

"PROYECTO LIFE09NAT/ES/000534.

CONSERVACIÓN DE LAS PRADERAS DE

*Posidonia oceanica* EN EL MEDITERRÁNEO ANDALUZ"



ACCIÓN C4: SEGUIMIENTO Y CONTROL DE ESPECIES DE MACROALGAS  
EXÓTICAS INVASORAS LIGADAS A LAS PRADERAS DE *POSIDONIA OCEANICA*

Informe final

(Incluye Anejo de "INVENTARIO DE BIOCENOSIS Y ESPECIES")

Abril 2015

## OBJETIVOS

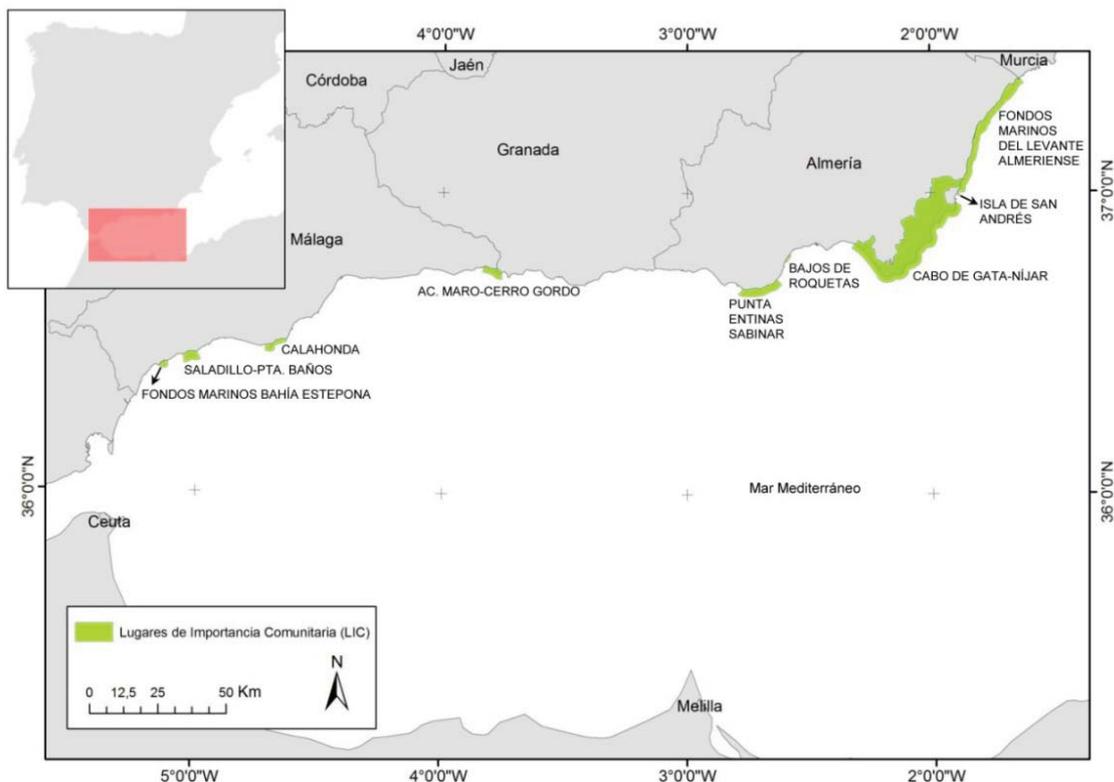
Los objetivos específicos que se plantean en el Proyecto LIFE, en relación con el seguimiento y control de especies de macroalgas y otras especies exóticas, se resumen a continuación:

- Elaborar un catálogo de especies exóticas invasoras presentes en los diferentes LIC objeto del proyecto.
- Actualizar el mapa de distribución actual de *Caulerpa cylindracea* (= *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*) en los LIC de los Fondos Marinos del Levante Almeriense.
- Elaborar mapas de riesgo para las zonas adyacentes.
- Analizar la vulnerabilidad del litoral Andaluz frente a algas exóticas, especialmente frente a *Caulerpa cylindracea*.
- Análisis de los resultados de la Red de detección precoz y establecimiento de red de estaciones de referencia.
- Erradicar mediante técnicas de sombreado cuando se detecte la especie y el área colonizada sea inferior a 0,1 ha.
- Realizar mapas de distribución de las especies de macroalgas en los diferentes LIC.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio abarca las provincias de Almería, Granada y Málaga, y el objeto de estudio son las praderas de *Posidonia oceanica* que se ubican en las zonas LIC objeto del Proyecto, en concreto:

- Fondos Marinos del Levante Almeriense (ES6110010), Almería.
- Cabo de Gata-Níjar (ES0000046), Almería.
- Isla de San Andrés (ES6110020), Almería.
- Arrecifes de Roquetas de Mar (ES6110019), Almería (zona conocida como "Bajos de Roquetas").
- Fondos Marinos de Punta Entinas-Sabinar (ES611009), Almería.
- Acantilados de Maro-Cerro Gordo (ES6170002), Granada y Málaga.
- Calahonda (ES6170030), Málaga.
- El Saladillo-Punta de Baños (ES6170037), Málaga.
- Fondos Marinos de la Bahía de Estepona (ES6170036), Málaga.



