

*MEMORIA*



HOJA DE FIRMAS

Proyecto con fecha y firma electrónica

CONDICIÓN DE FIRMANTE	NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA ELECTRÓNICA
Examinado y conforme El Ingeniero Jefe de la Demarcación de Costas	Daniel Caballero Quirantes	
La ingeniera de Caminos, Canales y Puertos Directora del proyecto	Encarnación Segura Torres	
El ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Autor del proyecto	Mario F. Arias Blanco	





Hoja de control de calidad

Documento	MEMORIA
Proyecto	PROYECTO DE RETIRADA DE INSTALACIONES DE PUERTO MAYOR Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL DEL ESPACIO OCUPADO POR LAS MISMAS, EN EL T.M. DE SAN JAVIER (MURCIA)
Código	CP9370-PC-SR-HE-MEMORIA-000000-D06.docx
Autores:	Firmado: RZT
	Fecha: 19/06/2025
Verificado	Firmado: FBA
	Fecha: 19/06/2025
Destinatario	
Notas	



Índice

1. INTRODUCCIÓN .....1

2. ANTECEDENTES .....1

3. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....3

4. CARACTERIZACIÓN DEL TRAMO DE COSTA. ESTUDIOS PREVIOS .....3

4.1. DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA .....3

4.2. ESTADO ACTUAL DE LA CALETA DEL ESTACIO .....3

4.3. DOCUMENTACIÓN PREVIA CONSULTADA .....7

4.4. TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA .....8

4.4.1. Topografía terrestre .....8

4.4.2. Batimetría .....9

4.5. DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS TABLESTACAS .....10

4.6. CARACTERIZACIÓN DEL FONDO MARINO .....13

4.7. CARACTERIZACIÓN DEL SEDIMENTO MARINO Y DE LOS RELLENOS .....17

4.8. CALIDAD DE LAS AGUAS .....21

4.9. CLIMA MARÍTIMO .....23

4.10. DINÁMICA LITORAL .....25

5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....26

5.1. ALTERNATIVAS PLANTEADAS .....26

5.1.1. Obras marítimas .....26

5.1.2. Zona terrestre .....29

5.2. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS .....31

5.3. CONCEPTOS A EVALUAR .....32

5.3.1. Aspectos ambientales .....32

5.3.2. Aspectos sociales, funcionales y operativos .....33

5.3.3. Aspectos técnicos y constructivos .....34

5.3.4. Matriz comparativa .....34

5.4. CONCLUSIÓN. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA .....35

6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS .....36

6.1. RETIRADA DE INSTALACIONES .....36

6.1.1. Retirada de tablestacas .....36

6.1.2. Retirada de restos de elementos .....37

6.2. BALIZAMIENTO MARÍTIMO .....37

6.3. RETIRADA DE RELLENOS Y REACOMODACIÓN DE ARENAS EN PLAYA .....38

6.4. RETIRADA DEL RECINTO INTERIOR DIQUE DE LEVANTE .....39

6.5. DESMANTELAMIENTO PARCIAL ESPIGÓN SUR .....39

6.6. RESTAURACIÓN DUNAR .....40

6.6.1. Conservación de especies protegidas: .....40

6.6.2. Eliminación de vegetación invasora: .....40

6.6.3. Reconstrucción morfológica: .....41

6.6.4. Instalación de captadores: .....41

6.6.5. Revegetación con especies autóctonas .....41

6.6.6. Instalación de pasarelas de madera y vallado perimetral .....43

7. ANÁLISIS AMBIENTAL .....44

8. SERVICIOS AFECTADOS .....45

9. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS .....45

10. CONTROL DE CALIDAD .....45

11. GESTIÓN DE RESIDUOS .....45

12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....46

13. PLAN DE OBRA .....46

14. PERIODO DE GARANTÍA .....46

15. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....46

16. REVISIÓN DE PRECIOS .....46

17. EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....46

18. COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA ESTRATEGIA  
MARINA DE LA DEMARCACIÓN LEVANTINO-BALEAR .....47

19. OCUPACIÓN DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE .....47

20. MARCO LEGAL. CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN DE COSTAS .....47

21. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA .....47

22. PRESUPUESTO .....47

23. DOCUMENTOS QUE CONFORMAN EL PROYECTO .....47

24. CONCLUSIONES.....	49
-----------------------	----

## Índice de Tablas

Tabla 1. Resumen longitud tablestacas .....	13
Tabla 2. Descripción de los terrenos identificados en las calicatas realizadas en el ámbito de estudio.....	20
Tabla 3. Resultados de los análisis de las muestras de agua efectuados en el laboratorio de TYPESA .....	22
Tabla 4. Normas de calidad ambiental según Anexos IV y V del Real Decreto 817/2015 .....	23
Tabla 5 Tabla de ocurrencia de altura de la significativa y direcciones del oleaje. Profundidades indefinidas, Nodo SIMAR 2078094.....	24
Tabla 6 Tabla de ocurrencia Hs-Tp en el punto de difracción B.....	25
Tabla 7. Tabla de altura de ola significativa Hs asociada a distintos periodos de retorno.....	25
Tabla 8: Ponderación asignada a cada criterio.....	31
Tabla 9: Resultados matriz comparativa .....	34
Tabla 10: Resultados método Montecarlo .....	35
Tabla 11. Especies de vegetación a emplear en los trabajos de revegetación .....	42

## Índice de Figuras

Figura 1 Ámbito de actuación.....	1
Figura 2 Situación y emplazamiento terrenos revertidos al DPMT aprobado consejo Ministros 20 Abril 2021 .....	2
Figura 3 Tablestacado presente en el interior de la Caleta del Estacio .....	4
Figura 4 Diferentes secciones de inspección realizadas en tablestacas .....	4
Figura 5 Fotografías del estado de las tablestacas inspección terrestre .....	5
Figura 6 Fotografías del estado de las tablestacas tras inspección acuática.....	5
Figura 7 Fotografías de instalaciones existentes en el ámbito de las obras.....	6
Figura 8 Fotografías de la zona del Espigón Sur .....	6
Figura 9 Fotografías Caleta del Estacio .....	7
Figura 10 Posiciones de cámaras y estimadores de error.....	8
Figura 11 Puntos de apoyo de control terrestre.....	8
Figura 12 Modelo digital de elevación (Topografía) .....	9
Figura 13 Itinerarios realizados con sonda multihaz .....	9
Figura 14 Mapa de isobatas (batimetría).....	10
Figura 15 Modelo digital del terreno (batimetría).....	10
Figura 16. Ubicación sondeos realizados.....	11
Figura 17. Resultados de los ensayos sísmica paralela sondeos SP-1 y SP-2 .....	11
Figura 18. Resultados de los ensayos sísmica paralela sondeos SP-3 y SP-4 .....	12
Figura 19. Resultados de los ensayos sísmica paralela sondeos SP-5 .....	12

Figura 20. Ubicación de las anomalías magnéticas detectadas (UTM ETRS89 H30) (Fuente: Oceansnell).....	13
Figura 21. Ejemplo de registro interpretado tomado con perfilador de sedimento donde se marcan los principales rasgos descritos.....	14
Figura 22. Plano de isopacas Unidad A (UTM ETRS89 H30).....	14
Figura 23. Espesor de sedimento de la subunidad A1 (UTM ETRS89 H30).....	14
Figura 24. Cartografía bionómica de la zona de estudio (UTM ETRS89 H30) (Fuente: Oceansnell) .....	15
Figura 25. Ubicación de las estaciones de muestreo para Macrofauna (UTM ETRS89 H30) (Fuente: Oceansnell).....	15
Figura 26. Ubicación del muestreo para la aplicación del índice CARLIT (UTM ETRS89 H30) (Fuente: Oceansnell).....	16
Figura 27. Ubicación de las estaciones de muestreo para Posidonia oceanica (UTM ETRS89 H30).....	16
Figura 28. Inspección submarina (UTM ETRS89 H30) de las diferentes secciones de estudio (Fuente: Oceansnell).....	17
Figura 29. Ubicación de los puntos de muestreo y áreas que no cumplen la concentración límite de alguno de los parámetros químicos analizados.....	18
Figura 30. Huellas de presencia de animales en la Caleta del Estacio.....	18
Figura 31. Ubicación de las calicatas realizadas y puntos de muestreo "in situ" realizados en el ámbito de estudio .....	19
Figura 32. Equipo de medición XRF <sup>(2)</sup> .....	20
Figura 33. Ubicación de los puntos de muestreo de agua en el área de estudio.....	21
Figura 34 . Descripción del mareógrafo de Carboneras .....	23
Figura 35 Serie horaria de datos del nivel de marea astronómica (serie original y reconstruida) y meterológica.....	24
Figura 36 Rosas direccionales, función de densidad y de distribución de Hs. Profundidades indefinidas, Nodo SIMAR 2078094 .....	24
Figura 37. Puntos de control seleccionados 1-6 y A-C .....	24
Figura 38 Perfil de equilibrio playas Norte (izquierda) y Sur (derecha) de la Caleta del Estacio .....	25
Figura 39 Patrón de corrientes generado por un temporal dirección Este .....	26
Figura 40 Evolución perfil frente temporales en playa Norte (izquierda) y playa Sur (derecha).....	26
Figura 41: Forma en planta de la alternativa 1.0 .....	27
Figura 42: Forma en planta de la alternativa 1.1 (forma en planta en equilibrio) .....	28
Figura 43: Forma en planta de la alternativa 1.2 .....	28
Figura 44: Forma en planta de la alternativa 2.0 .....	28
Figura 45: Forma en planta de la alternativa 2.1 (forma en planta en equilibrio) .....	28
Figura 46: Forma en planta de la alternativa 2.2 .....	29
Figura 47: Forma en planta en equilibrio de la alternativa 3 .....	29
Figura 48. Áreas en las que se ha identificado la presencia de suelos contaminados.....	30
Figura 49. Distribución normal pesos Aspectos Ambientales .....	31
Figura 50. Distribución normal pesos Aspectos Sociales/Funcionales/Operativos .....	32
Figura 51. Distribución normal pesos Aspectos Técnicos y Constructivos.....	32

Figura 52. Distribución normal pesos Aspectos Económicos ..... 32

Figura 53. Resultados de la simulación de Montecarlo..... 35

Figura 54. Alternativa seleccionada: Alternativa 2.0 ..... 36

Figura 55. *Alternativa seleccionada: Alternativa 2.0 superpuesta con la planta de equilibrio* ..... 36

Figura 56 Imagen final objeto del proyecto alternativa seleccionada ..... 36

Figura 57. Tablestacado existente a retirar ..... 37

Figura 58. *Señalización y balizamiento marítimo durante las obras* ..... 37

Figura 59 Suelos contaminados presentes en el ámbito de estudio ..... 38

Figura 60 Zona junto al dique de Levante a retirar ..... 39

Figura 61 Fotografía de la Zona junto al dique de Levante a retirar ..... 39

Figura 62 Actuaciones en el espigón Sur ..... 40

Figura 63. Captadores pasivos a instalar ..... 41

Figura 64. Diferentes áreas a revegetar en la Caleta del Estacio ..... 42

Figura 65. Sección pasarela peatonal ..... 43

Figura 66. Vallado blando ..... 44

Figura 67. Imagen final pasarela elevada y revegetación ..... 44

Figura 68 Símbolos materiales revisión de precios ..... 46



## 1. INTRODUCCIÓN

El contrato de servicios tiene como objeto la redacción del Proyecto de retirada de instalaciones de Puerto Mayor y recuperación ambiental del espacio ocupado por las mismas, T.M. de San Javier (Murcia), Número de Expediente 30-1505.

La empresa TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. resulta adjudicataria de los trabajos referidos, firmándose el contrato el 29 de agosto de 2022.

La actuación se ubica en la Caleta del Estacio, en la Manga del Mar Menor, T. M. de San Javier (Murcia). Este tramo de costa confronta con el deslinde de bienes de dominio público marítimo-terrestre de referencia DL-31-MU aprobado por O.M. de fecha 30/03/2000, entre los hitos DP-38 y DP-54.



*Figura 1 Ámbito de actuación*

## 2. ANTECEDENTES

Con fecha 4 de julio de 1975, por acuerdo de Consejo de Ministros, se autorizó a PUERTOMAYOR, S.A. la construcción y explotación de un puerto deportivo de invernada y se otorgó concesión administrativa para la construcción en terrenos ganados al mar de una pista aérea paralela e inmediata al contradique del puerto, todo ello en la costa del Mar Mediterráneo de la Manga del Mar Menor, en el lugar de El Estacio del término municipal de San Javier.

Por Real Decreto 2925/1982, de 12 de agosto, sobre traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Autónoma de Murcia en materia de puertos, se transfirió "la titularidad de todos los puertos e instalaciones portuarias de refugio, deportivos y, en general, los que no desarrollen actividades comerciales, sujetos o no a régimen de concesión existentes en su territorio", entre ellos el puerto deportivo "Puerto Mayor" en La Manga del Mar Menor, en régimen de concesión a favor de Puertomayor, S.A.

La Dirección General de Carreteras y Puertos de la Consejería de Política Territorial y Obras Públicas autorizó, con fecha 16 de diciembre de 1988, la ampliación de plazo de ejecución de obras de puerto deportivo exterior al que se refiere la concesión de 4 de julio de 1975, actualizando el condicionado de la misma, así como a realizar las modificaciones que resultan del proyecto presentado por la mercantil concesionaria en fecha 5 de julio de 1988. Esta autorización contaba con informes desfavorables de la Agencia para el Medio Ambiente y la Naturaleza, la Demarcación de Costas en Murcia y el "Grupo de Amigos de la Naturaleza" (GRANA).

Motivado, entre otros, por la constatación de haberse dictado prescindiendo total y absolutamente de procedimiento legalmente establecido, la Dirección General de Costas, en agosto de 2004, requiere al Consejo de Gobierno de la Región de Murcia que declare la nulidad de pleno derecho de la resolución del Director General de Calidad Ambiental de 9 de octubre de 2003, de alzamiento de la suspensión de las obras del puerto deportivo en la vertiente mediterránea del lugar de El Estacio de la Manga del Mar Menor, así como de la citada resolución de 16 de diciembre de 1988 del Director General de Carreteras y Puertos por la que se amplió el plazo de ejecución del puerto y se aprobaron las modificaciones del proyecto.

Ante la denegación por silencio administrativo de dichas solicitudes de declaración de nulidad, recurrida por la Administración Civil del Estado – Ministerio de Medio Ambiente, la Sala de lo Contencioso Administrativo del TSJ de Murcia, en fecha 21 de mayo de 2010, estima en parte el recurso y condena a la Administración Regional demandada a que admita estas dos solicitudes de revisión de oficio de las resoluciones de 16 de diciembre de 1988, del Director General de Carreteras y Puertos, y de 9 de octubre de 2003, del Director General de Calidad Ambiental, con intervención del Consejo Jurídico de la Región de Murcia.

El Consejero de Presidencia y Fomento, en fecha 16 de junio de 2017, resolvió, de conformidad con el Dictamen 13/2017, de 30 de enero, del Consejo Jurídico de la Región de Murcia, estimar la solicitud formulada por la Administración del Estado, declarando la nulidad de la resolución de 16 de diciembre de 1988 del Director General de Carreteras y Puertos de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Con fecha 6 de agosto de 2020, el Consejo de Gobierno de la Región de Murcia acuerda:



- Declarar la caducidad de la autorización otorgada por Acuerdo de Consejo de Ministro de 4 de julio de 1975 a PUERTOMAYOR, S.A. para la construcción de un puerto deportivo de invernada, con otorgamiento de propiedad de determinados terrenos ganados al mar, en la costa del Mar Mediterráneo, en La Manga del Mar Menor, t.m. de San Javier y para la construcción en terrenos ganados al mar en régimen de concesión, de una pista aérea paralela inmediata al contradique del puertos se reconocen los beneficios de expropiación de una parcela situada en el arranque del dique principal de abrigo del antepuerto, en las inmediaciones del faro del Estacio, con pérdida de la fianza depositada.

- Requerir a PUERTOMAYOR, S.A. la retirada total de las instalaciones, a su cargo, en el plazo de dos meses, computados a partir de día siguiente al de la notificación, sin derecho a indemnización alguna; presentado el correspondiente proyecto.

El referido acuerdo de Consejo de Gobierno fue objeto de recurso contencioso-administrativo interpuesto por Puertomayor, S.A. ante la Sala de lo Contencioso-Administrativo del Tribunal Superior de Justicia de Murcia (ref. PO 279/2000), donde la Administración General del Estado figura como codemandada. No obstante, el Tribunal no acordó medidas de suspensión cautelar del acuerdo de 6 de agosto de 2020 del Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, por lo que dicha declaración de caducidad constituye un acto administrativo ejecutivo.

El plazo otorgado para el desmantelamiento, de dos meses desde el día siguiente al de la notificación de la resolución de 6 de agosto de 2020, transcurrió sin que Puertomayor, S.A. presentara proyecto alguno al respecto, ni se acometieran las obras para la requerida retirada total.

Con fecha 22 de enero de 2021 la Dirección General de la Costa y el Mar requirió a la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia la emisión del preceptivo informe previo a la reversión del dominio público marítimo-terrestre traspasado a la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia para la gestión del Puerto Mayor en La Manga del Mar Menor, establecido en el artículo 109.2.a del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas, sobre la no utilización de dichos terrenos para el cumplimiento de los fines portuarios para los que fueron traspasados por Real Decreto 2925/1982, de 12 de agosto, sobre traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Con fecha 28 de enero de 2021 el Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, a propuesta del Consejero de Fomento e Infraestructuras, acordó declarar su conformidad con la continuación del procedimiento de reversión solicitado por la Administración General del Estado con respecto a los terrenos de Puerto Mayor, en el término municipal de San Javier, así como declarar la innecesariedad de dichos terrenos para el cumplimiento de fines específicamente portuarios, ya que la finalidad para la cual se otorgaron no se ha llevado a cabo (expediente PCP 464/2020).

Finalmente, el Consejo de Ministros, en reunión celebrada el día 20 de abril de 2021, a propuesta de la Vicepresidenta Cuarta del Gobierno y Ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, ha aprobado el acuerdo cuyo texto literal es como sigue:

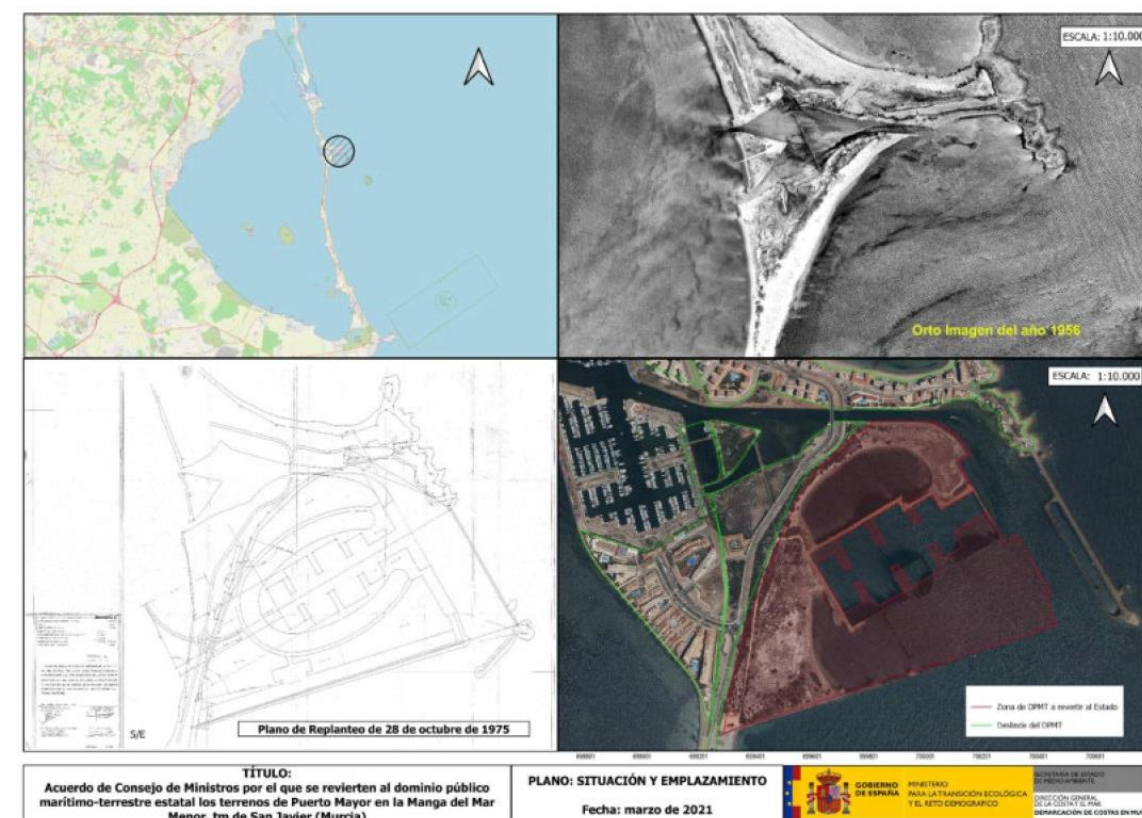
*“De conformidad con el artículo 50 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas y con el artículo 109 del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas:*

*ACUERDA*

*1º- Revertir al dominio público marítimo terrestre estatal los terrenos traspasados mediante Real Decreto 2925/1982, de 12 de agosto, sobre traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Autónoma de Murcia en materia de puertos para la gestión del Puerto Mayor en La Manga del Mar Menor delimitados en el plano de replanteo de 28 de octubre de 1975.*

*La situación y emplazamiento de estos terrenos se recogen en el plano que figura como anexo al presente acuerdo.*

*2º- Ejecutar subsidiariamente la retirada total de las instalaciones, así como la restauración ambiental del espacio, sin perjuicio de la posterior reclamación a Puertomayor, S.A. del coste de estas actuaciones."*



*Figura 2 Situación y emplazamiento terrenos revertidos al DPMT aprobado consejo Ministros 20 Abril 2021*

A la vista de todo lo anterior y para iniciar los trámites necesarios para el cumplimiento del punto 2 del acuerdo del Consejo de Ministros de 20 de abril de 2021, se redactó el pliego de bases para el contrato administrativo de servicios de consultoría para la redacción del proyecto “RETIRADA DE INSTALACIONES DE PUERTO MAYOR Y



RECUPERACIÓN AMBIENTAL DEL ESPACIO OCUPADO POR LAS MISMAS, EN EL T.M. DE SAN JAVIER (MURCIA)",

Se cuenta con sentencia, de 2 de noviembre de 2021, de la Sala de lo Contencioso-Administrativo del Tribunal Superior de Justicia de Murcia, que avaló la resolución del Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia mediante la que se acordó declarar la caducidad de la autorización otorgada por Acuerdo de Consejo de Ministros de 4 de julio de 1975 a PUERTOMAYOR, S.A. En noviembre de 2022, la Sala de lo Contencioso Administrativo del Tribunal Supremo rechazó el recurso de casación de Puerto Mayor S.A. contra la resolución que resolvió la caducidad de la concesión.

El contrato de servicios para la redacción del proyecto se adjudicó a la empresa TÉCNICA Y PROYECTOS S.A. (resolución de adjudicación de fecha 05/08/2022). El contrato para la redacción del proyecto se firmó el 29 de agosto de 2022.

### 3. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto contempla las actuaciones necesarias para la retirada de las instalaciones existentes en los terrenos otorgados en concesión a Puerto Mayor y en la restauración ambiental del espacio ocupado por las mismas, en la zona denominada Caleta del Estacio, tanto en su zona marítima como en la parte emergida, de acuerdo con la alternativa seleccionada de entre todas las posibles y que abarquen la retirada de las tablestacas y otros elementos portuarios, la restauración de hábitats, así como la totalidad de actuaciones que se deben considerar para garantizar la protección ambiental del entorno y su puesta a disposición para el uso público en condiciones de seguridad.

En el estudio de alternativas se han priorizado aquellas de las que resulta la menor ocupación posible de instalaciones dentro de dominio público marítimo-terrestre, que permitan conseguir una forma en planta de la playa en equilibrio similar a la actual para la no destrucción de los hábitats existentes y en las que no sea preciso el aporte de arena de origen externo, dragados marinos o la ejecución de nuevas infraestructuras, de modo que la alternativa elegida no suponga agresión al entorno natural.

La actuación se contempla en el Plan para la Protección del Borde Litoral del Mar Menor y forma parte del Marco de actuaciones prioritarias para recuperar el Mar Menor.

### 4. CARACTERIZACIÓN DEL TRAMO DE COSTA. ESTUDIOS PREVIOS

Con anterioridad al estudio de alternativas de actuación se han realizado una serie de estudios previos en el ámbito de la Caleta del Estacio:

- Topografía y batimetría.
- Estudio geofísico mediante sísmica paralela para determinar la profundidad de hincado de las tablestacas, con el objetivo de estudiar el procedimiento de su retirada.

- Prospección geofísica mediante sonar de barrido lateral a partir de la cual se obtuvo la cartografía bionómica del fondo marino.
- Prospección mediante magnetómetro y perfilador sísmico de fondos, para detectar la posible presencia de elementos existentes en el fondo, así como la estructura del subsuelo submarino.
- Caracterización de comunidades bentónicas estableciendo estaciones de muestreo del fondo marino distribuidas sobre zonas con posidonia oceánica y sobre fondos no vegetados.
- Granulometría y caracterización de arenas.
- Caracterización de rellenos asociados a las tablestacas y de rellenos presentes en la playa.
- Análisis de parámetros del agua.
- Cartografía de hábitats terrestres, incluyendo el inventario de especies de flora protegida presentes.
- Estudio de clima marítimo y dinámica litoral.

#### 4.1. DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

En el Anejo nº 4 Reportaje fotográfico se incluyen fotografías de campo que permiten obtener una visión global del tramo estudiado, mostrando su estado actual así como fotografías aéreas históricas, correspondientes al periodo 1945 – 2019 empleadas para estudiar la evolución histórica de la zona.

Durante la campaña de toma de datos realizada se realizó reportaje fotográfico sobre el estado actual de la costa, desde el dique de Levante hasta el espigón Sur, que refleja la situación actual del ámbito de actuación, que se ha resumido en el Anejo nº4.

Se ha prestado especial importancia a aspectos tales como: instalaciones existentes, estado de las tablestacas, estructuras de defensa, vegetación existente, posibles servicios existentes que puedan verse afectados...

#### 4.2. ESTADO ACTUAL DE LA CALETA DEL ESTACIO

La Caleta del Estacio sufrió una gran transformación de su morfología inicial de 1956 debido a la extensa superficie ganada al mar. Actualmente está abrigada 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. La gola se emplea como canal portuario de acceso al puerto deportivo Tomás Maestre.

