

Praderas Sumergidas



Praderas Sumergidas

INDICE

2

00. Prólogo	04
01. Introducción	06
[1.1] Conservación de la biodiversidad y planificación	
[1.2] Necesidad de formalización y cuantificación	
[1.3] Ámbito de aplicación	
02. Praderas de fanerógamas marinas	10
[2.1] Praderas de <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Zostera</i> sp.	
[2.1.1] Hierbas del caballito de mar	
Praderas de <i>Cymodocea nodosa</i> : <i>Cymodocetum nodosae</i>	
[2.1.2] Hierbas de anguila	
Praderas de <i>Zostera</i> sp.: <i>Zosteretum marinae</i> y <i>Zosteretum noltii</i>	
03. Habitantes de las praderas	22
[3.1] Caballitos de mar y agujas marinas: especies clave	
[3.1.1] Distribución	
[3.1.2] Reproducción	
[3.1.3] Camuflaje	
[3.1.4] Tamaño y longevidad	
[3.1.5] Anatomía	
[3.1.6] Estado de conservación	
[3.1.7] Amenazas	
[3.1.8] Protección	
04. Importancia ecológica	36
[4.1] Papel en los equilibrios físicos del sistema litoral	
05. Importancia económica	40
[5.1] Importancia de los bioindicadores	
06. Causas de regresión	42
07. Medidas de protección	44
[7.1] Medidas de protección directa	
[7.2] Medidas de protección indirecta	
[7.3] Otros textos reglamentarios de aplicación en el Mediterráneo español	
[7.4] Áreas marinas protegidas	
[7.5] Gestión Integrada de Zonas Costeras	
08. Zonas muestreadas	52
09. Diseño del programa de restauración ecológica	62
[9.1] Objetivos de restauración	
[9.2] Justificación de la propuesta	
10. Conclusiones	68
11. Bibliografía	70

0

Prólogo

4

Nacra (*Pinna nobilis*) en pradera mixta de *Caulerpa prolifera* y *Cymodocea nodosa* (mar Menor) © OCEANA/ Juan Cuertos

La idea de conservación de la biodiversidad responde a la problemática científica de la pérdida de patrimonio genético, de las posibles disfunciones en la regulación ecológica, y también responde a la insatisfacción de la población por la desaparición de paisajes y especies que constituyen importantes referencias emocionales.

Este concepto integra elementos científicos (objetivos) sobre la diversidad ecológica con elementos emocionales (subjetivos) sobre la percepción del paisaje. Este carácter dual, objetivo y subjetivo, del territorio es origen de beneficios.

Los aspectos emocionales constituyen importantes mecanismos de regulación ecológica que el hombre reconoce y en los que participa. En realidad, mientras la emoción ante la percepción del paisaje o la visión de determinados organismos equivale a considerar valores claramente reconocidos por la población, los argumentos científicos a favor de la biodiversidad (carácter “natural” de los sistemas ecológicos o la relación entre diversidad y estabilidad) no son aceptados unánimemente.

Si se requiere abordar soluciones de gran complejidad por sus implicaciones ecológicas, económicas y sociales, deben considerarse para ello modelos cuantitativos de decisión y de comunicación audiovisual, capaces de crear un vínculo que compense el distanciamiento de los escenarios naturales.

En este sentido, a través de la línea de actuación que la Fundación Santander Central Hispano tiene establecida para la recuperación de espacios naturales, y en consonancia con los objetivos de conservación de la naturaleza en el medio marino de la Fundación Oceana, ha sido posible desarrollar una investigación conjunta sobre las praderas de *Cymodocea nodosa* y *Zostera* sp. en el litoral mediterráneo, cuyo objetivo principal es el diseño de un programa de restauración ecológica.

En el presente informe se recogen, de forma resumida, los aspectos más destacables de dicha investigación.



Pradera de *Cymodocea nodosa* (Roquetas)
© OCEANA/ Juan Cuetos

1

Introducción

6

Algas pardas (*Colpomenia sinuosa* y *Dyctiopteris membranacea*), esponja (*Ircinia variabilis*) y algas verdes (*Halimeda tuna*) antes de la pradera de *Cymodocea nodosa* (Columbretes) © OCEANA/ Juan Cuetos

Las fanerógamas marinas ocupan amplias extensiones de los fondos someros. En los mares cálidos y templados forman las denominadas “praderas submarinas”, uno de los ecosistemas litorales más importantes que desempeñan un papel clave en la biología y en la dinámica costeras.

Casi siempre se instalan sobre sustratos muy inestables, por lo que el entramado de rizomas de estas plantas contribuye a consolidar y estabilizar los sedimentos, a la vez que los enriquecen con materia orgánica. Las hojas actúan como un filtro para las partículas en suspensión y favorecen su deposición, lo que aumenta la claridad del agua.

Las praderas de aguas someras atenúan la erosión costera y son la principal fuente de producción primaria del sistema litoral, exportando oxígeno y materia orgánica al conjunto.

Además, constituyen el hábitat de numerosas especies, tanto vegetales como animales. Las comunidades asociadas están formadas por especies que realizan sus puestas de forma habitual o desarrollan sus fases juveniles en este tipo de hábitat. También es frecuente que depredadores de aguas más profundas se desplacen durante la noche a estos lugares en busca de alimento.

1.1> Conservación de la biodiversidad y planificación

Los primeros trabajos realizados en España sobre planificación ambiental para la protección y conservación de la naturaleza aplicaban una metodología sobre evaluación de impacto y selección de usos alternativos, valorando el territorio desde una perspectiva integrada (ecológica, paisajística y productiva), ponderando posteriormente tales componentes en función de las preferencias de

la población para obtener una valoración global. Esta información se utilizaba aplicando diferentes algoritmos informáticos y técnicas de cartografía automática.

Al considerar criterios objetivos (científicos) y subjetivos (emocionales) en la valoración, se adoptaba una actitud abierta, aunque la valoración ecológica y paisajística era poco precisa, por recurrirse esencialmente al consenso de expertos en lugar de a argumentos explícitamente formulados y evaluables experimentalmente.

La idea es profundizar en la comprensión de la diversidad biológica y tratar de ampliar el paradigma científico para integrar los elementos sociales en un modelo sobre la gestión ambiental.

1.2> Necesidad de formalización y cuantificación

Los aspectos de la estructura de los ecosistemas relacionados con el equilibrio entre las poblaciones de una comunidad, pueden expresarse cuantitativamente utilizando diagramas de rango-abundancia y de especie-abundancia¹ pero resultan difíciles de manejar a la hora de analizar su variación bajo diferentes situaciones.

Por ello, han sido sustituidos por índices de diversidad que parametrizan las distribuciones referidas, posibilitando el análisis de los patrones de variación de la estructura de las comunidades bajo diferentes condiciones como el grado de alteración, etcétera.

Con respecto a la diversidad cabe diferenciar distintas perspectivas de carácter cultural o científico, que se corresponden en gran medida con la diferenciación de elementos objetivos y subjetivos.





Perspectivas

Términos	Perspectivas			
	Cultural	Científica		Mixta
	Variedad	Riqueza	Diversidad	Biodiversidad
Contexto	Cultural	Biogeográfico	Ecológico	Sociológico
Descripción	Intuitiva	Índices de riqueza	Índices de diversidad	Índices de calidad de vida
Factores de interpretación	Aprovechamiento de recursos	Dispersión	Estrategias ecológicas	Adaptaciones psicológicas y culturales

Haces de *Cymodocea nodosa* © OCEANA/ Juan Cuetos



1.3> Ámbito de aplicación

Se han realizado investigaciones sobre comunidades de *Cymodocea nodosa* y *Zostera* sp. navegando con el catamarán Oceana Ranger en las zonas costeras de la Comunidad Autónoma Valencia, la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y la Comunidad Autónoma de Andalucía.

La zona de litoral almeriense con su influencia atlántica, cuenta con praderas de *Cymodocea nodosa* y *Zostera* sp. similares a las que se pueden hallar en otras zonas del litoral atlántico español. Las praderas de *Cymodocea nodosa* y *Zostera* sp. en Almería, al contrario de otras presentes en otros lugares como el mar Menor, se encuentran en zonas abiertas y batidas, por lo que tienen mayor similitud con las que pueden encontrarse en el Atlántico. Gran parte de los trabajos se centraron en Almería dadas sus características ecológicas, ya que se trata de una zona de transición mediterránea/atlántica, con una alta diversidad de endemismos.

Las principales praderas de fanerógamas marinas en Almería se encuentran en el cabo de Gata o zonas aledañas (golfo de Vera y bahía de Almería). En esta zona existen praderas mixtas de *Cymodocea nodosa* y *Zostera* sp., además de la presencia de *Posidonia oceanica*.

La experiencia en estas zonas puede ser extrapolable a otros lugares del litoral español, incluyendo Canarias. Además, uno o ambos géneros de fanerógamas marinas se encuentran presentes en todos los países ribereños de la Unión Europea.



Botryllus leachi en pradera mixta de *Caulerpa prolifera* y *Cymodocea nodosa* (mar Menor) © OCEANA/ Juan Cuetos

Praderas de fanerógamas marinas

En las costas europeas existen cuatro especies de fanerógamas marinas, todas presentes en el litoral español. Se trata de *Zostera marina*, *Z. noltii*, *Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica*. La primera se extiende por las costas atlánticas y el mar de Alborán, mientras que *P. oceanica*, es endémica del Mediterráneo. Las otras dos especies se encuentran tanto en las costas atlánticas como en las mediterráneas y son las únicas que llegan a las Islas Canarias, donde se da una quinta especie, *Halophila decipiens*, propia de las costas africanas. Todas son plantas perennes, pero *Z. noltii* y *Cymodocea nodosa* pierden la mayor parte de las hojas en invierno, permaneciendo sólo sus rizomas, mientras que *Z. marina* y *P. oceanica* conservan al menos parte de las hojas durante todo el año.

Debido a la gran importancia ecológica y vulnerabilidad de las praderas que forma *P. oceanica*, gran parte del estudio de las fanerógamas marinas en el Mediterráneo y Europa se ha centrado en esta especie.

Las extensas praderas de *P. oceanica* constituyen el ecosistema más emblemático y característico de las costas mediterráneas. Pueden extenderse desde aguas superficiales hasta unos 30-40 metros en las áreas de aguas más transparentes, como las que bañan el archipiélago balear. En algunos lugares próximos a la costa las praderas alcanzan la superficie, formando arrecifes-barreras paralelos a la costa, como los arrecifes de coral. Las mejores formaciones de este tipo se hallan en algunos puntos de Baleares, como en el Estanyet d'Addaia y en Sa Nitja, en el litoral norte de Menorca; en el Estany des Peix y en Sa Torreta, en Formentera; y en la zona conocida como los Bajos de Roquetas, en el litoral almeriense.

Las praderas de *Posidonia*, a pesar de su aparente homogeneidad, constituyen un hábitat complejo, con una gran cantidad de nichos ecológicos. El sistema de rizomas está muy desarrollado, y puede alcanzar más de un metro de espesor sobre el sustrato original. Como *Posidonia* es capaz de instalarse tanto sobre sustratos sueltos como rocosos, el entramado de rizomas forma un microcosmos que da cobijo a especies de variados ambientes. Como ejemplo de la elevada diversidad, puede mencionarse que en praderas del litoral murciano se han encontrado más de 150 especies distintas de moluscos. Uno de los seres característicos de este hábitat es la nacra (*Pinna nobilis*), el mayor bivalvo del Mediterráneo, que está incluido en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. Entre los peces mejor representados en las praderas se encuentran los lábridos, espáridos y signátidos, siendo especialmente llamativos los bancos de salpas o salemas (*Sarpa sal-*

de el cabo de San Antonio (Alicante) hasta el cabo de Gata (Almería). Por ejemplo, entre Villaricos y Terreros, se extiende una pradera a lo largo de diez kilómetros, desde prácticamente la misma orilla hasta unos tres kilómetros mar adentro en algunos puntos, sobre fondos muy llanos.

En los litorales valenciano y catalán las praderas se encuentran en regresión y ocupan áreas más reducidas. Desde el cabo de Gata hacia el estrecho de Gibraltar se hacen más escasas, por hallarse en el extremo occidental de su área de distribución, hasta desaparecer en las costas malagueñas. Existen también praderas de relativa importancia en las islas Chafarinas y en las costas de Melilla. En la actualidad, el aumento alarmante de la contaminación y la turbidez, unido al deterioro generalizado de toda la franja costera, está determinando una notable regresión de las praderas de *Posidonia*. Por ello,



Bunodeopsis strumosa sobre *Cymodocea nodosa* (mar Menor)
© OCEANA/ Juan Cuetos

pa). Sin embargo, la mayor parte de las especies que viven en este medio son difíciles de observar, por ser de pequeño tamaño y poco llamativas.

En las costas mediterráneas españolas, las praderas de *Posidonia* están muy bien representadas y ocupan extensas áreas en el archipiélago balear y en el litoral levantino, des-

esta fanerógama también está amparada por el Convenio de Barcelona y figura como especie protegida en las legislaciones francesa, catalana y valenciana, siendo además las praderas de *Posidonia oceanica* catalogadas como hábitat prioritario de interés comunitario (Código: 1120) en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE.

Otras fanerógamas marinas presentes en Europa no han ocupado tantos estudios ni atención por parte de los políticos, gestores y medios de comunicación. Pese a ello, cada día es más evidente que la importancia de muchas de estas especies había sido subestimada.

La estructura típica de una planta de *Cymodocea* o de *Zostera* consiste en raíz, tallo rizomatoso y hojas, y como órganos vegetativos presenta flores, frutos y semillas. Tienen un rizoma de hasta cinco mm de diámetro, las hojas son acintadas y crecen agrupadas en haces, pueden alcanzar los 60 cm de longitud y los 4,5 cm de ancho; la nerviación que presentan es paralela.

Las diferencias radican en que *Zostera* tiene el rizoma más estrecho y las hojas más delgadas, tiene tres nervios paralelos que recorren la hoja, de los que los marginales convergen en la porción subapical, los ápices de las hojas no presentan dientes marginales. Por su parte, *Cymodocea* presenta de siete a nueve nervios en la hoja, que convergen en la porción apical y los ápices de las hojas son redondeados con pequeños dientes marginales.



Serrano (*Serranus scriba*) © OCEANA/ Juan Cuetos

En Canarias crecen sobre sustratos arenosos o arenoso-fangosos, y en ambientes relativamente abrigados de los vientos y las corrientes dominantes. También requieren de cierta cantidad de materia orgánica en el sedimento.

La presencia de algas verdes, como *Caulerpa prolifera*, ha sido interpretada en varias ocasiones como una regresión de las otras fanerógamas, provocada por algún tipo de alteración. Sin embargo, existe un patrón de distribución conjunta de algas y fanerógamas



Corallina granífera, *Padina pavonica* y *Cymodocea nodosa* (El Calón)
© OCEANA/ Juan Cuetos

que está presente en muchos lugares. La distribución batimétrica de *Caulerpa* supera a la de las fanerógamas ya que puede alcanzar los 50 m de profundidad.

Estos prados mixtos albergan una gran cantidad de especies de animales invertebrados, dando lugar a comunidades mucho más ricas que los fondos arenosos no vegetados. La fauna invertebrada puede desarrollarse en el interior del sustrato arenoso, asociada al rizoma y raíces (infauna), o bien disponerse directamente sobre el sustrato, sobre la arena y entre los haces de las hojas (epifauna), o directamente sobre las hojas (epífitos).

Sobre las hojas se puede localizar la anémona *Anemonia melanaster*; entre los haces y sobre el sustrato arenoso, las especies más frecuentes son *Anemonia sulcata*. Otro grupo de cnidarios característico es el de los hidrozooos, cuyas colonias se localizan también sobre las hojas.

Cnidarios, anélidos poliquetos², crustáceos, moluscos y varias clases de equinodermos viven en las praderas. Los gusanos poliquetos aparecen tanto como elementos de la infauna con especies sedentarias (i.e. *Sabella pavonina*), como por elementos vágiles sobre el sustrato (i.e. gusano de fuego, *Hermodice carunculata*).

Dentro del grupo de crustáceos, los misidáceos forman grandes nubes en los márgenes de las praderas y desempeñan un papel ecológico fundamental en las cadenas tróficas de este ecosistema, como es la descomposición de la materia orgánica procedente de las plantas, restos de hojas y rizomas. De esta manera transfieren la energía a otros niveles superiores de la cadena trófica, como por ejemplo a los peces. Los crustáceos constituyen la dieta principal de muchas especies de peces en las praderas.

La presencia de *Cymodocea nodosa* sobre sustratos arenosos tiene una gran importancia en el tipo de comunidad íctica que se

va a desarrollar, en términos de diversidad y abundancia. Esta ictiofauna permanece durante diferentes periodos de tiempo, pudiendo clasificarse en residentes permanentes, residentes estacionales o temporales, migratorios y ocasionales.

La abundancia relativa y la composición de las especies de peces encontradas en las praderas marinas también dependen de la proximidad de otros hábitats (i.e. sustratos rocosos, prados de algas, etc.) y del ciclo noctimical, ya que muchas especies migran durante la noche, utilizando las praderas como refugios. La ictiofauna de las diferentes praderas de fanerógamas marinas varía a menudo en composición debido a su dife-



rente complejidad estructural. El grupo mejor adaptado a la vida de las fanerógamas marinas es el de los signátidos.

Una característica importante de estas praderas es la función que desempeñan como zona de cría y refugio para los juveniles de muchas especies de importancia económica: salmonetes (*Mullus surmuletus*), bocineros (*Pagrus pagrus*), sargos (*Diplodus* spp.), bogas (*Boops boops*), cabrillas (*Serranus* spp.).

Por otra parte, *Palaemon serratus* es un pequeño crustáceo decápodo perteneciente al grupo de los camarones y las quisquillas. De distribución litoral, habita fondos arenosos o rocosos con praderas de fanerógamas marinas. Presenta gran interés comercial al ser su captura una arraigada actividad tradicional⁹.

En islas Columbretes, *Cymodocea nodosa* se presenta ocupando amplias superficies del fondo, constituido por detritos y arenas gruesas con muy poco fango, e incluso por maërl donde se extienden los rizomas. En áreas costeras más enfangadas se ve acompañada del alga verde *Caulerpa prolifera*.

Las praderas formadas por estas plantas marinas han sido conocidas desde antiguo



Fedrí o pez verde (*Thalassoma pavo*) © OCEANA/ Juan Cuetos

por parte de los pescadores y comunidades costeras. Habitualmente han sido confundidas con algas o se las asimilado con plantas terrestres. De esa manera, *P. oceanica* es conocida como “alga de vidrieros”, *C. nodosa* como “seba” o “grama”, etc. Pero también se han dado nombres comunes a las praderas que forman, normalmente en relación con las especies más comunes en ellas. Así, mientras que a las especies caribeñas *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum* se las denomina como hierba de manatí y hierba de tortuga, respectivamente, en Europa las praderas de *Zostera* sp. son llamadas “hierba de anguila” y las de *C. nodosa* “hierba del caballito de mar”, mientras que la magnificencia de *P. oceanica* la ha llevado a ser conocida como “hierba de Neptuno”.



Fondo rocoso con *Halimeda tuna* y *Dyctiopteris membranacea* antes de la pradera de *Cymodocea nodosa* (Columbretes)
© OCEANA/ Juan Cuetos

2.1> Praderas de *Cymodocea nodosa* y *Zostera* sp.