**Mapa 1.** Área de estudio, zonas LIC marinas de las provincias de Almería, Granada y Málaga.

A continuación se presenta un pequeño resumen de resultados referido a cada objetivo y LIC. En relación con *Oculina patagonica*, se ha optado por mantenerla dentro de la categoría de Especie exótica invasora, a pesar de que los últimos estudios publicados, la refieren como una especie autóctona.

**Fondos Marinos del Levante Almeriense (ES6110010), Almería**

**Catálogo de especies exóticas invasoras presentes en el LIC (ver Mapa 2)**

- *Asparagopsis taxiformis*
- *Bursatella leachii*
- ***Caulerpa cylindracea***  
 (= *C. racemosa* var. *cylindracea*)
- *Lophocladia lallemandii*
- *Oculina patagonica*
- *Percnon gibbesi*

**Posibles rutas de entrada de *Caulerpa cylindracea* (= *C. racemosa* var. *cylindracea*) en el LIC de los Fondos Marinos del Levante Almeriense**

La primera observación de *Caulerpa cylindracea* en España se remonta a 1998 en las islas Baleares, y a partir de ahí se van sucediendo nuevas observaciones por este archipiélago así como por el levante peninsular. En este sentido, la detección de *Caulerpa cylindracea* en el LIC del Levante Almeriense en 2008 resultaba previsible dado que para entonces ya se había detectado en Murcia, y el patrón de expansión de la especie, con distanciamientos de unos 40-50 km entre las nuevas citas de la especie, hacía prever su entrada en Andalucía tarde o temprano desde ese núcleo cercano. A esto hay que sumar la presencia de numerosos hábitats idóneos para su asentamiento, como *Posidonia oceanica* en regresión o fondos de maerl, así como diversas actividades que pueden favorecer su entrada como la pesca o actividades náutico deportivas.



**Mapa 2.** Presencia de especies exóticas en el LIC Fondos Marinos del Levante Almeriense (Almería).



**Foto 1.** Pradera de *Posidonia oceanica* sobre roca en el LIC Fondos Marinos del Levante Almeriense (Almería).

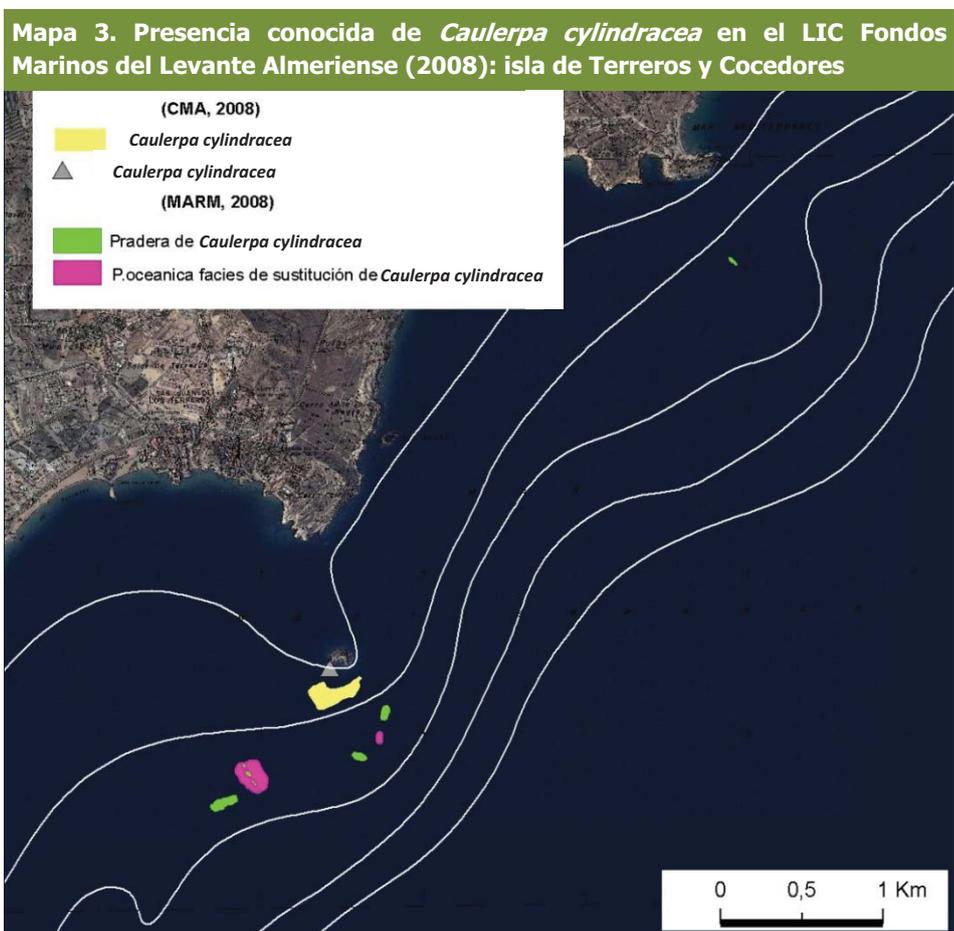
**Distribución de *Caulerpa cylindracea* en el LIC Fondos Marinos del Levante Almeriense**

