Pedro del Pinatar y el cabo de Palos”. El capítulo 7 de este estudio está dedicado a las propuestas de actuación. Éstas se dividen en la costa del mar Mediterráneo y Mar Menor, siendo las primeras:

#### Alternativas en las playas exteriores de La Manga:

1. No actuación
2. Actuación Global
  - a. No se puede adelantar el perfil debido a las zonas de rocas
  - b. Adelantar el perfil utilizando arena gruesa no es una opción
  - c. Cerrar la barrera de rocas aumentaría la fragilidad del sistema
3. Actuación local
  - a. Reducir las reflexiones en muro
  - b. “Back-passing”: subir arena de la zona intermareal



Estas propuestas son muy generales, pero no especifican actuaciones concretas.

#### 7.5.1.3 Propuesta de actuación en la playa de La Llana (IH Cantabria, 2018)

Esta actuación pretende solucionar el problema erosivo de la playa de La Llana provocado por la interrupción del transporte de sedimentos, norte-sur, debido al citado puerto y el sumidero costero que supone la gola de la Caleta. El primer proyecto de mejora de la playa procede del año 2005 y fue realizado por Taller de ingeniería ambiental, SL; en el año 2009, Dinámica Ambiental realizó un estudio de evolución de la playa. Finalmente, la Universidad de Cantabria realiza la “Actualización del proyecto de acondicionamiento de las playas de La Llana”.

La propuesta de actuación consiste en:

- Construcción de un espolón, e espigón norte, apoyado en el contradique del puerto de San Pedro del Pinatar de 150 m (Figura 7.13).
- Construcción de un espigón de cierre sur, inmediatamente al norte de la gola de la Caleta de 65 m (Figura 7.14).
- Aporte de arena con dos opciones de volumen: de 200.000 m<sup>3</sup> para recuperar la línea de costa de 1995; o de 330.000 m<sup>3</sup> si se quiere recuperar la línea de 1970.

Se propone que el material de aporte proceda del acumulado en la zona norte del puerto (Figura 7.15).

El proyecto final fue redactado por AZENTA. Pero, en el proyecto, únicamente se incluye el aporte de arena necesario para la actuación local, de modo que se genere una playa en equilibrio. El volumen de arena previsto en el proyecto de obra era de 40.000 m<sup>3</sup> y el área a regenerar era la contigua al puerto, manteniendo los trasvases periódicos de arena.

Se incluye también la ejecución de un espigón en la Punta de Algas, con el objetivo de retener la arena transportada hacia el sur de la playa. Este volumen de arena acumulado se empleará para realizar trasvases periódicos de arena hacia las zonas más erosionadas al norte.



Figura 7.13: Propuesta de actuación en la zona norte de la playa de La Llana de la Universidad de Cantabria (2019)



Figura 7.14: Propuesta de actuación en la zona sur de la playa de La Llana de la Universidad de Cantabria (2019)



Figura 7.15: Propuesta de fuente de aporte de arena a la playa de La Llana de la Universidad de Cantabria (2019)

#### 7.5.1.4 Propuesta de actuación para la zona sur de la gola de Marchamalo-cabo de Palos (Ayuntamiento de Cartagena) (2018)

Esta propuesta fue realizada en septiembre de 2018 por el Ayuntamiento de Cartagena en el marco del presente Plan, tras la consulta de la Demarcación de Costas de Murcia sobre las actuaciones necesarias en esta zona costera. El Ayuntamiento de Cartagena ha propuesto las siguientes actuaciones:

##### PLAYA DE LEVANTE- CABO DE PALOS

- Zona de fondeadero ilegal.
- Retirada de muertos y piedras de la zona de la curva.
- Aporte de arena en estrechamiento para agrandar zona seca de playa: el problema es que el agua llega al muro lavando la arena y dejando a la luz todas las piedras. Todos los años pasa
- Aporte de arena en playa Amoladeras, en límite zona protegida.

##### CANAL DE MARCHAMALO

- Para que regeneren las aguas del Mar Menor, se debería continuar con el dragado del Canal.

##### PLAYA DEL GALÚA

- En el paseo Marítimo situado al final de la playa junto Apartamentos Galeón, se debería colocar un vallado y algún banco.
- Reponer brezo en calle Décima Avenida límite con playa, para eliminar la acumulación de arena en los viales de la zona.

De todas estas propuestas, las que puede contemplar el presente Plan son:

1. Playa de Amoladeras (nº 18): Aporte de arena en playa Amoladeras, en límite zona protegida.
2. Gola de Marchamalo: Dragado y uso de las arenas para la regeneración de las playas del Mar Menor.



### 7.5.1.5 Propuestas de actuación en Pilar de la Horadada, (ACADAR, 2018)

La Dirección General de la Costa y el Mar encargó un informe a la empresa ACADAR para la "Recuperación de las playas del Puerto y del Mojón, T.M. de Pilar de la Horadada (Alicante)".

Para la mejora de la playa del Puerto de Pilar de la Horadada plantean tres alternativas de actuación, que son, junto a la Alternativa 0 (Figura 7.16):

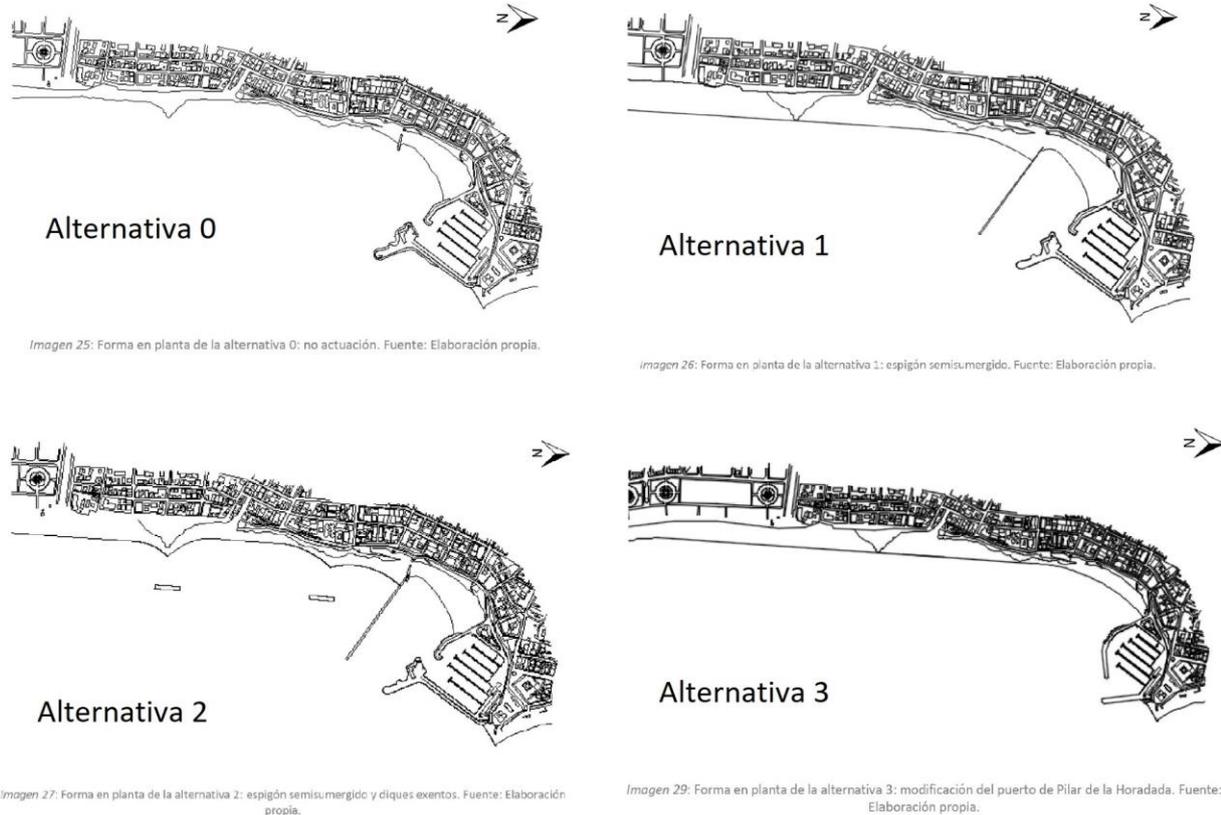


Figura 7.16: Alternativas de actuación planteadas por ACADAR (2018) para la playa del Puerto de Pilar de la Horadada (ACADAR, 2018)

0. No actuar
1. Construir un espigón sumergido, más aporte de arena de 501.700 m<sup>3</sup>
2. Construir un espigón semisumergido y dos diques exentos, con aporte de arena de 213.300 m<sup>3</sup>
3. Modificar el puerto de Pilar de la Horadada (aporte de arena de 491.282,6 m<sup>3</sup>)

El cálculo de la arena apoyada en el puerto que puede usarse arroja una cantidad de 4.727,96 m<sup>3</sup>, cantidad muy insuficiente y sin valor cara a la regeneración requerida en las tres alternativas pero que se deduciría del material necesario de aporte.

La mejora de la playa del Mojón, a caballo entre Alicante (Pilar de la Horadada) y Murcia (San Pedro del Pinatar) lo plantean dando tres alternativas junto con la Alternativa 0, siendo estas (Figura 7.17):

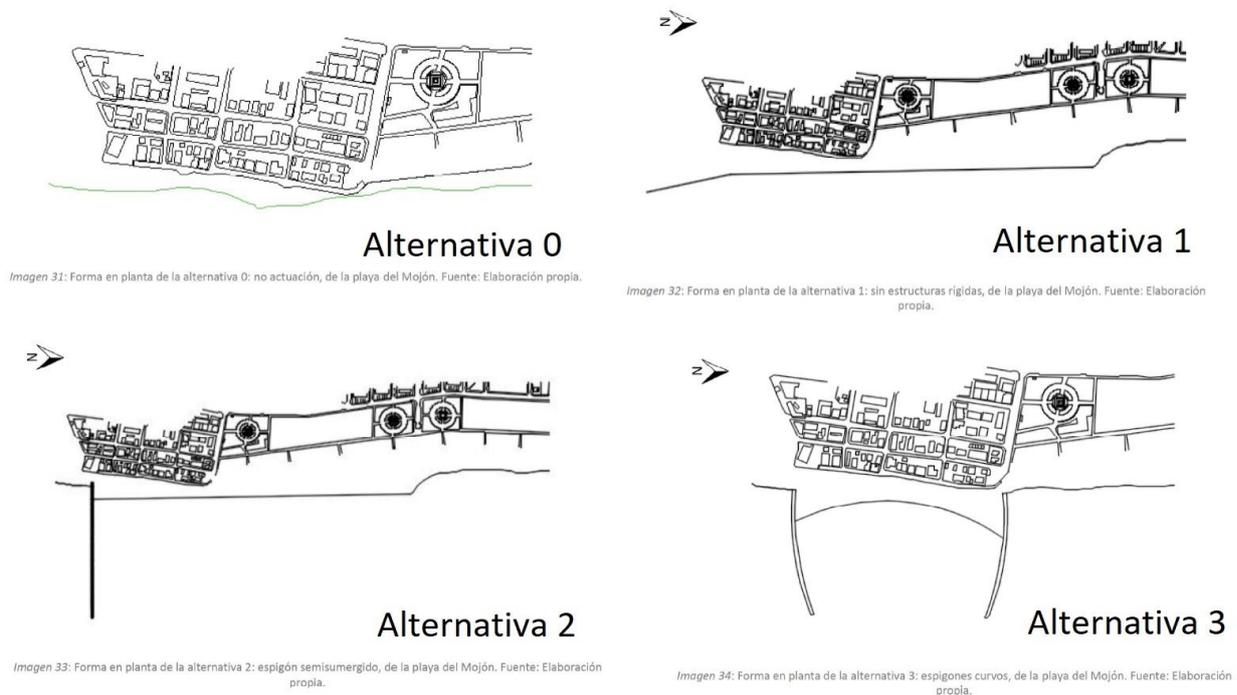


Figura 7.17: Alternativas de actuación planteadas por ACADAR (2018) para la playa del Mojón de Pilar de la Horadada (ACADAR, 2018)

0. No actuar
1. Sin estructuras rígidas: Aportación de arena  $652.764 \text{ m}^3$  y modificación del trazado del paseo marítimo
2. Espigón semisumergido, con aportación de arena de  $156.300 \text{ m}^3$  y modificación del trazado del paseo marítimo
3. Espigones curvos, con aporte de arena de  $30.000 \text{ m}^3$  y modificación del trazado del paseo marítimo

El trabajo de ACADAR indica que las soluciones recomendadas son la Alternativa 3 para la playa del Puerto y la Alternativa 2 para la playa del Mojón.

### 7.5.2 Zona 2

Las propuestas generales que da para La Manga se encuentran en los trabajos de IBERINSA (2007) e IH Cantabria (2011), citados anteriormente.

#### 7.5.2.1 Propuestas de actuación en La Manga de IBERINSA (2007)

La empresa IBERINSA realizó para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y de Mar la parte de la “Estrategia para la sostenibilidad de la costa” correspondiente a La Manga y Mar Menor. Es un trabajo inacabado del que se ha utilizado los borradores iniciales. En él no se incluyen propuestas de actuación concretas para la costa interior de La Manga

#### 7.5.2.2 Propuestas de actuación en La Manga (IH Cantabria) (2011)

La Universidad de Cantabria realizó en 2011 un informe para la Dirección General de la Costa y el Mar, “Estudio de alternativas de actuación en La Manga del Mar Menor, en el tramo comprendido entre el puerto de San Pedro del Pinatar y el cabo de Palos”. El capítulo 7 de este



trabajo estaba dedicado a las propuestas de actuación. Éstas se dividen en la costa del mar exterior, Mediterráneo, y mar interior, Mar Menor, siendo las del mar interior:

Alternativas en las playas interiores de La Manga:

1. No actuación
2. Esponjamiento: volver al sistema natural
3. Aporte de arena
  - a. Extracción en la zona exterior al sistema
  - b. Extracción en el Mar Menor
  - c. Extracción en el Mar Mayor

### 7.5.3 Zona 3

Las propuestas generales que da para La Manga se encuentran en los trabajos de IBERINSA (2007) y las propuestas que ha presentado el Ayuntamiento de Cartagena.

#### 7.5.3.1 Propuestas de actuación en el Mar Menor (IBERINSA, 2007)

La empresa IBERINSA realizó para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y de Mar la parte de la “Estrategia para la sostenibilidad de la costa” correspondiente a La Manga y Mar Menor. Es un trabajo inacabado del que se ha utilizado los borradores iniciales. En él tiene pocas propuestas de actuación concretas para la costa del Mar menor, siendo éstas:

1. Previo deslinde, acordar con ayuntamientos y particulares las actuaciones a realizar en las siguientes zonas de erosión: los Urrutias (4), Santiago de la Ribera (5), los Nietos (6).
2. Actuaciones de recuperación del borde litoral (demolición de barreras al transporte de sedimentos) que permitan recuperar el equilibrio dinámico.
3. La ubicación de los paseos marítimos, si se realizan, se harán fuera del DPMT, en la zona de servidumbre que abarca de los 6 m a los 20 m. en los sitios que demanda el Plan de Ordenación del Litoral de la Región de Murcia; los Urrutias (4), los Alcázares (2), los Nietos (6) y Mar de Cristal (7), para lo cual habrá que dejarla necesariamente y previamente libre.

#### 7.5.3.2 Propuesta de actuación para la zona sur de la gola de Marchamalo-cabo de Palos (Ayuntamiento de Cartagena)

Esta propuesta fue realizada en septiembre de 2018 por el Ayuntamiento de Cartagena en el marco del presente Plan, tras la consulta de la Demarcación de Costas de Murcia sobre las actuaciones necesarias en esta zona costera. El Ayuntamiento de Cartagena ha propuesto las siguientes actuaciones:

##### PLAYA BAHÍA DE LAS PALMERAS-ISLA DEL CIERVO

- **Aporte de arena en zona seca y orilla porque por el efecto de los temporales ha dejado sin arena la playa.**
- Retirada de piedras de la orilla
- Es una zona donde se acumulan muchas algas.

##### PLAYA CAVANNA

- Hay una zona frente a Escuela de Vela Mangasurf donde la profundidad en el agua es grande. Estos agujeros se llenan de algas produciendo fangos, siendo verdaderas trampas para los bañistas y por lo tanto sería necesario rellenar con arena.
- Aporte de arena para ampliar zona de estrechamiento con muro de hotel Cavanna.



#### PLAYA GOLA

- **Rellenar con arena la playa a la altura de la Urbanización Golamar, ya no existe playa, el Mar Menor pega en la pared del bloque de la Urbanización.**

#### PUERTO BELLO

- Echar arena en la orilla, se ven las piedras.
- Colocar redes anti-medusas
- Balizar playa.

#### PLAYA VIVERO

- Aporte de arena, principalmente en la zona del Parador.
- La orilla del mar está llena de piedras, hay que retirar.
- Zona donde se acumulan muchas algas.

#### PLAYA DE LOS ALEMANES

- Colocar valla de brezo en el límite con la calle, para evitar se acumule la arena en la vía pública. Se solicitó a Costas y nos pidieron una memoria descriptiva.
- Zona donde se acumulan muchas algas.

#### PLAYAHONDA

- **Regeneración de playa con aporte de arena y nivelado de la misma.**

#### CAMPING CARAVANING

- Extracción de piedras de las zonas limítrofes de la zona de baño.
- Adecuación de la zona de playa con aporte de arena ampliando la línea de playa.
- Adecuación de camino de acceso a Playa Camping Caravaning desde Playa Honda.
- Zona donde se acumulan muchas algas.

#### MAR DE CRISTAL

- Limpieza de fangos y algas, próximo al club náutico.
- Aportación de arena a la playa, sobre todo en las zonas donde desaguan los imbornales.
- Extracción de piedras más próximas a la orilla que hacen peligroso el acceso a personas, sobre todo mayores.
- Adecuación en las zonas de lavapies donde se acumula el agua.

#### ISLAS MENORES (LEVANTE Y PONIENTE)

- Limpieza de algas y fangos acumulados sobre todo en las escolleras del club náutico.
- Aportación de arena en la playa, sobre todo en las zonas donde desaguan las lluvias (accesos del paseo marítimo a la playa).
- Extracción de piedras más próximas a la orilla que hacen peligroso el acceso a personas, sobre todo mayores. En algunas zonas el agua llega a los muros donde hay plantadas palmeras y se ha quedado sin playa.

#### LOS NIETOS

- **Construcción de paseo marítimo o en su defecto reparación integral, dejando accesos directos a la playa para que pase la maquinaria pesada (camiones, máquinas limpia playas).**
- **Limpieza de fangos dentro del agua.**



- **Extracción de piedras más próximas a la orilla que hacen peligroso el acceso a personas, sobre todo mayores.**
- **Retirada de los dos espigones que quedan en la zona del Arenal y el pequeño espigón (piedras) al final de la Lengua de La Vaca. [también pedido por la Asociación de Vecinos de los Nietos]**
- En algunas zonas el agua llega a los muros y se ha quedado sin playa, no pudiendo colocar los elementos de playa como pasarelas, lavapies, etc.
- Limpieza y dragado de toda la zona del club náutico.
- Zona donde se acumulan muchas algas.

#### ESTRELLA DE MAR

- **Limpieza y dragado de fangos dentro del agua.**
- **Aportación de arena dentro del agua donde se ha dragado el fango.**
- Colocación de balneario.
- Zona donde se acumulan muchas algas.

#### LOS URRUTIAS - PUNTA BRAVA

- **Construcción del paseo marítimo (paseo de tierra) y reparación del paseo marítimo Miguel Hernández.**
- **Regeneración de playa con aporte de arena (punta Brava)**
- **Limpieza de fangos dentro del agua.**
- **Retirada de los secos producidos por las corrientes.**
- **Extracción de piedras más próximas a la orilla que hacen peligroso el acceso a personas, sobre todo mayores.**
- Colocación de balnearios.
- Zona donde se acumulan muchas algas.

De todas estas propuestas, las propias de este Plan serían las reseñadas en negrita, el resto son de mantenimiento, conservación o concesión administrativa.

#### **7.5.4 Zona 4**

En esta zona solamente existen propuestas concretas realizadas por el Ayuntamiento de San Pedro del Pinatar al que hay que añadir ensayos realizados por la región de Murcia sobre extracción de fangos por aspiración en la zona al norte del puerto deportivo del Mar Menor que cabría dentro del capítulo de mantenimiento.

##### 7.5.4.1 Propuestas de actuación en el Mar Menor del Ayuntamiento de San Pedro del Pinatar

A preguntas de la Demarcación de Murcia, el Ayuntamiento de San Pedro del Pinatar propuso las siguientes actuaciones en las costas de su término municipal:

1. “Primordial y urgente llevar a cabo actuaciones de contención de la erosión en la Playa de La Llana
2. Es necesario dar solución a los fangos depositados desde las riadas del año 1987 en la playa de Villanitos y que se realice estudio de la dinámica litoral en esta zona próxima a puerto deportivo.
3. En la playa de la Puntica se está elaborando un estudio de impacto ambiental para la reconstrucción del Balneario Floridablanca, catalogado como Bien de Interés Cultural, que se encuentra en fase de elaboración.”



La primera de las actuaciones está contemplada en las Zonas 1 A y 1 B (apartado 8.1.1.2, Figura 8.2).

En relación con la segunda de las propuestas, existe un proyecto de 2004 elaborado por la Dirección General de Costas para la “Recuperación ambiental de la playa de Villananitos, término municipal de San Pedro del Pinatar (Murcia)”, para el cual la Secretaría General de Medio Ambiente dictó resolución (BOE de 2 de marzo de 2004) indicando que: “a la vista del informe emitido por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental de este Ministerio, de fecha 2 de febrero de 2004, considera que no es necesario someter al procedimiento de evaluación de impacto ambiental el proyecto Recuperación ambiental de la playa de Villananitos”.

En febrero de 2017, la prensa local indicaba que se había iniciado la ejecución de un proyecto piloto con presupuesto de 47.795,00 € y plazo de ejecución de un mes. En dicho proyecto piloto se tenía pensado aportar y distribuir unos 1.000 m<sup>3</sup> de arena, con un espesor máximo de 30 cm, en una zona de 130 m de longitud de playa y 15 m de anchura, concretamente en la zona de la playa de Villananitos, próxima al puerto deportivo.

El 25 de abril de 2017, el BOE nº 98 publica la “Resolución de 5 de abril de 2017, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula informe de impacto ambiental de sometimiento a evaluación de impacto ambiental ordinaria del proyecto Recuperación ambiental de la playa de Villananitos, término municipal San Pedro del Pinatar (Murcia)”. En este informe donde se indica: “El proyecto consiste en la extracción de un volumen de 106.746 m<sup>3</sup> de material del lecho marino de la playa, fundamentalmente fangos, para posteriormente, aportar una capa de 30 cm de arena. La zona a dragar ocupa aproximadamente 174.000 m<sup>2</sup>, y constituye el fondo de la totalidad de la playa, desde el dique del puerto deportivo hasta las salinas. Los fangos se acopiarán para su secado en 6 balsas decantadoras (con 3.360 m<sup>3</sup> de capacidad de almacenamiento total) que se construirán en ambos extremos de la playa, y una vez secos se llevarán a vertedero autorizado”. Y en la resolución se concluye: “este Ministerio resuelve de acuerdo con la evaluación de impacto ambiental simplificada practicada [...] que el proyecto Recuperación ambiental de la playa de Villananitos, TM San Pedro del Pinatar (Murcia), vaya a producir impactos adversos significativos, por lo que se considera necesaria la tramitación prevista en la Sección 1ª del Capítulo II del Título II de dicha Ley”. En la Figura 7.18 se presenta el plano de situación del proyecto que acompaña al citado informe.



Recuperación ambiental de la playa de Villanitos, T.M. San Pedro del Pinatar (Murcia)

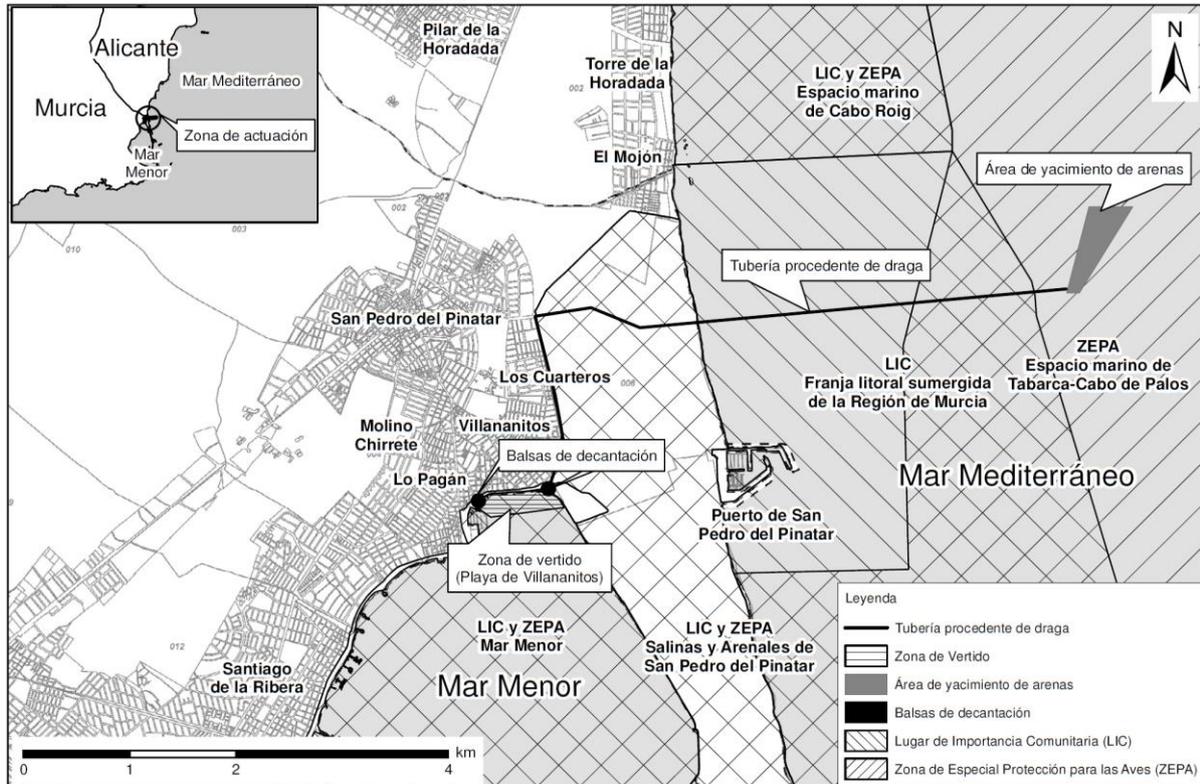


Figura 7.18: Plano de ubicación del proyecto de recuperación de la playa de Villanitos en San Pedro del Pinatar (Fuente: BOE nº 98 de 25 abril 2017)

La tercera de las propuestas está fuera del objeto del presente trabajo.



## 8. ACTUACIONES

En este capítulo se concretan estas actuaciones propuestas para tratar de dar una solución a los problemas identificados en el apartado 6.3 en las costas de La Manga y el Mar Menor, teniendo en cuenta las exigencias relacionadas con los riesgos del cambio climático en la costa, analizados en el capítulo 5 del presente Plan y los tipos de actuaciones y sus condicionantes que se contempla en el capítulo 7. La estructura de los siguientes apartados es común: en primer lugar, se repasan las propuestas presentadas anteriormente a este Plan por diferentes entidades a través de diversos trabajos; a continuación se proponen una serie de alternativas de actuación para mejorar y paliar el problema en las playas que lo tengan, priorizando las actuaciones blandas y la recuperación de las zonas de dominio público ocupadas.

Cabe señalar también que previamente (en los capítulos 5 y 7) se han analizado y expuesto las diversas alternativas de actuación para los problemas generales de la costa.

### 8.1 Actuaciones en la Zona 1 (Pilar de la Horadada-Cabo de Palos)

Esta zona comprende tres sub zonas, apartado 2.3, (Figura 2.30), siendo éstas:

#### Zona 1 (Exterior):

1A- Punta de la Horadada - Puerto de San Pedro del Pinatar

1A-1 Pilar de la Horadada

1A-2 San Pedro del Pinatar Norte

1B- Puerto de San Pedro del Pinatar - Punta del Cocedor

1B-1 San Pedro del Pinatar Sur

1B-2 San Javier Norte

1C- Punta del Cocedor - Cabo de Palos

1C-1 San Javier Sur

1C-2 Cartagena

Para resolver los problemas detectados en el apartado 6.3, y teniendo en cuenta los tipos de actuación analizados en los capítulos 5 y 7. En todas las actuaciones planteadas se ha tenido en cuenta la presencia, en algunas zonas muy cercana, de posidonia oceánica que ha condicionado alguna de las propuestas. No obstante, el movimiento de sedimento, arena, planteado debe conllevar para su realización la consiguiente comprobación de la no afectación a este campo de fanerógamas. Con ello, se proponen a continuación las siguientes actuaciones para la zona 1:

#### 8.1.1 Zona 1 A

El análisis de las ocupaciones en la zona de dominio público marítimo terrestre ha dado lugar a la identificación de diversas ocupaciones que se muestran específicamente en el Anejo II. Se considera prioritaria su recuperación, por lo que seguidamente se detallan en las propuestas de actuación de cada playa.

