



ASOCIACIÓN
PRODUNAS
MARBELLA

**Monitoreo y Estudio de las praderas de
fanerógamas marinas en la costa
de Marbella (Málaga)
- su Restauración y Conservación -**

Autoras:
Estefanía Espejo González - Bióloga marina
María Morán García - Bióloga

Julio 2021

Índice

1.	Datos básicos	4
1.1.	Título de la actuación	4
1.2.	Área de estudio	4
1.3.	Organismo que presenta el Informe de Viabilidad	4
1.4.	Organismo que ejecutará la actuación	4
2.	Objetivo de la actuación	5
2.1.	Problemas existentes	6
2.2.	Objetivos propuestos	8
3.	Adecuación del proyecto a leyes y planes vigentes	9
4.	Descripción de la zona de actuación	9
4.1.	Introducción	9
4.2.	Zonación geomorfológica	12
4.3.	Zonación hidrográfica	15
4.3.1	Corrientes.....	15
4.3.2.	Mareas	17
4.4.	Características químicas más importantes del área.....	17
4.4.1	Nutrientes y afloramientos	17
4.4.2.	Sustancias químicas peligrosas.....	17
4.5.	Características biológicas más importantes del área	18
4.5.1.	Ecosistema pelágico	18
4.5.2.	Ecosistema bentónico	19
4.5.3.	Especies protegidas	20
4.5.4.	Especies invasoras	21
4.6.	Características socioeconómicas más importantes del área	21

5.	Descripción de la actuación	22
5.1.	Metodología.....	22
6.	Descripción de los beneficios.....	23
6.1.	Beneficio ambiental.....	24
6.2.	Beneficio socioeconómico.....	24
7.	Conclusiones.....	25
8.	Bibliografía.....	26

1. Datos básicos

1.1. Título de la actuación

Proyecto de monitoreo y estudio de las praderas de fanerógamas marinas en la costa de Marbella (Málaga) para su restauración y conservación.

1.2. Área de estudio

El área de estudio se sitúa en la Costa del litoral Marbellí, iniciando el proyecto concretamente en la zona de Cabopino, playa de Artola. Marbella, Málaga (Fig. 1.2.).



Figura 1.2. Mapa del área de estudio.

1.3. Organismo que presenta el Informe de Viabilidad

Asociación ProDunas Marbella.

1.4. Organismo que ejecutarán la actuación

Asociación ProDunas Marbella con la colaboración de la Universidad de Málaga (UMA). La realización de la toma de datos contará con la colaboración y participación de la sección de actividades subacuáticas del Cuerpo de Bomberos de Marbella y Protección Civil, el Excmo. Ayuntamiento de Marbella así como el centro de buceo acreditado "Diving with Nic".

2. Objetivo de la actuación

Los ecosistemas marinos se encuentran en una situación de emergencia global como consecuencia de la actividad humana, provocando, entre otros muchos factores, una drástica disminución en los recursos biológicos de sus aguas.

En la actualidad, más del 80% de los caladeros de pesca se encuentran sobreexplotados, muchos de nuestros mares están sometidos a fuertes cargas de contaminación, los océanos están perdiendo su capacidad de actuar como sumideros de carbono y se está generando una acidificación en sus aguas. Estos son sólo unos ejemplos de la cantidad de agentes estresantes a los que se ven sometidos nuestros océanos y mares. Los ecosistemas marinos se están volviendo cada vez más vulnerables y por ello, es necesario la implantación y desarrollo de medidas preventivas o de corrección que ayuden a mantener y preservar estos ecosistemas.

Los fondos marinos de las costas malagueñas se encuentran deteriorados por la actividad humana. En Marbella, concretamente, la expansión urbanística a lo largo de sus costas ha dejado una gran huella en el litoral tanto terrestre como marítimo, quedando muy pocas zonas exentas de dicho impacto.

Una de las pocas zonas que desde 2015 se encuentran protegidas en este municipio y por cuyo mantenimiento y conservación se está trabajando actualmente, con resultados muy gratificantes y satisfactorios, es el ecosistema dunar correspondiente a la “Reserva Ecológica-Dunas de Marbella”. Otra figura protegida desde 2003 es el Monumento Natural “Dunas de Artola” (Cabopino, Marbella). Es por ello, que se pretende realizar un nuevo Proyecto en esta parte del litoral, para que este marco de protección incluya, a su vez, la franja marina, contribuyendo a la recuperación y el mantenimiento de sus hábitats marinos. Como señala la Comisión Mundial sobre Áreas Protegidas de la UICN (WCPA) es necesario aumentar y mejorar las áreas protegidas en el Mediterráneo, con el fin de poder reducir la continua pérdida de biodiversidad que están sufriendo sus aguas.

En los fondos de este litoral marbellí se han detectado pequeños núcleos de poblaciones de *Posidonia oceanica* (Figura 2.), praderas que son consideradas hábitats de interés prioritario por la Unión Europea, incluidas en el Anexo I de la Directiva Hábitat. Son ecosistemas marinos importantes, debido a la gran diversidad de especies que albergan y al papel fundamental que juegan en la conservación de los ecosistemas costeros.



Figura 2. Distribución de la especie en Andalucía. Realizado por REDIAM a partir de ecocartografías de la Dirección General de Costas, de cartografías de fanerógamas del Programa de Gestión Sostenible del Medio Marino de Andalucía (Consejería de Medio Ambiente), y de la cartografía de Maro-Cerro Gordo realizada por la Agencia de Gestión Agraria y Pesquera en el marco del proyecto Life+Posidonia Andalucía. La superficie de pradera no está a escala.

Surge así la necesidad de presentar este proyecto, con el que se pretende llevar a cabo el monitoreo y seguimiento de las praderas de fanerógamas marinas presentes en el litoral marbellí, así como su posterior restauración y conservación, asegurando y preservando de esta forma su biodiversidad y manteniendo el ecosistema emblemático de sus aguas.

2.1. Problemas existentes

El Mar de Alborán se extiende desde el estrecho de Gibraltar hasta Cabo de Gata (Almería) y tiene una importante función como zona de transición entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo propiamente dicho. Debido a esta transición, en el Mar de Alborán se encuentran algunos de los frentes oceanográficos más extensos que se conocen con fuertes interacciones entre la topografía e hidrodinámica (Robles, 2010).

La costa marbellí, como resultado de su localización, cuenta con unas características topográficas e hidrodinámicas únicas, viéndose afectada por fuertes corrientes, temporales marítimos y cambios notables de las mareas que debilitan las playas y causan estragos en los ecosistemas dunares (Robles, 2010). En concreto, los ecosistemas dunares son altamente dinámicos, sobre todo en sus primeras fases. Estas primeras fases son fácilmente maleables, siendo las más afectadas por la erosión del oleaje. Hay que tener en cuenta que unas playas saludables y extensas proporcionan protección, atenuando los efectos erosivos de las aguas. A su vez, unas dunas sanas constituyen repositorios de arena, que ayudan a mantener las playas en buen estado, minimizando la necesidad de regenerarlas artificialmente.

Los frecuentes temporales que azotan la costa, así como la ruptura de la dinámica dunar a consecuencia de la presión urbanística, deterioran el sistema duna-playa año tras año. Dos fuertes temporales en 2016 y 2017 castigaron la costa de Marbella afectando severamente a los ecosistemas dunares. Varias dunas experimentaron una importante regresión (Fig a 2.1.1), registrándose pérdidas de hasta 3.000 m³ de masa dunar en la zona del arroyo Real de Zaragoza en el Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT). Además, en otros puntos se pudieron observar pérdidas en altura de hasta 2 metros y hasta 7

metros en longitud (Fig 2.1.1). Además, las intensas lluvias incrementaron el cauce de los ríos que desembocan en áreas cercanas a las dunas, deteriorándolas a su paso.

Las playas perdieron varios metros de arena en altura y en consecuencia la parte restante permanece húmeda durante todo el día. Esto supone una amenaza para las dunas ya que los bañistas buscan zonas secas y ascienden a las crestas dunares, promoviendo su deterioro. Como consecuencia, cada vez es más frecuente que las playas necesiten un aporte extra de arena para adecuarlas al uso de los bañistas. Con barreras físicas naturales como pueden ser las praderas de fanerógamas, los estragos de los temporales sobre playas y dunas podrían ser menores. Además, otros métodos como la implementación de Arrecifes Artificiales Multifunción han demostrado ser efectivos en la lucha contra la erosión por temporales.



Figura 2.1.1. Zonas dunares y playas afectadas por el temporal de 2017.