En el litoral español, las primeras observaciones de *Caulerpa cylindracea* (= *C. racemosa* var. *cylindracea*) son de 1998 en Mallorca. A partir de ahí se van sucediendo nuevas citas por el resto de Baleares y del levante peninsular. En Andalucía, la primera observación de esta alga fue realizada a finales de 2008 por el Equipo de Medio Marino, en la Isla de Terreros (ZEPIM del Levante Almeriense, Almería), donde se cartografiaron únicamente 4 hectáreas (Mapa 3).

Posteriormente, en 2009, se cartografiaron más de 100 ha, un poco más al sur dentro del mismo espacio protegido. Actualmente, se estima una superficie de varios cientos de hectáreas en el Levante Almeriense, donde la especie ya ha sido observada en 5 localidades (Mapa 4).



**Foto 2.** *Caulerpa cylindracea* en un rodal de arena junto a una pradera de *Posidonia oceanica*.



Mapa 4. Presencia conocida de *Caulerpa cylindracea* en el norte del LIC de Fondos Marinos del Levante Almeriense (2013)



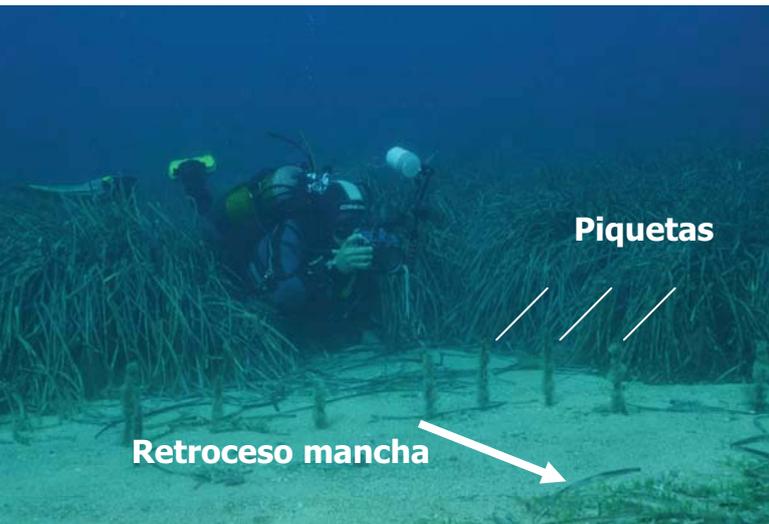
### Evolución de la mancha en la zona afectada

En 2011 se marcó el borde de una mancha de *Caulerpa cylindracea* cercana a una pradera de *Posidonia oceanica* en las 3 localidades elegidas en este apartado: Isla Terreros, Loza del Payo y Punta Cala Infalible Sur. Se emplearon piquetas metálicas para marcar el borde, que servirían para establecer el "punto cero" con el que comparar en 2012 y 2013, y evaluar el avance/retroceso de la mancha (Foto 3). Si la piqueta estaba dentro de la mancha es que *C. cylindracea* había aumentado su presencia (valor positivo), mientras que si la piqueta no estaba dentro de la mancha es que se había producido una retirada de la mancha (valor negativo).