El puerto de Pilar de la Horadada ha provocado una migración de sedimento hacia el norte, lo que ha provocado una acumulación desmesurada de arena en su contradique y la desaparición de la playa en el sur (Figura 6.18). Este tipo de problemas costeros se ha estudiado en el apartado 7.4.2, y sus soluciones se han analizado en el apartado 7.4.3.

De acuerdo con ello, el objetivo perseguido por esta actuación es eliminar la cantidad tan grande de arena que se ha acumulado a resguardo del puerto deportivo y volver a crear playa donde existía playa antes de la construcción del puerto. Para ello, se ha recurrido al estudio de alternativas que propone el informe de ACADAR (ACADAR, 2018) expuesto anteriormente y que recomienda la Alternativa 3, consistente en modificar las obras exteriores del puerto, redistribuir

la arena acumulada en el norte y aportar una cantidad suplementaria de arena, que el informe estima en unos 490.000 m<sup>3</sup>.

- 1- Playa del Puerto (1) (Pilar de la Horadada) (Figura 8.1): Modificación de las obras exteriores del puerto, redistribuir la arena aportada en él y aporte de arena.



Figura 8.1: Actuaciones propuestas en la playa del Puerto de Pilar de La Horadada (Zona 1A) (Foto: Google Earth)

Así mismo existen diversas ocupaciones del Dominio Público Marítimo Terrestre (apartado 7.3) que deben recuperarse en las playas de Las Villas y las Higuieritas

- 2- Playa de Las Villas (2) (Pilar de la Horadada) (Figura 8.1): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte cuatro edificios.

La playa del Mojón que se encuentra a caballo entre Alicante (Pilar de la Horadada) y Murcia (San Pedro del Pinatar) tiene un tramo al norte (en la zona alicantina) donde el urbanismo se ha aproximado tanto a la orilla que ha ocupado prácticamente toda la playa (apartado 2.5).

En las playas del Mojón y Torre Derribada se han detectado dos edificaciones situadas en la DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse.

- 3- Playa del Mojón (4) (San Pedro del Pinatar) (Figura 8.2): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte cuatro edificios.



- 4- Playa de Torre Derribada (5) (Pilar de la Horadada) (Figura 8.2): Recuperación de terrenos en la Zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte cuatro edificios.

### **8.1.2 Zona 1 A y B**

El Puerto de San Pedro del Pinatar ha cortado el transporte neto de sedimentos a lo largo de la costa, acumulando sedimento desde su construcción a un ritmo medio de 12.300 m<sup>3</sup>/año (Apartado 4.3). Ese sedimento acumulado a barlomar se ha ido perdiendo en la playa de La Llana, aguas abajo (Figura 6.20) que al alcanzar su extremo se pierde absorbido por la gola de la Caleta. Este tipo de problemas costeros se ha estudiado en el apartado 7.4.2.2, y sus soluciones se han analizado en el apartado 7.4.3.2.

Por tanto, el objetivo perseguido por esta actuación debe ser eliminar la descompensación sedimentaria producida tanto por el puerto como por la gola, para lo cual se considera necesario dar una estabilidad a la zona más vulnerable, al sur del puerto, mediante la construcción de un espolón en el contradique que aisle la playa del puerto. En el extremo sur, cerca de la gola se construirá un espigón para frenar la pérdida de material en la gola y que sirva de elemento de control para la gestión del sedimento. A todo ello se unirá el retro-trasvase sistemático de arena desde este punto hasta la zona norte de la playa. Finalmente, la pérdida de material histórica debe compensarse con el trasvase de arena desde la playa de la Torre Derribada hacia ella. La cantidad a trasvasar depende del objetivo designado de recuperación de la playa, según el proyecto de Azentia, y trabajo de la Universidad de Cantabria, expuesto anteriormente.

Una vez estabilizada la playa, el mantenimiento debe consistir en el retro trasvase periódico, antes indicado, y si fuese necesario más material se obtendría del nuevos trasvasase de la playa de la Torre Derribada.

- 5- Playa de La Llana (6) (San Pedro del Pinatar) (Figura 8.2): Construcción de un espolón junto al contradique del puerto de San Pedro del Pinatar. Construcción de un espigón largo junto a los salientes rocosos justo al norte de la gola de la Caleta. Trasvase de arena desde la playa de Torre Derribada de entre 200.000 y 330.000 m<sup>3</sup> según el objetivo designado de recuperación. Y retro-trasvase periódico desde el espigón sur hacia la zona norte de la playa.



Figura 8.2: Actuaciones propuestas en la playa de la Llana de San Pedro del Pinatar (Zona 1A y B) (Foto: Google Earth)

### 8.1.3 Zona 1 B

Tras la gola de la Caleta de abre una pequeña bahía con las playas del Pudrimel (7) y de la Ensenada del Esparto (8). En los extremos norte y sur de ambas playas, se ha detectado una invasión urbana (Figura 6.23). Ante este problema, el análisis de alternativas para reducir el efecto de esta invasión (apartado 7.4.3.4 y Figura 7.12) existen cinco alternativas:

La primera de ellas es no actuar, dejando la situación actual, que en el caso del extremo norte de la playa del Pudrimel resulta válida, dado que se encuentra reforzado por un dique longitudinal de escollera, pudiéndose, en todo caso reforzar la estructura. Esta solución no parece apropiada en la zona sur de la playa de la Ensenada del Esparto, donde en la actualidad hay una estrecha franja de playa de apenas 5 m en bonanza en tres tramos. De las cinco opciones con que se pueden abordar este tipo de problemas (apartado 7.4.3.4 y figura 7.12), parece lógico pensar en no actuar ya que el frente está reforzado con un dique de escollera. El tramo inmediatamente al sur posee una playa muy estrecha y podría pensarse en dos alternativas: la primera de ellas sería no actuar, mientras que la segunda tendría como objetivo separar la zona de escollera de la playa y a su vez comportarse como apoyo a la playa que necesitaría de un aporte de arena adicional que podría provenir de la gestión del sedimento de toda la bahía.

En la playa del Pudrimel se han detectado dos edificaciones situadas en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse. Si existiesen tuberías de saneamiento o abastecimiento en la playa, deben trasladarse fuera de ella.

#### 6- Playa del Pudrimel (7) (San Javier) (Figura 8.3): Dos alternativas

1. No actuar
2. Restauración de duna y movimiento de arena de todo el tramo central para aumentar la playa en los extremos.

7- Playa del Pudrimel (7) (San Javier) (Figura 8.3) Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte dos edificios.

En el tramo más al sur de la bahía, playa del Esparto, existe una presión urbanística que ha hecho desaparecer gran parte de la playa en determinados tramos (apartado 2.5), por ello no parece conveniente que se deba plantear la creación de playas para defender urbanizaciones y paseos ubicados sobre la misma, y sí una revisión del deslinde para adaptarlo a la realidad. En la zona había espigones que se desmontaron en 2009, que podría estudiarse el comportamiento del conjunto y analizar las causas.

En la playa del Esparto se han detectado dos edificaciones situadas en la ZDPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse.

8- Playa del Esparto (8) (San Javier) (Figura 8.3) Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte dos edificios. Y gestión del sedimento.



Figura 8.3: Actuaciones propuestas en las playas del Pudrimel y Ensenada del Esparto de San Javier (Zona 1 B) (Foto: Google Earth)

El puerto del Estacio (Tomás Maestre) y sus previstas ampliaciones han provocado que los terrenos cercanos a la salida de la gola en el mar exterior se encuentren “en tierra de nadie”, esta situación debiera revertirse y recuperar los terrenos para el DPMT.

9- Caleta y gola del Estacio (10) (San Javier) (Figura 8.4) Recuperación y reordenación de los terrenos al sur de la desembocadura de la gola del Estacio, para la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT).

#### 8.1.4 Zona 1 C

Al sur de la gola del Estacio, en el tramo comprendido entre ésta y la punta de la Raja el análisis de los problemas detectó dos zonas con invasión urbana (Figura 6.24).

La primera zona con problemas corresponde a la playa del Estacio, al norte del tramo, en una zona curva, en la que las edificaciones solamente dejan un ancho de playa de unos 9 m.

El análisis de alternativas para reducir el efecto de la invasión urbana da cinco formas generales de actuar (apartado 7.4.3.4 y Figura 7.12: no actuar; eliminar las edificaciones situadas sobre la playa; aislar el tramo mediante obras; avanzar todo el tramo; defenderlo con escollera. Las dos primeras son las más complicadas de llevar a la práctica por cuestiones socio-económicas, por lo que resultan más asequibles las otras tres, a las que en este caso se ha añadido una cuarta consistente en el aporte de arena sin apoyos. También resulta inviable en este caso avanzar toda la costa, por tratarse de un tramo de costa de más de 8 km de longitud por el coste e impactos que pueda acarrear.

Si se opta por la alternativa consistente en aislar el tramo mediante obras, puede optarse por dos espigones cortos o un dique exento; en este caso, dada la forma convexa de la costa y el poco transporte longitudinal neto, podría ser aconsejable un dique exento aunque estaría condicionado por la presencia de praderas de *Posidonia oceanica* (Figura 6.25). En esta actuación también se podría incluir el aporte puntual de arena en la zona más erosionada, que puede tomarse de la existente en la cala del Estacio, lo que supondría gestión del sedimento mediante mantenimiento periódico. Finalmente, el refuerzo de la escollera existente en uno de los tramos de edificaciones también puede ser recomendable, aunque especialmente de cara a la defensa de bienes.



Figura 8.4: Actuaciones propuestas en la playa del Estacio de San Javier (Zona 1 C) (Foto: Google Earth)

En la playa del Estacio se han detectado diez edificaciones situadas en la DPMT (apartado 7.3), seis en la playa del Arenal y una en la playa del Pedrucho; todas ellas deberían recuperarse.



En resumen, las actuaciones propuestas para estas playas son:

- 10- Playa del Estacio (11) (San Javier) (Figura 8.4): Tres alternativas en tres puntos
  1. Construcción de un dique exento o espigones cortos, y aporte de arena para formar un hemitómbolo, condicionado por la presencia de posidonia (Figura 6.25).
  2. Aporte periódico de arena para avanzar la playa, condicionado por la presencia de posidonia (Figura 6.25).
  3. Refuerzo del paseo con un manto de escollera.
- 11- Playa del Estacio (11) (San Javier) (Figura 8.4): Recuperación de terrenos en la Zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de diez edificios y otro elemento. Y gestión del sedimento.
- 12- Playa del Arenal (12) (San Javier) (Figura 8.4): Recuperación de terrenos en la Zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de seis edificios. Y gestión del sedimento.
- 13- Playa del Pedrucho (13) (San Javier) (Figura 8.5): Recuperación de terrenos en la Zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de diez edificios. Y gestión del sedimento.

La segunda de las zonas se sitúa en la playa de Banco de Tabal, donde el frente de edificaciones sobre la playa ha hecho que la costa tenga una suave concavidad que reduce la anchura de playa hasta unos 15 m.

Procediendo como en el caso de la playa del Estacio, el análisis de alternativas para reducir el efecto de la invasión urbana da cinco formas generales de actuar (apartado 7.4.3.4 y Figura 7.12): no actuar; eliminar las edificaciones situadas sobre la playa; aislar el tramo mediante obras; avanzar todo el tramo; defenderlo con escollera. En este caso, la forma suave cóncava y las formas rítmicas que aparecen en alguna de las fotografías aconsejan, antes de emprender cualquier actuación de las analizadas, intentar una gestión del sedimento para eliminar esa concavidad mediante una redistribución de la arena alledaña.

En la playa del Banco de Tabal se han detectado dieciséis edificios, y en la siguiente playa de Calnegre el número de edificios es dos todos ellos situados en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse.

Por tanto, las alternativas de actuación más recomendables serían:

- 14- Playa de Banco de Tabal (14) (San Javier) (Figura 8.5: Aporte de arena y gestión periódica del sedimento.
- 15- Playa de Banco de Tabal (14) (San Javier) (Figura 8.5): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de dieciséis edificios.
- 16- Playa de Calnegre (15) (Cratagena) (Figura 8.5 y Figura 8.6): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de dos edificios.



Figura 8.5: Actuación propuesta en las playas del Pedrucho y de Banco del Tabal de San Javier, y Calnegre de Cartagena (Zona 1 C) (Foto: Google Earth)

Tras la punta de la Raja, el análisis de los problemas detectó dos zonas con invasión urbana (apartado 6.3.3, Figura 6.26). La primera de ellas se encuentra en el entorno de la gola de Marchamalo y corresponde a la playa de Galúa al norte y la playa de Marchamalo al sur, y la segunda se sitúa en el extremo sur en la playa de Levante además en espigón situado al final de esta playa ha hecho que basculara hacia ella.

El análisis de alternativas para reducir el efecto de la invasión urbana da cinco formas generales de actuar (apartado 7.4.3.4 y Figura 7.12): no actuar; eliminar las edificaciones situadas sobre la playa; aislar el tramo mediante obras; avanzar todo el tramo; defenderlo con escollera.

En el caso del extremo sur de la playa de Galúa, solamente parecen aconsejables dos alternativas: No actuar, ya que la anchura de playa en ese punto es algo superior a 20 m; o recuperar los terrenos que no están edificados, lo que supondría una franja de 5 m, que es una escasa cantidad ya que la anchura de playa aledaña es de unos 40m.

En esta playa se han detectado dos edificaciones, dos chiringuitos y un hotel todos ellos situados en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse.

17- Playa de Galúa (16) (Cartagena) (Figura 8.6): Dos alternativas

1. No actuar
2. Recuperación de terrenos; una franja de unos 5 m de ancho.

18- Playa de Galúa (16) (Cartagena) (Figura 8.6): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de dos edificios y un hotel.

Al sur de la gola de Marchamalo, en la playa del mismo nombre se produce tanto una invasión urbana como la gola es un sumidero de arena de la playa. El análisis de alternativas para reducir el efecto de la invasión urbana da cinco formas generales de actuar (apartado 7.4.3.4 y Figura 7.12), indicadas en el párrafo anterior, y como en él, las dos alternativas que se contemplan como más aconsejables son no actuar, puesto que la anchura de playa en ese punto es algo superior a 17 m, y recuperar los terrenos que no están edificados, lo que supondría una franja de al menos 12 m, teniendo la anchura de playa aledaña unos 48 m. Para evitar la entrada de sedimento en la gola (apartado 7.4.3.3 y Figura 7.11) se debe mover periódicamente el sedimento aguas abajo hacia la zona donde la anchura de playa es menor y construir un espolón de control para reducir las pérdidas y lugar se retro trasvase de arena.

En esta playa de Marchamalo se han detectado cuatro edificaciones, un hotel y nueve restaurantes todos ellos situados en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse. Cabe la posibilidad de completar el paseo marítimo como una obra blanda que no afecte a la anchura de la playa



Figura 8.6: Actuaciones propuestas en las playas de Galúa y Marchamalo de Cartagena (Zona 1 C) (Foto: Google Earth)

19- Playa de Marchamalo (17) (Cartagena) (Figura 8.6): Dos alternativas

1. No actuar
2. Recuperación de terrenos; una franja de unos 12 m de ancho.

20- Playa de Marchamalo (17) (Cartagena) (Figura 8.6): Construir un espolón perpendicular al dique de encauzamiento sur de la gola de Marchamalo.

21- Playa de Marchamalo (17) (Cartagena) (Figura 8.6): Movimiento periódico de arena hacia el sur.

22- Playa de Marchamalo (17) (Cartagena) (Figura 8.6): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de cuatro edificios, un hotel y nueve restaurantes.

La invasión urbana detectada al norte de la playa de Levante se ha visto agravada por la absorción del sedimento que produce el espigón situado en el extremo sur de la playa donde la anchura de playa alcanza valores de algo más de 80 m, mientras que en la zona norte alcanzan valores de 5 m. Esta descompensación aconseja una doble acción:

23- Playa de Levante (19) (Cartagena) (Figura 8.7): Acortar el espigón y movimiento de sedimento de la zona sur al norte previo realización de un estudio de la forma en planta de la playa.

En la playa de levante se han detectado veintiuna edificaciones, dos chiringuitos, y un restaurante todos ellos situados en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse.

24- Playa de Levante (19) (Cartagena) (Figura 8.7): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de veintiún edificios y un restaurante.

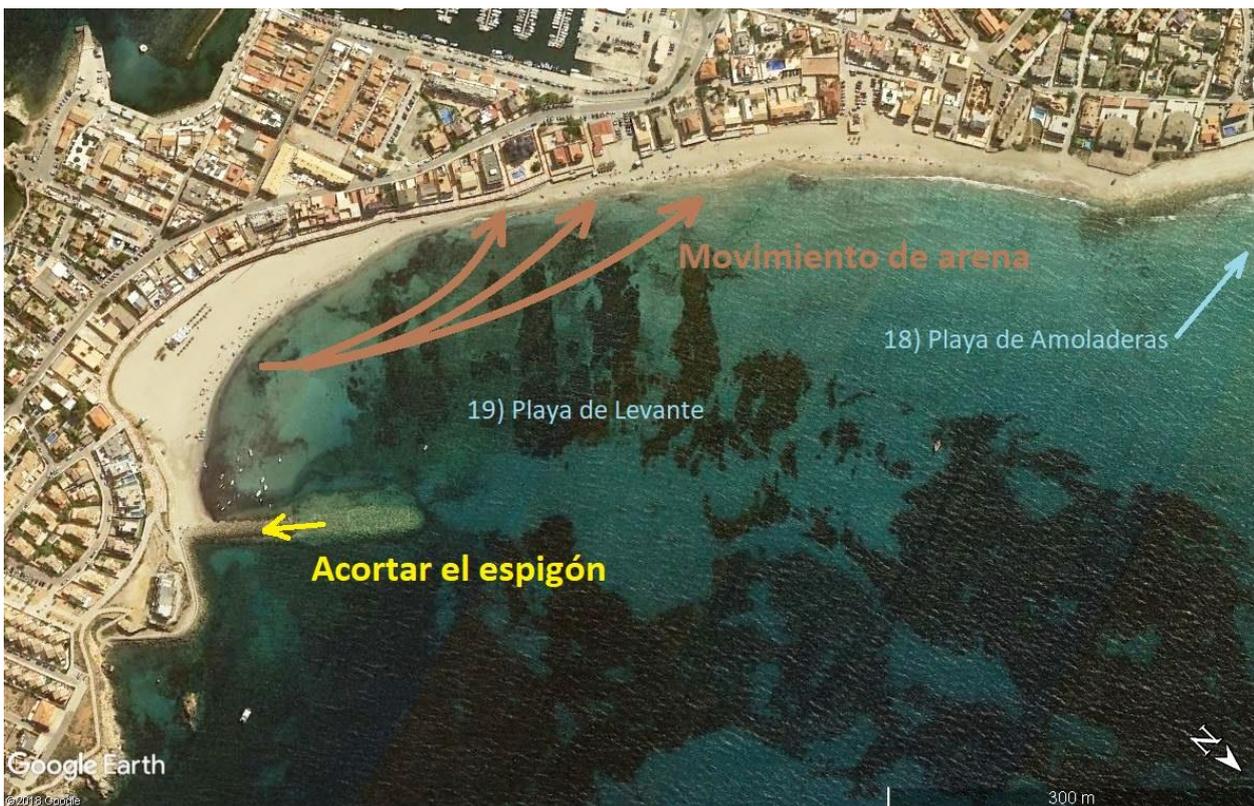


Figura 8.7: Actuaciones propuestas en la playa de Levante de Cartagena (Zona 1 C) (Foto: Google Earth)



## 8.2 Actuaciones en la Zona 2 (Costa interior de La Manga, hasta la Isla del Ciervo)

Esta zona comprende tres sub zonas, apartado 2.3, (Figura 2.30), siendo éstas:

Zona 2 (costa interior de La Manga hasta la isla del Ciervo):

2A- Extremo norte del mar Menor - Gola del Estacio

2A-1 Salinas de San Pedro del Pinatar

2A-2 San Javier Norte y La Manga

2B- Gola del Estacio - Isla del Ciervo

2B-1 San Javier Centro y La Manga

2B-2 San Javier Centro Sur y La Manga

2B-3 San Javier Sur y La Manga

Como norma general, es conveniente la gestión del sedimento en este tramo, tanto longitudinalmente como, en temporada, transversalmente mediante el reperfilado (remangu) en aquellos lugares que lo requieran; debiéndose considerar todo ello como mantenimiento de las playas.

Igualmente, en aquellos lugares donde las tuberías de saneamiento o abastecimiento se encuentren en la playa, deben trasladarse fuera de ella.

En determinados lugares de esta zona existe una fuerte presión de embarcaciones e instalaciones náuticas que deben regularse convenientemente por las afecciones que produce al uso de las playas y la calidad del medio ambiente.

Para resolver los problemas identificados en el apartado 6.3 y las ocupaciones del DPMT señaladas en el apartado 7.3, y teniendo en cuenta los tipos de actuación analizados en el capítulo 7, las actuaciones que se proponen en esta zona 2 son:

### 8.2.1 Zona 2 A

En la costa interior de La Manga se han detectado solamente dos tipos de problemas: los debidos a las golas y, especialmente, los que han sido provocados por la invasión urbana de esta franja costera.

El primer tramo en el que se encuentran problemas está en el entorno de la Veneziola, altamente artificial, con pérdidas de sedimento que van a parar al canal de la Veneziola y con invasión urbana (apartado 6.3.4 y Figura 6.28 y Figura 6.29). Para evitar las pérdidas de arena, que se aprecian muy claramente en las fotografías por la anchura de la playa sumergida, el estudio de alternativas (apartados 7.4.2.3 y 7.4.3.3, y Figura 7.5 y Figura 7.12) sugiere aislar el canal respecto de la playa adyacente, alargando el actual dique de encauzamiento y alimentando las playas deficitarias con el sedimento depositado en el canal una única vez como reposición de la arena. Además la falta de anchura de playa observada por invasión urbana frente a la Urbanización Las Góndolas (Figura 8.8) puede solventarse construyendo un martillo que provoque una pequeña difracción y el consiguiente basculamiento de la línea de orilla. Por último, en el extremo sur puede ser necesario cerrar mediante un espigón corto.

Por tanto, estas actuaciones se concretan en:

- 25- Playa de la Veneziola (21) (San Javier) (Figura 8.8): Alargar el dique sur de encauzamiento del canal de la Veneziola, y dragado de la boca del canal de reposición de arena a las playas adyacentes de único establecimiento y movimiento de su arena a la zona sur.

26- Playa de la Veneziola (21) (San Javier) (Figura 8.8): Construcción de un martillo en dirección norte en el espigón sur de la playa.

27- Playa de la Veneziola (21) (San Javier) (Figura 8.8): Construcción de un espigón corto de cierre sur de la playa.

En esta playa de la Veneziola se han detectado seis edificaciones y un restaurante en zona de DPMT (apartado 7.3), que deben recuperarse.

28- Playa de la Veneziola (21) (San Javier) (Figura 8.8): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de seis edificios y un restaurante.



Figura 8.8: Actuaciones propuestas en la playa de la Veneziola de San Javier (Zona 2 A) (Foto: Google Earth)

La playa Chica tiene un problema de invasión urbana que necesitaría de una revisión del deslinde para la recuperación de terrenos. Las alternativas de actuación estudiadas ante la invasión urbana (Apartado 7.4.3.4 y Figura 7.12) en este caso pasarían por eliminar las construcciones invasivas, aislar el tramo y hacer una redistribución de la arena en toda la playa. Por tanto, se concretaría en:

29- Playa Chica (22) (San Javier) (Figura 8.9): Construcción de dos espigones cortos de cierre sur y norte de la playa, recuperación de los terrenos invasivos y redistribución de la arena en toda la playa.

En esta playa Chica se ha detectado una edificación situada en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse.

30- Playa Chica (22) (San Javier) (Figura 8.9): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT) y recuperación del dominio público, ocupado por parte de un edificio.



Figura 8.9: Actuaciones propuestas en la playa Chica de San Javier (Zona 2 A) (Foto: Google Earth)

### 8.2.2 Zona 2 B

Este tramo de costa situado al sur del Estacio se caracteriza por una continuada invasión urbana de las playas. En este tramo, el sector norte, próximo a la gola del Estacio, se caracteriza por estar compartimentado en celdas que configura la serpenteante carretera RM-12.

En la primera de estas celdas se encuentra la playa del Mistral, en la que se ha detectado una pequeña invasión de la playa (apartado 6.3.1, Figura 6.32). Esta playa se encuentra abierta por su lado norte, donde se apoya tangencialmente sobre el revestimiento de escollera que protege el paseo marítimo situado frente a la urbanización del Estacio. Ante esta circunstancia, debiera cerrarse la playa por el norte, para que no se produzcan pérdidas de material.

Por tanto, la propuesta de actuaciones en la playa del Mistral consiste en:

31- Playa del Mistral (23) (San Javier) (Figura 8.10): Construcción de un espigón corto en el extremo norte. Gestión de la arena consistente en la redistribución en planta.



Figura 8.10: Actuaciones propuestas en la playa del Mistral de San Javier (Zona 2 B) (Foto: Google Earth)

La siguiente celda que configura la carretera RM-12 alberga la playa de Matasgordas, en la que se ha detectado una fuerte invasión urbana de la playa (apartado 6.3.1, Figura 6.30), que no sólo ocupa zona de DPMT, sino que además la alineación de las edificaciones es diferente que la que le dictaría la orilla.

Entre las opciones de actuación estudiadas ante la invasión urbana (apartado 7.4.3.4 y Figura 7.12) se ha optado por recuperar parte de los terrenos más expuestos y redistribuir la arena en toda la celda para recuperar una línea de orilla más natural. Esta actuación debería acompañarse con el cierre de la celda por sus extremos, mediante la construcción de un espigón corto en su zona norte y la restauración del espigón sur.

Las actuaciones propuestas en la playa de Matasgordas se concretan en:

- 32- Playa de Matasgordas (24) (San Javier) (Figura 8.11): Redistribución de arena con una reordenación de los sedimentos. Construcción de un espigón en el extremo norte y alargar el residuo de espigón que queda en la zona sur.

En esta playa de Matasgordas se han detectado trece edificaciones situadas en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse.

- 33- Playa de Matasgordas (24) (San Javier) (Figura 8.11): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de trece edificios.



Figura 8.11: Actuaciones propuestas en la playa del Matasgordas de San Javier (Zona 2 B) (Foto: Google Earth)

En la playa de Antillas se ha detectado invasión urbana de la playa (apartado 6.3.1, Figura 6.32) aunque por el momento no se considera necesaria ninguna actuación, al no haber bienes ni personas amenazados. Si esta situación cambiase, podría optarse por construir un revestimiento de escollera frente a las edificaciones más avanzadas y/o verter arena para avanzar la costa.

Además de la invasión urbana, en esta playa se ha identificado una edificación aislada situada en DPMT (apartado 7.3) que debe recuperarse.

34- Playa de Antillas (25) (San Javier) (Figura 8.12): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un edificio.

El conjunto que forman las playas del Pedruchillo, Poniente y El Galán se ha separado en dos tramos separados por un pequeño espigón situado entre las playas de Poniente y el Galán (Figura 8.12 y Figura 8.13).

En el tramo norte de este conjunto, constituido por las dos primeras playas, se observa una invasión urbana que no ha respetado la alineación natural de la costa. Estas edificaciones han rigidizado un tramo de costa donde se producen reflexiones y erosiones localizadas a ambos lados, un efecto habitual de las obras lineales.

Para reducir este efecto, teniendo en cuenta las alternativas de actuación planteadas en el capítulo 7, se propone realizar una composición de algunas de ellas para configurar una línea de costa continua y estable. Para ello habría que recrear el espigón de cierre, recuperar la franja de costa invadida y verter arena que compense la erosión lateral que la invasión urbana ha producido.

Las actuaciones propuestas en las playas del Pedruchillo y Poniente son:

35- Playas del Pedruchillo (26) y Poniente (27) (San Javier) (Figura 8.12): Prolongación del espigón en el extremo sur, recuperación de terrenos de DPMT en el centro de la playa. Aporte de 6.400 m<sup>3</sup> (zona norte) y de 9.000 m<sup>3</sup> (zona sur) y gestión del sedimento dentro de la playa (redistribución de los sedimentos).

En la playa de Poniente se han detectado siete edificaciones, un hotel y otros tres elementos situados en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse.

36- Playa de Poniente (27) (San Javier) (Figura 8.12): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de siete edificios, un hotel y otros tres elementos.



Figura 8.12: Actuaciones propuestas en las playas de la Antilla, Pedruchillo y Poniente de San Javier (Zona 2 B) (Foto: Google Earth)

El tramo más al sur, playa de El Galán, también se ha identificado una zona de invasión urbana, que al ser rigidizada ha producido erosiones laterales. Además, se ha identificado una edificación situada en DPMT que debe recuperarse.

Por tanto, esta actuación se concreta en:

37- Playas de El Galán (28) (San Javier) (Figura 8.13): Reordenación de los sedimentos y gestión de la arena. Con la posibilidad de aporte de arena de mantenimiento.