[2.1.1] Hierbas del caballito de mar

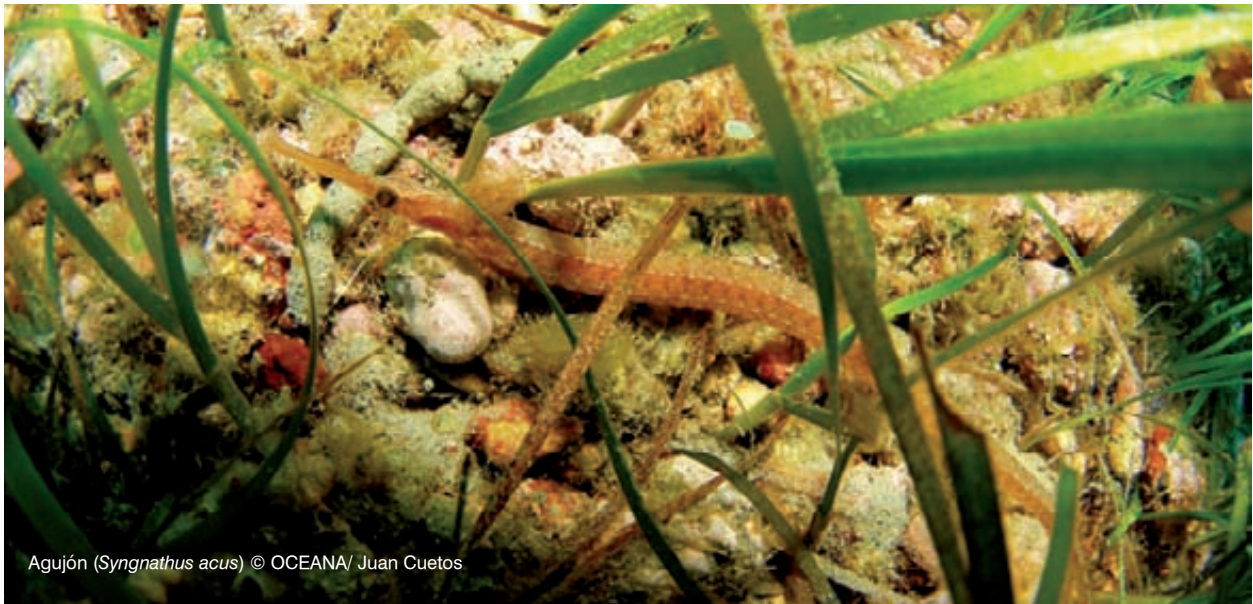
Praderas de *Cymodocea nodosa*: *Cymodoceum nodosae*

La *Cymodocea nodosa* es una fanerógama marina (Magnoliophyta, Cymodoceáceas) de aguas tropicales. Las fanerógamas del género *Cymodocea* son predominantemente especies indopacíficas, pero *C. nodosa* es atlántica y se distribuye por aguas templadas y cálidas del Mediterráneo, sur de Europa, Macaronesia y costas africanas hasta Senegal.

Se considera que esta especie es colonizadora y pionera⁵, pudiendo facilitar el asentamiento posterior de otras plantas, como es el caso de *Posidonia oceanica* en el Mediterráneo.

Su rango batimétrico de distribución puede ir desde menos de 1-2 metros a cerca de 30 metros de profundidad.

Vive principalmente sobre fondos arenosos o ligeramente fangosos, formando praderas dispersas y poco densas. No obstante, esta regla general puede verse alterada en algunos lugares, asentándose sobre fondos du-




Agujón (*Syngnathus acus*) © OCEANA/ Juan Cuetos

La familia de las Cymodoceáceas se encuentra comprendida por seis géneros (*Amphibolis*, *Cymodocea*, *Halodule*, *Phyllospadix*, *Syringodium* y *Thalassodendron*) y 16 especies (*A. antarctica*, *A. griffithii*, *C. angustata*, *C. nodosa*, *C. rotundata*, *C. serrulata*, *H. pini-folia*, *H. wrightii*, *P. iwatensis*, *P. japonicus*, *P. scouleri*, *P. serrulatus*, *P. torreyi*, *S. filiforme*, *T. ciliatum* y *T. pachyrrizum*).

Esta familia de plantas marinas tiene como característica que siempre viven sumergidas, son todas marinas, sus hojas poseen una lígula que une la vaina de la flor con la lámina y sus flores son unisexuales⁴, es decir, existen tanto flores masculinas como femeninas.

ros y en ocasiones entre rodolitos de algas rojas calcáreas, o alcanzando grandes densidades, aunque nunca alcanza las dimensiones de *P. oceanica*.

Cymodocea puede crecer formando parches que en muchas ocasiones se intercalan con zonas arenosas. Este patrón se presenta en aguas someras, mientras que a mayor profundidad crecen de forma más homogénea. Necesitan realizar la fotosíntesis, por lo que presentan un rango batimétrico en su distribución, desde 1 a 2 metros en zonas muy abrigadas, hasta los 35-40 metros de profundidad en el caso de Canarias⁶. Excepcionalmente afloran durante la marea baja en el



caso de *Cymodocea*, mientras que las praderas de *Zostera* pueden quedar emergidas durante la bajamar.

En distintas localizaciones en las que forma praderas mixtas con otras fanerógamas marinas⁷ como *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* ocupa las zonas más superficiales, y en otras crea un zonación por bandas estableciéndose tanto en las aguas más someras sobre la pradera de *P. oceanica* como en las de mayor profundidad bajo el límite de esta especie.

También se da en praderas mixtas con *Zostera* sp., pero en estos casos su distribución batimétrica es similar, compitiendo por el mismo espacio. Normalmente se mezcla con *Z. noltii* en aguas poco profundas y con *Z. marina* en un rango batimétrico más amplio.

Su sistema radicular se encuentra tanto en rizomas verticales como horizontales, pero es en estos últimos en los que se disponen en mayor cantidad y son los que sirven para fijar la planta al sustrato. Llega a desplegar hasta 600 metros de raíces por metro cuadrado.

La forma prioritaria de reproducción de esta especie es por clonación⁸, aunque en algunas praderas los frutos⁹, de menos de 1 cm que produce la planta y que se dan por pares en la parte axial de la hoja donde también se desarrolla la flor femenina, también pueden participar aunque de forma muy limitada.

Por medio de la clonación la planta se expande a través de los rizomas formando nuevos clones (de hasta diez años de longevidad) y, finalmente ramets, (de menos de un año de vida)¹⁰. El crecimiento es principalmente horizontal (llegando a expandirse hasta 2 m/año¹¹), aunque se puede dar también un crecimiento vertical, si bien éste es más lento (máximo 16 cm/año), lo que le permite sobrevivir a tasas de sedimentación medias.

De ese modo, el mayor crecimiento se da ocupando el espacio horizontalmente. Se ha estimado que una pradera de *C. nodosa* puede llegar a colonizar unos 300 m² en siete años, lo que podría facilitar su recuperación en zonas deterioradas.



Existen grandes diferencias entre praderas¹², ya que mientras algunas pueden tener una gran variación genética y la reproducción sexual parece jugar un papel de mayor importancia, en otras el crecimiento es casi exclusivamente asexual y su escasa variedad genética parece debida a que el asentamiento de la pradera se debe a pocos vástagos llegados hasta la zona (o incluso uno solo).

En las zonas donde la producción de semillas es alta, el nivel de viabilidad y germinación también se ha mostrado elevado¹³, haciendo que más de la mitad de las semillas puedan llegar a dar lugar a una nueva planta. No obstante, la mortalidad de nuevas plantas y clones parece también importante, lo que limita las posibilidades de expansión de esta fanerógama. Por otro lado, parte de las semillas son consumidas por depredadores. Como media se estima que las praderas de *C. nodosa* producen entre 200 y 600 semillas/m², aunque en algunas localidades, tanto mediterráneas (Italia) como atlánticas (Canarias), se han recolectado más de 1.000 o incluso hasta 2.000 semillas/m²¹⁴.

Cymodocea nodosa es una planta perenne que puede llegar a vivir hasta unos diez años, pero sus praderas presentan una marcada estacionalidad¹⁵, tanto reproductiva como de crecimiento y producción de biomasa¹⁶. Durante los meses de otoño e invierno, las praderas tienen un número menor de haces y las hojas son más cortas y menos anchas; por el contrario durante los meses de primavera y verano, los sebadales (denominación que presentan en Canarias las praderas de *Cymodocea nodosa*) sufren una transformación, aumenta el número de haces, así como el número de hojas nuevas, que alcanzan mayor altura y anchura. Por ejemplo, durante los meses de verano, pueden alcanzarse los 1.600-1.900 pies/m² lo que constituye una pradera densa, disminuyendo en invierno a causa de los temporales. Por otro lado, en los meses de primavera tiene lugar la floración. Entre marzo y junio es cuando se produce la floración. La producción de semillas tarda unos dos o tres meses en desarrollarse, haciendo que el momento óptimo de dispersión se concentre entre julio y agosto, por lo que la mayoría de los vástagos por clonación y semilla se dan entre mayo y octubre¹⁷.



La máxima densidad de hojas se detecta durante los meses de junio y julio, como resultado del rápido crecimiento que tiene lugar durante los meses de primavera. Sin embargo, durante el otoño suelen perderse buena parte de las hojas, por lo que es frecuente que en invierno sólo permanezcan los rizomas.

La fenología reproductora de esta planta ha sido estudiada en detalle¹⁸. La floración tiene lugar en primavera, cuando la temperatura del agua comienza a subir, después de alcanzar los mínimos invernales. En mayo ya son visibles flores, tanto femeninas como masculinas, las cuales suelen presentar una distribución contagiosa dentro de cada pradera. Los primeros frutos maduros, todavía unidos a la planta madre, comienzan a observarse a finales de julio o principios de agosto. En las praderas la tasa de fructificación puede llegar al 50%.

Una vez desprendidos, los frutos permanecen enterrados en el sedimento, inactivos o latentes, durante un periodo de ocho a diez meses, hasta que germinan a partir de abril, justo en el momento que comienza un nuevo periodo de floración. Los máximos porcentajes de germinación se han observado en junio y julio. No obstante, el éxito de la reproducción sexual es muy desigual según las zonas y las condiciones ambientales.

Arca de Noé (*Arca noae*) © OCEANA/ Juan Cuetos



Nacra (*Pinna nobilis*) en pradera de *Cymodocea nodosa*, recubierta de esponjas y algas pardas (Columbretes)
© OCEANA/ Juan Cuetos

El crecimiento vegetativo de esta planta es muy notable, ya que los rizomas horizontales pueden llegar a crecer hasta 2 m/año¹⁹. Por ello, su capacidad de colonización depende simultáneamente de la elongación de los rizomas, que permite la expansión de las praderas, y la reproducción sexual, que posibilita la instalación de otras nuevas²⁰.

Gracias a la gran reversibilidad de los meristemas responsables del crecimiento, la planta puede ajustar el mismo en función de las condiciones ambientales (densidad, espacio disponible, intensidad de luz, dinámica del sedimento, etc.).

El rápido desarrollo vegetativo de los rizomas horizontales permite una ocupación rápida del sustrato. Por otro lado, los tallos pueden crecer en vertical más de 15 cm al año, para evitar el enterramiento en zonas de sedimentos inestables. Al mismo tiempo los ejes verticales aseguran la producción de flores. Todo ello confiere a *Cymodocea nodosa* un enorme dinamismo y una extraordinaria capacidad de adaptación a condiciones cambiantes²¹.

Pueden citarse las praderas existentes en las islas Columbretes, en donde no existe *P. oceanica*, aunque donde adquieren más relevancia es en Canarias, pues es la principal de las tres especies de fanerógamas existentes²² y constituye uno de los hábitats más característicos.

Pueden encontrarse a partir de 1 ó 2 m de profundidad en las zonas abrigadas, mientras que en mar abierto aparecen en profundidades no superiores a los 10 m.

Se trata también de una familia predominantemente indo-pacífica, pero con representantes de amplia distribución en el mar Mediterráneo y océano Atlántico.

Zostera marina puede encontrarse en ambas orillas del Atlántico Norte, siendo la fanerógama marina más común, pero también en aguas pacíficas, mientras que *Z. noltii* sólo se da en aguas europeas atlánticas, en el Mediterráneo, mar Negro y en el mar Caspio y mar de Aral.



Hypselodoris midatlantica © OCEANA/ Juan Cuetos

[2.1.2] Hierbas de anguila

Praderas de *Zostera* sp.:

Zosteretum marinae y

Zosteretum noltii

Existen dos especies del género *Zostera* en Europa: *Zostera marina* y *Zostera noltii*, pertenecientes a las Magnoliophytas Zosteráceas. Esta familia de fanerógamas marinas está compuesta por dos géneros (*Heterozostera* y *Zostera*) y once especies (*H. tasmanica*, *Z. asiatica*, *Z. caespitosa*, *Z. capensis*, *Z. capricornis*, *Z. caulescens*, *Z. japonica*, *Z. marina*, *Z. mucronata*, *Z. muelleri* y *Z. noltii*). Sin embargo, algunos autores²³ prefieren incluir el género *Phyllospadix* dentro de esta familia y reestructurar el árbol taxonómico.

En las especies de *Zostera*, aunque pueden reproducirse tanto sexual como asexualmente, la dispersión de semillas parece jugar un papel más importante en el desarrollo y crecimiento de praderas marinas que en otras fanerógamas europeas.

Su crecimiento es casi exclusivamente horizontal, por medio de rizomas rastreros que van ocupando y fijándose en el sustrato que siempre es de sedimento blando (arena o fango). Todas las especies de *Zostera* son diclino monoicas, es decir, ambos sexos se presentan en la misma planta pero en flores separadas.

Los frutos son considerablemente más pequeños que en *C. nodosa*, midiendo unos pocos milímetros.

Zostera spp. también presentan una actividad estacional marcada²⁴, siendo a finales de primavera y principios de verano cuando la planta produce mayor cantidad de semillas, hojas y rizomas.

El nivel de floración de las praderas difiere de unos lugares a otros, dependiendo en alto grado de las temperaturas del agua y la intensidad lumínica. Mientras que en *Z. marina* la media de inflorescencias llega a ser de cerca del 20% de las plantas presentes, en *Z. noltii* rara vez supera el 1%²⁵.

La capacidad de dispersión de las semillas, pese a que tienen cierta flotabilidad²⁶, es limitada y, normalmente, se depositan en un radio de 30 metros alrededor de la planta productora.

La viabilidad y el nivel de germinación son muy altos, pudiendo superar frecuentemente el 90%, aunque también la depredación lo es²⁷, además de que la mortalidad natural de las semillas germinadas es elevada.

Son especies que dependen mucho de la intensidad lumínica, por lo que la distribución de estas praderas suele ser bastante superfi-

cial. En el Atlántico raramente se encuentran a profundidades superiores a los 10 metros²⁸, localizándose frecuentemente en menos de 5 metros de profundidad²⁹. En el Mediterráneo pueden superar estas profundidades, gracias a la mayor claridad de sus aguas que permiten que la luz penetre más. *Z. noltii* puede ocupar todavía áreas más someras, ocupando charcas intermareales y llegando a quedar fuera del agua durante la marea baja en algunas zonas³⁰.

Zostera marina es la única fanerógama marina que alcanza el Círculo Polar Ártico. Se encuentra muy extendida por todo el Hemisferio Norte y en el Atlántico se distribuye desde el Ártico hasta Gibraltar, en su margen oriental, y hasta Carolina del Norte, en la parte occidental.

En el Mediterráneo puede encontrarse en el mar de Alborán y en algunos puntos del sur de Francia y del Adriático. Se instala sobre fondos arenoso-fangosos con cierta cantidad de materia orgánica. Ocupa desde la franja intermareal hasta unos 10-15 metros de profundidad. Presenta una gran tolerancia a la salinidad, por lo que puede encontrarse en rías y en las proximidades de la desembocadura de los ríos. Sin embargo, es más exigente con la temperatura y no crece por debajo de los 10°C ni por encima de los 22°C. Aunque el sistema de rizomas de esta planta



no es tan complejo como el de *P. oceanica*, la comunidad de organismos que vive en las praderas de *Zostera marina* es muy rica y diversificada.

En España las praderas de *Zostera marina* se encuentran generalmente en el litoral norte, desde Galicia a la costa vasca, con una distribución muy irregular. Aunque existen cartografiados de estas praderas en algunas zonas concretas, se carece de datos generales que permitan conocer su situación global. Por lo general se concentran en lugares protegidos, como ensenadas y rías. En el sur de la Península Ibérica es más escasa y en el Mediterráneo sólo penetra de forma puntual hasta la zona del cabo de Gata, donde ocupa pequeñas extensiones, a menudo en la proximidad o en contacto con praderas de *Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica*.

Zostera noltii es la fanerógama marina de menor envergadura. Sus hojas son muy delgadas (de 1 a 1,5 cm de ancho) y cortas (no más de 20 cm), por ello, más que de praderas cabría hablar de céspedes. *Z. noltii* está ampliamente distribuida a lo largo de las costas atlánticas europeas, alcanzando las Islas Británicas y el sur de Noruega. Por el sur se extiende hasta Canarias y Mauritania. Se encuentra también en el Mediterráneo y el mar Negro. Es la única fanerógama marina que se halla en mares relictos continentales, como el mar Caspio o el de Aral. Soporta grandes variaciones de temperatura y salinidad.

En España *Z. noltii* se encuentra preferentemente en las costas atlánticas, donde ocupa superficies relativamente amplias con sustrato fangoso, en bahías, estuarios y rías, siempre en aguas muy someras, de forma que queda emergida durante las bajamareas. Suele coincidir con *Z. marina*, pero siempre ocupa niveles más superficiales. En las costas atlánticas de la Península Ibérica se ha estimado que las praderas de esta planta cubren más de 20 km². Las más extensas y mejor conservadas están localizadas en las rías de Vigo, Arosa y Ortigueira, y en Santoña. En

las costas atlánticas del sur peninsular, las praderas de *Z. noltii* se concentran principalmente en las marismas del Odiel y en la bahía de Cádiz. En el Mediterráneo, esta planta se encuentra más diseminada y normalmente relegada a ensenadas, lagunas costeras y desembocadura de los ríos. En las Islas Canarias existe sólo una población estable, situada en la costa de Arrecife, en Lanzarote.

Ascidia colonial *Pseudodistoma obscurum* © OCEANA/ Juan Cuetos



Habitantes de las praderas

Hippocampus guttulatus, caballito de mar peludo
© Enrique Talledo

Son muchas las especies marinas que viven toda o parte de su vida entre las praderas de fanerógamas marinas.

En el caso de las formadas por *Cymodocea nodosa* y *Zostera* sp., la biodiversidad ha demostrado ser muy superior a lo que se creía. Cientos de especies, entre las que pueden encontrarse moluscos, crustáceos, cnidarios, peces, equinodermos, ascidias, etc., han sido observadas en estas praderas.

En los muestreos realizados por Oceana se han observado más de medio centenar de especies diferentes. Si sumamos a éstas las mencionadas por otros autores, la cantidad de especies dependientes de estos ecosistemas identificadas se eleva a varios cientos hasta la actualidad³¹.

El elemento faunístico más conspicuo y característico de estas praderas para las poblaciones mediterráneas, como en el caso de

islas Columbretes, son las grandes nacras que en algunas zonas alcanzan tallas considerables de hasta 80 cm y una edad estimada entre 15 y 20 años. Especie en regresión, vulnerable a la acción de las anclas ya que el hábitat donde vive no le proporciona refugio. Otras especies más típicas de los fondos detríticos son el ceriantario *Cerianthus membranaceus* o la anémona *Alicia mirabilis*.

Entre los peces de estas praderas dominan mayoritariamente los lábridos, representados por numerosas especies, siendo particularmente abundantes las julia (*Coris julis*) y los petos (*Symphodus tinca*). En ocasiones se han observado ejemplares de tembladera o tremielga (*Torpedo marmorata*).

Aparte de la rica fauna de pequeños animales que pueblan los fondos detríticos y de maërl, sobre los que se asientan las praderas, las hojas de *Cymodocea* constituyen el hábitat de algunas especies muy características, en-

tre los que cabe destacar los gasterópodos *Smaragdia viridi*, *Tricolia tenuis* o *Jujubinus striatus*. Además, estas praderas constituyen un hábitat de gran importancia para el alevinaje de muy diversas especies de peces y, por tanto, también como lugar de depredadores.

La combinación de praderas de *Cymodocea nodosa* y fondos de tipo detrítico o de maërl es muy peculiar. La fauna que se encuentra en este hábitat es muy rica y diversa.

Cymodocea nodosa se distribuye por el Mediterráneo y por las costas atlánticas desde el sur de la Península Ibérica hasta las Islas Canarias, Mauritania, Senegal y Madeira. Es una planta de menor envergadura que *Posidonia oceanica* y presenta rizomas mucho más finos y hojas más cortas y delgadas. Se trata de una especie colonizadora y bastante tolerante, que no puede competir con *Posidonia*. Por ello, suele instalarse en lugares que a la *Posidonia* le son desfavorables.

En general, da lugar a praderas relativamente ralas y de poca entidad, si las comparamos con la de *P. oceanica*, aunque en algunos puntos pueden llegar a ocupar amplias extensiones.

Se encuentra muy diseminada en fondos arenoso-fangosos, normalmente a poca profundidad y en lugares de aguas tranquilas, pero también pueden existir praderas por debajo del nivel ocupado por *Posidonia*, entre 25 y 40 metros. Es frecuente que forme praderas mixtas con el alga verde *Caulerpa prolifera*, sobre todo en las áreas más enfangadas.

La comunidad de organismos que alberga los fondos de *Cymodocea* es más simple que la de *Posidonia*, pero diversas especies de invertebrados son exclusivas de este hábitat. Como ejemplos, cabe citar algunos endemismos como *Gibbula leucophaea* y otros gasterópodos. Los peces más característicos son los signátidos y los lábridos. Son muchas las especies que viven enterradas en el sus-



Syngnatus acus, agujón © M. Gosálvez

trato ocupado por esta planta, entre las que destaca el bivalvo *Loripes lacteus*.