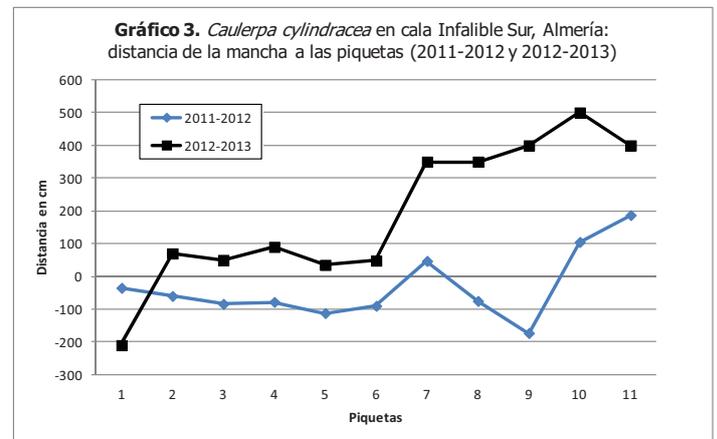
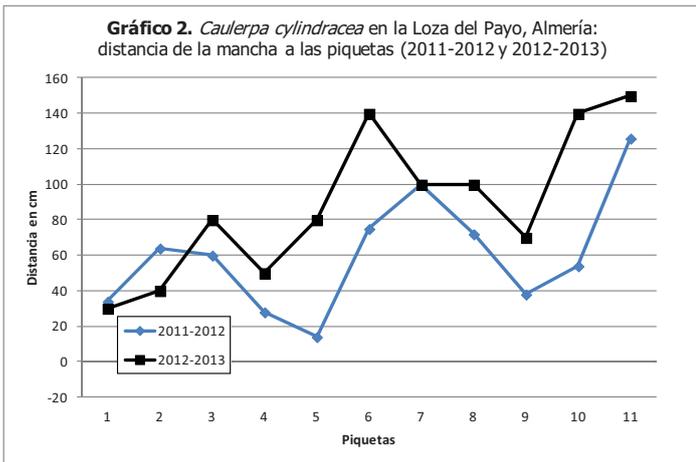
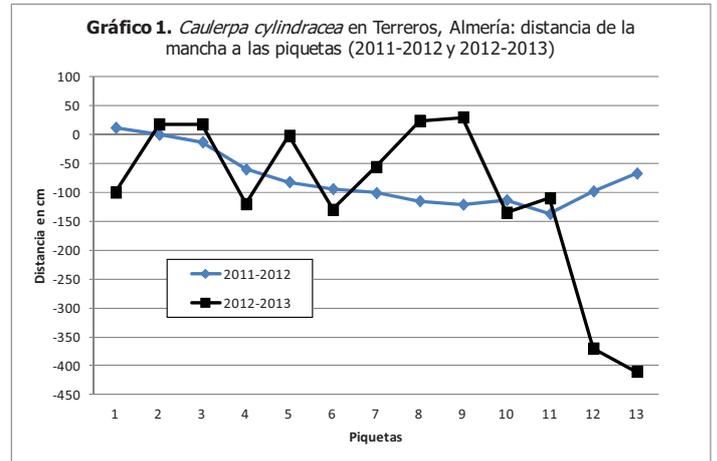
Atendiendo a los datos de 2012 y 2013, y comparando éstos entre sí y con los de 2011, se observa un comportamiento muy variable. En la isla de Terreros, entre 2011 y 2012 la mayoría de las medidas fueron negativas. Sin embargo, entre 2012 y 2013 se observan retrocesos de hasta 4 metros en algunos casos, mientras en otros se observan avances cercanos al metro (Gráfico 1). En la Loza del Payo se observa una tendencia de avance de la mancha (Gráfico 2), al igual que ocurre en Punta Cala Infalible Sur (Gráfico 3), donde el avance ha sido notable, si bien la densidad es menor.

Atendiendo a los valores medios de las tres localidades, entre 2011 y 2012 se observó una regresión en los bordes de la mancha de -20 cm/piqueta, pero entre 2012 y 2013 la tendencia general es de expansión de las mismas, con valores de +46 cm/piqueta. El comportamiento tan variable de estas manchas podría deberse a que se trata de una especie con un crecimiento muy rápido en la época estival, pero que se ralentiza durante otoño/invierno, lo que provoca una dinámica interna de las manchas muy variable.

A pesar de esta heterogeneidad en los resultados, desde que la especie fue detectada en Almería en 2008 se observa una clara expansión, tanto en número de localidades observadas como en extensión y rango batimétrico de la especie. Por ejemplo, en Terreros, que es donde se ha observado un retroceso en la mancha, la especie se ha detectado desde unos 25 metros hasta menos de 2 metros de profundidad, sobre todo en la cara oeste de la isla.



**Foto 3.** Piquetas fijadas instaladas para el seguimiento de la mancha de *Caulerpa cylindracea* (= *C. racemosa* var. *cylindracea*) (Isla de Terreros, -13 m).



### Parcelas fijas de seguimiento (cuadrículas de 40x40 cm):

Con las cuadrículas de 40x40 (Foto 4), comparando los datos de 2012 con los previos de 2011 (punto cero), así como con los de 2012 y 2013, se observa un comportamiento muy variable entre diferentes localidades y también entre las distintas réplicas (Gráfico 4).



