

Anejo 03: Estudio de alternativas

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	Anejo 03: Estudio de alternativas
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-AN-HE-EST_ALTERNATIVAS-030000-D02.docx
Autores:	Firmado: RZT
	Fecha: 06/03/2023
Verificado	Firmado: FBA
	Fecha: 06/03/2023
Destinatario	
Notas	

Índice

1. INTRODUCCIÓN1

APÉNDICE 1. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS2

1. INTRODUCCIÓN

Se adjunta en el presente Anejo el estudio de alternativas realizado para el proyecto correspondiente al contrato de Servicios de redacción del Proyecto de retirada de instalaciones de Puerto Mayor y recuperación ambiental del espacio ocupado por las mismas, TM. de San Javier (Murcia).

APÉNDICE 1. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS



Hoja de control de calidad

Documento	Estudio de Alternativas		
Proyecto	Proyecto de retirada de instalaciones de Puerto Mayor y recuperación ambiental del espacio ocupado por las mismas, en el T.M. San Javier (Murcia)		
Código	CP9370-RP-CP-EstAlternativas-D02		
Autores:	Firma:	DGM	
	Fecha:	NOVIEMBRE 2022	
Verificado	Firma:	FBA	
	Fecha:	NOVIEMBRE 2022	
Destinatario	Demarcación de Costas en Murcia		
Notas			
Confidencialidad	Información confidencial		

Índice

Estudios de alternativas3

1. Introducción3

2. Objeto del estudio.....3

3. Documentación de referencia4

4. Condicionantes del proyecto.....5

4.1. Condicionantes ambientales.....5

4.2. Usos del litoral..... 10

4.2.1. Infraestructuras terrestres10

4.2.2. Navegación..... 11

4.2.3. Zonas de baño13

4.3. Condicionantes físicos 15

4.3.1. Batimetría.....15

4.3.2. Clima marítimo y dinámica litoral17

5. Descripción de Alternativas..... 20

5.1. Obras marítimas 20

5.2. Zona terrestre 25

6. Análisis multicriterio..... 28

6.1. Metodología 28

6.2. Conceptos 31

6.2.1. Aspectos ambientales.....31

6.2.2. Aspectos sociales, funcionales y operativos 39

6.2.3. Aspectos técnicos y constructivos.....44

6.2.4. Aspectos económicos 46

6.3. Matriz comparativa..... 47

7. Alternativa seleccionada..... 49

8. Conclusiones 51

APÉNDICE 1: Planos alternativas 53

APÉNDICE 2: Movimiento de tierras Alternativas. Volúmenes CIVIL 3D 61

APÉNDICE 3: Valoración alternativas..... 74

Estudios de alternativas

En este documento se exponen las alternativas identificadas, análisis de potenciales impactos de cada una de ellas, valoración de ventajas e inconvenientes.

1. Introducción

Las actuaciones propuestas en el proyecto de retirada de las instalaciones de Puerto Mayor se localizan en la **Caleta del Estacio, situada en la vertiente mediterránea de 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.

En concreto, el ámbito de estudio se localiza junto a la **gola del Estacio**, ubicada en el tramo medio de La Manga, y aunque ésta posee un origen natural, ha sufrido importantes modificaciones debido a las actuaciones, instalaciones y dragados realizados desde principios de los años 70, destinados a la construcción del Puerto de Tomás Maestre, así como a la apertura de un canal navegable que permitiera la comunicación de dichas instalaciones portuarias con el Mar Mediterráneo.

Respecto al origen de las instalaciones existentes en los terrenos otorgados en concesión a Puerto Mayor, proceden de los trabajos realizados hace años para convertir esta zona en uno de los puntos de amarre más importantes en la ribera mediterránea de la Manga del mar Menor.

Para el cumplimiento del Acuerdo del Consejo de Ministros de 20 de abril de 2021 por el que se acuerda la reversión al dominio público marítimo-terrestre los terrenos de Puerto Mayor y la ejecución subsidiaria de la retirada total de las instalaciones, así como la restauración ambiental del espacio, se redacta el Estudio de alternativas de actuación en la Caleta del Estacio.

2. Objeto del estudio

De acuerdo con los resultados obtenidos en los estudios sectoriales efectuados en el ámbito de estudio, en especial los relativos a la dinámica litoral, la batimetría y topografía, la caracterización bionómica de los fondos marinos y del estado de los hábitats terrestres y especies protegidas presentes en la Caleta del Estacio, así como de las características de los sedimentos marinos y de los materiales de relleno empleados hace años, se ha llevado a cabo la propuesta de una serie de alternativas que permitan alcanzar los objetivos previstos en el Proyecto, respecto a la retirada de las instalaciones de Puerto Mayor y la recuperación ambiental de la Caleta del Estacio.

En este sentido, para la elección de las alternativas propuestas, se ha llevado a cabo un análisis de los potenciales impactos de cada una de ellas, así como una valoración de las ventajas e inconvenientes en términos de seguridad para las personas y el medio ambiente, costes asociados, incertidumbres, etc.

En concreto, se han planteado diferentes alternativas, incluyendo la alternativa 0 o de no actuación, en relación con los siguientes aspectos del proyecto:

- Configuración de obras costeras en la Caleta del Estacio. Considerando la retirada total de las tablestacas y rellenos asociados a ellas, junto con obras de defensa costera, incluyendo posibles modificaciones en la configuración del espigón sur (cambio de orientación, sección, longitud).
- Ordenación de espacios en el entorno de la Caleta del Estacio para facilitar el uso público de la zona, integrando de esta forma las medidas de restauración de hábitats existentes, que tienen por objeto la sostenibilidad ambiental del sistema, con medidas de sostenibilidad social y económica, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios de la biodiversidad.

Para ello, se aplicarán métodos de decisión multicriterio, en términos de sostenibilidad, partiendo de una matriz de decisión, que consideren condicionamientos medioambientales, optimización de recursos, integración paisajística, coste social, etc, ponderando de forma adecuada la importancia relativa de los mismos y seleccionando aquellas soluciones constructivas que mejor se adapten a los objetivos del proyecto. En el estudio de alternativas se debe tener en cuenta la variable de cambio climático.

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.

3. Documentación de referencia

Junto con la cartografía disponible y la normativa ambiental vigente, se ha analizado la siguiente documentación previa, 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, 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 GEOMY TSA 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, elaborado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, año 2011.
- Plan de Protección del borde litoral del Mar Menor, redactado en 2020 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.
- Prospección del medio biótico del proyecto de retirada de especies vegetales invasoras en la Caleta del Estacio efectuada por TRAGSA en octubre de 2021.
- Proyecto de “Retirada de especies vegetales invasoras en la Caleta del Estacio, TM de San Javier (Murcia)”, redactado en septiembre de 2021 en el que se define la actuación ejecutada de retirada de acacias en un superficie de 22.500 m2, ejecutada por TRAGSA para la Demarcación de Costas en Murcia en el mes de noviembre de 2021.
- “Marco de actuaciones prioritarias para recuperar el Mar Menor” presentado por la Vicepresidenta y Ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Teresa Ribera, el 4 de noviembre de 2021, incluyéndose la actuación objeto del proyecto para la protección y recuperación de la ribera mediterránea.