La mayoría de las playas de Marbella tienen fondo arenoso, como puede apreciarse en la Fig 2.1.2, encontrando en muchos casos bancos de arena, como ocurre en la playa de Cabopino. La falta de elementos como arrecifes, rocas o vegetación marina hace que el oleaje no tenga ningún obstáculo en su llegada a la orilla, impactando directamente en la costa y, por ende, en las dunas.

En segundo lugar, la actividad marisquera, frecuente en aguas poco profundas y cercanas a la costa, utiliza artes como el arrastre, que dañan el fondo marino e impiden el desarrollo de especies marinas vegetales. De acuerdo con la normativa vigente, la actividad marisquera debería quedar restringida a profundidades mayores, dentro de las aguas interiores (hasta 12 millas). Esta actividad incrementa la

turbidez de la columna de agua, por suspensión de sedimentos, disminuyendo la disponibilidad de luz y empeora de la calidad de las aguas. Además, la actividad de dragado por parte del puerto de Cabopino y la constante circulación de motos acuáticas y embarcaciones de recreo en la época estival, podrían también influir negativamente en la calidad de las aguas, empeorando las condiciones necesarias para el desarrollo de especies vegetales.

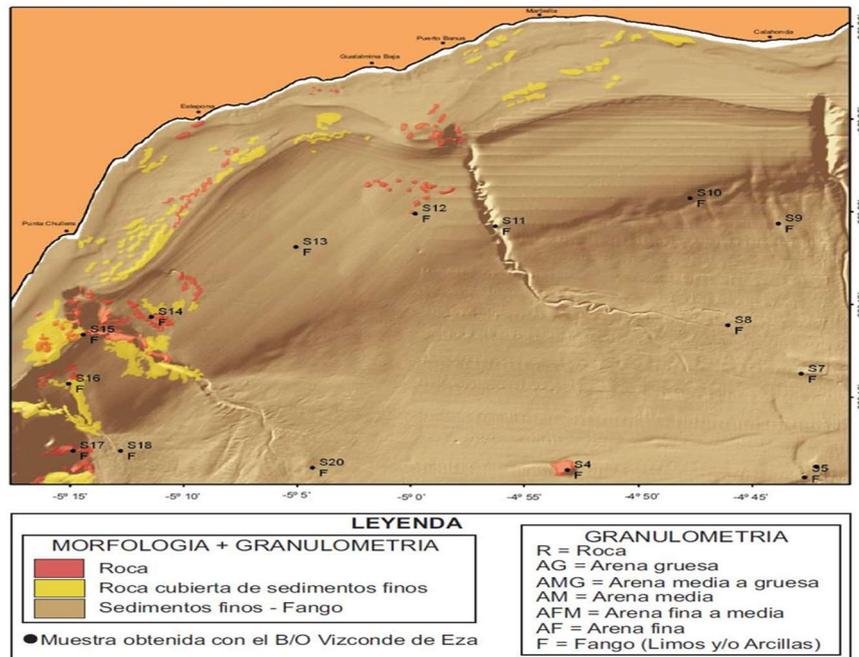


Figura 2.1.2. Composición granulométrica y morfología de la costa de Marbella.

Desde que en 2015 la *Rugulopterix okamurae* fuera detectada en las costas ceutíes, esta especie invasora se ha extendido hasta llegar a las costas de Málaga. Es un alga invasora procedente de Asia y presenta una capacidad de proliferación y expansión sin precedentes (García-Gómez *et al.*, 2018). Debido a su catalogación como especie exótica invasora por el BOE, y a su reciente aparición, pocos estudios se han podido realizar, hasta el día de hoy, para comprender su ecología y el efecto que puede tener sobre las comunidades autóctona.

Por último, resaltar que la *Posidonia oceanica*, como especie endémica del mediterráneo, encuentra en la costa marbellí su límite de distribución, siendo de vital importancia el estudio, la comprensión y la conservación de estas poblaciones, así como de otras posibles fanerógamas marinas que podemos encontrar en esta costa como son *Zostera noltii* y *Cymodocea nodosa*. La discontinuidad entre las manchas existentes que encontramos en estas poblaciones de *Posidonia oceanica*, puede ser una señal del límite de distribución y expansión de estas especies de fanerógamas marinas.

Consecuentemente, creemos que el estudio y monitoreo de las poblaciones de fanerógamas marinas aún presentes en el litoral marbellí, son actividades claves para la conservación y posible restauración de las mismas.

Con mucha satisfacción presentamos un ambicioso proyecto con el que, en dos fases, pretendemos conservar y restaurar las praderas de fanerógamas marinas en la costa de Marbella.

2.2. Objetivos propuestos

El objetivo de este proyecto es asegurar la persistencia de las praderas de fanerógamas marinas en el litoral marbellí como elemento clave para la atenuación de las fuerzas erosivas del mar e impulsor de la biodiversidad.

El proyecto se dividirá en dos fases:

Fase 1. Conservación y estudio de las praderas existentes

- Mapeo e identificación estadística de los parámetros poblacionales de las praderas
- Seguimiento del estado y desarrollo de las praderas existentes
- Estudio de las aguas colindantes a las praderas

Fase 2. Seguimiento y conservación de las praderas de fanerógamas marinas

1ª Actuación – no invasiva/solo observación

a) - Sondeo de la presencia de praderas de fanerógamas. En ellas distinguiremos las especies:

Posidonia oceanica, *Cymodocea nodosa* o *Zoster noltii* / *Zoster marina*.

Además, se tendrá en cuenta la presencia de otras especies como las algas invasoras:

Rugulopteryx akamurae o *Asparagopsis armata*.

b) - Geolocalización del punto en el que comienza un rodal (límite superior) y en el que desaparece el rodal (límite inferior).

- Se utilizará una boya de señalización con un GPS acoplado para registrar las coordenadas de las inmersiones. Posteriormente se procesará esta información para extraer la localización de las praderas en base al tiempo (única constante que prevalece).

- Se elaborará un registro de presencia o ausencia de otras especies de interés en los rodales encontrados.

- Las inmersiones serán perpendicular a la costa. NO se utilizarán transectos.

2ª Actuación (se llevará a cabo tras los talleres de formación)

a) - Estudio de cobertura y densidad de las praderas previamente localizadas

- Cobertura: se utilizarán transectos perpendiculares a la línea de costa (20-40m x3m – sujetos a modificación tras el análisis de los resultados de la 1ª actuación). Una cinta métrica será utilizada para delimitar la longitud del transecto. La cobertura se estudiará como línea intercepto, anotando la distancia a la que cada especie corta al transecto.

- Densidad: se utilizará cuadrantes, cada 5m-10m en el transecto. Se contarán el número de haces / pies de planta en cada cuadrante. Se realizarán entre 10-30 réplicas.

Además, se anotarán especies acompañantes encontradas, que puedan tener relación con las praderas (holoturias, erizos, nacras). Cada cuadrante tendrá un área mínima de **20cm²**.

3. Adecuación del proyecto a leyes y planes vigentes

La *Posidonia oceanica* es una especie endémica del Mediterráneo, que proporciona numerosos servicios ecosistémicos. La pérdida de estos servicios por degradación de estas poblaciones afectaría, no solo al ecosistema en sí, sino que, además, tendría repercusiones sobre diversos sectores de la sociedad. Por ello, su protección y conservación es de gran importancia.

Las praderas de *Posidonia oceanica* (hábitat 1120) están incluidas en el Anexo I de la Directiva Hábitats 92/43/EEC del 21 de mayo 1992. Los hábitats que se encuentran recogidos en este Anexo se consideran “de interés comunitario” y “para su conservación es necesario designar zonas especiales de conservación” identificadas como “ZEC” (Zonas de Especial Conservación). Asimismo, las praderas de *Posidonia* y otras fanerógamas marinas están protegidas por el reglamento europeo nº 1967/2006 relativo a la explotación sostenible del Mar Mediterráneo, que prohíbe la pesca con diferentes artes entre las que se encuentran las redes de arrastre, comúnmente usadas en el marisqueo.

Según la Lista Roja de la UICN, la *Posidonia oceanica* está clasificada como de menor preocupación, aunque las poblaciones siguen una tendencia a decrecer.

Dentro del marco de actuación del programa europeo de Interreg MED, dos proyectos (POSBEMED y POSBEMED 2) se centran específicamente en la gestión sostenible y el gobierno integral de los sistemas Playa de Posidonia-Duna a lo largo de la costa mediterránea. Estos proyectos luchan por la preservación de las playas mediterráneas a través de la protección de las praderas de *Posidonia oceanica* de manera que se pueda fomentar un turismo sostenible, apoyar la gestión de estos ecosistemas y promover las áreas protegidas.