**Foto 4.** Cuadrícula de 40 x 40 cm para la estimación de la cobertura de *Caulerpa cylindracea*.

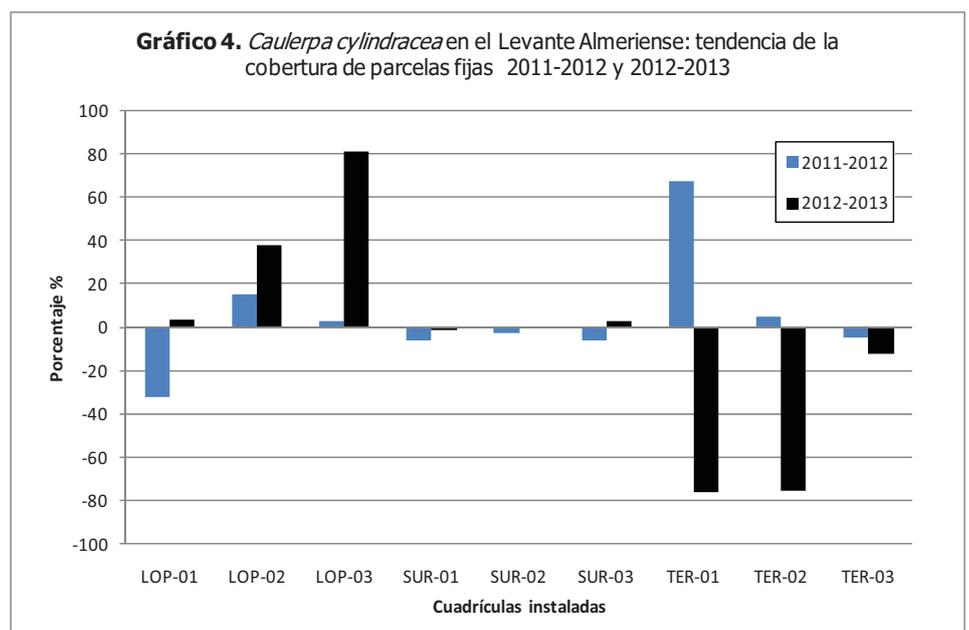
En el caso de la isla de Terreros, entre 2011 y 2012 en una de las parcelas se observó un gran incremento en la cobertura, mientras que en las otras la cobertura se mantuvo estable. Sin embargo, entre 2012 y 2013 se ha observado un descenso generalizado y notable en todos los casos (Gráfico 4). En este caso, existe cierto paralelismo entre los valores de cobertura y del seguimiento del borde de la mancha, con una regresión en ambos casos. Sin embargo, en el entorno de la isla, desde que se detectó la especie en 2008, la tendencia general observada por los técnicos de Medio Marino es hacia una expansión general de la mancha, con valores elevados de cobertura y un rango batimétrico cada vez más amplio.

En Punta Cala infalible Sur, durante todo el periodo los valores de cobertura se mantienen

estables, con valores muy bajos, por debajo del 10% en todos los casos. A pesar de que el seguimiento de la mancha en este punto indica una clara expansión, los valores tan bajos en cobertura resultan coherentes debido a que se trata de un detrítico costero fangoso situado a mayor profundidad (28 m) lo que constituye un ambiente menos propicio para la especie.

La Loza del Payo es una localidad intermedia entre las dos anteriores, tanto en situación geográfica como en profundidad (20 m), con todas las cuadrículas sobre detrítico costero. Entre 2011 y 2012 la cobertura de las parcelas en esta localidad resultó bastante variable, pero entre 2012 y 2013 se observa un aumento generalizado en la cobertura, del mismo modo que ha ocurrido en el seguimiento del borde. En este caso, estos datos se corresponden con las numerosas observaciones realizadas desde 2009, con una gran expansión de la especie, sobre todo sobre sustrato detrítico y rocoso.

Por lo que respecta a la longitud del talo, los valores en 2012 y 2013 en líneas generales son superiores a los que se observaron en 2011. En 2011 la longitud media de los talos fue de 3,1 cm, con un máximo de 6 cm, en 2012 el valor medio ha sido de 5,8, con un máximo de 8 cm, y en 2013 el valor medio es de 4,8 con un máximo de 7 cm.



### Red de detección precoz: seguimiento en estaciones de referencia

Durante el año 2011 se iniciaron las actuaciones de detección precoz dentro del Proyecto Life *Posidonia* Andalucía, trabajos que continuaron en 2012 y finalizaron en 2013. Estas actuaciones preventivas consisten en inspecciones submarinas en diferentes puntos de la costa de la provincia, dirigidas a la detección precoz de especies exóticas que pudieran afectar a las praderas de *Posidonia oceanica*, principalmente *Caulerpa cylindracea*, en lugares donde no se conocía su presencia. En caso de detectar alguna especie exótica con este método, se podrían tomar medidas de gestión en una fase temprana, incluyendo actuaciones de erradicación, que no serían posibles una vez la especie invasora se ha extendido ampliamente por el territorio.

En las inspecciones de detección precoz se realizan largos transectos con equipo de inmersión autónomo, desde 30 m de profundidad hasta la orilla, con la ayuda de vehículos submarinos (torpedos), observando en detalle el fondo marino. En estos transectos se realizan las paradas que se estiman necesarias para cotejar en detalle el tipo de fondo y las especies de macrofauna y macroflora presentes en cada biocenosis. Se toman datos "in situ" en una tablilla plástica y fotografías. Esta metodología se repetiría en cada uno de los apartados relativos a resultados de detección precoz en el resto de los LICs que son ámbito del proyecto y que se ofrecen en sucesivos apartados.

En el caso del LIC del Levante Almeriense, la presencia de *Caulerpa cylindracea* se conocía antes de comenzar las actuaciones de detección precoz. Concretamente, se había detectado en los fondos de Isla Terreros y en Cala Infalible en 2008-2009. Desde entonces, se ha comprobado que la especie se encuentra ampliamente extendida en este espacio protegido, con una extensión de varios cientos de hectáreas. Gracias a las actuaciones de detección precoz, se ha detectado la especie en Cocedores, Playa Palmeras e Isla Negra, y se ha observado un aumento del rango batimétrico.