Asimismo, para el diseño de las alternativas planteadas para lograr los objetivos propuestos en el Proyecto, se han tenido en cuenta los resultados obtenidos en los siguientes estudios realizados por TYPESA en el ámbito de estudio:

- Topografía y batimetría, de octubre 2022.
- Determinación de las dimensiones de las tablestacas, de noviembre de 2022.
- Caracterización del fondo marino e Inspección mediante vídeo y buzos en la Caleta del Estacio, de noviembre de 2022.
- Granulometría del fondo marino y caracterización del sedimento, de noviembre de 2022.
- Análisis parámetros del agua, de octubre de 2022
- Estudio del clima marítimo y dinámica litoral, de noviembre de 2022.
- Estudio específico de los procedimientos de trabajo, de noviembre de 2022.
- Estudio de restauración dunar y hábitats terrestres presentes, de noviembre de 2022.
- Estudio de ordenación de espacios para uso público del entorno, noviembre de 2022.
- Estudio de la afección al tráfico marítimo del canal del Estacio, de octubre de 2022

4. Condicionantes del proyecto

4.1. Condicionantes ambientales

El principal condicionante ambiental existente en el área de estudio, es su **ubicación en el ámbito del espacio de la Red Natura 2000, ZEC “Franja litoral sumergida de la Región de Murcia (ES6200029)”**, además de encontrarse colindante con las ZEPAs “Espacio Marino de Tabarca – Cabo de Palos (ES0000508)”, “Mar Menor (ES0000260)” e “Isla Grosa (ES0000200)”.

El espacio “Franja litoral sumergida de la Región de Murcia (ES6200029)” fue declarado Zona de Especial Conservación (ZEC) por el Decreto n.º 259/2019, de 10 de octubre, de declaración de Zonas Especiales de Conservación (ZEC), y de aprobación del Plan de gestión integral de los espacios protegidos del Mar Menor y la franja litoral mediterránea de la Región de Murcia (suplemento núm. 7 BORM núm 242 de 19/10/2019).

Sobre las principales características de dicho espacio, en su formulario de datos para el periodo fin 2021, hasta el 06/10/2022, se muestra la siguiente descripción sobre la calidad e importancia del mismo:

Franja litoral sumergida con pradera de Posidonia oceanica integrada por tres porciones del litoral costero de la Región de Murcia. En las porciones de costa existe una franja acantilada y bloques rocosos hasta profundidades medias. En las playas aparecen biocenosis de sustrato blando; a continuación fondos sedimentarios que ganan profundidad suavemente. En algunos sectores (Isla del Fraile y Cabo Cope) las paredes verticales superan los 25 metros de profundidad, terminando directamente sobre los fondos detríticos. La porción de franja litoral frente a la Manga del Mar Menor presenta zona continua de playa con una barra rocosa a continuación de las biocenosis de arenas finas.

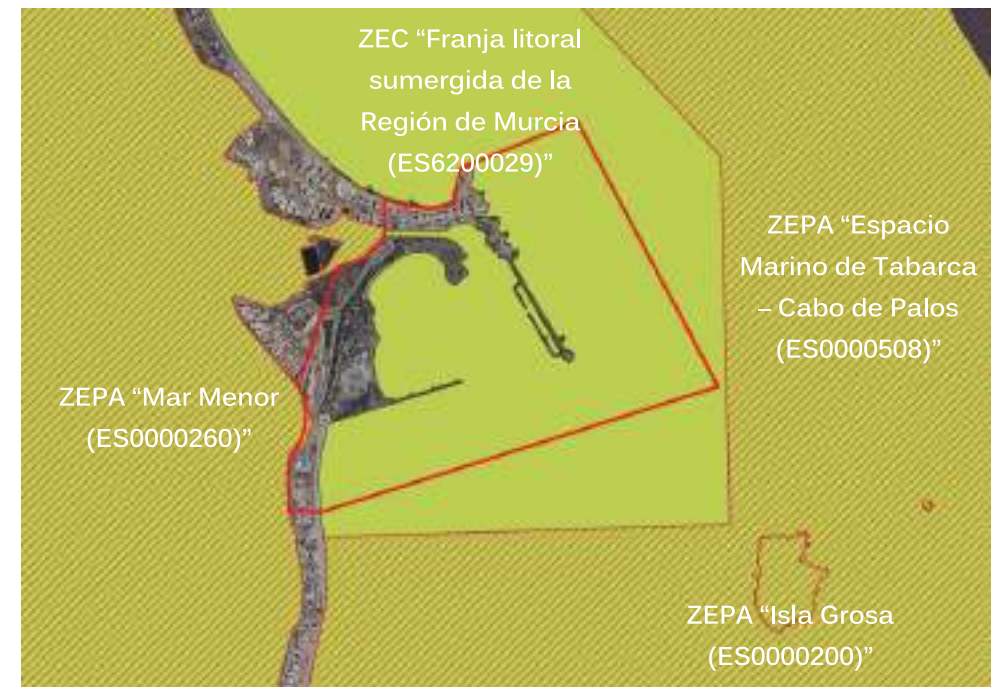


Ilustración 1. Espacios Red Natura 2000 en el área de actuación (Fuente: CARM)

En relación con los valores de dicho espacio protegido, es remarcable en el análisis de alternativas la **posible presencia de praderas marinas que puedan ser afectadas por el proyecto y en especial de Posidonia oceanica**.

A este respecto, se han llevado a cabo estudios mediante Sonar de Barrido Lateral (SBL), donde se ha obtenido una cartografía bionómica de detalle de las diferentes comunidades bentónicas (biocenosis marinas) presentes en el área de estudio, identificándose las siguientes biocenosis marinas principales en la zona de estudio:

- Arenas finas infralitorales bien calibradas.
- Praderas de *Caulerpa prolifera*.
- Praderas de *Cymodocea nodosa*.
- Praderas de *Posidonia oceanica* en diferentes tipologías.

La distribución y localización de las diferentes biocenosis y/o tipología de fondos se muestran en la siguiente ilustración:



Ilustración 2. Cartografía bionómica de la zona de estudio (UTM ETRS89 H30) (Fuente: Oceansnell)

Igualmente, en la planificación de los trabajos que desarrollen las actuaciones propuestas en las alternativas planteadas, se ha tenido en cuenta la **avifauna y fauna marina** presente en este espacio protegido y en sus inmediaciones, seleccionando la época del año que genere una menor afección a dichas especies.

Desde el punto de vista de la superficie terrestre presente en el área de estudio, se ha tenido en cuenta la **conservación de los sistemas dunares que todavía permanecen en la Caleta del Estacio, especialmente al norte de la misma, donde se han identificado los siguientes hábitats de interés comunitario según la cartografía vigente:**

1210 Vegetación anual sobre desechos marinos acumulados

1410 Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*)

2120 Dunas móviles del litoral con *Ammophila arenaria*

2210 Dunas fijas de litoral del *Crucianellion maritimae*

3170* Estanques temporales mediterráneos



Ilustración 3. Hábitats presentes en la superficie terrestre del ámbito de estudio (Fuente: Dirección General Medio Natural de la CARM)

Asimismo, se han identificado en dicha zona especies incluidas en el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia, aprobado a través del Decreto n.º 50/2003, de 30 de mayo (BORM nº131 de 10 de junio de 2003).

En la ilustración siguiente se muestra la distribución de las especies protegidas identificadas en la Caleta del Estacio por el Doctor en Biología y especialista en flora, Dr. Juan Bautista Vera Pérez.



Ilustración 4. Distribución de las especies protegidas presentes en la Caleta del Estacio (Fuente: Dr. Juan Bautista Vera Pérez, noviembre 2022)

Por otra parte, se ha valorado como condicionante ambiental priorizar 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.

Para ello se ha estudiado el origen y se ha estimado el volumen del sedimento necesario para lograr alcanzar la forma en planta de la playa en equilibrio una vez retiradas las instalaciones existentes en la Caleta del Estacio.