4. Descripción de la zona de actuación

4.1. Introducción

Las características geomorfológicas e hidrodinámicas particulares que presenta la cuenca del mar Mediterráneo hacen de esta región, uno de los principales puntos en auge de biodiversidad del mundo. Estas zonas se caracterizan porque en ellas se estima una mayor diversidad de especies por unidad de espacio, presentando una cantidad elevada de especies endémicas, únicas de este lugar y con un hábitat en proceso de destrucción (Norman Myers, 2000).

La mayoría de las praderas de *Posidonia oceanica* que encontramos en nuestras costas andaluzas, se localizan en zonas que corresponden a áreas marinas protegidas (AMP). En Marbella existen pequeños núcleos de poblaciones de esta angiosperma emblemática, que no se encuentran bajo ninguna figura de protección. Consideramos que el conocimiento y la conservación y restauración de dichos núcleos son de vital importancia ya que, además de ser una especie endémica del Mediterráneo, catalogada como especie amenazada en la lista roja del Mediterráneo e incluida en el Anexo II de la Directiva Hábitats, suponen el límite occidental del área de distribución de esta especie.

Por todo ello, se pretende extender la protección asociada a la figura protegida del Monumento Natural “Dunas de Artola”, que comprende el ecosistema dunar de Cabopino, hacia el mar (Fig. 4.1.1.) (Decreto 250/2003, de 9 de septiembre, por el que se declaran determinados monumentos naturales de Andalucía. BOJA nº 188/2003, de 30 de septiembre). En la franja marina, se puede observar la existencia de un pequeño núcleo de población de *Posidonia oceanica* y quizás, a través de este Proyecto que vamos a iniciar, se podrá constatar también la presencia de otras fanerógamas marinas.

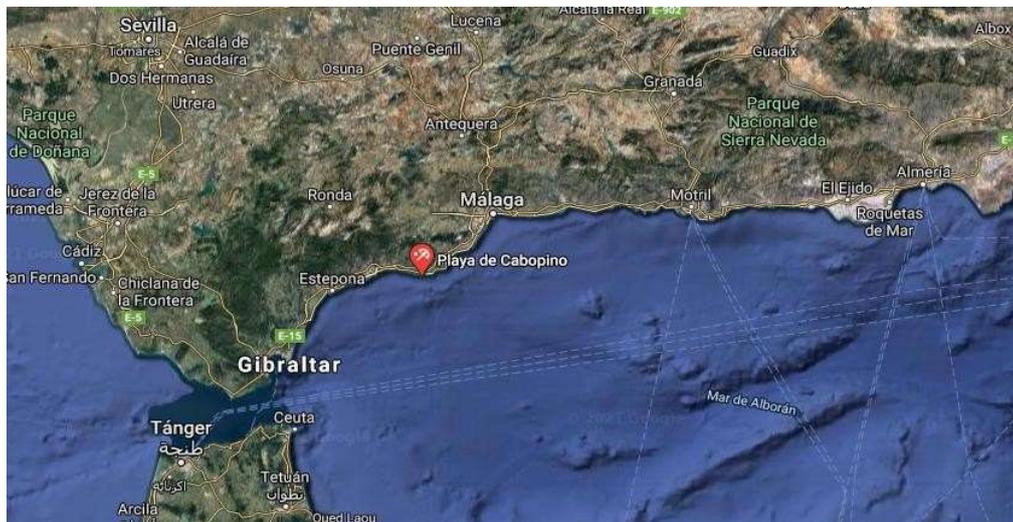


Figura 4.1.1. Imagen satélite de la zona de Cabopino, Marbella (Málaga). La cercanía del Estrecho de Gibraltar confiere a la Bahía de Marbella unas características que difieren a las del resto del Mediterráneo. Comprender la ecología de las fanerógamas marinas como la *Posidonia oceanica* en esta zona, proporciona información de gran valor biológico y ambiental para comprender estas especies vegetales.

La zona de Cabopino pertenece al litoral malagueño y se encuentra bañada por el mar de Alborán. Debido a su situación en la cuenca del Mediterráneo, este mar presenta unas características peculiares determinadas por la influencia y dinámica de la mezcla de aguas superficiales procedentes del océano Atlántico y las aguas mediterráneas. Este intercambio de aguas crea las condiciones óptimas para ser lugar de paso, encuentro y coexistencia de especies atlánticas y mediterráneas, europeas y africanas (UICN, 2012).

El Monumento Natural “Dunas de Artola” presenta una superficie aproximada de 19,22 ha de superficie terrestre y está integrado en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA). El área de estudio a cubrir tiene una extensión aproximada de 1000 m x 150 m que se extiende desde el espigón de Cabopino (1000 m hacia el Oeste y 150 m hacia el Sur comenzando a una profundidad de 2m), (Figs. 4.1.2 y Tabla 4.1). Tras la primera actuación, y en caso de no encontrar praderas en su totalidad, se acotará el área de estudio.



Figura 4.1.2. Imagen satélite del área de estudio, playa de Cabopino, Marbella.

ZONA	Extremo occidental		Extremo oriental	
	X UTM	Y UTM	X UTM	Y UTM
ARTOLA	342946.617	4039191.694	343803.709	4038915.955
entre el arroyo Las Cabrillas y Puerto Cabopino, Cabopino				

Tabla 4.1. Coordenadas geográficas UTM del área para el Proyecto

4.2. Zonación geomorfológica

En el mar de Alborán se han diferenciado tres dominios fisiográficos (Fig. 4.2.1.): márgenes circundantes, cuencas profundas y altos estructurales (Alonso y Maldonado, 1992; Vázquez, 2005). Podemos observar como la zona marcada en rojo, correspondiente con el área destinada para la realización del proyecto, se encuentra predominada por márgenes circundantes.

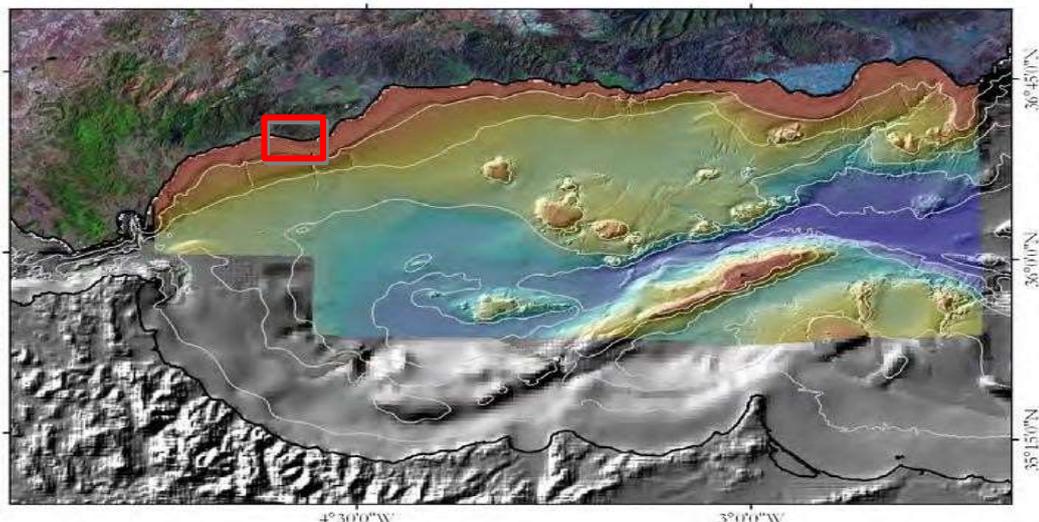


Figura 4.2.1. Base batimétrica del estrecho de Gibraltar y el mar de Alborán. Datos procedentes de la base de datos de SECEG y de la Secretaría General del Mar, completada con las bases de datos MediMed, GEBCO y ETOPO. En rojo queda marcada la zona de Cabopino (Marbella).

Los márgenes circundantes se subdividen, a su vez, en tres sectores morfológicos bien diferenciados y que se suceden en profundidad: litoral submarino, plataforma continental y talud continental. En los dos primeros sectores morfológicos, el litoral submarino y la plataforma continental, presentan características similares en toda la cuenca. En el dominio infralitoral destacan las zonas prodeltaicas, desarrolladas en relación con las principales desembocaduras fluviales (Fernández Salas et al., 2007, 2009). La plataforma continental es estrecha y su anchura se encuentra comprendida entre 4 y 14 km, alcanzándose localmente anchuras próximas a 20 km en relación con la presencia de importantes acumulaciones sedimentarias procedentes de las áreas emergidas, como sucede en la plataforma de Málaga debido a los aportes procedentes de los ríos Guadalmedina y Guadalhorce (Fig. 4.2.2.).

Como se puede observar en la Figura 4.2.2., la zona marcada en rojo corresponde con el área destinada para la realización del proyecto, que abarcaría en su mayoría a la plataforma continental. Las praderas, así como la mayoría de las comunidades de algas, se sitúan casi exclusivamente sobre la zona continental.