En el espacio delimitado entre ambos diques, Puerto Mayor S.A. instaló un tablestacado ejecutado por "Ischebeck Ibérica" entre los años 2003-2008 para la ejecución del proyecto de Puerto Mayor, con el objetivo de la construcción de un puerto deportivo. Asimismo, para el desarrollo urbanístico y de servicios portuarios, se realizaron rellenos con material de distinta procedencia en terrenos otorgados en concesión a Puerto Mayor, S.A. por acuerdo de Consejo de Ministros de fecha 4 de julio de 1975.

Se ha realizado una inspección previa del tablestacado existente observándose que, debido al paso del tiempo, las tablestacas instaladas, han sufrido deterioros significativos, consistentes fundamentalmente en:

- Corrosión de todas las tablestacas en la zona de salpicadura del oleaje con pérdidas significativas de sección resistente
- Unión parcial de unas tablestacas con otras por expansión del acero de los machihembrados que conectan las tablestacas por efecto de la corrosión
- Tablestacas parcialmente sumergidas con bordes irregulares al partirse en la zona de salpicadura posiblemente por el efecto combinado de la corrosión y la socavación del cimientto por el oleaje.

Destaca la existencia de tres zonas especialmente afectadas, en la zona marítima, donde aparecen tramos con la franja aérea del tablestacado arruinada. La inspección realizada ha sido tanto subacuática realizada por buzos profesionales de toda la zona de abrigo para poder determinar su estado actual, como terrestre en la zona de rellenos



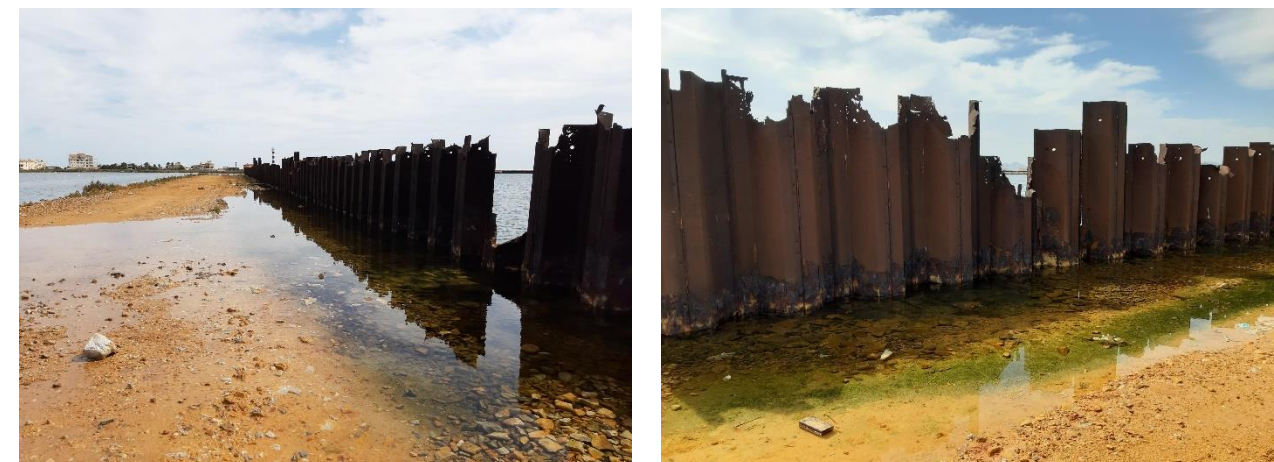
*Figura 3 Tablestacado presente en el interior de la Caleta del Estacio*

Como se observa en el mapa siguiente la zona se ha dividido en diferentes secciones para facilitar su estudio y trabajo.



*Figura 4 Diferentes secciones de inspección realizadas en tablestacas*

En el Anejo nº 2-“Estudios previos” se muestra la inspección realizada detallada, en las imágenes siguientes se muestra el estado actual en el que se encuentran las tablestacas de Puerto Mayor y sus rellenos asociados.





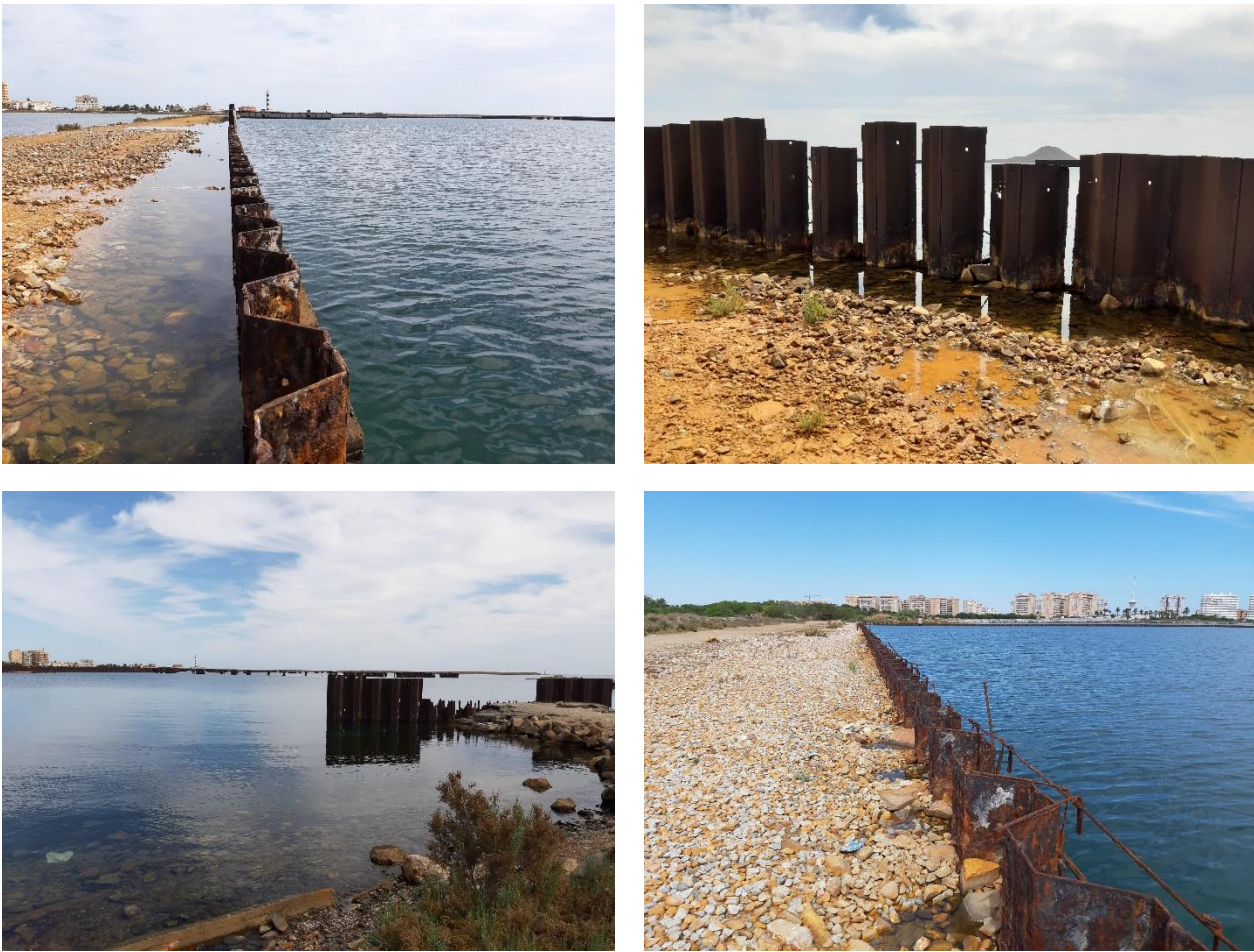


Figura 5 Fotografías del estado de las tablestacas inspección terrestre

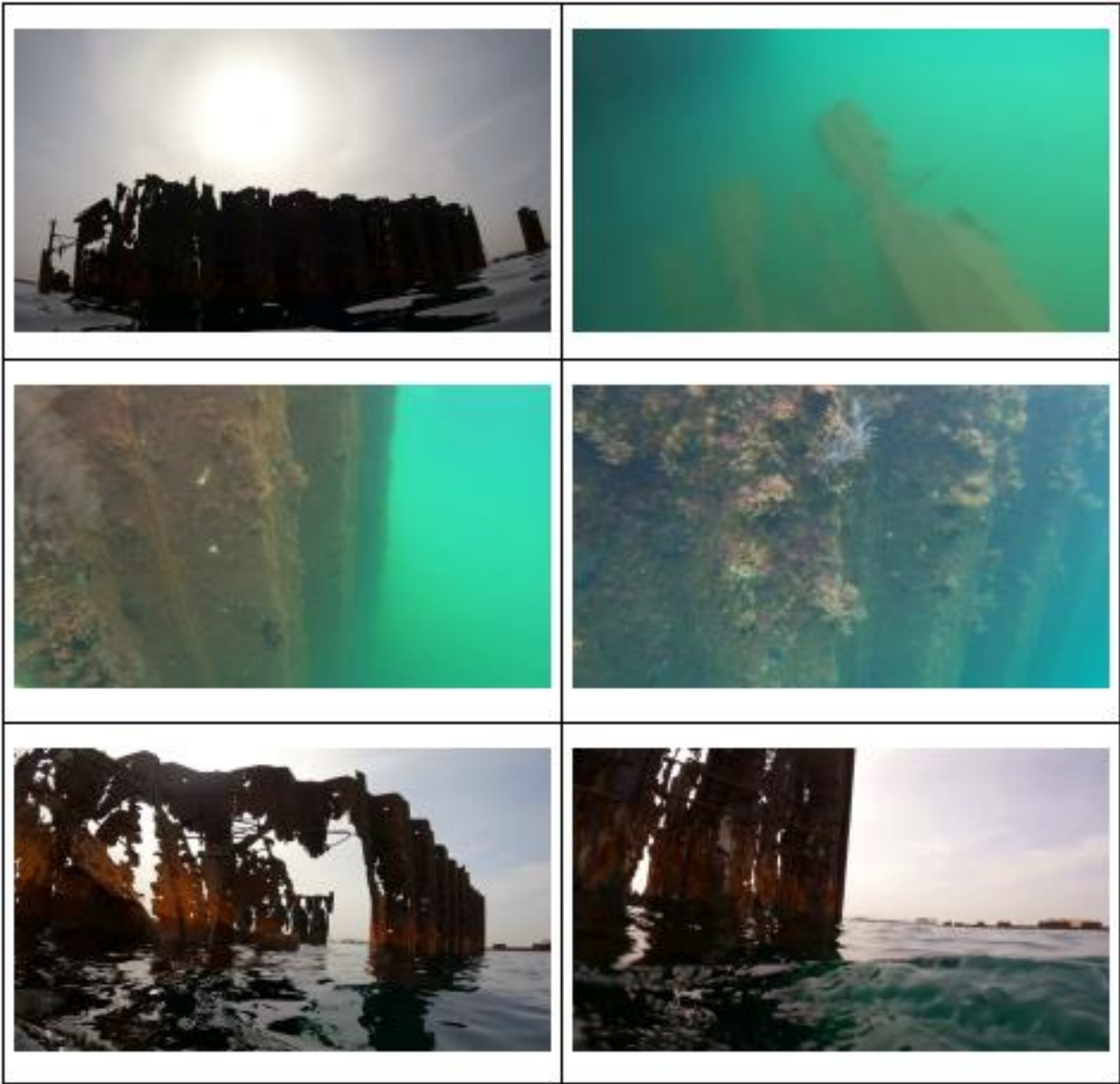


Figura 6 Fotografías del estado de las tablestacas tras inspección acuática

Además de las tablestacas mencionadas se ha detectado las siguientes instalaciones en el ámbito de las obras:

- Carteles publicitarios dentro del Dominio Público Marítimo- Terrestre.
- Vallado existente.
- Restos de contenedores, básculas... dejados durante la ejecución de las obras de Puerto Mayor.
- Presencia de servicios dentro del Dominio Público Marítimo-Terrestre, como la red de agua potable, comunicaciones, instalaciones eléctricas, telefonía etc.



- Murete existente
- Presencia de resto de escollera de gran tamaño en zonas de la playa.
- Antiguos hitos de deslinde de zona marítimo-terrestre.

Se adjuntan algunas imágenes de la presencia de estos elementos.



Figura 7 Fotografías de instalaciones existentes en el ámbito de las obras

En cuanto al espigón situado al Sur de la Caleta del Estacio se ha observado que el mismo se encuentra en mal estado, existiendo socavones y material disgregado y presencia de escombros, así como resto de basuras y enseres, como se puede apreciar en las imágenes que se adjuntan.



Figura 8 Fotografías de la zona del Espigón Sur

También se ha observado rellenos junto al dique de Levante, con un recinto interior el cual ha quedado inacabado cuando se ejecutaron las obras de Puerto Mayor, con la presencia de barcos abandonados en el interior del mismo, cuya retirada se contempla también en el presente proyecto.

Por otra parte, y en cuanto al estado en el que se encuentra el resto del ámbito de estudio, se aprecia en gran parte de la superficie terrestre presente alrededor de la Caleta del Estacio la existencia de playas y dunas con un estado de conservación diverso, pudiendo distinguir zonas en las que es remarcable la existencia de amplias superficies ocupadas por ejemplares de la especie exótica invasora *Acacia* sp., formando en algunos casos



bosquetes densos y extensos, frente a otras zonas en las que es posible identificar ejemplares de vegetación característica de los hábitats representativos de dichos espacios.



Figura 9 Fotografías Caleta del Estacio

### 4.3. DOCUMENTACIÓN PREVIA CONSULTADA

Se han analizado la siguiente documentación relacionada con las actuaciones propuestas para la recuperación ambiental de la Caleta del Estacio:

- Estudio ecocartográfico del litoral de las provincias de Granada, Almería y Murcia (2009), realizado por las empresas HIDTMA e IBERINSA para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar.
- Ampliación del estudio geofísico marino hasta la profundidad de 100 m entre Punta Europa y Cabo Roig” realizado por GEOMYTSA durante los años 2008 y 2009.
- 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 (2012), redactado por el Instituto de Hidraulica Ambiental de la Universidad de Cantabria para la Dirección General de la Costa y el Mar
- Plan de Protección del borde litoral del Mar Menor (2021), redactado por el CEDEX para la Dirección General de la Costa y el Mar.
- Informe de los trabajos de Investigación Arqueológica Subacuática de urgencia previa a la ampliación y reforma del Puerto Deportivo Exterior de Base o Invernada en el Paraje El Estacio.
- Resolución de la Dirección General de Medio Ambiente de 17 de mayo de 2000, por la que se formula declaración de Impacto Ambiental sobre el proyecto de Puerto Deportivo Exterior de Base o Invernada en la Vertiente Mediterránea del Paraje del Estacio, en La Manga del Mar Menor, en el término municipal de San Javier, promovido por Puerto Mayor, S.A.
- Proyecto de Retirada de especies vegetales invasoras en la Caleta del Estacio, T.M. de San Javier (Murcia), redactado en septiembre de 2021 en el que se define la actuación ejecutada de retirada de acacias en una superficie de 22.500 m2, ejecutada por TRAGSA para la Demarcación de Costas en Murcia en el mes de noviembre de 2021.
- Prospección del medio biótico del proyecto de retirada de especies vegetales invasoras en la Caleta del Estacio efectuada por TRAGSA en octubre de 2021.
- Marco de actuaciones prioritarias para recuperar el Mar Menor del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Donde se incluye la actuación objeto del proyecto para la protección y recuperación de la ribera mediterránea.
- Proyectos previos existentes consultados en el Archivo General de la Región de Murcia:
  - Proyecto de Puerto Deportivo de El Estacio en el C.I.T.N. “Hacienda de la Manga de San Javier (1969).
  - Proyecto Reformado del Antepuerto del Mediterráneo del Puerto Deportivo Tomas Maestre de la Manga en el C.I.T.N. “Hacienda de la Manga de San Javier (1973).
  - Proyecto Reformado del primer tramo del Dique de Levante del Puerto Deportivo “Tomás Maestre” en la Manga de San Javier (1980).



#### 4.4. TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

En el Anejo nº 5: Topografía y batimetría se describen los trabajos realizados para elaborar la cartografía que ha servido de base para la definición de las actuaciones necesarias para proyectar las obras objeto del presente proyecto.

La proyección cartográfica empleada ha sido la U.T.M. Sistema de Referencia ERTS89 (Elipsoide GRS80). Altitudes referidas al nivel medio del mar en Alicante.

Los trabajos de campo y gabinete han consistido básicamente en:

##### 4.4.1. Topografía terrestre

Estos trabajos han servido para complementar la cartografía facilitada por la Demarcación de Costas en Murcia

El trabajo en campo se ha realizado en los días 14, 19 y 20 de octubre de 2022. En campo se ha recorrido los límites de la zona, acto seguido procedemos a la toma de datos a través de vuelo con dron y GPS.

Por un lado se realizó un vuelo fotogramétrico mediante dron y por otro se colocaron puntos de apoyo para el vuelo, bases de replanteo y se completó el trabajo con GPS (RTK) con precisión centimétrica.

Para el desarrollo de la fotogrametría aérea contamos con la utilización de un UAV (Unmanned Aerial Vehicle) con radiocontrol e interface de imagen, posición, altitud, rumbo y velocidad a estación de tierra en tiempo real, provisto de un sistema de navegación GPS más un sistema inercial ambos integrados que le permite posicionarse sobre una ruta programada garantizando la seguridad del vuelo.

##### ■ Vuelo fotogramétrico con dron

El uso de UAV's junto con una serie de software específicos nos permiten la obtención de cartografía con gran nivel de detalle, la obtención de modelos digitales de elevación 3D del terreno y de ortofotos

La misión la ejecutará el UAV de forma autónoma manteniendo los solapes entre fotogramas y la altura de vuelo necesaria. El sistema de servomotores incorporado en el UAV mantiene en todo momento la cámara en posición cenital.

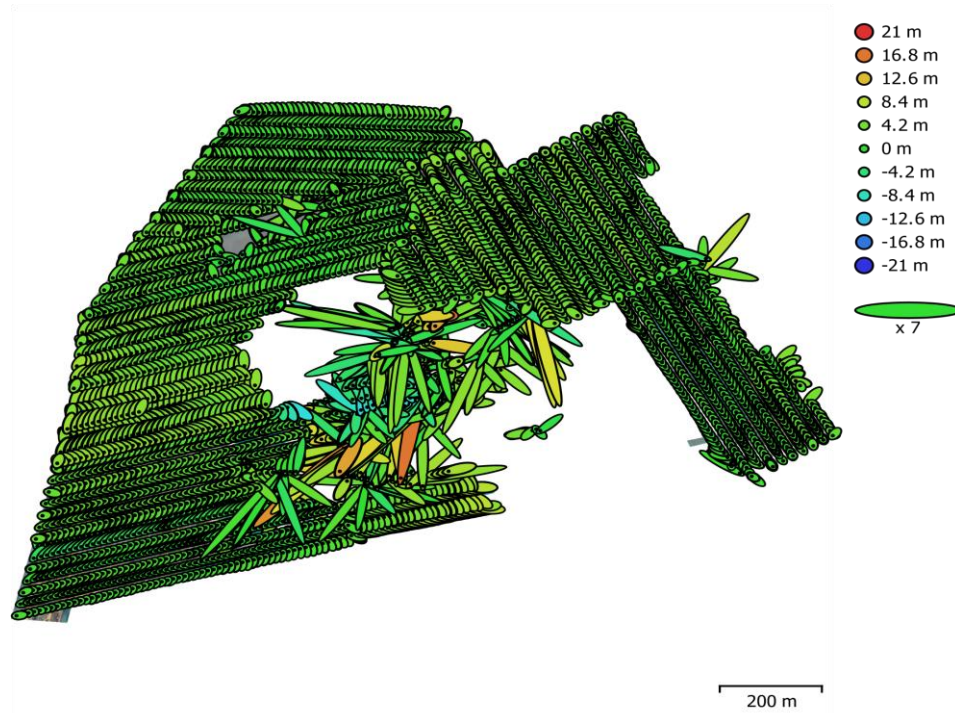


Figura 10 Posiciones de cámaras y estimadores de error

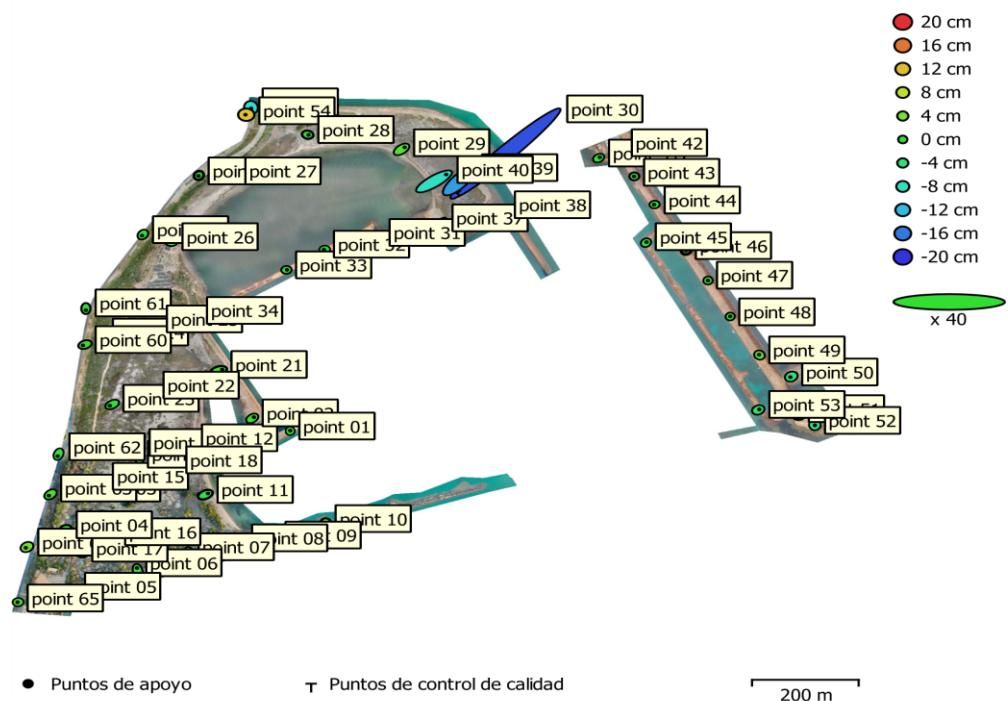


Figura 11 Puntos de apoyo de control terrestre

■ *Procesado y cálculo*

Una vez adquiridas las fotografías (con sus parámetros asociados que aparecen en la telemetría descargada) y obtenidas las coordenadas de los puntos de apoyo se procede al procesamiento final del trabajo mediante el software de procesado.

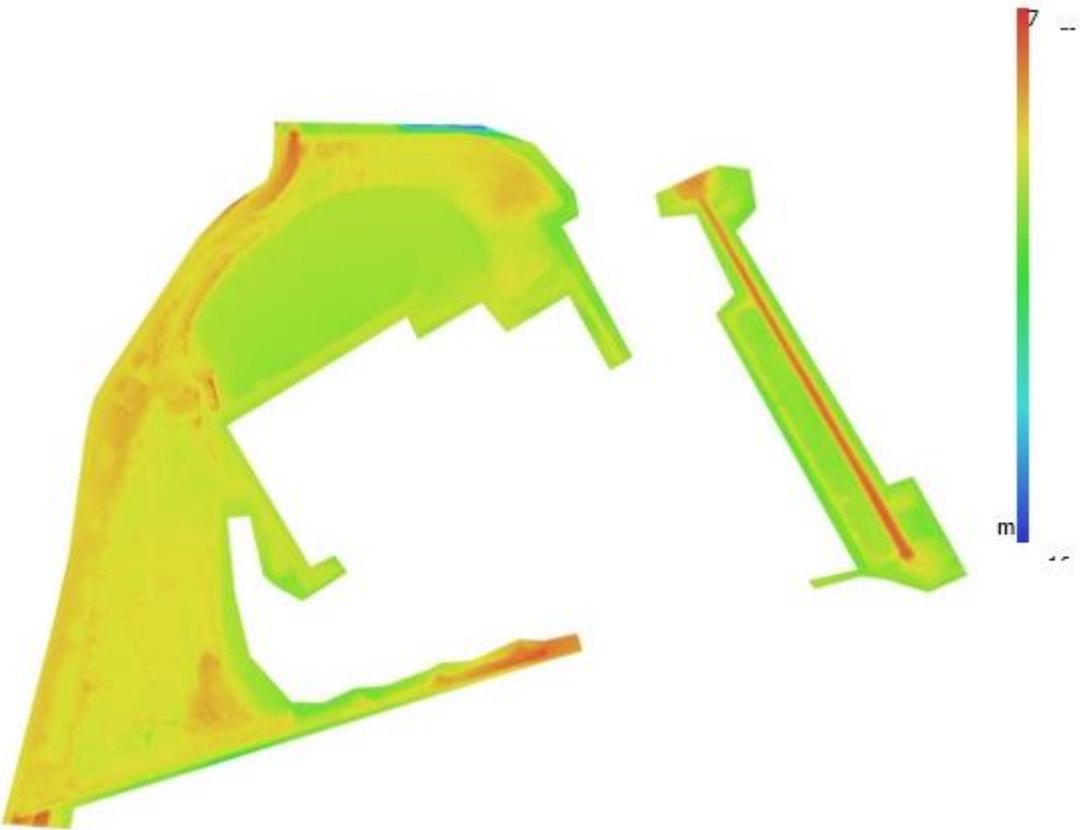
*EQUIPOS Y SOFTWARE EMPLEADOS.*

- DRON MAVIC 2 PRO.
- GPS EMLID REACH RS2.
- Agisoft Metashape.