Asimismo, destaca la presencia de rellenos con suelos contaminados compuestos por materiales con niveles elevados de metales pesados, en especial plomo y arsénico, habiéndose priorizado su retirada y gestión en el estudio de alternativas de actuación.

4.2. Usos del litoral

4.2.1. Infraestructuras terrestres

La principal vía de comunicación terrestre que da acceso a la zona de estudio es la Gran Vía de la Manga. Esta carretera, de aproximadamente 18 km, parte de Cabo de Palos hasta la Punta del Pudrimel. La vía inicia con cuatro carriles, dos en cada dirección, tras dejar la Autovía de La Manga (RM-12). El vial pasa de tener cuatro carriles a tres carriles (dos en dirección norte y uno en dirección sur) a la altura de la zona norte de playa de las Gaviotas y se reduce nuevamente a dos carriles (uno por sentido) al llegar a la playa de Matas Gordas.



Ilustración 5: Infraestructuras y elementos terrestres de interés

La Gola de Estacio divide la manga en dos, a través de un estrecho canal conocido como el Canal del Estacio. El primer puente que une ambas partes se finalizó en 1969, permitiendo el acceso de automóviles y mejorando notablemente la comunicación con la zona norte de La Manga. Actualmente, el Puente del Estacio es de tipo giratorio basculante, el cual facilita el paso a través del estrecho tanto de vehículos como de embarcaciones.

El acceso al puente presenta unas rampas de aproximación a cada lado del canal permitiendo un gálibo de 7 metros, haciendo posible el paso de la mayoría de las embarcaciones a motor que no llevan mástil.



Ilustración 6: Puente del Estacio y Torre de Control.

El ámbito del estudio corresponde a una zona de arenas y dunas que actualmente presenta un deterioro importante, la zona se encuentra vallada y la playa sin uso.

Además, a lo largo del contorno terrestre de la zona de estudio, se sitúan una serie de infraestructuras de defensa costera (Ilustración 7). Destaca la línea de escollera localizada en el lado oeste de la Manga, bordeando la orilla del Mar Menor. Cerrando la caleta del Estacio se encuentra un muro frente la costa que va de extremo a extremo de la caleta. Por último, en la cara mediterránea se ubica una serie de espigones, de escollera como línea de defensa de las acciones climatológicas y oceánicas.

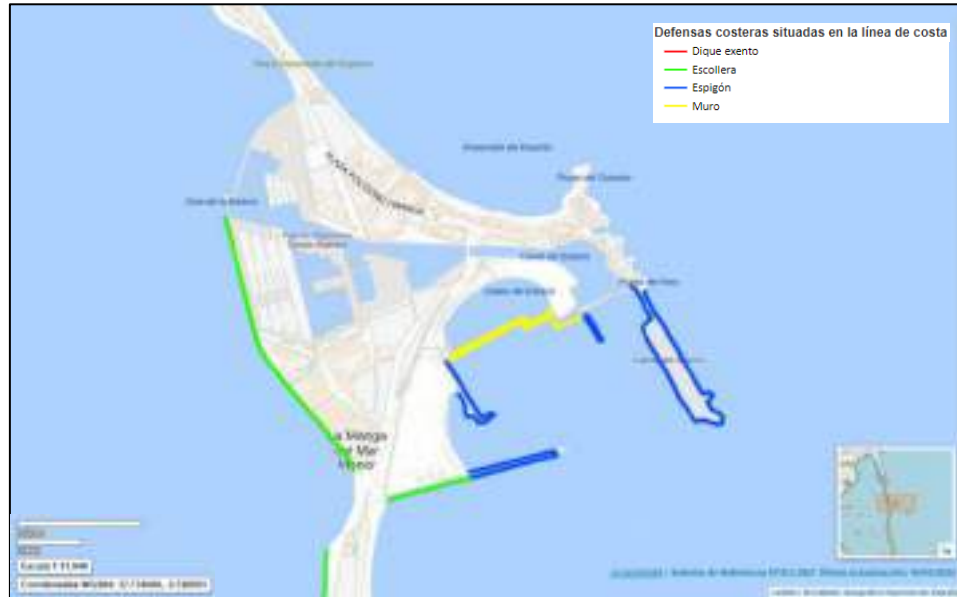


Ilustración 7: Defensas costeras (2017).

Fuente: <http://infomar.cedex.es/visor.html>

4.2.2. Navegación

El Puerto Tomás Maestre es un puerto autonómico, de naturaleza puerto deportivo, al ubicarse en la cara interior de la Manga del Mar Menor, proporcionando protección de los vientos dominantes y las corrientes. El puerto se ubica en La Manga a la altura del Canal del Estacio,

El puerto está constituido por dos diques:

- El dique Norte, con 450 metros de longitud en dirección Suroeste.
- El dique Sur, arranca de la punta de Matas Gordas y consta de dos alineaciones:
 - La primera alineación de 690 m, al Noroeste.
 - La segunda alineación de 670 m, al Nornoroeste,

El puerto consta de una zona de servicio denominada Marinova y está situada al abrigo del dique Norte. Y la zona del Puerto propiamente dicho, protegido por la segunda alineación del dique Sur. A este se accede por una boca de 60 metros de ancho, situada en la margen derecha del canal del Estacio. A su vez, al Puerto se accede a él por medio de un canal de comunicación que une el Mediterráneo con el Mar Menor denominado Canal del Estacio. El antepuerto o zona de acceso por el Mediterráneo, está constituido por un dique de abrigo de 600 metros de longitud que va desde la Punta del Estacio hasta una piedra (balizada) denominada Los Escolletes. Este dique es atracable por su cara de Poniente, existiendo además una dársena pequeña, constituida por dos malecones en forma de L, para pequeñas embarcaciones

La instalación dispone de 1.721 amarres, con una eslora máxima de 30 metros y un calado mínimo de 3 m en la bocana y de 3,50 metros de calado medio en la dársena, con una superficie abrigada de 50.000 m². También, el puerto ofrece una Zona Industrial, con servicios de reparación mecánica, electricidad, pintura, tratamiento de ósmosis, etc. Y de una zona de varada, tanto interior como exterior, que se efectúa mediante un «puente grúa» de 5 t, una «grúa pluma» de 10 t, un «Travelift» de 80 t y otro de 12 t.



Ilustración 8: Carta náutica, señalización. Fuente: <http://infomar.cedex.es/visor.html>

La entrada al canal dispone de equipos de señalización así como el actual faro inaugurado en 1971, constituido por una torre cilíndrica de 3 m de diámetro de hormigón armado de 29,20 m de altura. . La parte superior está rematada con dos cámaras de servicio e iluminación sobre dos plataformas con barandilla de acero inoxidable. El sistema de iluminación está equipado con una linterna que emite cuatro destellos de luz blanca cada 20 segundos con señal de 4º orden y alcance de 22 millas.

La navegación de buques en las proximidades es escasa, haciendo principalmente uso las embarcaciones de recreo o embarcaciones pesqueras. La mayor densidad de embarcaciones navegan a lo largo de dos vías marítimas destinadas principalmente para los buques de tráfico de cabotaje.