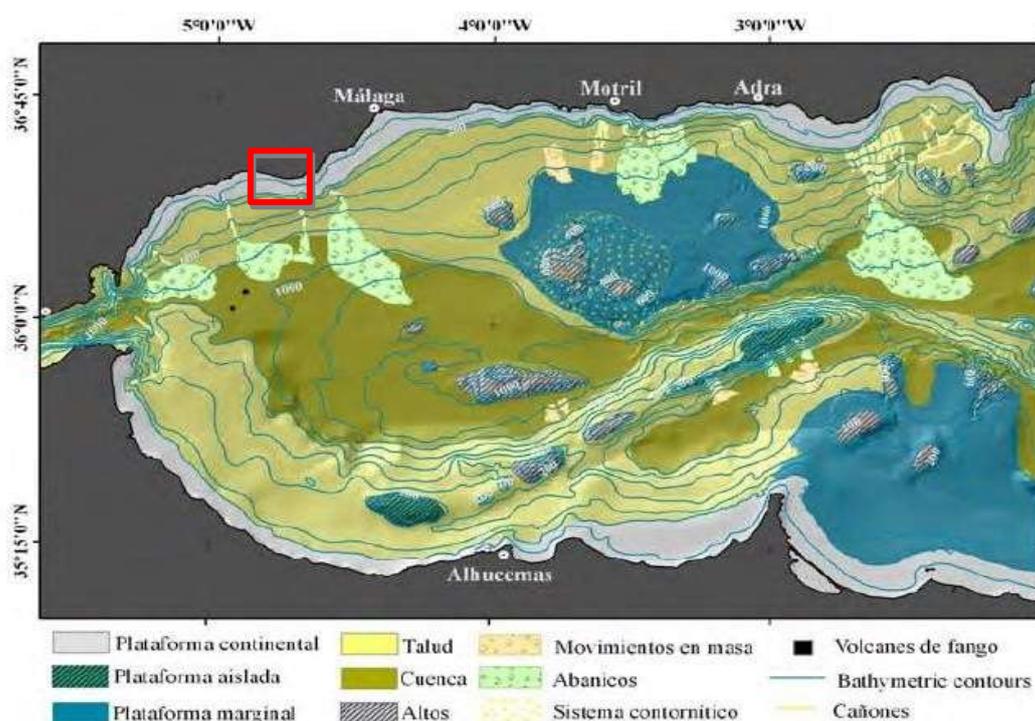


Figura 4.2.2. Principales elementos de la fisiografía de la cuenca del mar de Alborán, modificados de Vázquez (2001), Vázquez et al. (2004) y Palomino et al. (2010)

El área propuesta para el desarrollo del Proyecto en la playa de Artola en Cabopino, se encuentra constituida en el litoral terrestre por formas dunares cuya geología corresponde con depresiones postorogénicas aluviales recientes (Fig. 4.2.3.). Esta característica dunar hace de esta área propia para el desarrollo de esta fanerógama marina.

En este tramo del litoral marítimo encontramos la plataforma continental, sin ningún accidente o formación geomorfológica que pueda afectar al desarrollo de la *Posidonia oceanica* en esta zona (4.2.4.)

La *Posidonia oceanica* vive en aguas someras, aunque en casos excepcionales y en aguas muy transparentes, puede alcanzar los 50 metros de profundidad. No suele superar esta profundidad ya que, a mayor profundidad, más difícil es que llegue luz suficiente para que pueda desarrollarse.

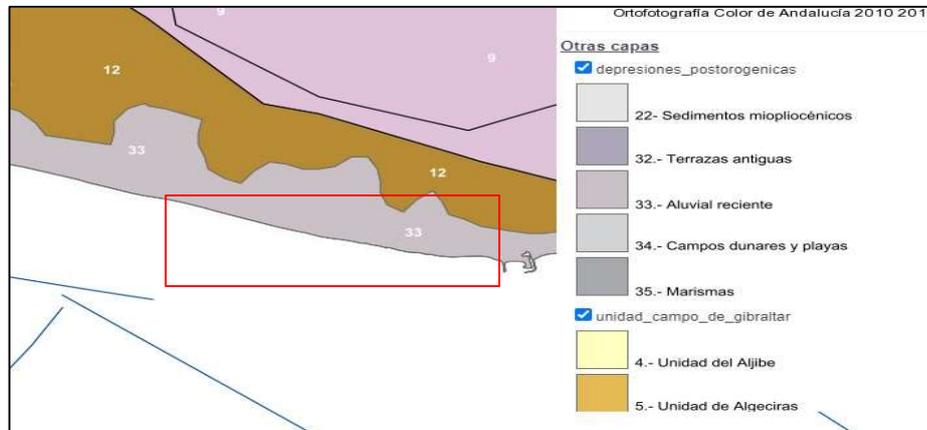


Figura 4.2.3. Mapa geológico de la playa de Artola (Cabopino). Junta de Andalucía, REDIAM

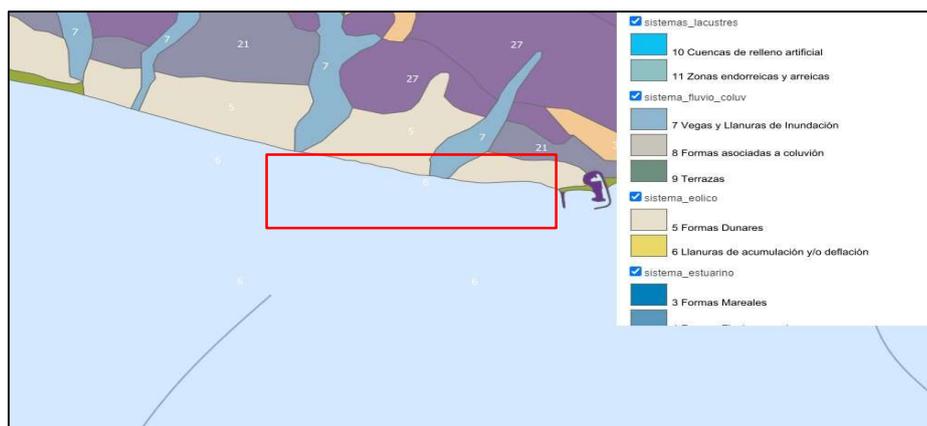


Figura 4.2.4. Mapa geomorfológico de la playa de Artola (Cabopino). Junta de Andalucía, REDIAM.

En cuanto a la litología o composición de los suelos en esta zona, observamos cómo el área del litoral terrestre es de tipo arenoso, predominando las arenas, limos, arcillas, gravas y cantos (Fig. 4.2.5.).

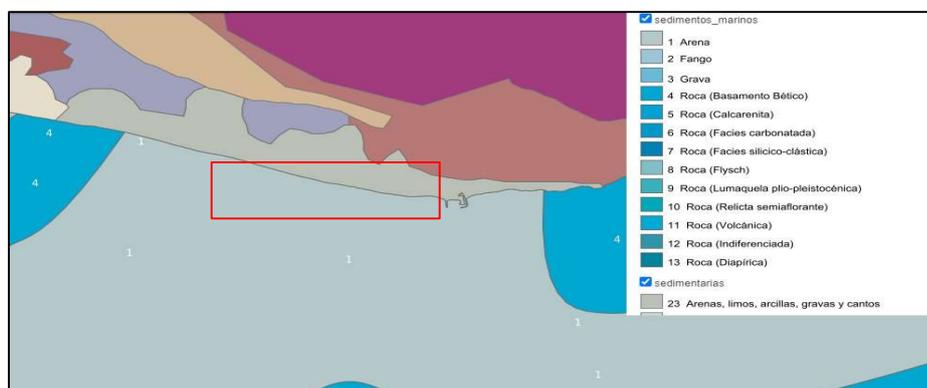


Figura 4.2.5. Mapa litológico de la playa de Artola (Cabopino). Junta de Andalucía, REDIAM.

Las fanerógamas marinas se desarrollan tanto en sustratos rocosos como en arenosos, aunque en aquellas zonas donde existe un fuerte hidrodinamismo, predomina su crecimiento sobre sustrato rocoso. Estas especies necesitan además la existencia de un sustrato donde poder fijar sus raíces, así como de sedimentos bien oxigenados, que presenten poca materia orgánica lábil.

4.3. Zonación hidrográfica

4.3.1 Corrientes

En la cuenca mediterránea tiene lugar un fenómeno peculiar debido a la posición y configuración geográfica, en ella se generan unas pérdidas de agua por evaporación mayores que las ganancias que presentan tanto por precipitaciones como por aportes fluviales. Este hecho provoca que aumente la densidad en el mar Mediterráneo y que tenga lugar un descenso del nivel medio de este mar con respecto al océano Atlántico (aproximadamente 14 cm), generándose un aporte continuo de aguas atlánticas hacia él (UICN, 2012).