Se ha obtenido un modelo digital de elevación:

Resolución: 20 cm/pix

Densidad de puntos: 25 puntos/m<sup>2</sup>



*Figura 12 Modelo digital de elevación (Topografía)*

**4.4.2. Batimetría**

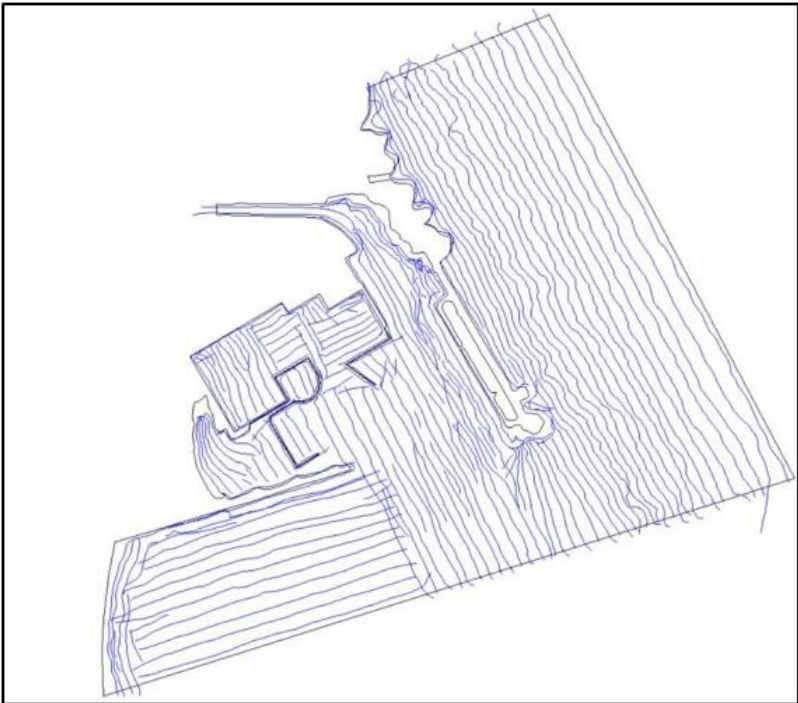
Se ha realizado la batimetría con un sistema multihaz, con recorridos de navegación paralelos a la costa (se muestran en la figura 13).

En la superficie de estudio de batimetría se incluye la batimetría de la gola del Estacio, canal de entrada al Puerto Tomás Maestre hasta el Puente del Estacio.

La toma de datos se realizó durante los días 22, 23, 24 de septiembre de 2022. Antes de la toma de datos, se realizó una calibración de ángulos del sistema sónar/multihaz y ajuste de velocidad de transmisión del sonido en el agua.

El sistema de adquisición y de registro fue un equipo informático provisto de adquisición digital de datos con georreferenciación de la información. El software utilizado para la recogida de datos y procesado fue el software Hypack-Hysweep 2021. Tras la adquisición, procesado y modelizado de los datos obtenidos durante el levantamiento batimétrico multihaz, estos se han representado en diferentes salidas gráficas sobre ortofoto, incluyendo un Modelo Digital del Terreno.

Se recorrieron un total de 182 transectos, siendo la longitud total recorrida de 94 km. Con estos recorridos se han obtenido 246 millones de sondas brutas, en un rango de profundidades comprendido entre los 0.4 m y los 12 m.



*Figura 13 Itinerarios realizados con sonda multihaz*



El plano generado con la batimetría consiste en un plano de curvas de isobatas de equidistancia 0.5 m y un Modelo Digital del Terreno (MDT) los cuales se detallan a continuación.



Figura 14 Mapa de isobatas (batimetría)

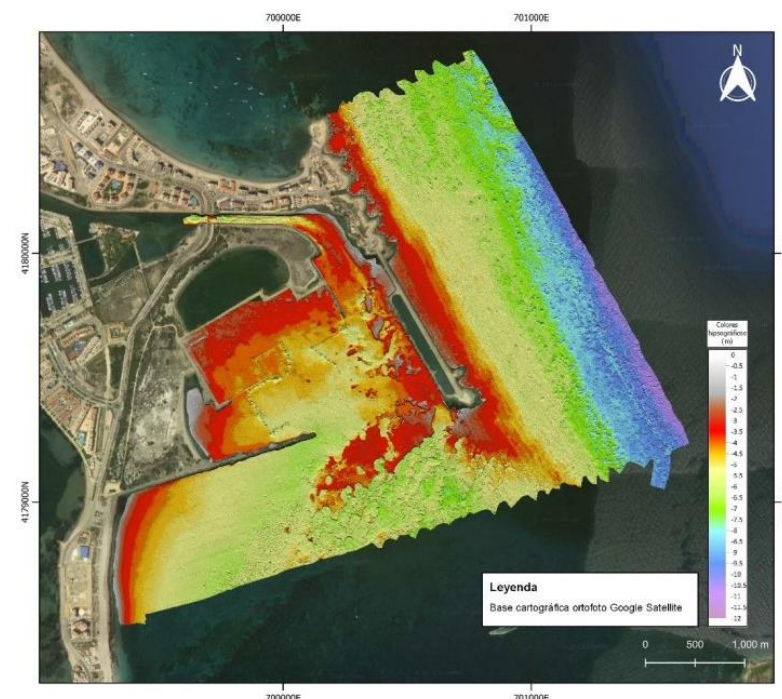


Figura 15 Modelo digital del terreno (batimetría)

#### 4.5. DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS TABLESTACAS

Se ha determinado la profundidad de hincado de las tablestacas existentes en el ámbito de estudio mediante el "Estudio geofísico mediante sísmica paralela" realizado por GEOFÍSICA CONSULTORES.

En los rellenos de las tablestacas se han ejecutado cinco (5) ensayos de Sísmica Paralela, SP-1 a SP-5, en cinco sondeos mecánicos, habilitados específicamente para la realización de estos ensayos. La profundidad útil alcanzada en este estudio es de 13,0 metros para el ensayo SP-1, 10,5 metros para los ensayos SP-2 y SP-3, 11,75 metros para el ensayo SP-4 y 12,5 metros para el ensayo SP-5.





Figura 16. Ubicación sondeos realizados

Para la realización de los ensayos de símica paralela en los rellenos junto a las tablestacas se instalaron sensores (hidrófonos) desde la cota del emboquille (cota del terreno) y se tomaron lecturas de los tiempos de llegada de las ondas sísmicas espaciados entre sí a 0,25 metros.

En la adquisición de datos se ha tomado una ventana de registro de 128 milisegundos de duración con una razón de muestreo de 1/16 milisegundos, obteniendo un total de 2048 muestras por traza, empleando un sismógrafo provisto de sistema de filtrado, reforzamiento de señal y grabación en soporte digital.

Para generar la señal sísmica se ha golpeado con una maza de cinco (5) kilos sobre la propia tablestaca, y se ha realizado otro registro de las mismas características, con golpes en terreno a la misma distancia del sondeo, que el registro de la tablestaca.

A continuación, se muestran los modelos de frecuencia frente a profundidad obtenidos para cada uno de los ensayos de símica paralela realizados en este estudio. En estos modelos se representa mediante un degradado de color las variaciones de frecuencia del registro realizado sobre la tablestaca, con respecto al del terreno natural. Por lo que al restar las amplitudes normalizadas por frecuencia, los valores más próximos al -100% suponen un aumento de amplitud del registro de tablestaca, con respecto al registro en terreno; los

valores próximos al 0%, frecuencias en las que no hay variación en ambos registros, y valores hacia el +100%, un descenso de las amplitudes con respecto al registro en terreno.

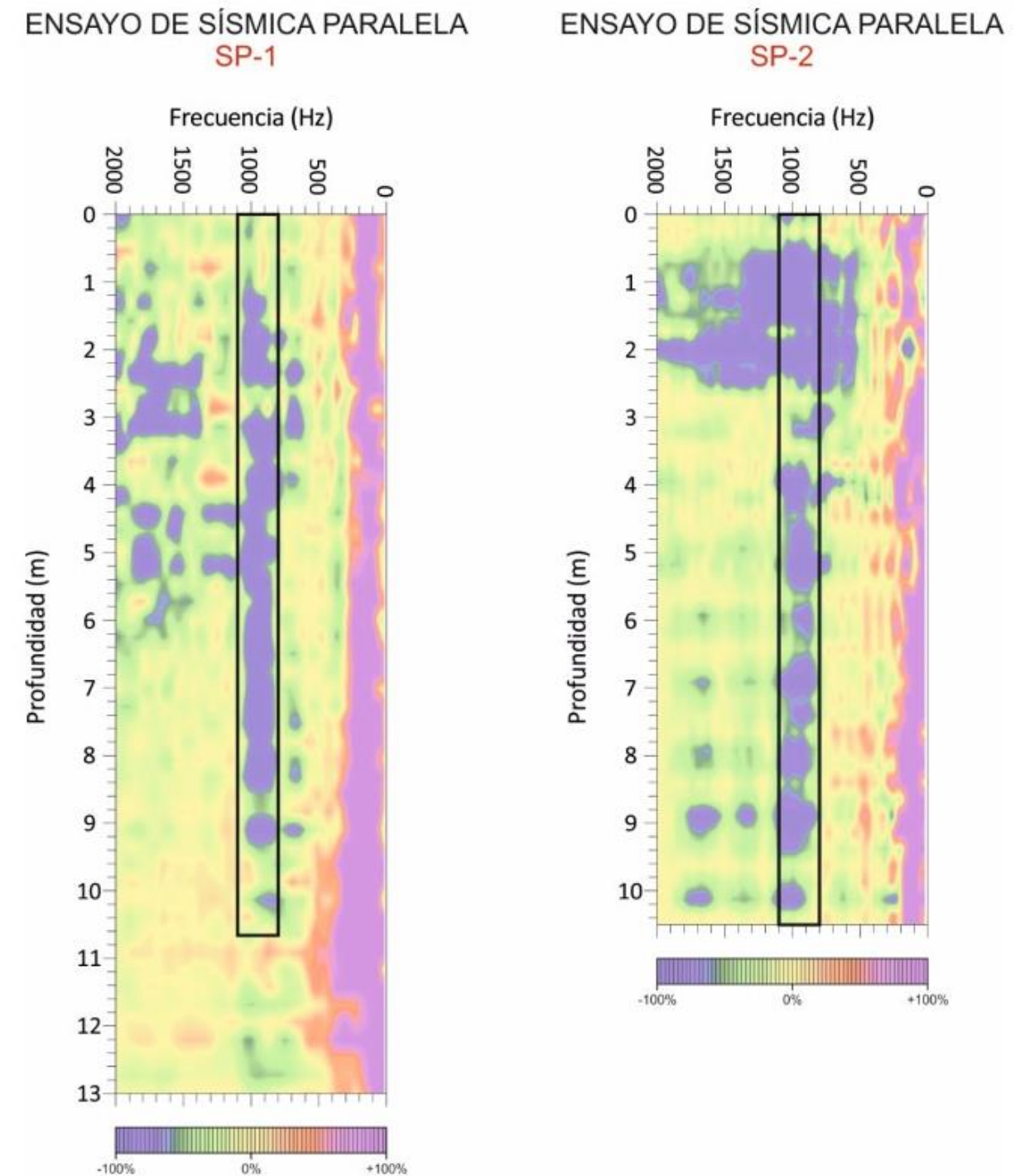


Figura 17. Resultados de los ensayos símica paralela sondeos SP-1 y SP-2

### ENSAYO DE SÍSMICA PARALELA SP-3

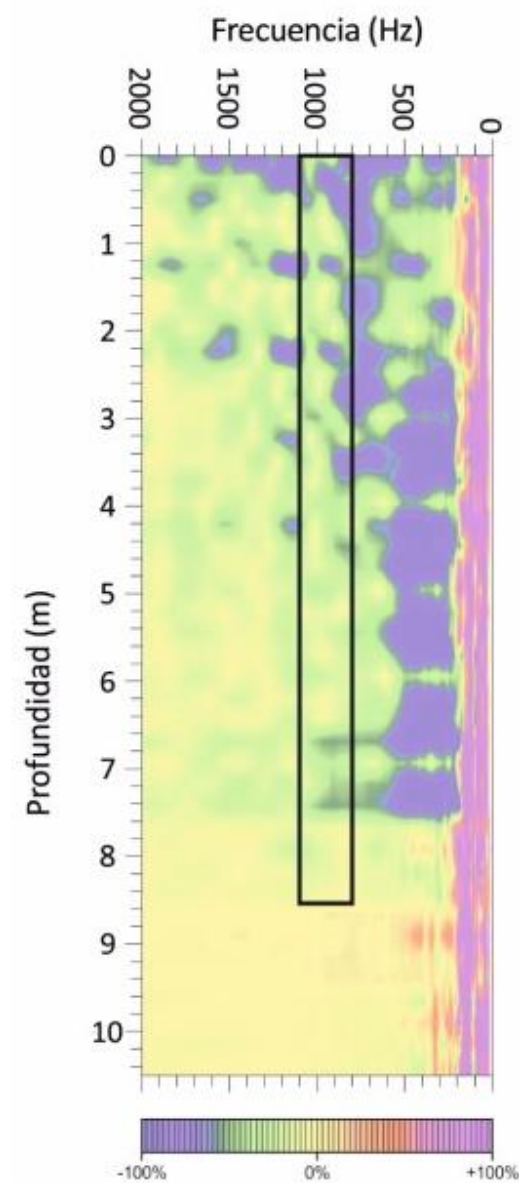
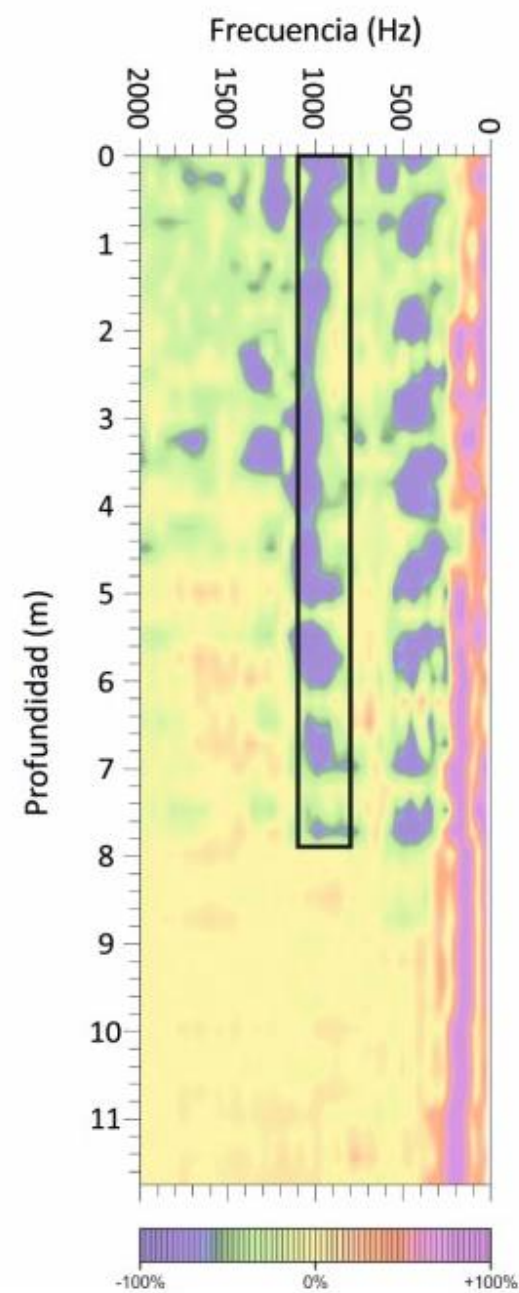


Figura 18. Resultados de los ensayos sísmica paralela sondeos SP-3 y SP-4

### ENSAYO DE SÍSMICA PARALELA SP-4



### ENSAYO DE SÍSMICA PARALELA SP-5

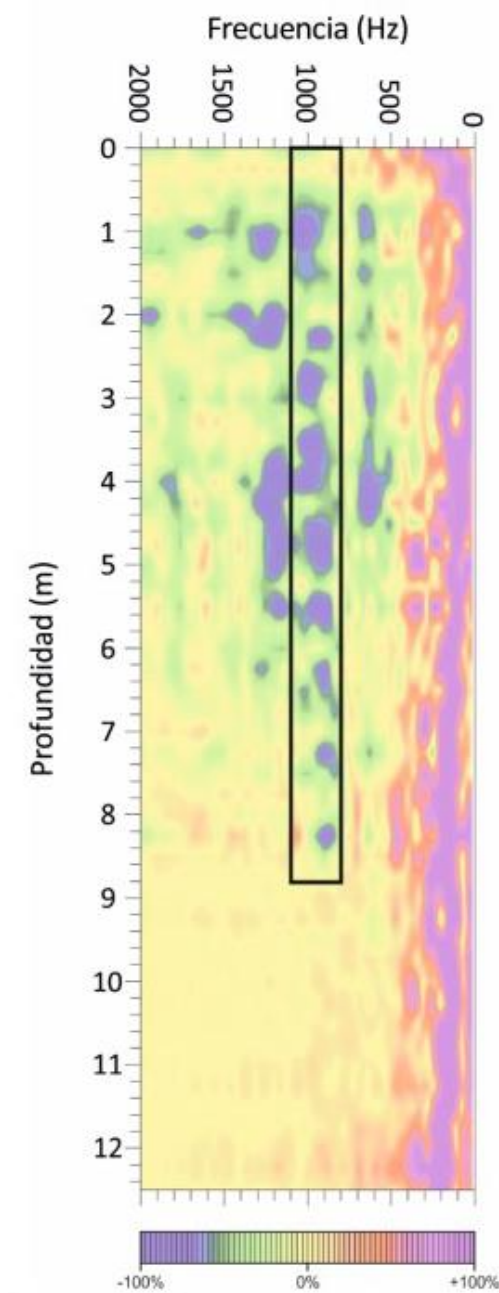


Figura 19. Resultados de los ensayos sísmica paralela sondeos SP-5

A partir de los modelos anteriormente mostrados se pueden extraer los siguientes resultados:

- SP-1: se observa una zona de mayor diferencia de amplitud hasta los 10,75 metros de profundidad, centrados principalmente en las frecuencias entre 800 y 1.100 Hz.



- SP-2: se observa una zona de mayor diferencia de amplitud que sobrepasa la máxima profundidad investigada en este ensayo, 10,50 metros de profundidad, centrados principalmente en las frecuencias entre 800 y 1.100 Hz.
- SP-3: se observa una zona de mayor diferencia de amplitud hasta los 8,50 metros de profundidad. Este modelo muestra una variación en las frecuencias de vibración hacia bajas frecuencias, aunque el límite en profundidad es coincidente.
- SP-4: se observa una zona de mayor diferencia de amplitud hasta los 7,75 metros de profundidad, centrados principalmente en las frecuencias entre 800 y 1.100 Hz, aunque presenta cierta dispersión hacia las bajas frecuencias.
- SP-5: se observa una zona de mayor diferencia de amplitud hasta los 8,75 metros de profundidad, centrados principalmente en las frecuencias entre 800 y 1.100 Hz.

Se adjunta en esta tabla el resumen de las dimensiones obtenidas:

Sondeo	Longitud enterrada detectada Sísmica Paralela (m)	Longitud sobresale terreno (m)	Longitud total (m)
SP-1	10,75	2,25	13,00
SP-2	10,50	0,50	11,00
SP-3	8,50	2,50	11,00
SP-4	7,75	2,75	10,50
SP-5	8,75	4,25	13,00

Tabla 1. Resumen longitud tablestacas

Para quedar del lado de la seguridad, a efectos de mediciones se ha considerado una longitud de tablestaca de 13 m, al ser la más desfavorable y coincidente con las dimensiones observadas en los restos de tablestacas encontradas en la zona.

4.6. CARACTERIZACIÓN DEL FONDO MARINO

Para la caracterización del fondo marino de la Caleta del Estacio, se han llevado a cabo estudios específicos efectuados por técnicos especialistas, mediante el empleo de equipos adecuados. A continuación, se muestran las conclusiones obtenidas en dichos estudios:

- Prospección magnetotérmica: Se han localizado un total de 34 puntos de interés magnetométrico, los cuales se muestran en la ilustración siguiente.



Figura 20. Ubicación de las anomalías magnéticas detectadas (UTM ETRS89 H30) (Fuente: Oceansnell)

La mayoría de estos puntos se localizan en la zona de tablestacado y canal de acceso a Tomás Maestre provocando una gran perturbación del campo magnético debido a la presencia de estructuras férricas.

- Sísmica de reflexión mediante perfilador de fondos Chirp: Se empleó un perfilador de sedimentos Edgetech 3400 de alta resolución. La toma de datos se realizó los días 21 y 22 de septiembre. Se recorrieron un total de 54 transectos cubriendo una distancia de perfiles de 57 km.

Mediante el levantamiento con sísmica de reflexión (perfilador de sedimentos) se ha determinado el espesor de sedimento no consolidado de los niveles que conforman el subsuelo de la zona de estudio.

Se interpreta que la Unidad A está compuesta por montículos de mata de *Posidonia oceanica*, cubiertos parcialmente o totalmente por sedimentos actuales no cementados. Estos montículos de mata se han desarrollado directamente sobre la superficie R1 o sobre material no consolidado de la Subunidad A2.

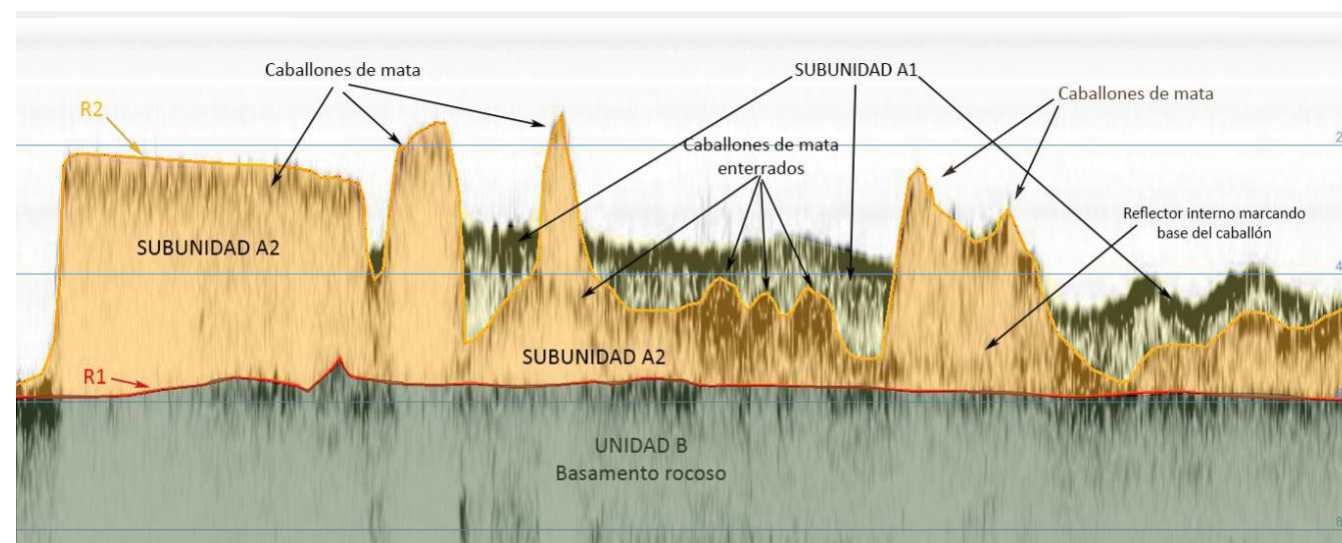


Figura 21. Ejemplo de registro interpretado tomado con perfilador de sedimento donde se marcan los principales rasgos descritos

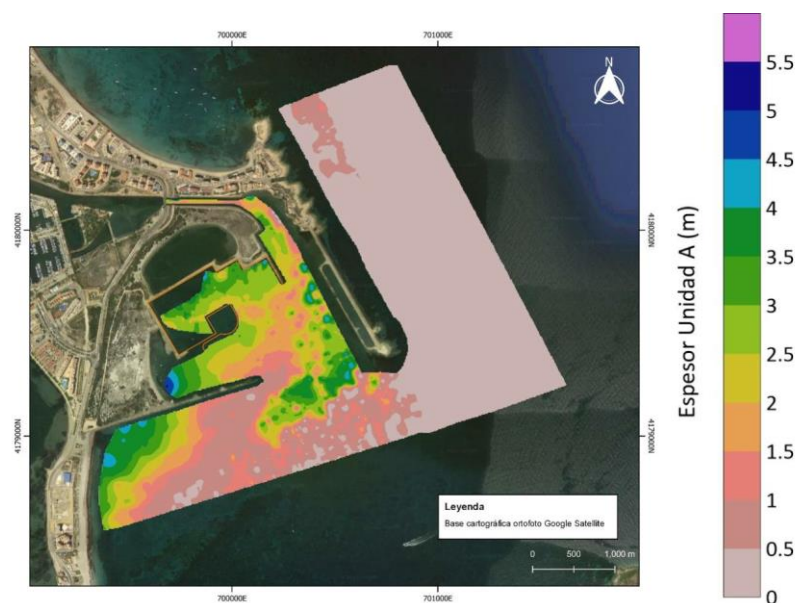


Figura 22. Plano de isopacas Unidad A (UTM ETRS89 H30)

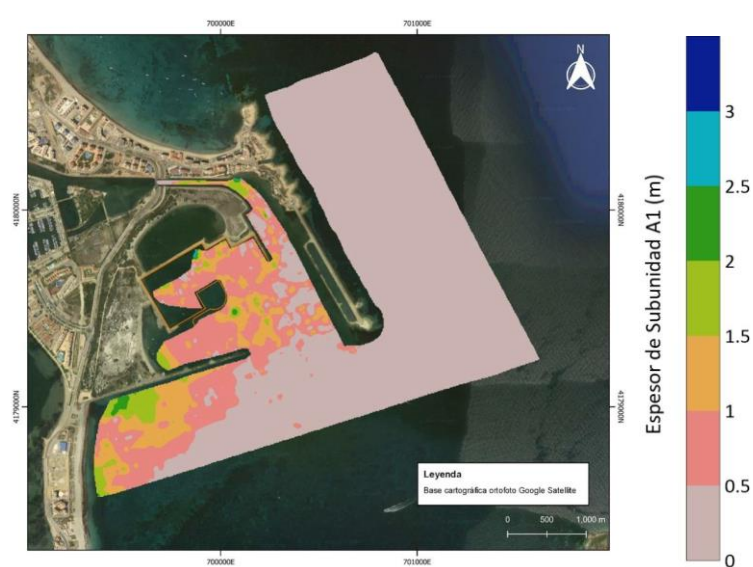


Figura 23. Espesor de sedimento de la subunidad A1 (UTM ETRS89 H30)

- Prospección geofísica mediante sonar de barrido lateral y vídeo submarino, a partir de la cual se obtuvo la cartografía bionómica del fondo marino, de la que se han podido detectar y delimitar las siguientes biocenosis marinas:
  - Arenas finas infralitorales bien calibradas.
  - Praderas de *Caulerpa prolifera*.
  - Praderas de *Cymodocea nodosa*.
  - Praderas de *Posidonia oceanica* en diferentes tipologías





Figura 24. Cartografía bionómica de la zona de estudio (UTM ETRS89 H30) (Fuente: Oceansnell)

■ Caracterización de comunidades bentónicas de sustrato blando

Los resultados de los análisis taxonómicos de macroinvertebrados bentónicos, realizados para la caracterización de las **comunidades bentónicas de sustratos blandos**, muestran unos valores de estadísticos descriptivos normales. La aplicación del índice MEDOCC indica que el **estado ecológico de la zona es, en general, bueno** (excepto en la muestra B2 en la que el estado ecológico es moderado). Todas las muestras obtenidas pertenecen a la **Biocenosis Arenas Infralitorales Finas Bien Calibradas**.