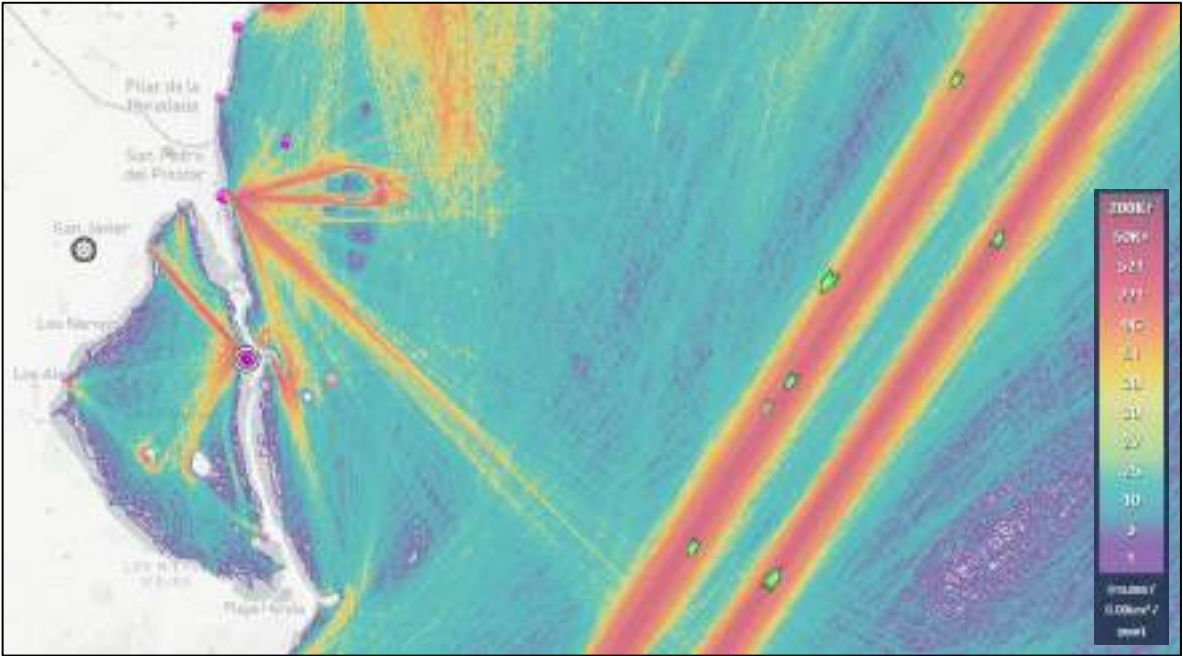


Ilustración 9: Densidad media de buques (2021).

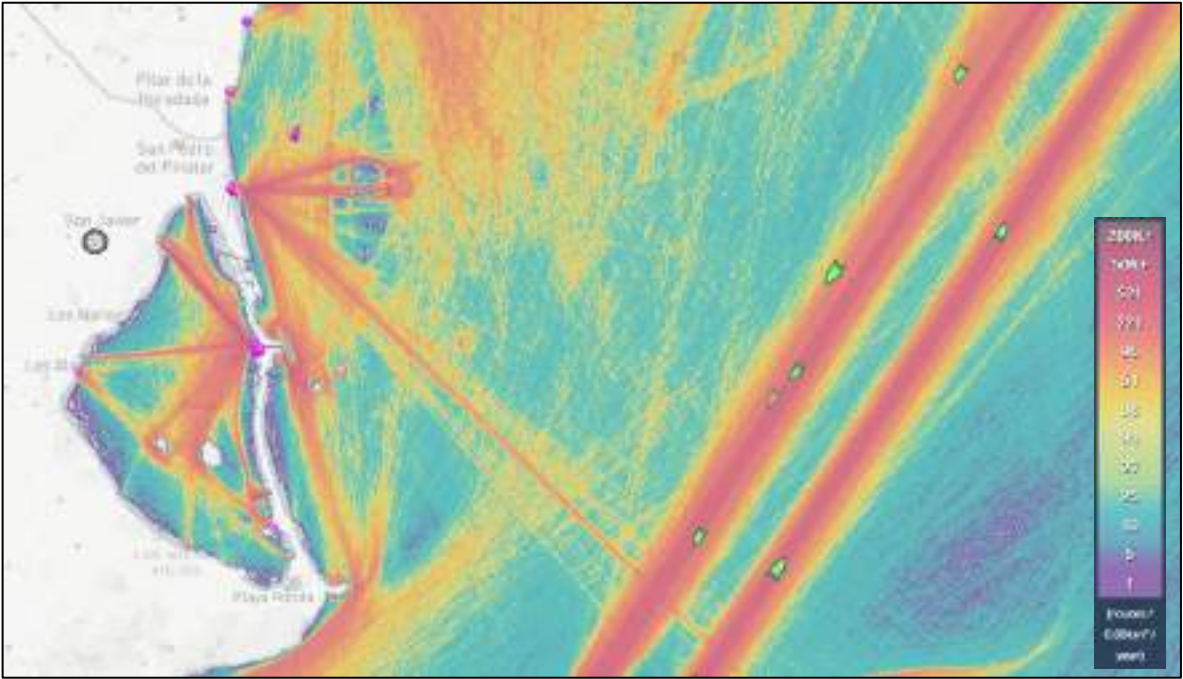


Ilustración 10: Densidad media de buques (2020).
Fuente: [http:// https://www.marinetraffic.com](http://https://www.marinetraffic.com)

4.2.3.Zonas de baño

La Caleta del Estacio no está abierta al uso público de baño ni se realizan análisis de la calidad del agua, pero su entorno destaca por ser un enclave con atractivo turístico, debido a su puerto y las características

del entorno, además de poseer un zona residencial. Tanto en la cara oeste, del lado mediterráneo, como al este en el Mar Menor se encuentran zonas aptas para el baño (Ilustración 11).

En la actualidad se cuenta con dos puntos de muestreo de aguas de baño próximas a la zona de estudio del proyecto. Uno de estos puntos en la ensenada del Esparto ubicada al oeste de Punta del Cocedor en el lado de costa del Mar Mediterráneo. En otro punto de muestreo algo más al Sur en la playa Mistral, del lado del Mar Menor. Ambos puntos de muestreo han clasificado sus aguas como excelentes en los últimos datos disponibles, correspondiendo estos a 2019.

Tabla 1 Puntos de muestreo de aguas de baño con clasificación.

Denominación	Coordenadas (ETRS89)		Clasificación ¹
	Longitud	Latitud	
Playa La Ensenada del Esparto	-0,7337	37,7487	Excelente
Playa Mistral	-0,7393	37,7372	Excelente



Ilustración 11: Zonas de baño
Fuente: <http://infomar.cedex.es/visor.html>

¹ Información proporcionada por el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social (MSCBS)



Ilustración 12: Puntos de muestreo de aguas de baño
Fuente: <http://infomar.cedex.es/visor.html>