Los moluscos han mostrado ser muy numerosos, contabilizándose más de 50 especies diferentes, como las peonzas (*Gibbula ardens*, *G. racketsi*, *Jujubinus* sp., etc.), el abanderado (*Hexaplex trunculus*), muchas caracolas del género *Rissoa*, o moluscos cefalópodos, como la sepia (*Sepia officinalis*), el pulpo (*Octopus vulgaris*) o el calamar (*Loligo vulgaris*). De hecho, en muchas praderas se han encontrado puestas de huevos de estos animales.

En cuanto a los crustáceos, las pequeñas gambas mysidáceas (*Leptomysis* sp., *Mysidopsis gibbosa*, *Paramysis helleri*, etc.) pueden llegar a ser muy abundantes, así como algunos camarones simbioses del género *Hyppolite*, o cangrejos nadadores, como *Liocarcinus navigator*.



Los equinodermos también están ampliamente representados por ofiuras (como *Ophiop-sila aranea* o *Ophiura texturata*), que prefieren zonas más fangosas y con poca densidad de haces. Estrellas de mar, como la roja (*Echinaster sepositus*), la espinosa (*Marthasterias glacialis*) o las estrellas peine (*Astropecten* spp.), holoturias (*Holothuria tubulosa*, *H. polii*), erizos de arena (*Echinocardium mediterranea*), erizos violáceos (*Sphaerechinus*

deopsis strumosa, *Arachnanthus nocturnus*, *Anemonia sulcata*, etc., sin olvidar un elevado número de poliquetos y algas verdes, pardas y rojas.

La fauna íctica también es numerosa. Gracias a la gran plasticidad de *Cymodocea nodosa* y su capacidad para formar ecosistemas mixtos, ya sea con otras fanerógamas, con algas verdes, con fondos de maërl, etc., es



granularis), este último presente en zonas en las que las fanerógamas se mezclan con fondos de maërl, y crinoideos, como la cornátula o lirio de mar (*Antedon mediterranea*).

Otras especies habituales son las ascidias coloniales (*Pseudodistoma obscurum*, *Diplosoma spongiforme*, *Botryllus leachi*), los hidrozooos (*Aglaophenia pluma*, *Plumularia obliqua*) y algunos cnidarios, como *Buno-*

posible que especies con diferentes preferencias puedan darse aquí. Así encontramos especies más habituales en fondos de roca, como el congrio (*Conger conger*), la morena (*Muraena helena*), el cabracho (*Scorpaena scrofa*), etc.; peces más propios de desiertos marinos, como la tapadera (*Bothus podas*), la pastinaca (*Dasyatis pastinaca*), la herrera (*Lithognathus mormyrus*) o el raor (*Xyrichthys novacula*), algunos de hábitos muy amplios,

como las doncellas (*Coris julis*), las castañuelas (*Chromis chromis*), los petos (*Symphodus tinca*), el serrano (*Serranus scriba*) o la cabrilla (*Serranus cabrilla*); o incluso de costumbres más pelágicas, como la boga (*Boops boops*) o la chucla (*Spicara maena*). Y, cómo no, los característicos de praderas marinas, como salpas (*Sarpa salpa*), peces ventosa (*Opeatogenys gracilis*) o los singnátidos.



Syngnatus acus, agujón © M. Gosálvez

Esta última familia de peces, los signátidos, merecen especial atención pues están especialmente preparados para vivir entre los haces de las fanerógamas marinas³². Aunque no son exclusivos de estos ecosistemas, es en estas praderas en donde son más habituales y para las cuales han adaptado su cuerpo y muchas de sus tácticas de supervivencia³³.

3.1> Caballitos de mar y agujas marinas: especies clave

Los caballitos de mar pertenecen a la familia de los signátidos (del griego *syn* = junto; *ghatos* = mandíbula; mandíbula fusionada), un grupo de peces que aglutina a unos 55 géneros y más de 300 especies³⁴ que incluye, además de a los caballitos, a los peces aguja o los dragones de mar. De aspectos parecidos y cercanamente emparentados están también los peces trompeta (Aulostomidae), los trompeteros (Macroramphosidae), los peces pipa fantasmas (Solenostomidae) o los peces camarón (Centriscidae).

Todas las especies de signátidos tienen características en común, tales como su forma reproductiva, su esqueleto o, ser auténticos maestros del camuflaje.

En el caso de los caballitos de mar, todos pertenecen al mismo género: *Hippocampus* (hippo = caballo; kampus = monstruo marino), y de ellos se conocen poco más de una treintena de especies.

[3.1.1] Distribución

Los signátidos se distribuyen por todos los mares tropicales, subtropicales y templados del mundo, prefiriendo aguas someras con temperaturas entre 20°C y 30°C, aunque llegan a vivir en un rango de entre 5°C y 40°C. Suelen encontrarse en profundidades de menos de 20 m, salvo en el caso de algunos peces trompeta y agujas (y algún que otro caballito), que llegan a los 100 m.

En Europa se extienden entre Noruega y el estrecho de Gibraltar, incluyendo el mar Mediterráneo, mar Negro, mar de Azov, y los archipiélagos de Azores, Madeira y Canarias.

Suelen formar colonias poco numerosas con densidades bajas y, dado su lento movimiento, permanecen casi toda su vida en la misma zona.

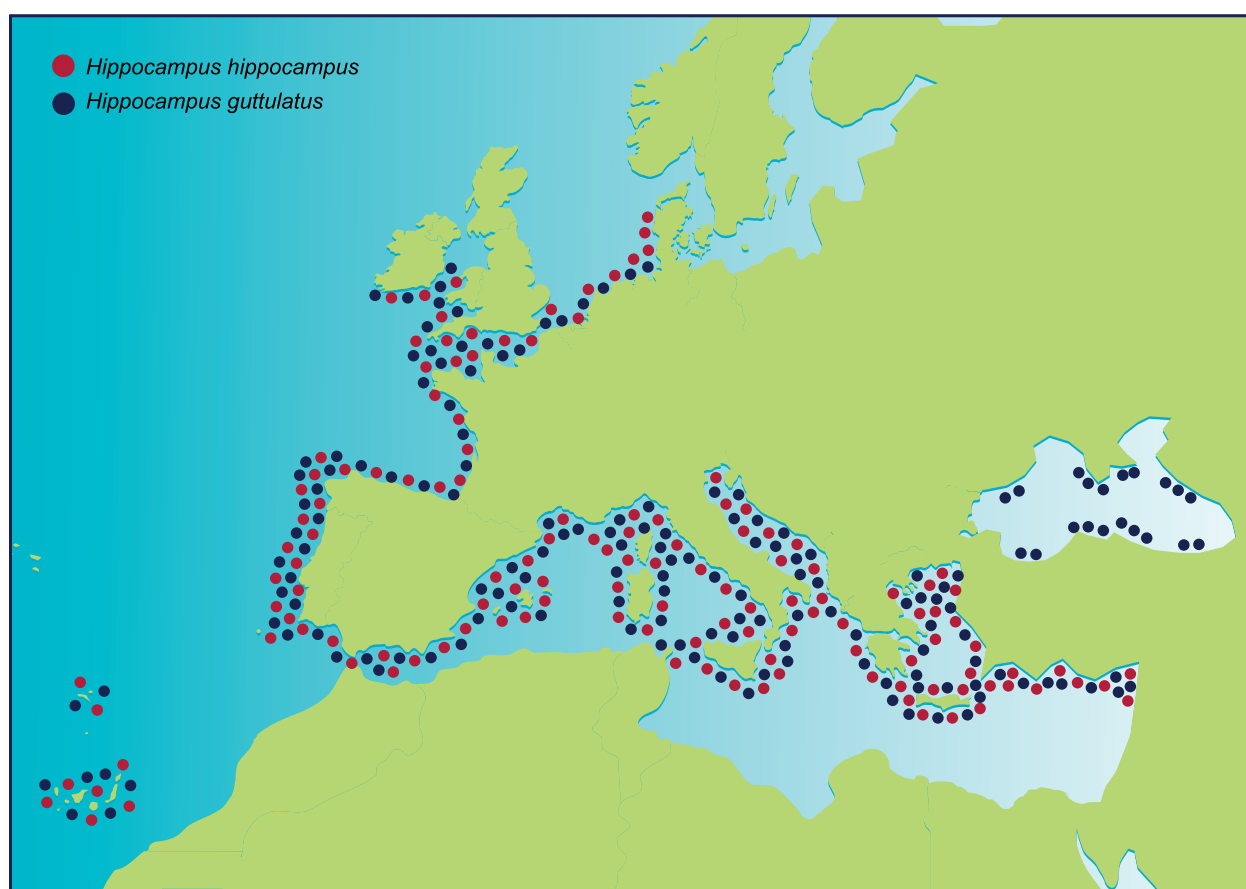


La lentitud del caballito de mar le lleva a no recorrer grandes distancias. Un estudio realizado en Australia³⁵ comprobó que los machos de algunas especies (como *Hippocampus whitei*) apenas necesitan un metro cuadrado de hábitat, si bien las hembras llegaban a aventurarse en 100 m².

En Europa tan sólo se dan dos especies de caballitos de mar y una quincena de otros signátidos.

Y quince peces aguja:

- Pez aguja de aguas profundas (*Cosmocampus retropinnis*): en el Atlántico oriental entre Gibraltar/Marruecos y costa occidental de África.
- Pez aguja serpiente (*Entelurus aequoreus*): entre Islandia y Noruega hasta Azores. También en el Báltico.
- Pez aguja enano (*Minyichthys sentus*): en el Mediterráneo y África Occidental hasta Canarias.



Dos caballitos de mar:

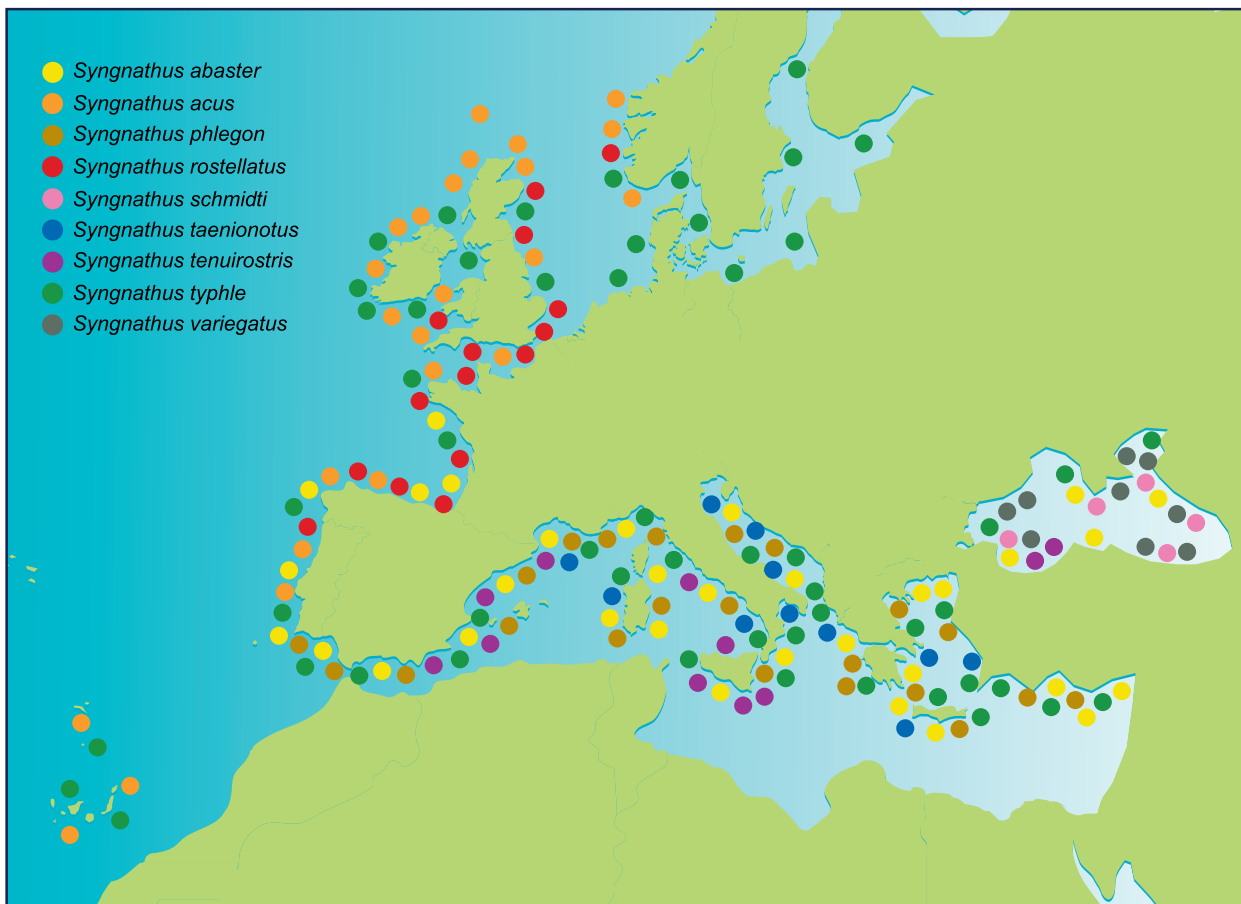
- Caballito de mar peludo (*Hippocampus guttulatus*): desde las Islas Británicas hasta Canarias, Madeira y Azores, incluyendo el Mediterráneo y mar Negro.
- Caballito de mar mediterráneo (*Hippocampus hippocampus*): desde el mar de Wadden hasta Canarias, incluyendo el Mediterráneo.

- Alfiler lombriz (*Nerophis lumbriciformis*): sur de Noruega, Kattegat, Islas Británicas hasta el Sahara Occidental.
- Serpetó (*Nerophis maculatus*): golfo de Vizcaya, Portugal, Azores y mar Mediterráneo (especialmente occidental).
- Aguja de morro recto o alfiler (*Nerophis ophidion*): entre Noruega (excepto en la zona de Dinamarca/Holanda) y Marruecos, incluyendo mar Mediterráneo y mar Negro.



- Aguja de río (*Syngnathus abaster*): desde el golfo de Vizcaya hasta Gibraltar, mar Mediterráneo y mar Negro.
- Agujón (*Syngnathus acus*): desde Noruega, Islas Faroes e Islas Británicas hasta el Sahara Occidental, Senegal y Gambia.
- Aguja espinosa (*Syngnathus phlegon*): mar Mediterráneo y costas atlánticas adyacentes.
- Aguja de mar o de Nillson (*Syngnathus rostellatus*): desde Bergen (Noruega) hasta el golfo de Vizcaya y zonas meridionales e Islas Británicas. Esta especie ha sido recientemente encontrada en el mar Mediterráneo³⁶.

- Aguja pelágica (*Syngnathus schmidtii*): mar Negro y mar de Azov.
- Aguja de flancos oscuros (*Syngnathus taenionotus*): mar Mediterráneo, especialmente en el noroeste del Adriático.
- Mula (*Syngnathus tenuirostris*): mar Mediterráneo (sobre todo en el sur del Adriático, mar Tirreno), mar Negro y mar de Azov.
- Aguja mula (*Syngnathus typhle*): desde Vardø (Noruega) al mar Báltico, Islas Británicas y hasta Marruecos, además de mar Mediterráneo, mar Negro y mar de Azov.
- Gran aguja (*Syngnathus variegatus*): mar Negro y mar de Azov.



En los últimos años, como parte de las nuevas especies que se están introduciendo en aguas europeas, cabe destacar el caballito de mar gris (*Hippocampus fuscus*), una especie exclusiva del mar Rojo³⁷.

[3.1.2] Reproducción

En todos los signátidos, la responsabilidad de la reproducción recae sobre el macho, que, o bien lleva los huevos en su marsupio o bolsa parietriz, o bien pegados a su cuerpo (en los signátidos que carecen de esta bolsa, como en el caso del pez aguja lombriz), hasta que eclosionan³⁸.

En el caso de los caballitos de mar, y tras la realización de una danza nupcial o cortejo (que puede durar horas), la hembra deposita los huevos (a través del ovopositor) en este marsupio donde el macho los fecunda y mantiene hasta que, una vez nacidos, son expulsados fuera de él a golpe de contraccio-

nes. A partir de entonces, los progenitores se desentienden de las crías, que son copias prácticamente exactas de los adultos, pero de 2-20 mm³⁹.

Suelen ser monógamos⁴⁰, pero se han visto algunas prácticas poligámicas, como diferentes hembras introduciendo sus huevos en un mismo macho⁴¹.

Durante todo el embarazo, que puede durar entre diez días y seis semanas (30-50 días en las especies europeas), la hembra y el macho realizan danzas de salutación de unos minutos todos los días. Las especies de aguas frías tienen una gestación más larga. Según las especies paren entre 5 y 1.500 crías, si bien lo normal es que sean unos 100-200 caballitos, aunque los machos más grandes pueden albergar mayor cantidad de huevos y alcanzar mayor éxito reproductivo⁴². Se estima que sólo un 5% de las crías llegará a ser adulto.

[3.1.3] Camuflaje

Todos los caballitos de mar se han especializado en el camuflaje. Los signátidos suelen tener un aspecto que se confunde fácilmente con su entorno. Algunos, incluso, tienen protuberancias similares a las de los corales donde viven y filamentos simulando algas, pudiendo también cambiar de color para facilitar su camuflaje.

Tal vez los dragones de mar sean los reyes de este arte. Estos signátidos se confunden con su hábitat mostrando apariencia de algas y son muy difíciles de observar en su entorno natural. Otros signátidos no se quedan atrás; los peces aguja simulan ser hojas de plantas marinas que se mecen con la corriente, esperando pasar desapercibidos tanto ante sus predadores como a sus presas.

[3.1.4] Tamaño y longevidad

Sus tamaños pueden variar, desde el caballito de mar pigmeo (*Hippocampus denise*) de 1,5 cm o el caballito de mar de cuello de toro o minotauro (*H. minotaur*), que apenas llega a los 2 cm, al gran caballito de mar del Pacífico (*H. ingens*) o el caballito de mar de Nueva Zelanda (*H. abdominalis*), de unos 30 cm⁴³.

En el caso de los peces aguja, pueden alcanzar tamaños mayores que, en algunos casos, les lleva a superar el medio metro, como en las hembras de pez aguja serpiente (*Entelurus aequoreus*)⁴⁴.

Los machos de todos los signátidos son de menor talla que las hembras, a veces de forma muy considerable. Recientes estudios han relacionado esta disminución de tamaño con el esfuerzo que supone, para el macho, tener que encargarse de la gestación y parto de las crías.

Aunque aún existe un gran desconocimiento sobre la biología y vida de estos animales, se sabe que su longevidad suele estar entre uno y tres años dependiendo de las especies, si bien en las de mayor tamaño algunos ejemplares pueden alcanzar los cuatro o cinco años⁴⁵.

Muchas especies llegan a la madurez sexual entre los tres y los doce meses. En el caso de las especies europeas, como *H. hippocampus*, la capacidad reproductiva se alcanza a partir de los cuatro o cinco meses⁴⁶.