Figura 25. Ubicación de las estaciones de muestreo para Macrofauna (UTM ETRS89 H30) (Fuente: Oceansnell)

■ Caracterización de comunidades bentónicas macroalgales de sustrato duro

Según los criterios de aplicación del índice CARLIT, la calidad de la masa de agua se clasifica como **muy buena** en toda la zona de estudio.

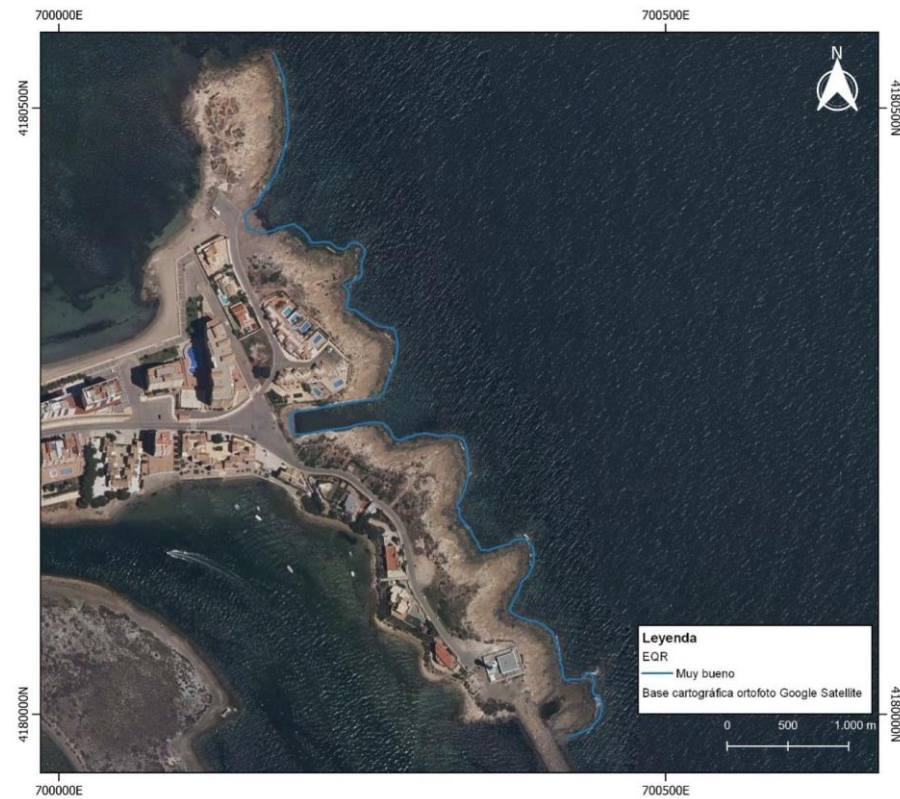


Figura 26. Ubicación del muestreo para la aplicación del índice CARLIT (UTM ETRS89 H30) (Fuente: Oceansnell)

#### ■ Caracterización de fanerógamas marinas

De la caracterización realizada sobre *Posidonia oceanica*, se puede concluir que la pradera presenta una **densidad de haces baja y una cobertura normal**.

A partir de los datos obtenidos se puede concluir que **la pradera de *Posidonia oceanica* está en un estado de conservación Desfavorable-inadecuado**.

Destacar que con los datos obtenidos de la geofísica y observaciones realizadas in situ mediante inmersión, no se han podido detectar marcas evidentes sobre *Posidonia oceanica* ocasionadas por el garreo y/o boerreo de embarcaciones, aunque no se descarta la presencia de las mismas en la zona.



Figura 27. Ubicación de las estaciones de muestreo para *Posidonia oceanica* (UTM ETRS89 H30)

#### ■ Inspección del estado de las tablestacas

En general todas las tablestacas se encuentran en un estado deteriorado, especialmente las ubicadas en zonas menos protegidas (Secciones 1, 2, 3, 4, 15 y 16). En estas mismas secciones se encuentran muchos fragmentos rotos y hundidos. En la ilustración siguiente se muestran las secciones de las tablestacas inspeccionadas





Figura 28. Inspección submarina (UTM ETRS89 H30) de las diferentes secciones de estudio (Fuente: Oceansnell)

#### ■ Cartografía de elementos enterrados o existentes en el fondo marino

Los resultados obtenidos con la prospección con sonar de barrido lateral no han mostrado ningún tipo de señal que evidencien la presencia de materiales o restos de interés arqueológico sobre el fondo marino de cara a una futura inspección arqueológica.

Por el contrario, la prospección con magnetómetro, sí que ha identificado 34 puntos de interés donde se han detectado anomalías magnéticas, 10 de las cuales coinciden además con líneas de perfilador de fondos. Estos puntos podrían considerarse zonas de interés arqueológico de cara a futuras inspecciones. Destaca que estas anomalías magnéticas, sobre todo en las localizadas en el interior de la dársena, pueden ser ocasionadas por elementos de naturaleza férrica procedentes del deterioro de las tablestacas. Por el contrario, las que se localizan fuera del recinto portuario y del ámbito de las obras son puntos de mayor interés de cara a una prospección arqueológica.

Visto lo anterior y al estar localizadas las actuaciones propuestas para la retirada de las tablestacas y el retranqueo y retirada de parte de los diques sur y levante, en el interior del actual recinto portuario y no estar prevista la realización de dragados para alcanzar los objetivos previstos, se estima que el desarrollo del "Proyecto de retirada de instalaciones de Puerto Mayor y recuperación ambiental del espacio ocupado por las mismas, en el T.M. San Javier (Murcia)", será compatible con la conservación de los elementos del patrimonio cultural de la Región de Murcia.

Asimismo, y a pesar de que no está prevista la aparición de restos arqueológicos, en caso de que durante la ejecución de los trabajos propuestos se encontrase algún hallazgo arqueológico, se llevará a cabo la paralización de las obras y la correspondiente comunicación a la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia, estableciéndose las medidas de protección adecuadas para su preservación.

## 4.7. CARACTERIZACION DEL SEDIMENTO MARINO Y DE LOS RELLENOS

Se ha caracterizado el sedimento marino presente en la Caleta del Estacio, así como los rellenos asociados a las tablestacas.

Para efectuar el estudio del sedimento marino, se han tenido en cuenta los parámetros establecidos en la "Instrucción técnica para la gestión ambiental de las extracciones marinas para la obtención de arena". A este respecto, se han estudiado 5 perfiles, tomándose 5 muestras de sedimento por perfil.

Sobre los parámetros físicos de dichos sedimentos y conforme a los resultados obtenidos en el análisis granulométrico efectuado, las siguientes muestras superficiales superan el 5% de finos, P1-3, P1-4, P1-5, P2-3, P2-4, P2-5, P3-4, P3-5, P4-3, P4-4 y P5-4.

Por otra parte, y en cuanto a los parámetros químicos analizados, se aprecia que las muestras de los puntos P2-3, P3-4 y P5-4 superan las concentraciones límite de Cadmio y Plomo, así como el porcentaje aceptable de Carbono Orgánico Total. Junto a éstas, es preciso indicar que las muestras de los puntos P4-3 y P4-4 no cumple el porcentaje de Carbono Orgánico Total aceptable, ya que superan el 1% del total.

Como se puede apreciar en la imagen siguiente, los puntos de muestreo donde se superan las concentraciones límite de alguno de los parámetros químicos establecidos en el art. 14 de la instrucción técnica, son los que se encuentran más próximos a las tablestacas abandonadas y muy deterioradas, mientras que en el punto de muestreo P4.4 donde no cumple el porcentaje de Carbono Orgánico Total aceptable, se observa la existencia de praderas de vegetación subacuática.





Figura 29. Ubicación de los puntos de muestreo y áreas que no cumplen la concentración límite de alguno de los parámetros químicos analizados

Respecto a los análisis microbiológicos, se ha identificado la presencia de enterococos en todos los puntos situados en la playa seca, además de en algunos puntos situados en el estrán de la playa.

Se estima que la existencia de este indicador de contaminación fecal es debida a la presencia en el área de estudio de perros, gatos, aves y otros animales observados en numerosas ocasiones en la Caleta del Estacio, tal y como se aprecia en las siguientes imágenes donde se reflejan las huellas y otros restos de animales identificados en la playa seca y el estrán.



Figura 30. Huellas de presencia de animales en la Caleta del Estacio

De acuerdo con los resultados obtenidos en los puntos de muestreo del área de estudio, se considera que los puntos de muestro de sedimentos marinos cuyos parámetros físicos, químicos y microbiológicos son compatibles para su aportación en la Caleta del Estacio, de acuerdo con lo establecido en la citada "Instrucción técnica para la gestión ambiental de las extracciones marinas para la obtención de arena "son los puntos P2-2, P3-3, P4-2, P4-5, P5-3 y P5-5.

Por otra parte, resulta necesario caracterizar el material del relleno presente ya que el proyecto contempla su retirada y transporte a vertedero autorizado. En cuanto a la caracterización del material de relleno presente tanto en el trasdós de las tablestacas, como en la superficie terrestre de la Caleta del Estacio, se ha llevado a cabo un levantamiento estratigráfico en cada una de las calicatas que se han realizado en diferentes zonas del ámbito de estudio. En la ilustración siguiente se muestra la ubicación de las calicatas realizadas y de los puntos adicionales donde se han realizados ensayos "in situ" de metales pesados.





Figura 31. Ubicación de las calicatas realizadas y puntos de muestreo "in situ" realizados en el ámbito de estudio

En la tabla siguiente se muestra una breve descripción de los terrenos identificados durante los trabajos de excavación efectuados en cada una de dichas calicatas:

Calicata	Profundidad (m)	Descripción
C1	0,00 – 0,20	Terreno vegetal
	0,20 – 1,20	Arenas de tonos grises. Inestables. Fáciles de excavar
	A partir de 1,20 m	Aparece nivel freático y las paredes se cierran. No se puede seguir excavando
C2	0:00 – 1,10	Arenas de tonos marrones grisáceos con algo de grava. Fácilmente excavables. Paredes inestables
	1,10 – 2,00	Areniscas de tonos marrones claros. Difícil de excavar
	A partir de los 2,00 m	No se puede seguir excavando porque el material ofrece alta resistencia a la excavación
C3	0,00 – 0,60	Arenas y limos con indicios de gravas de tonos marrones. Fáciles de

		excavar. Estables
	0,60 – 1,60	Arenas de tonos marrones grisáceos, fáciles de excavar. Paredes inestables
	1,60 – 1,80	Fangos. Fáciles de excavar. Inestables
C4	0,00 – 1,40	Arenas de tonos grises. Fáciles de excavar. Paredes inestables
	A partir de 1,40 m	Aparece el nivel freático y las paredes de la calicata colapsan impidiendo continuar con la excavación
C5	0,00 – 0,60	Gravas y arenas de tonos marrones con restos vegetales. Estables. Fáciles de excavar
	0,60 – 1,60	Arenas con finos no plásticos y gravas de tonos marrones grisáceos. Fáciles de excavar. Paredes estables
	A partir de 1,60 m	Aparecen fangos y nivel freático, no se puede continuar la excavación
C6	0,00 – 1,00	Gravas y arenas de tonos marrones grisáceos. Fáciles de excavar. Paredes inestables
	0,50	Se detecta el nivel freático
	A partir de 1 m	No se puede seguir excavando
C7	0,00 – 1,00	Gravas y bolos angulosos de gran tamaño. Excavables. Inestables
	A partir de 1,00	Nivel freático superficial
C8	0,00 – 1,00	Gravas y bolos angulosos de gran tamaño. Excavables. Inestables
	A partir de 1,00 m	Nivel freático superficial
C9	0,00 – 1,20	Gravas y bolos angulosos de gran tamaño. Excavables. Inestables
	A partir de 1,20	Nivel freático superficial
C10	0,00 – 0,50	Arenas grises. Fáciles de excavar. Inestables
	0,50 – 1,20	Arenas y fangos de tonos grises. Fáciles de excavar. Inestables
	A partir de 1,00 m	Aparece nivel freático y las paredes de la calicata colapsan, por tanto, no

se puede seguir excavando

Tabla 2. Descripción de los terrenos identificados en las calicatas realizadas en el ámbito de estudio

Los ensayos realizados a las muestras obtenidas en las calicatas han sido los siguientes:

- Análisis granulométrico de suelos por tamizado (UNE-103101:95)
- Límites de Atterberg (UNE-103103:94 y 103104:93)
- Ensayo de colapso en suelos (NLT-254/99)
- Determinación del hinchamiento libre de un suelo en edómetro (UNE-103601:96)
- Determinación del contenido de materia orgánica. Método del permanganato potásico (UNE-103204:93)
- Determinación del contenido de sales solubles (NLT-114/99)
- Determinación del contenido de yesos (NLT-115/99)
- Determinación del contenido en sales solubles distintas del yeso (NLT-114/99)

Para tener una primera aproximación del tipo de materiales de relleno existentes en las instalaciones de Puerto Mayor y la Caleta del Estacio y su posible capacidad potencialmente contaminante, se han realizado ensayos “in situ” de metales pesados, sobre las muestras procedentes de las calicatas efectuadas en diferentes puntos distribuidos en el área de estudio, así como en la muestra tomada en el camino de acceso junto al Dique Sur.

Dichas muestras han sido tomadas a tres profundidades (superficial, media, profunda), para identificar la posible presencia de algún estrato compuesto por material de relleno diferente. Es preciso señalar que, en cada una de las muestras obtenidas a cada profundidad, se ha efectuado un ensayo “in situ”, excepto en la muestra superficial procedente del camino, en la que se aprecia visualmente la existencia de diferentes tipos de materiales, por lo que se han realizado tres ensayos, con la finalidad de reducir la incertidumbre del resultado obtenido.

Estos ensayos “in situ” fueron realizados por la empresa TYP SA y para ello se utilizó un Espectrofotómetro de Rayos X para la medición de metales pesados y de un analizador portátil para medición de TPHs.

Para el control de nivel de metales pesados en dichos materiales de relleno, se ha empleado un equipo de medición XRF de la casa comercial “**Thermo scientific, modelo Nilton XL3t**” con número de serie 33558.



Figura 32. Equipo de medición XRF <sup>(2)</sup>

<sup>(2)</sup> “Thermo scientific, modelo Nilton XL3t” con número de serie 33558.

A través de dicho equipo de medición “in situ”, se ha obtenido la concentración (mg/kg) de los siguientes metales pesados: Mo, Pb, Se, As, Hg, Zn, Cu, Ni, Co, Cr, V, Ba, Sb, Sn, Cd.

De acuerdo con los resultados obtenidos en dichos ensayos “in situ”, se ha observado en las muestras procedentes de las calicatas 3 y 6, así como en el camino de acceso junto al dique sur, una mayor concentración de metales pesados, en especial de Plomo y Arsénico.

En cuanto a la gestión de dichos materiales de relleno, se ha llevado a cabo su caracterización como residuo y se han aplicado los criterios establecidos en el Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Para ello y conforme al muestreo realizado y a los resultados obtenidos en los ensayos “in situ”, se han efectuado dos muestras compuestas con materiales procedentes de las calicatas que han presentado características similares:

- Muestra compuesta 1: Procedente del material tomado en las calicatas 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9 y 10. Las muestras de las calicatas 7, 8 y 9 corresponden a la capa más superficial, ya que en la mayor parte de estas calicatas se extrajeron rocas de grandes dimensiones.
- Muestra compuesta 2: Procedente del material de las calicatas 3 y la muestra tomada en el camino presente junto al dique sur de Puerto Mayor.

A pesar de identificar una concentración elevada de As y Pb en la calicata 6, no se incluye en esta mezcla compuesta ya que dichos niveles altos se encuentran principalmente en los materiales presentes en un estrato intermedio, pero no en la totalidad del perfil de la calicata, por lo que se estima



que su incorporación podría diluir la concentración de dichos metales en la mezcla. Por este motivo, se asume que las características de los materiales de la calicata 6 son similares a los presentes en la calicata 3 y en el camino.

Lo resultados obtenidos en dichas muestras han sido los siguientes:

Muestra compuesta 1:

El resultado del ensayo del residuo representado por la Muestra Compuesta 1 (C2+C4+C5+C7+C9+C10), permite proponer su clasificación como **residuo no peligroso**, con el código LER 17 05 04 Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03, de acuerdo con el Reglamento 1357/2014, de 18 de diciembre.

Asimismo, el residuo representado por la Muestra Compuesta 1 (C2+C4+C5+C7+C9+C10), cumple los criterios para residuos **admisibles en vertederos para residuos no peligrosos**, con arreglo al Real Decreto 646/2020.

Muestra compuesta 2:

El resultado del ensayo del residuo representado por la Muestra Compuesta 2 (C3+Camino), permite proponer su clasificación como **residuo peligroso**, con el código LER 17 05 03 Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas, conforme al Reglamento 1357/2014, de 18 de diciembre.

Asimismo, el residuo representado por la Muestra Compuesta 2 (C3+Camino), cumple los criterios para residuos **admisibles en vertederos para residuos no peligrosos junto con residuos peligrosos no reactivos estables**, con arreglo a lo indicado en el apartado 2.2.2 Valores límite para residuos no peligrosos c), del Anexo II del Real Decreto 646/2020.

4.8. CALIDAD DE LAS AGUAS

Se ha efectuado un estudio para determinar la calidad del agua existente en el ámbito del proyecto de retirada de las antiguas instalaciones de Puerto Mayor y sus inmediaciones.

Para ello, se ha efectuado la toma de muestras de agua en 6 puntos distribuidos a lo largo del ámbito de estudio, sobre las cuales se han realizado el análisis de los siguientes parámetros:

- Perfiles termohalinos, oxígeno disuelto, pH, potencial redox, clorofila y turbidez, en continuo, en toda la columna de agua desde la superficie hasta el fondo, mediante sonda multiparamétrica, para conocer su grado de heterogeneidad vertical.
- Calidad del agua, con muestreo mediante botella hidrográfica, y posterior analítica en laboratorio de los parámetros más significativos, incluidos los siguientes indicadores de contaminación: sólidos en

suspensión, nitrógeno total, fosfatos, carbono orgánico oxidable, metales (mercurio, cadmio, plomo, cobre, zinc, cromo y níquel) y arsénico.

Tras estos análisis y para determinar la calidad del agua existente en el ámbito del proyecto, se ha atendido al estudio de los parámetros indicados en el *Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental*.



Figura 33. Ubicación de los puntos de muestreo de agua en el área de estudio

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos en los ensayos efectuados a las muestras de agua en el laboratorio de TYPSA.

	B1 Superficie	B2 Superficie	B4 Superficie	B6 Superficie	B9 Superficie	B10 Superficie	B10 Fondo
Sólidos en suspensión (mg/L)	18,8	15,6	9,8	3,8	6,4	4,2	3,2
Nitrógeno Kjeldahl (mg N/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Cobre total	0,0032	< 0,00275	0,0037	< 0,00275	0,0122	0,003	< 0,00275

	B1 Superficie	B2 Superficie	B4 Superficie	B6 Superficie	B9 Superficie	B10 Superficie	B10 Fondo
(mg/L)							
Cadmio total (mg/L)	0,00015	0,000147	0,000181	< 0,00011	0,00028	< 0,00011	< 0,00011
Níquel total (mg/L)	< 0,00275	< 0,00275	< 0,00275	< 0,00275	< 0,00275	< 0,00275	< 0,00275
Cromo total (mg/L)	< 0,00275	< 0,00275	< 0,00275	< 0,00275	< 0,00275	< 0,00275	< 0,00275
Plomo total (mg/L)	0,0037	0,0122	0,0149	< 0,00138	0,0054	0,00241	0,0032
Zinc total (mg/L)	0,038	< 0,0275	< 0,0275	< 0,0275	0,045	< 0,0275	0,033
Arsénico total (mg/L)	0,0029	0,00234	0,00272	0,00252	0,0030	0,0045	0,0044
Mercurio total (mg/L)	< 0,000055	< 0,000055	< 0,000055	< 0,000055	< 0,000055	< 0,000055	< 0,000055
Ortofosfatos (mg PO <sub>4</sub> /L)	< 0,0305	< 0,0305	< 0,0305	< 0,0305	< 0,0305	< 0,0305	< 0,0305
Nitritos (mg NO <sub>2</sub> /L)	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	< 0,200	0,71	1,01	0,32	0,63	< 0,200	< 0,200
Nitrógeno total (mg N/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Carbono orgánico oxidable (mg/L)	1,07	1,12	1,09	1,12	1	1,09	1,07

Tabla 3. Resultados de los análisis de las muestras de agua efectuados en el laboratorio de TYPSA

A continuación, se efectúa un análisis de los resultados obtenidos, con respecto a los principales parámetros establecidos en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental:

Estado ecológico:

En el Anexo II del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, se muestran las condiciones de referencia, el máximo potencial ecológico y los límites de clases de estado de cada uno de los indicadores de los elementos de calidad, que permiten evaluar el estado o potencial ecológico de las masas de agua.

A este respecto, se especifica en el apartado E de dicho Anexo II los indicadores y tipos (apartado E.1), así como las condiciones de referencia y límites de cambio de clase de estado (aparto E.2) de las aguas costeras.

Según el tipo de masa de agua costera afectada por el proyecto de Puerto Mayor (AC-T05), se deben analizar una serie de indicadores para evaluar su estado ecológico. En la tabla siguiente se muestran las condiciones de referencia para este tipo de aguas costeras:

Tipos aguas costeras	Indicador	Unidades	Valor absoluto.	Indicadores biológicos e hidromorfológicos: RCE Indicadores químicos y biológicos (ChIA): Concentración			
			Condición de referencia/ condición específica del tipo.	Límite muy bueno/ bueno	Límite bueno/ moderado	Límite moderado/ deficiente	Límite deficiente/malo
AC-T05	Chl-a	µg/L	0,9	1,13	1,8	2,5	3,21
AC-T05	POMI		Condición óptima ideal obtenida a partir de la media de los x mejores valores medidos para cada métrica, siendo x el 10 % del número total de estaciones muestreadas.	0,77	0,55	0,32	0,1
AC-T05	SV		Condición óptima ideal obtenida a partir de la media de los x mejores valores medidos para cada métrica.	0,77	0,55	0,32	0,1
AC-T05	CARLIT		Valor establecido para cada una de las situaciones ambientales definidas según tipo de costa y sustrato.	0,75	0,60	0,40	0,25
AC-T05	BOPA		Fauna únicamente compuesta por especies sensibles (anfípodos excepto género Jassa) y ausencia de poliquetos oportunistas. BOPA: 0.	0,95	0,54		
AC-T05	MEDOCC		Fauna compuesta por 90% especies sensibles y 10% especies indiferentes. MEDOCC: 0,2.	0,73	0,47	0,20	0,08
AC-T05	Amonio	µmol NH <sub>4</sub> /L			4,60 (CP) 2,30 (CM)		
AC-T05	Nitritos	µmol NO <sub>2</sub> /L			0,92 (CP) 0,46 (CM)		
AC-T05	Nitratos	µmol NO <sub>3</sub> /L			7,3 (CP) 3,65 (CM)		
AC-T05	Fosfatos	µmol PO <sub>4</sub> /L			0,76 (CP) 0,38 (CM)		
AC-T05	FAN	(Adimensional)		-0,2 (CP) -0,3 (CM)	0,2 (CP) 0 (CM)	0,6 (CP) 0,3 (CM)	1 (CP) 0,6 (CM)

Ilustración 1. Condiciones de referencia y límites de cambio de clase de estado para el tipo de masa AC-T05, según Anexo II Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre

Es destacable que el punto de muestreo B4, situado frente a la playa del Estacio, no cumple los valores de nitratos para ser considerada esta zona con un estado ecológico bueno/moderado, así como el valor de Chl-a obtenido en dicho punto de muestreo, corresponde a un estado deficiente/malo.

Junto al punto B4, los resultados obtenidos en los puntos B2 y B9 no permiten valorar el agua del ámbito de estudio con un estado ecológico bueno/moderado, por incumplimiento del valor de nitratos, según lo establecido en el Real Decreto 817/2015.

En cuanto al punto B6, la concentración de nitritos, nitratos y fosfatos permiten considerar un estado ecológico bueno / moderado, mientras que el valor de CHI-a obtenido en dicho punto señala un estado moderado/deficiente.

No obstante, es preciso indicar que la evaluación del estado o potencial ecológico de las masas de agua se realiza a partir de las series de datos disponibles en un periodo de tiempo, mientras que las concentraciones de los parámetros analizados en el presente estudio proceden de unas muestras puntuales distribuidas en una localización concreta (menos de 300 has), incluida en la masa de agua costera “Mojón – Cabo Palos” (ES0701030003) de 9.127,53 has.

Por este motivo, los resultados obtenidos reflejan el estado del agua del ámbito de estudio en un momento determinado, presentando por tanto una elevada incertidumbre.

Estado químico:

En cuanto a los valores de NCA-CMA del Cadmio mostrados en el Anexo IV, varían en función de la dureza del agua con arreglo a las cinco categorías (clase 1: < 40 mg CaCO3/l, clase 2: de 40 a < 50 mg CaCO3/l, clase 3: de 50 a < 100 mg CaCO3/l, clase 4: de 100 a < 200 mg CaCO3/l, y clase 5: ≥ 200 mg CaCO3/l). En la presente evaluación, se ha tenido en cuenta el valor más restrictivo de Cadmio.

	Real Decreto 817/2015		
	Anexo IV (NCA-CMA)	Anexo V (NCA-MA)	Clase de sustancia
Cobre total (µg/L)		25	Preferente
Cadmio total (µg/L)	0,45		Peligrosa prioritaria
Níquel total (µg/L)	34		Prioritaria
Cromo total (µg/L)		5	Preferente
Plomo total (µg/L)	14		Prioritaria
Zinc total (µg/L)		60	Preferente
Arsénico total (µg/L)		25	Preferente
Mercurio total (µg/L)	0,07		Peligrosa prioritaria

Tabla 4. Normas de calidad ambiental según Anexos IV y V del Real Decreto 817/2015

Respecto a la valoración del nivel de Cromo y desde el punto de vista de la seguridad, se ha tomado como referencia el valor del Cr (VI), ya que si el valor del Cromo total (que incluye el Cr VI), es inferior a éste, se considera que la muestra cumple con el valor establecido para Cromo VI en el Real Decreto 817/2015.