38- Playa de El Galán (28) (San Javier) (Figura 8.13): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un edificio.



Figura 8.13: Actuaciones propuestas en las playas de Poniente y El Galán de San Javier (Zona 2 B)  
(Foto: Google Earth)

El extremo sur de la zona 2 B está formado por una playa continua entre la Punta del Galán al norte y la cala del Pino y el Cerro de Calnegre al sur. Este es el tramo de costa con mayor presión e invasión de playa de toda La Manga, lo que genera una erosión en toda su longitud. Un análisis pormenorizado de este litoral lleva a plantear dos soluciones básicas, el tratamiento conjunto del tramo o un tratamiento específico para sus distintas zonas.

El tratamiento en conjunto consiste en redistribuir la arena de todo el tramo, pudiéndose incluir pequeñas aportaciones de material que mejorarían la anchura de la playa. Además, deben recuperarse los terrenos situados en DPMT (apartado 7.3 y Anexo II).

Otra solución de conjunto podría ser un aporte de arena en todo el tramo al objeto de avanzar la línea de orilla entre 10 y 20 m. No obstante, esta segunda alternativa supondría verter una cantidad bastante elevada de arena ( $1.800 \times 2 \times 15 \text{ m} = 54.000 \text{ m}^3$ ), por lo que no resulta aconsejable.

En caso de optar por un tratamiento específico, deberían identificarse los tramos con mayor déficit de playa, que podrían aislarse del resto mediante la construcción de espigones o protegerse del oleaje mediante un revestimiento de escollera. De estas dos opciones, el aislamiento mediante espigones se considera inviable por el número de espigones necesarios; tampoco se considera adecuado proteger mediante revestimientos de escollera aquellos tramos con menos de 10 m de anchura de playa, teniendo en cuenta los posibles riesgos para las zonas adyacentes y el precedente que se estaría sentando al proteger una invasión que ha supuesto un quebranto al normal funcionamiento de la dinámica costera natural.

Por tanto, las actuaciones a contemplar serían:

- 39- Playas de Lebeche (29) y Aliseos (39) (Cartagena) (Figura 8.14): Reordenación de la arena de todo el tramo, con pequeñas aportaciones de material que mejorarían la anchura de la playa.
- 40- Playa de Lebeche (29) (Cartagena) (Figura 8.14): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de treinta y seis edificios.
- 41- Playa de los Aliseos (30) (Cartagena) (Figura 8.14): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de dos edificios.
- 42- Playa de la Isla (31) (Cartagena) (Figura 8.14): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un edificio.



Figura 8.14: Actuaciones propuestas (alternativas 1 y 2) en las playas de Lebeche y Aliseos de San Javier (Zona 2 B) (Foto: Google Earth)

En la Cala del Pino (Figura 8.15) se ha detectado una edificación situada en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse. Por tanto, esta actuación se concreta en:

- 43- Cala del Pino (32) (San Javier): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un edificio.

### 8.3 Actuaciones en la Zona 3 (Isla del Ciervo-Los Alcázares)

Esta zona comprende tres sub zonas, apartado 2.3, (Figura 2.30), siendo éstas:

Zona 3 (Sur del Mar Menor):

**3A- Isla del Ciervo - Islas Menores**

3A-1 Marchamalo

3A-2 Salinas de Marchamalo

**3B- Islas Menores - Sur del T.M de Los Alcázares**

3B-1 Islas Menores

3B-2 Los Nietos

3B- 3 Los Urrutias

Para resolver los problemas identificados en el apartado 6.3 y las ocupaciones del DPMT señaladas en el apartado 7.3, y teniendo en cuenta los tipos de actuación analizados en el capítulo 7, las actuaciones que se proponen en esta zona 3 son:

**8.3.1 Zona 3 A**

Está formada por todo el cuenco sur oriental del Mar Menor, desde el Cerro de Calnegre hasta la Punta de las Lomas. Desde el punto de vista de los problemas detectados en este tramo (apartado 6.3.6) se puede dividir el conjunto de actuaciones propuestas en dos tramos: uno en torno a la gola de Marchamalo y otro en el entorno de la bahía sur, entre El Vivero y la Punta de las Lomas

Dentro del tramo situado en torno a la gola de Marchamalo, en la playa de Bahía de las Palmeras podría construirse un espigón para separar la zona portuaria de la propia playa, siempre y cuando se detectase pérdida de arena de la playa, ya que la zona de pantalanes se encuentra dragada. Con esta actuación se evitaría por un lado el movimiento de arena a la zona de fondeadero y por otro la invasión de embarcaciones sobre la playa.

La playa de Cavanna tiene una zona en su tramo norte (Figura 8.15) en donde se ha detectado una zona de fangos que sería conveniente extraer y reemplazar con arena para regularizar la plataforma de playa sumergida. Además, en la playa de Bahía de las Palmeras se han detectado dos edificaciones y en la playa de Cavanna once edificaciones, dos chiringuitos, un hotel, un parking, tres restaurantes y un centro deportivo situados en DPMT (apartado 7.3) y que deben recuperarse. Con la posibilidad de continuar la pasarela litoral entre las playas de Las Palmeras y Cavanna.

Por tanto, esta actuación se concreta en:

- 44- Playa de la Bahía de las Palmeras (34) (Cartagena) (Figura 8.15): Retirada de fangos y relleno de arena si hiciese falta.
- 45- Playa de la Bahía de las Palmeras (34) (Cartagena) (Figura 8.15): Separación de la playa de los fondeaderos si se produjese pérdida de arena de ésta.
- 46- Playa de la Bahía de las Palmeras (34) (Cartagena) (Figura 8.15): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de dos edificios.
- 47- Playa de Cavanna (36) (Cartagena) (Figura 8.15): Retirada (dragado) de fangos y relleno con arena para regularizar el perfil de playa.
- 48- Playa de Cavanna (36) (Cartagena) (Figura 8.15): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de once edificaciones, un hotel, un parking, tres restaurantes y un centro deportivo.



Figura 8.15: Actuaciones propuestas en las playas de Cala del Pino, Gollerón, Bahía de las Palmeras y Cavanna de Cartagena (Zonas 2 B y 3 A) (Foto: Google Earth)

La playa de Puerto Bello, en el interior del puerto, no tiene separación física con un canal secundario de la gola de Marchamalo; por ello, sería aconsejable aislar la playa de este canal, que actúa como un sumidero. Además, se ha detectado un edificio y un chiringuito situados en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse. Por tanto, se propone realizar las siguientes actuaciones (Figura 8.16):

- 49- Playa de Puerto Bello (38) (Cartagena) (Figura 8.16): Construcción de un espigón cercano al canal secundario de la gola de Marchamalo, para aislarlo de éste.
- 50- Playa de Puerto Bello (38) (Cartagena) (Figura 8.16): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un edificio.



Figura 8.16: Actuaciones propuestas en la playa de Puerto Bello de Cartagena (Zona 3 A) (Foto: Google Earth)

El segundo tramo comprende la bahía sur entre El Vivero y la Punta de las Lomas, aunque son dos los sectores que aglutinan los problemas reseñados en el apartado 6.3.6 y en la Figura 6.36.

El primer sector se encuentra al este, junto al Vivero, en la playa de los Alemanes. En su extremo se detectó una invasión urbana de la playa, que pasa de una anchura de 30 m a menos de 10 m por la ocupación de edificaciones. Esto sucede también en la proximidad de la playa de Vivero, donde se pasa de 24 m a 6 m, no habiendo respetado la urbanización la alineación de la costa.

Además, en la playa de los Alemanes se han detectado un edificio y un chiringuito, en la playa Honda se han detectado dos chiringuitos, y en la playa de la Loma de Castillo se han detectado de un restaurante, un centro deportivo y un kiosco situados en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse.

Por tanto, se propone realizar las siguientes actuaciones (Figura 8.17):

- 51- Playa de los Alemanes (40) (Cartagena) (Figura 8.17): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un edificio.
- 52- Playas Paraíso (41) y Honda (42) (Cartagena) (Figura 8.17): Gestión del sedimento que incluye reperfilado cuando se necesite. Podrían incluirse pequeñas aportaciones de arena cuando se requiera en la playa Honda.
- 53- Playa de la Loma del Castillo (43) (Cartagena) (Figura 8.17): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un restaurante y un centro deportivo. Gestión del sedimento que incluye reperfilado cuando se necesite. Podrían incluirse pequeñas aportaciones de arena cuando se requiera.



Figura 8.17: Actuaciones propuestas en las de los Alemanes, playas Honda y de Lomas del Castillo de Cartagena (Zona 3 A) (Foto: Google Earth)

La playa de las Lomas del Castillo, también conocida como del Camping, tiene un problema de invasión urbana por parte del camping. Entre las alternativas de actuación estudiadas en el capítulo 7 se considera más adecuado recuperar este terreno, donde se cuenta con una playa exigua de 2 m de anchura, siendo el frente del camping un verdadero muro entre un lado y otro de la playa.

### 8.3.2 Zona 3 B

Discurre entre la Punta de las Lomas y la desembocadura de la rambla del Albuñón, inicio del término municipal de Los Alcázares. Tiene tres tramos netamente diferenciados: Islas Menores, Los Nietos y Los Urrutias. El primero de ellos forma pequeñas playas entre antiguas puntas, ocupadas hoy por dos puertos deportivos que han desestabilizado las playas. Por ello, las actuaciones que se proponen están divididas por tramos cuasi independientes en donde pueden aplicarse algunas de las alternativas expuestas en diversos apartados del capítulo 7. En Los Nietos y Los Urrutias la problemática es diferente, ya que se encuentran en tramos abiertos en los que existen dos puertos isla, con las afecciones y alternativas también descritas en el capítulo anterior.

En el primer tramo se han detectado dos chiringuitos en la playa de Mar de Cristal situados en DPMT (apartado 7.3) y que deben recuperarse.

Las alternativas de actuación propuestas, con estos criterios, son:

- 54- Playa de Mar de Cristal (44) (Cartagena) (Figura 8.18): Redistribución de la arena, con movimiento de arena de la zona de sombra del puerto hacia el este, de tal manera que la anchura de playa del puerto no supere los 30 m.

- 55- Playa de Mar de Cristal (44) e Islas Menores (Cartagena) (Figura 8.18): Reperfilado de las playas como mantenimiento anual o cuando lo requiera tras un temporal. Posibilidad de unión de paseos marítimos.
- 56- Playa de Islas Menores (45) (Cartagena) (Figura 8.18): Aporte de arena para avanzar unos 10 m de media toda la playa, siempre que esta proceda preferentemente del sistema del Mar Menor.
- 57- Playa de Islas Menores (45) (Cartagena) (Figura 8.18): Gestión (redistribución en planta) de la arena acumulada en el puerto hacia la zona oriental de la playa en ambos tramos.



Figura 8.18: Actuaciones propuestas en las playas de Mar de Cristal e Islas Menores de Cartagena (Zona 3 B) (Foto: Google Earth)

El objetivo perseguido con las actuaciones en las playas de Los Nietos y Arenal es contrarrestar el efecto del puerto isla sobre la costa, eliminar los restos de obras y limpiar y eliminar las zonas con acumulación de fangos, material inactivo por la falta de intensidad de oleaje y que la dinámica litoral no ha podido redistribuir por los fondos.

Debe estudiarse la permeabilidad de accesos a los puertos de Los Nietos y Los Urrutias y la posibilidad de la transformación del puerto por cambio de infraestructuras siguiendo el proyecto de Vertido Cero.

Por parte del ayuntamiento debe adecuarse y ser separativas las redes de pluviales y saneamiento.

En la playa de Los Nietos se han detectado ochenta y tres edificios y un chiringuito situados en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse. Por tanto, se propone las siguientes actuaciones (Figura 8.19):

- 58- Playa de Los Nietos (46) (Cartagena) (Figura 8.19): Construcción de dos espigones para aislar la zona de influencia del puerto y trasvase de 17.500 m<sup>3</sup> de arena desde la zona de acumulación próxima al puerto hacia la zona occidental de la playa, si por cuestiones medioambientales no fuesen válidas habría que hacer una aportación externa. Esta primera actuación se debe acompañar con posterior gestión (redistribución en planta) de la arena que tiende acumularse hacia el puerto.
- 59- Playa de Los Nietos (46) (Cartagena) (Figura 8.19): Eliminación de dos espigones.
- 60- Playa de Los Nietos (46) (Cartagena) (Figura 8.19): Retirada (dragado) de fangos y relleno con arena para regularizar el perfil de playa.
- 61- Playa de Los Nietos (46) (Cartagena) (Figura 8.19): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de ochenta y tres edificios.



Figura 8.19: Actuaciones propuestas en las playas de Los Nietos y del Arenal de Cartagena (Zona 3 B)  
(Foto: Google Earth)

El problema del tercer tramo, Los Urrutias, es similar al presentado en los Nietos (puerto, secas, descompensación sedimentaria, etc.); aunque el tramo es más largo, las soluciones son similares. En la playa de Los Urrutias se han detectado dos edificios y un chiringuito situados en DPMT (apartado 7.3) que deben recuperarse.

Por parte del ayuntamiento debe adecuarse y ser separativas las redes de pluviales y saneamiento.

Por tanto, se propone realizar las siguientes actuaciones (Figura 8.20):

- 62- Playa de Los Urrutias (50) (Cartagena) (Figura 8.20): Construcción de dos espigones para aislar la zona de influencia del puerto y trasvase de arena desde la zona de acumulación próxima al puerto hacia la zona occidental de la playa. Esta primera actuación se debe acompañar con posterior gestión (redistribución en planta) de la arena que tiende acumularse hacia el puerto.
- 63- Playa de Los Urrutias (50) y Punta Brava (51) (Cartagena) (Figura 8.20): Retirada (dragado) de fangos y relleno con arena para regularizar el perfil de playa.
- 64- Playa de Los Urrutias (50) (Cartagena) (Figura 8.20): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de dos edificios.
- 65- Playa de Punta Brava (51) (Cartagena) (Figura 8.20): Reordenación de la arena (redistribución en planta) para uniformizar su anchura.



Figura 8.20: Actuaciones propuestas en las playas de Levante, Los Urrutias, Punta Brava y el Carmolí de Cartagena (Zona 3 B) (Foto: Google Earth)

#### 8.4 Actuaciones en la Zona 4 (Los Alcázares-Extremo norte del Mar Menor)

Esta zona comprende tres sub zonas, apartado 2.3, (Figura 2.30), siendo éstas:

##### Zona 4 (Norte del Mar Menor):

- 4A- Sur del T.M de Los Alcázares – Academia del Aire de San Javier
  - 4A-1 Los Alcázares Sur
  - 4A-2 Los Alcázares
  - 4A-3 Academia Sur
- 4B- Academia del Aire de San Javier - Extremo norte del Mar Menor



- 4B-1 Academia Norte
- 4B-2 Santiago de la Ribera
- 4B-3 Lo Pagan

Solamente se han detectado dos zonas en las cuales son necesarias actuaciones distintas a la recuperación de ocupaciones del DPMT. La primera de estas zonas se encuentra en la Zona 4 A, entre las playas de La Concha y del Espejo. La segunda está en la zona 4 B, concretamente en la playa de Villanaitos.

En general, en todas las playas de esta zona, con fuerte uso lúdico turístico. Es necesario una gestión de la arena con labor periódica de mantenimiento, consistente tanto en el movimiento longitudinal como en el reperfilado, remangue, transversal estacional de ellas. Revisión de accesos y drenajes en paseos marítimos, redes de saneamiento y pluviales separadas y fuera de la zona de la playa, y su adaptación al plan de Vertido Cero.

#### **8.4.1 Zona 4 A**

El análisis de los problemas existentes en el Mar Menor (apartado 6.3.8 y Figura 6.42) detectó una zona con descompensaciones sedimentarias en el entorno del puerto deportivo Mar Menor, que actúa como un sumidero de arena que erosiona el sur de la playa de la Concha. Frente a esta situación, entre las alternativas planteadas en el apartado 7.4.3.1 (Figura 7.8) se considera más adecuada la gestión del sedimento acumulado.

Por tanto la alternativa de actuación propuesta para la playa de La Concha sería:

- 66- Playas de La Concha (53) (Los Alcázares) (Figura 8.21): Movimiento y gestión de la arena desde la zona de sombra hacia el extremo norte hasta el muro central de la playa y centro de la playa.



Figura 8.21: Actuaciones propuestas en las playas de La Concha, Carrión y Espejo de Los Alcázares (Zona 4 A) (Foto: Google Earth)

Cerca de los espigones de la playa de Carrión, ya en la playa de Manzanares, existe una descompensación sedimentaria (apartado 6.3.8, Figura 6.42) provocada por un restaurante y más al norte por la concavidad que forma la playa del Espejo. Frente a esta descompensación resulta aconsejable llevar a cabo una gestión del sedimento en las tres playas. Además, en la playa de Manzanares y en la playa del Espejo se han detectado sendos chiringuitos situados en DPMT (apartado 7.3), espacio que debe recuperarse.

En resumen, se propone realizar las siguientes actuaciones (Figura 8.21):

- 67- Playa de Manzanares (55) (Los Alcázares) (Figura 8.21): Movimiento y gestión de la arena con redistribución en planta, desde las zonas de acumulación hacia las zonas deficitarias.
- 68- Playa de Manzanares (55) (Los Alcázares) (Figura 8.21): Acortamiento de dos espigones.
- 69- Playa Espejo (56) (Los Alcázares) (Figura 8.21): Gestión de la arena con redistribución para reducir el basculamiento de la playa, trasvasando material desde la zona norte hacia la zona sur.

Por tanto, se propone las siguientes actuaciones (Figura 8.22):

- 70- Playa las Palmeras (57) (Los Alcázares) (Figura 8.22): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.
- 71- Playa los Narejo (58) (Los Alcázares) (Figura 8.22): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.

72- Playa las Salinas (59) (Los Alcázares) (Figura 8.22): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.



Figura 8.22: Actuaciones propuestas en las playas de las Palmeras, Narejos y Salinas de Los Alcázares (Zona 4 A) (Foto: Google Earth)

#### 8.4.2 Zona 4 B

El análisis de los problemas solamente detectó una descompensación sedimentaria en la playa de Villananitos de San Pedro del Pinatar debido a la presencia del puerto deportivo de Lo Pagan. Además de esta descompensación, aún permanecen los problemas de los fangos existentes en las zonas someras de la playa y que se encuentran pendientes de su extracción tras la evaluación ambiental requerida (apartado 8.4.1.1). Con respecto a la ocupación del DPMT que se debe recuperar tres edificaciones en la playa del Castillico.

Por tanto, se propone las siguientes actuaciones (Figura 8.23):

- 73- Playa de Colón (63) (San Javier) (Figura 8.23): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.
- 74- Playa del Castillico (64) (San Javier) (Figura 8.23): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.
- 75- Playa de Villananitos (66) (San Javier) (Figura 8.23): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.



Figura 8.23: Actuaciones propuesta en las playas del Pescador, Colón y Castillico en San Javier, y la Puntica y Villananitos de San Pedro del Pinatar (Zona 4 B) (Foto: Google Earth)

76- Playas de Villananitos (66) (San Pedro del Pinatar) (Figura 8.23): Movimiento de sedimento desde la zona de sombra hacia el centro de la playa.

77- Playas de Villananitos (66) (San Pedro del Pinatar) (Figura 8.23): Retirada (dragado) de fangos y relleno con arena para regularizar el perfil de playa.

En las actuaciones previstas en la playa de Villananitos, deben simultanearse la retirada de fangos de la zona occidental sumergida y los que presumiblemente se encuentren enterrados bajo la arena a trasladar. Hay que estimar el volumen de arena, según el espesor que exista de arenas y fangos para cerciorarse si con este movimiento es suficiente o se necesita otros aportes de arena exterior a la playa.

### 8.5 Resumen de las actuaciones

A modo de resumen, las Figura 8.24 a Figura 8.28 muestran la ubicación de las distintas actuaciones descritas en los apartados anteriores

En la Figura 8.24 se muestran las actuaciones propuestas para la recuperación del Dominio Público Marítimo Terrestre, mientras que las restantes actuaciones se muestran desde la Figura 8.25 a la Figura 8.28.

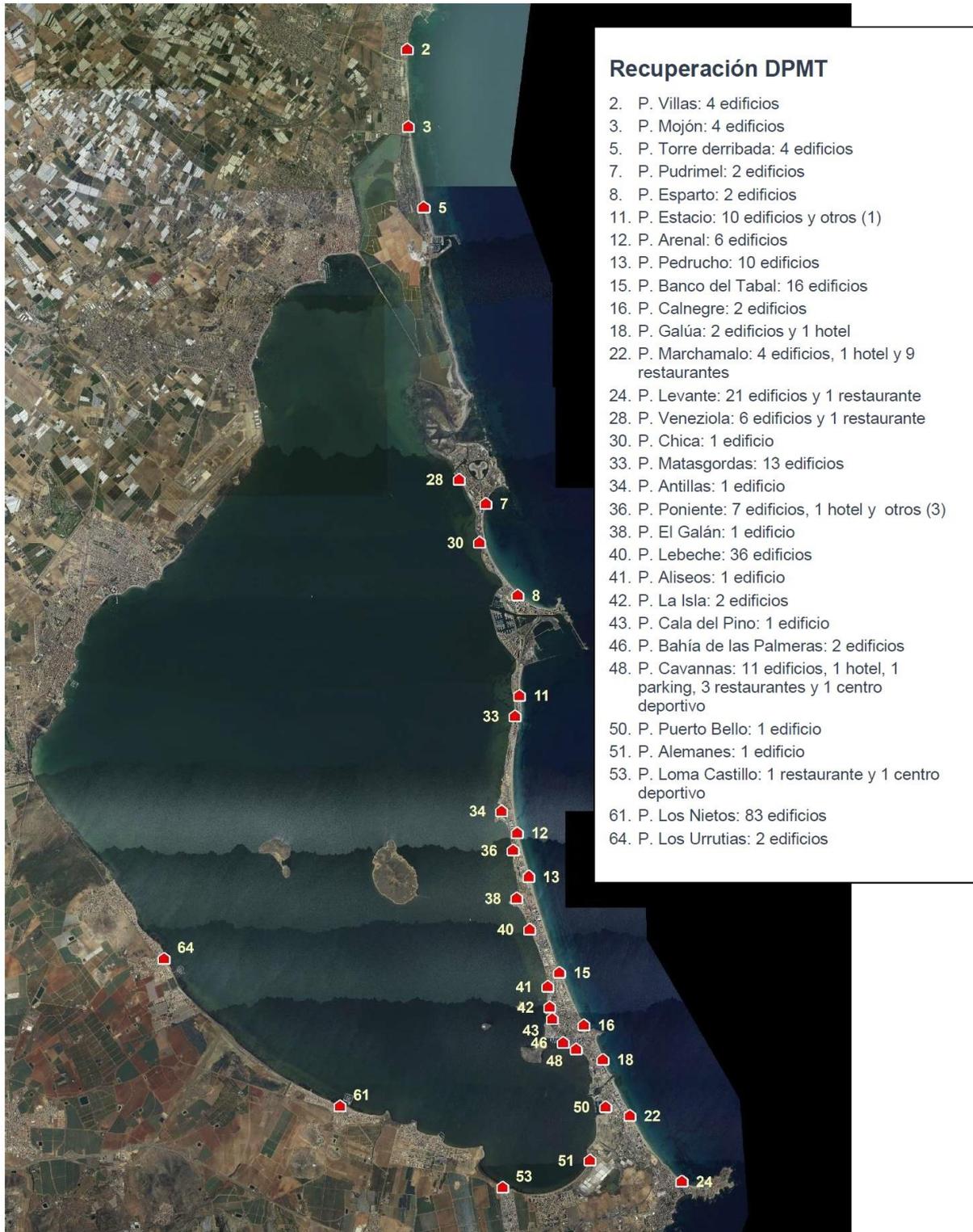


Figura 8.24: Resumen y distribución de las actuaciones para la recuperación del Dominio Público Marítimo Terrestre de la costa de La Manga y Mar Menor (Foto: IGN-PNOA)

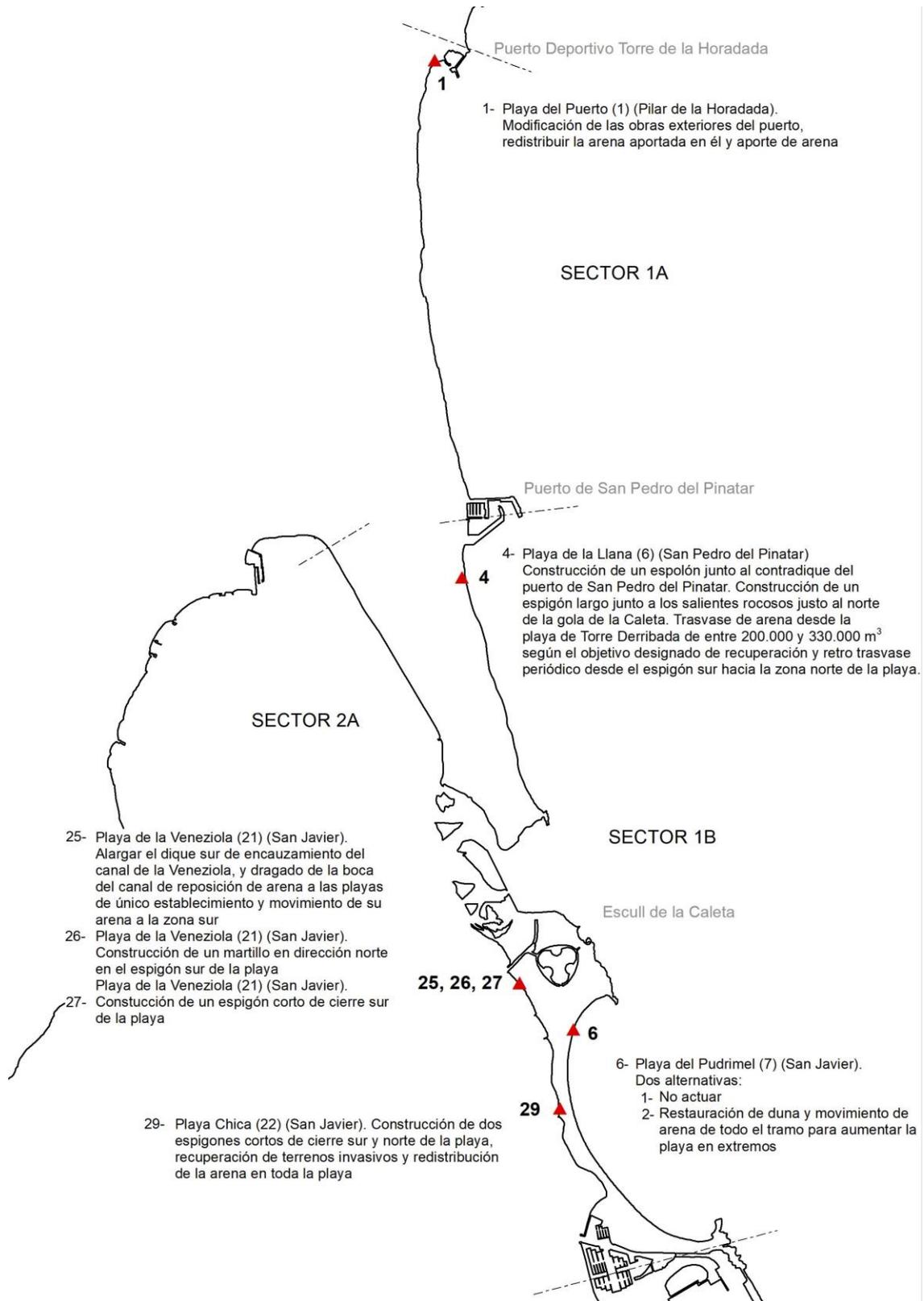


Figura 8.25: Resumen de actuaciones en la mitad norte de La Manga (Zonas 1A, 1B y 2A)



CEDEX

PLAN PARA LA PROTECCIÓN DEL BORDE LITORAL DEL MAR MENOR

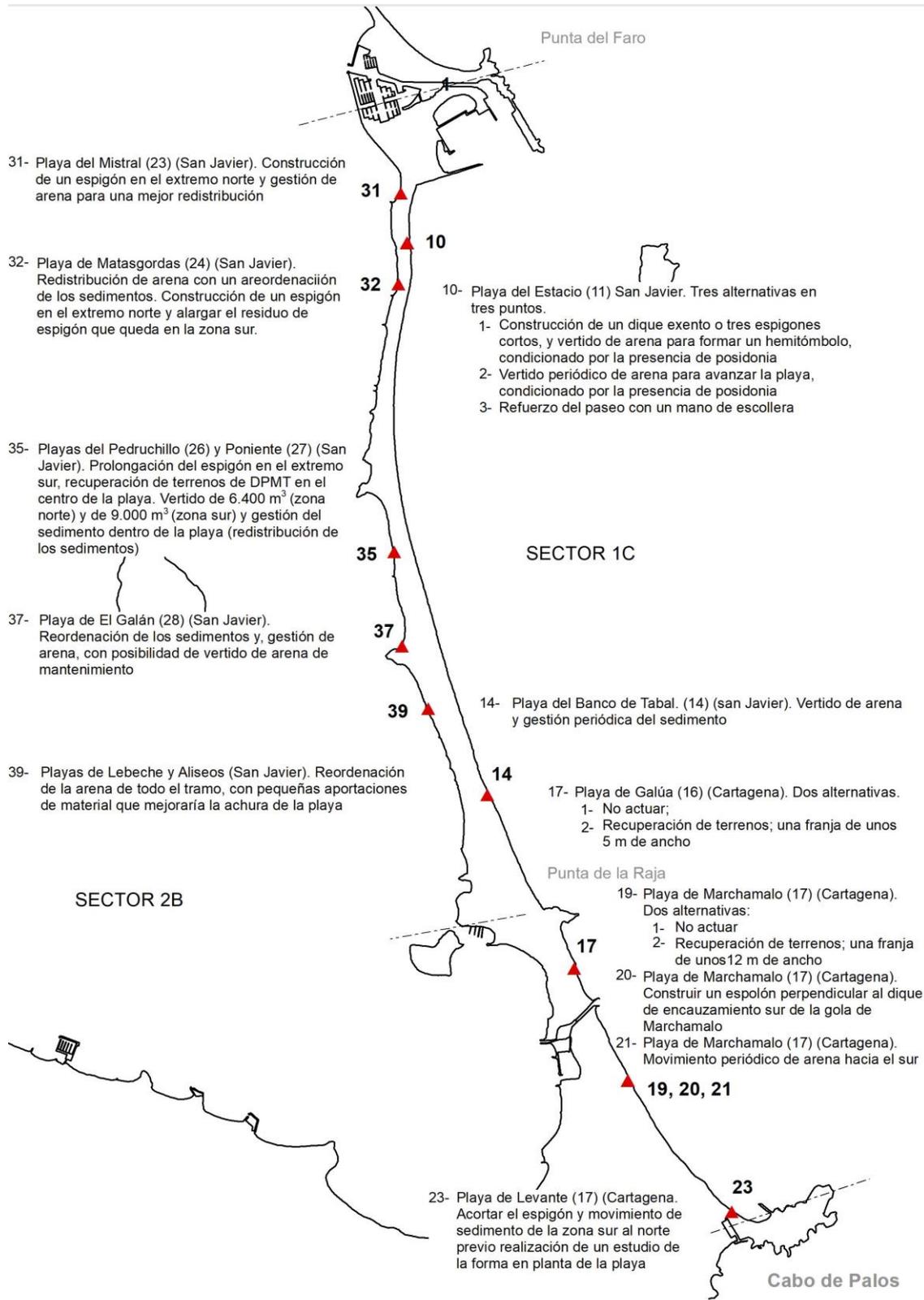


Figura 8.26: Resumen de actuaciones en la mitad sur de La Manga (Zonas 1C y 2B).