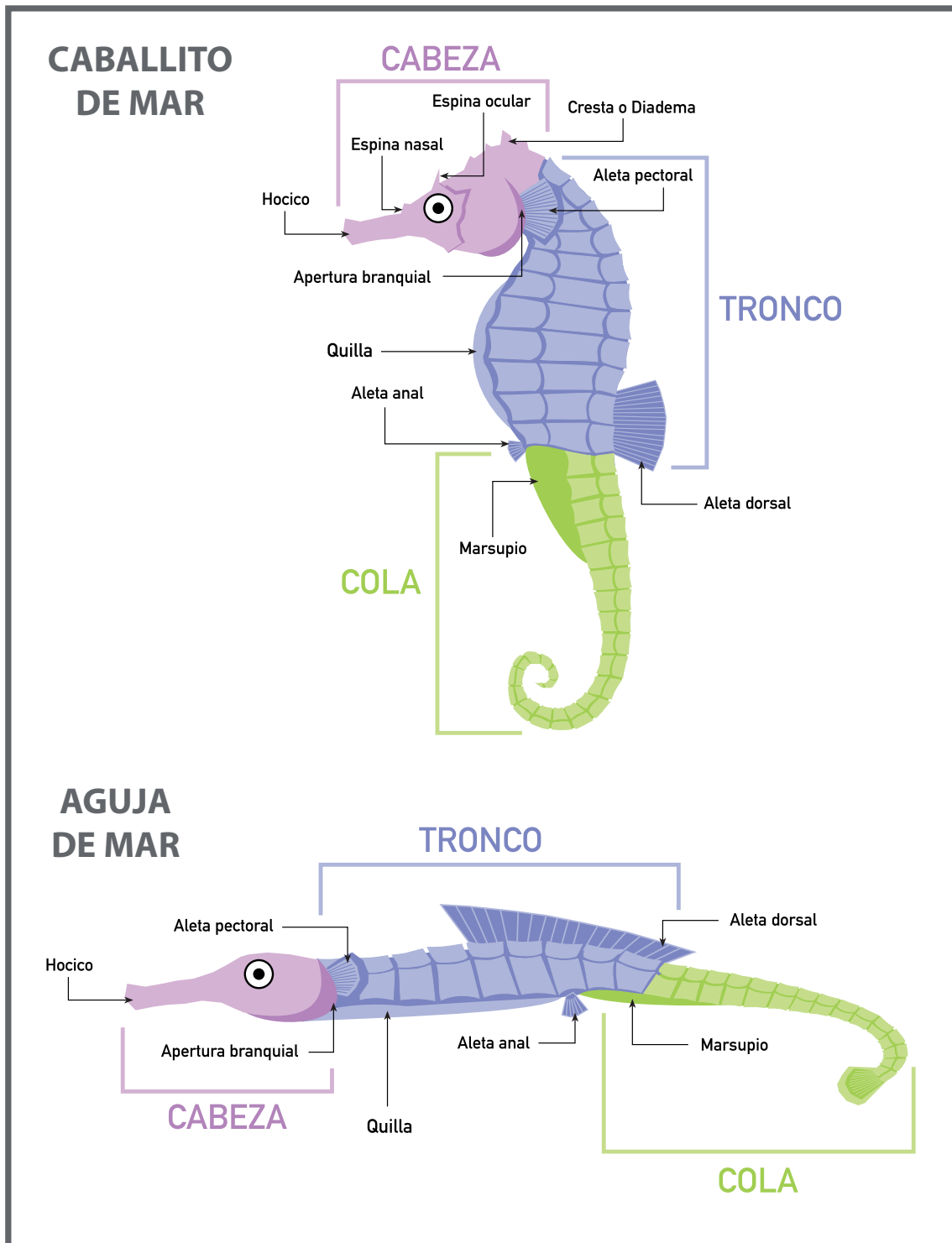
[3.1.5] Anatomía

Son peces sin escamas, que han desarrollado una estructura cutánea formada por secciones anulares óseas, a la que se llama armadura de placas, que dan rigidez al tronco.

En cambio, la cola de los caballitos es prensil y se puede enroscar en torno a los

tallos marinos para proporcionar anclaje, lo que les distingue de sus parientes, las agujas de mar.

Su única aleta dorsal es la que le produce la propulsión, mientras que las dos ventrales le estabilizan. Pero la velocidad que alcanza es tan poca que necesitaría un día entero para recorrer un kilómetro.



Al igual que los camaleones en tierra, los caballitos de mar pueden manejar sus ojos por separado. Esto les permite permanecer inmóviles para pasar desapercibidos, pero pudiendo controlar todo cuanto ocurre a su alrededor.

El sistema alimenticio de los caballitos de mar y especies afines es muy poco eficiente, ya que, además de no poder masticar su alimento por la falta de mandíbulas y dientes, carece de estómago, lo que hace que la comida pase rápidamente por su tracto digestivo⁴⁷. Esto provoca que sea una especie muy voraz que necesita estar comiendo casi constantemente.

Se alimentan de pequeños animales del plancton, como diminutos crustáceos (copépodos y anfípodos) y larvas de peces que capturan succionándolos⁴⁸.

Los signátidos son devorados por peces (atún, bacalao, rayas, lampugas, etc.), cangrejos y aves marinas. En ocasiones han sido encontrados en estómagos de tortugas marinas.



Hippocampus hippocampus, caballito de mar común. © Enrique Talledo

[3.1.6] Estado de conservación

Se encuentran amenazadas siete de las 13 especies de agujas de mar estudiadas (de más de 200 especies conocidas), y diez de las más de 30 especies de caballitos de mar existentes.

Las dos especies europeas de caballitos se consideraban por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) dentro de la categoría de vulnerables. Es decir, que de no tomarse medidas urgentes para su protección pronto podrían pasar a engrosar las listas de especies en peligro de extinción. Pero, dado el gran desconocimiento que existe sobre estas especies y la enorme confusión científica sobre su clasificación taxonómica, se han revisado todas las categorías y se ha llegado a la conclusión de que no existe información suficiente para permitir evaluar su estado, si bien algunas poblaciones podrían haberse diezmado.

De hecho, se ha comprobado que algunos caballitos, que habían sido calificados como especies separadas, son poblaciones distintas de la misma especie.

En cuanto al resto de los signátidos, sólo se ha evaluado al *Syngnathus abaster* del cual, al igual que en el caso de los caballitos de mar europeos, no se tienen datos suficientes para su clasificación, mientras que en las demás especies ni siquiera se ha realizado una evaluación.

[3.1.7] Amenazas

Cada año se capturan más de 20 millones de caballitos de mar para abastecer el mercado ornamental y de pseudo-medicinas⁴⁹. Esta estimación, de principios de los años noventa, ha podido incrementarse un 8-10% anualmente, lo que nos llevaría a cifras que podrían ser cercanas a los 30 millones de ejemplares en la actualidad. El 80% del consumo se realiza en Asia. Recientes estimaciones sobre este mercado dan cifras cercanas a los 24-25 millones de ejemplares comercializados en el año 2001.

• Comercio ornamental

Los principales exportadores de *souvenirs* de caballitos de mar son Indonesia, Filipinas, Tailandia, Vietnam, India y México, pero se ha comprobado que algunos países europeos, como Noruega y Suiza, están jugando un importante papel como intermediarios en este tipo de comercio.

• Pseudo-medicina

Desde antiguo se le han atribuido al caballito de mar unas cualidades médicas (contra la impotencia, la esterilidad, la alopecia, la rabia, estados febriles, el asma, etc.) que, en la mayoría de los casos, no han podido ser demostradas científicamente. Esto, por desgracia, no ha sido óbice para que su comercialización como “fármaco” se haya expandido en todo el mundo, principalmente en Asia⁵⁰.

Si bien sus principales mercados se encuentran en Asia (China, Hong Kong, Filipinas e India), en la cultura occidental su uso también tiene raíces antiguas. Plinio el Viejo, siglo I, ya lo mencionaba como remedio contra la calvicie, y su uso se ha revitalizado últimamente como parte de la medicina “alternativa” europea y norteamericana.

En farmacias de Hong Kong, el precio de caballito de mar llega a alcanzar cifras de entre 300 y 1.000 dólares el kilo. Como media, hay unos 350 caballitos por kilo.

Otros signátidos también son parte de este comercio y se les atribuye características similares, pero el volumen que suponen es desconocido.

• Acuarios

El comercio de animales vivos para acuariófilos tiene sus principales consumidores en Estados Unidos y Europa, además de Australia, Hong Kong o México, mientras que los mayores exportadores se localizan en Filipinas, Indonesia, Brasil, Belice, Egipto y Kenia.

Este comercio añade, posiblemente, más de un millón de caballitos de mar al año al número de ejemplares extraído por los seres humanos de los mares.

Mientras que las dos especies de caballitos de mar europeo son habituales en el comercio internacional de *souvenirs* y fármacos, el de acuariofilia prefiere al *H. guttulatus*, por su mayor vistosidad.

• Capturas accidentales

Más difícil de estimar es el volumen real de animales afectados por artes de pesca utilizadas en sus áreas de distribución. Se sabe



que distintas técnicas de pesca, en especial las dragas y el arrastre de fondo, cuando son realizadas en las zonas donde viven estas especies, pueden provocar un alto número de capturas accidentales de caballitos, además de la destrucción física de su medio.

- **Destrucción de su hábitat**

La mayoría de los hábitats donde se encuentran los caballitos de mar y gran parte de los peces aguja son algunos de los más amenazados del mundo, como manglares, arrecifes de coral, comunidades de algas o praderas de plantas marinas.

Junto al impacto de las artes de arrastre, habría que mencionar la ocupación o alteración de estas zonas costeras por puertos deportivos, urbanizaciones, instalaciones de acuicultura, infraestructuras costeras o la contaminación.

- **Otras amenazas**

También algunos factores naturales, como las tormentas, pueden provocar mortandades importantes, ya que los desprenden de sus agarraderos y les pueden hacer varar en las costas. Su falta de velocidad y propulsión les impide hacer frente a las corrientes y oleaje fuertes.



Syngnatus acus, agujón © M.Gosálvez

[3.1.8] Protección

A pesar de que el Convenio de Washington (CITES) sobre el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna ha incluido al género *Hippocampus* en su Anexo II, existen algunos países clave que han presentado reservas y objeciones, tales como Indonesia, Japón, Corea del Sur o Noruega.

Por otra parte, ni la Directiva de Hábitats europea ni muchas legislaciones de los países europeos los incluyen en los listados de especies protegidas.

La aplicación en la Unión Europea, y por tanto en España, del Convenio CITES se lleva a cabo mediante el Reglamento (CE) 338/97 del Consejo, de 9 de diciembre de 1996, relativo a la protección de especies de fauna y flora silvestres mediante el control de su comercio, y el Reglamento (CE) 865/2006 de la Comisión de 4 de mayo de 2006, por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) 338/97. Estos reglamentos suponen, en muchos casos, medidas comerciales más estrictas y las hacen extensivas a diversas especies no protegidas por el propio Convenio CITES.

En función del grado de protección que se les aplica a las especies en orden decreciente, se clasifican cuatro anexos en el Reglamento (CE) 338/97. Sólo se observa a los

Hippocampus como especies incluidas en el Anexo D del Reglamento EC 338/97, que enumera especies no incluidas en los apéndices prioritarios sobre las que se debe establecer un sistema de control, que asegure un seguimiento sobre su comercialización.

El Convenio de Barcelona incluye en el Anexo II de la lista de especies en peligro o amenazadas del Protocolo sobre las Zonas Especialmente Protegidas y la Diversidad Biológica en el Mediterráneo, a *Hippocampus hippocampus* y a *Hippocampus ramulosus* (= *H. guttulatus*). Ambas especies también están incluidas en la Lista inicial de Especies y Hábitats amenazados o en declive del Convenio OSPAR.

Sólo Francia y Portugal los integran en sus respectivas listas rojas (*H. guttulatus* en el primer caso y ambas en el segundo) y Eslovenia observa a *H. guttulatus* como especie protegida en su propia legislación nacional.

En cuanto a otros signátidos, sólo el *Singnathus abaster* está incluido en el Anexo III del Convenio de Berna.

Existe una grave carencia en cuanto a la protección de los hábitats fundamentales para estas especies en Europa; entre ellos, las praderas de fanerógamas marinas. La Directiva de Hábitats de la UE sólo incluye a



Hippocampus hippocampus, caballito de mar común
© M. Gosálvez

la fanerógama *Posidonia oceanica* (especie exclusiva del Mediterráneo), como especie protegida. A pesar de ello, casi el 50% de sus praderas han sido dañadas por los arrastres mediterráneos, y existen peticiones por parte de algunos países para que se permita faenar sobre ellas en algunas zonas.

Otras fanerógamas muy importantes, como las de los géneros *Zostera*, *Cymodocea* y *Ruppia*, pese a su importancia para el ecosistema marino y litoral, carecen de esta protección.



4

Importancia ecológica

Las praderas de *Cymodocea nodosa*, como en el caso de otras fanerógamas marinas, atenúan el hidrodinamismo y provocan la deposición de sedimentos, los cuales estabilizan, a la vez que los enriquecen en materia orgánica. De forma general, se deriva la importancia en los equilibrios ecológicos y físicos del sistema litoral.

Esta planta favorece así la posterior implantación de las praderas de *Posidonia oceanica*, por lo que constituyen una fase previa a la aparición de las mismas en el proceso de sucesión.

A la inversa, la destrucción o regresión de estas últimas, permite de nuevo la instalación de *Cymodocea*, la cual constituye también, por otro lado, una fase de degradación.

En aquellos lugares donde existen praderas de *Posidonia oceanica*, es frecuente que *Cymodocea* presente una distribución bati-

métrica discontinua, formando un cinturón superficial por encima de ellas y otro por debajo de su límite inferior. Sin embargo, en lugares donde no existe *Posidonia*, como es el caso de las islas Columbretes o, en mayor escala, de las Islas Canarias, las praderas de *Cymodocea* presentan una distribución batimétrica continua y pueden ocupar extensiones relativamente amplias.

Las investigaciones efectuadas desde hace varias décadas, permiten actualmente cuantificar el papel esencial de estas especies en el funcionamiento de las cadenas tróficas litorales.

Las magnoliofitas marinas producen enormes cantidades de material vegetal que constituyen la base de las denominadas cadenas tróficas⁵¹. Esta producción primaria es comparable, o superior, a otros medios que cuentan con una fuerte producción, como aquéllos terrestres (bosques templados y tropicales)

u oceánicos (zonas de afloramiento, manglares, arrecifes coralinos, estuarios)⁵². Las magnoliofitas marinas ocupan el 0,15% de la superficie de los océanos, contribuyendo al 1% de la producción primaria (neta) oceánica^{53,54}. Por tanto, constituyen unos de los ecosistemas más productivos del planeta.

En la mayoría parte de los ecosistemas compuestos por magnoliofitas marinas, la parte de la producción primaria consumida directamente por los herbívoros es muy pobre. La mayor parte de esta producción es almacenada en las matas o degradada por los detritívoros (microorganismos, crustáceos, gasterópodos, equinodermos), que a su vez serán consumidos e integrados en la cadena trófica, y esta producción es exportada a través de otros ecosistemas en forma de hojas muertas⁵⁵.

Las magnoliofitas sirven igualmente de soporte de numerosas especies vegetales epifitas, que aseguran un gran aporte de producción primaria, y sobre todo contribuyen específicamente a la presencia de especies animales, como zonas de protección de juveniles⁵⁶.



Cangrejo ermitaño (*Pagurus prideauxi*) con anémona capa (*Adamsia carcinopados*) © OCEANA/ Juan Cuetos

El crecimiento de *Cymodocea nodosa* en los fondos arenosos permite el desarrollo de un ecosistema con características peculiares en relación con los fondos arenosos desprovistos de vegetación.



Peto (*Symphodus tinca*) © OCEANA/ Juan Cuetos

Estas praderas cumplen diversas funciones en el ecosistema litoral: contribuyen a la fijación y estabilización de sedimentos arenosos; intervienen activamente en el ciclo de los elementos, fijando el carbono y el nitrógeno de los sedimentos; permiten el desarrollo de comunidades asociadas, tanto de algas epifitas como acompañantes; también sirven de hábitat a una rica comunidad de invertebrados y peces, algunas de cuyas especies tienen gran importancia comercial.

Una de las consecuencias de la fotosíntesis realizada por los vegetales es la producción de oxígeno. La producción de oxígeno puede ser considerable, a nivel de los fascículos foliares y de las especies epifitas asociadas, especialmente en zonas someras⁵⁷.

Las fanerógamas marinas permiten el crecimiento de algas epifitas sobre sus estructuras. Estas algas son estacionales, la comunidad de epifitos sobre estas praderas suele ser muy rica, y crecen tanto sobre las hojas

como sobre rizomas y raíces viejas que quedan al descubierto. El mayor número de especies se instala en las hojas debido a la mayor superficie disponible.

En la comunidad de epifitos dominan generalmente las algas rojas: *Corallina elongata*, *Jania rubens*, *Cottoniella filamentosa*, *Lophocladia trichoclados*, seguidas en número de especies por las algas pardas: *Padina pavonica*, *Stypocaulon scoparium*, *Sporochnus bolleanus*, y algas verdes: *Caulerpa racemosa*, *C. webbiana*, *C. mexicana*. El espectro de especies que aparece depende de las condiciones ambientales del biotopo.

La gestión de los recursos vivos, a través de la fuerte producción biológica, está enfocada a la protección que asegura a los alevines y a los juveniles frente al ataque de los predadores, pero constituye de igual forma una zona de freza particularmente buscada por numerosas especies de interés comercial (crustáceos, cefalópodos, peces)⁵⁸. Este papel se observa en todos los mares; en Australia, por ejemplo, las especies de *Zostera* y de *Posidonia* son la base de la alimentación de una especie objetivo de pesca⁵⁹.

4.1> Papel en los equilibrios físicos del sistema litoral

Las fanerógamas marinas constituyen verdaderas barreras vegetales que favorecen la decantación y la sedimentación de partículas en suspensión en la columna de agua, como trampa de sedimentos⁶⁰, retenidos entre los rizomas y las raíces que constituyen una estructura única. De esa manera contribuyen al mantenimiento de la calidad del agua (transparencia), y sobre todo a la estabilización de la línea de playa que asegura y protege contra la erosión.

El aporte de sedimento de origen alóctono, asociado a la sedimentación autóctona, genera un crecimiento vertical de los rizomas que resulta muy eficaz para resistir el hidrodinamismo. La reducción de este hidrodinamismo es particularmente visible cuando están presentes los arrecifes-barrera, formados por las praderas de fanerógamas marinas que reducen la acción del oleaje protegiendo el litoral de la erosión.



Estrella suave (*Ophidiaster ophidianus*)
© OCEANA/ Juan Cuertos



Erizo violáceo (*Sphaerechinus granularis*) © OCEANA/ Juan Cuetos

Importancia económica

5

40

Alga parda *Padina pavonica* en pradera mixta de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa* (El Calón) © OCEANA/ Juan Cuetos

En general, la importancia económica de las fanerógamas marinas se puede analizar de forma contraria a lo que sucedería en caso de regresión o desaparición. Es importante destacar que las fanerógamas marinas son, a escala mundial, uno de los grupos de ecosistemas cuyo valor económico, estimado en 14.500 euros anuales por hectárea⁶¹, es de los más elevados: aproximadamente diez veces más que los bosques tropicales y tres veces más que los arrecifes de coral.

De forma general, si bien la importancia de los ecosistemas naturales es altamente reconocida, especialmente en términos de mantenimiento del equilibrio natural (papel ecológico), su valor económico global es más difícil de evaluar⁶².

Esta evaluación económica debe tener en cuenta los servicios directos (i.e. la pesca) e indirectos (i.e. servicios derivados de la protección del litoral contra la erosión) y los valores opcionales (i.e. los usos futuros).



		Ecosistemas		
		Superficie (Mha)	Valor económico anual por hectárea (Euros)	Valor total anual (Meu)
Terrestres	Bosques templados y bosques boreales	2.955	231	682
	Bosques tropicales	1.900	1.532	2.911
	Praderas	3.898	177	692
	Humedales	330	11.286	3.724
	Lagos y ríos	200	6.487	1.298
	Otros (desiertos, tundras, glaciares, etc.)	6.040	<76	<99
	TOTAL	15.323	614	9.406
Marinos	Zona marina	33.200	192	6.394
	Zona costera	2.660	1.229	3.269
	Estuarios	180	17.429	3.137
	Poblaciones de macrofitas	200	14.507	2.902
	Arrecifes de coral	62	4.637	286
	TOTAL	36.302	440	15.988

Valor anual medio de los servicios proporcionados por los grandes tipos de ecosistemas terrestres y marinos (Mha= millones de hectáreas; Meu= millones de euros).

5.1> Importancia de bioindicadores

Desde hace unos años, el recurso de las praderas sumergidas de magnoliofitas marinas para la vigilancia del medio natural⁶³, la evaluación del impacto ambiental o, de forma general, la gestión de los ecosistemas litorales comienza a ser contemplada. En efecto, estas especies calificadas como bioindicadoras son útiles para evaluar la calidad del medio⁶⁴. En función de su distribución geográfica, de su longevidad, de la permanencia estacional de sus poblaciones, de su facilidad de muestreo, de su abundancia, y de su capacidad de concentrar una gama amplia de xenobióticos (o contaminantes ambientales)⁶⁵, las fanerógamas marinas se muestran como organismos potencialmente interesantes.

Dyctiopteris membranacea y *Cymodocea nodosa* (Columbretes)
© OCEANA/ Juan Cuetos



Causas de regresión

Pradera deteriorada en Roquetas © OCEANA/ Juan Cuetos

La desmesurada presión medioambiental causa transformaciones en los distintos ecosistemas mesolitorales e infralitorales. La construcción de puertos comerciales e industriales, puertos deportivos, diques de abrigo, playas artificiales, emisarios submarinos, así como vertidos de aguas residuales y de salmuera procedentes de plantas des-

alinizadoras, de residuos e incluso la acción de determinadas artes de pesca y de cultivos marinos, han provocado el deterioro de algunas praderas y la desaparición de otras.