Por tanto, las muestras de agua tomadas en los puntos ubicados en las antiguas instalaciones de Puerto Mayor, cumplen con las normas de calidad ambiental establecidas en los Anexos IV y V del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, excepto en el valor del plomo del punto B4 superficial.

4.9. CLIMA MARÍTIMO

La información más detallada, referente al clima marítimo en la zona de estudio y a la dinámica litoral se recoge en el *Anejo 8: Clima marítimo y dinámica litoral* del presente proyecto.

El estudio del clima ha tenido como finalidad la descripción de las variables metoceánicas en las proximidades e interior de las instalaciones de Puerto Mayor.

La caracterización del clima marítimo se ha realizado contando con los datos de oleaje (altura de ola, periodo y dirección) y nivel del mar.

En el estudio del nivel de marea en la zona de estudio se emplea la base de datos procedente de nivel del mar del mareógrafo de Carboneras con datos horarios desde el 17 julio del año 2013 hasta el 30 de septiembre del año 2022, aportados por Puertos del Estado, cuya descripción se presenta a continuación:

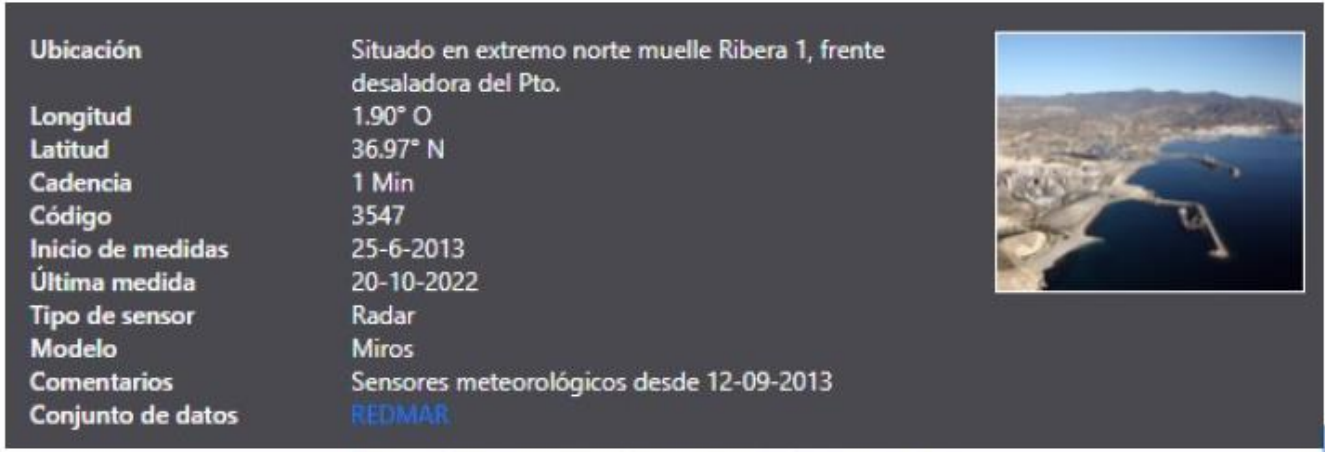


Figura 34. Descripción del mareógrafo de Carboneras

En esta base de datos es procesada con el modelo T-Tide para analizar y reconstruir la serie de marea en el intervalo de tiempo deseado. Se muestra a continuación la serie de marea astronómica y meteorológica diferenciada en el intervalo de tiempo de datos disponibles.



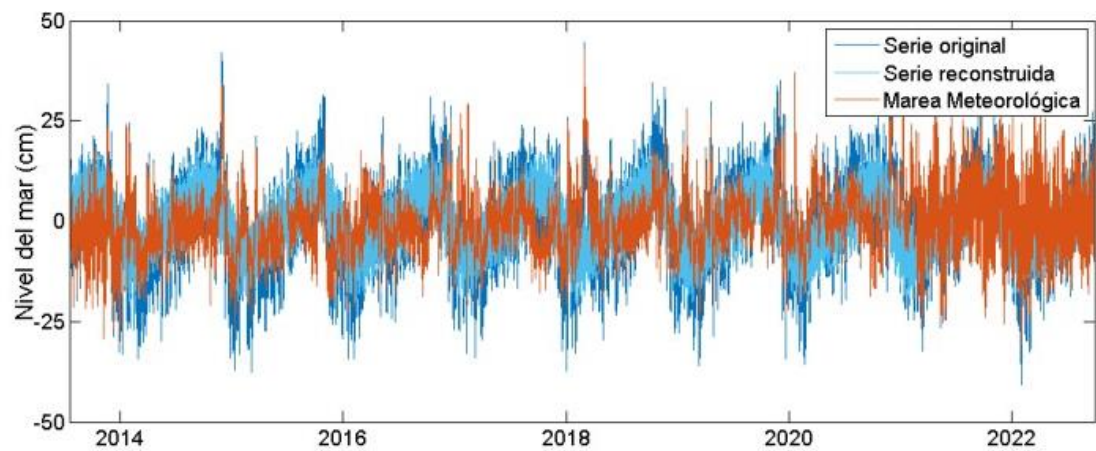


Figura 35 Serie horaria de datos del nivel de marea astronómica (serie original y reconstruida) y meteorológica

Se dispone de 64 años de datos de oleaje, lo cual ha permitido la caracterización tanto en régimen medio como extremal en profundidades indefinidas. Presenta valores de altura significativa inferiores a 2 metros en todo el rango de periodos y valores máximos de 5 metros con periodos de 10 segundos, se detecta algún caso excepcional de 7 metros con periodos de 12 segundos. Se observa que las mayores alturas de ola significativa corresponden a la dirección de los SSO, seguidas del rango de direcciones NE-E.

	H <sub>s</sub> min	H <sub>s</sub> máx	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	Total
H <sub>s1</sub>	0	1	9,13	12,97	18,54	5,78	2,04	2,03	4,33	12,60	2,76	73.59
H <sub>s2</sub>	1	2	3,67	6,58	6,25	0,49	0,13	0,15	0,38	4,26	0,59	23.37
H <sub>s3</sub>	2	3	0,47	1,00	0,61	0,01	0,01	0,00	0,01	0,27	0,05	2.52
H <sub>s4</sub>	3	4	0,10	0,22	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0.44
H <sub>s5</sub>	4	5	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.07
H <sub>s6</sub>	5	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.01
Total			13.39	20.81	25.50	6.28	2.18	2.19	4.72	17.16	3.41	100

Tabla 5 Tabla de ocurrencia de altura de la significativa y direcciones del oleaje. Profundidades indefinidas, Nodo SIMAR 2078094

Se ha seleccionado 9 puntos de control para reconstruir el oleaje una vez propagado: Seis (6) puntos para conocer el clima en la zona de estudio y adicionalmente tres más (A-C) considerando los puntos de difracción de las playas para la configuración actual y en caso de retroceder el contradique.

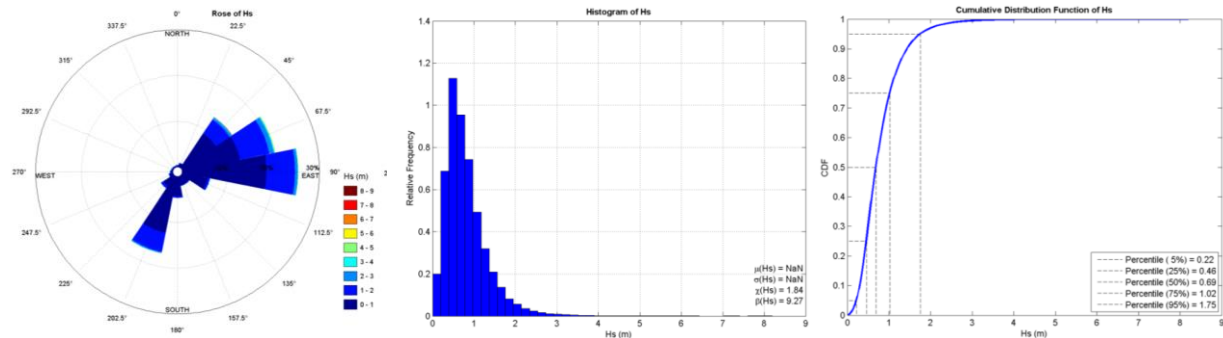


Figura 36 Rosas direccionales, función de densidad y de distribución de Hs. Profundidades indefinidas, Nodo SIMAR 2078094



Figura 37. Puntos de control seleccionados 1-6 y A-C

Se estudia el régimen medio y extremal en cada punto.

Acontinuación, se muestra un ejemplo de los resultados del régimen medio en el punto B y las tablas del oleaje asociado al periodo de retorno.

Punto B			Hs 1	Hs 2	Hs 3	Hs 4	Hs 5	Hs 6	Total
			0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	
			0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	
Tp1	1	2,3	0,01	0,09	0,03	0,14	0,00	0,00	0,27
Tp2	2,3	3,6	0,01	1,75	1,81	2,61	0,06	0,00	6,24
Tp3	3,6	4,9	0,00	2,65	10,17	10,78	0,57	0,00	24,18
Tp4	4,9	6,2	0,01	3,53	9,91	14,93	4,90	0,00	33,29
Tp5	6,2	7,5	0,01	4,43	5,49	6,94	4,24	0,00	21,10
Tp6	7,5	8,8	0,00	2,92	3,69	2,71	0,96	0,00	10,28
Tp7	8,8	10,1	0,00	0,77	1,84	0,83	0,26	0,00	3,70
Tp8	10,1	11,4	0,00	0,10	0,51	0,15	0,05	0,00	0,81
Tp9	11,4	12,7	0,00	0,01	0,09	0,02	0,00	0,00	0,12
Tp10	12,7	14	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Total			0,04	16,26	33,55	39,09	11,05	0,01	100,00

Tabla 6 Tabla de ocurrencia Hs-Tp en el punto de difracción B

Punto de control / Tr (años)	1	5	25	50	150	250
1	2,02	2,48	2,64	2,7	2,78	2,82
2	2,11	2,65	2,82	2,88	2,96	2,99
3	1,66	2,08	2,18	2,21	2,25	2,26
4	0,99	1,05	1,07	1,08	1,09	1,1
5	1,17	1,83	1,87	1,88	1,89	1,89
6	1,14	2	2,05	2,06	2,07	2,07

Tabla 7. Tabla de altura de ola significativa Hs asociada a distintos periodos de retorno.

4.10. DINÁMICA LITORAL

La información más detallada, referente al clima marítimo en la zona de estudio y a la dinámica litoral se recoge en el Anejo 8: Clima marítimo y dinámica litoral del presente proyecto.

Tras la reconstrucción del oleaje en los distintos puntos de control y conocimiento del flujo medio de energía se obtiene las plantas de equilibrio de la costa para las alternativas planteadas.

Los perfiles de playa se espera que sean cercanos al perfil teórico de Dean en su situación de equilibrio. Se obtienen estos perfiles con en base a los sedimentos de cada zona, se muestran a continuación:

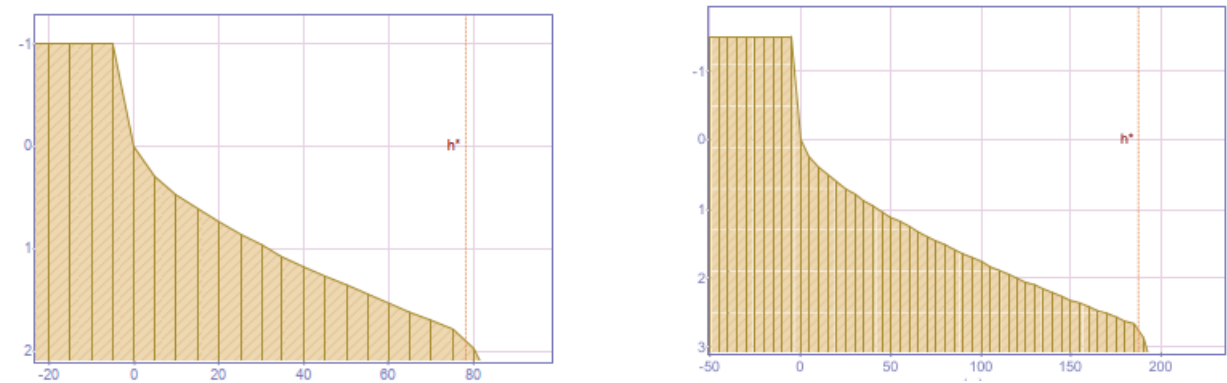


Figura 38 Perfil de equilibrio playas Norte (izquierda) y Sur (derecha) de la Caleta del Estacio

Sin embargo, reduciendo la escala temporal a eventos de temporal, esta forma de la playa se puede ver afectada. El sistema circulatorio pone en evidencia las zonas de erosión y sedimentación de los temporales analizados, identificadas en amarillo y verde respectivamente en las siguientes imágenes. Se puede observar una zona de erosión donde las corrientes son más intensas en la zona más somera del perfil de la parte central de la playa. La corriente transporta este sedimento hasta las zonas más profundas del perfil.



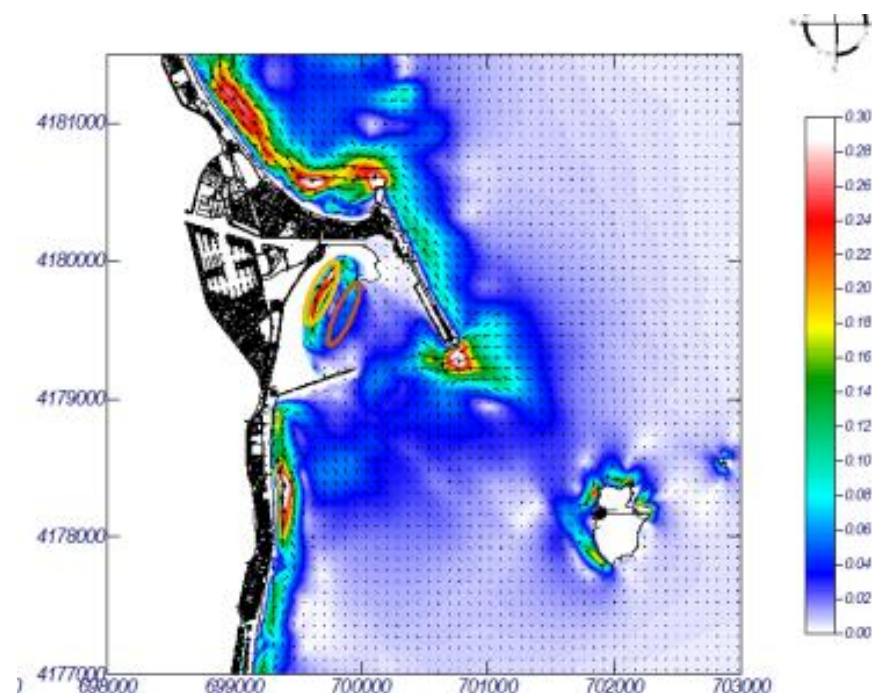


Figura 39 Patrón de corrientes generado por un temporal dirección Este

Adicionalmente, la respuesta del perfil durante el oleaje de temporales, que tienen lugar desde unas pocas horas a algunas semanas, es la erosión de la parte alta de la playa conformándose una playa disipativa con mayor pendiente. La playa norte no presenta cambios mientras que los perfiles de la playa Sur tendrán un retroceso y retranqueo de la línea de costa.

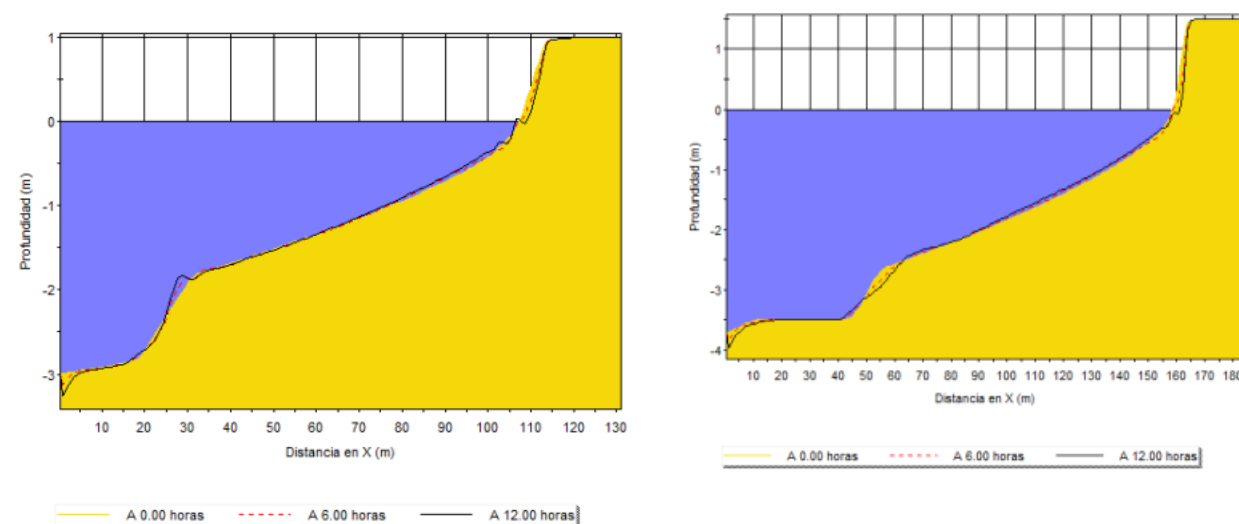


Figura 40 Evolución perfil frente temporales en playa Norte (izquierda) y playa Sur (derecha)

Esta arena que es bajada en los temporales, tanto por planta como por perfil, es transportada nuevamente a la playa con oleajes medios en un periodo de tiempo mayor. Creándose de este modo un equilibrio dinámico en la playa sin pérdidas de sedimento.

Asimismo, se ha estudiado la influencia de las alternativas de actuación en las playas situadas al sur y al norte de la Caleta del Estacio; únicamente las alternativas que impliquen la retirada del espigón sur y la retirada del dique de Levante tendrían influencia en las playas situadas al sur de la Caleta del Estacio, pudiendo además verse afectada la navegabilidad del canal de navegación del Estacio debido al transporte de sedimento dirección sur-norte.

## 5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Se han evaluado las diferentes alternativas técnico-económicamente viables que solucionen los problemas diagnosticados y respondan a los planteamientos con los que se ha concebido la actuación. Dicho estudio de alternativas se incluye en el Anejo nº3 del presente proyecto.

### 5.1. ALTERNATIVAS PLANTEADAS

#### 5.1.1. Obras marítimas

El proyecto propone una serie de alternativas que involucran a las obras marítimas existentes, siendo las alternativas analizadas las siguientes.

En primer lugar, la **Alternativa 0** que contempla el escenario de no actuación, es decir no realizar ningún cambio a la situación existente, permaneciendo en el estado actual.

La **Alternativa 1**, propone la retirada de las tablestacas existente en el interior de la Caleta del Estacio, restaurar o reforzar la traza del espigón sur, y retirar el recinto interior del dique de Levante (dique de abrigo). Tras la retirada de las tablestacas, como se ha visto en el estudio morfodinámico, el perfil de la playa tenderá a desarrollarse hasta alcanzar su planta y perfil de equilibrio. En este punto se analizan tres subalternativas:

- **Alternativa 1.0** plantea que la forma en planta y perfil de la playa en equilibrio se alcance mediante su evolución natural con el efecto de las corrientes y el oleaje, aunque será necesario llevar a cabo trabajos de reacomodación de arenas para la configuración de la línea de costa.
- **Alternativa 1.1** plantea alcanzar la forma en planta y perfil de la playa en equilibrio, utilizando un criterio de evolución forzada mediante la reacomodación de arenas en la propia playa y aporte de arena de origen externo o procedente de dragado.
- **Alternativa 1.2** plantea alcanzar la forma en planta y perfil de la playa en equilibrio en los tramos en los que se prevé que se produzca regresión, y que se alcance mediante su evolución natural en los tramos en los que se prevé un aumento de anchura de playa seca.



La **Alternativa 2**, al igual que en la anterior, propone la retirada de las tablestacas del interior de la Caleta del Estacio y retirar el recinto interior del dique de Levante, pero en el espigón sur se plantea retranquearlo en 200 m y restaurar/reforzar la traza que se mantiene. En este caso, también se analizan tres subalternativas:

- **Alternativa 2.0** plantea que la forma en planta y perfil de la playa en equilibrio se alcance mediante su evolución natural con el efecto de las corrientes y el oleaje, aunque será necesario llevar a cabo trabajos de reacomodación de arenas para la configuración de la línea de costa.
- **Alternativa 2.1** plantea alcanzar la forma en planta y perfil de la playa en equilibrio, utilizando un criterio de evolución forzada mediante la reacomodación de arenas en la propia playa y aporte de arena de origen externo o procedente de dragado.
- **Alternativa 2.2** plantea alcanzar la forma en planta y perfil de la playa en equilibrio en los tramos en los que se prevé que se produzca regresión, y que se alcance mediante su evolución natural en los tramos en los que se prevé un aumento de anchura de playa seca.

Por último, **Alternativa 3** propone retirar tanto las tablestacas del interior de la Caleta del Estacio, como desmantelar el espigón sur y el dique de Levante (dique de abrigo exterior), realizando un proceso de renaturalización. Es decir, se pretende regresar al estado natural antes de la existencia de las infraestructuras marítimas mencionadas.

ALTERNATIVA	SUBALTERNATIVA
Alt.0 - No actuar	Sin subalternativa
Alt. 1 - Extraer tablestacas manteniendo espigón sur (refuerzo), retirar recinto interior del dique de Levante y regeneración dunar.	Alt. 1.0 Evolución natural.
	Alt. 1.1. Evolución forzada (medios mecánicos)
	Alt. 1.2. Mixto (evitando regresión de la costa)
Alt. 2 - Extraer tablestacas, retranquear 200m el espigón sur (refuerzo), retirar recinto interior del dique de Levante y regeneración dunar.	Alt. 2.0 Evolución natural.
	Alt. 2.1. Evolución forzada (medios mecánicos)
	Alt. 2.2. Mixto (evitando regresión de la costa)
Alt. 3 - Extraer de tablestacas, desmantelar el espigón sur y el dique de Levante.	Sin subalternativa.

A continuación, se muestran las formas en planta de la playa consideradas en cada alternativa y subalternativa analizada, teniendo en cuenta que la forma planta en equilibrio se corresponde a las alternativas 1.1 y 2.1. y que en el resto de subalternativas la planta en equilibrio se irá alcanzando mediante su evolución natural



Figura 41: Forma en planta de la alternativa 1.0





Figura 42: Forma en planta de la alternativa 1.1 (forma en planta en equilibrio)



Figura 44: Forma en planta de la alternativa 2.0



Figura 43: Forma en planta de la alternativa 1.2



Figura 45: Forma en planta de la alternativa 2.1 (forma en planta en equilibrio)





Figura 46:: Forma en planta de la alternativa 2.2



Figura 47:: Forma en planta en equilibrio de la alternativa 3

### 5.1.2. Zona terrestre

En líneas generales, las actuaciones propuestas en la superficie terrestre de la Caleta del Estacio para llevar a cabo los trabajos de regeneración dunar y recuperación de la línea de costa, son comunes a todas las alternativas planteadas en el Proyecto, excepto para la alternativa 0 y la alternativa 3, y están basadas en un proceso que facilite la recuperación de este ecosistema degradado, dañado o destruido y cuya meta sea recuperar sus valores intrínsecos, elementos bióticos, abióticos y su funcionamiento y dinámica.

Las actuaciones propuestas consistirán en:

**Conservación de especies protegidas:** Consiste en la conservación de la banda de dunas primarias existentes actualmente en las superficies más próximas a la orilla del mar, ubicadas especialmente en el norte de la Caleta del Estacio, así como de los ejemplares de especies de flora protegida identificados en inspecciones efectuadas en el ámbito de estudio.

A este respecto y de acuerdo con la línea de costa de cada una de las alternativas planteadas, en función de las obras marítimas a realizar, se considera que aunque las alternativas 1.1, 1.2 y 2.1 y 2.2 conservarían parte de dichos sistemas, serían las alternativas 1.0 y 2.0 las que conservarían la mayor parte de la superficie de dicho sistema dunar y por tanto de las especies de vegetación asociadas a la misma, al no incluirse la creación de una nueva línea de costa resultante de las obras marítimas a realizar y limitarse las actuaciones a la realización de un perfil de equilibrio.

Respecto a la alternativa 3, conllevaría una modificación profunda de todo el arenal existente actualmente en la Caleta del Estacio, recuperando la morfología del antiguo sistema dunar existente en la zona. Esta modificación, reduciría significativamente la superficie terrestre actual, lo que conllevaría la eliminación de los sistemas dunares existentes y de las especies de flora protegida próximas a la línea de costa.

Visto lo anterior, se ha considerado prioritaria la conservación de la banda de dunas primarias existentes actualmente en el norte de la Caleta del Estacio y cuya vegetación se encuentra en buen estado, frente a otras zonas compuestas por materiales de relleno y ejecutadas en los últimos años, en el marco de los trabajos de la Caleta del Estacio, por lo que **se consideran las alternativas 1.0 y 2.0 como las más adecuadas para la conservación de especies terrestres protegidas.**

**Eliminación de vegetación invasora:** La erradicación de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) se llevará cabo mediante la utilización de métodos físicos, similares a los aplicados anteriormente en la zona y que están destinados a la eliminación de unas de las EEI más extendidas en el área de estudio y que se encuentran agrupadas en formaciones cerradas de *Acacia salicina*.

Se eliminarán igualmente, otras ejemplares puntuales de EEI identificados en inspecciones efectuadas a lo largo del ámbito de estudio.

Todas las alternativas planteadas, excepto la alternativa 0, incluyen la eliminación completa de dichas EEI, incluso raíces y tocones.

**Reconstrucción morfológica:** Para la configuración de las dunas previstas en la Caleta del Estacio, se ha propuesto la aplicación de técnicas de ingeniería convencional, basadas en la reconstrucción de nuevos sistemas dunares, mediante la utilización de maquinaria que será empleada para la manipulación de los materiales existentes actualmente en el ámbito de actuación y el relleno con arena.

En este sentido, para la creación del núcleo de la duna se propone en todas las alternativas, excepto en la alternativa 0, la reutilización de las piedras y rocas acopiadas en el límite de la parcela de la Caleta del Estacio. Sobre estos restos de materiales, se llevará a cabo posteriormente su cubrimiento con arena, hasta alcanzar la cota de cresta prevista y terminar de formar la masa dunar y su morfología.

El empleo de los materiales presentes en el ámbito de estudio, permitirá reducir el volumen de arena a extraer y/o aportar y minimizar las toneladas de residuos a gestionar.