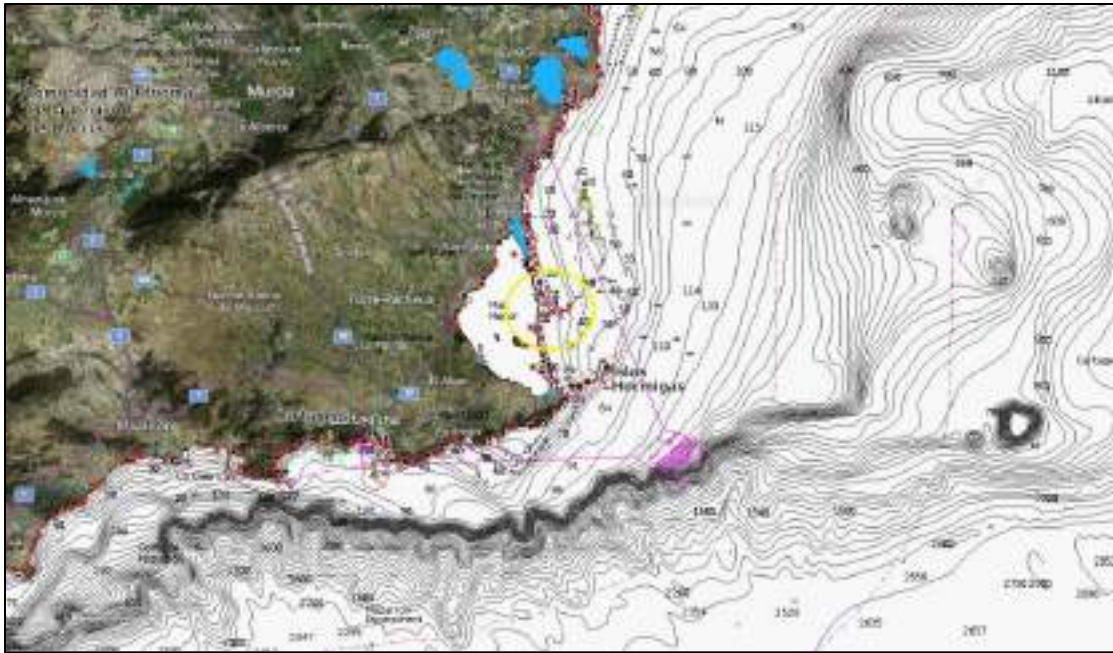


Ilustración 13: Batimetría general.
Fuente: Navionics (<https://webapp.navionics.com/>)

4.3. Condicionantes físicos

4.3.1. Batimetría

Se ha realizado una batimetría de detalle en el ámbito de estudio.

La configuración de la batimetría es fundamental para definir el oleaje que alcanza la costa. El litoral sumergido de la Región de Murcia presenta dos tramos muy diferenciados: de Cabo de Palos (sur de La Manga) hacia el sur y de Cabo de Palos hacia el norte. Nuestra zona de estudio se encuentra en las inmediaciones del segundo tramo, donde la plataforma es muy reducida, variando su anchura entre los 2,5 km que tiene frente de Cabo Tiñoso (a unos 70 km por la costa hacia el sur de La Manga) y los 11 km que tiene en las proximidades de Cabo de Palos. La pendiente media varía entre 0,18 y 0,19 % hasta Cabo Tiñoso, suavizándose a medida que se avanza hacia el límite con Almería. El talud continental comienza entre los 100 y 200 m de profundidad, es estrecho, de unos 10 km de anchura y con grandes irregularidades morfológicas, entre las que destacan varios cañones submarinos. El talud termina en la llanura abisal Argelo-Balear, extensa llanura de más de 2.600 m de profundidad.

Si nos acercamos a la zona de estudio como se muestra en la siguiente imagen, la batimetría frente a la costa, en el Mar Mayor, se presenta con las batimétricas relativamente separadas debido a la amplia plataforma continental de esta zona.

Al frente de la Caleta del Estacio las batimétricas varían desde los 4 metros en el interior del puerto hasta los 8 metros a una distancia de 2 km de la bocana, donde nos encontramos con la Isla Grosa y el Islote el Farallón. En la bocana del puerto nos encontramos la presencia de un bajo que alcanza los 2 y 3 metros que afecta a la propagación del oleaje haciendo que se concentre en estas zonas.

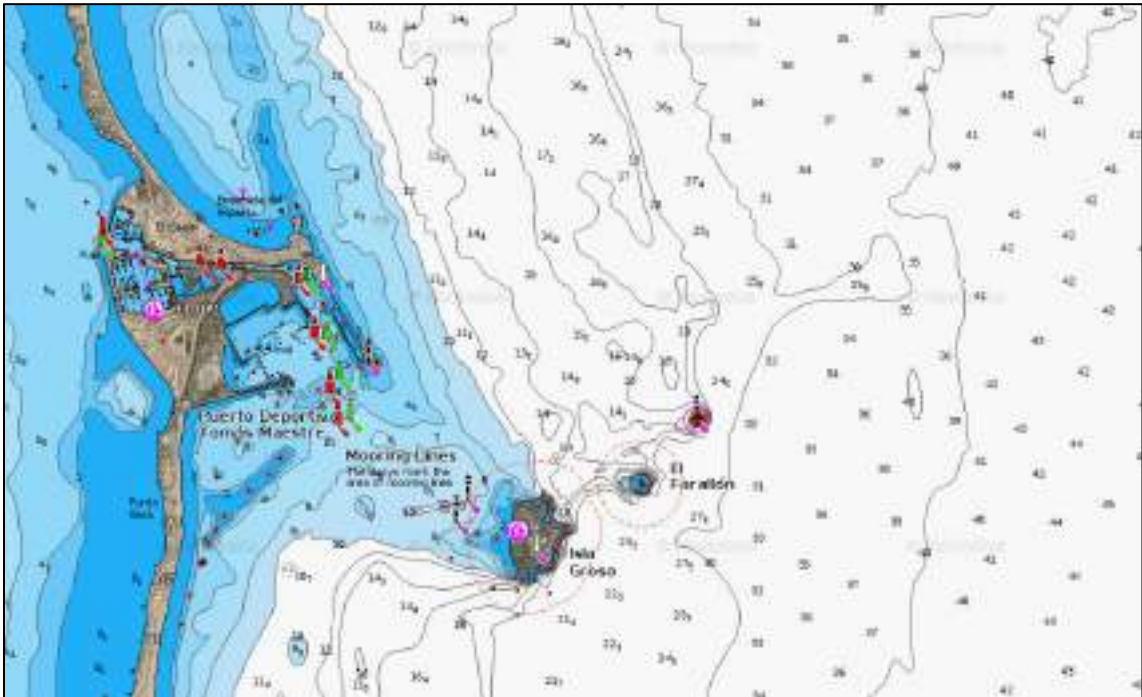


Ilustración 14: Batimetría de la zona de estudio. De azul se pinta las profundidades menores a 10m.
Fuente: Navionics (<https://webapp.navionics.com/>)

4.3.2. Clima marítimo y dinámica litoral

Se ha realizado el Estudio de Clima Marítimo y Dinámica Litoral donde se desarrolla en detalle todos los aspectos del clima marítimo y dinámica litoral analizados.

Para caracterizar el clima marítimo se ha empleado la base de datos SIMAR de Puertos del Estado, en concreto el nodo 2078094. Las alturas de ola significativa observadas, en aguas indefinidas, varían entre 0 y 5 metros, los periodos entre 1,8 y 12 segundos hasta el año 2005 aproximadamente, aumentando los máximos hasta 13,5 segundos a partir de este año. El análisis del oleaje direccional refleja que el oleaje con mayor probabilidad proviene del segundo y tercer sector, el NE-E y SSO, y los oleajes dominantes se encuentran en el rango NE-E.

Además del análisis direccional de los oleajes se ha realizado un análisis estacional, observándose que las estaciones intermedias (primavera y otoño) apenas presentan diferencias entre ellas, siendo las direcciones de más probables a menos, la siguientes: E, ENE, SSO y NE. En cambio, entre invierno y verano los cambios son destacables. En invierno el oleaje procede principalmente del SSO y NE. En cambio, en verano, el oleaje del tercer sector se reduce a menos de un 10% del tiempo y la dirección E seguida de ENE pasan a ser las predominantes.