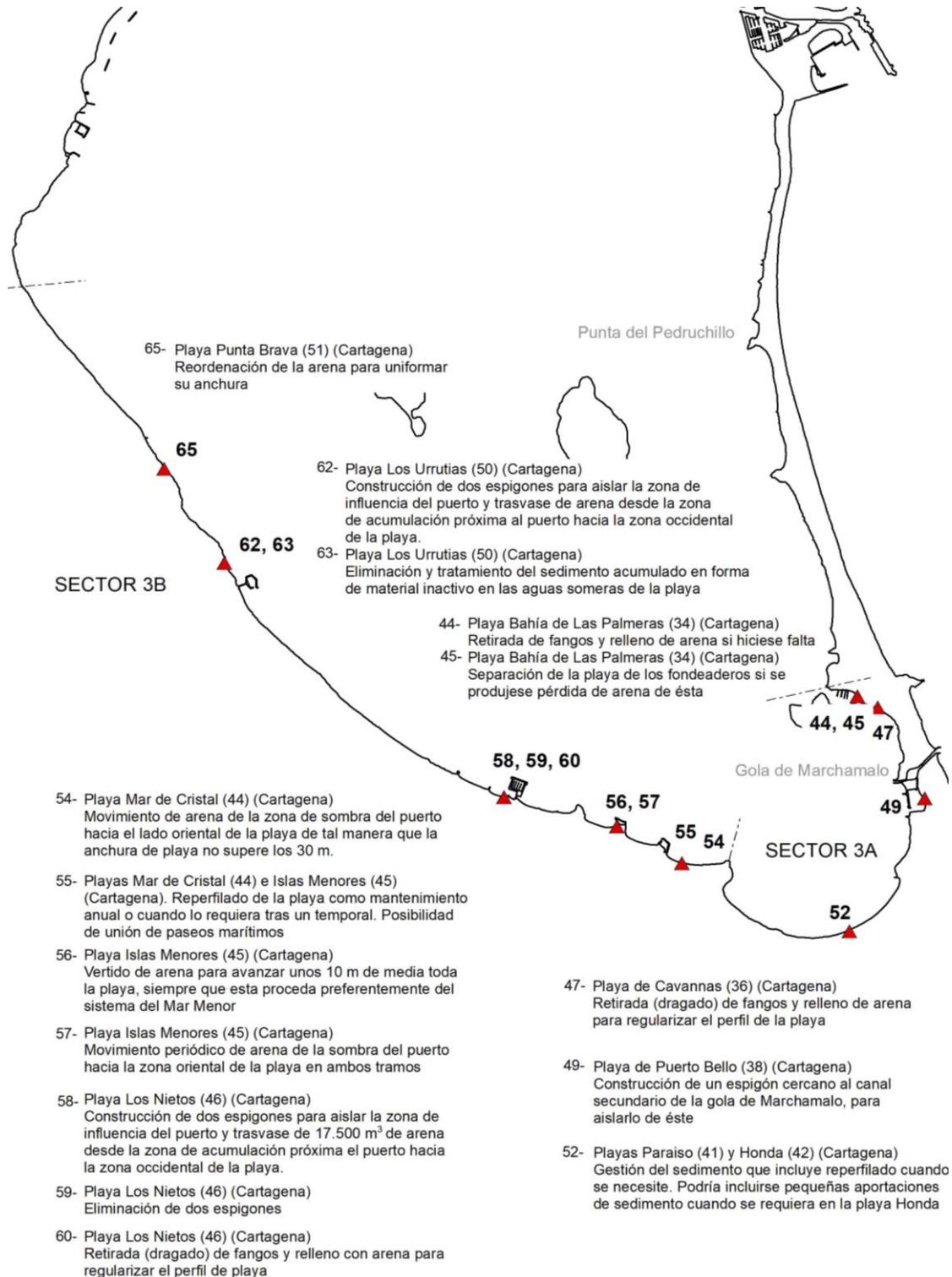


Figura 8.27: Resumen de actuaciones en la Zona 3



CEDEX

# PLAN PARA LA PROTECCIÓN DEL BORDE LITORAL DEL MAR MENOR

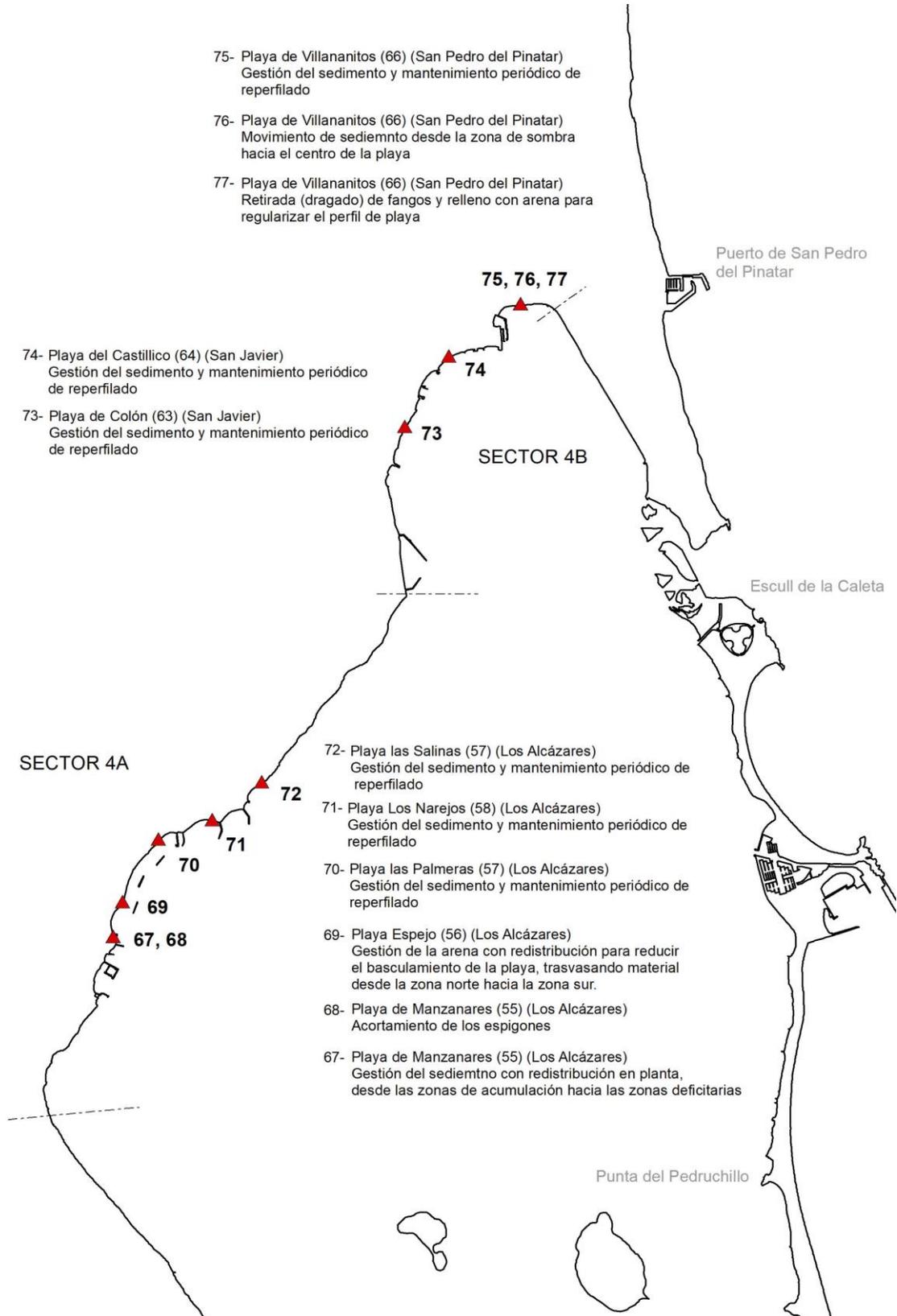


Figura 8.28: Resumen de actuaciones en la Zona 4.



## 8.6 Tratamiento de las golas

Desde el punto de vista costero, las golas son consideradas sumideros costeros y como tales, en el presente Plan se plantean alternativas de actuación para reducir este efecto.

La conveniencia de dragar las golas para mantener un caudal de intercambio de agua entre la laguna y el mar entra de lleno en cuestiones ajenas a la ingeniería de costas, si bien cabe recordar que la apertura artificial de las golas de Marchamalo y Estacio han transformado las características del agua en la laguna (apartado 2.2.2).

El estudio de la Universidad de Murcia (Pérez-Ruzafa, 2017) concluye que el dragado de las golas, canales en el estudio, trae consigo diversos inconvenientes, que pueden resumirse en: 1) Los impactos son acumulativos, 2) Producen cambios de temperatura y salinidad, 3) Podrían afectar a los procesos de sedimentación y transporte de arena y fangos, 4) Producen cambios de velocidades de corrientes en impacto sobre los flujos máximo de entrada y salida de aguas, y 5) El dragado de los canales lleva a una reducción de tasas de renovación de agua dentro de la Laguna y puede llegar a caer a la mitad de la existente sin dragado.

De especial importancia es la reducción de salinidad y renovación que hace que en eventos de grandes aportes de agua dulce por las ramblas y escorrentía sobre las especies de la Laguna (eventos ocurridos en el invierno de 2017 y del otoño de 2019). También es muy grave la entrada de especies alóctonas del mar exterior en detrimento de las propias del Mar Menor.

A este efecto ecológico se une el efecto sumidero ya citado, que ha provocado que la gola de la Caleta, única natural del Mar Menor, se esté colmatando a una velocidad apreciable (apartado 6.2.1 y Figura 6.6). Esto genera una redistribución de los caudales de entrada y salida, es decir, un comportamiento hidráulico distinto al natural, lo cual puede afectar a la hidrodinámica general del Mar Menor y la sedimentación natural de la laguna. Este aspecto, no obstante, no se ha estudiado con detalle en el presente Plan dado que no afecta de manera importante a sus objetivos.

Pero, una la excesiva abertura de las golas de Marchamalo y Estacio, ambas artificiales, reduce los caudales de la gola de la Caleta o Encañizada y provoca su tendencia a colmatarse, con las consiguientes alteraciones medioambientales y físicas. Por tanto, desde el punto de vista costero debieran aislarse las golas para que no funcionen como sumidero de material haciendo tender a la erosión de las playas adyacentes. Y por tanto no parece aconsejable el dragado de las golas.

Finalmente, se debe tener en cuenta que el material que hipotéticamente se drague tiene que ser tratado como tal y no como material de aporte directo a playa, con los consiguientes costes, como se ha indicado en este Plan.



## 9. PRIORIZACIÓN Y FASES DE ACTUACIÓN

### 9.1 Metodología para la priorización de actuaciones. Variables de priorización

Las actuaciones propuestas en el capítulo 8 para la costa del Mar Menor y La Manga son de dos clases diferentes: 1) Recuperación de zonas del DPMT ocupadas por elementos diversos (fundamentalmente residenciales, si bien existen otros, como aparcamientos, centros deportivos, etc.); 2) Actuaciones para la mejora de las condiciones de la costa en general, y las playas y sus servicios en particular. En este capítulo solamente se analizan las prioridades de las actuaciones de la segunda clase, ya que la recuperación del DPMT se mueve por diferentes variables y prioridades fuera del ámbito de este trabajo.

La descripción de las propuestas de actuación en los tramos en los que se ha dividido la costa de La Manga (desde Pilar de la Horadada hasta el cabo de Palos) y del Mar Menor se ha organizado con criterios espaciales, por su ubicación, pero también necesitan una organización en el tiempo, por su prioridad.

De ello se ocupa este capítulo que, como primer punto, aborda la metodología seguida para valorar la prioridad de cada una de las actuaciones propuestas. Seguidamente, se analizan las variables y que condicionan esas prioridades y cómo lo hacen. A continuación, se da una prioridad de actuación por sectores y, finalmente, se proponen unas fases generales de realización.

La decisión sobre cuándo actuar en un lugar de la costa depende de criterios reglados en los que intervienen variables ambientales, sociales y económicas, que se valoran conjuntamente mediante las matrices de decisión. No es el propósito de esta Estrategia profundizar en la construcción de este tipo de matrices para la toma de decisiones, pero sí utilizar los principios de esta metodología para priorizar las actuaciones expuestas anteriormente.

Las fases de decisión para priorizar las actuaciones propuestas en los apartados anteriores se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Elección de las variables consideradas para la priorización de actuaciones
2. Definición de los condicionantes de priorización
3. Aplicación de estos criterios a los sectores en que se ha dividido la costa del Mar Menor
4. Definición de las principales fases de actuación

Las actuaciones presentadas en el capítulo anterior deben considerarse como un objetivo final de la Estrategia de Actuación en la costa de La Manga y del Mar Menor, aunque ello no implica necesariamente que tengan que realizarse a la vez, ni tan siquiera de manera concatenada. Así, muchas de estas necesidades son prioritarias respecto de otras.

Las variables que indican la necesidad o prioridad pueden dividirse en cuatro tipos:

- Relacionadas con la seguridad
- Sociales
- Medioambientales
- Económicas

Tres de estas variables están directamente relacionadas con las funciones que se atribuyen a las playas a lo largo de este Plan: defensa de la costa, recreo o esparcimiento y hábitat. A continuación se detallan algunos aspectos relativos a cada uno de estos grupos.



### 9.1.1 Variables de seguridad

La playa tiene una función de defensa frente a la acción del mar y sus cambios. Esta defensa es tanto más importante cuanto mayor sea la vulnerabilidad de la costa, es decir, cuando se pueden producir daños a personas o bienes como consecuencia de los temporales de oleaje o de mareas meteorológicas importantes. Parte de la costa en estudio está a cotas relativamente bajas y/o cuentan con una franja costera muy reducida debido a la presión urbana que se ha ejercido sobre ella.

Todo ello hace que la seguridad sea un elemento muy importante a tener en cuenta, máxime teniendo en cuenta la subida del nivel del mar debida al cambio climático.

### 9.1.2 Variables sociales

Por variables sociales se entiende en el presente Plan aquellas relacionadas con la función de esparcimiento de las playas. Las localidades costeras tienen en la playa y su entorno uno de los lugares de esparcimiento más utilizados y su existencia suelen ser una demanda colectiva de mejora de su calidad de vida. Esto requiere la continuidad y estabilidad en el espacio y en el tiempo de ese entorno de esparcimiento. Por tanto, son admisibles las variaciones estacionales, pero no los procesos erosivos de medio o largo plazo, que obligan a llevar a cabo actuaciones para asegurar una cierta perdurabilidad en el tiempo.

Como todo entorno urbano, y la playa lo es, es preciso realizar un cuidado y gestión del mismo, siendo en este caso el principal factor a tener en cuenta la cantidad de arena disponible. Para ello, en algunas ocasiones es preciso realizar actuaciones costeras (obras como trasvases o redistribución de la arena de la playa), mientras que en otros casos debe evitarse que una zona común sea usada por particulares que lo han ocupado.

### 9.1.3 Variables medioambientales

Por variables medioambientales se entiende en el presente Plan aquellas relacionadas con la función de hábitat de las playas. Dentro de este aspecto se ha intentado que los tramos de costa sean lo más naturales posibles.

Dentro del aspecto medioambiental podría entenderse la protección de espacios con especial sensibilidad medioambiental como humedales, praderas de *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, etc. La costa de exterior de La Manga y el interior del Mar Menor son ricas en vegetación protegida y tienen en sus frentes muchos lugares que entran dentro de estas características, estando condicionada su actuación a preservarlos.

En la zona no es descartable la presencia de especies que requieren especial protección, como la nacra (*Pinna nobilis*), asociada a praderas de *Posidonia* oceánica. Ni del caballito de mar (*Hippocampus hippocampus*).

Las praderas de *Posidonia oceanica* están definidas como hábitat prioritario en el Anexo I sobre tipos de hábitats naturales de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de zonas de especial conservación, de la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Mientras que *Pinna nobilis* se encuentra en el Anexo V sobre especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren una protección estricta, de la misma Ley. Ambas especies están incluidas en el Anexo del Real decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas, y *Pinna nobilis* está incluida, además, como vulnerable en dicho Listado. Además, en el Mar Menor es posible la presencia de la especie caballito de mar (*Hippocampus hippocampus*) que aparece citada en el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo



Español de Especies Amenazadas. Las poblaciones del caballito de mar en el Mar Menor se caracterizan por ser fieles a una zona y a desplazamientos lentos y reducidos.

Para todas las especies incluidas en dicho Listado se deberán tener en cuenta las prohibiciones establecidas en el artículo 57 de la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Además, se recuerda que la catalogación de las especies como vulnerables en el Catálogo Español de Especies Amenazadas se debe al riesgo existente de poder pasar a la categoría de especies en peligro de extinción en un futuro inmediato, si los factores adversos que actúan sobre ellas no son corregidos.

En los fondos del Mar Menor existen registros de presencia de la nacra (*Pinna nobilis*), siendo uno de los pocos lugares en el mediterráneo español donde se han constatado individuos juveniles de esta especie que han resistido al episodio de mortalidad masiva producida por un protozoo del género *Haplosporidium* y por ende presentan un gran interés científico, tanto desde el punto de vista de su estudio, como individuos resistentes al citado protozoo, como por su posible inclusión como reservorio genético. Dada la gravedad de la situación se ha declarado la situación crítica de la especie, por Orden TEC/1078/2018, de 28 de septiembre. Cualquier elemento que se quiera instalar sobre fondos marinos en los que pudiera estar presente algún ejemplar de la especie, deberá ejecutarse comprobando y evitando su presencia. Si se localizasen ejemplares vivos, se georreferenciarán y se pondrá en contacto con el Organismo Autónomo competente y con el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a los efectos de establecer las medidas que resultan más convenientes para asegurar la protección de la especie.

Teniendo en cuenta este reciente fenómeno de mortalidad masiva de ejemplares de *Pinna nobilis* en la región mediterránea, y que el Instituto Español de Oceanografía (IEO) está realizando el seguimiento de este episodio, toda actuación debería ir precedida de un estudio detallado de la zona en relación con la presencia de ejemplares de *Pinna nobilis*, de modo que la toma de decisión sobre la posible afección a los ejemplares se realice contando con el asesoramiento del IEO, poniendo a su disposición toda la información que se tenga disponible y que se recopile sobre la especie.

#### **9.1.4 Variables económicas**

El interés económico de la costa es evidente por una doble visión. Por una parte, los intereses económicos que la costa defiende en su trasdós que se pueden ver afectados si aumenta su vulnerabilidad. Ello se hace patente debido a la baja cota respecto del mar de algunos terrenos.

Por otra parte, el aspecto lúdico de la playa, una de las tres funciones dadas a las playas, se puede traducir en intereses económicos; tanto desde oferta urbana de esparcimiento, como mejora de la oferta turística. Muchos tramos de este litoral no tienen un gran desarrollo turístico por lo que esa actividad turística se reduce a núcleos concretos o pequeñas zonas.



## 9.2 Condicionantes de priorización de las actuaciones

Las estructuras costera y poblacional del Mar Menor hacen que la ocupación del litoral sea diferente en el mar Mediterráneo y en el Mar Menor, por lo que a continuación se exponen los principales condicionantes de priorización distinguiendo entre estos dos tipos de costas.

La costa exterior de La Manga, **mar Mediterráneo**, tiene dos tramos bien diferenciados: El de más al norte, Zonas 1 A y B, entre Pilar de la Horadada y la gola de la Caleta se ha transformado debido a la implantación de dos puertos deportivos en el que alternan acumulación con erosión unido a focos puntuales con una fuerte presión urbana sobre la costa. Esta desestabilización costera ha obligado a realizar obras de defensa, principalmente revestimientos de escollera. Este problema no se resolverá hasta que se actúe sobre su origen.

Al sur de la gola de la Caleta, con mayor intensidad a medida que se avanza hacia el sur, la presión urbana es muy importante, dejando en algunas zonas franjas muy estrechas de playa que difícilmente podrán resistir la acción del oleaje en eventos extraordinarios. Ello hace que estos puntos tengan una especial importancia desde el punto de vista de la seguridad.

En el extremo sur de la zona 1, concretamente en la playa de Levante, el espigón ha desestabilizado la zona por lo que es necesario su rediseño para reducir las acumulaciones de arena que provoca. Además, en todo el tramo es imprescindible aislar las golas de las playas aledañas, no debiendo usarse como sumidero de arena como almacén para otras actuaciones porque desequilibra las playas de donde proviene este material. Además esta práctica puede desequilibrar la sedimentación de fangos en la laguna.

En todo este tramo de mar Mediterráneo debe tenerse en cuenta también la presencia de praderas de *Posidonia oceanica* de alta densidad, que condicionará muchas de las actuaciones propuestas en el presente Plan.

En el interior del **Mar Menor**, existe una presión urbana generalizada, pero su evolución como consecuencia del cambio climático difiere según se trate de La Manga (zona 2) o la ribera continental (zonas 3 y 4). En primer lugar, la elevada rigidez de prácticamente toda la costa interior de La Manga, donde se alternan tramos de invasión urbana y de revestimientos longitudinales con fines diversos, impedirá que los efectos de la subida del nivel del mar puedan ser absorbidos por sus playas, lo que provocará un estado mayor de inseguridad futura. El resto de la costa del Mar Menor se verá gradualmente afectado por la subida del nivel del mar y consecuentemente de la laguna, sin que aumente significativamente el riesgo de inundaciones por temporales de oleaje; no obstante, la pérdida de capacidad de drenaje incrementará el riesgo de inundaciones de origen fluvial, con el aumento de vulnerabilidad que ello conlleva.

Todas las actuaciones propuestas son el resultado del análisis de la situación actual de la costa realizado durante la elaboración del presente Plan. Por ello, se considera que obedecen a una necesidad actual de la costa. Sin embargo, no todas las actuaciones deben ser realizadas a corto plazo. Por ello, se han establecido las prioridades de actuación en tres escalones:

- Prioridad alta
- Prioridad media
- Prioridad baja

Se ha asignado prioridad alta a las actuaciones planteadas por alguna de las siguientes causas:

- Falta de seguridad: estado de deterioro apreciable de las variables de seguridad.
- Estado de deterioro grave de una de las restantes variables.
- Núcleo urbano o turístico sin playa, pero que demande actuaciones al menos por tres de los tipos de variables antes mencionadas.



Las actuaciones con prioridad media son aquellas que se han planteado, al menos, por una de las siguientes causas:

- Estado de deterioro apreciable de una de las variables sociales, medioambientales o económicas.
- Núcleo urbano o turístico sin playa, pero que demande actuaciones al menos por uno de los tipos de variables antes mencionadas.

La tercera de ellas, prioridad baja, conlleva la necesidad actual de mejora, pero no una urgencia inmediata o pronta sino a largo plazo. Puede ser debido principalmente a, al menos, una de las siguientes causas:

- Estado apreciablemente mejorable de una de las variables.
- Núcleo urbano o turístico sin playa, pero que demande actuaciones al menos por tres de los tipos de variables antes mencionadas.

### 9.3 Prioridades de las actuaciones distintas de la recuperación del DPMT

A continuación se exponen las actuaciones en función de su prioridad. Solamente se analizan las prioridades de las actuaciones propuestas para la mejora de las condiciones de la costa en general, y las playas y sus servicios en particular, ya que la recuperación del DPMT se mueve por diferentes variables y prioridades fuera del ámbito de este trabajo.

#### 9.3.1 *Prioridad alta*

Se han tomado como prioridad alta, siguiendo las directrices que se han expuesto en el apartado anterior, aquellas con una demanda social alta, las que produzcan pérdida de arena y aquellas que necesiten una actuación debido al deterioro medioambiental de la zona. Siendo por zonas, donde se ha conservado el número de actuación del capítulo 8, las siguientes:

##### 9.3.1.1 Zonas 1A y 1B

- 1- Playa del Puerto (1) (Pilar de la Horadada) (Figura 8.1): Modificación de las obras exteriores del puerto, redistribuir la arena aportada en él y aporte de arena.
- 4- Playa de La Llana (6) (San Pedro del Pinatar) (Figura 8.2): Construcción de un espigón junto al contradique del puerto de San Pedro del Pinatar. Construcción de un espigón largo junto a los salientes rocosos justo al norte de la gola de la Caleta. Traslado de arena desde la playa de Torre Derribada de entre 200.000 y 330.000 m<sup>3</sup> según el objetivo designado de recuperación. Y retro traslado periódico desde el espigón sur hacia la zona norte de la playa.
- 6- Playa del Pudrimel (7) (San Javier) (Figura 8.3): Dos alternativas
  1. No actuar
  2. Restauración de duna y movimiento de arena de todo el tramo central para aumentar la playa en los extremos.

##### 9.3.1.2 Zona 1C

- 23- Playa de Levante (19) (Cartagena) (Figura 8.7): Acortar el espigón y movimiento de sedimento de la zona sur al norte previo realización de un estudio de la forma en planta de la playa.



### 9.3.1.3 Zona 3A

- 44- Playa de la Bahía de las Palmeras (34) (Cartagena) (Figura 8.15): Retirada de fangos y relleno de arena si hiciese falta.
- 47- Playa de Cavanna (36) (Cartagena) (Figura 8.15): Retirada (dragado) de fangos y relleno con arena para regularizar el perfil de playa.

### 9.3.1.4 Zona 3B

- 54- Playa de Mar de Cristal (44) (Cartagena) (Figura 8.18): Movimiento de arena de la zona de sombra del puerto hacia el lado oriental de la playa de tal manera que la anchura de playa del puerto no supere los 30 m.
- 55- Playa de Mar de Cristal (44) e Islas Menores (Cartagena) (Figura 8.18): Reperfilado de las playas como mantenimiento anual o cuando lo requiera tras un temporal. Posibilidad de unión de paseos marítimos.
- 56- Playa de Islas Menores (45) (Cartagena) (Figura 8.18): Aporte de arena para avanzar unos 10 m de media toda la playa, siempre que esta proceda preferentemente del sistema del Mar Menor.
- 57- Playa de Islas Menores (45) (Cartagena) (Figura 8.18): Movimiento periódico de arena de la sombra del puerto hacia la zona oriental de la playa en ambos tramos.
- 58- Playa de Los Nietos (46) (Cartagena) (Figura 8.19): Construcción de dos espigones para aislar la zona de influencia del puerto y trasvase de 17.500 m<sup>3</sup> de arena desde la zona de acumulación próxima al puerto hacia la zona occidental de la playa, si por cuestiones medioambientales no fuese válida habría que hacer un aporte externo. Esta primera actuación se debe acompañar con posterior gestión (redistribución en planta) de la arena que tiende acumularse hacia el puerto.
- 59- Playa de Los Nietos (46) (Cartagena) (Figura 8.19): Eliminación de dos espigones.
- 60- Playa de Los Nietos (46) (Cartagena) (Figura 8.19): Retirada (dragado) de fangos y relleno con arena para regularizar el perfil de playa.
- 62- Playa de Los Urrutias (50) (Cartagena) (Figura 8.20): Construcción de dos espigones para aislar la zona de influencia del puerto y trasvase de arena desde la zona de acumulación próxima al puerto hacia la zona occidental de la playa. Esta primera actuación se debe acompañar con posterior gestión (redistribución en planta) de la arena que tiende acumularse hacia el puerto.
- 63- Playa de Los Urrutias (50) y Punta Brava (51) (Cartagena) (Figura 8.20): Eliminación y tratamiento del sedimento acumulado en forma de material inactivo en las aguas someras de la playa.
- 65- Playa de Punta Brava (51) (Cartagena) (Figura 8.20): Reordenación de la arena para uniformizar su anchura.