Asimismo, para la configuración de la línea de costa, se han priorizados las alternativas que permitan una reacomodación de arenas en playa sin requerir aporte de arena de origen externo o procedente de dragado.

A este respecto, aunque todas las alternativas contemplan **una reutilización del material procedente de la retirada del relleno y reacomodación de arenas**, son las **alternativas 1.0, 1.2, 2.0 y 2.2 en las que dicha reutilización sería suficiente, no necesitando material procedente de dragado**, mientras que las alternativas 1.1, 2.1 y 3 sí que lo requieren.

**Por tanto, las alternativas 1.0, 1.2, 2.0 y 2.2 permiten aprovechar el material procedente de la retirada de rellenos y reacomodación de arena efectuada, sin requerir aportes externos.**

Siendo las alternativas 1.0 y 2.0 las que no prevén actuaciones destinadas a la generación de una nueva línea de costa, si no que proponen una evolución natural de las misma a lo largo del tiempo, por lo que el volumen de sedimentos o materiales a reutilizar será menor que en el resto de las alternativas.

**Instalación de captadores:** Para ayudar a la reconstrucción morfológica de los nuevos sistemas dunares propuestos en la Caleta del Estacio, se propone la aplicación de técnicas ecológicas consistentes en la instalación de captadores pasivos de arena. Se trata de estructuras que consiguen formar depósitos gracias a la intercepción de la arena que el viento transporta, al reducir su velocidad por la fricción que ejercen.

Todas las alternativas planteadas, excepto la alternativa 0, incluyen la instalación de captadores.

**Revegetación:** Se realizarán plantaciones de especies vegetales características de los sistemas dunares presentes en esta zona y sus inmediaciones. Sobre los criterios a emplear para efectuar dichos trabajos, se ha tenido en cuenta lo indicado en el “Manual de restauración de dunas costeras” de la Dirección General de la Costa y el Mar del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

En cuanto a la distribución, se hará de forma tal que por un lado permita fortalecer los hábitats existentes mediante la plantación de ejemplares presentes de forma natural en el medio y por otro se mezclen al máximo las especies correspondientes a cada banda de vegetación, de tal modo que todas las especies arbustivas se distribuyan por toda la Caleta del Estacio, aunque podrán también formarse corros de ejemplares de la misma especie, siempre y cuando éstos no superen los 10 ejemplares/especie.

Todas las alternativas planteadas, excepto la alternativa 0, incluyen unos criterios de revegetación similar.

**Mantenimiento y conservación:** Los principales trabajos a realizar consistirán en una revisión periódica de los captadores instalados, la eliminación de rebrotes de especies exóticas invasoras, así como una supervisión de las plantaciones con el objetivo de detectar si la densidad de plantación empleada ha resultado insuficiente y si las especies de vegetación seleccionadas en las plantaciones han sido adecuadas.

Todas las alternativas planteadas, excepto la alternativa 0, incluyen unos trabajos de mantenimiento y conservación similares.

#### **Retirada de suelos contaminados**

Con el objetivo de evitar la existencia de riesgos para la salud humana de los posibles usuarios de la Caleta del Estacio, se ha propuesto la retirada de los suelos contaminados identificados en el ámbito de estudio y su posterior retirada a gestor autorizado de residuos.

En la ilustración siguiente, se muestra el ámbito de las zonas donde se han identificado la presencia de dichos suelos contaminados, de acuerdo con los resultados obtenidos en los análisis en laboratorio y los ensayos “in situ” efectuados en la Caleta del Estacio.



Figura 48. Áreas en las que se ha identificado la presencia de suelos contaminados



Todas las alternativas planteadas, excepto la alternativa 0, incluyen la retirada de los suelos contaminados presentes en el ámbito de actuación.

Instalación de pasarelas de madera elevadas y vallado perimetral

Para permitir el acceso a la playa se ha diseñado diferentes itinerarios mediante pasarelas elevadas de madera que regularán el tránsito peatonal. El trazado en planta de estas pasarelas discurrirá sobre algunas de las veredas existentes en la actualidad para que no se produzca mayor degradación del medio.

Como elemento separador del entorno dunar del urbano e impedir el acceso a las dunas se colocará un vallado blando mediante postes de madera y cuerda.

Todas las alternativas planteadas, excepto la alternativa 0 y 3, incluyen la instalación de pasarelas de madera elevadas y vallado blando perimetral.

5.2. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Se ha procedido a realizar una metodología de análisis que conduce a la selección de la alternativa óptima. En primer lugar se determinan los aspectos o criterios más adecuados para valorar el grado de integración de la obra. Los aspectos claves identificado se representan en los siguientes grupos:

- Aspectos ambientales.
- Aspectos sociales, funcionales y operativos.
- Aspectos técnicos y constructivos.
- Aspectos económicos.

Posteriormente se han seleccionado indicadores o conceptos, con respecto cada uno de los criterios/aspectos anteriores, que permiten valorar cuantitativamente cada alternativa. Es necesario que los conceptos seleccionados estén desprovistos en la medida de lo posible de subjetividad, y que definan cuantitativamente el comportamiento de cada alternativa. Una vez medidos y evaluados cada uno de los conceptos se valorizan, es decir, se les asigna un valor empleando un rango de puntuación entre 0 y 10 representando de cero (0) cuando el criterio responde a una evaluación favorable y el contrario, el valor de diez (10) en el caso de generar impacto negativo o afección sobre el aspecto estudiado.

Una vez valorizados cada uno del conceptos, se calcula el valor medio obtenido en cada alternativa, completándose así la valoración parcial de las alternativas sobre los aspectos ambiental, social, etc.. El siguiente paso en el análisis multicriterio trata de aplicar coeficientes de ponderación que permiten graduar la importancia de cada aspecto y así detectar la opción más ventajosa. El modelo utilizado, se basa en el método de Montecarlo. Dicho método realiza un análisis probabilístico que consiste en aplicar a cada Aspecto un rango de pesos, bajo y alto, asumiendo que el peso más probable sea la media entre el rango indicado. Posteriormente se simula de manera aleatoria, mediante distribución normal, el peso que le corresponde a cada

aspecto, en nuestro estudio se han generado 100.000 simulaciones hasta alcanzar un resultado estable. Por último, se define la distribución normal con la media y desviación estándar según estimación normal en base a tres valores (bajo, alto y más probable) considerando una distribución Beta.

CRITERIO	PESOS	PESO PROBABLE	DESVIACIÓN
ASPECTOS AMBIENTALES	35-50	42.5	2,50
ASPECTOS SOCIALES/FUNCIONALES/OPERATIVOS	10-35	22.5	4.17
ASPECTOS TÉCNICOS Y CONSTRUCTIVOS	10-20	15.0	1.67
ASPECTOS ECONÓMICOS	10-30	20.0	3.33

Tabla 8: Ponderación asignada a cada criterio

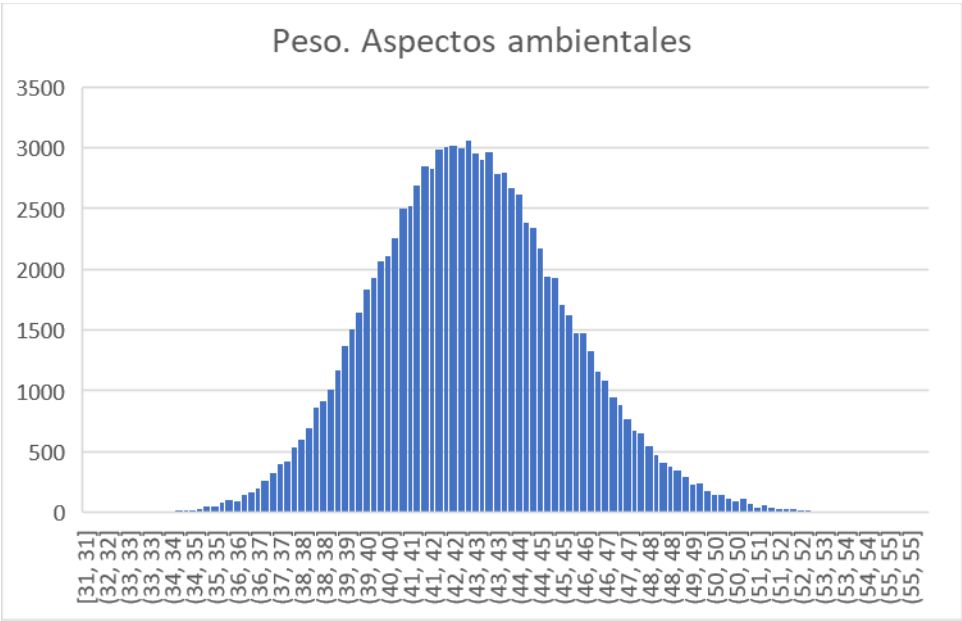


Figura 49. Distribución normal pesos Aspectos Ambientales

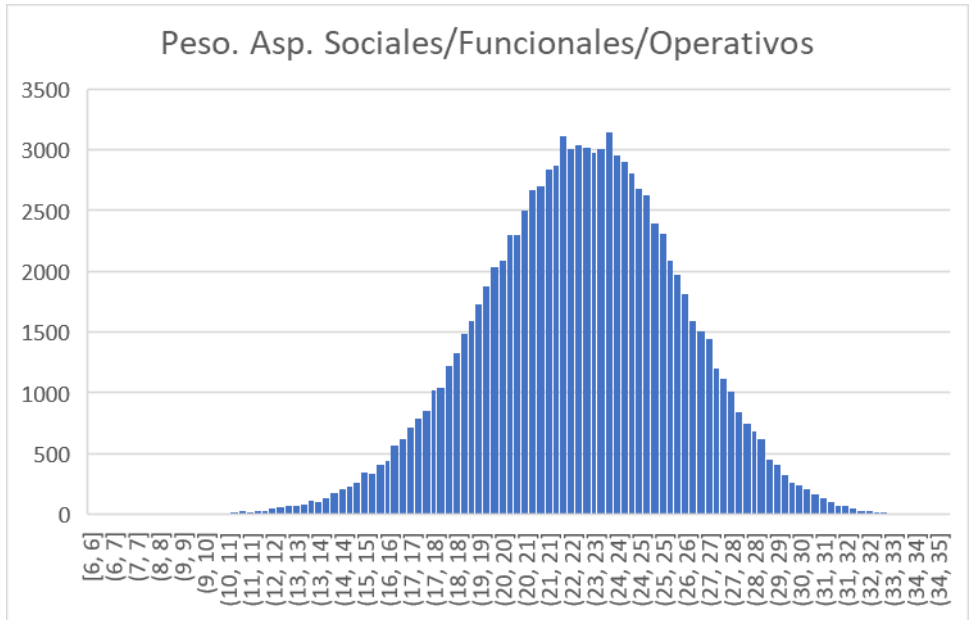


Figura 50. Distribución normal pesos Aspectos Sociales/Funcionales/Operativos

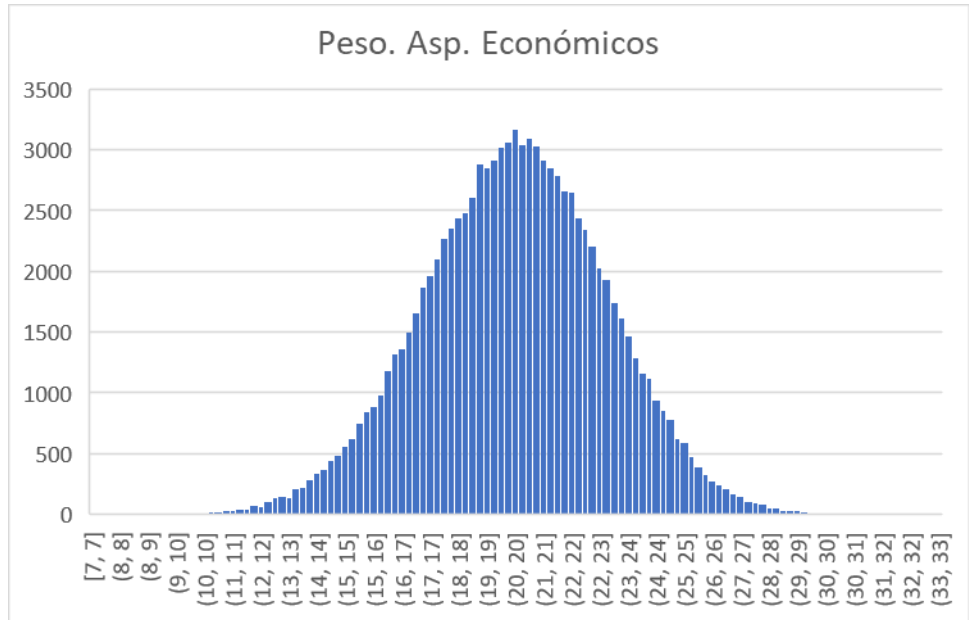


Figura 52. Distribución normal pesos Aspectos Económicos

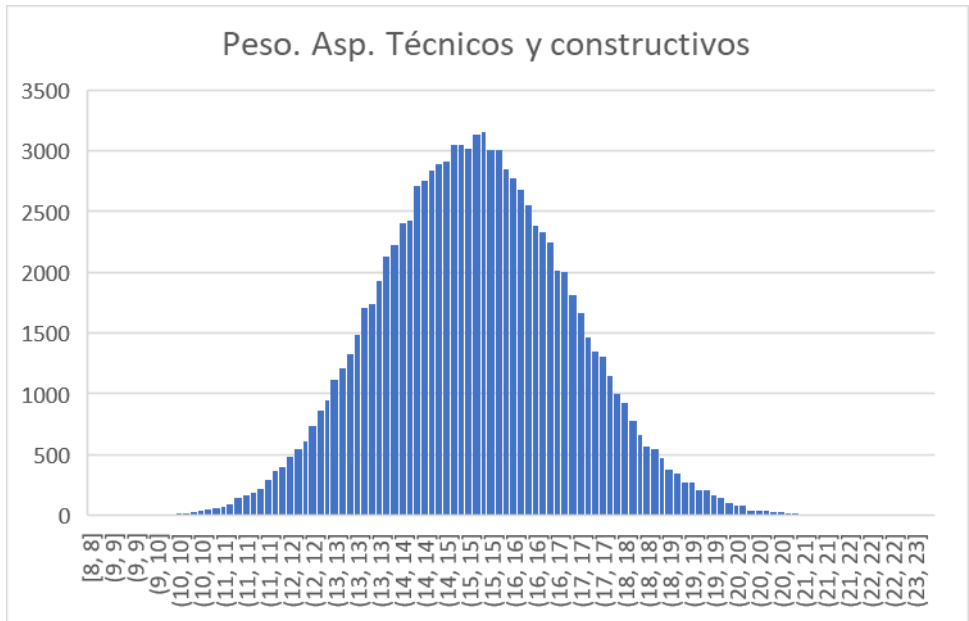


Figura 51. Distribución normal pesos Aspectos Técnicos y Constructivos

### 5.3. CONCEPTOS A EVALUAR

#### 5.3.1. Aspectos ambientales

El análisis de la afección que tienen los aspectos ambientales sobre las diferentes alternativas del proyecto son esenciales. De modo que han sido valorados once conceptos que nos indican con qué intensidad puede verse afectada. Los aspectos ambientales a valorar contienen once conceptos clave, descritos a continuación:

- Concepto 1: Superficie de lámina de agua sin recirculación libre.**  
 Se contabiliza la superficie, en metros cuadrados ( $m^2$ ), sin recirculación libre, referida a los efectos sobre la "laguna norte" si se mantuvieran las tablestacas (correspondiente a la alternativa 0).
- Concepto 2: Espacios protegidos afectados.**  
 Se valoran los espacios protegidos afectados y el impacto que se puede alcanzar en ellos debido a las acciones a acometer o las infraestructuras existentes, como por ejemplo el impacto ocasionado por la presencia de las tablestacas, el dique Sur y el dique Este o los trabajos necesarios para la generación por medios mecánicos de la nueva línea de costa y perfil de equilibrio.
- Concepto 3: Praderas marinas afectadas.**  
 Las praderas marinas poseen un alto valor ecológico, una de las especies más características del Mediterráneo es la *Posidonia oceánica* incluida en la lista de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial en el Real Decreto 139/2011, otras especies propias de praderas marinas tenidas en cuenta en la valoración son la *Caulerpa prolifera* y *Cymodocea nodosa*.

- **Concepto 4: Afección medioambiental sobre la flora existente protegida.**  
Se realiza la valoración de la afección de especies como la *Limonium cossonianum*, *Helianthemum marminorense*, *Tamarix canariensis* y la *Asparagus macrorhizus*, así como el crecimiento de las poblaciones de especies exóticas invasoras.
- **Concepto 5: Superficie disponible para la renaturalización del entorno.**  
Estima su repercusión a nivel cualitativo, considerando una disponibilidad nula, parcial o completa de la superficie para la renaturalización con respecto a la disponible previa a la construcción de Puerto Mayor. Asignando un valor de cero si no hubiera superficie disponible, cinco si se cuenta parcialmente con esta y diez si la disponibilidad es completa.
- **Concepto 6: Volumen de material de relleno reutilizado y sedimento recuperado.**  
Se refiere al volumen, en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), del material sobrante durante la operación de desmantelamiento de la infraestructura que es recuperado para su reutilización como aporte en la formación de dunas.
- **Concepto 7: Volumen de suelos no contaminados a gestionar.**  
Se cuantifica, en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), el material que integra las infraestructuras costeras como las escolleras del dique, bolos, etc. que no se ven contaminados.
- **Concepto 8: Volumen de suelos contaminados a gestionar.**  
Se calcula el volumen, en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), a gestionar de suelo contaminado existente en rellenos de las tablestacas y otras zonas. A mayor volumen de suelo contaminado obtendremos una valoración de la actuación más positiva, es decir, con un valor más cercano al cero.
- **Concepto 9: Volumen de aportación de arena procedente de dragado.**  
La necesidad de aportación de arena procedente de dragado también es cuantificada en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).
- **Concepto 10: Requiere volumen de arenas a aportar de origen externo.**  
Se analiza si el volumen de arena destinado a la regeneración de la playa precisa de aportación de material origen externo, es decir transportado de una ubicación diferente a la del proyecto, y se la asigna una valoración cualitativa, donde se la aplicará un valor de 10 si necesita de aportación y de 0 en caso negativo (Sí=10; No=0).
- **Concepto 11: Posible afección de la costa debido al cambio climático.**  
Se estudia la posible afección, cuantificando cualitativamente si los efectos del cambio climático supondrá una afección baja, media o alta sobre la costa, asignándole un valor de cero (0), cinco (5) o diez (10) respectivamente. Tenemos en cuenta, por ejemplo, que la retirada del dique de abrigo puede provocar

influencia sobre las instalaciones existentes producido por el cambio climático que requiere de un estudio detallado.

### 5.3.2. Aspectos sociales, funcionales y operativos

Del mismo modo que en el ítem anterior se valora los aspectos sociales, funcionales y operativos afectados en cada una de las alternativas propuestas.

- **Concepto 1: Superficie de playa para usos costeros.**  
Se ha cuantificado la superficie, en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), de playa para usos costeros, como paseos litorales, zonas de baño y superficie de dunas...
- **Concepto 2: Superficie de lámina de agua abrigada.**  
Se cuantifica, en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), la superficie de lámina de agua abrigada, la cual posibilita su uso para el fondeo embarcaciones, el baño, etc.
- **Concepto 3: Calidad de zona de baño frente al oleaje.**  
Se ha determinado el número de horas al año con altura de ola significativa menor a 1 m, que equivale al uso de la bandera verde.
- **Concepto 4: Afección sobre la operativa actual de acceso de embarcaciones al puerto Tomás Maestre por el canal.**  
Se ha determinado el número de horas al año con altura de ola significativa que supera el metro de altura en los puntos de control.
- **Concepto 5: Afección operativa por efecto de aterramiento en el canal de acceso.**  
Se realiza una valoración cualitativa (Alto=10, Medio=5, Bajo=0) según la afección ocasionado por los requisitos de dragados de mantenimiento.
- **Concepto 6: Desarrollo de itinerarios ambientales para uso y disfrute de los usuarios.**  
La evaluación se realiza cuantificando los metros lineales de pasarela ligados a itinerarios ambientales.
- **Concepto 7: Proximidad a servicios de interés.**  
Se mide la distancia en metros de la costa hasta el servicio de interés potencialmente afectado, siendo estos la carretera Gran Vía de la manga, el Puente del Estacio, etc.
- **Concepto 8: Afección sobre las playas que quedan al sur del espigón sur de la Caleta del Estacio.**  
Cuantificación en metros lineales desde el espigón sur. Se considera, en la evaluación, que cuando la playa retrocede se valora como una afección negativa, en cambio si la playa aumenta su anchura es una afección positiva.

- **Concepto 9: Afección al patrimonio cultural.**  
Se valora cualitativa la existencia o no de afección al patrimonio cultural.
- **Concepto 10: Integración paisajística de las actuaciones propuestas.**  
En la integración paisajística se realiza una valoración de diversos conceptos, como la forma, los colores o la textura del paisaje.

5.3.3. Aspectos técnicos y constructivos

- **Concepto 1: Movimiento de tierras para la formación de la línea de costa.**  
Se realiza la cuantificación volumétrica, en metros cúbicos (m³), de la cantidad de material necesario para alcanzar la planta de equilibrio a lo largo de la línea de costa afectada.
- **Concepto 2: Retirada de tablestacas y rellenos anexos.**  
Volumen, en metros cúbicos (m³) de las tablestacas retiradas y los rellenos anexos.
- **Concepto 3: Retirada de espigón sur.**  
Está planteado en algunas de las alternativas el desmantelamiento total o parcial del espigón sur, el concepto cuantifica el volumen, en metros cúbicos (m³), del material retirado.
- **Concepto 4: Desmontaje del dique de abrigo.**  
El concepto cuantifica el volumen, en metros cúbicos (m³), necesarios para el desmontaje del dique de abrigo.
- **Concepto 5: Excavación en zona emergida.**  
Volumen de material excavado en terrenos contaminados de la playa emergida, medidos en metros cúbicos (m³).
- **Concepto 6: Tiempo de ejecución.**  
Se valoran de forma cualitativa los plazos necesarios para la ejecución de las alternativas, indicando si se requieren tiempo altos, medios o bajos.
- **Concepto 7: Necesidad de estudios técnicos de detalle adicionales.**  
Se valorará con una puntuación dicotómica, indicando con “sí” o “no” en el caso de necesitar estudios técnicos de detalle adicionales. Por ejemplo, la retirada completa del dique de abrigo puede tener consecuencias operativas sobre la maniobrabilidad de embarcaciones que acceden a Puerto Tomás Maestro, por lo que requerirá de un estudio más detallado de transporte de sedimentos para conocer las consecuencias sobre el grado de aterramiento del canal y sus consecuencias sobre las estructuras existentes y efectos sobre el comportamiento de la gola del Estacio en el Mar Menor

5.3.4. Matriz comparativa

A continuación se muestran los valores obtenidos al realizar los promedios de las valoración realizadas a cada aspecto:

MATRIZ COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS					
Alternativa	Aspectos Ambientales	Aspectos sociales/ funcionales/ operativos	Aspectos Técnicos y constructivos	Aspectos Económicos	RESULTADO ADIMENSIONAL
Alt. 0	5.55	4.80	0.00	0.00	2.59
Alt. 1.0	1.76	2.44	3.77	7.15	3.78
Alt. 1.1	3.22	2.27	4.44	7.37	4.32
Alt. 1.2	2.10	2.38	3.82	7.25	3.89
Alt. 2.0	1.56	2.09	4.51	7.43	3.90
Alt. 2.1	2.92	1.30	5.26	7.74	4.30
Alt. 2.2	1.63	2.17	4.59	7.56	3.99
Alt. 3	4.45	6.97	9.66	10.00	7.77

Tabla 9: Resultados matriz comparativa

Se observa de la tabla anterior que la alternativa más favorable dentro de los aspectos ambientales corresponde con la Alternativa 2.0 y la alternativa 0 la más desfavorable. De igual forma, si analizamos el baremo obtenido en los aspectos sociales/funcionales/operativos, la propuesta con mejor puntuación es la alternativa 2.1 y la peor la alternativa 3. En cuanto a la valoración de los aspectos técnicos y constructivos y los aspectos económicos coinciden en el ranking de la mejor valorada, la alternativa 0, y la peor valorada, la alternativa 3.

Finalmente, en la columna de resultado adimensional, se muestra el promedio por cada alternativa, quedando como la mejor valorada la alternativa 0 y la peor valorada la alternativa 3, quedando el resto de las opciones repartidas en puestos intermedios, a remarcar las alternativas 1.0, 1.2 y 2.0 que ocupan el segundo, tercer y cuarto puesto respectivamente.

Tras realizar dicho cuadro comparativo se efectuó el método de simulación de Montecarlo, que como se detalló en la descripción metodológica, se le ha aplicado ponderaciones a cada aspecto en función de un peso asignado, obteniéndose los resultados mostrados en la siguiente tabla:



RESULTADOS (MÉTODO DE MOTENCARLO)	
Alternativa	PROMEDIO
Alt. 0	3.44
Alt. 1.0	3.30
Alt. 1.1	4.02
Alt. 1.2	3.45
Alt. 2.0	3.30
Alt. 2.1	3.87
Alt. 2.2	3.38
Alt. 3	6.91

Tabla 10: Resultados método Montecarlo

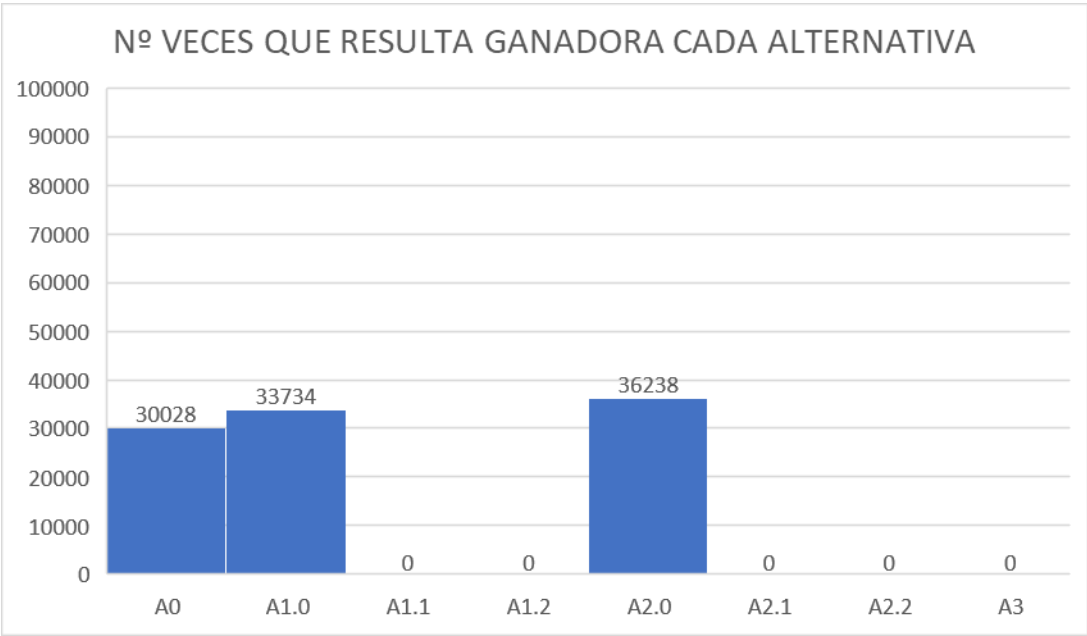


Figura 53. Resultados de la simulación de Montecarlo

De los resultados ponderados de la simulación de Montecarlo se extraen las siguientes conclusiones:

- Los casos en que la alternativa 0 sale ganadora son aquellos en donde los pesos de aspectos Técnicos/Constructivos y Económicos son mayores, ya que obviamente, la alternativa 0 recibe la mejor puntuación porque no requiere esfuerzo técnico ni movilización de recursos para el desarrollo de las obras.