Este encuentro que tiene lugar entre las masas de agua atlántica y mediterránea en la cuenca mediterránea, más concretamente en la cuenca de Alborán, con propiedades termohalinas diferentes, provoca la creación de una gran variedad de estructuras hidrodinámicas como son: frentes oceanográficos (frente geostrófico Almería, España- Orán, Argelia), frentes de comportamiento complejo (frente noroccidental), grandes giros anticiclónicos y fenómenos de afloramiento.

La circulación superficial del mar de Alborán se identifica por la entrada de un chorro de Agua Superficial Atlántica (ASW, Atlantic Surface Water) que tiene lugar entre la superficie y a unos 150-200 m de profundidad. Esta agua va aumentando su salinidad conforme va viajando hacia el Este y se mezcla con las aguas mediterráneas, dando lugar a la denominada Agua Atlántica Modificada (MAW, Modified Atlantic Water). A su entrada en la cuenca de Alborán, el chorro atlántico de ASW progresa hacia el NE hasta aproximadamente el meridiano 4°W, orientándose después hacia el SE en dirección al continente africano.

A la altura del Cabo de Tres Forcas (longitud 3°W), esta corriente se divide en dos ramas: la primera sigue la costa marroquí hacia el Oeste, formando la rama meridional del giro anticiclónico occidental (WAG, Western Alboran Gyre) y la segunda suele separarse de la costa africana en dirección NE, siguiendo la dorsal de Alborán para dar lugar finalmente a otro giro anticiclónico, en este caso ubicado sobre la cuenca oriental (EAG, Eastern Alboran Gyre).

Mientras que el giro occidental es casi permanente, el giro oriental parece tener un carácter más esporádico. Los frentes oceánicos son zonas de alta productividad primaria y consecuentemente concentran una alta diversidad biológica, representando piezas claves para la protección de especies (UICN, 2012).

El giro anticiclónico occidental (WAG), junto con un pequeño giro ciclónico, son los que afectan a la zona de Cabopino. Estos giros van siguiendo la geometría del talud continental y van interaccionando con la topografía del fondo de la plataforma del margen español (Cano y García, 1991). Estos giros se consideran una estructura casi permanente en el tiempo (Viudez et al., 1996); aunque la extensión,

forma y localización de WAG sea bastante dinámica (Herburn y La Violette, 1990), debido a que se encuentra controlado por las características del intercambio de las masas de agua atlántico-mediterránea en el estrecho de Gibraltar (García-Lafuente et al., 1995; García-Lafuente et al. 1998).

El desplazamiento de la capa superficial de la masa de agua en el mar de Alborán presenta un ciclo anual y semi anual (Vargas-Yáñez *et al.*, 2002). Durante los meses de verano, la circulación en la zona de Cabopino tiene un periodo de estabilidad con el giro anticiclónico occidental (WAG) bien desarrollado. En otoño podemos encontrar una situación similar a la de primavera, con un desplazamiento hacia el sur de la corriente atlántica que penetra en el mar de Alborán, empujando el WAG hacia el este. Al comienzo de la primavera, la corriente atlántica comienza a separarse de la costa africana y en invierno, la situación que prevalece es el modelo costero, donde la corriente atlántica fluye cerca de la costa africana (Figura 4.3.1.)

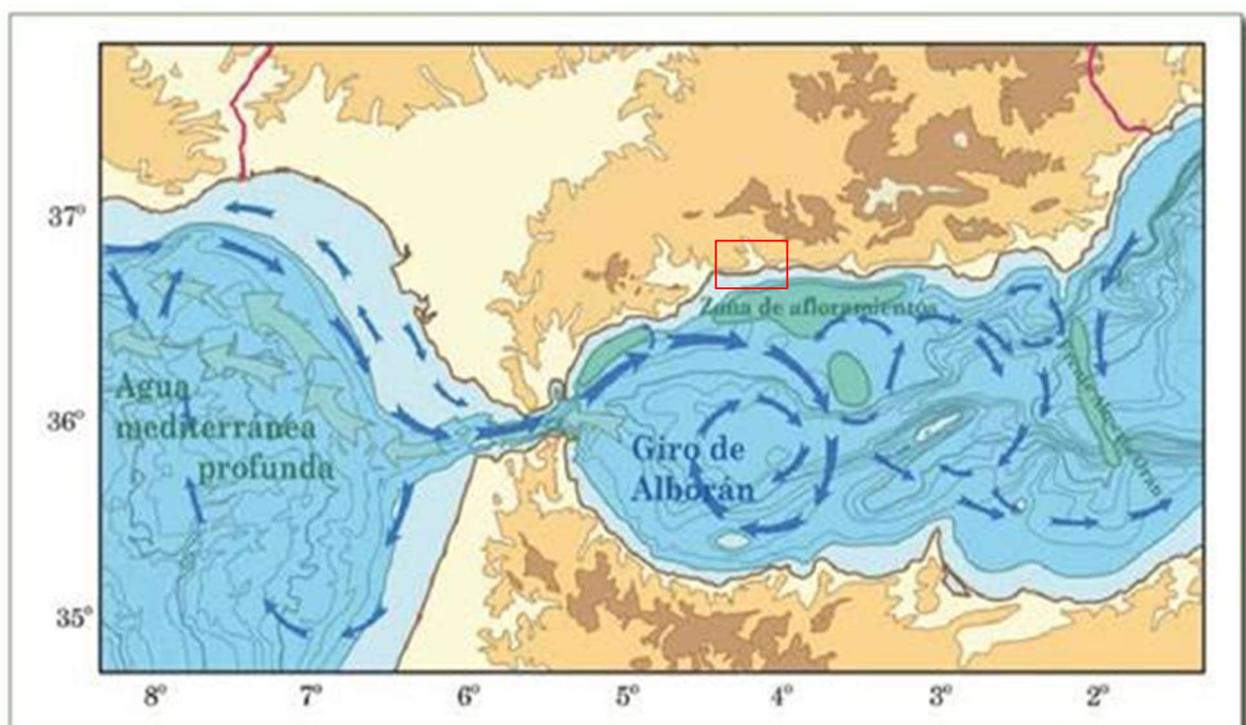


Figura 4.3.1. Localización y descripción de los giros occidental y oriental presentes en el mar de Alborán.

Las flechas azules representan las corrientes superficiales, en las que prevalece la entrada de aguas atlánticas en el Mediterráneo y la formación de un importante giro anticiclónico en la parte occidental del mar de Alborán. Las aguas mediterráneas (flechas verdes) salen hacia el Atlántico formando una corriente profunda que sigue el talud continental ibérico. (Modificado de Gofas y García Raso, 2004).

El mar de Alborán se caracteriza por un fuerte hidrodinamismo y por estar bañado en su superficie por aguas que provienen del océano Atlántico, con menor temperatura y salinidad (de 15 a 24 °C y una salinidad del orden de 36,30 ‰) que las aguas mediterráneas más orientales; mostrando así también una ligera variación estacional desde la costa hacia alta mar, siendo las aguas costeras un poco más salinas (Parrilla and Kinder, 1987; Echevarría *et al.*, 2002; Mercado *et al.*, 2005).

4.3.2. Mareas

Se pueden observar dos zonas bien diferenciadas en cuanto a las mareas: por un lado, el mar de Alborán y sin apenas efectos de mareas; y, por otro lado, el Estrecho, el cual se encuentra influenciado por las mareas del océano Atlántico y las fuertes corrientes tanto de entrada y como de salida que se generan al atravesarlo.

Los bajos coeficientes de marea registrados en el mar Mediterráneo son debidos al pequeño tamaño de la cuenca en sí, y a que no llegan con suficiente energía como ocurre en las mareas mayores generadas en el golfo de Cádiz o en el Atlántico norte. Sin embargo, cabe destacar que, es concretamente en el mar de Alborán, donde se producen las mayores mareas del Mediterráneo occidental (Camiñas, 2008) (Figura 4.3.1).

4.4. Características químicas más importantes del área

4.4.1 Nutrientes y afloramientos

El mar Mediterráneo se caracteriza por ser un mar oligotrófico, es decir, la disponibilidad de nutrientes en sus aguas es baja (sobre todo de fósforo), aunque dicha limitación puede verse amortiguada, a veces, por los aportes que provienen de las costas muy pobladas o de la propia atmósfera (Siokou-Frangou *et al.*, 2010).