### 9.3.1.5 Zona 4A

- 67- Playa de Manzanares (55) (Los Alcázares) (Figura 8.21): Gestión del sedimento con redistribución en planta, desde las zonas de acumulación hacia las zonas deficitarias.
- 68- Playa de Manzanares (55) (Los Alcázares) (Figura 8.21): Acortamiento de dos espigones.



69- Playa Espejo (56) (Los Alcázares) (Figura 8.21): Gestión de la arena con redistribución para reducir el basculamiento de la playa, trasvasando material desde la zona norte hacia la zona sur.

#### 9.3.1.6 Zona 4B

70- Playa las Palmeras (57) (Los Alcázares) (Figura 8.22): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.

71- Playa los Narejo (58) (Los Alcázares) (Figura 8.22): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.

72- Playa las Salinas (59) (Los Alcázares) (Figura 8.22): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.

73- Playa de Colón (63) (San Javier) (Figura 8.23): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.

74- Playa del Castillico (64) (San Javier) (Figura 8.23): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.

75- Playa de Villananitos (66) (San Javier) (Figura 8.23): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.

76- Playas de Villananitos (66) (San Pedro del Pinatar) (Figura 8.23): Movimiento de sedimento desde la zona de sombra hacia el centro de la playa.

77- Playas de Villananitos (66) (San Pedro del Pinatar) (Figura 8.23): Retirada (dragado) de fangos y relleno con arena para regularizar el perfil de playa.

#### 9.3.2 **Prioridad media**

Se han tomado como prioridad media, siguiendo las directrices que se han expuesto en el apartado anterior, aquellas con una demanda social, las que introducen una mejora de las playas y aquellas que necesiten una actuación para la mejora medioambiental de la zona. Siendo por zonas, donde se ha conservado el número de actuación del capítulo 8, las siguientes:

##### 9.3.2.1 Zona 2A

25- Playa de la Veneziola (21) (San Javier) (Figura 8.8): Alargar el dique sur de encauzamiento del canal de la Veneziola, y dragado de la boca del canal de reposición de arena a las playas de único establecimiento, y movimiento de su arena a la zona sur.

26- Playa de la Veneziola (21) (San Javier) (Figura 8.8): Construcción de un martillo en dirección norte en el espigón sur de la playa.

27- Playa de la Veneziola (21) (San Javier) (Figura 8.8): Construcción de un espigón corto de cierre sur de la playa.

##### 9.3.2.2 Zona 2B

39- Playas de Lebeche (29) y Aliseos (39) (Cartagena) (Figura 8.14): Reordenación de la arena de todo el tramo, con pequeñas aportaciones de material que mejoraría la anchura de la playa.



### 9.3.2.3 Zona 3A

52- Playas Paraíso (41) y Honda (42) (Cartagena) (Figura 8.17): Gestión del sedimento que incluye reperfilado cuando se necesite. Podrían incluirse pequeñas aportaciones de arena cuando se requiera en la playa Honda.

#### 9.3.1 *Prioridad baja*

Se han tomado como prioridad baja, siguiendo las directrices que se han expuesto en el apartado anterior, aquellas que conlleva la necesidad actual de mejora, pero no una urgencia inmediata o pronta sino a largo plazo, resultando las siguientes:

#### 9.3.1.1 Zona 1C

10- Playa del Estacio (11) (San Javier) (Figura 8.4): Tres alternativas en tres puntos

1. Construcción de un dique exento o espigones cortos, y aporte de arena para formar un hemitómbolo, condicionado por la presencia de posidonia (Figura 6.22).
2. Aporte periódico de arena para avanzar la playa, condicionado por la presencia de posidonia (Figura 6.22).
3. Refuerzo del paseo con un manto de escollera.

14- Playa de Banco de Tabal (14) (San Javier) (Figura 8.5): Aporte de arena y gestión periódica del sedimento.

17- Playa de Galúa (16) (Cartagena) (Figura 8.6): Dos alternativas

1. No actuar
2. Recuperación de terrenos; una franja de unos 5 m de ancho.

19- Playa de Marchamalo (17) (Cartagena) (Figura 8.6): Dos alternativas

1. No actuar
2. Recuperación de terrenos; una franja de unos 12 m de ancho.

20- Playa de Marchamalo (17) (Cartagena) (Figura 8.6): Construir un espolón perpendicular al dique de encauzamiento sur de la gola de Marchamalo.

21- Playa de Marchamalo (17) (Cartagena) (Figura 8.6): Movimiento periódico de arena hacia el sur.

#### 9.3.1.2 Zona 2A

29- Playa Chica (22) (San Javier) (Figura 8.9): Construcción de dos espigones cortos de cierre sur y norte de la playa, recuperación de los terrenos invasivos y redistribución de la arena en toda la playa.

#### 9.3.1.3 Zona 2B

31- Playa del Mistral (23) (San Javier) (Figura 8.10): Construcción de un espigón corto en el extremo norte. Y gestión de la arena para una mejor redistribución.

32- Playa de Matasgordas (24) (San Javier) (Figura 8.11): Redistribución de arena con una reordenación de los sedimentos. Construcción de un espigón en el extremo norte y alargar el residuo de espigón que queda en la zona sur.

35- Playas del Pedruchillo (26) y Poniente (27) (Figura 8.12) (Figura 8.17): Prolongación del espigón en el extremo sur, recuperación de terrenos de DPMT en el centro de la playa. Aporte de 6.400 m<sup>3</sup> (zona norte) y de 9.000 m<sup>3</sup> (zona sur) y gestión del sedimento dentro de la playa (redistribución de los sedimentos).



37- Playas de El Galán (28) (San Javier) (Figura 8.13): Reordenación de los sedimentos y gestión de la arena, con posibilidad de aporte de arena de mantenimiento.

#### 9.3.1.4 Zona 3A

45- Playa de la Bahía de las Palmeras (34) (Cartagena) (Figura 8.15): Separación de la playa de los fondeaderos si se produjese pérdida de arena de ésta.

49- Playa de Puerto Bello (38) (Cartagena) (Figura 8.16): Construcción de un espigón cercano al canal secundario de la gola de Marchamalo, para aislarlo de éste.

Las cuatro figuras siguientes muestran los distintos niveles de prioridad de cada una de las actuaciones planteadas, agrupándose por sectores, análogamente a como se presentaba en el apartado 8.5.

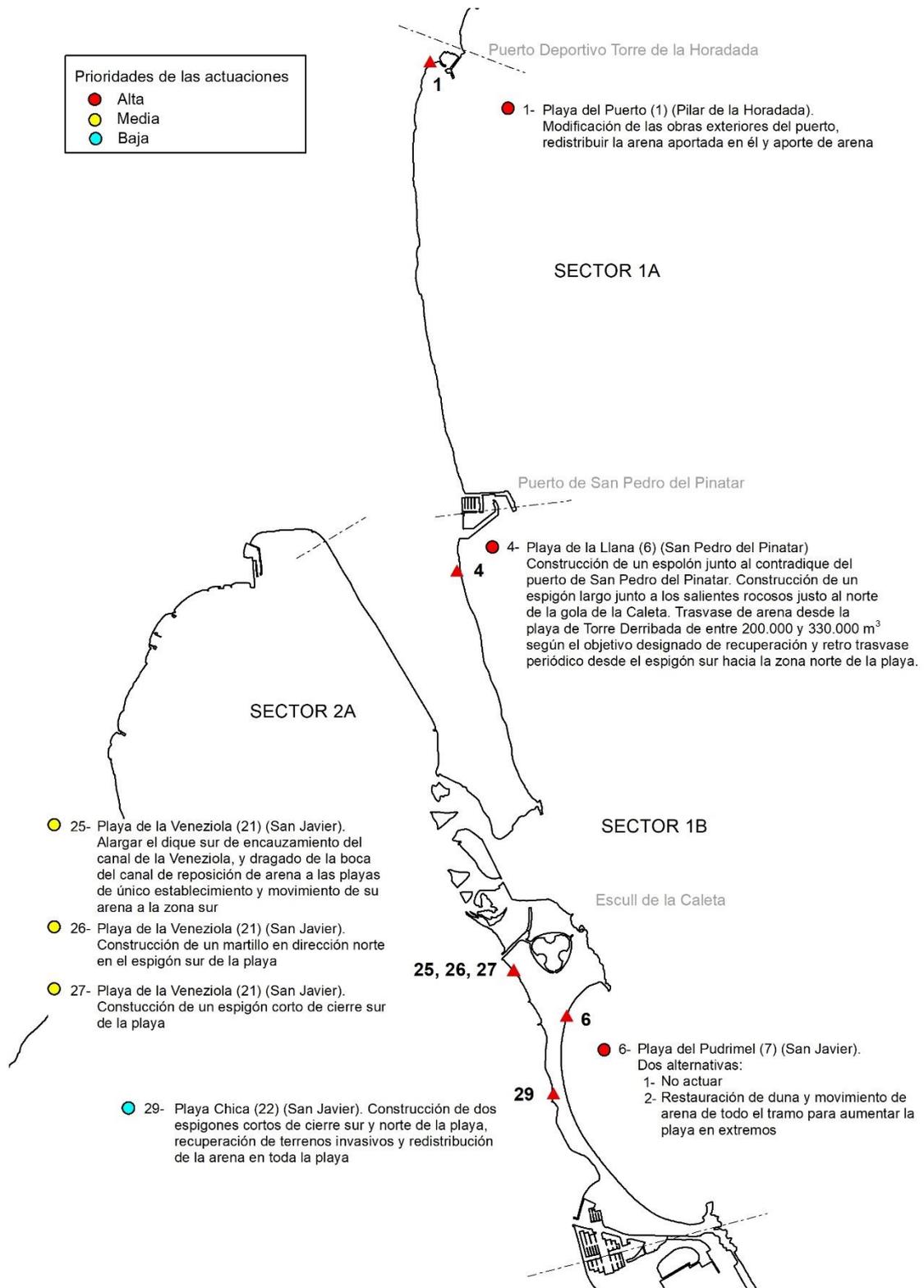


Figura 9.1: Prioridad de las actuaciones en la mitad norte de La Manga (Zonas 1A, 1B y 2A)



CEDEX

PLAN PARA LA PROTECCIÓN DEL BORDE LITORAL DEL MAR MENOR

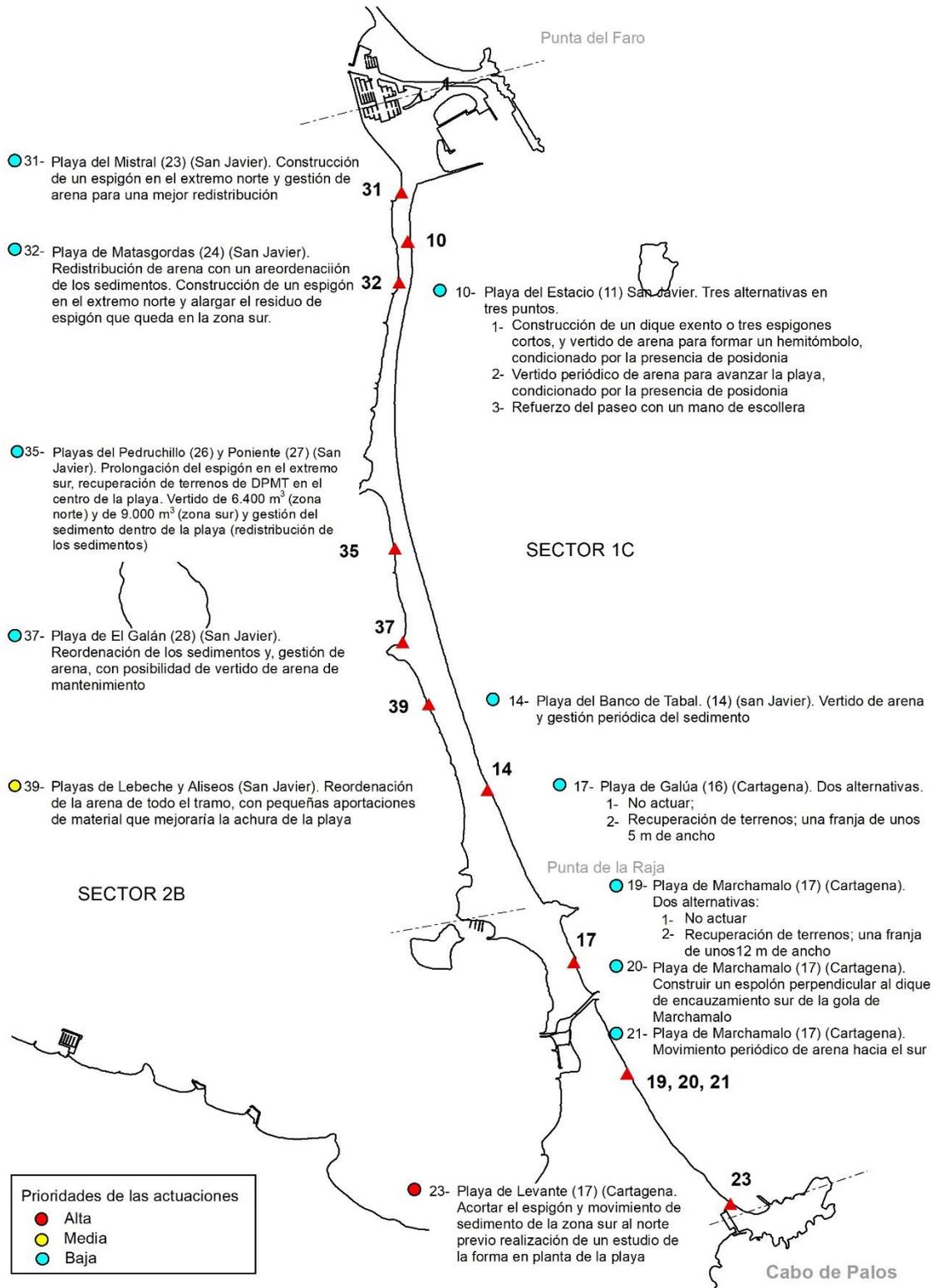


Figura 9.2: Prioridad de las actuaciones en la mitad sur de La Manga (Zonas 1C y 2B).

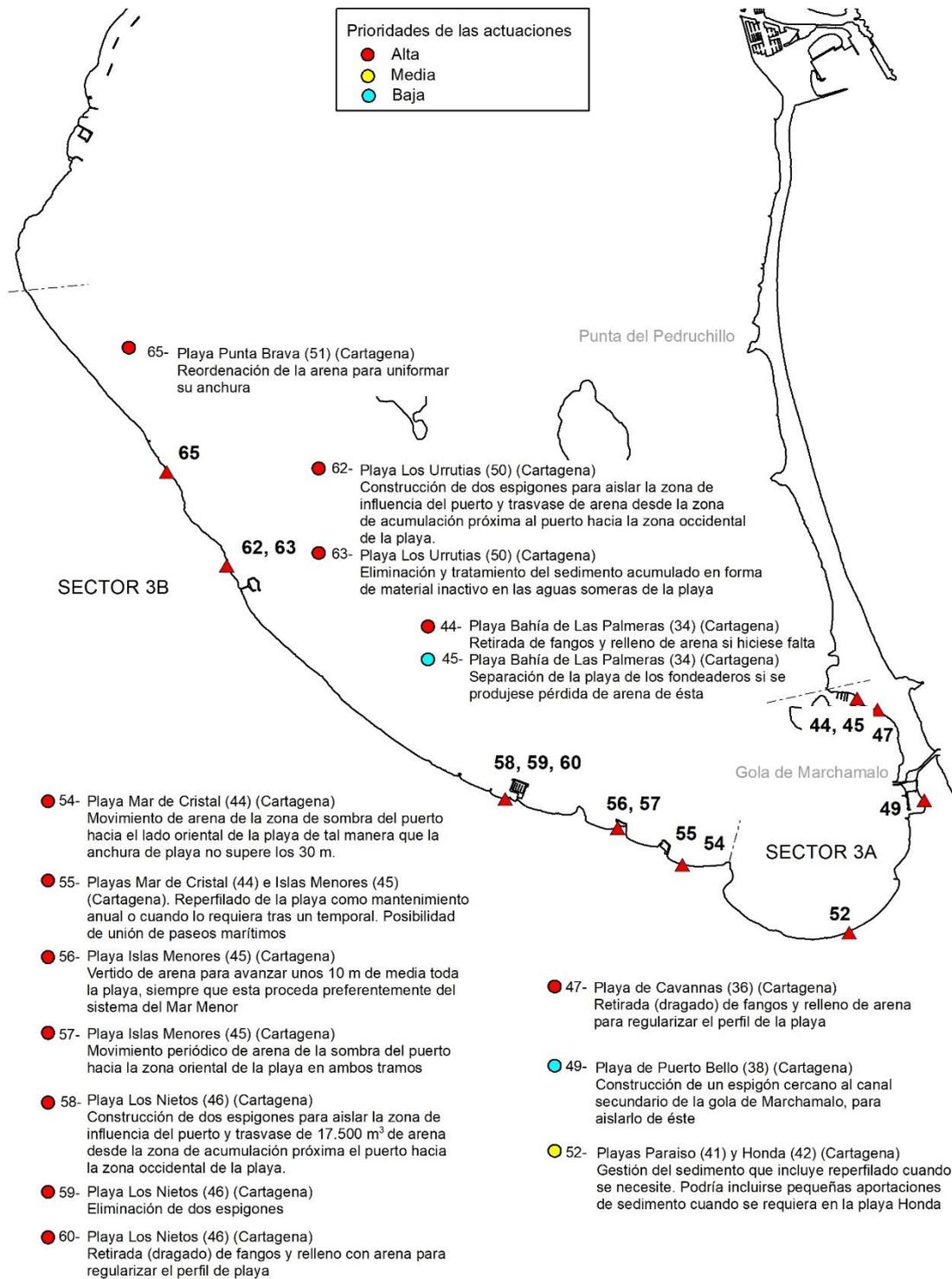


Figura 9.3: Prioridad de las actuaciones en la Zona 3.



CEDEX

# PLAN PARA LA PROTECCIÓN DEL BORDE LITORAL DEL MAR MENOR

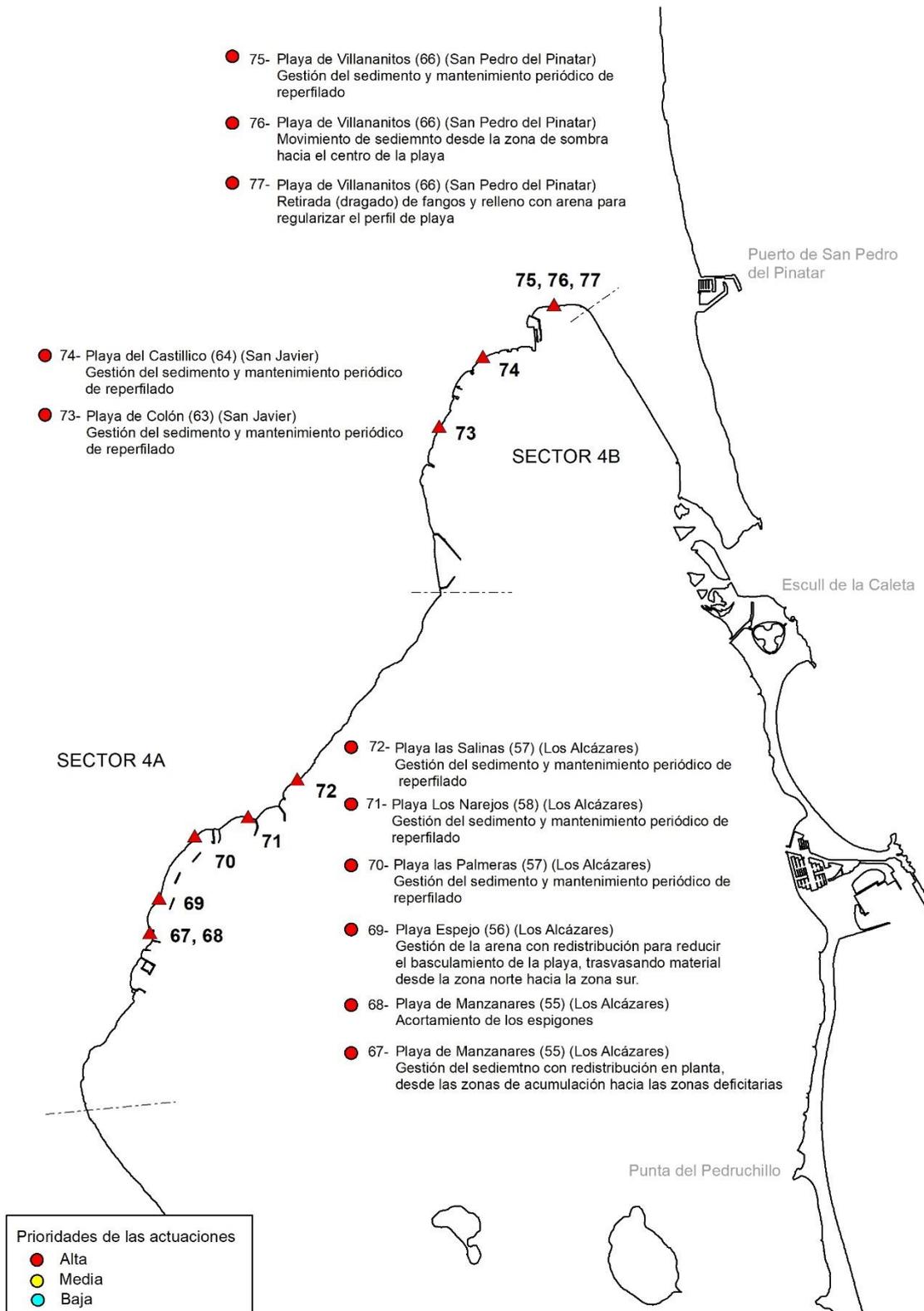


Figura 9.4: Prioridad de las actuaciones en la Zona 4.



## 10. RESUMEN Y CONCLUSIONES

### 10.1 Resumen

El presente informe técnico se redacta a solicitud de la Dirección General de la Costa y el Mar (DGCM), del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, dentro del marco de cooperación entre la DGCM y el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) plasmado en la Encomienda de Servicio Técnico para la realización de asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico (2017-2020), a través de su Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC).

El objetivo principal de este Plan es proponer el conjunto de actuaciones necesarias para la protección del borde litoral del Mar Menor, que contribuya a su recuperación ambiental. El ámbito geográfico del Plan incluye también el tramo de costa del mar Mediterráneo (denominado también en este documento “costa exterior”) comprendido entre el puerto de Pilar de la Horadada y el Cabo de Palos. El Plan, por tanto, se concentra en la franja litoral, dentro del ámbito competencial de la DGCM, y las mejoras que se ha considerado necesario introducir en la misma, teniendo en cuenta todos los condicionantes físicos, humanos y medioambientales que puedan afectar en mayor o menor medida al devenir de dicha franja litoral y sus mejoras de las condiciones de uso.

La Estrategia se ha dividido en tres partes:

- 1ª Parte: Caracterización del medio: descripción del medio físico y biológico, estudio morfológico (litoral - obras costeras y portuarias - y fluvial) y análisis de los principales condicionantes medioambientales del Mar Menor. Esta primera parte se ha aglutinado en el Capítulo 2.

Con respecto a los condicionantes medioambientales, para elaborar este Plan se ha analizado una gran cantidad de documentación relacionada con espacios protegidos del Mar Menor, comunidades, actividades y presiones, etc. El análisis de estos aspectos ambientales es imprescindible para comprender la importancia ecológica de esta zona, si bien en este documento se han resumido los principales elementos de estos condicionantes, de modo que pudieran servir al objetivo último de este Plan, que es definir las actuaciones posibles para solucionar los problemas de su franja litoral y mejorar su estado en general.

Si se quiere tener más información, una referencia muy actual puede encontrarse, por ejemplo, en la “Estrategia de Gestión integrada de zonas costeras en el Mar Menor y su entorno” (Barragán & García Sanabria, 2018) o en el Volumen II del “Plan de Gestión Integral de los Espacios Protegidos del Mar Menor y la Franja Litoral Mediterránea de la Región de Murcia”, aprobado por la Región de Murcia en octubre de 2019.

Además de este análisis, en el apartado 1.3 se expone de forma muy resumida la situación actual del Mar Menor desde un punto de vista medioambiental y se describen los principales efectos de la DANA que afectó al levante peninsular entre los días 10 y 14 de septiembre de 2019.

- 2ª Parte: Caracterización de las dinámicas actuantes: clima marítimo (Capítulo 3) y dinámica litoral (Capítulo 4). Esta segunda parte incluye también un análisis de los efectos del cambio climático en la costa en estudio (Capítulo 5) y un estudio de la evolución pasada y reciente de la costa del Mar Menor, que concluye con la exposición minuciosa de los problemas detectados a lo largo de la costa estudiada (Capítulo 6).

- 3ª Parte: Propuestas de actuación y fases de ejecución (prioridad de actuaciones).

Esta 3ª Parte constituye realmente el Plan de actuación protección y recuperación ambiental de la costa del Mar Menor y sus contenidos se detallan a continuación.



En primer lugar, en el Capítulo 7 se presentan las alternativas de actuación disponibles para solucionar los problemas expuestos en el Capítulo 6 en las costas de La Manga y el Mar Menor, priorizando las actuaciones blandas frente a las duras y teniendo en cuenta a su vez las exigencias relacionadas con los riesgos del cambio climático en la costa, analizados en el Capítulo 5.

En el Capítulo 8 se concretan las actuaciones a realizar, teniendo en cuenta las distintas alternativas planteadas en el Capítulo 7 y priorizando la recuperación de las zonas de dominio público ocupadas.

Previamente, en el apartado 7.5, se han repasado las propuestas presentadas por otros organismos en base a trabajos realizados anteriormente al presente Plan.

En el Capítulo 9 se aborda brevemente la metodología seguida para valorar la prioridad de cada una de las actuaciones propuestas. Seguidamente, se presenta una clasificación de actuaciones por su prioridad (alta, media y baja) y, finalmente, se proponen unas fases generales de realización. En esta labor, solamente se han determinado las prioridades de las actuaciones que conllevan obras o trabajos específicos, considerando que la recuperación del DPMT se canalizará por diferentes variables y prioridades fuera del ámbito de este trabajo.

## 10.2 Objetivos generales de este Plan

El objetivo de este Plan es plantear las actuaciones para la protección y recuperación ambiental de la costa del Mar Menor, y del tramo de costa comprendido entre el puerto de Pilar de la Horadada y Cabo de Palos, facilitando su uso y mantenimiento futuro.

Las actuaciones que se han presentado están encaminadas a conseguir los objetivos siguientes.

En el borde costero del Mar Menor:

1. Revisión y, donde corresponda, redefinición del dominio público marítimo terrestre
2. Recuperación de ocupaciones del DPMT sin título
3. Actuación sobre las causas de la degradación, entre las que se encuentran
  - a. Minería. y golas
  - b. Agricultura y ganadería
  - c. Urbanismo
  - d. Infraestructuras costeras, portuarias y golas
4. Mejora de las condiciones de uso
  - a. Tratamientos de borde (paseos senderos etc...)
  - b. Accesibilidad al mar
  - c. Actuaciones a realizar en relación con los fangos y “secas”
  - d. Actuaciones a realizar en las golas
  - e. Regeneración de playas

En el borde costero del mar Mediterráneo

1. Revisión y, donde corresponda, redefinición del dominio público marítimo terrestre
2. Recuperación de ocupaciones del DPMT sin título
3. Mejora de las condiciones de uso

Con respecto a la revisión del deslinde, se llevará a cabo con criterios más exigentes desde el punto de vista medioambiental, al objeto de incorporar al DPMT los terrenos con características naturales propias del mismo.



Asimismo, debe corregirse la llamada “franja residual del dominio público” que en la actualidad se encuentra alejada de la línea de costa, para que mediante procedimiento se permutase con la franja de costa actual.