- La 1.0. y la 2.0 obtienen la mejor puntuación promedio aunque se observa que la victoria la consigue en mayor medida la Alternativa 2.0, la principal diferencia es la mejor puntuación obtenida en el aspecto ambiental que la distancia sensiblemente de la 1.0.

- Forzar la ejecución de la playa de equilibrio por medio de movimientos de tierra penaliza el resultado, es por ello que las alternativas 1.1 y 2.1 no ganen en ninguno de los casos en las simulaciones evaluadas.

- Respecto a las alternativas 1.2 y 2.2, al requerir mayor cantidad de movimiento de tierras que las homólogas 1.0 y 2.0 las distancia de conseguir la victoria.

- La valoración en pesos beneficia en mayor medida a aquellas actuaciones con mejor puntuación Medioambiental y Social frente a los aspectos Técnicos/Constructivos y Económicos ya que la proporción considerada es 65/35.

- La valoración económica es similar en los proyectos de las alternativas 1.0, 1.1, 1.2, 2.0, 2.1 y 2.2. En primer lugar, debido al peso otorgado al aspecto económico, así como que la diferencia en la estimación económica entre ellas no supera el +/- 4%, este aspecto no colabora en la diferenciación entre dichas alternativas, salvo los casos de la alternativa 0 que sale beneficiada (coste cero) y la alternativa 3 por la gran cantidad de movimientos de tierras que requiere, la cual se ve penalizada en este aspecto, con la peor puntuación.

5.4. CONCLUSIÓN. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Finalmente, una vez realizado el análisis de alternativas se concluye que la alternativa seleccionada es la **Alternativa 2.0** con una puntuación promedio de 3,30.

Esta alternativa contempla la extracción de las tablestacas existentes en el interior de la Caleta del Estacio y la retirada de los rellenos asociados a ellas, el acortamiento o retranqueo en 200 m de longitud del espigón sur así como el acondicionamiento y refuerzo de la traza del espigón que se mantiene, y el desmantelamiento del recinto interior del dique de Levante. Tras la retirada de las tablestacas, se propone mantener la planta actual de la playa y que la planta y perfil de equilibrio se alcance a través del efecto de las corrientes y el oleaje, usando el criterio de la evolución natural.

Asimismo, esta alternativa incluye los trabajos de restauración dunar indicados (eliminación de especies vegetales invasoras, revegetación dunar e instalación de captadores), la retirada de suelo contaminado presente en playa seca y en un tramo de relleno asociado a las tablestacas y la instalación de pasarelas elevadas de madera para tránsito peatonal.





Figura 54. Alternativa seleccionada: Alternativa 2.0



Figura 56 Imagen final objeto del proyecto alternativa seleccionada

Finalmente, cabe mencionar que la solución diseñada no tiene influencia en las playas situadas al sur ni al norte de la Caleta del Estacio, ya que las modificaciones se encuentran encajadas entre el contradique Sur y el dique de abrigo de la gola del Estacio.

## 6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS

A continuación, se describen las actuaciones principales del proyecto.

### 6.1. RETIRADA DE INSTALACIONES

Se procederá a realizar la retirada de las instalaciones existentes en el ámbito del proyecto, en concreto:

#### 6.1.1. Retirada de tablestacas

Se realizará la retirada de las tablestacas por medios marinos y terrestres existentes en la zona. En el Anejo 10: "Procedimiento constructivo" se detalla el procedimiento de retirada de las mismas.

Esta actuación supone la extracción de 1.824 m lineales de tablestacas por medios marinos y 700 m por medios terrestres, para lo cual será necesario el empleo de los siguientes medios en la ejecución de estos trabajos:



Figura 55. Alternativa seleccionada: Alternativa 2.0 superpuesta con la planta de equilibrio



- Pontona a casco desnudo con grúa de celosía de 35Tn de tiro emplazada en cubierta, con gobierno y tripulación.
- Pontona auxiliar de carga de tablestacas extraídas
- Pontona auxiliar para apoyo en trabajos de saneamiento de tablestacas en coronación
- Grúa hidráulica de 25Tn emplazada en tierra para descarga de tablestacas de pontona auxiliar y carga sobre camión.
- Una vez retiradas las tablestacas se retirarán los restos metálicos que hayan quedado en el fondo marino, para ello se realizará una inspección mediante buzos.

Previo a la realización de la actuación se colocará la barrera antiturbidez.



Figura 57. Tablestacado existente a retirar

### 6.1.2. Retirada de restos de elementos

Se contempla la retirada de restos de elementos presentes en la zona dentro del Dominio Público marítimo-terrestre, en concreto:

- Carteles publicitarios

- Vallado existente.
- Desmantelamiento de instalaciones existentes: Restos de contenedores, básculas... dejados durante la ejecución de las obras.
- Demolición y retirada de murete existente
- Retirada de restos de escollera de gran tamaño presentes en zonas de la playa.
- Retirada antiguos hitos de deslinde de zona marítimo-terrestre.
- Retirada de escombros.
- Retirada de basuras y enseres domésticos.

### 6.2. BALIZAMIENTO MARÍTIMO

Con el fin de minimizar situaciones de riesgo y para mitigar la afección al tráfico marítimo que circula por al Canal del Estacio se realizará la correspondiente señalización y balizamiento del ámbito de actuación mientras duren las obras en coordinación con los organismos afectados (Capitanía Marítima de Cartagena., Dirección general de movilidad y litoral de la Consejería de fomento e Infraestructuras de la Región de Murcia. y el Excmo. Ayuntamiento de San Javier).

Para ello se seguirán las indicaciones del sistema de balizamiento marítimo (IALA-MBS) representado en la imagen que se adjunta.



Figura 58. Señalización y balizamiento marítimo durante las obras

Para ello se dispondrán de 5 balizas de las siguientes características:



BALIZAMIENTO PROVISIONAL	
PBM18	Boya fabricada en polietileno rotomoldeado, <b>modelo PBM18</b> de 1,8m de diámetro y 2,2m de altura focal (2 carretes). Flotador relleno de espuma expandida de poliuretano de célula cerrada. Incluye: <ul style="list-style-type: none"><li>• Marcas de tope según señal</li><li>• Reflector de radar pasivo.</li><li>• Soporte baliza autoalimentada</li></ul>
MCL200 + MFGPS	Baliza autoalimentada de Led modelo MCL200. Fuente luminosa compuesta por diodos Led de alta intensidad y lentes acrílicas de gran precisión estabilizadas contra los rayos UV. Sistema de alimentación equipado por: 4 módulos solares de 2,5W 1 batería 16,9Ah Lead Crystal Divergencia: 12º

Con tren de fondeo equipado con cadenas de 30 mm de diámetro grado U2, grilletes fijos y giratorios para cadenas de 30 mm y contrapeso formado por un muerto de hormigón en masa de 4tn.

Para el diseño del muerto de hormigón se seguirá la directriz IALA N°1066 sobre diseño de fondeos para ayudas flotantes a la navegación tanto a los esfuerzos de flotabilidad de las boyas y peso de los elementos de anclaje, como a los esfuerzos derivados del hidrodinamismo.

Se opta por un solo muerto por boya de forma que el número de muertos necesario sea el mínimo posible desde el punto de vista técnico y de funcionalidad de la infraestructura.

6.3. RETIRADA DE RELLENOS Y REACOMODACIÓN DE ARENAS EN PLAYA

Se contempla la retirada de los rellenos situados en el trasdós de las tablestacas. Esta actuación supone la retirada de 98.302,87 m3 de gravas, bolos de diversos tamaños y arena.

En la unión de dichos rellenos con las playas existentes se ha propuesto un perfil de playa con una pendiente estable que compatibilice las pendientes existentes en dichas playas.

Por otra parte, y de acuerdo con los resultados de la caracterización de los materiales de relleno mostrada anteriormente en este documento, es posible concluir que los rellenos empleados en el ámbito exterior del antiguo límite del dominio público marítimo-terrestre, representado actualmente por un muro existente en la

Caleta del Estacio, corresponden a materiales con unos niveles elevados de metales pesados, en especial plomo y arsénico.

Igualmente, los rellenos empleados para la ejecución de la totalidad del camino de acceso, en toda su anchura, están compuestos por materiales que contienen unos niveles de elevados de plomo, así como de arsénico en algunos puntos del mismo.

Por tanto y para evitar riesgos sobre la salud humana de los usuarios de la Caleta del Estacio, dichos suelos contaminados serán retirados hasta alcanzar la profundidad establecida en los estudios previos, consistente en su mayor parte en 0,70 m, excepto en el camino paralelo junto al dique sur que será de 1 m y en el trasdós de la tablestaca ubicada en el extremo sur de profundidad variable, tal y como se muestra en la imagen siguiente, en la que se indica también las superficies de dichas áreas (m2).



Figura 59 Suelos contaminados presentes en el ámbito de estudio

Esta actuación supone la retirada de 44.716,37 m3 de suelos contaminados que deberán ser gestionados por gestor autorizado de residuos, conforme a los criterios indicados en el apartado sobre caracterización de materiales de la presente Memoria.



Para restituir el material contaminado retirado en la playa seca se empleará material recuperado de la retirada de los rellenos debidamente cribado, de tal manera que los 20 cms superficiales finales sea una material con características de arena que cumplan los parámetros establecidos en la “Instrucción técnica para la gestión ambiental de las extracciones marinas para la obtención de arena” mediante la reacomodación de las arenas obtenidas de la retirada de los rellenos y configuración de la línea de costa.

Observando la ubicación de las muestras de arena ensayadas según la Instrucción de arenas, se constata que la mayor parte de las muestras que no cumplen con todos los parámetros de la Instrucción son las emplazadas en zona sumergida. El sedimento objeto de reacomodación en playa no se emplaza en zona sumergida, cumpliendo por lo general los parámetros previstos, por lo que se prevé su aprovechamiento en las labores de reacomodación de sedimento, destacando que no resulta necesario el aporte de material externo a la zona.

No obstante, se prevé la realización de ensayos de control para el cumplimiento de las características prescritas en la Instrucción de arenas, de forma previa a su depósito.

Observando el plano en el que se detalla la retirada de rellenos y las mediciones correspondiente se obtiene lo siguiente:

- Volumen de arena recuperada en la configuración de la línea de costa: 11.613 m<sup>3</sup>. Este volumen de arena se emplea para la formación de dunas (estimado 0,20 m<sup>3</sup> de arena por cada m<sup>2</sup> de superficie de duna) y para el relleno de la parte superior del área 1 en la que se retira suelo contaminado.
- Volumen de arena-piedra retirada en la configuración de la línea de costa: 6.671,57 m<sup>3</sup>. Este volumen de sedimento se emplea para el relleno del área 1 y del área 2 en las que se retira suelo contaminado.

La zona del camino junto al dique Sur está previsto acometerse junto al acondicionamiento del dique que actualmente se encuentra en mal estado, al tratarse de terreno situado junto a escollera se restituirá el material con arena y piedra previamente seleccionada.

#### 6.4. RETIRADA DEL RECINTO INTERIOR DIQUE DE LEVANTE

Se contempla la retirada del recinto interior existente junto al Dique de Levante que se ha quedado inacabado cuando se ejecutaron las obras de Puerto Mayor.

En la actualidad se observa la presencia de barcos abandonados en el interior de este recinto, cuya retirada se contempla también en el presente proyecto.

Esta actuación consiste en la retirada de 35.264,32 m<sup>3</sup> de rellenos de suelo formado por gravas, bolos de diverso tamaño y arenas cuyo transporte se ha de realizar por medios marinos. En el Anejo 10: “Procedimiento constructivo” se detalla el procedimiento de retirada de este recinto.



Figura 60 Zona junto al dique de Levante a retirar



Figura 61 Fotografía de la Zona junto al dique de Levante a retirar

#### 6.5. DESMANTELAMIENTO PARCIAL ESPIGÓN SUR

La actuación comprende el desmantelamiento de los últimos 200 m del espigón Sur, así como el acondicionamiento y refuerzo del tramo de espigón que se mantiene.

Previo a esta actuación será necesario se haya retirado la capa de suelos contaminados del camino de acceso y su posterior reposición con material de la obra para permitir el acceso de maquinaria y medios de transporte.

El espigón sur existente es una construcción no finalizada del proyectado realizado en 1973 “Proyecto Reformado del Antepuerto del Mediterráneo del Puerto Deportivo “Tomás Maestre” de la Manga en el C.I.T.N – Hacienda de la Manga de San Javier. Propietario Puerto Menor.” El diseño consistía en un espigón no rebasable

que coronaba entre la +3.75 a la +5.50 m respecto el nivel medio del mar y con escolleras de peso en el manto principal que variaban a lo largo de la traza de 4750 kg hasta los 870 kg ejecutando capa filtro de escollera y un núcleo de pedraplén.

Se ha definido el diseño del espigón sur como el refuerzo necesario para dotarlo de estabilidad considerando el mismo como un dique rebasable y/o semisumergido para disminuir el impacto visual.

El refuerzo del espigón sur y su adaptación en el presente proyecto requiere retirar la capa de piedras y escolleras que se encuentran a lo largo de la traza y una vez retirados, proceder a la ejecución de la nueva sección del mismo.

Se propone una anchura de 10 m en coronación para facilitar la ejecución mediante equipos terrestres (camión, retroexcavadora...) y coronación a la +1.00m NMMA.

La escollera propuesta para completar la sección existente tras la retirada de los escombros se basa en instalar como mínimo un manto bicapa de escollera de 2.40 toneladas de peso (espesor 2 m y densidad  $\geq 2.4 \text{ t/m}^3$ ), capa filtro de 120-240 kg (espesor 0.84 m) sobre el núcleo existente.

En el Anejo 10: "Procedimientos de trabajo" se detalla el procedimiento de retirada y refuerzo del mismo.

Esta actuación supone la retirada de 46.055,69 m<sup>3</sup> de piedra y escollera presentes en el espigón, el empleo de 8.884,68 Tn de escollera de 120-240 Kg para la capa de filtro y la reutilización de 11.446,51 m<sup>3</sup> de escollera de obra de tamaño seleccionado como manto de refuerzo.

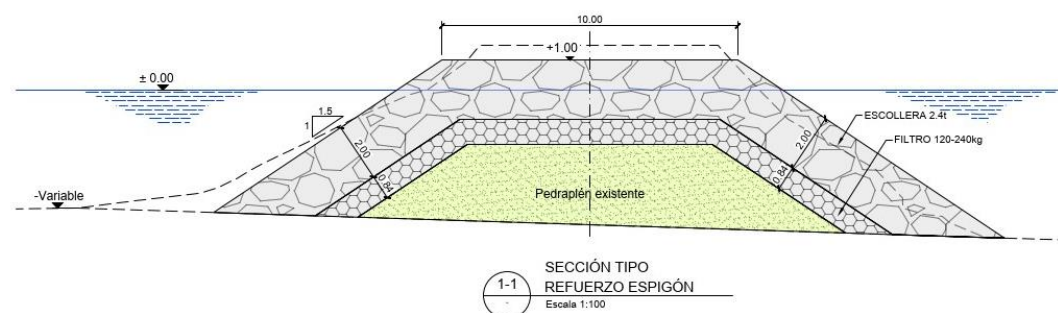
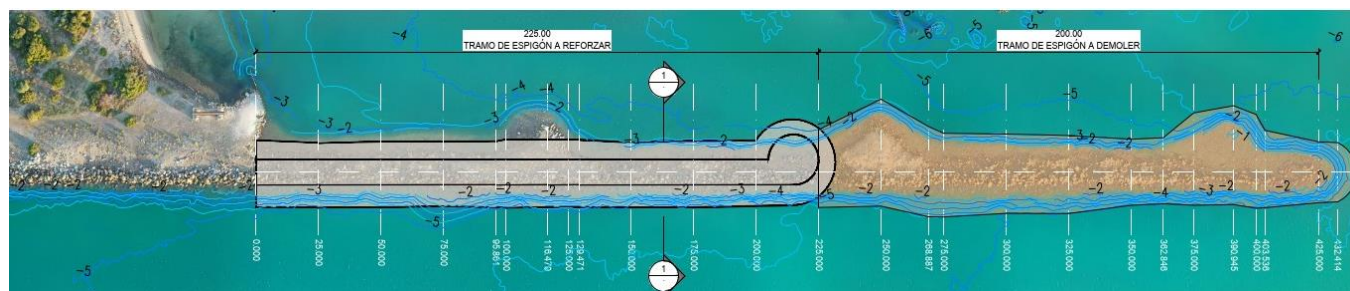


Figura 62 Actuaciones en el espigón Sur

Asimismo, se contempla al acondicionamiento del espigón situado junto al camino de acceso al espigón Sur que se encuentra actualmente en mal estado, esta actuación consiste en la eliminación de escombros, recolocación de escollera existente y refuerzo mediante la reutilización de escollera presente en el ámbito de la obra.

## 6.6. RESTAURACIÓN DUNAR

Las técnicas de restauración propuestas para la regeneración de los sistemas dunares de la Caleta del Estacio, consistirán en técnicas de ingeniería convencional, complementadas con técnicas ecológicas, de acuerdo con lo indicado en el "Manual de restauración de dunas costeras" de la Dirección General de Costas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

En líneas generales, las actuaciones propuestas para llevar a cabo los trabajos de regeneración dunar en la Caleta del Estacio consistirán en:

### 6.6.1. Conservación de especies protegidas:

Se llevará a cabo la conservación de la banda de dunas primarias existentes actualmente en las superficies más próximas a la orilla del mar y en el norte de la Caleta del Estacio, así como de los ejemplares de especies incluidas en el Anexo I del Decreto n.º 50/2003, de 30 de mayo por el que se crea el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia y se dictan normas para el aprovechamiento de diversas especies forestales, identificados en diferentes áreas del ámbito de estudio.

Para evitar la aparición de afecciones sobre dichas especies, se llevará a cabo al inicio de los trabajos su delimitación y señalización, y en su caso, se propondrá su trasplante a otras zonas de la Caleta del Estacio que reúnan unas condiciones idóneas para su desarrollo, previa autorización del Servicio de Biodiversidad, Caza y Pesca Fluvial de la Dirección General de Medio Natural de la Región de Murcia.

### 6.6.2. Eliminación de vegetación invasora:

Las actuaciones para la eliminación de las especies exóticas invasoras (EEI), incluirán las siguientes actividades:

- Corte de la parte aérea: Se realiza manualmente, donde operarios con motosierras cortan a ras de suelo todos los troncos y brazos de la vegetación arbórea y arbustiva existente, dejándolos preparados para su extracción a cargadero. Durante dichas actuaciones, se tendrá especial cuidado en no fomentar la dispersión de las diásporas (semillas, frutos o esquejes)
- Arranque de raíz o destocoado: Mecanizada con apoyo de un operario con motosierra para troceado de raíces muy largas. A ejecutar con mediante skidder.



- Saca a cargadero de los residuos: Mecanizada con apoyo de un operario para recogida y amontonamiento de restos pequeños. Se prevé realizar con una retroexcavadora mixta de neumáticos dotada de cuchara bivalva que recoge haces de material y los transporta hasta el vial que hace de cargadero y acceso para camiones, recorriendo la parte central de la parcela de trabajo, de forma alargada.
- Carga del residuo sobre camiones porta contenedores: Una vez acordonado el vial, todo residuo debe ser cargado en camiones para su transporte a gestor autorizado. La máquina y el implemento a utilizar es un camión dotado de brazo tipo "pulpo". Va recogiendo el residuo en haces y lo carga en contenedores de 30 m3.
- Transporte a gestor autorizado: Una vez cargados los camiones deben transportar el residuo hasta la planta de un gestor autorizado.

### 6.6.3. Reconstrucción morfológica:

Para la configuración de las dunas previstas en la Caleta del Estacio, se ha propuesto la aplicación de técnicas de ingeniería convencional, basadas en la reconstrucción de nuevos sistemas dunares, mediante la utilización de maquinaria que será empleada para la manipulación de los materiales existentes actualmente en el ámbito de actuación y el relleno con arena, hasta alcanzar la cota de cresta prevista y terminar de formar la masa dunar y su morfología.

Para seleccionar la ubicación y orientación de los nuevos sistemas dunares a reconstruir, se han considerado las características topográficas del área de estudio, la dirección de los vientos dominantes en la zona, así como las características de los sistemas dunares existentes en la Manga del Mar Menor

### 6.6.4. Instalación de captadores:

Para ayudar a la reconstrucción morfológica de los nuevos sistemas dunares propuestos en la Caleta del Estacio, se propone la aplicación de técnicas ecológicas consistentes en la instalación de captadores pasivos de arena en las áreas potenciales del ámbito de actuación donde pueden desarrollarse futuras dunas.

Estos captadores consisten en estructuras que consiguen formar depósitos gracias a la intercepción de la arena que el viento transporta, al reducir su velocidad por la fricción que ejercen.

Por otra parte, protegen las plantaciones frente a la erosión eólica y la deposición de arena, aportando una mayor estabilidad al depósito arenoso mientras las plantas alcanzan su tamaño adulto, asumiendo posteriormente éstas la función de estabilización y fijación de las zonas de arena móvil.

Los captadores a emplear, consistirán en empalizadas flexibles con cierta porosidad de varas muertas de mimbre, distribuidas en cuadrículas, con alineaciones continuas paralelas entre sí y perpendiculares a los vientos dominantes, para obtener una mayor eficiencia en la captación de arena, y con alineaciones perpendiculares para completar la cuadrícula y proteger las plantaciones.

En primer lugar, se dispondrán las hileras orientadas paralelamente a la línea de la costa, separadas entre sí entre 8 metros, y otras perpendicularmente a éstas, separadas entre sí por unos 20 metros. Las varas de 1,80 metros de longitud se han hincado verticalmente en el suelo, enterrando 0,60, dejando en consecuencia una altura con respecto al suelo de 1,20 metros.

Las hileras perpendiculares a la línea de la costa unen las hileras horizontales. No obstante, se han partido en el centro, utilizando dos tiras separadas entre sí 1,5 metros, de forma que cuando lleguen al centro de la hilera se solapen 0,5 o 1 metro, manteniendo la función de captadores y retenedores, y permitiendo acceder de una cuadrícula a otra para realizar la plantación.



Figura 63. Captadores pasivos a instalar

### 6.6.5. Revegetación con especies autóctonas

Se realizarán plantaciones de especies vegetales características de los sistemas dunares presentes en esta zona y sus inmediaciones.



Figura 64. Diferentes áreas a revegetar en la Caleta del Estacio

En la tabla siguiente se muestra un resumen de las especies propuestas para su empleo en los trabajos de revegetación a realizar en la Caleta del Estacio. El proyecto contempla también la reposición de marras.

Banda de vegetación	Especie	%
Primera banda <ul style="list-style-type: none"><li>- Conservación y mejora (400 pies/ha)</li><li>- Revegetación arbustiva-herbácea (2500 pies/ha)</li></ul>	<i>Limonium cossonianum</i>	25 %
	<i>Juncus acutus</i>	15 %
	<i>Elymus farctus</i>	35 %
	<i>Calystegia soldanela</i>	25 %
Segunda banda <ul style="list-style-type: none"><li>- Revegetación arbustiva-herbácea (2500 pies/ha)</li></ul>	<i>Asparagus macrorrhizus</i>	5 %
	<i>Echinophora spinosa</i>	5 %
	<i>Helianthemum marmironense</i>	5 %
	<i>Ammophila arenaria</i>	20 %
	<i>Elymus farctus</i>	20 %

Banda de vegetación	Especie	%
	<i>Sporobolus pungens</i>	10 %
	<i>Calystegia soldanela</i>	5 %
	<i>Pancratium maritimum</i>	5 %
	<i>Crucianella maritima</i>	5 %
	<i>Eryngium maritimum</i>	5 %
	<i>Cyperus capitatus</i>	5 %
	<i>Medicago marina</i>	5 %
Tercera banda <ul style="list-style-type: none"><li>- Revegetación arbustiva-herbácea (2500 pies/ha)</li></ul>	<i>Lotus creticus</i>	5 %
	<i>Juniperus turbinata</i>	10 %
	<i>Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa</i>	20 %
	<i>Tamarix canariensis</i>	35 %
	<i>Pistacia lentiscus</i>	35 %

Tabla 11. Especies de vegetación a emplear en los trabajos de revegetación

Sobre el origen de las plantas a emplear en los trabajos de revegetación propuestos, el “Manual de restauración de dunas costeras” del MITERD indica lo siguiente:

Una de las condiciones indispensables para el uso de plantas procedentes de vivero es que las semillas utilizadas para la revegetación de una zona deban proceder de la misma área geográfica, para así evitar una homogeneización genética de la especie.

La distribución se hará de forma tal que por un lado permita fortalecer los hábitats existentes mediante la plantación de ejemplares presentes de forma natural en el medio y por otro se mezclen al máximo las especies correspondientes a cada banda de vegetación, de tal modo que todas las especies arbustivas se distribuyan por toda la Caleta del Estacio, aunque podrán también formarse corros de ejemplares de la misma especie, siempre y cuando éstos no superen los 10 ejemplares/especie.

Las formaciones vegetales para restaurar evitarán las formaciones regulares, buscando alcanzar la mayor naturalidad posible en el bosque revegetado y estableciendo transiciones de vegetación entre las diferentes bandas de vegetación planteadas.