Sin embargo, en la zona de Marbella, Málaga y Motril tienen lugar afloramientos (upwellings) permanentes haciendo que estas zonas sean muy fértiles. La presencia de estos afloramientos en aguas frías ricas en nutrientes, junto con las diversas condiciones hidrológicas, generan una alta abundancia y productividad planctónica en el mar de Alborán, superiores a otras regiones del Mediterráneo lo que, a su vez, repercute en la existencia de áreas favorables para el crecimiento de muchas especies y la puesta de especies de interés pesquero, como por ejemplo el atún, la sardina o el boquerón (Vives *et al.*, 1975; UINC, 2012).

4.4.2. Sustancias químicas peligrosas

Como consecuencia de actividades derivadas de la industrialización, la alta tasa de ocupación humana, el elevado tráfico marítimo, la agricultura intensiva y la acumulación de residuos mineros en antiguas zonas de extracción, se generan las llamadas sustancias químicas peligrosas (SQP).

Por su incidencia y cantidad, los principales vertidos al mar son de origen urbano e industrial, siendo las industrias farmacéuticas, metalúrgica, refinerías de petróleo y del papel las que generan una mayor carga contaminante. Otros sectores de producción que también contribuyen, aunque en menor medida, a la carga contaminante son los de las industrias de química orgánica básica, generación de energía eléctrica, acuicultura, cementeras y naval (Junta de Andalucía, 2008).

La afluencia de tráfico marítimo y las actividades que se llevan a cabo en los puertos, provocan la entrada de hidrocarburos, aceites, compuestos de origen órganoestánicos y cobre. Así mismo, las operaciones rutinarias de navegación y la limpieza de tanques de aguas de sentina, también generan contaminación en estas zonas de tránsito.

En el año 2000 se detectó (Diez. *et al.*, 2002 y 2003; Petrovic *et al.*, 2002) la presencia de compuestos órganoestánicos (tributil y trifenil), sus productos de degradación y de surfactantes no iónicos en sedimentos superficiales del puerto de Almería, en marinas de Aguadulce, Almerimar, Marbella, Estepona, Banús, Duquesa y Sotogrande, y en zonas próximas a los vertidos de la planta de tratamiento de aguas residuales urbanas de Almería.

En algunas zonas del litoral de Málaga, Granada y Almería se llevan a cabo determinadas actividades muy intensas de origen agrícola, que generan un alto consumo de productos fitosanitarios, siendo, como consecuencia, muy elevado el aporte hacia el mar de plaguicidas organofosforados, organonitrogenados, etc. Por otro lado, aunque la acuicultura no está todavía muy desarrollada en el mar de Alborán, es una posible vía de entrada de SQP, especialmente pesticidas y fármacos de control de enfermedades y parásitos, además de pinturas antiincrustantes o colorantes artificiales, por lo que debería aplicarse algún sistema de seguimiento para estas sustancias que no están incluidas en la Directiva de la Unión Europea, relativas a la calidad exigida a las aguas para cría de moluscos (2006/113/CE).

4.5. Características biológicas más importantes del área

El Mediterráneo constituye una de las mayores zonas de reserva de la biodiversidad marina y costera según Robles (2010); contando con un 28 % de especies endémicas, un 7,5 % de la fauna y un 18 % de la flora marina mundial.

El mar de Alborán es una zona de confluencia de tres regiones: la Lusitana (templada-fría), la Mauritana (cálida) y la Mediterránea propiamente dicha, por lo que en su fauna y flora marina aparecen especies pertenecientes a las 3 zonas, a la fauna templada del Atlántico europeo, otras propias del Mediterráneo y otras de carácter subtropical del noroeste africano, a las que se unen diversas especies endémicas propias. Todo ello hace que sus costas alberguen la mayor diversidad de especies de los mares europeos. De igual modo, el mar de Alborán puede considerarse una de las zonas más atractivas para ciertas especies marinas, sobre todo las tortugas marinas, los cetáceos y los grandes peces pelágicos.

4.5.1. Ambiente pelágico

En el mar de Alborán conviven especies de origen mediterráneo y de origen atlántico, por lo que se puede afirmar que presenta una gran diversidad de especies planctónicas. La zona de actuación del proyecto coincide con una de las áreas de circulación ciclónica, donde se produce el afloramiento de aguas subsuperficiales, pudiéndose observar una gran abundancia de fitoplancton en esta zona. Esta abundancia de fitoplancton presenta variabilidad tanto interanual como estacional, pero según Mercado *et al.* (2005), la variabilidad interanual de las comunidades fitoplanctónicas en el área de afloramiento del mar de Alborán es más significativa que la variabilidad estacional. Mercado *et al.* (2007) concluyeron que estos cambios interanuales podrían estar conectados con patrones generales de cambio en eventos climáticos (como frecuencia e intensidad de los vientos locales) y a la circulación a través del estrecho de Gibraltar.

En el mar de Alborán conviven también especies de zooplancton atlánticas y mediterráneas, que hace que las poblaciones de zooplancton, pelágicas y neríticas, presenten una gran diversidad; lo que, sumado a la elevada producción primaria de la zona, conlleva a que la biomasa de zooplancton sea muy elevada también. Los cambios interanuales e interestacionales en las condiciones climáticas e hidrológicas tienen también consecuencias en las poblaciones de pequeños pelágicos (Cortés, 2007; García, 2007; Mercado *et al.*, 2007), que tienen en las costas mediterráneas españolas algunos de sus hábitats más. Los peces pelágicos pertenecen al necton, es decir, son aquellos animales capaces de nadar activamente y cuyo desplazamiento no está determinado por las corrientes de agua.

Esto les permite desplazarse grandes distancias en un día, por lo que están adaptados a las exigencias de natación continua, con siluetas fusiformes y un sistema circulatorio eficiente (Helfman *et al.*,

1997). Estos peces pelágicos nadan en los 200 m superiores de zonas costeras y de mar abierto, por lo que rara vez podremos encontrarlos en la zona de actuación del proyecto. Aún así, cabe mencionar algunas de las especies más características.

Entre los peces pelágicos presentes en el mar de Alborán en general, destacan las especies pertenecientes a las familias de los Clupeidos, los Engráulidos, los Escómbridos, los Túnidos y los Carángidos; casi todas ellas con interés comercial. Los principales representantes de la familia de los Clupeidos en el mar de Alborán son la sardina (*Sardina pilchardus*), la alacha (*Sardinella aurita*) y el espadín (*Clupea spratus*), aunque también es abundante un miembro de la familia Engraulidae, la anchoa o boquerón (*Engraulis encrasicolus*). Otras especies de pequeños peces pelágicos abundantes en el Mar de Alborán son el pez plata (*Argentina sphyraena*), la boga (*Boops boops*), la aguja (*Belone belone*), el pez volador (*Exonastes rondeleti*), el jurel (*Trachurus trachurus* y *T. mediterraneus*) y varias especies correspondientes a la familia Myctophidae, especialmente *Benthoosema glaciale* y *Myctophum punctatum*.

Dependiendo de la estación, también son abundantes los túnidos como la caballa (*Scomber scomber*) y la melva (*Auxis thazard*). Otro túnido presente es el atún rojo (*Thunnus thynnus*), que lleva a cabo migraciones anuales entre el Atlántico y el Mediterráneo, entrando los adultos hacia el Mediterráneo en primavera y Verano, y saliendo los juveniles y adultos hacia el Atlántico en otoño. También son abundantes en la zona el pez espada (*Xiphias gladius*), la barracuda (*Sphyraena sphyraena*) y el pez luna (*Mola mola*).

Entre los tiburones que se pueden encontrar en el mar de Alborán están la tintorera (*Galeus glaucus*), el marrajo (*Lamna cornubica*), la pintarroja (*Scyliorhinus canicula*) y el cazón (*Galeorhinus galeus*), entre otros.

4.5.2. Ecosistema bentónico

En sustratos blandos, que es el que predomina en su mayoría en la zona de actuación del proyecto, podemos observar praderas de fanerógamas marinas. A pesar de constituir uno de los ecosistemas más diversos del lecho arenoso del mar de Alborán, a día de hoy no están lo suficientemente estudiadas. Presentan un importante papel como productores primarios y diversificadores del espacio, lo que hace que en ellas muchas especies encuentren alimento, refugio y un lugar para reproducirse.

En general, se distribuyen desde el límite inferior de bajamar hasta los 50-60 m de profundidad. La profundidad máxima a la que se pueden encontrar dependerá de la transparencia del agua y de la intensidad de la luz.