Tras los análisis descritos se desarrolla el régimen medio y el régimen extremal (temporal). Para el año medio se observa que las alturas de olas más probables son inferiores a 2 m y en temporales las altura alcanzan valores de hasta 5,73 metros (10 años de periodo de retorno), y 7,34 metros (50 años de periodo de retorno). Finalmente se escogieron seis casos representativos del oleaje diferentes en función de la dirección y régimen que se propagan, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 2: Casos representativos del oleaje en profundidades indefinidas

Dirección	NE		ENE		E	
Régimen	Medio	Temporal	Medio	Temporal	Medio	Temporal
H _s	0,75	4,12	0,84	4,04	0,70	3,54
T _p	6,88	9,62	5,73	9,10	5,41	8,36

La dinámica costera, el transporte de sedimentos en el litoral y la forma de la playa depende del oleaje y las corrientes, siendo imprescindible conocer la energía que llega a la playa y cómo se distribuye. Se ha realizado la reconstrucción en 6 puntos para conocer el clima en la zona de estudio (Puntos 1-6). Adicionalmente se repitió el proceso para 3 puntos, considerados los puntos de difracción de las playas para la configuración actual y en caso de retroceder el contradique (A, B y C). Se muestra a continuación (Ilustración 15) la situación de los puntos con la orientación del flujo respecto al norte sobre el mapa.



Ilustración 15: Flujo de energía en los puntos de estudio

El estado de equilibrio se alcanza en condiciones de oleajes medios, necesitando periodos prolongados de tiempo (semanas a meses) en que la playa alcanza su estado más evolucionado. Con el fin de comprender el funcionamiento morfodinámico de la playa de estudio se ha realizado un análisis de la dinámica litoral de acuerdo con las escalas temporales y espaciales, en las alternativas propuestas que se describen en el apartado siguiente.

Se observa como en las alternativas 1 y 2 las playas quedan encajadas entre el espigón sur y la gola, mientras que en la alternativa 3 se aprecia una variación importante de la línea de costa, especialmente en la playa sur, donde se forma una continuidad con las playas situadas al sur del contradique actual y la playa seca aumenta, consiguiendo una renaturalización del entorno. Sin embargo, reduciendo la escala temporal a eventos de temporal, esta forma de la playa se puede ver afectada.

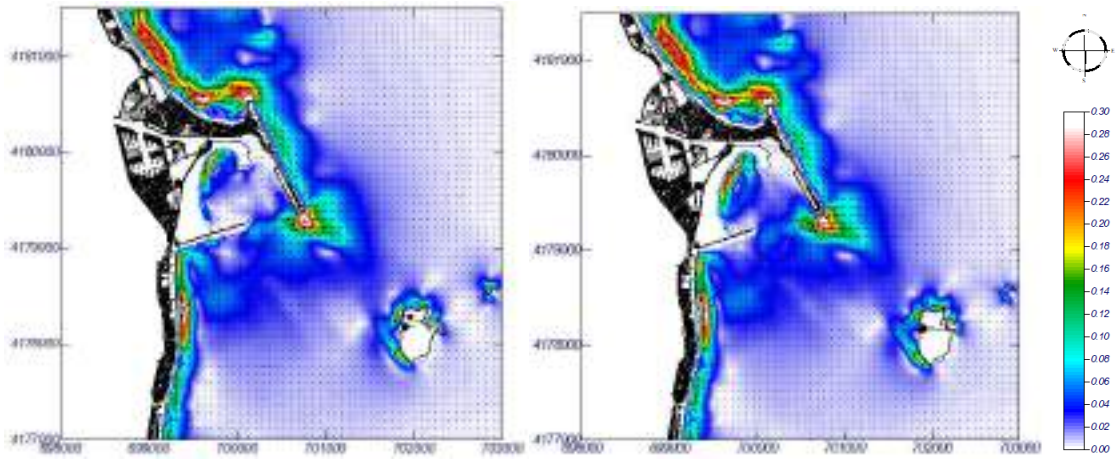


Ilustración 16: Patrón de corrientes generado por un temporal de dirección E en la alternativa 1 (izquierda) y la alternativa 2 (derecha)

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 en las alternativas, mientras que los perfiles de la playa oeste tendrán un mayor retroceso y retranqueo de la línea de costa en la alternativa 1.

En ambas alternativas, 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.

Finalmente, cabe mencionar que las alternativas 1 y 2 no tienen influencia en las playas al sur ni al norte de la Caleta del Estacio, ya que las modificaciones se encuentran encajadas entre el contradique o espigón sur y el canal del Estacio. Mientras que la alternativa 3 implica una modificación en el tramo de costa al sur de la Caleta del Estacio.

5. Descripción de Alternativas

5.1. 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 dismantelar 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 - Retirar 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 - Retirar 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 - Retirada de tablestacas, dismantelar 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.



Ilustración 17: Forma en planta de la alternativa 1.0



Ilustración 18: Forma en planta de equilibrio de la alternativa 1.1



Ilustración 19: Forma en planta de la alternativa 1.2



Ilustración 20: Forma en planta de la alternativa 2.0



Ilustración 21: Forma en planta de equilibrio de la alternativa 2.1



Ilustración 22: Forma en planta de la alternativa 2.2



Ilustración 23. Forma en planta en equilibrio de la alternativa 3

5.2. 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.



Ilustración 24: 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 y vallado blando perimetral.

6. Análisis multicriterio.

6.1. Metodología

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.

La ponderación de los aspectos ha sido consensuada con la con la Dirección del proyecto.

Tabla 3: Ponderación asignada a cada criterio

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



Ilustración 25. Distribución normal pesos Aspectos Ambientales

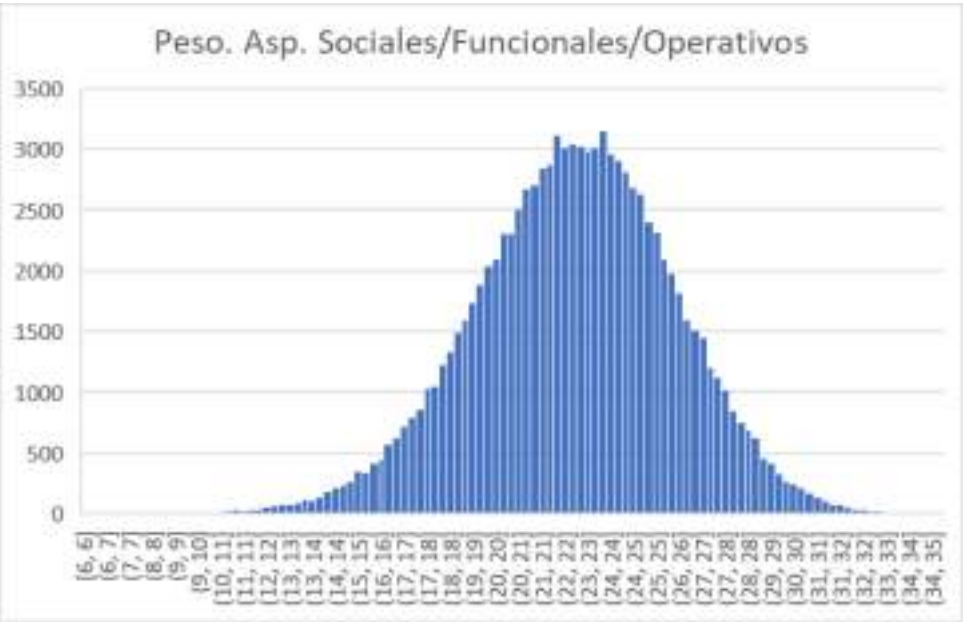


Ilustración 26. Distribución normal pesos Aspectos Sociales/Funcionales/Operativos



Ilustración 27. Distribución normal pesos Aspectos Técnicos y Constructivos



Ilustración 28. Distribución normal pesos Aspectos Económicos

6.2. Conceptos

6.2.1.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 (m²), 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 posee 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 prolífera* 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 (m³), 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 (m³), 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 (m³), 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 (m³).