Hasta 2009, *C. cylindracea* se observó únicamente entre 20 y más de 30 metros de profundidad, pero actualmente se puede observar desde menos de 3 metros hasta más de 30, sobre todo tipo de sustratos, ya sea *Posidonia oceanica*, fondos de maerl, arenas fangosas o sustratos rocosos.



**Foto 5.** El alga exótica *Caulerpa cylindracea* creciendo sobre un ejemplar de *Pinna nobilis*, especie de molusco bivalvo catalogado.

## Cabo de Gata-Níjar (ES0000046), Almería

### Catálogo de especies exóticas invasoras presentes en el LIC (ver Mapa 5)

- *Asparagopsis taxiformis*
- ***Caulerpa cylindracea***  
(=*C. racemosa* var. *cylindracea*)
- *Lophocladia lallemandii*
- *Oculina patagonica*
- *Percnon gibbesi*

### Posibles rutas de entrada de *Caulerpa cylindracea* (= *C. racemosa* var. *cylindracea*) en el LIC de Cabo de Gata-Níjar. Experiencias de erradicación.

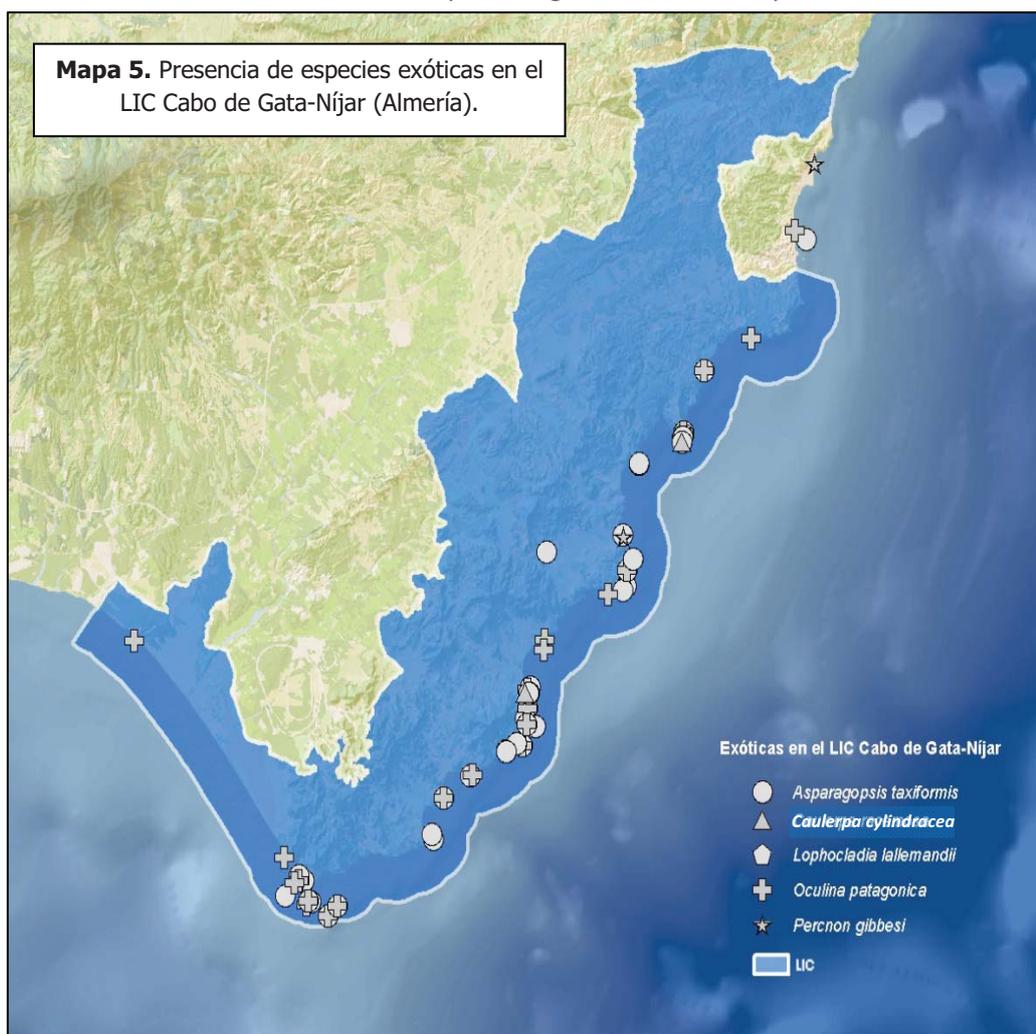
*Caulerpa cylindracea* se observó por primera vez en este espacio protegido en la primavera de 2012, concretamente en la Reserva Integral de Punta Javana, a 24 metros de profundidad. La dirección de las corrientes predominantes, la cercanía de zonas ocupadas por el alga invasora, así como el comportamiento de la especie en cuanto a su distribución en otras zonas conocidas, parecen indicar que *C. cylindracea* ha llegado al LIC de Cabo de Gata-Níjar desde el LIC Fondos Marinos del Levante Almeriense, donde ocupa una gran superficie. Habría que considerar como posibles vías de entrada, además de la natural por corrientes de deriva litoral, la pesca, el tráfico marítimo o las actividades de tipo náutico-deportivas.