Es obvio que las actividades humanas constituyen el principal factor de regresión, las cuales actúan en sinergia con causas naturales

Merillo (*Serranus hepatus*) y pradera deteriorada de *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* y *Zostera marina* © OCEANA/ Juan Cuetos



como la acción de las corrientes, y pueden también modificar las características granulométricas de los sedimentos transportados a favor de la fracción más fina. El hecho de que los sedimentos permanezcan en suspensión, dado el hidrodinamismo, genera una turbidez elevada en la columna de agua que limita la actividad fotosintética e influye además en poblaciones más profundas⁶⁶.

En términos de impactos directos, la realización de obras costeras modifica localmente las corrientes y, como consecuencia de ello, los procesos de transporte de sedimentos litorales determinan su distribución: erosión o acumulación⁶⁷. Estas modificaciones alteran el equilibrio entre la tasa de sedimentación y el crecimiento vertical de los rizomas.

La construcción de toda obra que avanza en el mar (puerto, dique perpendicular a la línea de costa) determina un desplazamiento de corriente a lo largo de la dinámica litoral, con hipersedimentación aguas arriba (deposición de sedimento en tránsito) y erosión (déficit de sedimento) aguas abajo^{68,69}. Obviamente, los efectos son más importantes cuando las obras son de gran dimensión. Es común poder observar el enterramiento de una zona de praderas localizada bajo sedimentos finos, en relación con una instalación en el litoral ganada al mar.

La sensibilidad a las actividades humanas de las praderas de *Posidonia oceanica*, así como de las praderas de *Zostera noltii* y *Cymodocea nodosa*, hace de estos ecosistemas el indicador biológico por excelencia de estos impactos en el medio costero⁷⁰.

La eficacia de elegir a *P. oceanica* para los estudios de impacto⁷¹ se acentúa por el papel que juegan las fanerógamas marinas en los equilibrios litorales del Mediterráneo, lo que permite realizar estudios comparativos a escalas diversas, desde un sector de costa particular hasta la cuenca mediterránea en su conjunto.



Medidas de protección

Parablennius rouxii en arrecife de *Mesophyllum alternans* © OCEANA/ Juan Cuetos

7.1> Medidas de protección directa

En términos de normativa, el enfoque ecosistémico es un enfoque relativamente reciente (Cumbre de Río de Janeiro, 1992) considerado en los convenios internacionales posteriores a 1990 o anteriores a esta fecha, pero que se han podido beneficiar de una actualización en su articulado.

En el caso del Convenio de Berna, relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa, adoptado en 1979 bajo los auspicios del Consejo de Europa por la mayoría de los países de la cuenca mediterránea, los anexos no contaban en principio con ninguna especie florística marina, pero éstos fueron modificados en 1996, incluyendo tres de las cinco especies de magnoliofitas marinas del Mediterráneo (*Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*).

En el caso del Convenio de Barcelona, adoptado en 1976, que constituye el convenio clave para la protección de los espacios y de las especies en el Mediterráneo, están incluidas dos de estas especies, *Posidonia oceanica* y *Zostera marina*, en el Anexo II del Protocolo sobre las Zonas Especialmente Protegidas y la Diversidad Biológica en el Mediterráneo (Barcelona, 1995).

Cabe destacar que las praderas de *Posidonia oceanica* han sido clasificadas por la Directiva Hábitats como “hábitat cuya conservación es de interés prioritario”. La Directiva Hábitats (92/43/CEE) constituye la base jurídica de la política de conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestre, así como del mantenimiento de la biodiversidad en un estado favorable en el territorio de la UE.

7.2> Medidas de protección indirecta

Este tipo de medidas son extremadamente variadas e integrarlas en las acciones de conservación de un territorio concreto significa que existen múltiples factores locales que, aunque afecten a escala regional, precisan establecer medidas reglamentarias muy concretas destinadas a reducir los impactos. En resumen, los procedimientos reglamentarios están enfocados a:

- 1.- Controlar los vertidos contaminantes (i.e. aplicación de los Protocolos del Convenio de Barcelona).
- 2.- Asegurar el tratamiento de residuos urbanos (i.e. aplicación de la Directiva 91/271/CEE).
- 3.- Luchar contra la eutrofización de las aguas (i.e. aplicación de la Directiva 91/676/CEE).
- 4.- Prohibir ciertas artes de pesca (i.e. aplicación del Reglamento (CE) nº 1967/2006 del Consejo de 21 de diciembre de 2006, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el mar Mediterráneo y por el que se modifica el reglamento (CEE) nº 2847/1993 y se deroga el Reglamento (CE) nº 1626/1994).
- 5.- Luchar contra la introducción de especies invasoras (i.e. aplicación de la Directiva 92/43/CEE).

7.3> Otros textos reglamentarios de aplicación en el Mediterráneo español

El ejemplo más reciente es la Orden Ministerial APA/79/2006, de 19 de enero, por la que se establece un plan integral de gestión para la conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo.

También cabe destacar algunos ejemplos sobre normativa no muy reciente referidos a los gobiernos autonómicos de la Comunidad Autónoma de Cataluña, la Comunidad Valenciana y la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares que disponen de una protección eficaz de las magnoliofitas marinas.

Como ejemplo, en el caso de Cataluña, la Orden de 31 de julio de 1991 incluye la protección de *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* y *Zostera noltii*; en la Comunidad de Valencia, la Orden de 23 de enero de 1992 prohíbe la destrucción de las praderas de fanerógamas marinas por ser zonas de interés pesquero; en el Govern Balear, la Orden de 21 de septiembre de 1993 regula la pesca, el marisqueo y la acuicultura sobre las praderas de fanerógamas marinas.

Como medidas complementarias tampoco recientes, la Direcció General de Pesca Marítima de la Generalitat de Catalunya financió, en 1992, una cartografía detallada de las praderas en las costas catalanas e inició un



Abanderado (*Hexaplex trunculus*) sobre ostra (*Ostraea edulis*) en pradera de *Caulerpa prolifera* y *Cymodocea nodosa* © OCEANA/ Juan Cuetos

programa de red de vigilancia de la calidad biológica de las praderas de fanerógamas marinas, cuyo objetivo era la toma de datos sobre el funcionamiento de estas praderas, de manera que se pudiera obtener información útil para su protección y gestión⁷².



Algas epifitas sobre *Cymodocea nodosa* (mar Menor)
© OCEANA/ Juan Cuetos

7.4> Áreas marinas protegidas

La declaración de áreas marinas protegidas constituye un paso esencial en las medidas de conservación de la biodiversidad⁷³. Las numerosas áreas marinas protegidas incluyen importantes praderas de fanerógamas marinas⁷⁴. La restricción o prohibición de ciertas artes de pesca particularmente destructivas, sobre todo para la especie *Posidonia oceanica*, pueden permitir una protección física de estas especies⁷⁵.

Las áreas marinas protegidas son un elemento esencial en la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica marina y costera. Asegurar el uso sostenible de los recursos reduce los conflictos, aumentando el bienestar económico y mejorando la calidad de vida. En definitiva, los programas de conservación del patrimonio marino tienen importantes ventajas para el hombre y sus generaciones futuras.

La designación de áreas marinas protegidas y la creación de redes de áreas marinas protegidas son herramientas fundamentales de

la planificación y ordenación costera y marina⁷⁶, siendo, a su vez, un mecanismo vital para afrontar las actuales amenazas.

Se ha demostrado que el éxito de esta estrategia es la existencia de un marco legal apropiado, la aceptación por parte de las comunidades locales, su integración en el ordenamiento de la zona costera, la delimitación y zonificación científicamente fundamentada de las áreas, y la ejecución de un esquema de gestión apropiado.

De acuerdo con el Convenio sobre la Diversidad Biológica y los acuerdos establecidos en la Conferencia de las Partes (COP7) celebrada en 2005, los países signatarios deberían presentar para 2012 una red regional (o nacional) de áreas marinas protegidas bajo el concepto de Gestión Integrada de Zonas Costeras.

El esquema de coordinación podría ser adoptado por los gobiernos en un Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y las Áreas Marinas y Costeras, atendiendo a los



principios y directrices sugeridos a los gobiernos para la identificación, establecimiento y gestión de las áreas costeras y marinas protegidas y las disposiciones generadas de la legislación comunitaria correspondiente y adoptando, asimismo, la definición de área marina y costera protegida, acordada por el Grupo Especial de Expertos Técnicos sobre áreas protegidas marinas y costeras del Convenio sobre la Diversidad Biológica: Área protegida marina y costera significa toda zona definida dentro del medio marino o contigua al mismo, junto con las aguas que la cubren y la flora, fauna y rasgos históricos y culturales asociados, que ha sido reservada por acto legislativo o por otros medios efectivos, incluso la costumbre, para que su diversidad biológica marina y/o costera goce de un nivel de protección superior al de su entorno.

Las áreas dentro del medio marino incluyen aguas de mar poco profundas permanentes, bahías, estrechos, lagunas, estuarios, fondos infralitorales (prados de algas marinas, praderas de *Zostera marina*, praderas marinas tropicales), arrecifes de coral, limos interma-

reales, marismas y pantanos de arena o de sal, montañas submarinas, corales de aguas profundas, fuentes de aguas profundas y hábitats oceánicos.

7.5> Gestión Integrada de Zonas Costeras

En España la Ley de Costas 22/1988, define y delimita la zona de Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT), que está comprendida por:

- 1.- La ribera del mar y de las rías, que incluye, a su vez, la zona marítimo-terrestre desde la línea de bajamar hasta donde alcanzan las mareas, así como las playas, dunas, acantilados, marismas y demás zonas húmedas bajas.
- 2.- El mar territorial y las aguas interiores, con su lecho y subsuelo.
- 3.- Los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental.

Arrecife de *Mesophyllum alternans* en pradera mixta de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa* © OCEANA/ Juan Cuetos



Competencias Sectoriales

Nivel Administrativo

		Estatal	Autonómico	Local
Ámbito	Zonas costeras	Dominio Público Marítimo Terrestre Delimitación, tutela y gestión Estudios, proyectos y obras públicas de interés general Protección y recuperación de los valores naturales Obras de defensa Derechos de uso y paso	Zona de servidumbre del DPMT Obras públicas de interés para las Comunidades Autónomas Ordenación territorial Ordenación áreas litorales Pesca fluvial y pesca en aguas interiores Marisqueo y acuicultura Sanidad e higiene Instalaciones y uso de las obras de defensa Ordenación y promoción del turismo	Urbanismo Uso, seguridad y limpieza de playas Sanidad Monitorización y seguridad Informes sobre solicitudes de uso del DPMT
	Aguas	Planificación de infraestructuras y gestión y protección de recursos hídricos (transregionales) Vertidos en aguas exteriores	Recursos e infraestructuras hidráulicas (intrarregional) Vertidos en aguas interiores Control y monitorización de la calidad de las aguas -calidad de baño y recursos vivos- en coordinación con el Estado	Depuración de aguas residuales Abastecimiento de aguas
	Biodiversidad	Marco legal Coordinación y promoción de políticas de protección Acuerdos internacionales Parques Nacionales (*) Puertos comerciales	Gestión de áreas naturales protegidas e instrumentos legales adicionales Parques Nacionales (*)	
	Puertos y Navegación	Iluminación de costas y señales marítimas Control de buques Salvamento marítimo	Puertos deportivos y puertos pesqueros	

(*) La sentencia dictada por el Tribunal Constitucional nº 194/2004, de 10 de noviembre de 2004, estableció la necesidad de que la gestión de los Parques Nacionales se realice de forma exclusiva por las administraciones autonómicas.

En el caso de los Parques Nacionales Marítimo-Terrestre, la gestión de la franja del DPMT le corresponde al Estado, así como las aguas exteriores, mientras que la zona de servidumbre del DPMT, y las aguas interiores, le corresponde a la administración autonómica.

Serrano (*Serranus scriba*) © OCEANA/ Juan Cuetos

Además, en la Ley de Costas se han determinado ciertas servidumbres legales para una mayor protección del Dominio Público Marítimo-Terrestre. La misión principal que se encomienda a las administraciones es que se precisa de un marco general de desarrollo⁷⁷, una estrategia de Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC), que asegure la coordinación y cooperación en la actuación de la administración pública y de ésta con el sector privado⁷⁸, dada la complejidad de la división de competencias en relación a los sectores determinados⁷⁹: *zonas costeras, aguas, biodiversidad y puertos y navegación*.

La base jurídica de la Estrategia de Gestión Integrada de Zonas Costeras encuentra su apoyo en el marco internacional, europeo, estatal y autonómico. En cuanto al marco internacional, España es parte de un buen número de acuerdos internacionales que vienen respaldando la necesidad de un enfoque integrado para la gestión de las zonas litorales y ciertos aspectos sectoriales de gran importancia para estas zonas singulares.

Así, cabe destacar el Convenio sobre Humedales (Ramsar, 1971); el Convenio Internacional sobre la Prevención de la Contaminación del mar por Vertidos de Desechos y otras Materias (Londres, 1972); el Convenio para la Protección del Mediterráneo (Barcelona, 1976); el Convenio sobre la Diversidad Biológica (Río de Janeiro, 1992) y el Convenio para la protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico Nordeste OSPAR (Oslo-París, 1992). A estos se unen otras iniciativas internacionales de carácter voluntario, como la Carta Europea del Litoral (1981), el Código de Conducta para la Gestión Sostenible de las Zonas Costeras (Consejo de Europa, 2000), etc.

Dentro del contexto europeo, es necesario destacar que la Estrategia de GIZC se desarrolla en el marco de las directivas y recomendaciones europeas con las cuales comparte objetivos y estrategias, siendo, por tanto, sus contenidos de aplicación en el desarrollo de la misma:



- Directiva 79/409/CEE, relativa a la conservación de las aves silvestres.
- Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales, y de la fauna y flora silvestres.
- Directiva 2000/60/CE, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- Directiva 2001/42/CE, de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

- 1.- El inventario de los principales agentes, normas e instituciones que influyen en la gestión de las zonas costeras.
- 2.- El desarrollo, en función de dicho inventario, de una estrategia nacional para aplicar los principios de la GIZC.
- 3.- La cooperación y coordinación de respuestas entre los diversos países.
- 4.- Información y revisión de la recomendación.

Relaciones causales en la gestión integrada del litoral

Aspectos clave	Factores de transformación	Efectos ambientales
Paisajes naturales	Infraestructuras	Eutrofización
Dinámica litoral	Urbanización	Regresión de playas
Calidad de las masas de agua	Otras actividades	Reducción de la biodiversidad
Ecosistemas		
Riesgos ambientales		

- Recomendación 2002/413/CE, para la aplicación de la gestión integrada de zonas costeras en Europa.
- COM (2004), Propuesta de Directiva sobre Infraestructuras de Datos Espaciales, INSPIRE.

La Recomendación 2002/413/CE es la base jurídica directa de la GIZC. A pesar de no tener carácter vinculante, existe un compromiso formal por parte de los Estados miembros de la UE de seguir las prioridades trazadas con la adopción de un planteamiento estratégico para la GIZC.

La Recomendación marca unos principios básicos y una línea de trabajo en cuatro direcciones:



Buceador de Oceana en pradera de fanerógamas marinas
© OCEANA/ Juan Cuetos

La segunda fase para el desarrollo de la estrategia española de GIZC de planificación y organización (2006-2007), establece tres grandes líneas de trabajo:

- Planificación de las acciones e inversiones.
- Creación de los órganos de gestión integrada.
- Configuración del Observatorio de Sostenibilidad del Litoral Español.

Para la elaboración y la evaluación ambiental del Plan Director de la GIZC se han identificado nueve zonas litorales, de acuerdo con las comunidades autónomas ribereñas⁸⁰, y se preparará un conjunto de acciones prioritarias de sostenibilidad, además de una evaluación ambiental estratégica del plan que garantice una revisión profunda y efectiva de las propuestas.





Zonas muestreadas

Cerianthus membranaceus © OCEANA/ Juan Cuetos

Durante agosto de 2006 se realizaron 14 muestreos en nueve praderas de fanerógamas marinas ubicadas en tres comunidades autónomas distintas:

En diez ocasiones se realizó un muestreo visual. Utilizando cámaras de video y fotografía

se documentaron el estado de conservación de las praderas, así como la fauna y flora asociada. En otras cuatro, se utilizó un vehículo operado por control remoto (ROV), para estimar la densidad. Sólo en un caso se combinó el muestreo visual con el ROV.

Muestreos

Localidad	Muestreo visual	Muestreo con ROV
Ferrara, Columbretes, Comunidad Autónoma de Valencia	1	
Horadada, Columbretes, Comunidad Autónoma de Valencia	1	
Isla Perdiguera e Isla del Barón, Mar Menor, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia	2	
El Calón, Almería, Comunidad Autónoma de Andalucía	1	
Roquetas de Mar (Urbanización), Almería, Comunidad Autónoma de Andalucía	1	1
Punta Sabinar, Almería, Comunidad Autónoma de Andalucía	3	
Balerna, Almería, Comunidad Autónoma de Andalucía		1
Balanegra, Almería, Comunidad Autónoma de Andalucía		2
Playa de Velilla, Granada, Comunidad Autónoma de Andalucía	1	



• Columbretes

Ambas praderas, tanto la de la Horadada como la de Ferrara son similares, compuestas exclusivamente por *Cymodocea nodosa*, ya que *Posidonia oceanica* no existe en Columbretes⁸¹. Se hallan en buen estado de conservación y con una densidad óptima de haces, con una cobertura que está entre el 50% y el 75%.

Tras un fondo rocoso, a los 20-23 metros de profundidad comenzaba la pradera de *C. nodosa*. Al comienzo aparecía mezclada con un sotobosque de algas pardas de *Dictyopteris membranacea*, que ocupaba las zonas rocosas junto con *Dictyota dichotoma*, *Halopteris* sp., *Sargassum vulgare*, *Liagora viscida* y *Padina pavonica*, para después dar paso a un fondo arenoso detrítico con gran presencia de restos de algas calcáreas muertas y conchas de moluscos. En algunas zonas se aprecian fondos coralígenos, con presencia del alga calcárea verde *Halimeda tuna*; briozoos (*Miryapora truncta*, *Sertella septentrio-*

Esponja *Ircinia variabilis* entre algas pardas y verdes antes de la pradera de *Cymodocea nodosa* (Columbretes)
© OCEANA/ Juan Cuetos





nalis, etc.); esponjas de los géneros *Crambe*, *Axinella*, *Dysidea* o *Phorbas*; equinodermos (*Echinaster sepositum*, *Hacelia attenuata*) o anémonas comunes (*Anemonia sulcata*) con gobios simbiotes (*Gobius bucchichi*). A partir de los 26-28 metros, la pradera desaparecía para dar paso a un incipiente maërl en el que predominaban pequeños rodolitos y muchas algas calcáreas muertas, además de algas pardas como *Colpomenia sinuosa*, o el alga roja *Asparagopsis armata*.

En la pradera se pudieron ver grandes bancos de julias (*Coris julis*), serranos (*Serranus scriba*), cabrillas (*Serranus cabrilla*), además de petos (*Symphodus tinca*), tordos picudos (*Symphodus rostrata*), mojarras (*Diplodus vulgaris*), peces verdes (*Thalassoma pavo*), anémonas tubo (*Cerianthus membranaceus*), grandes nudibranchios (*Platydoris argo*) y pulpos (*Octopus vulgaris*), sobre todo juveniles y alguna puesta de calamar (*Loligo* sp.). Las nacras (*Pinna nobilis*) observadas estaban fuertemente cubiertas por esponjas (*Crambe crambe*), hidrozoos (*Aglaophenia* sp.) y algas pardas (*Dictyopteris membranacea* y *Dictyota dichotoma*).

• Mar Menor

La pradera de *Cymodocea nodosa* del Mar Menor es una pradera mixta con el alga ver-

de *Caulerpa prolifera*, en la que pueden encontrarse diversas especies como el gobio gigante (*Gobius cobitis*), la mula (*Syngnathus typhle*), el alfiler (*Nerophis ophidion*), petos (*Symphodus tinca*), el gusano tubícola (*Sabella spallanzani*) o nacras (*Pinna nobilis*).

Las hojas de *C. nodosa* estaban fuertemente recubiertas por la anémoma epibionte (*Butnodeopsis strumosa*) y la ascidia colonial naranja (*Botryllus leachi*).

La cobertura media de la zona muestreada se estimó entre el 40% y el 60%.