En el mar de Alborán aparecen cuatro especies autóctonas: *Zostera marina*, *Zostera noltii*, *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*, considerándose que todas ellas están en clara regresión, salvo en zonas puntuales como la Reserva marina del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar. Para otras especies, el mar de Alborán representa su límite de distribución, como en el caso de *Zostera marina*, que solo aparece en algunas zonas muy concretas del Mediterráneo (Robles, 2010). En la provincia de Málaga no se observa esta especie desde 2006.

Las principales amenazas para las praderas de fanerógamas marinas son la pesca ilegal de arrastre, la extracción de arenas para la regeneración de playas, la construcción de infraestructuras costeras, los dragados de puertos, la cantidad de sólidos en suspensión y los vertidos de las plantas desalinizadoras.

Las praderas de *Posidonia oceanica* se consideran el ecosistema marino más importante, complejo y extendido del mar de Alborán. Endémica del mar Mediterráneo, están consideradas como una especie prioritaria de conservación en las directivas de la UE. En Málaga existen 11 localizaciones de esta fanerógama marina. La *Asterina pancerii* vive generalmente asociada a *Posidonia oceanica* y debido a su reducida movilidad y a su tipo de reproducción, que carece de fase larvaria pelágica, es muy sensible a las regresiones de esta fanerógama. Otra especie asociada a praderas de *Posidonia oceanica* es *Pinna nobilis*, que solo ha sido detectada en la vertiente oriental andaluza (Málaga, Granada y Almería). Es un bivalvo cuyas poblaciones se encuentran en regresión en todo el Mediterráneo, debido, entre otras causas, a la destrucción de su hábitat y a su captura accidental o intencionada.

Las praderas de *Cymodocea nodosa* en Málaga y Granada se encuentra en franca regresión, siendo la principal amenaza para la especie, la pesca de arrastre ilegal.

Zostera noltii es una especie relativamente frecuente en las costas atlánticas andaluzas, generalmente asociada a los estuarios de los grandes ríos y siendo menos abundante en la vertiente mediterránea. En el Mediterráneo presenta una distribución infralitoral y generalmente aparece formando praderas mixtas con *Cymodocea nodosa*.

Los peces demersales y bentónicos viven asociados al fondo marino. La mayoría son especies longevas (más de 10 años) con un ritmo de crecimiento menor, si se compara con peces pelágicos pequeños. Se alimentan principalmente de plancton suprabentónico o son predadores que se alimentan principalmente de bentos y de peces. La distribución de las especies va variando, a medida que aumenta la profundidad.

En las zonas más próximas al litoral, con profundidades inferiores a los 50 m de profundidad, es habitual encontrar especies como la boga (*Boops boops*), el sargo (*Diplodus sargus*), el gorazo (*Pagellus bogaraveo*), la lubina (*Dicentrarchus labrax*), el lenguado (*Solea vulgaris* y otros), el rodaballo (*Scophthalmus rhombus*) y el salmonete (*Mullus surmuletus*, *Mullus barbatus*).

4.5.3. Especies protegidas

Existen siete acuerdos internacionales, incluyendo la Directiva Hábitats, que amparan a las especies marinas europeas, aunque aún no se ha creado un convenio o tratado exclusivo para la protección de especies y hábitats marinos.

En esta Demarcación de costas existen especies que han experimentado un descenso de sus poblaciones a causa, principalmente, por la acción del hombre sobre el medio marino. Las praderas de fanerógamas son algunas de estas especies que necesitan protección, entre las que encontramos la *Posidonia oceanica*, especie endémica del mar Mediterráneo, también protegida por el Convenio de Berna, y formadora del hábitat prioritario protegido como tal en la Directiva de Hábitats de la UE.

Otras especies de interés son las recogidas en los Catálogos Español y Andaluz de Especies Amenazadas. Las especies son: la lapa ferrugínea (*Patella ferruginea*), “en peligro de extinción”; el coral anaranjado (*Astroides calycularis*), la nacra (*Pinna nobilis*), el vermético *Dendropoma petraeum* y la caracola *Charonia lampas*, en la categoría de “vulnerable”; el puercoespín marino (*Centrostephanus longispinus*) “de interés especial” y la estrella de capitán pequeña (*Asterina pancerii*) “sensible a la alteración del hábitat”.

4.5.4. Especies invasoras

En el mar Mediterráneo hay numerosas especies invasoras. Muchas de ellas son indiferentes, es decir, no representan amenaza en nuestros ecosistemas. Sin embargo, existen otras especies invasoras que sí ocasionan graves problemas en el entorno, como es el caso de *Caulerpa taxifolia* Ojo *Rugulopteryx okamurae*. En el caso de la primera, *Caulerpa taxifolia*, se observó cómo su crecimiento impedía que le llegara la luz del sol a las hojas de *Posidonia oceanica*, obstaculizando -realizar la fotosíntesis y moría. Actualmente se están realizando numerosas actividades contra este fenómeno y, aunque no se ha conseguido erradicar, sí que se está intentando controlar su crecimiento en España.

Sin embargo, existe otra gran amenaza por parte de *Rugulopteryx okamurae*, la cual está avanzando de forma inminente por nuestros fondos marinos. Su expansión se debe a su gran capacidad reproductora, a la ausencia de depredadores y a su adaptabilidad. Estas características están propiciando que esta alga prolifere de manera masiva, ocasionando irremediables pérdidas tanto ecológicas, por la gran amenaza que representan para nuestras praderas de fanerógamas, generando su declive e incluso extinción; como económicas, ya que esta alga está invadiendo los caladeros de pesca, obligando a los pescadores a dejar de utilizar sus redes debido a que las sacaban del agua completamente cubiertas por esta alga.

4.6. Características socioeconómicas más importantes del área

Debido a sus singularidades oceanográficas y geográficas existe una amplia diversidad biológica en el mar de Alborán, lo que a su vez ha favorecido una gran actividad y riqueza pesquera, importante sector económico en la región, generador de empleo e de ingresos.

Las pesquerías artesanales constituyen un sector muy heterogéneo. Explora a especies muy cercanas a la costa, usando diferentes tipos de artes. En su mayoría usan trasmallos y palangres, encontrándose entre otras artes el cerco de playa, trasmallos combinados, nasas y líneas de mano.

Los impactos que la actividad pesquera produce sobre los ecosistemas son de diversa naturaleza. Causan una reducción del tamaño de las poblaciones, tanto de las especies objetivo de la pesca como de las que no lo son, alteran su estructura demográfica y modifican, sustancialmente, la estructura y composición de las comunidades, así como producen la alteración física de los hábitats.

El mar de Alborán constituye también una zona de paso y concentración de ciertas especies marinas, sobre todo tortugas, cetáceos y grandes pelágicos sobre las que distintos métodos de pesca tienen un impacto negativo. De forma general, estas especies son capturadas de forma no dirigida, teniendo o no valor comercial. La pesca de especies en estado de conservación vulnerable o crítico (Lista Roja IUCN y listas nacionales) como el mero (*Epinephelus marginatus*), el coral rojo (*Corallium rubrum*), muchas especies de elasmobranquios, o moluscos como la nacra (*Pinna nobilis*) u otras especies, impide también la recuperación de sus poblaciones.

5. Descripción de la actuación

5.1. Metodología

La metodología llevada a cabo en las primeras fases de desarrollo del proyecto se basará, sobre todo, en el muestreo. Dicho muestreo quedará dividido en dos partes:

Primera actuación.

Se llevará a cabo un sondeo para poder apreciar la presencia o ausencia de praderas de fanerógamas. Esta actuación será no invasiva, es decir, tan sólo se basará en la observación. En este sondeo se distinguirán las especies: *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*. Además, se tendrá en cuenta la presencia de otras especies como el alga invasora asiática *Rugulopteryx akamurae* o *Asparagopsis*.

A continuación, se procederá a una geolocalización del punto en el que comienza un rodal, que será el límite superior, y en el que desaparece dicho rodal, que corresponderá con el límite inferior.

Así mismo, se utilizará una boya de señalización con un GPS acoplado para registrar las coordenadas de las inmersiones. Posteriormente se procesará esta información para extraer la localización de las praderas en base al tiempo, que será la única constante que prevalecerá. También se llevará a cabo un registro de presencia o ausencia de otras especies de interés en los rodales encontrados.

Las inmersiones se realizarán perpendiculares a la costa y no se utilizarán transectos. En estas inmersiones es muy importante no favorecer la dispersión del alga invasora asiática, por lo que todo contacto con esta será evitado. Tras cada inmersión se prestará especial atención a la limpieza del material utilizado.

Durante esta primera fase y de acuerdo con los servicios ofrecidos por Diving With Nic, se grabarán las inmersiones y se tomarán fotos de las praderas y especies encontradas para mayor claridad y detalle.

Segunda actuación.