En un primer momento, la superficie de la mancha detectada se estimó en unos 4 m<sup>2</sup>.

Dado que se encontraba en una zona en excepcional estado de conservación y a su

reducida superficie, se llevó a cabo la erradicación de la misma. Para ello, se utilizó un aspirador submarino, así como la retirada manual directa (Foto 6). En inspecciones posteriores se comprobó que el área afectada era muy superior a la observada inicialmente, hecho que ha impedido evaluar la efectividad de la experiencia de erradicación.

A finales del verano de 2014, se detectó un nuevo foco en este mismo LIC un poco más al sur, en Los Escullos. En este caso, se trataba de una mancha de menos de 2 m<sup>2</sup>. Se llevó a cabo la inspección de los fondos alrededor del foco afectado, y no se detectaron más manchas. Por ello se procedió a la retirada directa de la mancha. En la primavera de 2015, se ha observado que, si bien la superficie no ha aumentado, *Caulerpa cylindracea* sigue presente en su interior. Su recuperación probablemente se deba al extraordinario poder regenerador de la especie



a partir de pequeños fragmentos que queden adheridos al sustrato rocoso sobre el que se asientan en este caso. Por este motivo, en 2015 se ha procedido al sombreado de la mancha (Foto 7), un método que parece más apropiado en este caso. A finales de verano se retirará el material y se podrá comprobar la efectividad del mismo.

### Red de detección precoz: seguimiento en estaciones de referencia

En el caso del LIC de Cabo de Gata-Níjar, la observación de *Caulerpa cylindracea* en Punta Javana ya mencionada se realizó durante una inspección de detección precoz, hecho que demuestra la importancia de este apartado del Proyecto Life *Posidonia*.

Si bien la mancha de los Escullos no se observó directamente en una inspección de detección precoz, hay que destacar que en el marco del Proyecto Life *Posidonia* se ha llevado a cabo una intensa campaña de divulgación y sensibilización sobre *Posidonia oceanica* en general, destacando el efecto que determinadas especies exóticas pueden tener sobre las praderas de esta especie. En este sentido, se han repartido numerosos folletos sobre *C. cylindracea*, gracias a los cuales los centros de buceo de la zona pudieron detectar este nuevo foco y avisar al Equipo de Medio Marino.



**Foto 6.** Talos extraídos del alga exótica *Caulerpa cylindracea* en Punta javana en 2012 (LIC Cabo de Gata-Níjar).



**Foto 7.** Sombreado de la mancha del alga exótica *Caulerpa cylindracea* en los Escullos a 7 metros de profundidad (26/05/2015) (LIC Cabo de Gata-Níjar).

**Isla de San Andrés (ES6110020), Almería**

**Catálogo de especies exóticas invasoras presentes en el LIC**

Hasta el momento, no se ha detectado ninguna especie exótica en la zona (Mapa 6). Es muy probable que, especies como el alga *Asparagopsis taxiformis* o el coral *Oculina patagonica*, muy frecuentes en zonas cercanas, se encuentren en los fondos de este espacio protegido pero no se han detectado aun.



**Mapa 6.** LIC Isla de San Andrés (Almería). En este espacio no se han encontrado especies exóticas.

**Red de detección precoz: seguimiento en estaciones de referencia**

No se ha detectado la presencia de *Caulerpa cylindracea* en este espacio protegido hasta la fecha. Ahora bien, este LIC se encuentra entre dos LIC de mayor tamaño, uno al norte (LIC Fondos Marinos del Levante almeriense) y otro al sur (LIC de Cabo de Gata-Níjar). En ambos se ha detectado la presencia de *Caulerpa cylindracea*, de modo que conviene una vigilancia más intensiva en sus fondos para, en caso de que se produzca la invasión por este clorofito, detectarla en una fase temprana.