Por razones climáticas, económicas y fisiológicas, se ha optado por ejecutar las plantaciones propuestas en los trabajos de revegetación en la Caleta del Estacio durante el otoño y el invierno, debido a que se estima que esta época es la más favorable en cuanto a humedad y precipitaciones, favoreciendo de esta forma el éxito de la restauración vegetal.

La preparación del terreno para efectuar dichas plantaciones, seguirá los siguientes criterios:

- La preparación del terreno para la plantación será manual.
- El barrón (*Ammophila arenaria*) y la grama marina (*Elymus farctus*), se plantarán manualmente, excavando un hoyo de unos 25x25x25 cm, donde se alojará la planta, procediendo posteriormente a taparla. La planta quedará enterrada unos 10 cm con respecto a su nivel original en el lugar de procedencia.
- El resto de plantas herbáceas, se plantarán de forma superficial, realizando un pequeño orificio e introduciendo la planta para, posteriormente, tapar.
- En cuanto a las plantas arbustivas y arbóreas, se llevará cabo un ahoyado de 50x50x50 cm.

Tras la ejecución de los trabajos de recuperación del sistema dunar previsto en la Caleta del Estacio, se reservará una parcela donde puedan ser destinados ejemplares de flora protegida presentes en otras localizaciones de la Manga del Mar Menor y que proceden de trasplantes autorizados por la Dirección General de Patrimonio Natural y Acción Climática de la CARM.

Se ha contemplado también la colocación de paneles divulgativos en puntos estratégicos en los accesos a la playa ajustándose en su diseño a lo estipulado en el Manual de Señalización de Espacios Naturales de la Dirección General de Medio Natural. Estos paneles aportarán información al usuario, relativa a la importancia de los sistemas dunares y de la conservación de la vegetación y fauna existentes en la zona.

Al menos uno de los carteles incluirá imágenes del estado anterior a la actuación, así como explicación de la infraestructura portuaria y las actuaciones ejecutadas para la recuperación ambiental del entorno.

### 6.6.6. Instalación de pasarelas de madera y vallado perimetral

Para permitir el acceso a la playa se ha diseñado diferentes itinerarios mediante pasarelas de madera elevadas que regularán el tránsito peatonal. El trazado en planta de estas pasarelas discurrirá sobre algunas de las veredas existentes en la actualidad para que no se produzca mayor degradación del medio.

Las nuevas pasarelas se realizarán de madera de pino tratada en autoclave para clase de riesgo IV con sales hidrosolubles tipo Wolmanit-CX-10. La estructura de apoyo estará compuesta por pórticos transversales formados mediante pilares de sección circular de Ø18 cm y doble viga de 20x10 cm. las correas longitudinales serán de 20x10 cm de sección. El entablado de piso será de tablón cepillado y antideslizante de 14,5x4,5 cm. la

barandilla estará conformada con los propios pilares de la estructura que se prolongarán 1,20 m sobre la altura del piso a modo de montantes, pasamanos, diagonales y rodapié de sección circular de Ø10 cm.

Se ha proyectado un trazado accesible con una pendiente máxima no superior al 6% y un ancho libre de 2,5 m.

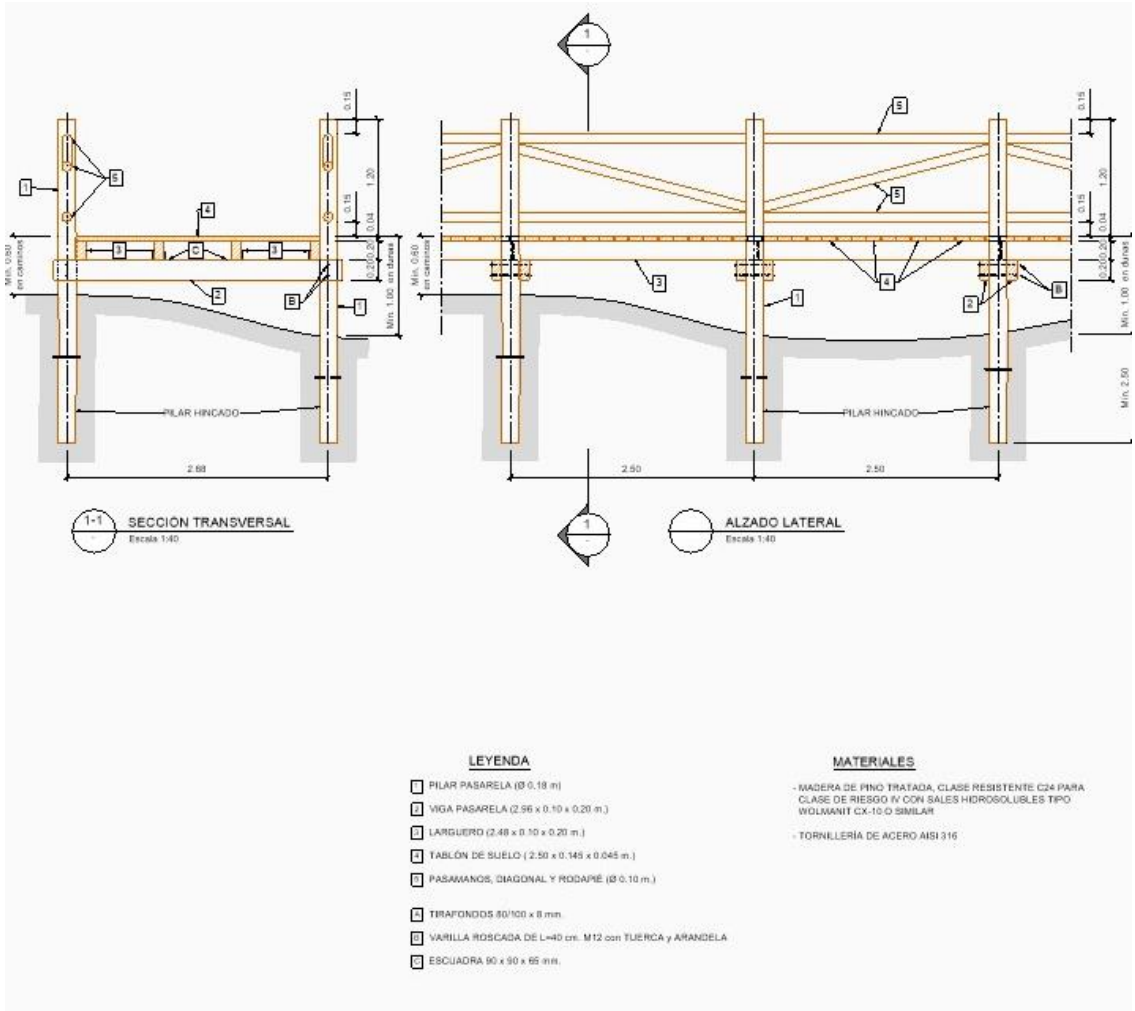


Figura 65. Sección pasarela peatonal

Como elemento separador del entorno dunar del urbano e impedir el acceso a las dunas se colocará un vallado blando mediante postes de madera de 12 cm de diámetro de madera tratada en autoclave nivel IV y cuerda de 4 cm de diámetro.



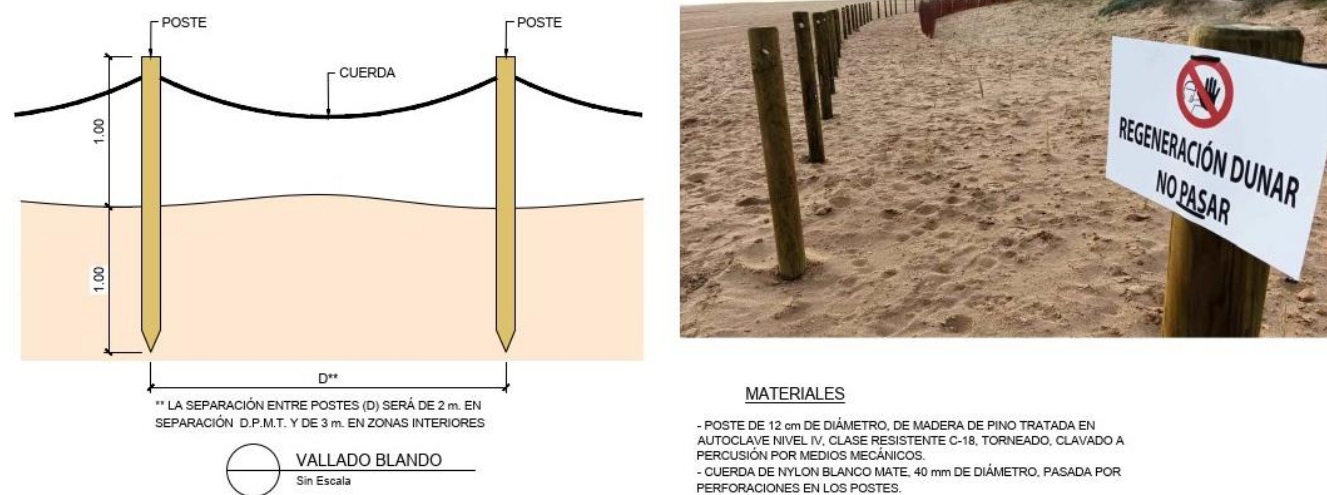


Figura 66. Vallado blando



Figura 67. Imagen final pasarela elevada y revegetación

## 7. ANÁLISIS AMBIENTAL

Las actuaciones previstas en el “Proyecto para la retirada de las antiguas instalaciones de Puerto Mayor y la recuperación ambiental del espacio ocupado por las mismas”, coinciden con la recogida en el Grupo 7 del Anexo II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre y su modificación a través de la Ley 9/2018, de 5 de diciembre y el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III:

### Grupo 7. Proyectos de infraestructuras

*h) Obras costeras destinadas a combatir la erosión y obras marítimas que puedan alterar la costa, por ejemplo, por la construcción de diques, malecones, espigones y otras obras de defensa contra el mar, excluidos el mantenimiento y la reconstrucción de tales obras y las obras realizadas en la zona de servicio de los puertos.*

Visto lo anterior y de acuerdo con lo indicado en el art. 7.1.d) de dicha Ley 21/2013, de 9 de diciembre, la Demarcación de Costas en Murcia, promotora del “Proyecto para la retirada de las antiguas instalaciones de Puerto Mayor y la recuperación ambiental del espacio ocupado por las mismas”, ha decidido someterlo al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental ordinaria.

A este respecto, en el Anejo 12. Estudio de Impacto Ambiental se ha efectuado una evaluación ambiental del proyecto, con el objetivo de predecir, minimizar y prevenir posibles afecciones negativas que pudieran generarse por la ejecución de las actuaciones propuestas, lo que contribuirá a alcanzar un elevado nivel de protección del medio ambiente y promover el desarrollo sostenible. El contenido de dicho estudio, es conforme a lo indicado en el art. 35 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre.

En cuanto a los impactos más significativos que podrían generarse por el desarrollo de este proyecto, se estima que se producirán durante la extracción de las tablestacas y del material de relleno asociado a las mismas, junto con los trabajos para la reducción de los diques y la retirada de los suelos contaminados presentes en la superficie terrestre, pudiendo generar afecciones sobre las características bionómicas, la calidad del agua y del aire del ámbito de actuación, conllevando a su vez una afección sobre las especies de flora y fauna marina y terrestre. En líneas generales, se estima que dichos impactos serán de intensidad media, temporales, reversibles y recuperables, siendo de importancia compatible-moderada.

En concreto y sobre la afección del proyecto a los espacios protegidos presentes en el ámbito de actuación, correspondientes a la ZEC “Franja Litoral sumergida de la Región de Murcia (ES6200029)” y la ZEPIM “Mar Menor y Zona Oriental Mediterránea de la Costa de la Región de Murcia (ZEPIM0004)”, la Dirección General de Patrimonio Natural y Acción Climática de la CARM ha emitido un informe suscrito el 09/10/2023 en el que se muestran las siguientes conclusiones:

*... sabiendo que la actuación presenta impactos de tipo local y efecto temporal en el tiempo, afectando a áreas muy concretas y limitadas, y que su diseño se ha orientado hacia el respeto al medio ambiente y la conservación y mejora de los valores ambientales, se concluye que la actuación proyectada no se prevé que cause efectos apreciables adversos sobre la Red Natura 2000 ni sobre los hábitats y especies en ella presentes,*

*siempre y cuando se cumplan las medidas y condiciones ambientales que establecen una adecuada protección del medio ambiente y valores naturales; y que se recogen tanto en el Documento Ambiental presentado como en el punto siguiente (a las que se suma la de otros informes relacionados y que igualmente tendrán que ser tenidas en cuenta); ya que de este modo:*

- *La actuación no se prevé que tenga efectos negativos apreciables sobre la Red Natura 2000 ni otros espacios protegidos en el lugar de la actuación. Tampoco sobre los hábitats y biocenosis presentes.*
- *No se espera que exista riesgo de alteración de la realidad física y biológica de las zonas protegidas afectadas siempre y cuando se cumpla la legislación en vigor y lo expuesto en el presente informe.*

*La actividad no se espera que suponga un impacto paisajístico severo o crítico.*

Por otra parte y tras la finalización de las obras, se estima que la retirada de las instalaciones de Puerto Mayor y en especial de las tablestacas presentes actualmente en la Caleta del Estacio, favorecerá una mejor circulación de las corrientes marinas y por tanto evitará la acumulación de sedimentos con concentraciones elevadas de algunos metales pesados y de Carbono Orgánico Total, además de mejorar la calidad del agua, lo que repercutirá en una mejora de las condiciones de los hábitats marinos presentes actualmente en esta zona y en sus inmediaciones.

Asimismo, la eliminación de las especies exóticas invasoras y el desarrollo de las actuaciones de revegetación incluidas en el proyecto, favorecerán la conservación y/o recuperación de los hábitats características de los sistemas dunares existente en esta zona, mejorando a su vez la biodiversidad actual.

Para evitar o minimizar la posibilidad de aparición de afecciones durante la fase de construcción, se han propuesto en el Estudio de Impacto Ambiental la aplicación de una serie de medidas preventivas y protectoras, así como unas buenas prácticas ambientales durante la ejecución de las actuaciones previstas y una planificación de los trabajos adecuada, junto con el establecimiento de un Programa de Vigilancia Ambiental en el que se prevén unos controles previos al inicio de las obras, durante la fase de ejecución y en la de seguimiento, que aseguren el correcto cumplimiento de dichas medidas y evitar la aparición de afecciones no contempladas.

Para su establecimiento se ha tenido en cuenta las aportaciones presentadas por parte de las Administraciones públicas afectadas y organismos implicados durante el proceso de información pública iniciado el 01/06/2023 por la Demarcación de Costas en Murcia, conforme a lo dispuesto en el art. 98 del Reglamento General de Costas, aprobado por el Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre.

## 8. SERVICIOS AFECTADOS

En el anejo 6 Servicios afectados del presente Proyecto, se recoge la información correspondiente a los servicios existentes dentro del dominio público marítimo-terrestre y por tanto, del ámbito de las obras, que pueden verse afectados por el desarrollo de las mismas, fundamentalmente los existentes entre los hitos de

deslinde de dominio público marítimo-terrestre DP-38 a DP-42, correspondientes a la red de abastecimiento existente.

Aunque se ha incluido en proyecto la toma de medidas previas para la detección de dicha red sin que resulte afectada por los trabajos a realizar, se ha previsto unas partidas presupuestarias para la eventual reposición de la misma.

## 9. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

En el anejo 15 Justificación de precios del presente Proyecto se detallan, para cada una de las unidades de obra definidas en el proyecto, los criterios seguidos en cuanto a costes de mano de obra, materiales y maquinaria, los sistemas previstos para la ejecución de estos y los rendimientos esperados. Los precios así obtenidos son los que figuran en los cuadros de precios incluidos en el Documento Nº 4. Presupuesto.

## 10. CONTROL DE CALIDAD

En el anejo nº14 Control de calidad se incluye el control de calidad propuesto durante la ejecución de las obras y una relación de ensayos valorados a precios de mercado con el objetivo de estimar el presupuesto para la realización de ensayos del Plan de Calidad de Recepción. Dado que el presupuesto representa menos del 1% del Presupuesto de Ejecución Material del proyecto, no se ha incluido en el Presupuesto del Proyecto unidades de obra complementarias para el control de calidad de las obras.

## 11. GESTIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo con la legislación vigente en materia de residuos, así como planes de gestión autonómicos, se redacta el anejo nº18. "Estudio de Gestión de Residuos", para aquellos residuos generados en la propia obra y en las instalaciones auxiliares.

Este estudio se ha elaborado siguiendo las directrices del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD).

Tras comprobar la existencia de suelos contaminados en el ámbito de actuación, conforme a los criterios establecidos en el Real Decreto 9/2005, 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados, se han gestionado dichos terrenos conforme a los criterios de admisión en vertederos establecidos en el Anexo II del Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.



12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Para dar cumplimiento al RD 1627/1997 de 24 de octubre se incluye el anejo nº19 “Estudio de Seguridad y Salud”, con su correspondiente Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y Presupuesto.

13. PLAN DE OBRA

Sin perjuicio de lo que disponga el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, se estima un plazo de ejecución de las obras proyectadas de DIECIOCHO (18) meses, de acuerdo con el programa de trabajo que figura en el anejo nº16. Plan de obra y plazo de ejecución.

14. PERIODO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de un (1) año, durante el cual el adjudicatario deberá realizar, a su costa, cuantos trabajos sean precisos para mantener la obra en perfecto estado.

15. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

En cumplimiento del RD 773/2015 del 28 de agosto y, en particular, el número dos del artículo único por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el R.D. 1098/2001, de 12 de octubre, se propone a continuación la clasificación que debe ser exigida a los contratistas para presentarse a la licitación de la ejecución de estas obras:

- Grupo F. Marítimas
- Subgrupo 5. Con pilotes y tablestacas. Categoría 6.
- Subgrupo 7. Sin cualificación específica. Categoría 6.

16. REVISIÓN DE PRECIOS

El artículo 103.5 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público y su posterior modificación por la Ley 11/2023, de 8 de mayo, de trasposición de Directivas de la Unión Europea en materia de accesibilidad de determinados productos y servicios, migración de personas altamente cualificadas, tributaria y digitalización de actuaciones notariales y registrales; y por la que se modifica la Ley 12/2011, de 27 de mayo, sobre responsabilidad civil por daños nucleares o producidos por materiales radiactivos,, indica que, la revisión de

precios tendrá lugar “cuando el contrato se hubiese ejecutado, al menos, en el 20 por ciento de su importe y hubiesen transcurrido un año desde su formalización.”

Atendiendo a dicho artículo, y dado que el plazo de ejecución de las obras se ha estimado en DIECIOCHO (18) meses (superior a 1 año), con una previsión de ejeucicón mayor al 20%, se procedería la revisión de precios, salvo que se produzca alguna incidencia en la ejecución de las obras.

En previsión de esta circunstancia, y para cubrir una eventual decisión del órgano de contratación, el cual, atendiendo al artículo 103.3, podrá establecer el derecho a revisión periódica y predeterminada de precios en los supuestos en los que proceda, se propone la siguiente fórmula de revisión de precios ajustada al proyecto:

- FÓRMULA 641. Obras de acondicionamiento del litoral y senderos litorales

$$K_t = 0,06 C_t/C_0 + 0,03 E_t/E_0 + 0,01 L_t/L_0 + 0,13 M_t/M_0 + 0,01 O_t/O_0 + 0,16 R_t/R_0 + 0,06 S_t/S_0 + 0,54$$

Los materiales básicos a incluir con carácter general en las fórmulas de revisión de precios y los símbolos que representan sus respectivos índices de precios en las fórmulas, será los siguientes:

Símbolo	Material
A	Aluminio.
B	Materiales bituminosos.
C	Cemento.
E	Energía.
F	Focos y luminarias.
L	Materiales cerámicos.
M	Madera.
O	Plantas.
P	Productos plásticos.
Q	Productos químicos.
R	Áridos y rocas.
S	Materiales siderúrgicos.
T	Materiales electrónicos.
U	Cobre.
V	Vidrio.
X	Materiales explosivos.

Figura 68 Símbolos materiales revisión de precios

Representando los sub-índices: t (momento de la ejecución) y 0 (fecha de la licitación).

17. EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En el Reglamento General de Costas, aprobado el 10 de octubre de 2014, se establece que todos los proyectos deben contener una evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre los terrenos donde se vaya a situar la obra realizada (artículo 91).

En el Anejo 13 “Evaluación de los posibles efectos del cambio climático”, se recoge un análisis de los posibles efectos del cambio climático sobre la zona del proyecto, cumpliendo lo establecido en el Reglamento General de Costas para un horizonte temporal para el año 2100.

18. COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA ESTRATEGIA MARINA DE LA DEMARCACIÓN LEVANTINO-BALEAR

De acuerdo con la información ambiental que acompaña a este proyecto y a los análisis realizados sobre la situación actual y las actuaciones propuestas, se considera que el presente proyecto es compatible con los objetivos de la Estrategia Marina de la Demarcación Levantino-Balear, siempre y cuando se cumplan las medidas preventivas y correctoras contempladas en el proyecto, y se lleve a cabo el programa de vigilancia ambiental previsto en el mismo.

19. OCUPACIÓN DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

Todas las áreas de actuación de este proyecto se encuentran dentro del dominio público marítimo-terrestre estatal, no habiendo incidencia de las actuaciones sobre áreas de titularidad privada, ni sobre áreas afectadas por concesiones o derechos privados en vigor.

Este tramo de costa confronta con el deslinde de bienes de dominio público marítimo-terrestre de referencia DL-31-MU aprobado por O.M. de fecha 30/03/2000, entre los hitos DP-38 y DP-54.

20. MARCO LEGAL. CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN DE COSTAS

El presente proyecto cumple las disposiciones de la Ley de Costas (Ley 22/1.988, de 28 de julio y Ley 2/2.013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.) y las normas generales y específicas dictadas para su desarrollo y aplicación, según establece el artículo 44.7 de dicha Ley y el artículo 97 de su Reglamento (Real Decreto 876/2.014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas).

21. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

Las obras definidas en este proyecto cumplen los requisitos legales establecidos, constituyendo una unidad completa susceptible de entrega al uso público de acuerdo con la vigente Ley de Contratos del Sector Público.

22. PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución del Proyecto se desglosa en los siguientes capítulos:

01	LEVANTES Y DESMONTAJES DE INSTALACIONES	1.722.518,34 €
02	RETIRADA DE RELLENOS Y REACOMODACIÓN DE ARENAS EN PLAYA	1.365.942,32 €
03	RETIRADA RECINTO INTERIOR DIQUE DE LEVANTE	741.260,95 €
04	DESMANTELAMIENTO Y REFUERZO ESPIGÓN SUR	1.475.596,23 €
05	RESTAURACIÓN DUNAR	1.737.914,46 €
06	BALIZAMIENTO MARÍTIMO	58.341,70€
07	GESTIÓN DE RESIDUOS	9.937.275,94 €
08	SEGURIDAD Y SALUD	61.996,90 €
09	MEDIDAS CORRECTORAS Y VIGILANCIA AMBIENTAL	798.434,18 €

Aplicando a las mediciones los precios correspondientes, se obtiene el presupuesto de ejecución material, que asciende a la cantidad de DIECISIETE MILLONES OCHOCIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON DOS CÉNTIMOS (17.899.281,02 €).

Incrementando estas cifras un 13% en concepto de gastos generales y 6% de beneficio industrial, más el 21% sobre el total, en concepto de Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA), asciende el presupuesto Base de Licitación a la cantidad de VEINTICINCO MILLONES SETECIENTOS SETENTA Y TRES MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (25.773.174,74 €).

23. DOCUMENTOS QUE CONFORMAN EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

- Memoria
- Anejo 1: Antecedentes
- Anejo 2 Estudios previos
- Anejo 3. Estudio de alternativas
- Anejo 4: Reportaje fotográfico
- Anejo 5 Topografía y batimetría



- Anejo 6: Servicios afectados
- Anejo 7: Geológico-geotécnico
- Anejo 8: Clima marítimo y dinámica litoral
- Anejo 9: Cálculo justificativos y estructurales
- Anejo 10: Procedimiento constructivo
- Anejo 11: Estudio sobre el patrimonio cultural
- Anejo 12: Estudio de Impacto Ambiental
- Anejo 13: Evaluación de los posibles efectos del cambio climático
- Anejo 14: Control de calidad
- Anejo 15: Justificación de precios
- Anejo 16: Plan de obra
- Anejo 17: Clasificación del contratista
- Anejo 18: Estudio de Gestión de residuos
- Anejo 19: Estudio de Seguridad y Salud
- Anejo 20. Compatibilidad con la estrategia marina levantino-balear

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

- 1. Índice
- 2. Situación y emplazamiento.
- 3. Situación actual
  - 3.1. Planta sobre cartografía y batimetría
  - 3.2. Planta sobre bionomía
- 4. Planta de actuaciones
- 5. Desmontajes y retirada de instalaciones
- 6. Retirada de rellenos
  - 6.1. Planta de replanteo
  - 6.2. Perfiles transversales
- 7. Línea de costa
  - 7.1. Planta de replanteo y longitudinal.
  - 7.2. Perfiles transversales
- 8. Recinto interior dique de Levante
  - 8.1. Planta de replanteo perfil longitudinal.
  - 8.2. Perfiles transversales
- 9. Espigón Sur

- 9.1. Planta de replanteo, perfil longitudinal y sección tipo.
- 9.2. Perfiles transversales.
- 10. Pasarelas peatonales
  - 10.1. Planta de replanteo
  - 10.2. Perfiles longitudinales
  - 10.3. Detalles
- 11. Restauración dunar
  - 11.1. Eliminación de especies exóticas invasoras
  - 11.2. Regeneración dunar y sistemas de protección
  - 11.3. Detalles
- 12. Estado final
  - 12.1. Planta sobre ortofoto
  - 12.2. Planta sobre bionomía
  - 12.3. Secciones
- 13. Infografía. Imagen final

DOCUMENTO Nº3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

DOCUMENTO Nº4 PRESUPUESTO

Mediciones  
Cuadro de precios  
Presupuestos Parciales  
Presupuesto Base de Licitación

24. CONCLUSIONES

Estimado que el presente proyecto responde a las necesidades planteadas y comprende todos los documentos reglamentarios, se eleva a la superioridad para su aprobación y efectos oportunos si procede.

Murcia, junio de 2025

Autor del proyecto

Directora del proyecto

Fdo. Mario F. Arias Blanco

Fdo. Encarnación Segura Torres

Ingeniero de caminos, canales y puertos

Ingeniera de caminos, canales y puertos

Examinado y conforme

El Ingeniero Jefe de la Demarcación de Costas

Fdo. Daniel Caballero Quirantes

Ingeniero de caminos, canales y puertos