### **10.3 Conclusiones respecto a los efectos del cambio climático en la costa exterior**

Se han considerado dos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero, denominados RCP4.5 (escenario medio de emisiones) y RCP8.5 (escenario alto) por el 5º informe IPCC, con la previsiones del siguiente informe debe corregirse lo indicado en este Plan en la medida que lo haga el 6º Informe respecto al anterior. Para estos dos escenarios, se ha estimado el retroceso de la línea de orilla en playa, para los años 2040, 2060, 2080 y 2100, suponiendo el origen de fechas en 2020 (fecha muy próxima al año 2017, correspondiente a la fecha de captura de las ortofotos más recientes del PNOA).

Según los diferentes periodos de tiempo considerados se observa:

Año 2040: La zona más afectada se concentra en la ensenada del Pudrimel y la zona norte de la playa del Estacio, donde algunos tramos de playa se erosionarán, pudiendo convertirse en una costa rígida, tanto en el escenario medio como en el extremo. Por tanto, debe contemplarse la necesidad de actuar de manera prioritaria en estos dos tramos.

Así mismo, las zonas rígidas comienzan a tener problemas de socavación y algún rebase con posibilidad de rotura de paseos marítimos, siendo los más expuestos los que pasan de costa flexible a rígida.

Año 2060: La playa de Las Villas desaparece y continúa el aumento de zonas de playa erosionadas en la zona de ensenada del Pudrimel (rompiendo La Manga en algún punto). Continúa la erosión en la zona norte de la playa del Estacio y comienzan a desaparecer tramos de las playas del Banco del tabal, Calnegre y también en algunos puntos de las playas de Galúa, Marchamalo y Levante.

La situación para las zonas rígidas de la costa se agravará pudiendo aparecer, aparte de rebases y socavaciones, descalces y más frecuentemente rotura de paseos, que deberán reforzarse o regenerar la playa en su frente, si ello fuera posible.

Año 2080: La situación de las playas y frente costero se agrava, aumentando la desaparición de las playas de la ensenada del Pudrimel, donde únicamente queda un residuo de playa en el centro, en los dos escenarios analizados. También se incrementan las zonas con pérdida de playa en el Estacio, Arenal, Banco del tabal y Calnegre, siendo más suave en el escenario RCP4.5. Las playas de Galúa y Marchamalo prácticamente desaparecen en el escenario alto de emisiones. La playa de Levante desaparece en determinados puntos en los dos escenarios.

Año 2100: La situación que alcanza la zona exterior en estudio es la desaparición prácticamente en su totalidad de las playas al sur de la gola de la Caleta, excluyendo la playa de Amoladeras no urbanizada y el extremo de la playa de Levante, en los dos escenarios analizados. Al norte de la citada gola, desaparece la zona norte de La Llana y toda la playa de Las Villas, en los dos escenarios considerados.

Las acciones que deberán emprenderse en esta situación son parecidas a las indicadas en los periodos anteriores.



## 10.4 Propuestas de actuación

### 10.4.1 Recuperación del Dominio Público Marítimo Terrestre

La recuperación del Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT) es una de las actuaciones prioritarias para la DGCM en la costa en estudio. Por ello, antes de definir obras o actuaciones específicas en cada playa se presentan las ocupaciones y su tipo.

Estas actuaciones de recuperación de DPMT se presentan por zonas, y dentro de estas zonas por playas, asignándole el mismo número de actuación del Capítulo 8.

Estas recuperaciones se han clasificado en las siguientes categorías: Viviendas, Hoteles, Parkings, Restaurantes, Centro deportivos, Kioscos y Otros. La categoría "Otros" corresponde a edificaciones abandonadas, en construcción, o cualquier otra que no encaje dentro de las categorías anteriores.

Del conjunto de 66 playas, solamente en 23 de ellas no existe ninguna ocupación, lo que corresponde a un tercio del total, mientras que en dos terceras partes de las playas se ha observado alguna ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre.

Las actuaciones conducentes a ello son las siguientes (apartados 8.1 a 8.4 y Figura 8.24).

#### 10.4.1.1 Zona 1

##### **Zona 1A**

- 2- Playa de Las Villas (2) (Pilar de la Horadada) (Figura 8.1): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte cuatro edificios.
- 3- Playa del Mojón (4) (San Pedro del Pinatar) (Figura 8.2): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte cuatro edificios.
- 5- Playa de Torre Derribada (5) (Pilar de la Horadada) (Figura 8.2): Recuperación de terrenos en la Zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte cuatro edificios.

##### **Zona 1B**

- 7- Playa del Pudrimel (7) (San Javier) (Figura 8.3) Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte dos edificios.
- 8- Playa del Esparto (8) (San Javier) (Figura 8.3) Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte dos edificios.
- 9- Caleta y gola del Estacio (10) (San Javier) (Figura 8.4) Recuperación y reordenación de los terrenos al sur de la desembocadura de la gola del Estacio, para la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT).

##### **Zona 1C**

- 11- Playa del Estacio (11) (San Javier) (Figura 8.4): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de diez edificios y otro elemento, y gestión del sedimento.
- 12- Playa del Arenal (12) (San Javier) (Figura 8.4): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de seis edificios, y gestión del sedimento.



- 13- Playa del Pedrucho (13) (San Javier) (Figura 8.5): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de diez edificios, y gestión del sedimento.
- 15- Playa de Banco de Tabal (14) (San Javier) (Figura 8.5): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de dieciséis edificios.
- 16- Playa de Calnegre (15) (San Javier) (Figura 8.6): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de dos edificios.
- 18- Playa de Galúa (16) (Cartagena) (Figura 8.6): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de dos edificios y un hotel.
- 22- Playa de Marchamalo (17) (Cartagena) (Figura 8.6): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de cuatro edificios, tres chiringuitos, un hotel y nueve restaurantes.
- 24- Playa de Levante (17) (Cartagena) (Figura 8.7): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de veintiún edificios, y un restaurante.

#### 10.4.1.2 Zona 2

##### **Zona 2A**

- 28- Playa de la Veneziola (21) (San Javier) (Figura 8.8): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de seis edificios, y un restaurante.
- 30- Playa Chica (22) (San Javier) (Figura 8.9): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), y recuperación del DPMT ocupado por parte de un edificio.

##### **Zona 2B**

- 33- Playa de Matasgordas (24) (San Javier) (Figura 8.11): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de trece edificios.
- 34- Playa de Antillas (25) (San Javier) (Figura 8.12): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un edificio.
- 36- Playa de Poniente (27) (San Javier) (Figura 8.13): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de siete edificios, un hotel y otros tres elementos.
- 38- Playa de El Galán (28) (San Javier) (Figura 8.13): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un edificio.
- 40- Playa de Lebeche (29) (Cartagena) (Figura 8.14): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de treinta y seis edificios.
- 41- Playa de los Aliseos (30) (Cartagena) (Figura 8.14): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de dos edificios.



- 42- Playa de la Isla (31) (Cartagena) (Figura 8.14): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un edificio.
- 43- Cala del Pino (32) (San Javier) (Figura 8.15): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un edificio.

#### 10.4.1.3 Zona 3

##### **Zona 3A**

- 46- Playa de la Bahía de las Palmeras (34) (Cartagena) (Figura 8.15): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de dos edificios.
- 48- Playa de Cavanna (36) (Cartagena) (Figura 8.15): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de once edificaciones, un hotel, un parking, tres restaurantes y un centro deportivo.
- 50- Playa de Puerto Bello (38) (Cartagena) (Figura 8.16): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un edificio.
- 51- Playa de los Alemanes (40) (Cartagena) (Figura 8.17): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un edificio.
- 53- Playa de la Loma del Castillo (43) (Cartagena) (Figura 8.17): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de un restaurante, un centro deportivo, con gestión del sedimento y la posibilidad de una pequeña aportación de arena si se requiere.

##### **Zona 3B**

- 61- Playa de Los Nietos (46) (Cartagena) (Figura 8.19): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de ochenta y tres edificios.
- 64- Playa de Los Urrutias (50) (Cartagena) (Figura 8.20): Recuperación de terrenos en la zona de Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), ocupados por parte de dos edificios y un chiringuito.

En la Zona 4 no se ha detectado ninguna ocupación.

#### **10.4.2 *Tratamiento de las golas***

Las golas existentes en el Mar Menor son una de las causantes de la pérdida del carácter natural de la laguna. En la actualidad, además, son un sumidero de material que se detrae de las playas de su entorno, erosionándolas. La excesiva abertura de las golas de Marchamalo y Estacio, ambas artificiales, ha provocado una alteración de las corrientes dentro del Mar Menor, con las consiguientes alteraciones medioambientales y físicas (Barragán & García Sanabria, 2016), pero también está colmatando y cerrando la gola de la Caleta o Encañizadas.

Por tanto, desde el punto de vista costero se considera que debieran aislarse las golas para que no funcionen como sumidero de material.

Desde este mismo punto de vista, una vez realizadas las actuaciones propuestas en el Capítulo 8, no se considera idóneo su dragado, debiendo en otro caso justificar su idoneidad desde otros puntos de vista, fundamentalmente ecológicos, sociales y económicos. Para mayor información sobre este aspecto se recomienda consultar los apartados 7.2.2 y 8.6.



### 10.4.3 Obras o actuaciones específicas

Las alternativas de actuación, dividida por prioridades y zonas, que se proponen en este estudio (Apartado 9.3, Figura 9.1, Figura 9.2, Figura 9.3 y Figura 9.4) son las siguientes:

#### 10.4.3.1 Prioridad alta

##### Zona 1A y 1B

- 1- Playa del Puerto (1) (Pilar de la Horadada) (Figura 8.1): Modificación de las obras exteriores del puerto, redistribuir la arena aportada en él y aporte de arena.
- 4- Playa de La Llana (6) (San Pedro del Pinatar) (Figura 8.2): Construcción de un espolón junto al contradique del puerto de San Pedro del Pinatar. Construcción de un espigón largo junto a los salientes rocosos justo al norte de la gola de la Caleta. Traslado de arena desde la playa de Torre Derribada de entre 200.000 y 330.000 m<sup>3</sup> según el objetivo designado de recuperación. Y retro traslado periódico desde el espigón sur hacia la zona norte de la playa.
- 6- Playa del Pudrimel (7) (San Javier) (Figura 8.3): Dos alternativas
  1. No actuar
  2. Construcción de un espigón corto y movimiento de arena de todo el tramo para aumentar la playa apoyada en él.

##### Zona 1C

- 23- Playa de Levante (17) (Cartagena) (Figura 8.7): Acortar el espigón y movimiento de sedimento de la zona sur al norte previo realización de un estudio de la forma en planta de la playa.

##### Zona 3A

- 47- Playa de Cavanna (36) (Cartagena) (Figura 8.15): Relleno con arena de la zanja rellena de lodos.

##### Zona 3B

- 54- Playa de Mar de Cristal (44) (Cartagena) (Figura 8.18): Movimiento de arena de la zona de sombra del puerto hacia el lado oriental de la playa de tal manera que la anchura de playa del puerto no supere los 30 m.
- 55- Playa de Mar de Cristal (44) e Islas Menores (Cartagena) (Figura 8.18): Reperfilado de las playas como mantenimiento anual o cuando lo requiera tras un temporal. Posibilidad de unión de paseos marítimos.
- 56- Playa de Islas Menores (45) (Cartagena) (Figura 8.18): Aporte de arena para avanzar unos 10 m de media toda la playa, siempre que esta proceda preferentemente del sistema del Mar Menor.
- 57- Playa de Islas Menores (45) (Cartagena) (Figura 8.18): Movimiento periódico de arena de la sombra del puerto hacia la zona oriental de la playa en ambos tramos.
- 58- Playa de Los Nietos (46) (Cartagena) (Figura 8.19): Construcción de dos espigones para aislar la zona de influencia del puerto y traslado de 17.500 m<sup>3</sup> de arena desde la zona de acumulación próxima al puerto hacia la zona occidental de la playa, si por condiciones medioambientales no fuesen válidas habría que hacer un aporte exterior. Esta primera



actuación se debe acompañar con posterior gestión (redistribución en planta) de la arena que tiende acumularse hacia el puerto.

- 59- Playa de Los Nietos (46) (Cartagena) (Figura 8.19): Eliminación de dos espigones.
- 60- Playa de Los Nietos (46) (Cartagena) (Figura 8.19): Retirada (dragado) de fangos y relleno con arena para regularizar el perfil de playa.
- 62- Playa de Los Urrutias (50) (Cartagena) (Figura 8.20): Construcción de dos espigones para aislar la zona de influencia del puerto y trasvase de arena desde la zona de acumulación próxima al puerto hacia la zona occidental de la playa. Esta primera actuación se debe acompañar con posterior gestión (redistribución en planta) de la arena que tiende acumularse hacia el puerto.
- 63- Playa de Los Urrutias (50) y Punta Brava (51) (Cartagena) (Figura 8.20): Eliminación y tratamiento del sedimento acumulado en forma de material inactivo en las aguas someras de la playa.
- 65- Playa de Punta Brava (51) (Cartagena) (Figura 8.20): Reordenación de la arena para uniformizar su anchura.

#### **Zona 4A**

- 67- Playa de Manzanares (55) (Los Alcázares) (Figura 8.21): Movimiento y gestión de la arena sedimento desde la zona de sombra hacia el extremo sur y norte.
- 68- Playa de Manzanares (55) (Los Alcázares) (Figura 8.21): Acortamiento de dos espigones.
- 69- Playa Espejo (56) (Los Alcázares) (Figura 8.21): Gestión de la arena con redistribución para reducir el basculamiento de la playa, trasvasando material desde la zona norte hacia la zona sur.
- 70- Playa las Palmeras (57) (Los Alcázares) (Figura 8.22): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.
- 71- Playa los Narejo (58) (Los Alcázares) (Figura 8.22): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.
- 72- Playa las Salinas (59) (Los Alcázares) (Figura 8.22): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.

#### **Zona 4B**

- 73- Playa de Colón (63) (San Javier) (Figura 8.23): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.
- 74- Playa del Castillico (64) (San Javier) (Figura 8.23): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.
- 75- Playa de Villananitos (66) (San Javier) (Figura 8.23): Gestión de la arena y mantenimiento periódico con reperfilado de temporada.
- 79- Playas de Villananitos (66) (San Pedro del Pinatar) (Figura 8.23): Movimiento de sedimento desde la zona de sombra hacia el centro de la playa.
- 80- Playas de Villananitos (66) (San Pedro del Pinatar) (Figura 8.23): Retirada (dragado) de fangos y relleno con arena para regularizar el perfil de playa.



#### 10.4.3.2 Prioridad media

##### **Zona 2A**

- 25- Playa de la Veneziola (21) (San Javier) (Figura 8.8): Alargar el dique sur de encauzamiento del canal de la Veneziola, y dragado del canal y movimiento de su arena a la zona sur.
- 26- Playa de la Veneziola (21) (San Javier) (Figura 8.8): Construcción de un martillo en dirección norte en el espigón sur de la playa.
- 27- Playa de la Veneziola (21) (San Javier) (Figura 8.8): Construcción de un espigón corto de cierre sur de la playa.

##### **Zona 2B**

- 40- Playas de Lebeche (29) y Aliseos (39) (Cartagena) (Figura 8.14): Reordenación de la arena de todo el tramo, con pequeñas aportaciones de material que mejoraría la anchura de la playa.

#### 10.4.3.3 Prioridad baja

##### **Zona 1C**

- 10- Playa del Estacio (11) (San Javier) (Figura 8.4): Tres alternativas en tres puntos
1. Construcción de un dique exento o espigones cortos, y aporte de arena para formar un hemitómbolo, condicionado por la presencia de posidonia (Figura 6.22).
  2. Aporte periódico de arena para avanzar la playa, condicionado por la presencia de posidonia (Figura 6.22).
  3. Refuerzo del paseo con un manto de escollera.
- 14- Playa de Banco de Tabal (14) (San Javier) (Figura 8.5): Aporte de arena y gestión periódica del sedimento.
- 17- Playa de Galúa (16) (Cartagena) (Figura 8.6): Dos alternativas
1. No actuar
  2. Recuperación de terrenos; una franja de unos 5 m de ancho.
- 19- Playa de Marchamalo (17) (Cartagena) (Figura 8.6): Dos alternativas
1. No actuar
  2. Recuperación de terrenos; una franja de unos 12 m de ancho.
- 20- Playa de Marchamalo (17) (Cartagena) (Figura 8.6): Construir un espolón perpendicular al dique de encauzamiento sur de la gola de Marchamalo.
- 21- Playa de Marchamalo (17) (Cartagena) (Figura 8.6): Movimiento periódico de arena hacia el sur.

##### **Zona 2A**

- 29- Playa Chica (22) (San Javier) (Figura 8.9): Construcción de dos espigones cortos de cierre sur y norte de la playa, recuperación de los terrenos invasivos y redistribución de la arena en toda la playa.

##### **Zona 2B**

- 31- Playa del Mistral (23) (San Javier) (Figura 8.10): Construcción de un espigón en el extremo norte. Y gestión de la arena para una mejor redistribución.



- 32- Playa de Matasgordas (24) (San Javier) (Figura 8.11): Redistribución de arena con una reordenación de los sedimentos. Construcción de un espigón en el extremo norte y alargar el residuo de espigón que queda en la zona sur.
- 35- Playas del Pedruchillo (26) y Poniente (27) (San Javier) (Figura 8.12): Prolongación del espigón en el extremo sur, recuperación de terrenos de DPMT en el centro de la playa. Aporte de 6.400 m<sup>3</sup> (zona norte) y de 9.000 m<sup>3</sup> (zona sur) y gestión del sedimento dentro de la playa (redistribución de los sedimentos).
- 37- Playas de El Galán (28) (San Javier) (Figura 8.13): Reordenación de los sedimentos y gestión de la arena.

### Zona 3A

- 45- Playa de la Bahía de las Palmeras (34) (Figura 8.15): Separación de la playa de los fondeaderos si se produjese pérdida de arena de ésta.
- 49- Playa de Puerto Bello (38) (Figura 8.16): Construcción de un espigón cercano al canal secundario de la gola de Marchamalo, para aislarlo de éste.

#### 10.4.4 Mantenimiento

Uno de los aspectos esenciales de este Plan es la gestión del sedimento que conlleva el mantenimiento y control periódico de las playas.

Para ello, debe realizarse proyectos específicos de gestión del sedimento en todas aquellas playas o tramos en los que se han indicado como actuación esta gestión. En las playas del interior del Mar Menor, la gestión del sedimento también conlleva el reperfilado como actuación blanda de mantenimiento anual.

Madrid, marzo de 2020

El autor del informe:

Consejero Técnico de Estudios Ambientales

Fdo.: José Manuel de la Peña Olivas

(Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)

EXAMINADO Y CONFORME:

El Director de la Unidad de Apoyo de I+D+i

Fdo.: José Francisco Sánchez González

(Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)

Vº Bº.

El Director del Centro de Estudios de Puertos y Costas

Fdo.: Ramón Gutiérrez Serret

(Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)



## ANEJO I

---

### Referencias técnicas



PLAN PARA LA PROTECCIÓN DEL BORDE LITORAL DEL MAR MENOR

**Anejo I**

**CEDEX**

## A.1. REFERENCIAS TÉCNICAS

- ACADAR. (2018). *Recuperación de las playas del Puerto y del Mojón, T.M. de Pilar de la Horadada (Alicante)*.
- AEMET. (19 de 09 de 2019). [www.aemet.es](http://www.aemet.es). Obtenido de [http://www.aemet.es/es/noticias/2019/09/temporal\\_sin\\_precedentes\\_en\\_la\\_vega\\_baja\\_del\\_segura](http://www.aemet.es/es/noticias/2019/09/temporal_sin_precedentes_en_la_vega_baja_del_segura)
- Atlas de Murcia. (s.f.). *Cartagena-Mar Menor. Capítulo IV. La organización del territorio: las comarcas*. Obtenido de <http://www.atlasdemurcia.com/index.php/secciones/8/comarca-de-cartagena-mar-menor>
- AYESA. (2010). *Valoración del Estado Ambiental de la rambla de La Carrasquilla*. Confederación Hidrográfica del Segura.
- Barragán, J. M., & García Sanabria, J. (2018). *Redacción de Estrategia de Gestión integrada de zona costeras en el Mar Menor y su entorno*. Universidad de Cádiz y Atlántida para la región de Murcia.
- Barragán, J., & García Sanabria, J. (2016). *Redacción de estrategia de gestión integrada de zonas costeras en el Mar Menor y su entorno*. Universidad de Cádiz y Atlántida para la Región de Murcia.
- Birkemeier, W. (1985). *Field Data on Seaward Limit of Profile Change*.
- BOE. (21 de 9 de 2019). [www.boe.es](http://www.boe.es). Obtenido de [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-13409](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-13409)
- Bruun, P. (1962). Sea level rise as a cause of shore erosion. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering. American Society of Civil Engineers*, 88(1), 117-130.
- C.U.R. (1987). *Manual on artificial beach nourishment* (Vol. 130). Gouda.
- Carta Náutica. (1876-77). *Cartas náuticas*. Obtenido de <https://www.ign.es/web/catalogo-cartoteca/resources/html/000789.html>
- CEDEX. (1979). *Trabajos de dinámica litoral para la programación de inversiones en la costa de las provincias de Murcia y Alicante. Fase I". Laboratorio de Puertos "Ramón Irribarren"*. Informe técnico para la Dirección General de Puertos y Costas-MOPU.
- CEDEX. (1988). *Caracterización física y biológica de los fondos del Mar Menor con vistas a una posible utilización de sedimentos en la regeneración de sus playas y seguimiento de los cambios que dicha utilización puede producir en las comunidades bentónicas*. Informe Técnico Nº 23-413-9-032 para la Dirección General de Puertos y Costas, Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX.
- CEDEX. (1991). *Estudio sobre la dinámica litoral de las playas del Mar Menor (Murcia) y su posible regeneración*. (informe técnico nº 23-415-9-093 para la Dirección



- General de Puertos y Costas, Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX.
- CEDEX. (2009). *Estudio de perfiles de playa y su adaptación a las costas españolas (final)*. (informe técnico nº 22-408-5-002 para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y al Mar, Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX.
- CEDEX. (2011). *Estado del arte de obras lineales de protección de costas en entornos urbanos*. nº22-311-5-001, informe técnico para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar, Centro de estudios de Puertos y Costas del CEDEX.
- CEDEX. (2012). *Estudio de profundidad de cierre en las costas españolas partiendo de datos reales de seguimiento. Aplicación a criterios para regeneración de playas mediante alimentación artificial*. Informe técnico nº 22-312-5-001 para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar.
- CETEC. (2015). *Proyecto de recuperación ambiental de la playa de Villananitos. T.M. San Pedro del Pinatar. Murcia*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor. (2017). *Informe integral sobre el estado ecológico del Mar Menor*. Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente, Región de Murcia, Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente.
- Conesa García, C., & Pérez Cutillas, P. (2015). Dinámica morfológica de un sistema fluvial semiárido sometido a actuaciones directas y cambios de usos del suelo. El caso de la Rambla Carrasquilla (Murcia-España). (51).
- Confederación Hidrográfica del Segura. (2015). *Plan hidrológico de la Demarcación del Segura 2015/21*. Confederación Hidrográfica del Segura.
- Dangendorf, S., Marcos, M., Wöppelmann, G., Conrad, C., Frederikse, T., & Riva, R. (6 de June de 2017). Reassessment of 20th century global mean sea level rise. *PNAS*, 114 (23), 5946-5951.
- Dean, R. (1991). Beach response to sea level rise. *THE SEA*, 9.
- Dean, R.G.; Maurmeyer, E.M. (1983). Model for beach profile response. En *Handbook of Coastal Processes and Erosion* (págs. 151-166). CRC Press.
- Dinámica ambiental. (2009). *Estudio de la evolución morfológica de las playas de Barraca Quemada y La Llana (SAN PEDRO DEL PINATAR, MURCIA)*. Grupo de investigación de Dinámica de flujos ambientales. UNIVERSIDAD DE GRANADA.
- Dirección de Hidrografía. (s.f.). *Biblioteca virtual del Ministerio de Defensa*. Obtenido de <http://bibliotecavirtualdefensa.es>
- Dirección General de Costas. (1993). *Recuperando la costa*. Madrid: MOPU, Centro de Publicaciones, Secretaria General Técnica.

- Dirección General de Costas. (2008). *Directrices sobre actuaciones en playa*. Centro de publicaciones. Ministerio de Medio Ambiente.
- Dirección General de Puertos y Costas. (1988). *Actuaciones en la costa*. Madrid: MOPU, Centro de Publicaciones, Secretaria General Técnica.
- Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar. (2017). *Estrategia de adaptación al Cambio Climático de la Costa Española*. Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar.
- Egea Moya, N. (2015). El turismo como fenómeno de masas en los años sesenta en España. Valladolid.
- El País - Agencias. (13 de 10 de 2019). Miles de peces aparecen muertos en las costas de Murcia. *El País*.
- El País. (20 de 10 de 2019). La asfixia del mar Menor. *El País*.
- EuroTop. (2018). *Manual on wave overtopping of sea defences and related structures. An overtopping manual largely based on European research but for worldwide application*. Obtenido de [www.overtopping-manual.com](http://www.overtopping-manual.com)
- Fariña, J. (2013). *El Blog de José Fariña*. Obtenido de Servicios de los Ecosistemas: <https://elblogdefarina.blogspot.com/>
- Fowler, J. (1992). *Scour problems and methods for prediction of maximum scour at vertical SeaWalls*. Technical Report CERC-92-1, Coastal Engineering Research Center, US Army Engineer Waterways Station, Vicksburg, MS.
- Fowler, J. (1993). *Coastal scour problems and methods for prediction of maximum scour*. Technical Report CERC-93-8, US Army Corps of Engineers.
- Franco, A., Pérez-Ruzafa, A., Drouineau, H., Franzoi, P., Koutrakis, E., Lepage, M., . . . Torricell, P. (2012). Assessment of fish assemblages in coastal lagoon habitats: Effect of sampling. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*(112), 112, pp. 115-125.
- Galiana Martín, L., & Barrado Timón, D. (s.f.). Los centros de interés turístico nacional y el despliegue del turismo de masas en España. *Investigaciones geográficas*(39), 73-93.
- Grupo de Coordinación de Pacto por el Mar Menor. (2018). *Informe de situación del Mar Menor y su entorno*.
- Grupo de Dinámica de Flujos Ambientales, Sección Marina. Universidad de Granada; Centro Andaluz de Medio Ambiente; Grupo de Hidrología e Hidráulica Agrícola, Universidad de Córdoba; Grupo de Oceanografía física, Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía . (2007). *Una visión multidisciplinar para la gestión integral del Mar Menor y su entorno*. UGR-UCO-ICMAN.
- Grupo de Puertos y Costas. Universidad de Granada. (2007). *Estudio de la dinámica de la circulación en el Mar Menor*. Grupo de Puertos y Costas (CEAMAR, JUNTA DE ANDALUCÍA-UGR).
- Guía de Playas. (s.f.). *Guía de Playas*. Ministerio de Transición Ecológica. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/costas/servicios/guia-playas/default.aspx>



- Hallermeier, R. (1981). A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate. *4*, 253-277.
- Hallermeier, R.J. (1981). *Seaward limit of significant sand transport by waves : an annual zonation for seasonal profiles* (Vols. 81-2). Fort Belvoir, Va. :U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center.
- IBERINSA. (2007). *Estrategia para la sostenibilidad de la Costa*. Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Costas. Demarcación Hidrográfica del Segura.
- IEO. (2016). *Mar Menor: una laguna singular y sensible. Evaluación científica de su estado*. Instituto Español de Oceanografía.
- IGN. (s.f.). *Instituto Geográfico Nacional*. Obtenido de <https://www.ign.es/web/ign/portal>
- IH Cantabria. (2004). *Impactos en la costa española por efecto del cambio climático: Fase I. Evaluación de cambios en la dinámica costera española; Fase II. Evolución de efectos en la costa española; Fase III. Estrategias frente al cambio climático en la costa*. Universidad de Cantabria.
- IH Cantabria. (2011). *Estudio de las alternativas de actuación en la Manga del Mar Menor, en el tramo de costa entre el puerto de San Pedro del Pinatar y el Cabo de Palos*. Instituto de hidráulica ambiental de la Universidad de Cantabria.
- IH Cantabria. (2018). *Actualización del Proyecto de acondicionamiento de las playas de La Llana*.
- Iniesta Fernandez, L. (2018). *Proyecto básico de cinco balnearios en las playa de Punta Brava, Los Urrutias y Estrella de Mar*. Tragsatec y Región de Murcia.
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014*. IPCC.
- IPCC. (2019). *Summary for PolicymakersIn: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*.
- Kraus, N., & McDougal, W. (1996). The effects of seawalls on the beach: Part A, An updarw literature review. (12 (3)), 691-701.
- Kriebel, D., & R.G., D. (1993). Convolution method for time-dependant beach-profile response. *119*, 204-226.
- La Verdad. (9 de 11 de 2019). Costas da 15 días para acabar con 48 tuberías de vertidos urbanos. *La Verdad*.
- La Verdad Murcia. (s.f.). *La verdad de Murcia*. Obtenido de <https://www.laverdad.es/>
- Limón, R. (7 de Julio de 2016). El Mar Menor, al bode del colapso. *EL Pais*.
- López Castejón, F. (2017). Caracterización de la hidrodinámica del Mar Menor y los flujos de intercambio con el Mediterráneo mediante datos in situ y modelado numérico . Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- López Mera, F. (2018). *Regeneración de la playa de Carabuxeira y obras de acceso*. Vigo: AQUATICA.
- MAGRAMA. (2016). *Quinto informe de evaluación del IPCC*. MInisterio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

- Mahmoudi, A., Hakimzadeh, H., Ketabdari, M., Cartwright, N., & Vaghefi, M. (2017). Experimental study on wave transmission and reflection at impermeable submerged breakwaters. (1 (3)), 19-27.
- MAPAMA. (2016). *Análisis de soluciones para el vertido cero al Mar Menor proveniente del campo de Cartagena. Documento inicial*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- MAPAMA. (2016). *Estrategia de adaptación al cambio climático de la Costa Española*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- Martínez Álvarez, V. (2017). *Informe sobre los aspectos de hidrología superficial recogidos en el Decreto-Ley nº1/2017 y en las enmiendas presentadas por los grupos parlamentarios Socialista, Podemos y Ciudadanos-Partido de la Ciudadanía*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Martínez Menchón, M. (2007). Las ramblas del campo de Cartagena. Problemática ambiental de la laguna del Mar Menor. (14), 63-76.
- Medina, R. (2017). Estudio de la morfodinámica de las playas del Mar Menor y de las estrategias para su mantenimiento. Universidad de Cantabria.
- MITECO. (2013). *Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgos requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española*. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/mapa-peligrosidad-riesgo-inundacion/>
- MITECO. (2019). *Análisis de soluciones para el vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena*.
- MITECO. (24 de 10 de 2019). [www.miteco.es](http://www.miteco.es). Obtenido de [https://www.miteco.gob.es/es/prensa/hojaderutamarmenor\\_tcm30-503261.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/prensa/hojaderutamarmenor_tcm30-503261.pdf)
- MITECO. (s.f.). *Estudio ecocartográfico del litoral de las provincias de Granada, Almería y Murcia*. Obtenido de • <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/ecocartografia-murcia.aspx>
- MOPU. (1985). *Política de Costas. Plan de actuaciones 1983-1990*. Secretaría General Técnica. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Nicholls, R., & Birkermeier, W. H. (1996). Application of the depth of closure concept. *Proceedings 25th International Conference on Coastal Engineering* (págs. 3874-3887). ASCE.
- Nicholls, R., Larson, M., & Capobianco, M. H. (1998). Depth of closure: Improving understanding and prediction. *Proceedings International Conference on Coastal Engineering*, (págs. 2888-2901).
- OECC. (2005). *Plan Nacional de adaptación al cambio climático*. Ministerio de Medio Ambiente.
- Pérez Ruzafa, A. (2017). *Monitoreo y modelado de la calidad de aguas y estado ecológico del Mar Menor y prevención de impactos. Desarrollo de modelos numéricos para la caracterización hidrodinámica del Mar Menor*. Universidad de Murcia.