En este mar la producción de hojas de las praderas de *C. nodosa* es muy baja [164 gr (peso seco)/m²/año]⁸², lo que podría deberse a factores ambientales, como la temperatura del agua, la disponibilidad de nutrientes, la contaminación, etc., según ha sido observado por otros autores⁸³ en distintas praderas de esta especie.

Entre los haces de la fanerógama y el alga verde aparecían frecuentes colonias de pequeño tamaño de ostras (*Ostrea edulis*).

El fondo de la zona era arenoso fino y la profundidad que se muestreó se situaba entre los 2 y 15 metros.



Algas epifitas sobre *Cymodocea nodosa* (mar Menor)
© OCEANA/ Juan Cuetos

• El Calón

Se trata de una pradera mixta de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*, en la que *C. nodosa* ocupa la parte más somera, llegando incluso a situarse a nivel del mar. Es una pradera muy densa con una cobertura media superior al 60%.

positum), las holoturias (*Holothuria tibulosa* y *H. sanctori*), los gusanos tubícolas empenachados (*Sabella pavonina*) y especialmente peces, como las aterinas (*Atherina* sp.), las mojarras (*Diplodus vulgaris*), petos (*Symphodus tinca*), los romeros (*Centrolabrus trutta*), las julias (*Coris julis*), los peces verdes

Pradera mixta de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa* (El Calón) © OCEANA/ Juan Cuetos



El fondo es arenoso con algunas rocas de medio tamaño que dan lugar al asentamiento de comunidades de *Cystoseira amentacea* junto con *Padina pavonica*, *Corallina granifera*, *Dictyota dichotoma*, *Halopteris* sp., *Cladostephus hirsutus* o *Sargassum vulgare*.

Gracias a la diversidad de hábitats, pueden encontrarse una gran cantidad de especies faunísticas, como el erizo negro (*Arbacia lixula*), el erizo de roca (*Paracentrotus lividus*), la anémona común (*Anemonia sulcata*), las esponjas cristal (*Clathrina* sp.), la esponja pétreo (*Petrosia ficiformis*), los gobios esbeltos (*Gobius geniporus*), los centollos (*Maja* sp.), las estrellas rojas espinosas (*Echinaster se-*

(Thalassoma pavo), las castañuelas (*Chromis chromis*), las cabrillas (*Serranus cabrilla*), los serranos (*Serranus scriba*), las salemas (*Sarpa salpa*), etc.

La esponja *Ircinia fasciculata* creaba grandes concentraciones, entre las cuales se asentaban importantes colonias de anémonas sacacorchos (*Aiptasia mutabilis*).

La profundidad en la que se encontraba la pradera de *Cymodocea nodosa* era de hasta 3-6 metros de profundidad. A partir de ahí, la pradera era exclusivamente de *Posidonia oceanica*.



• Roquetas de Mar

Sobre un fondo fangoso, se asienta una pradera mixta de tres especies de fanerógamas marinas. Las dos predominantes son *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*, con una presencia limitada de *Zostera marina*, entre los 9 y 16 metros de profundidad.

Durante el muestreo, la pradera mostraba un alto grado de deterioro. La densidad media raramente sobrepasaba el 5%, si bien existían algunas isletas de pequeño tamaño (la mayor era de menos de media hectárea, pero habitualmente eran menores de 20 m²) de una cobertura del 30%-50% y zonas de un 20% de cobertura en los alrededores de estas manchas más densas. En algunas de

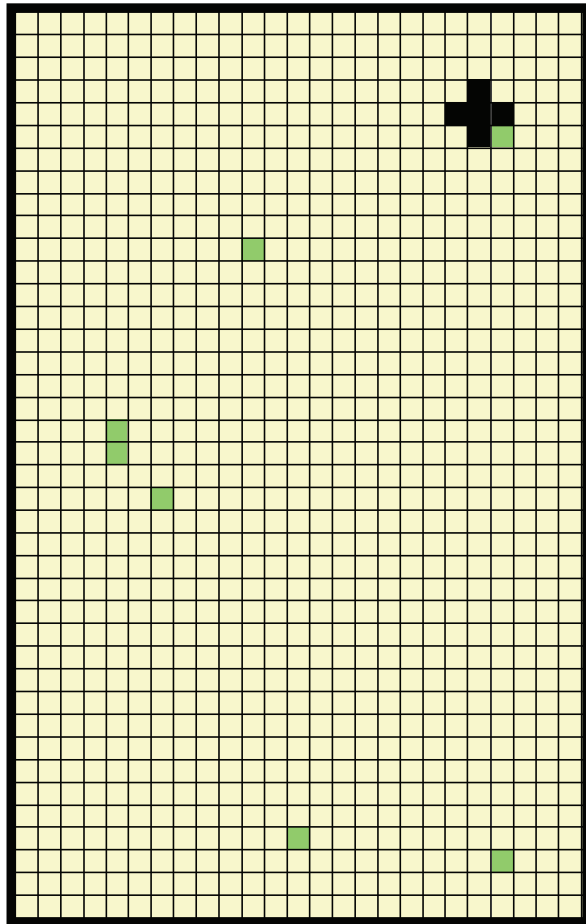


Pradera de *Cymodocea nodosa* (Roquetas)
© OCEANA/ Juan Cuetos

PRADERA DE ROQUETAS DE MAR

36.44.135
02.36.230

36.44.135
02.36.206



36.44.096
02.36.230

36.44.096
02.36.206

Cobertura de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa* 5 %

Arrecife artificial

estas matas se encontró también el alga roja invasora *Asparagopsis taxiformis*. La zona más deteriorada se encontraba a partir de la Urbanización Roquetas de Mar y de los arrecifes artificiales colocados para evitar el arrastre de fondo en la zona.

Desgraciadamente, se encontraron algunas marcas de arrastre en la zona muestreada, así como una alta tasa de sedimentación que enterraba algunas de las matas.

Las especies más comunes en la zona eran la holoturia (*Holothuria tubulosa*), el salmote de fango (*Mullus barbatus*), el merillo (*Serranus hepatus*) y la estrella roja espino- sa (*Echinaster sepositum*). Otras especies observadas en la zona fueron la pastinaca (*Dasyatis pastinaca*) o la estrella espinosa (*Marthasterias glacialis*).

En el lugar donde se encuentran los arrecifes artificiales, la pradera casi ha desaparecido por completo. La fauna y la flora se concen- tran en apenas unos metros alrededor de las estructuras, donde, junto a una nasa aban- donada, se pudieron observar pulpos (*Octo-*

pus vulgaris), diferentes especies de gobios y blenios (*Gobius* sp., *Parablennius rouxi*, *Parablennius pilicornis*, etc.), serranos (*Serranus scriba*), brecas (*Pagellus erythrinus*), mojarras (*Diplodus vulgaris*), sargos (*Diplodus sargus*), congrios (*Conger conger*), chuchas (*Spicara maena*), bogas (*Boops boops*) y anémonas comunes (*Anemonia sulcata*)

• **Punta Entinas - Punta Sabinar - Punta Elena**

La pradera que se encuentra entre Punta Entinas y Punta Elena es la que mostró mayor diversidad de hábitats de las muestreadas. Se trata de una pradera mixta de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*, en la que se encuentran importantes arrecifes de *Mesophyllum alternans* y un fondo de maërl.

Este conjunto de hábitats propicia la existencia de una comunidad muy rica. En la pra-

dera mixta las dos especies se encontraban divididas, sin mezclarse. Los arrecifes de *Mesophyllum alternans* se situaban preferentemente en la frontera entre ambas fanerógamas, mientras que el maërl empezaba tras la pradera de *C. nodosa*, o, en ocasiones, entre las matas de esta especie, en profundidades a partir de los 16-18 metros.

Las especies encontradas en la zona fueron la holoturia (*Holothuria tubulosa*), el cabracho (*Scorpaena scrofa*), el rascacio (*Scorpaena porcus*), la cabrilla (*Serranus cabrilla*), la castañuela (*Chromis chromis*), el nudibranquio (*Hypselodoris picta*), el cangrejo porcelana (*Porcelana platycheles*), o las ascidia colonial (*Pseudodistoma obscurum*), en sus modalidades blanca, naranja y grisácea.

También se encontraron especies más comunes de zonas rocosas, como la morena

Claros signos de deterioro en pradera de *Cymodocea nodosa* (Roquetas) © OCEANA/ Juan Cuetos





(*Muraena helena*) o el congrio (*Conger conger*). En los arrecifes de *Mesophyllum alternans* eran comunes los blenios babosa (*Parablennius pilicornis*), juveniles de castañuelas (*Chromis chromis*) o gusanos tubícolas, como *Protula intestitum*.

Por su parte, sobre el maërl estaban presentes gran cantidad de erizos violáceos (*Sphaerechinus granularis*) y alguna que otra esponja incrustante (*Cliona* sp.).

La cobertura media de la pradera de fanerógamas era bastante buena, con una densidad del 50%-60%, aunque en algunas zonas se encontraban calvas, debidas, sobre todo, al arrastre ilegal sobre estos fondos.

La mayor densidad de matas y abundancia de hábitats se daba entre los 12 y 22 m de profundidad. En la zona más cercana a Torre de los Cerrillos, la densidad era inferior y había abundancia de hojas muertas. Al ser el fondo más arenoso y con menor cobertura de fanerógamas, existía una alta presencia de *Phalium undulatum* y salmonetes (*Mullus*

barbatus). En este lugar pudo documentarse la reproducción de las holoturias (*Holothuria tubulosa*), adoptando la característica posición erguida para expulsar huevos y esperma.

• Balerna

La pradera localizada frente a la localidad de Balerna está compuesta solamente por *Cymodocea nodosa*. La mayor densidad se encuentra entre los 9 y 12 metros, en una estrecha franja muy deteriorada, con una cobertura media del 10%-20%, y donde la presencia de lechugas de mar (*Ulva lactuca*) era muy común.

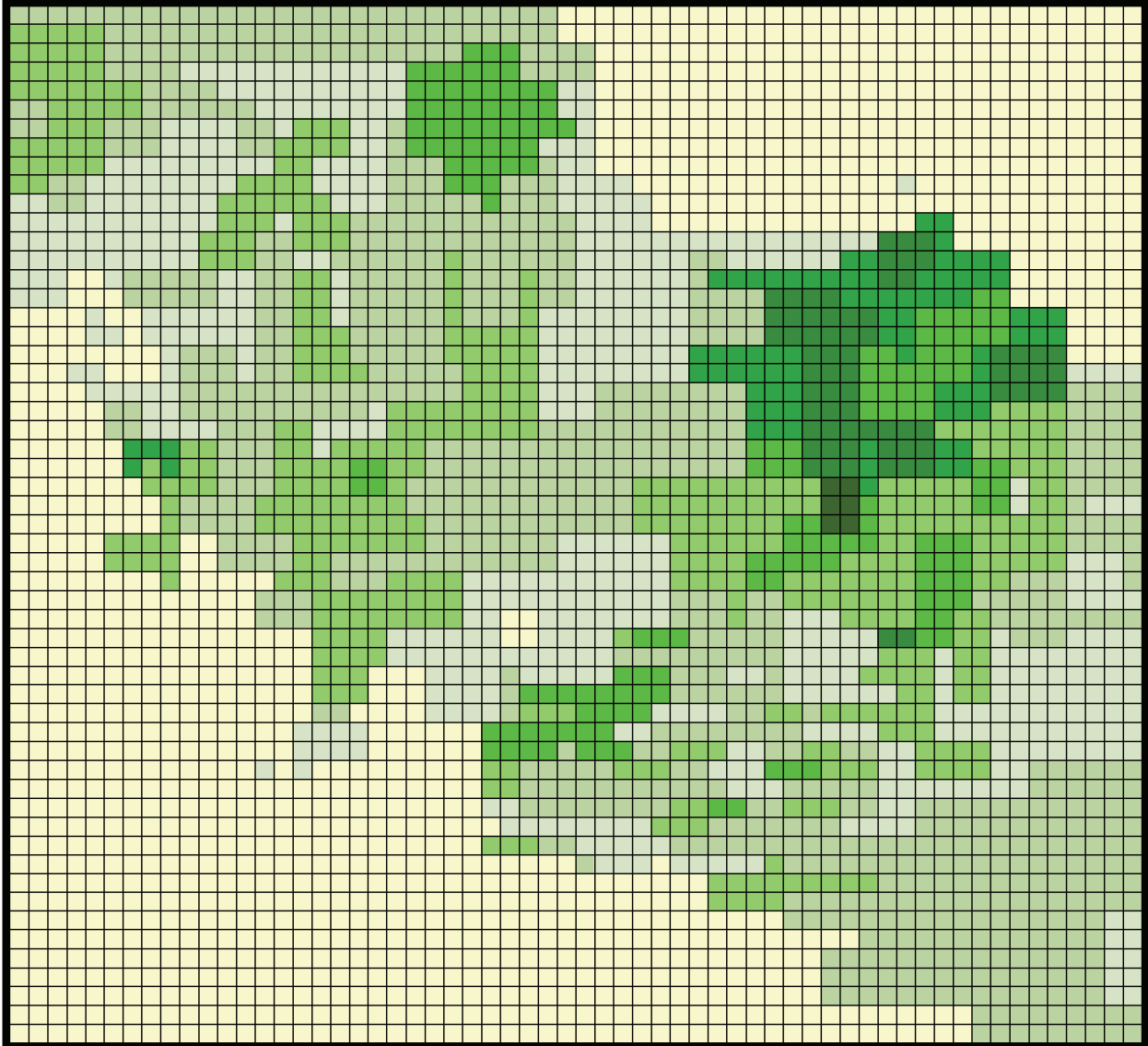
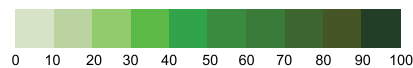
Se encontraron marcas de arrastre, indicando que esta podía ser una de las causas del deterioro de la pradera, junto a una tasa elevada de sedimentación, pero no tan alta como la de Roquetas de Mar, con muchas algas y fanerógamas cubiertas de sedimentos finos.

El fondo era de arena muy fina, casi fangoso, con una gran cantidad de hojas muertas.

Gobio © OCEANA/ Juan Cuetos



PRADERA PLAYA DE LA RAMBLA (BALERMA)

36.43.105
02.53.29536.43.105
02.53.23636.43.051
02.53.29536.43.051
02.53.236Cobertura de *Cymodocea nodosa*

La poca cobertura de la pradera daba lugar a la presencia de muchas especies características de los desiertos marinos, como las ofiuras (*Ophiopsila aranea*), los salmonetes de fango (*Mullus barbatus*), las holoturias (*Holothuria tubulosa*), los ermitaños (*Pagurus* sp.), las estrellas de mar peine (*Astropecten* sp.), los peces araña (*Trachinus araneus*), las

tapaderas (*Bothus podas*), o las serpientes marinas (*Ophisurus serpens*). Otras especies también comunes en la zona eran la boga (*Boops boops*), la chucla (*Spicara maena*), distintas especies de góbidos, el merillo (*Serranus hepatus*), cabrillas (*Serranus cabrilla*) breccas (*Pagellus erythrinus*) o sepias (*Sepia officinalis*).



- Balanegra

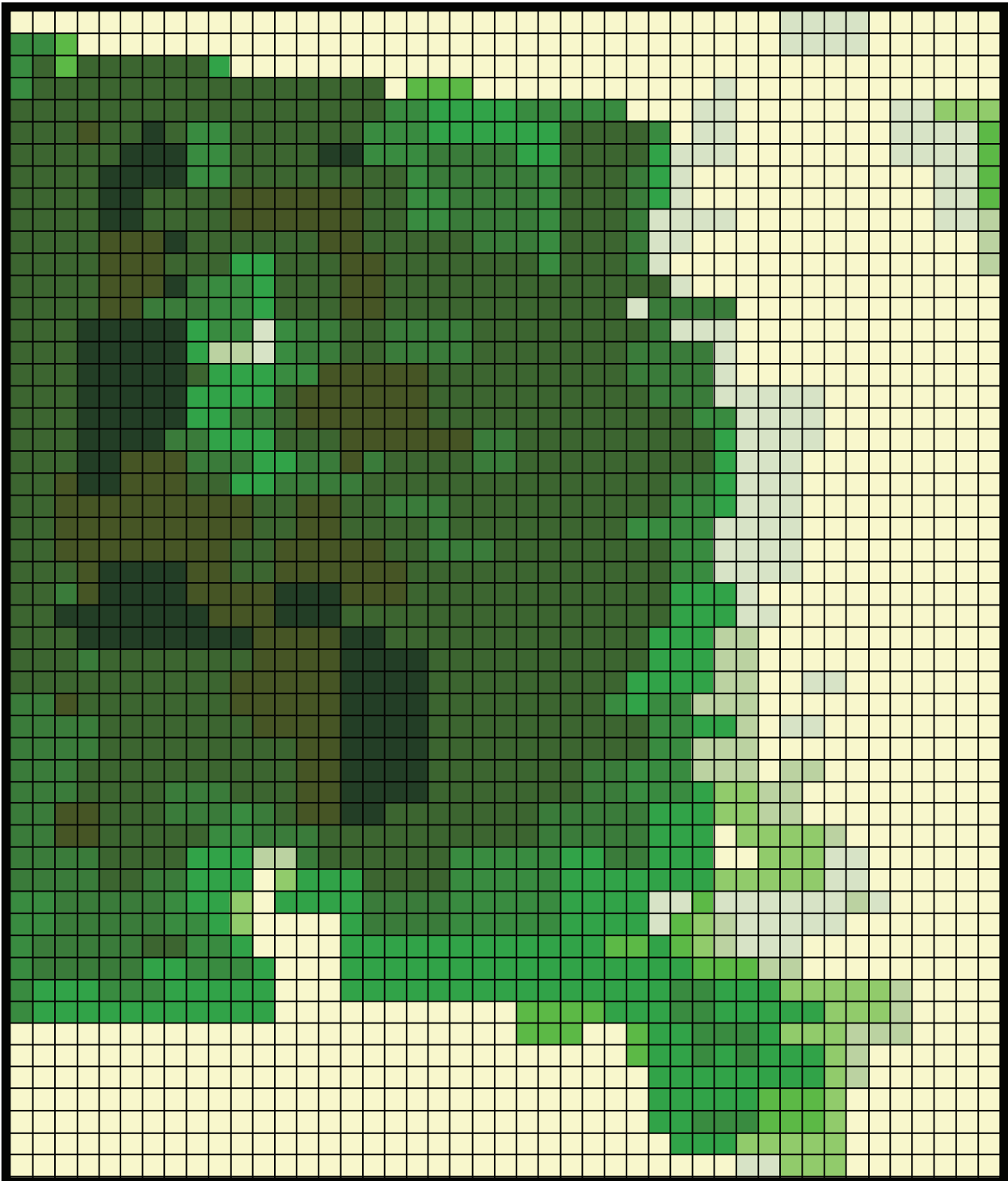
La pradera de Balanegra es de características muy similares a la de Balerma, pues es su continuación en la parte norte más resguardada. La diferencia principal estriba en

la gran densidad aquí encontrada, con una muy alta cobertura, llegando a ser superior al 80% en algunas zonas, especialmente entre los 9 y 13 metros de profundidad.