- 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.

ASPECTOS AMBIENTALES									
MEDICIÓN	Alt. 0	Alt. 1.0	Alt. 1.1	Alt. 1.2	Alt. 2.0	Alt. 2.1	Alt. 2.2	Alt. 3	
Concepto 1: Superficie de lámina de agua sin recirculación libre (m²)	81372.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Concepto 2: Espacios protegidos afectados	ZEC Afección fauna marina relacionada con la presencia de las tablestacas y los diques Sur y Este	ZEC ES6200029: Alteración puntual debido a los trabajos de generación del perfil de equilibrio. Afección fauna marina por mantenimiento o de los diques Sur y Este	ZEC ES6200029: Alteración puntual debido a los trabajos de generación de nueva línea de costa y perfil de equilibrio. Afección fauna marina por mantenimiento o de los diques Sur y Este	ZEC ES6200029: Alteración puntual debido a los trabajos para alcanzar el perfil de equilibrio. Afección fauna marina por mantenimiento o de los diques Sur y Este	ZEC ES6200029: Alteración puntual debido a los trabajos de generación del perfil de equilibrio. Reducción afección del dique Sur a la fauna marina y mantenimiento o del dique Este	ZEC ES6200029: Alteración puntual debido a los trabajos de generación de nueva línea de costa y perfil de equilibrio. Reducción afección del dique Sur a la fauna marina y mantenimiento o del dique Este	ZEC ES6200029: Alteración puntual debido a los trabajos para alcanzar el perfil de equilibrio. Reducción afección del dique Sur a la fauna marina y mantenimiento o del dique Este	ZEC ES6200029: Alteración puntual debido a los trabajos para alcanzar el perfil de equilibrio. Eliminación de la afección fauna marina por la presencia de elementos artificiales en el espacio protegido	
Concepto 3: Praderas	No hay afección	Afección puntual a	Escasa superficie de	Limitada a praderas de	Afección puntual a	Escasa superficie de	Limitada a praderas de	Escasa superficie de	

Concepto 9: Volumen de aportación de arena procedente de dragado (m³).	0.00	0.00	66177.00	0.00	0.00	0.00	60898.00	0.00	292578.00
Concepto 10: Requiere volumen de arenas a aportar de origen externo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI
Concepto 11: Posible afección de la costa debido al cambio climático	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio

ASPECTOS AMBIENTALES									
VALORIZACIÓN									
	Alt. 0	Alt. 1.0	Alt. 1.1	Alt. 1.2	Alt. 2.0	Alt. 2.1	Alt. 2.2	Alt. 3	
Concepto 1: Superficie de lámina de agua sin recirculación libre	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Concepto 2: Espacios protegidos afectados	5.00	2.00	4.00	3.00	1.00	3.00	2.00	1.00	
Concepto 3: Praderas marinas afectadas	0.00	1.00	3.00	2.00	1.00	3.00	2.00	4.00	

Concepto 4: Afección medioambiental sobre la flora existente protegida	5.00	1.00	3.00	3.00	1.00	2.00	2.00	8.00
Concepto 5: Superficie disponible para la renaturalización del entorno	10.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	1.00
Concepto 6: Volumen de material de relleno reutilizado y sedimento recuperado	10.00	2.21	10.00	1.92	2.21	10.00	0.00	10.00
Concepto 7: Volumen de suelos no contaminados a gestionar	10.00	7.13	7.13	7.13	5.98	5.98	5.98	0.00
Concepto 8: Volumen de suelos contaminados a gestionar	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Concepto 9: Volumen de aportación de arena procedente de dragado	0.00	0.00	2.26	0.00	0.00	2.08	0.00	10.00
Concepto 10: Requiere volumen de arenas a aportar de origen externo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00
Concepto 11: Posible afección de la costa debido al cambio climático	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00

6.2.2.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 (m²), 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 (m²), 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.



ASPECTOS SOCIALES, FUNCIONALES Y OPERATIVOS								
MEDICIÓN	Alt. 0	Alt. 1.0	Alt. 1.1	Alt. 1.2	Alt. 2.0	Alt. 2.1	Alt. 2.2	Alt. 3
Concepto 1: Superficie de playa para usos costeros (m²).	233500.00	228003.00	243000.00	225648.00	230132.00	241206.00	220491.00	148080.00
Concepto 2: Superficie de lámina de agua abrigada (m²).	376800.00	477997.00	492500.00	509852.00	505368.00	494294.00	515009.00	215000.00
Concepto 3: Calidad de zona de baño frente al oleaje (horas)	8753.00	8753.00	8753.00	8753.00	8753.00	8753.00	8753.00	3730.00
Concepto 4: Afección sobre la operativa actual de acceso de embarcaciones al puerto Tomás Maestre por el canal (horas)	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	5347.00
Concepto 5: Afección operativa por efecto de aterramiento en	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto

el canal de acceso									
Concepto 6: : Desarrollo de itinerarios ambientales para uso y disfrute de los usuarios (ml)									
	0.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	0.00	
Concepto 7: Proximidad a servicios de interés (m).									
	47.00	37.00	37.00	37.00	47.00	100.00	47.00	58.00	
Concepto 8: Afección sobre las playas que quedan al sur del espigón sur de la Caleta del Estacio (ml)									
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	
Concepto 9: Afección al patrimonio cultural									
	No afecta	No afecta	No afecta	No afecta	No afecta	No afecta	No afecta	No afecta	No afecta
Concepto 10: Espacio público disponible									
	1352.00	3549.00	3492.61	3507.75	3349.00	3229.28	3308.73	1303.63	
Concepto 11: Integración									
	Paisaje con formas,	Recuperación parcial de las formas,	Recuperación parcial de las formas,	Recuperación parcial de las formas,	Recuperación parcial de las formas,	Recuperación parcial de las formas,	Recuperación parcial de las formas,	Recuperación de las formas,	

paisajística de las actuaciones propuestas	colores y texturas artificiales, debido a la presencia de tablestacas en mal estado, el trazado de los Diques Sur y Este y amplias superficies ocupadas por densas agrupaciones de especies invasoras	formas, colores y textura características del paisaje dunar, pero manteniendo la artificialidad existente actualmente, relacionada con la presencia de los diques Sur y Este	formas, colores y textura características del paisaje dunar, pero manteniendo la artificialidad existente actualmente, relacionada con la presencia de los diques Sur y Este	formas, colores y textura características del paisaje dunar, pero manteniendo la artificialidad existente actualmente, relacionada con la presencia de los diques Sur y Este	formas, colores y textura características del paisaje dunar, reduciendo la artificialidad existente actualmente, relacionada con la presencia de los diques Sur y Este	formas, colores y textura características del paisaje dunar, eliminado la artificialidad de la forma, color y textura de los diques Sur y Este	formas, colores y textura características del paisaje dunar, reduciendo la artificialidad existente actualmente, relacionada con la presencia de los diques Sur y Este	formas, colores y textura características del paisaje dunar, reduciendo la artificialidad existente actualmente, relacionada con la presencia de los diques Sur y Este	formas, colores y textura características del paisaje dunar, reduciendo la artificialidad existente actualmente, relacionada con la presencia de los diques Sur y Este
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--