- Pérez Ruzafa, A. (2018). *Problemática de las playas del Mar Menor y diseño experimental de actuaciones para abordar la formación de secos con afecciones a las praderas de Cymodocea nodosa y de áreas de fango*. Universidad de Murcia.
- Pérez Sirvent, C. (2017). *Caracterización geoquímica de las arenas de playas del Mar Menor. Biodisponibilidad, análisis de riesgos*. Universidad de Murcia.
- Pérez-Ruzafa, A.; Marcos Diego, C.; Marinos, Grupo de Investigación Ecología y ordenación de Ecosistemas. (2017). *Recomendaciones para las actuaciones para el acondicionamiento y mantenimiento de las playas en el Mar Menor tras las riadas de 2016*. Universidad de Murcia.
- PIDU. (1977). *Plan Indicativo de Usos del Dominio Público Litoral. Tramo de costa de la provincia de Murcia*. Jefatura Regional de Costas y Puertos de Levante. Ministerio de Obras Públicas, Subdirección General de Costas y Señales Marítimas.
- Plan Ribera. (2014). *Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar contra la Contaminación*.
- Plataforma Pacto por el Mar Menor. (2018). Propuesta de la plataforma "Pacto por el Mar Menor" al Plan de Actuaciones en las playas del Mar Menor para compaginar su uso turístico con la recuperación ambiental. Plataforma Pacto por el Mar Menor.
- Puertos del Estado. (s.f.). *Puertos del Estado*. Obtenido de <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/>
- R., S. (1978). Some facts and fancies about beach erosion., (págs. 1888-1902).
- Región de Murcia. (2016). *Plan de Gestión Integral de los Espacios Protegidos del Mar Menor y la Franja Litoral Mediterránea de la Región de Murcia*. Consejería de Turismo, Cultura y Medio Ambiente, Dirección General de Medio Natural.
- Región de Murcia. (2017). *Manual de buenas prácticas ambientales en la protección y mantenimiento de las playas del Mar Menor*. Región de Murcia.
- Región de Murcia. (2018). *Estrategia de gestión integrada de las zonas costeras en el Mar Menor y su entorno*. Región de Murcia.
- Región de Murcia. (2018). *Estrategia de gestión integrada de zonas costeras del sistema socio-ecológico del Mar Menor y su entorno. Estudio Ambiental estratégico*. Región de Murcia.
- Región de Murcia. (2018). *Informe de resultados de los ensayos de aspiración experimentales de sedimentos y arenas para la recuperación de los fondos marinos someros en Los Alcázares, Los Urrutias y los Nietos – Cartagena (Murcia)*. Región de Murcia.
- Región de Murcia. (2018). *Informe técnico relativo a los rendimientos del equipo de aspiración watermaster empleado en los ensayos de aspiración experimentales de sedimentos y arenas para la recuperación de los fondos marinos arenosos den el Mar Menor*.



- Región de Murcia. (2018). *Ley 1/2018, de 7 de febrero de medidas urgentes para garantizar la sostenibilidad ambiental en el entorno del Mar Menor*. BOE de 19 de junio de 2018.
- Región de Murcia. (2018). *Plan de ordenación, fomento y control de equipamientos y actividades en el ámbito marino del Mar Menor. Definición y análisis de condicionantes existentes*. Región de Murcia.
- Región de Murcia. (2018). *Protocolo de actuación en las tareas de limpieza y eliminación manual de vegetación flotante (OVA) en el entorno del Club Náutico de Los Nietos (T.M. de Cartagena)*. Región de Murcia.
- Región de Murcia y Universidad de Murcia. (2019). *Manual de buenas prácticas ambientales en la protección y regeneración de playas del Mar Menor*.
- Roda, R. (25 de Noviembre de 2017). El cuento de la maligna oposición que soñaba con algarrobos. *La Opinión de Murcia*.
- Rodríguez, L., Millán, R., Álvarez, A., García, G., & Cardona, A. (2010). *Estudio de una rambla afectada por la actividad minera: Rambla del Beal, Cartagena (Murcia)*. CIEMAT (Departamento de Medio Ambiente).
- Santana, D. (2016). *Estudio experimental de socavación por oleaje en muros verticales*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- SIOM. (s.f.). *Sistema de Información Oceanográfico de la Región de Murcia*. Obtenido de <https://caamext.carm.es/siom/>
- Sutherland, J., Brampton, A., Obhrai, C., Dunn, S., & Whitehouse, R. (2004). *Understanding the lowering of beaches in front of coastal defense Structures (Vol. Phase 2)*. Rand Technical Report FD1927/TR, DEFRA.
- Tragsatec. (2017). *Instalaciones de boyas de balizamiento para el control de velocidad de embarcaciones de recreo en el mar menor*. Proyecto de Tragsatec para la región de Murcia.
- VVAA. (2015). *Distribución y abundancia de las praderas de macrofitos bentónicos y las poblaciones de Nacra (Pinna nobilis) en el Mar Menor*. Anse e Instituto Español de Oceanografía.
- VVAA. (2016). *Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena. Documento inicial*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- VVAA. (2017). *Evaluación del estado de conservación de las praderas de cymodocea nodosa en la laguna costera del Mar Menor 2014-2016*. Fundación Biodiversidad, Anse e Instituto Español de Oceanografía.
- Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>



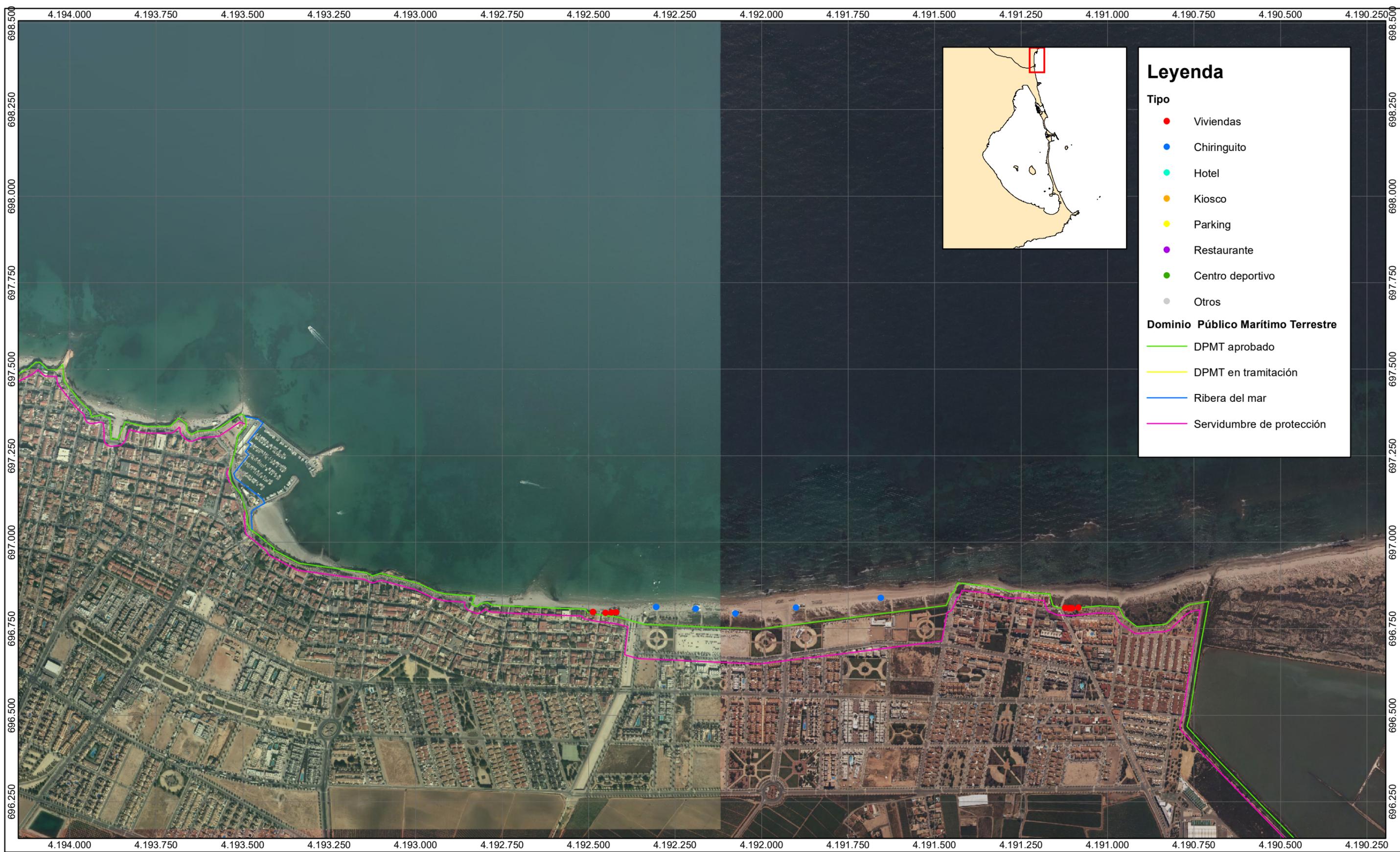


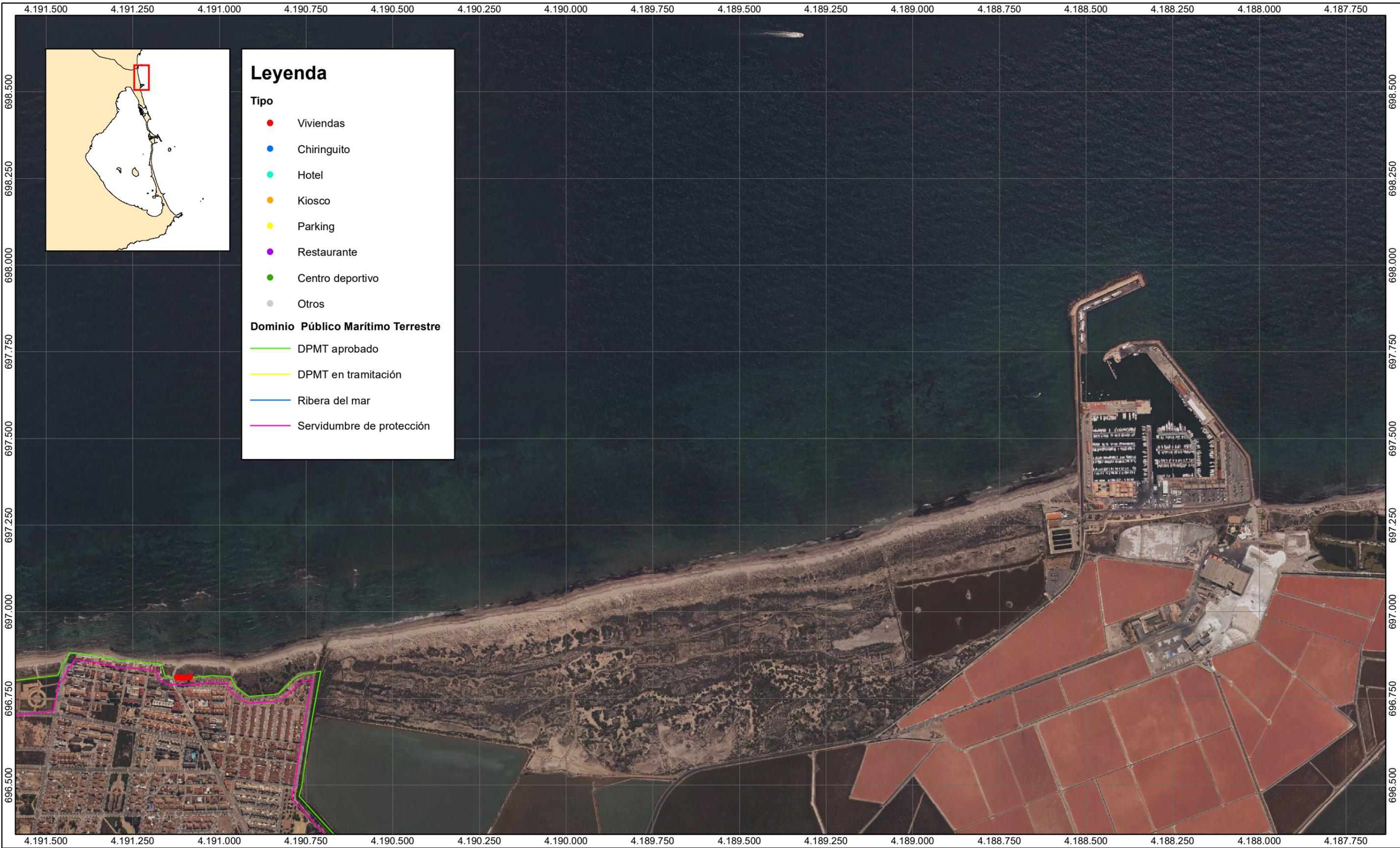
## ANEJO II

---

### Ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre







### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección


**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA  
 VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO


**CEDEX**  
 CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  

**AGENDA 2030**

Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor  
Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre

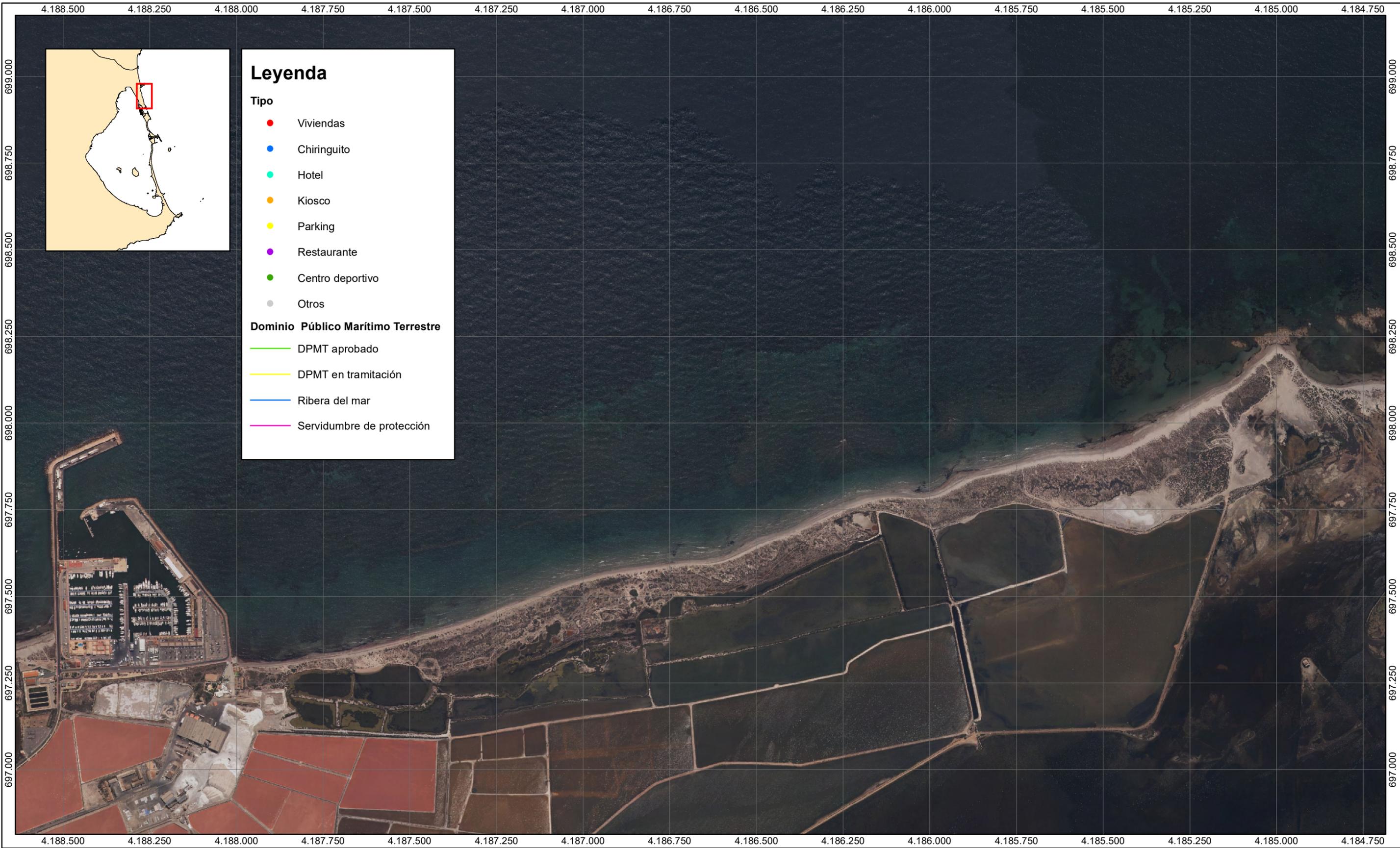
Dirección General de la Costa y el Mar  
Centro de Estudios de Puertos y Costas

Clave: 22-417-5-001  
 0 50 100 200 300 400 500 Metros

Nº de plano: 2 de 20  
Escala: 1:10.000



Sector 1A- T.M. Pilar de la Horadada  
UTM (ETRS-89) Huso 30



### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección


**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA  
 VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO


**CEDEX**  
 CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  

**AGENDA 2030**

Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor  
 Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre

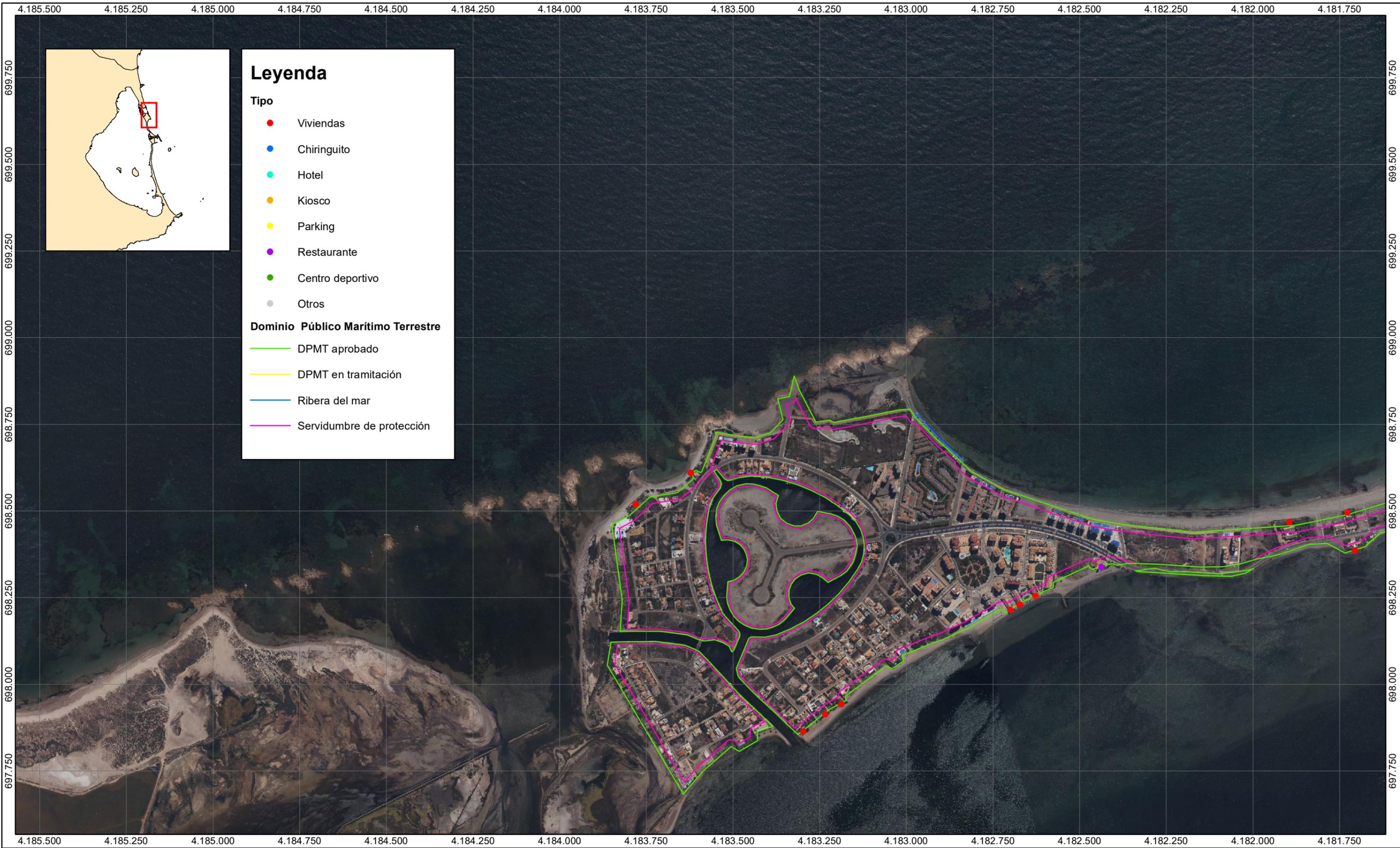
Dirección General de la Costa y el Mar  
 Centro de Estudios de Puertos y Costas

Clave: 22-417-5-001  
 0 50 100 200 300 400 500 Metros

Nº de plano: 3 de 20  
 Escala: 1:10.000



Sector 1B- T.M. San Pedro del Pinatar  
 UTM (ETRS-89) Huso 30



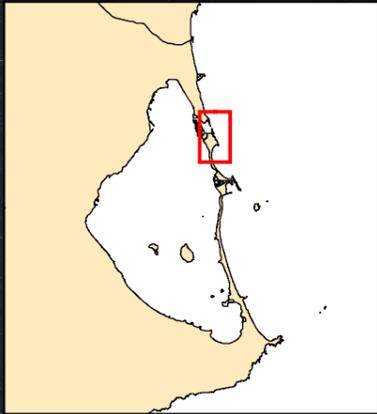
### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección





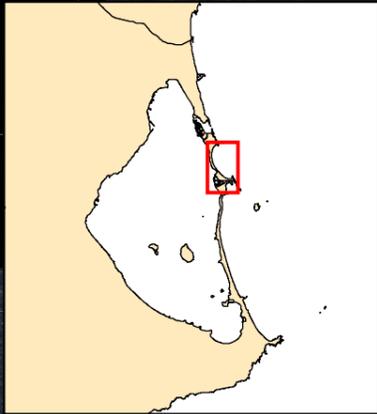
### Leyenda

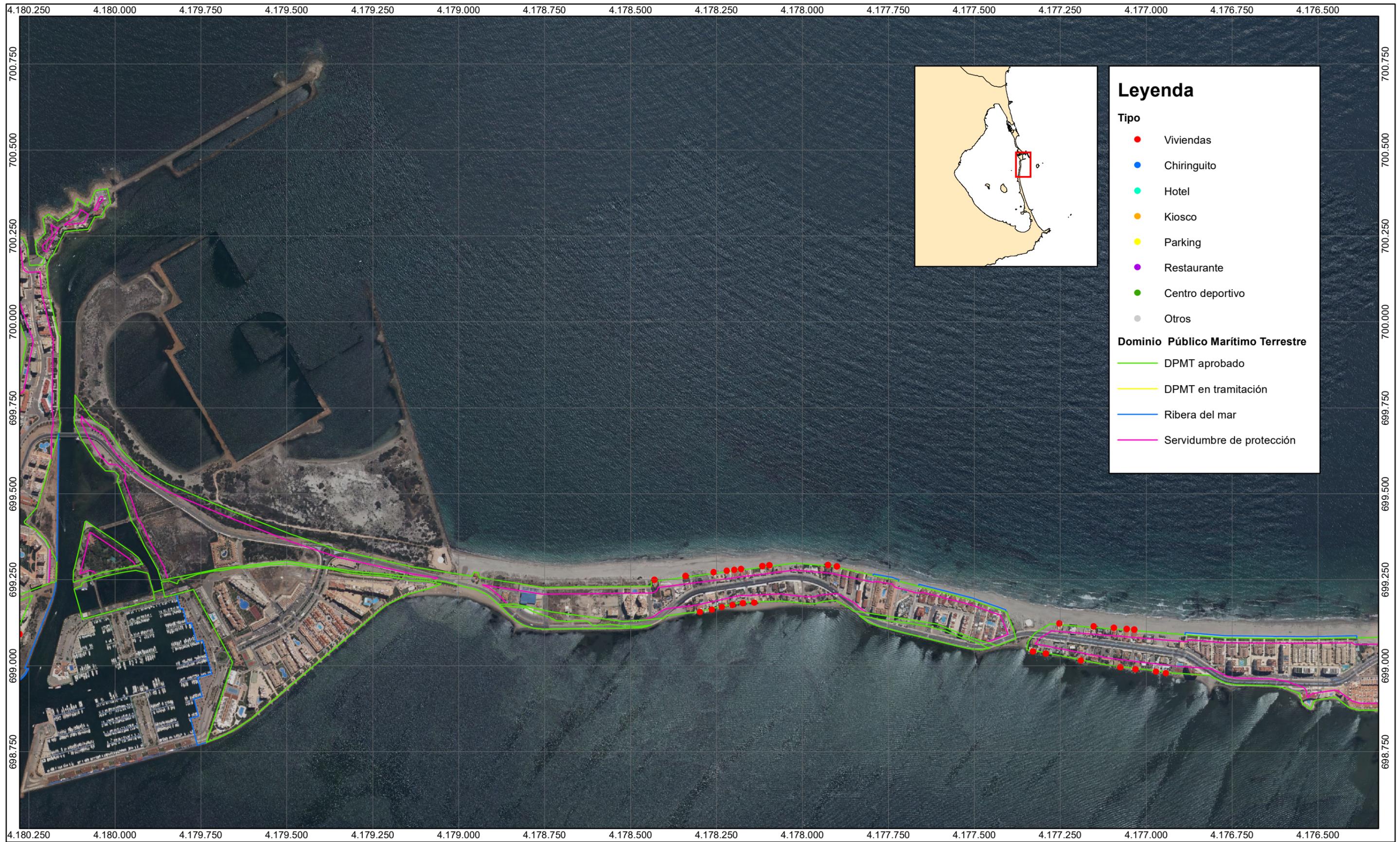
**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección





### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección

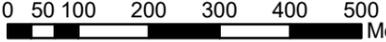

**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA  
 VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

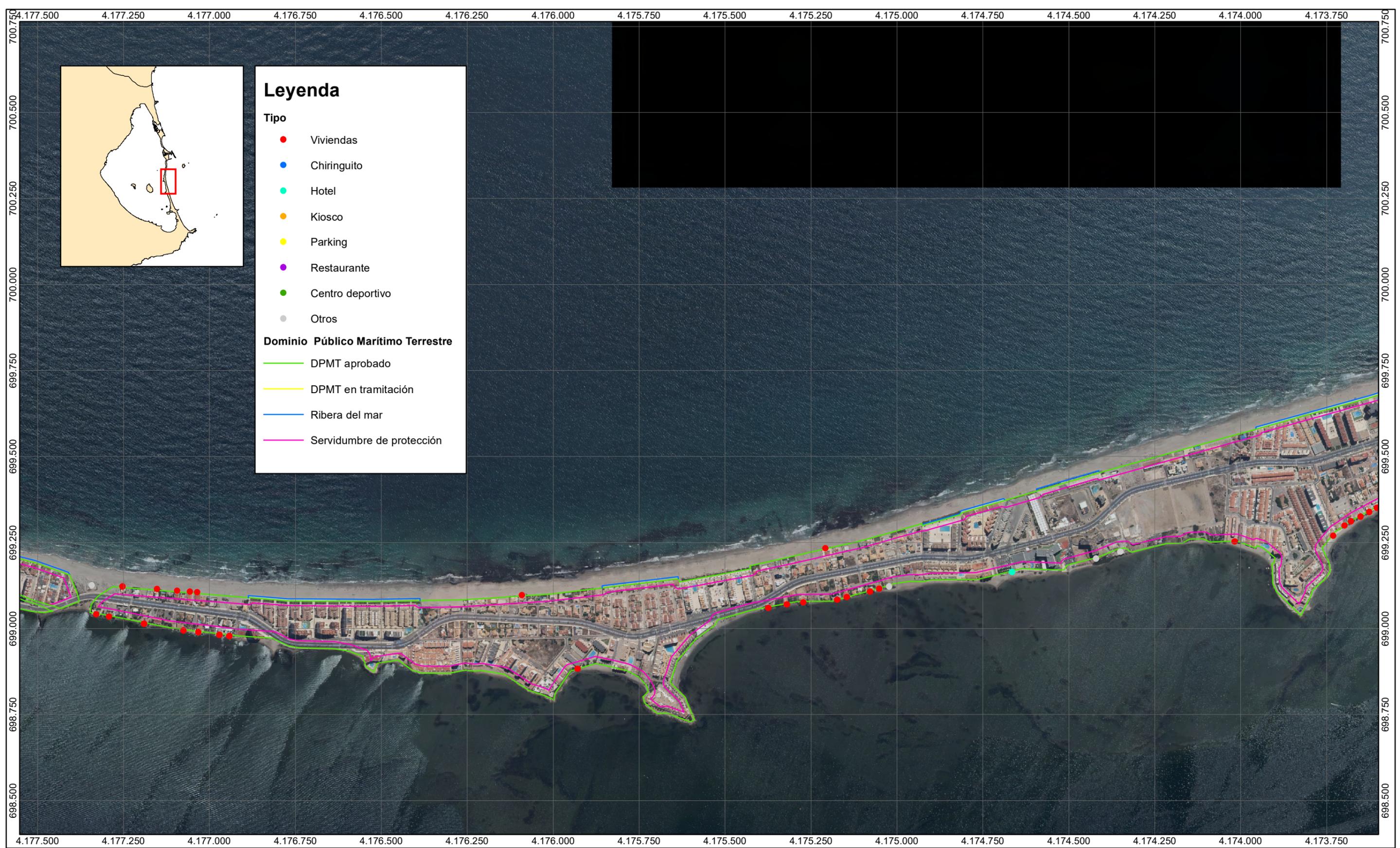

**CEDEX**  
 CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  

**AGENDA 2030**

## Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor

### Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre

Dirección General de la Costa y el Mar	Clave: 22-417-5-001	Nº de plano: 6 de 20		Sector 1C-2B- T.M. San Javier
Centro de Estudios de Puertos y Costas	 0 50 100 200 300 400 500 Metros	Escala: 1:10.000		UTM (ETRS-89) Huso 30



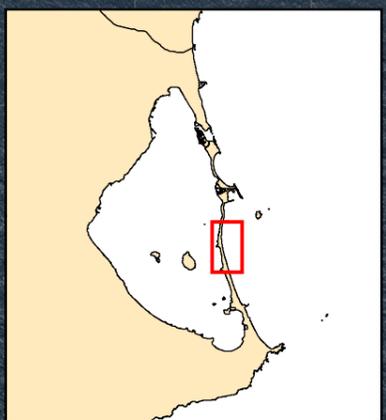
### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección

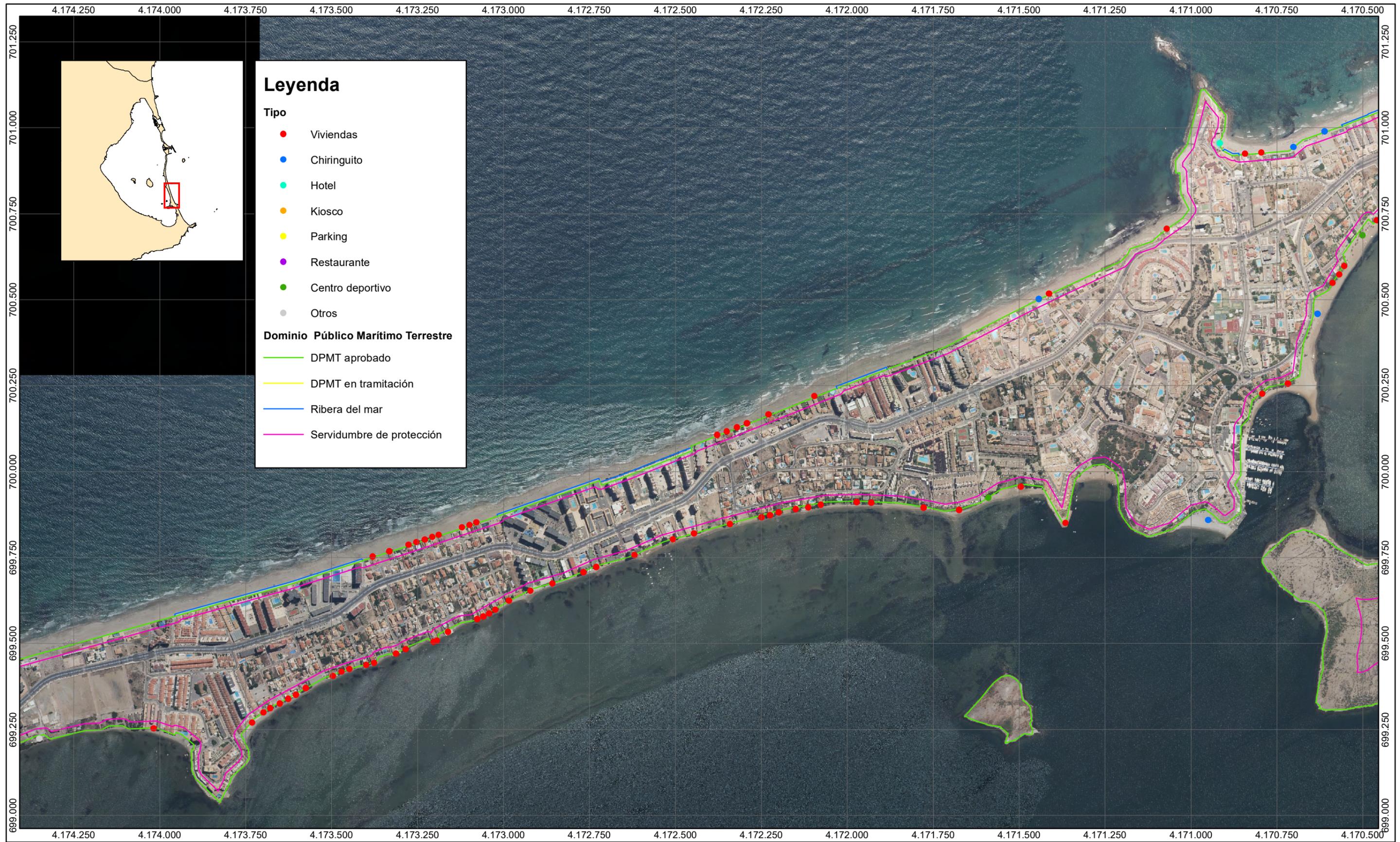



**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA  
 VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

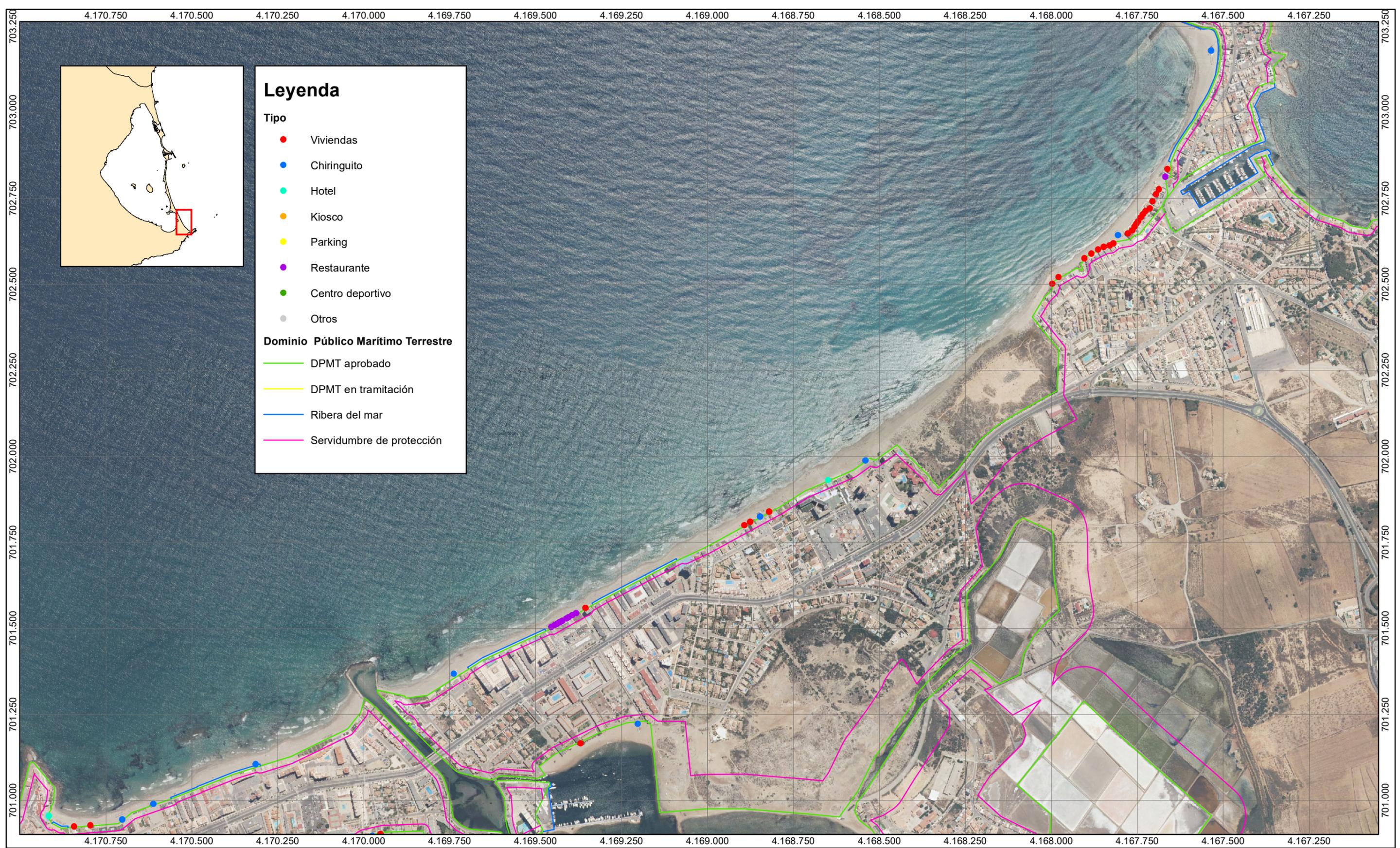

**AGENDA 2030**  
 CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

## Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre

Dirección General de la Costa y el Mar	Clave: 22-417-5-001	Nº de plano: 7 de 20		Sector 1C-2B- T.M. San Javier
Centro de Estudios de Puertos y Costas	 Metros	Escala: 1:10.000		UTM (ETRS-89) Huso 30



Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor  
 Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre



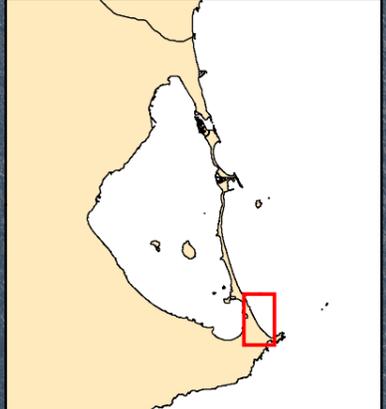
### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección




**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA  
 VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

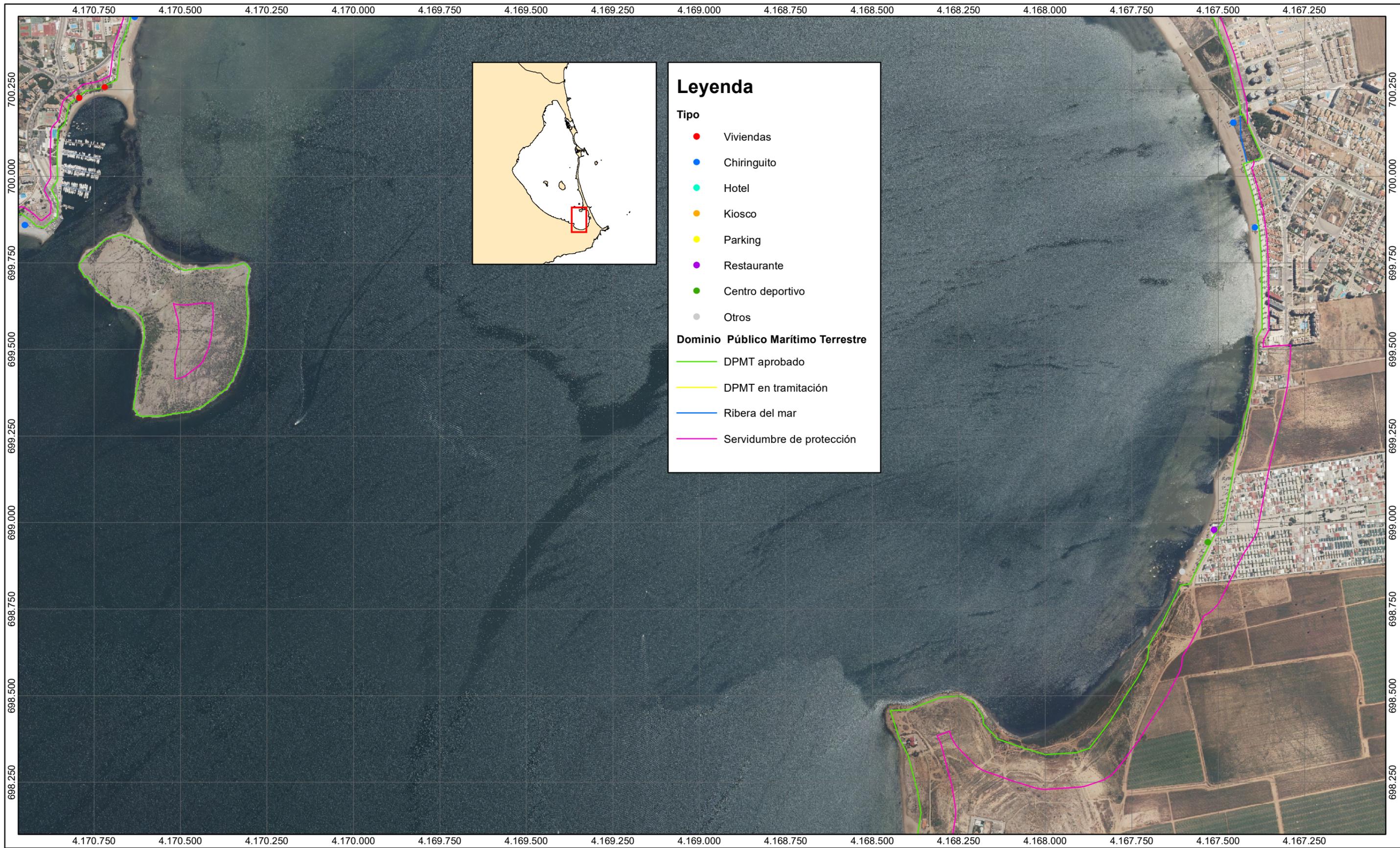

**CEDEX**  
 CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  

**AGENDA 2030**

## Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre

Dirección General de la Costa y el Mar	Clave: 22-417-5-001	Nº de plano: 9 de 20		Sector 1C- T.M. Cartagena
Centro de Estudios de Puertos y Costas	 Metros	Escala: 1:10.000		UTM (ETRS-89) Huso 30





### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección

Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor  
Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre



### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

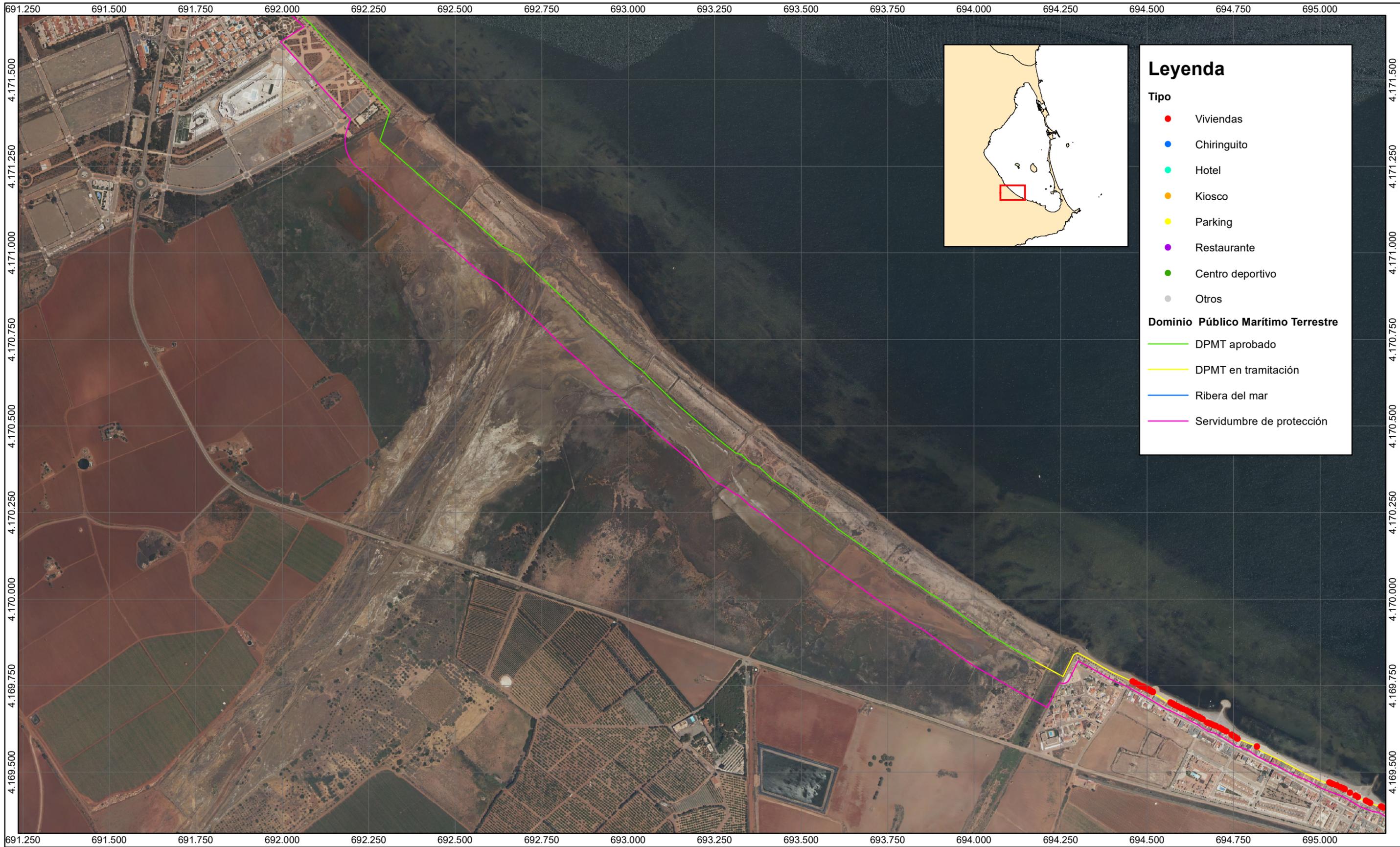
- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección

**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA  
 VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**CEDEX**  
 CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  
**AGENDA 2030**

## Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre

Dirección General de la Costa y el Mar	Clave: 22-417-5-001	Nº de plano: 12 de 20		Sector 3B- T.M. Cartagena
Centro de Estudios de Puertos y Costas		Escala: 1:10.000		UTM (ETRS-89) Huso 30



### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección


**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA  
 VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO


**CEDEX**  
 CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  

**AGENDA 2030**

## Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor

### Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre

Dirección General de la Costa y el Mar	Clave: 22-417-5-001	Nº de plano: 13 de 20		Sector 3B- T.M. Cartagena
Centro de Estudios de Puertos y Costas	 0 50 100 200 300 400 500 Metros	Escala: 1:10.000		UTM (ETRS-89) Huso 30



### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección


**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA  
 VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO


**CEDEX**  
 CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  

**AGENDA 2030**

## Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre

Dirección General de la Costa y el Mar	Clave: 22-417-5-001	Nº de plano: 14 de 20		Sector 3B- T.M. Cartagena
Centro de Estudios de Puertos y Costas		Escala: 1:10.000		UTM (ETRS-89) Huso 30



### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección

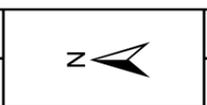
**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA  
 VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

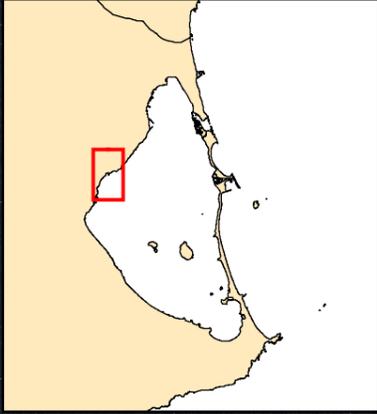
**CEDEX**  
 CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  
**AGENDA 2030**

## Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor

### Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre

Dirección General de la Costa y el Mar	Clave: 22-417-5-001	Nº de plano: 15 de 20		Sector 3B- T.M. Cartagena
Centro de Estudios de Puertos y Costas	 0 50 100 200 300 400 500 Metros	Escala: 1:10.000		UTM (ETRS-89) Huso 30





### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección

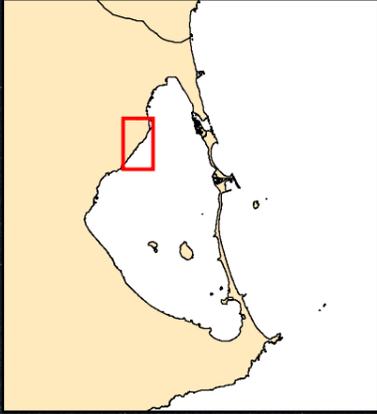

**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA  
 VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO


**CEDEX**  
 CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  

**AGENDA 2030**

Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor  
 Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre

Dirección General de la Costa y el Mar	Clave: 22-417-5-001	Nº de plano: 17 de 20		Sector 4A- T.M. Los Alcázares
Centro de Estudios de Puertos y Costas		Escala: 1:10.000		UTM (ETRS-89) Huso 30



### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección

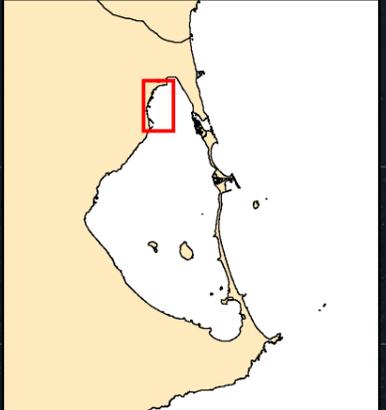
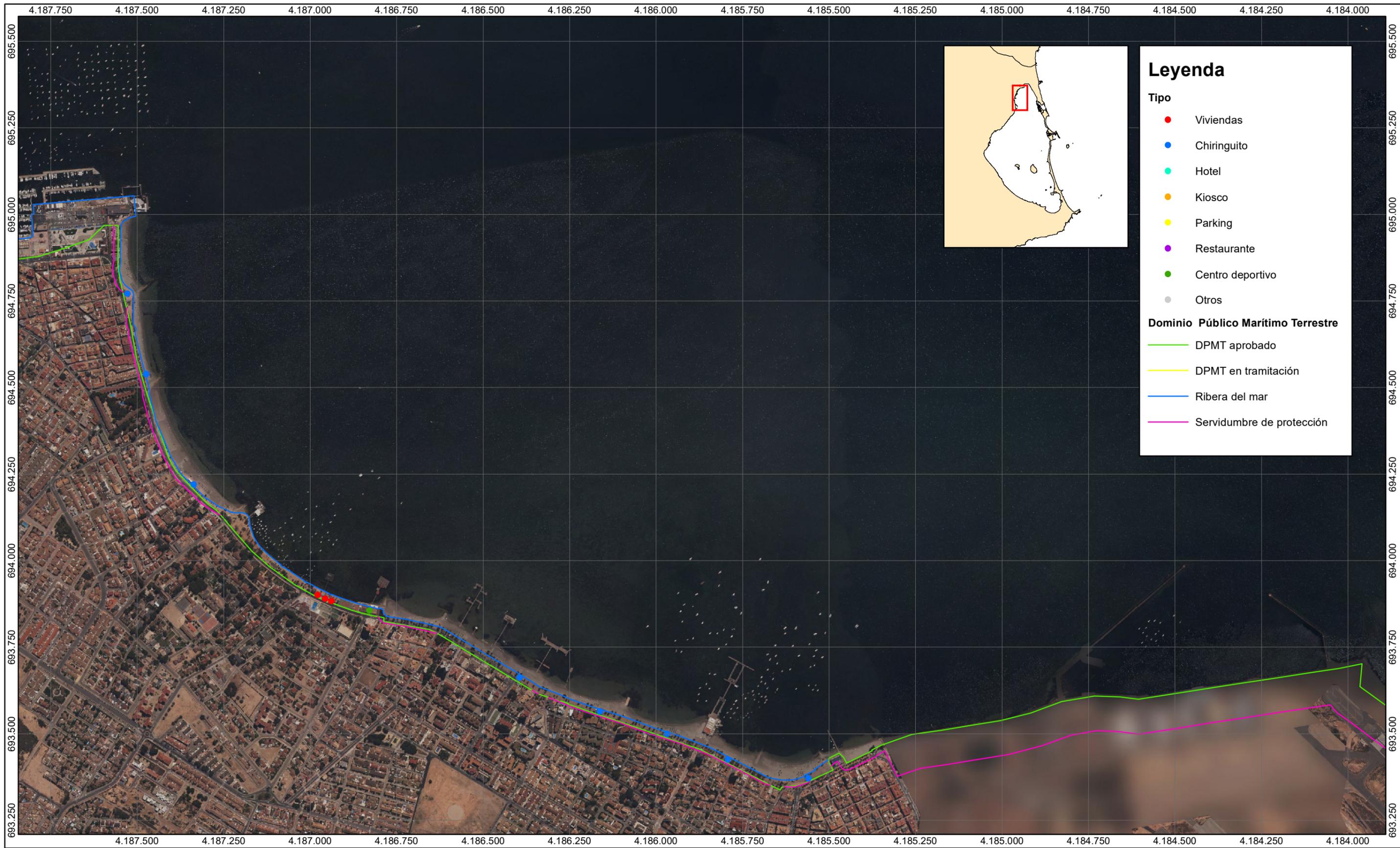

**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA  
 VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO


**CEDEX**  
 CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  

**AGENDA 2030**

Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor  
Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre

Dirección General de la Costa y el Mar	Clave: 22-417-5-001	Nº de plano: 18 de 20		Sector 4A- T.M. San Javier
Centro de Estudios de Puertos y Costas		Escala: 1:10.000		UTM (ETRS-89) Huso 30



### Leyenda

**Tipo**

- Viviendas
- Chiringuito
- Hotel
- Kiosco
- Parking
- Restaurante
- Centro deportivo
- Otros

**Dominio Público Marítimo Terrestre**

- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección

**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA  
 VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**CEDEX**  
 CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  
**AGENDA 2030**

**Plan para la protección del borde litoral del Mar Menor**  
**Ocupaciones en Dominio Público Marítimo Terrestre**

Dirección General de la Costa y el Mar Centro de Estudios de Puertos y Costas	Clave: 22-417-5-001 	Nº de plano: 19 de 20 Escala: 1:10.000		Sector 4B- T.M. San Javier UTM (ETRS-89) Huso 30
--	-------------------------	---	--	---