36.44.605
02.55.305

PRADERA DE BALANEGRA

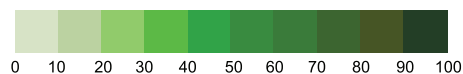
36.44.605
02.55.261



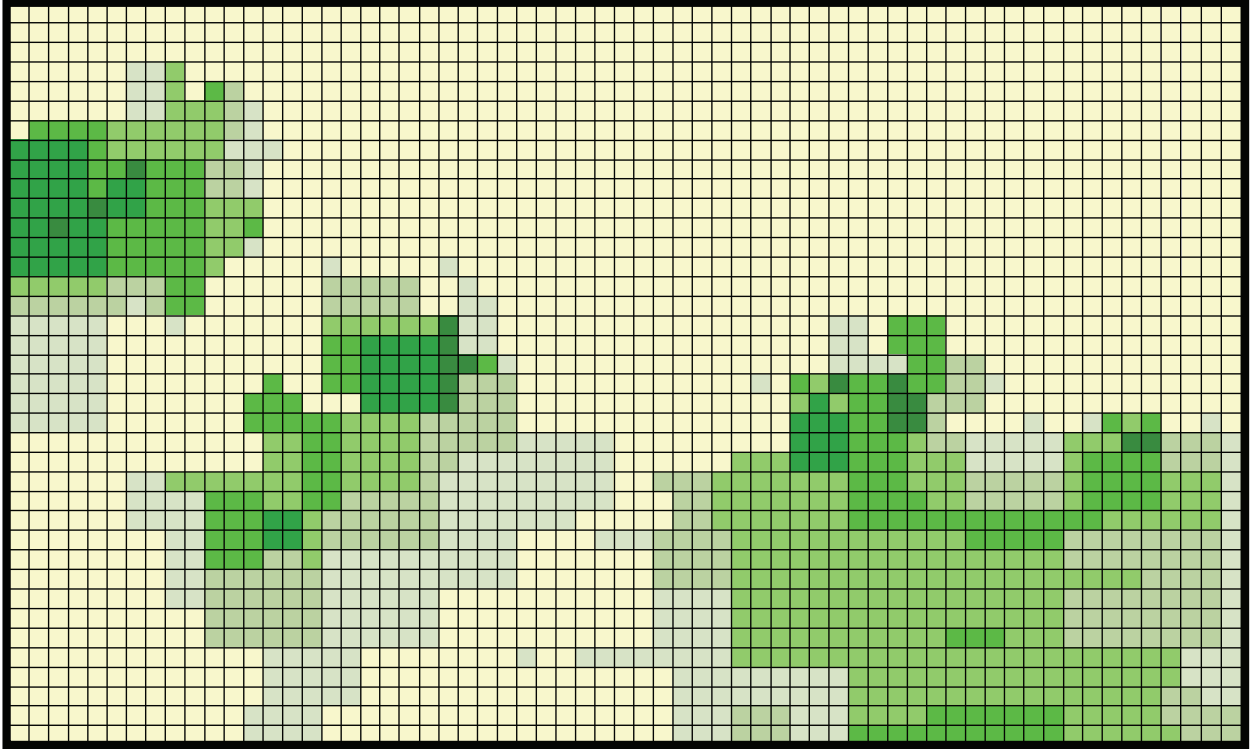
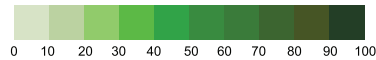
36.44.553
02.55.305

36.44.553
02.55.261

Cobertura de *Cymodocea nodosa*



PRADERA DE BALANEGRA

36.44.625
02.55.27036.44.625
02.55.20836.44.588
02.55.27036.44.588
02.55.208Cobertura de *Cymodocea nodosa*

Más allá de estos límites, el fondo era arenoso presentando *ripples marks* con escasa o nula presencia de fanerógamas.

- Playa de Velilla

La inmersión en la pradera de la playa de Velilla fue la única que no dio ningún resultado positivo, pues no se encontró ningún resto de la pradera de fanerógamas que anteriormente existía aquí.

Se hicieron varias búsquedas entre los 6 y 14 metros de profundidad y no se encontró ni una mata de *Zostera marina*, que era la especie formadora de la pradera en la zona.



Diseño del programa de restauración ecológica

El conocimiento exacto de su extensión, así como el estudio de las distintas relaciones ecológicas que permitan su correcta gestión, es la base de un programa de restauración ecológica de una pradera sumergida.

Aunque el ámbito de aplicación y objeto de estudio está situado en el mar de Alborán, en la costa almeriense, en concreto en la zona de Punta Entinas (ES0000048), existen experiencias previas en Canarias para la especie *Cymodocea nodosa* catalogada como “sensible a la alteración de su hábitat” por el Decreto 151/2001, de 23 de julio, por el que se crea el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias.

En cumplimiento de este Decreto se procedió a la reubicación y transplante de sebales, elaborando un Plan de Conservación de *Cymodocea nodosa*, así como la restauración de su hábitat.

9.1> Objetivos de restauración

En principio, se trata de intentar restablecer la organización y funcionamiento de un ecosistema degradado o destruido, tomando como referencia las condiciones dinámicas más parecidas a las que le corresponderían si no hubiera sido afectado por perturbaciones de origen antrópico.

El enfoque es la sostenibilidad de las actuaciones de restauración, actuando sobre las causas y los efectos del proceso de degradación, a partir de los procesos ecológicos a fin de recuperar la biodiversidad funcional. A través de la relación de la biodiversidad funcional con especies esenciales desde el punto de vista ecológico (especies claves, especies ingenieras), se tendrá más éxito para conseguir esta recuperación.

Los objetivos deben dirigirse hacia la restauración y la conservación de los procesos biofísicos claves. El ecosistema restaurado debe mantener de forma autosuficiente sus funciones hidrogeomorfológicas y biogeoquímicas. Se actúa sobre los procesos biofísicos claves que han podido ocasionar la alteración del hábitat y la destrucción de la pradera.

Las actuaciones propuestas necesitan ser cuantificables, de forma que con la aplicación de un sistema de indicadores⁸⁴ pueda evaluarse su grado de cumplimiento. Es necesario identificar ecosistemas bien conservados para determinar un sistema de referencia.

Por otro lado, es prioritario contar, en el diseño del programa de restauración ecológica, con la valoración económica necesaria que incluya desde el inicio, el seguimiento y la evaluación de las actuaciones.



Gusano empenachado (*Sabella pavonina*) © OCEANA/ Juan Cuertos

9.2>Justificación de la propuesta

Cymodocea nodosa es la segunda fanerógama marina en importancia en el Mediterráneo, y la primera en la costa noroccidental de África y Canarias, donde no aparece *Posidonia oceanica*. Pertenece a la familia Cymodoceae, que comprende los géneros *Amphibolis*, *Cymodocea*, *Halodule*, *Syringodium* y *Thalassodendron* (y *Phyllospadix*), todos ellos exclusivamente marinos.

El género *Cymodocea* reúne, a su vez, cuatro especies actuales en todo el mundo, ampliamente repartidas por los mares tropicales y templados, a excepción del continente americano (*Cymodocea angustata*, *Cymodocea rotundata* y *Cymodocea serrulata* en el Indo-Pacífico, y *Cymodocea nodosa*, en el Atlántico oriental).

Cymodocea nodosa es una especie de origen tropical, actualmente restringida al Mediterráneo, no llega a penetrar en el Mar Negro, y al Atlántico nororiental, desde el sur de Portugal hasta Senegal, incluyendo las Islas Canarias, donde sus praderas reciben el nombre de sebadales, y Madeira.

Es una planta típicamente colonizadora, con una amplia tolerancia ambiental. Crece en el piso infralitoral, desde las aguas superficiales hasta unos 30 m de profundidad. Se encuentra generalmente muy diseminada, ocupando pequeñas extensiones, sobre sustratos arenosos o arenoso-fangosos y rocosos, o sobre fondos de máerl, como en islas Columbretes. Suele ser la fanerógama dominante en las lagunas costeras poco profundas.

Dependiendo de las zonas, forma praderas cuyo desarrollo y densidad son muy variables. Con frecuencia se trata de praderas monoespecíficas, pero también puede formar praderas mixtas con otras fanerógamas marinas. En zonas someras de sedimentos fangosos ricos en materia orgánica puede encontrarse junto a *Zostera noltii*. En aguas abiertas puede colonizar los calveros de las



praderas de *Posidonia oceanica*, y de *Zostera marina* de origen atlántico, con la que llega a formar praderas mixtas.

Sus principales requerimientos ecológicos son: estar sumergida, disponer de suficiente iluminación y de un sustrato apropiado. Puede desarrollarse sobre sedimentos arenosos o fangosos, tanto pobres como enriquecidos con materia orgánica. Presenta tolerancia de anoxia en el sedimento, y concentraciones de sulfuro de hidrógeno en el agua intersticial mayores que otras fanerógamas marinas. Puede crecer sobre estructuras sedimentarias móviles, como las dunas sumergidas. *Cymodocea nodosa* es frecuente a lo largo de todo el litoral andaluz.

Dicho litoral andaluz es el más diverso y complejo del territorio español, presentando un grado de biodiversidad muy superior respecto a otras regiones. Desde la desembo-

cadura del río Guadiana, hasta Cala Cerrada en el límite entre Almería y Murcia, Andalucía posee 1.100 km de costa geográficamente dividida en dos regiones marinas: golfo de Cádiz (océano Atlántico) con 403 km y mar de Alborán (mar Mediterráneo) con 697 km.

El elevado dinamismo de las corrientes marinas genera una heterogeneidad ambiental, reflejada en los hábitats singulares con una alta diversidad biológica. La pluralidad natural del litoral andaluz se manifiesta en la existencia de una gran variedad de unidades fisiográficas, marismas, estuarios, playas arenosas, de gravas, de cantos rodados, acantilados, sistemas dunares, mantos eólicos, fondos rocosos, albufera, ramblas, islotes, lagunas litorales. Las praderas de fanerógamas constituyen en si mismas una unidad fisiográfica. Dado el valor ecológico de algunos lugares, muchos de éstos han sido declarados espacios naturales protegidos.

Puesta de calamar entre pradera de *Cymodocea nodosa* (Columbretes) © OCEANA/ Juan Cuetos





Nasa en pradera mixta de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*
© OCEANA/ Juan Cuetos

La evolución de la franja costera andaluza está sometida a la presión de núcleos de población, instalaciones de agricultura intensiva (invernaderos) -con la explotación de recursos hídricos subterráneos-, turismo de masas, y una gran presión urbanística. Todos estos efectos suponen un elevado coste ambiental, en cuanto a la degradación y el deterioro del paisaje litoral, de la calidad de las aguas, así como de la dinámica litoral y de la línea de costa.

El litoral sufre una pérdida de biodiversidad como consecuencia del efecto de las actividades humanas; esto conlleva un cambio en la gestión del mismo, la cual debe evolucionar desde los criterios económicos actuales hacia una protección y conservación de los recursos naturales⁸⁵. Asumiendo este enfoque, la gestión integral de la zona costera está dirigida fundamentalmente hacia un desarrollo sostenible⁸⁶.

Como respuesta a la fuerte degradación y deterioro ambiental de la franja litoral, se aprobó en 1988 la Ley de Costas referida principalmente a la gestión y conservación del patrimonio natural del dominio público marítimo-terrestre. Por otro lado, a escala regional, las principales medidas legales enfocadas a compatibilizar el desarrollo costero y la protección de la franja litoral en Andalucía se realizan mediante los Planes Especiales de Protección del Medio Físico, el Catálogo de Bienes Protegibles, Ley de Espacios Naturales Protegidos, Directrices Regionales

del Litoral y la Ley de Protección Ambiental de Andalucía.

Como antecedentes de actuaciones de restauración, cabe destacar que la Delegación de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía ha puesto en marcha un proyecto, 'Actuaciones prioritarias para la restauración de ecosistemas litorales en la provincia de Málaga', para regenerar una hectárea de praderas marinas en el Paraje Natural de los Acantilados de Maro-Cerro Gordo.

Las especies a plantar son las que ya están presentes en el paraje: *Posidonia oceanica*, *Zostera marina* y *Cymodocea nodosa*, siendo esta última una planta que ha colonizado hace poco el área. Sus semillas han sido dispersadas por el efecto de las corrientes pero su adaptación es muy favorable. Las plantaciones de rizomas y tallos vegetativos se deben realizar en zonas de refugio donde se impida actuar a los arrastreros.

Es muy importante la protección de estas praderas sumergidas, ya que se trata de un hábitat que tiene un importante efecto de depuración de las aguas costeras, además de tener un papel esencial en el funcionamiento del ecosistema marino costero y un alto valor ecológico.



Holothuria tubulosa en el momento de la freza
© OCEANA/ Juan Cuetos



El Parque Natural Punta Entinas-Sabinar, con una superficie de 1.960 hectáreas, incluye la Reserva Natural que tiene una extensión de 785 hectáreas; fue declarado con la aprobación de la Ley 2/89 de la Junta de Andalucía. Con posterioridad se declaró por la Comunidad Europea como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA); además es una zona húmeda incluida en la Lista de Ramsar, de la Convención sobre Humedales o Convención Ramsar.

Se encuentra en el litoral del sureste de la Península Ibérica, en el espacio comprendido entre El Ejido y Roquetas de Mar (Almería). Se caracteriza por un ecosistema subárido mediterráneo, en el que destaca la combinación de cuatro biotopos principales: playas arenosas, sistemas de dunas fijadas por matorral mediterráneo, zona endorreica de salinas y charcas, que sirven de escala a numerosas especies de aves acuáticas en sus viajes migratorios. Destaca la variedad de aves marinas y en particular varias especies de gaviotas como la de Audouin (*Larus audouinii*), patiamarilla (*L. cachinnans*), sombría (*L. fuscus*), reidora (*L. ridibundus*), enana (*L. minutus*) y picofina (*L. genei*).

Toda esta zona está sometida a una gran presión por la agricultura intensiva de invernaderos, que la rodea y colapsa formando un mar de plástico. También sufre el acoso de la construcción de urbanizaciones, que cada vez ocupan mayores extensiones.

El área marina comprendida entre Punta Sabinar y Punta Elena se encuentra a pocas millas de dos zonas que ejercen una fuerte presión antrópica, como las urbanizaciones de Roquetas de Mar y el puerto deportivo de Almerimar, y esto es un motivo suficiente como para proteger este paraje.

Dada la gran diversidad de fondos y de hábitats marinos de alto valor ecológico del área, la propuesta de restauración y ampliación del área de Punta Entinas-Sabinar-Punta Elena a la zona marítima, supondría la conservación de un entorno favorable para albergar su elevada biodiversidad, incrementando la presencia de innumerables especies marinas y complementándose con un espacio protegido emblemático de la región biogeográfica mediterránea.

Salema (*Sarpa salpa*) © OCEANA/ Juan Cuetos





Aplidium conicum
© OCEANA/ Juan Cuetos

10

Conclusiones

Juvenil de castañuela (*Chromis chromis*) en arrecife de *Mesophyllum alternans* © OCEANA/ Juan Cuetos

Se presentan unos capítulos de contenido científico como resultado de las investigaciones realizadas sobre las praderas de *Cymodocea nodosa* y *Zostera* sp. en el litoral mediterráneo, efectuadas a bordo del catamarán *Oceana Ranger* en la campaña llevada a cabo en 2006.

El nivel de gestión específica, a través de una propuesta de restauración experimental de aplicación en un área del litoral andaluz parte del hecho de que los océanos contienen ecosistemas cruciales⁸⁷, los cuales sustentan muchos de los bienes y servicios ecológicos de los que dependemos. Las fanerógamas marinas constituyen elementos fundamentales para la calidad del medio litoral. Su protección y conservación se justifica, no solamente por su gran valor patrimonial, sino también por razones económicas⁸⁸.

La protección es un concepto más estático que la conservación, dado que se basa en aspectos jurídicos y en su aplicación. La conservación es un concepto dinámico que im-

plica la gestión, teniendo en cuenta tanto a las especies como a los hábitats, en un contexto de usos y de conflictos de usos, y a una escala que no puede ser solamente local.

La información es necesaria para elaborar las recomendaciones que serán objeto de otros informes más detallados, en los que pueda ser desarrollado en el medio natural el diseño de un programa de restauración de praderas de fanerógamas marinas de la especie *Cymodocea nodosa*. Estos estudios ya han sido realizados con éxito en algunos lugares del territorio español como es el caso de los sebadales de la isla de Gran Canaria y de la isla de Lanzarote. Estas investigaciones han sido llevadas a cabo por el Instituto Canario de Ciencias Marinas. El modelo de restauración está basado en optimizar la eficiencia ecológica.

Para establecer una relación causa-efecto, es necesario aplicar los sistemas de vigilancia precisos y específicos, teniendo en cuenta en todo momento que la variabilidad

espacio-temporal natural, que caracteriza al ecosistema de estas praderas sumergidas, sea tenida en cuenta. En general, las praderas más degradadas son las más próximas a núcleos de población y a las grandes zonas portuarias. La idea actual de desarrollo lleva asociada, paradójicamente, el detrimento de la propia calidad de vida humana. La degradación del paisaje ha simplificado la estructura ecológica.

Para la protección y la restauración del patrimonio ambiental es fundamental que se conserve la intensidad, frecuencia y amplitud de los procesos naturales. Antes de comenzar las actuaciones de restauración, es preciso iniciar un proceso de información. En este sentido, la realización de campañas de información y sensibilización del público serán cada vez más importantes para elaborar políticas efectivas.

Con relación al marco legal estatal, la normativa de aplicación de mayor efectividad debe centrarse en la conservación y la mejora del estado de la vida silvestre, los hábitats y los paisajes. De esta manera, se contribuiría al mantenimiento de las zonas protegidas o susceptibles de protección, por sus valores naturales diversos y por las medidas que mediante dicha protección redundan en su beneficio, preservando, rehabilitando o creando nuevos espacios y fomentando su uso y disfrute mediante la mejora de accesos, la educación ambiental o los proyectos científicos.

Es necesario destacar que, dado que el derecho de la conservación de la biodiversidad marina y costera es fruto de la aplicación de la

legislación básica estatal y la legislación autonómica, así como de la normativa derivada del compromiso contraído al ratificar los instrumentos internacionales de conservación de la naturaleza, la iniciativa de identificación y posterior declaración de espacios naturales marinos y costeros protegidos constituye una herramienta útil para determinar la singularidad del patrimonio natural de estas zonas.

Las medidas para la recuperación de las praderas marinas deben ir acompañadas de iniciativas para mejorar la legislación existente sobre la protección del medio natural. Así, todas las especies de fanerógamas marinas deberían estar incluidas, tanto en la Directiva Hábitats de la Unión Europea como en la legislación básica estatal de protección de la naturaleza, en concreto en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, al igual que debería hacerse para las especies clave y más significativas de estos ecosistemas, como los caballitos de mar y demás signátidos.

Existen zonas muy deterioradas a causa del impacto de diversas actividades humanas (en especial la pesca de arrastre, además de otros factores como la contaminación, el desarrollo urbanístico, etc.). Este es el caso de la desaparición de las praderas de *Zostera marina* en el Paraje Natural Acantilados Maro-Cerro Gordo (Málaga), un lugar sorprendente por la belleza singular de sus paisajes, o las interesantísimas praderas mixtas del litoral almeriense. Por tanto, junto a los proyectos de regeneración de praderas de fanerógamas marinas, existen otras iniciativas en zonas próximas al área de Punta Entinas-Sabinar-Punta Elena, cuyo objetivo es eliminar los factores que provocan dicho deterioro.



Maërl, algas pardas y *Cymodocea nodosa* (Columbretes) © OCEANA/ Juan Cuetos

01 > Introducción

- 1 • Magurran A. E. (1988). Diversidad ecológica y su medición. Vedral, Barcelona.

02 > Praderas de fanerógamas marinas

- 2 • Brito M. C., Martín D. & J. Núñez, (2005). Polychaetes associated to a *Cymodocea nodosa* meadow in the Canary Islands: assemblage structure, temporal variability and vertical distribution compared to other Mediterranean seagrass meadows. *Marine Biology*. Volume 146, Number 3.
- 3 • Luque A. A. & J. Templado (Coords.) (2004). Praderas y bosques marinos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla, 336 pp.
- 4 • Phillips R. C. & E. G. Meñez (1988). Seagrasses. *Smithsonian Contr. Mar. Sci.* 34: 1–104.
- 5 • Den Hartog C. (1970). *The Seagrasses of the World*. North Holland Publ. Amsterdam. 275 pp.
- 6 • Reyes J. & M. Sansón (1994). Morfología y anatomía de *Cymodocea nodosa* (Cymodoceaceae, Magnoliophyta) en praderas de El Médano (Tenerife, Islas Canarias), *Vieraea*, 23: 43-64.