ASPECTOS SOCIALES, FUNCIONALES Y OPERATIVOS										
VALORIZACIÓN	Alt. 0	Alt. 1.0	Alt. 1.1	Alt. 1.2	Alt. 2.0	Alt. 2.1	Alt. 2.2	Alt. 3		
Concepto 1: Superficie de playa para usos costeros	1.00	1.58	0.00	1.83	1.36	0.19	2.37	10.00		
Concepto 2: Superficie de lámina de agua abrigada	4.61	1.23	0.75	0.17	0.32	0.69	0.00	10.00		
Concepto 3: Calidad de zona de baño frente al oleaje	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00		
Concepto 4: Afección sobre la operativa actual de acceso de embarcaciones al puerto Tomás Maestre por el canal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00		
Concepto 5: Afección operativa por efecto de aterramiento en el canal de acceso	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00		
Concepto 6: : Desarrollo de itinerarios ambientales para uso y disfrute de los usuarios	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00		
Concepto 7: Proximidad a servicios de interés	8.41	10.00	10.00	10.00	8.41	0.00	8.41	6.67		
Concepto 8: Afección sobre las playas que quedan al sur del espigón sur de la Caleta del Estacio	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00		
Concepto 9: Afección al patrimonio cultural	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Concepto 10: Espacio público disponible	9.78	0.00	0.25	0.18	0.89	1.42	1.07	10.00		
Concepto 11: Integración paisajística de las actuaciones propuestas	9.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	0.00		

6.2.3.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: Retirada de rellenos en zona emergida.**
Volumen de material retirado 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

ASPECTOS TÉCNICOS Y CONSTRUCTIVOS									
	MEDICIÓN	Alt. 0	Alt. 1.0	Alt. 1.1	Alt. 1.2	Alt. 2.0	Alt. 2.1	Alt. 2.2	Alt. 3
	Concepto 1: Movimiento de tierras total para la formación de la línea de costa (m³).	0.00	134100.0	219135.00	184306.74	158667.0	316771.00	226821.08	1279555.00
	Concepto 2: Retirada de tablestacas y rellenos anexos (m³).	0.00	80350.00	80350.00	80350.00	80350.00	80350.00	80350.00	80350.00
	Concepto 3: Retirada de espigón sur (m³).	0.00	0.00	0.00	0.00	24567.00	24567.00	24567.00	49200.00
	Concepto 4: Desmontaje del dique de abrigo (m³).	0.00	35500.00	35500.00	35500.00	35500.00	35500.00	35500.00	152837.00
	Concepto 5: Retirada de rellenos en zona emergida (m³).	0.00	26150.00	26150.00	26150.00	26150.00	26150.00	26150.00	19938.00
	Concepto 6: Tiempo de ejecución	0.00	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Alto
	Concepto 7: Necesidad de estudios técnicos de detalle adicionales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI

ASPECTOS TÉCNICOS Y CONSTRUCTIVOS									
	MEDICIÓN	Alt. 0	Alt. 1.0	Alt. 1.1	Alt. 1.2	Alt. 2.0	Alt. 2.1	Alt. 2.2	Alt. 3
	Concepto 1: Movimiento de tierras para la formación de la línea de costa (m³).	0.00	1.13	1.77	1.49	1.32	2.55	1.83	10.00
	Concepto 2: Retirada de tablestacas y rellenos anexos (m³).	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	Concepto 3: Retirada de espigón sur (m³).	0.00	0.00	0.00	0.00	4.99	4.99	4.99	10.00

Retirada instalaciones Puerto Mayor y recuperación ambiental del espacio ocupado por las mismas
CP9370

CP9370-RP-CP-EstAlternativas-D02.docx
Página 45 de 74

	Concepto 4: Desmontaje del dique de abrigo (m³).	0.00	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	10.00
	Concepto 5: Retirada de rellenos en zona emergida (m³).	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	7.62
	Concepto 6: Tiempo de ejecución	0.00	1.00	5.00	1.00	1.00	5.00	1.00	10.00
	Concepto 7: Necesidad de estudios técnicos de detalle adicionales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00

6.2.4.Aspectos económicos

ASPECTOS ECONÓMICOS									
	MEDICIÓN	Alt. 0	Alt. 1.0	Alt. 1.1	Alt. 1.2	Alt. 2.0	Alt. 2.1	Alt. 2.2	Alt. 3
	Concepto 1: Coste de alternativas	0	15,059,893	15,399,464	15,183,354	15,649,306	16,142,762	15,783,522	22,865,019

ASPECTOS ECONÓMICOS									
VALORIZACIÓN		Alt. 0	Alt. 1.0	Alt. 1.1	Alt. 1.2	Alt. 2.0	Alt. 2.1	Alt. 2.2	Alt. 3
Concepto 1: Coste de alternativas		0.00	7.15	7.37	7.25	7.43	7.74	7.56	10.00

6.3. 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

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



Ilustración 29. 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.

7. Alternativa seleccionada

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.



Ilustración 30. Alternativa seleccionada: Alternativa 2.0



Ilustración 31. Alternativa seleccionada: Alternativa 2.0 superpuesta con la planta de equilibrio

8. Conclusiones

Este documento ha realizado un análisis multicriterio de alternativas, con el objetivo de identificar la mejor opción para ejecutar el proyecto de retirada de instalaciones Puerto Mayor y recuperación ambiental del espacio ocupado por las mismas. Las alternativas planteadas son las siguientes:

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 dismantelar 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.

Cada una de las alternativas ha sido valorada siguiendo unas criterios basados en:

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

Los resultados de la medición y valoración de cada unos de los aspectos han sido ponderados mediante una simulación de Montecarlo. Antes de la ponderación aparentemente la alternativa mejor es la 0 seguida de la 1.0, 1.2 y 2.0. Sin embargo, tras realizar la ponderación de la simulación de Montecarlo se observa, que las alternativas 1.0 y 2.0 son las mejor valoradas superando a la alternativa 0. Esto se debe a que 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, **quedando la alternativa 2.0 como la más ventajosa** de todas tras analizar que es la que más veces gana en la simulación realizada.

MATRIZ COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS			
	Alternativa	RESULTADO ADIMENSIONAL	PROMEDIO (método de Montecarlo)
	Alt. 0	2.59	3.44
	Alt. 1.0	3.78	3.30
	Alt. 1.1	4.32	4.02
	Alt. 1.2	3.89	3.45
	Alt. 2.0	3.90	3.30
	Alt. 2.1	4.30	3.87
	Alt. 2.2	3.99	3.38
	Alt. 3	7.77	6.91





APÉNDICE 1: Planos alternativas



C:\9370\PEJOR-UE-PLANTA_ORTO_RESTAUR-A1-003.dwg



LEYENDA BIONOMIA	
	Posidonia oceanica
	Cymodocea nodosa
	Caulerpa prolifera
	Posidonia con Caulerpa
	Arenas
	Límite DPMT Aprobado



LEYENDA BIONOMIA	
	Posidonia oceanica
	Cymodocea nodosa
	Caulerpa prolifera
	Posidonia con Caulerpa
	Arenas
	Límite DPMT Aprobado



LEYENDA BIONOMIA

Posidonia oceanica

Cymodocea nodosa

Caulerpa prolifera

Posidonia con Caulerpa

Arenas

Límite DPMT Aprobado



LEYENDA BIONOMIA

Posidonia oceanica

Cymodocea nodosa

Caulerpa prolifera

Posidonia con Caulerpa

Arenas

Límite DPMT Aprobado



LEYENDA BIONOMIA

Posidonia oceanica

Cymodocea nodosa

Caulerpa prolifera

Posidonia con Caulerpa

Arenas

Límite DPMT Aprobado



LEYENDA BIONOMIA

Posidonia oceanica

Cymodocea nodosa

Caulerpa prolifera

Posidonia con Caulerpa

Arenas

Límite DPMT Aprobado