Antes de realizar dicha actuación, será necesario llevar a cabo talleres de formación y contar con la obtención de los permisos necesarios. Esta segunda actuación se basará en el estudio ecológico de las praderas localizadas, midiéndose concretamente cobertura y densidad.

- **Cobertura:** se utilizarán transectos perpendiculares a la línea de costa (20-40m x3m – sujeto a modificación tras el análisis de los resultados de la primera actuación). Una cinta métrica será utilizada para delimitar la longitud del transecto. La cobertura se estudiará como línea intercepto, anotando la distancia a la que cada especie corta al transecto.
- **Densidad:** utilizando cuadrantes, cada 5m-10m en el transecto se contarán el número de haces/pies de planta en cada cuadrante, se realizarán entre 10-30 réplicas. Además, se anotarán especie acompañantes encontradas que puedan tener relación con las praderas (holoturias, erizos, nacras). Cada cuadrante tendrá un área mínima de 20cm².

Es muy importante que cada buzo implicado deberá evitar el deterioro de las comunidades durante el muestreo.

Todos los datos, tanto aquellos procedentes de las inmersiones como de los muestreos, serán procesados y guardados en una base de datos para su posterior estudio y análisis.

Con estas actuaciones pretendemos observar el estado de las praderas de fanerógamas marinas en esta zona, así como poder constatar la biodiversidad que en ellas se alberga; pudiendo realizar un seguimiento temporal de éstas, garantizando su conservación y preservando la biodiversidad de estas aguas.

6. Descripción de los beneficios

La conservación de las praderas de fanerógamas marinas, por pequeñas que éstas sean, llevan tras de sí una serie de repercusiones positivas en cadena sobre la vida de las personas y el medio ambiente.

La presencia de estas especies sin duda ha favorecido a la flota pesquera local, sobre todo a la pesca artesanal, ya que contribuye a mantener las poblaciones de especies comerciales en la zona. Esto es muy importante para el municipio, ya que, tradicionalmente, Marbella es un pueblo dedicado en gran parte a este sector.

El Ayuntamiento se está encargando en la actualidad de la gestión integrada de los arribazones de las algas a sus playas. Esta medida podría ser un éxito en términos económicos, ya que el sector encargado de recoger la hojarasca, lo puede hacer sin maquinaria pesada y podría triturar parte del material recogido para hacer un compost que, posteriormente, se podría vender para financiar su actividad.

El Ayuntamiento lo podría utilizar, por ejemplo, en sus jardines, ya que ayudaría a mantener la tierra esponjosa y húmeda. Otra parte de la hojarasca recogida se podría distribuir entre los ganaderos locales, que la podrían usar como cama para el ganado, disminuyendo así los posibles parásitos en los animales.

La conservación y cuidado de las praderas marinas en el Mediterráneo y, en concreto, en las costas de Marbella, beneficia a la sociedad en dos aspectos fundamentales: en lo ambiental y en lo socioeconómico.

6.1. Beneficio ambiental

Las praderas de fanerógamas marinas contribuyen a mantener la vida en el mar Mediterráneo y la línea de costa ya que:

- Sostienen a una diversa comunidad de organismos mediante la producción de biomasa que se incorpora a la cadena alimentaria de muchos ecosistemas, manteniendo la gran biodiversidad de este mar.
- Sostiene y dan refugio a numerosas especies animales y vegetales en la propia pradera, y son por tanto un paraíso de biodiversidad.
- Protege y conserva las playas y la línea de costa, debido a la atenuación del hidrodinamismo y a la generación de arena de gran calidad, a partir de las conchas de los innumerables seres marinos que viven en las praderas.

6.2. Beneficio socioeconómico

Las praderas de fanerógamas marinas son capaces de automantenerse sin intervención humana, siempre que sus requerimientos ambientales se mantengan (Díaz Almela y Marbà, 2009). Por lo que la sociedad, si cuida y conserva este hábitat, podría beneficiarse de manera gratuita de los bienes y servicios que las praderas generen.

Así mismo, estas praderas y su correcto funcionamiento, repercuten en el desarrollo económico de la zona ya que:

- Generan empleo directo e indirecto; diversificando la oferta turística y recreativa a través de empresas y negocios asociados a las actividades de ocio del litoral (náuticas, deportivas o de recreo).
- Consolidan el turismo de sol y mar, al ofrecer aguas de baño saludables.
- Favorecen el desarrollo de los recursos pesqueros, albergando a gran número de especies comerciales en distintas fases de su ciclo vital, repercutiendo, por tanto, en el beneficio de la flota pesquera local.
- Permiten ahorrar recursos económicos del Ayuntamiento y de otras Administraciones, en relación con el mantenimiento de las playas y del litoral que podrían ser destinadas a otras áreas.
- Del mismo modo, al contribuir las praderas a secuestrar CO₂, las comunidades locales, las entidades regionales y/o nacionales que mantienen modelos de desarrollo costero, compatibles con la existencia de estos ecosistemas, podrían beneficiarse económicamente de ello en el mercado global de las emisiones de CO₂.

Así mismo, estas praderas contribuyen a mantener y mejorar la calidad de vida de las personas, su salud y su identidad cultural ya que:

- Un mar transparente y lleno de vida es el símbolo y “bandera” del Mediterráneo y su cultura.
- A las personas nos gusta vivir en lugares bellos y que gocen de una buena salud ambiental (aire poco contaminado, lugares donde esparcirse y disfrutar, aguas limpias de baño, desarrollo de deportes de naturaleza, etc).
- Las praderas ayudan a mitigar el cambio climático, reteniendo el carbono durante milenios.
- La existencia de praderas y su buena salud nos indica calidad de las aguas y bajo nivel de contaminación presente en las mismas, a lo largo del tiempo. Por lo que tienen información de gran interés para la sociedad en general.

7. Conclusiones

Debido al incremento en frecuencia e intensidad de las perturbaciones que degradan la calidad de nuestras playas, sistemas dunares y fondos marinos, destacando la presencia de la especie exótica invasora *Rugulopteix okamurae*, así como el incremento de las actividades antrópicas; las especies de fanerógamas marinas presentes en nuestras costas, pueden estar viéndose mermadas y altamente perjudicadas.

Estas especies confieren una gran cantidad de servicios ecosistémicos como el secuestro de CO₂, la oxigenación de las aguas, una barrera de protección física para el sistema playa-duna y un remanso de biodiversidad de gran valor e importancia.

Es por ello que, con el presente informe, presentamos nuestra propuesta para desarrollar un proyecto de monitoreo y estudio de las comunidades de fanerógamas marinas, aún podemos presentes en la costa de Marbella; con un posterior seguimiento estacional y continuo en el tiempo, garantizando así su conservación y la de la biodiversidad que estas aguas albergan.

8. Bibliografía

- Alcántara & Simard 2008, Alborán, un mar único y diverso. IUCN, Centro de cooperación del Mediterráneo. Junta de Andalucía, Consejería de Medio ambiente.
- Ayllón Díaz-González J.M. (2014). Seminario Universitario sobre el Régimen Jurídico de los Espacios Naturales Protegidos en Andalucía. Málaga: Área de Derecho Administrativo, Universidad de Málaga, abril.
- Baro J *et al.*, 2012 Estrategias marinas demarcación marina del Estrecho y Alborán. Parte 1. Marco legal: evaluación inicial y buen estado ambiental.
Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/I_Marco%20General_Estrecho%20y%20Alboran_tcm30-130896.pdf mencionando al informe sobre características bióticas del mar de Alborán elaborado por ALNITAK.
Disponible en la web: <http://www.alnitak.info>.
- García-Gómez, J. C. *et al.* (2018) '*RUGULOPTERYX OKAMURAE* (E.Y. DAWSON) I.K. HWANG, W. J. LEE & H.S. KIM (DICTYOTALES, OCHROPHYTA), ALGA EXÓTICA "EXPLOSIVA" EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR.', *Revista de Estudios Campogibaltareños*, 49(diciembre 2018), pp. 97–113.
- Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. Conservación de las praderas de *Posidonia oceanica* en el Mediterráneo andaluz. LIFE09 NAT/E/534. Programa LIFE+; Red Natura 2000
- Robles, R. (2010). Conservación y desarrollo sostenible del mar de Alborán / Conservation et développement durable de la mer d'Alboran. Gland, Suiza y Málaga, España: UICN
- UICN, 2012. Propuesta de una red representativa de áreas marinas protegidas en el mar de Alborán / Vers un réseau représentatif d'aires marines protégées dans la mer d'Alboran. Gland, Suiza y Málaga, España: UICN. 124 páginas
Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2012-062.pdf>
- Vasallo *et al.* 2013, The value of seagrass *Posidonia oceanica*: A natural capital assessment. *Marine Pollution Bulletin* 75, 157-167