- 7•** Buia M. C. & M. Mazzocchi (1995). Dinamica dei sistemi a *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*, *Zostera noltii* nel Mediterraneo. Giorn. Bot. Ital., 129, suppl. 1: 319-336.
- 8•** Duarte C.M. & K. Sand-Jensen (1990). Seagrass colonization: biomass development and shoot demography in *Cymodocea nodosa* patches. Mar Ecol Prog Ser 67:97-103.
- 9•** Terrados J. (1993). Sexual reproduction and seed banks of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson meadows on the southeast Mediterranean coast of Spain. Aquatic Botany, 46: 293-299.
- 10•** Luque A. A. & J. Templado (Coords.) (2004). Praderas y bosques marinos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla, 336 pp.; Duarte C. M. & K. Sand-Jensen (1990). Seagrass colonization: patch formation and patch growth in *Cymodocea nodosa*. Mar Ecol Prog Ser 65:193-200.
- 11•** Marbà N. & C. M. Duarte (1998). Rhizome elongation and seagrass clonal growth. Marine Ecology Progress Series, 174: 269-280.
- 12•** Procaccini G. & L. Mazzella (1996). Genetic variability and reproduction in two Mediterranean seagrasses. In Kuo J. Phillips R. C., Walker D. I. & H. Kirkman (Eds.). Seagrass Biology vol.1. Proceedings of an International Seagrass Biology Workshop. Rottnest Island, Western Australia. 25th-29th January 1986. pp. 85-89.
- 13•** Caye G. & A. Meinesz (1986). Experimental study of seed germination in the seagrass *Cymodocea nodosa*. Aquatic Botany, 26: 79-87; Pirhc H., Buia M. C. & L. Mazzella (1986). Germination and seed development of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson under laboratory conditions and "in situ". Aquatic Botany, 26: 181-188.
- 14•** Cancemi G., Buia M. C. & L. Mazzella (2002). Structure and growth dynamics of *Cymodocea nodosa* meadows. Scientia Marina, 66 (4): 365-373; Reyes J., Sansón M. & J. Afonso-Carrillo (1995). Distribution and reproductive phenology of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Canary Islands. Aquatic Botany 50:171-180.
- 15•** Duarte C. M. & K. Sand-Jensen (1990). Seagrass colonization: patch formation and patch growth in *Cymodocea nodosa* Mar. Ecol. Prog. Ser., 65: 193-200.
- 16•** Cancemi G., Buia M. C. & L. Mazzella (2002). Structure and growth dynamics of *Cymodocea nodosa* meadows. Scientia Marina, 66 (4): 365-373; Rismondo A., Curiel D., Marzocchi M. & M. Scattolin (1997). Seasonal pattern of *Cymodocea nodosa* biomass and production in the lagoon of Venice. Aquatic Botany, 58: 55-64.
- 17•** Luque A. A. & J. Templado (Coords.) (2004). Praderas y bosques marinos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla, 336 pp.
- 18•** Buia M. C. & I. Mazzella, (1991). Reproductive phenology of the Mediterranean seagrasses *Posidonia oceanica* (L.) Delile, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers, and *Zostera noltii* Hornem. Aquat. Bot., 40: 343-362.



- 19** • Bouderesque C. F., Meinesz A., Ledoyer M. & P. Vitello (1994). Les herbiers à phanerogames marines 98-118. In Les biocénoses marines et litorales de Méditerranée synthèse, menaces et perspectives (Bellan-Santini D., Lacaz J. C. & C. Poizat) Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- 20** • Duarte C. M. & K. Sand-Jensen (1990). Seagrass colonization: biomass development and shot demography in *Cymodocea nodosa* patches. Mar Ecol. Prog. Ser., 67: 97-103.
- 21** • Pavón-Salas N., Garrido M. & R. Haroun (1998). Distribution and structure of seagrass meadows in Las Canteras Beach, Las Palmas, Canary Islands (Spain) Bol. Mus. Mun. Funchal, 50(289): 107-115.
- 22** • Afonso-Carrillo J. & M. Sansón (1999). Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias. Clave analítica. Universidad de La Laguna. La Laguna.
- 23** • Les D. H., Moody M. L., Jacobs S. W. L. & R. J. Bayer (2002). Systematics of Seagrasses (Zosteraceae) in Australia and New Zealand. Systematic Botany: Vol. 27, No. 3 pp. 468-484.
- 24** • Peralta G. (2000). Estudios sobre el crecimiento en *Zostera noltii* Hornem.: dinámica estacional y aspectos ecofisiológicos. Universidad de Cádiz. Tesis Doctoral. 205 pp.
- 25** • Luque A. A. & J. Templado (Coords.) (2004). Praderas y bosques marinos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla, 336 pp.
- 26** • Churchill A. C., Nieves G. & A. Breowitz (1985). Flotation and dispersal of eelgrass seeds by gas bubble. Estuaries, 8: 352-354.
- 27** • Fishman J. R. & R. J. Orth (1996). Effects of predation on *Zostera marina* L., seed abundance. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 198(1): 11-26; Nakaoka M. (2002). Predation on seeds of seagrass *Zostera marina* and *Zostera caulescens* by tanaid crustacean *Zeuxo* sp. Aquatic Botany, 72: 99-106.
- 28** • Whelan P. M. & J. P. Cullinane (1985). The algal flora of a subtidal *Zostera* bed in Ventry Bay, South-west Ireland. Aquat. Bot., 23: 41-51
- 29** • Greve T. M. & D. Krause-Jensen (2005). Predictive modelling of eelgrass (*Zostera marina*) depth limits. Marine Biology vol. 146 (5): 849-858.
- 30** • Pérez-Lloréns J. L. & F. X. Niell (1995). Short-term phosphate uptake kinetics in *Zostera noltii* Hornem: a comparison between excised leaves and sediment-rooted. Hydrobiologia Vol. Nº 1: 17-27. February, 1995.

03 > Habitantes de las praderas

- 31** • Ver, por ejemplo: Luque A. A. & J. Templado (Coords,) (2004). Praderas y bosques marinos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla, 336 pp.; Tuya F, Pérez J., Medina L. & A. Luque (2001). Variaciones estacionales de la macrofauna de tres praderas marinas de “*Cymodocea nodosa*” en Gran Canaria (centro-Este del Océano Atlántico). Ciencias Marinas v. 27, n. 2, p. 223-234.
- 32** • Curtis J. M. R & A. C. J. Vincent (2005). Distribution of sympatric seahorse species along a gradient of habitat complexity in a seagrass dominated community. *Mar Ecol Prog Ser* 291: 81-91, 2005; Kendrick A. J. & G. A. Hyndes (2003). Patterns in the abundance and size-distribution of syngnathid fishes among habitats in a seagrass-dominated marine environment. *Estuar Coast Shelf Sci* 57:631–640.
- 33** • Flynn A. J. & D. A. Ritz (1999). Effect of the habitat complexity and predatory style on the capture success of fish feeding on aggregated prey. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.* 79, 487–494.
- 34** • Kuitert R. H. (2000). Seahorses, Pipefishes and their Relatives: A Comprehensive Guide to Syngnathiformes. Chorleywood, U.K.: TMC Publishing.
- 35** • Vincent A. C. J., Evans K. L. & A. D. Marsden (2005). Home range behaviour of the monogamous Australian seahorse, *Hippocampus whitei*. *Environmental Biology of Fishes*. Volume 72, Number 1: 1-12.
- 36** • Gokoglu M., Bodur T. & Y. Kaya (2004). First records of *Hippocampus fuscus* and *Syngnathus rostellatus* (Osteichthyes: Syngnathidae) from the Anatolian coast (Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the UK* (2004), 84: 1093-1094 Cambridge University Press.
- 37** • Golani D. & M. Fine (2002). On the occurrence of *Hippocampus fuscus* in the eastern Mediterranean. *Journal of Fish Biology* 60 (3), 764–766.
- 38** • Kornienko E. S. (2001). Reproduction and Development in Some Genera of Pipefish and Seahorses of the Family Syngnathidae. *Russian Journal of marine Biology*. Volume 27, Supplement 1: 15-16; Hoffman E. A., Mobley K. B. & A. G. Jones (2005). Male pregnancy and the evolution of body segmentation in seahorses and pipefishes. *Evolution*: Vol. 60, No. 2, pp. 404-410.
- 39** • Foster S. J. & A. C. J. Vincent (2004). Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. *Journal of Fish Biology* (2004) 65, 1-61.
- 40** • Whiteman E. A. & I. M. Côté (2004). Monogamy in marine fishes *Biological Reviews*, 79: 351-375 Cambridge University Press.

- 41** • Wilson A. B., Ahnesjö I., Vincent A. C. J. & A. Meyer (2003). The dynamics of male brooding, mating patterns, and sex roles in pipefishes and seahorses (family Syngnathidae). *Evolution*: Vol. 57, No. 6 pp. 1374-1386
- 42** • Dzyuba B., Van Look K. J. W., Cliffe A., Koldewey H. J. & W. V. Holt. (2006). Effect of parental age and associated size on fecundity, growth and survival in the yellow seahorse *Hippocampus kuda*. *Journal of Experimental Biology* 209:3055-3061
- 43** • Kuitert R. H. (2000). Seahorses, Pipefishes and their relatives: a Comprehensive Guide to Syngnathiformes. TMC Publishing, Chorleywood, UK . 240 pp.; Lourie S. A., Vincent A. C. J. & H. J. Hall (1999). Seahorses: an identification guide to the world's species and their conservation. London, Project Seahorse. 214 p.; Garrick-Maidment, N (no date). Seahorse Conservation and Care. [Http://www.seahorses.com/AquariumAndFishItemsForSale/1AQ_Seahorse.HTM](http://www.seahorses.com/AquariumAndFishItemsForSale/1AQ_Seahorse.HTM)
- 44** • Whitehead P. J. P., Bauchot M. L., Hureau J. C., Nielsen J. & E. Tortonese (eds.), (1986). Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris. Vols. I-III:1473 p.
- 45** • Lockyear J., Kaiser H. & T. Hecht (1997). Studies on the captive breeding of the Knysna seahorse, *Hippocampus capensis*. *Aquarium Sciences and Conservation* 1, 129-136.
- 46** • Thangaraj M., Lipton A. P. & A. C. C. Victor (2006). Onset of sexual maturity in aptive reared endangered Indian seahorse, *Hippocampus kuda*. *Current Science*, Vol. 91, No. 12, 25 December 2006.
- 47** • Bergert B. A. & P. C. Wainwright (1997). Morphology and kinematics of prey capture in the syngnathid fishes *Hippocampus erectus* and *Syngnathus floridae*. *Marine Biology* 127: 563-570.
- 48** • Texeira R. L. & J. A. Musick (2001). Reproduction and food habits of the lined seahorse, *Hippocampus erectus* (Teleostei: Syngnathidae) of Chesapeake Bay, Virginia. *Revue of Brazilian Biology* 61(1): 79-90.
- 49** • Vincent A. C. J. (1996). The international trade in seahorses. TRAFFIC International, Cambridge, UK.
- 50** • Martin-Smith K., Lam T. F. & S. K. H. Lee (2003). Trade in Pipehorses *Solegnathus* spp. for Traditional Medicine in Hong Kong. *TRAFFIC Bulletin* 19(3): 139-148.



04 > Importancia ecológica

- 51** • Romero J. (2004). Las praderas de fanerógamas marinas. La producción primaria y su destino. Características de los restos de la planta. En: Luque A. A. & J. Templado (edits). Praderas y bosques marinos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía publ., Sevilla: 74-81.
- 52** • Fergusson R. L., Thayer G. W. & T. R. Rice (1980). Marine primary producers. *In*: Functional adaptations of marine organisms. Academic Press publ.: 9-69.
- 53** • Duarte C. M. & C. L. Chiscano (1999). Seagrass biomass and production: a reassessment. *Aquat. Bot.* 65: 159-174.
- 54** • Templado J. (2004). Las praderas de *Posidonia oceanica* en el sureste español y sus biocenosis. *En*: Luque A. A. & J. Templado (edits). Praderas y bosques marinos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía publ., Sevilla: 57-59.
- 55** • Pergent-Martini C., Rico-Raimondino V. & G. Pergent (1994). Primary production of *Posidonia oceanica* in the Mediterranean basin. *Mar. Biol* 120: 9-15.
- 56** • Jiménez S., Cano R., Bayle J., Ramos A. & J. L. Sanchez Lisazo (1996). Las praderas de *Posidonia oceanica* (L.) Delile como zona de protección de juveniles de especies de interés comercial. *Real. Soc. Esp. Hist. Nat.*, Tomo extraordinario: 375-378.
- 57** • Alcoverro T., Manzanera M. & J. Romero (1998). Seasonal and age-dependent variability of *Posidonia oceanica* (L.) Delile photosynthetic parameters. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 230(1): 1-13.
- 58** • Le Direach L. & P. Francour (2001). Recrutment des poissons dans les herbiers de Posidonie de Port-Cros. GIS Posidonie & Parc Nacional de Port-Cros, GIS publ., Fr.: 1-40.
- 59** • Connolly R. M., Hindell J. S. & D. Gorman (2005). Seagrass and epiphytic algae support nutrition of a fisheries species, *Sillago schomburgkii*, in adjacent intertidal habitats. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 286: 69-79.
- 60** • Jeudy de Grissac A. & C. F. Bouderesque (1985). Rôle des herbiers de Phanérogames marines dans les mouvements de sédiments côtiers: les herbiers à *Posidonia oceanica*. Colloque franco-japonais d'Océanographie, Marseille, Fr. 1: 143-151.



05 > Importancia económica

61 • Costanza R., Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R. V., Paruelo J., Raskin R. G., Sutton P. & M. Van Den Belt (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.

62 • Ami D., Bouderesque C. F. (2002). Valuing benefits from protecting the seagrass *Posidonia oceanica* beds in the Mediterranean Sea. Conference on Risk and Uncertainty in Environmental and resource Economics, Wageningen University, The Netherlands: 1-7.

63 • Pickaver A. H., Gilbert C. & F. Breton (2004). An Indicator set to measure the progress in the implementation of integrated coastal zone management in Europe. *Ocean & Coastal Management* 47, p. 449-462.

64 • Bellan G. (1993). Les indicateurs biologiques du milieu marin – Remarques introductives. *In: Bouderesque C. F., Avon M. & C. Pergent-Martini (edits). Qualité du milieu marin – Indicateurs biologiques et physico-chimiques. Rencontres scientifiques de la Côte Bleue, GIS Posidonie publ., 3: 35-42.*

65 • Ward T. J. (1989). The accumulation and effects of metals in seagrass habitats. *In: Larkum A. W. D., McComb A. J. & S. A. Shepherd (edits). Biology of seagrasses, Aquatic Plant Studies 2. Elsevier publ.: 797-820.*

06 > Causas de regresión

66 • Tunesi L., Diviacco G. & G. Mo (2001). Observations by submersible on the biocenosis of the deep-sea corals off Portofino Promontory (North-western Mediterranean Sea). *In: Martin Willison J. H. et al. (edits). Proc. of First international Symposium on Deep-sea Corals. Ecology Action Centre and Nova Scotia Museum, Halifax, Nova Scotia: 76-87.*

67 • Astier J. M. (1984). Impact des aménagements littoraux de la rade des Vignettes à Toulon, liés aux techniques d'endigage, sur les herbiers à *Posidonia oceanica*. *In: Bouderesque C.F., Jeudy de Grissac A. & J. Olivier (edits). International Workshop on Posidonia oceanica beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1: 255-259.*

68 • Blanc J. J. & A. Jeudy de Grissac (1989). Reflexión géologique sur la regresión des herbiers à Posidonies (départements du Var et des Bouches-du-Rhône). *In: Bouderesque C. F., Meinesz A., Fresi E. & V. Gravez (edits). Second International Workshop on Posidonia beds, GIS Posidonie publ., Fr., 2: 273-285.*

69 • Ruiz-Fernandez J. M. (2000). Respuesta de la fanerógama marina *Posidonia oceanica* (L.) Delile a perturbaciones antrópicas. *Mem. Doct. Biol., Univ. Murcia, Spain: 1-212.*

70 • Charbonnel E., Bouderesque C. F., Meinesz A., Cadiou G., Bonhomme P., Cottalorda J. M., Patrone J., Kruczek R., Bertrand M. C., Foret P., Bricout P., Marro C. & L. Le Direach (2003). Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur: Résultats du suivi 2002. GIS Posidonie publ., Fr.: 1-176.

71 • CEDEX (1986). Evaluación metodológica del impacto ambiental de las obras de defensa de costas. CEDEX-MOPU. Monografías M10. P.40.

07 > Medidas de protección

72 • Romero J., Alcoverro T., Martínez-Crego B. & M. Pérez (2005). The seagrass *Posidonia oceanica* as a quality element under the Water Framework Directive: POMI a multivariate method to assess ecological status of Catalan coastal waters. Working Document of the POMI group, Univ. Barcelona and centre d'estudis Avançats de Blanes (CSIC), Spain: 1-14.

73 • Bouderesque C. F. (2004). Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities. Sci. Rep. Port-Cros Natl Park 20: 97-146.

74 • Ramos-Esplá A. A. & S. E. McNeill (1994). The status of marine conservation in Spain. *Ocean and coastal Management* 24: 125-138.

75 • Ramos-Esplá A. A., Martínez-Pérez L., Aranda A., Guillen J. E., Sánchez-Jérez P. & J. L. Sánchez-Lisazo (1993). Protección de la pradera de *Posidonia oceanica* (L.) Delile mediante arrecifes artificiales disuasorios frente a la pesca de arrastre ilegal; el caso de El Campello (SE ibérico). *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr* 11: 431-439.

76 • Bouderesque C. F., Cadiou G. & L. Le Direach (2005). Marine protected areas: a tool for coastal areas management. In: Levenr E., Linkov I. & J. M. Porth (edits). Strategic management of marine ecosystems. Springer Publications, Dordrecht. 29-52.

77 • Barragán J. M. (2004). Medio Ambiente y Desarrollo en Áreas Litorales. Introducción a la Planificación y Gestión Integradas. Universidad de Cádiz, Servicio de Publicaciones.

78 • Calero Rodríguez J. R. (1995). Régimen Jurídico de las Costas Españolas. Aranzadi ed. Pamplona.

79 • Ministerio de Medio Ambiente (2004). Costas y Medio Marino: Principales Normas y Competencias en Materia de Costas y Medio Marino. Actuaciones Públicas en Materia de Medio Ambiente.

80 • Barragán J. M. (2004). Las áreas litorales de España. Del análisis geográfico a la gestión integrada. Editorial Ariel, S.A.



08 > Zonas muestreadas

81 • Templado J. & Calvo M. (eds), Flora y fauna de la Reserva marina de las islas Columbretes, Secretaría General de Pesca Marítima (MAPA), pp 126-129.

82 • Terrados J. & J. D. Ros (1992). Growth and primary production of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in a Mediterranean coastal lagoon. *Aquat Bot* 43:63–74.

83 • Drews E. A. (1978). Factors affecting photosynthesis and its seasonal variation in the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers and *Posidonia oceanica* (L) Delille in the Mediterranean. *J Exp Mar Biol Ecol* 31:173–194. , Pérez M., Romero J., Duarte C. M. & K. Sand-Jensen (1991). Phosphorus limitation of *Cymodocea nodosa* growth. *Mar. Biol.* 109: 129-133.

09 > Diseño del programa de restauración ecológica

84 • OECD (2003). Environmental Indicators: Development, measurement and use. OECD: OECD Publications, p. 1-37.

85 • UNEP (2005). Borrador del Protocolo de Gestión Integrada de Zonas Costeras Mediterráneas. Plan de Acción del Mediterráneo, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. UNEP (DEC)/MED WG 27/5 de 21 de junio de 2005.

86 • Parpal R. (1996). El sistema litoral. Un equilibri sostenible?. Barcelona: Quaderns d'Ecologia Aplicada, nº 13. Àrea del Medi Ambient. Diputació de Barcelona.

10 > Conclusiones

87 • Margalef R. (1994). Biosfera. Litorals i oceans. Vol. 10. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona.

88 • Van Elburg-Velinova D., Pérez-Valverde C. & A. H. P. M. Salma (1999). Progress of ICZM Development in European Countries: A Pilot Study. EUCC -The Coastal Union.

Botryllus leachi en pradera mixta de
Caulerpa prolifera y *Cymodocea nodosa*
© OCEANA/ Juan Cuetos



El trabajo de investigación y esta publicación han sido realizados por Oceana con la colaboración de la Fundación Santander Central Hispano

Director del Proyecto | Xavier Pastor

Autor del Informe | Ricardo Aguilar, María Jesús de Pablo

Editora | Marta Madina

Colaboradores editoriales | Maribel López, Elena Alonso, Giorgio Contessi, Concha Martínez

Fotografías | Juan Cuetos, Enrique Talledo, Manuel Gosálvez

Foto de portada | Morena (*Muraena helena*) © OCEANA / Juan Cuetos

La mayor parte de las fotografías publicadas en este informe fueron tomadas por fotógrafos de Oceana durante la expedición del *Oceana Ranger* de 2006.

Diseño y maquetación | NEO Estudio Gráfico, S.L.

Impresión | Imprenta Roal

Fotomecánica | Pentados, S.A.

Agradecimientos | Oceana agradece la colaboración que ha recibido de Carlos M. Duarte (IMEDEA-CSIC); José Antonio Rodríguez; Diego Moreno Lampreave (EGMASA); José-Miguel Moll Kraft y Jesús-Ramón Vázquez Tojeiro (EMS Sistemas de Monitorización Medio Ambiental, S.L.); Julio Más (IEO); José Templado (Museo Nacional de Ciencias Naturales -CSIC); y Rafael Hurtado (FSCH). Asimismo agradece el apoyo recibido por el Personal de la Guardería del Parque Natural y Reserva Marina de islas Columbretes; la Fundación Biodiversidad y la organización Ecologistas en Acción.

La información recogida en este informe puede ser reproducida libremente siempre que se cite la procedencia de © OCEANA

Depósito legal | M-25658-2007

Junio 2007