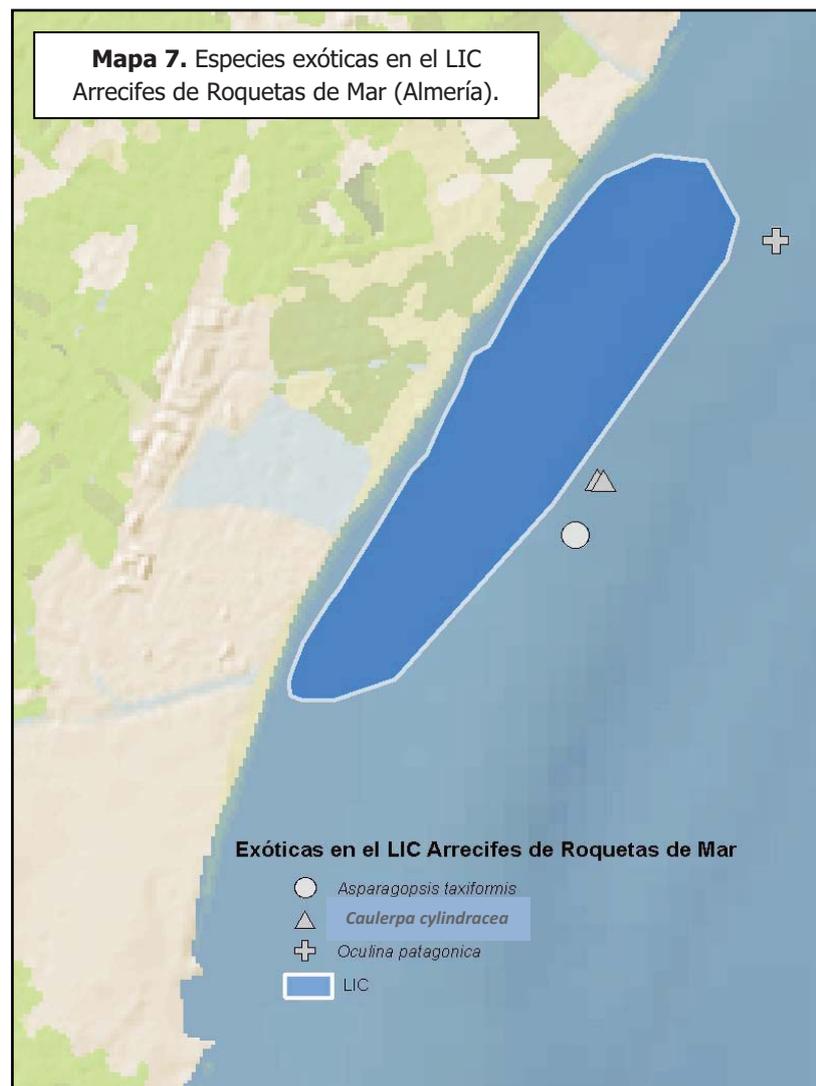
**Arrecifes de Roquetas de Mar (ES6110019), Almería (zona conocida como "Bajos de Roquetas").**

**Catálogo de especies exóticas invasoras presentes en el LIC (Mapa 7)**

- *Asparagopsis taxiformis*
- ***Caulerpa cylindracea***  
(= *C. racemosa* var. *cylindracea*)
- *Oculina patagonica*

**Posibles rutas de entrada de *Caulerpa cylindracea* en el LIC Arrecifes de Roquetas de Mar**

El núcleo más cercano conocido se encuentra en los Escullos (Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar), a unos 50 km de distancia. Como ya se ha comentado, en el levante peninsular las nuevas observaciones de la especie distaban generalmente unos 40-50 km, con lo cual la aparición en Roquetas encajaría en este patrón. Ahora bien, el cabo de Gata supone generalmente una barrera tanto por hidrodinámica como por la propia morfología que dificulta el paso de numerosas especies. Habría que considerar como posibles vías de entrada, además de la natural por corrientes de deriva litoral, la pesca, el tráfico marítimo o las actividades náutico deportivas. Por otro lado, hay que tener en cuenta además, que en el LIC Arrecifes de Roquetas y en los alrededores el asentamiento de la especie se ve favorecido por la considerable superficie de *Posidonia* en regresión y por la presencia de mata muerta de *Posidonia*, ambos hábitats idóneos para *Caulerpa cylindracea*.



### Red de detección precoz: seguimiento en estaciones de referencia

Durante las inspecciones de detección precoz realizadas no se observó *Caulerpa cylindracea* en este espacio protegido. Sin embargo, en 2014, durante la realización de inspecciones dentro del Proyecto LIFE *Posidonia*, se ha podido comprobar la existencia de la especie muy cerca del límite del LIC. La situación en el LIC y fondos cercanos respecto a *Caulerpa cylindracea* resulta preocupante, dado que en esta zona existe una gran extensión de mata muerta de *Posidonia oceanica* así como de *Posidonia* en regresión, siendo ambas biocenosis idóneas para una rápida expansión de *C. cylindracea*. La superficie actual de este invasor en la zona se desconoce, si bien está pendiente de cartografiar en cuanto sea posible.



**Foto 8.** Presencia masiva del alga exótica *Caulerpa cylindracea* sobre mata muerta de *Posidonia* muy cerca del límite del LIC Arrecifes de los Bajos de Roquetas, a 13 metros de profundidad.

**Fondos Marinos de Punta Entinas Sabinar (ES611009), Almería**

**Catálogo de especies exóticas invasoras presentes en el LIC (Mapa 8)**

- *Asparagopsis taxiformis*



**Red de detección precoz: seguimiento en estaciones de referencia**

No se ha detectado la presencia del alga *Caulerpa cylindracea* en este espacio protegido hasta la fecha. Debido a la cercanía del LIC Arrecifes de Roquetas de Mar, es una zona en la que las actuaciones de detección precoz resultan convenientes debido a la alta probabilidad de invasión aunque al contrario que en el LIC Arrecifes de Roquetas de Mar, los fondos del LIC Punta Entinas Sabinar se encuentran en general en buen estado de conservación, aspecto muy importante frente a la invasión de *C. cylindracea*, dado que esto dificulta considerablemente la expansión de la especie, sobre todo en el caso de las praderas de *Posidonia oceanica*.

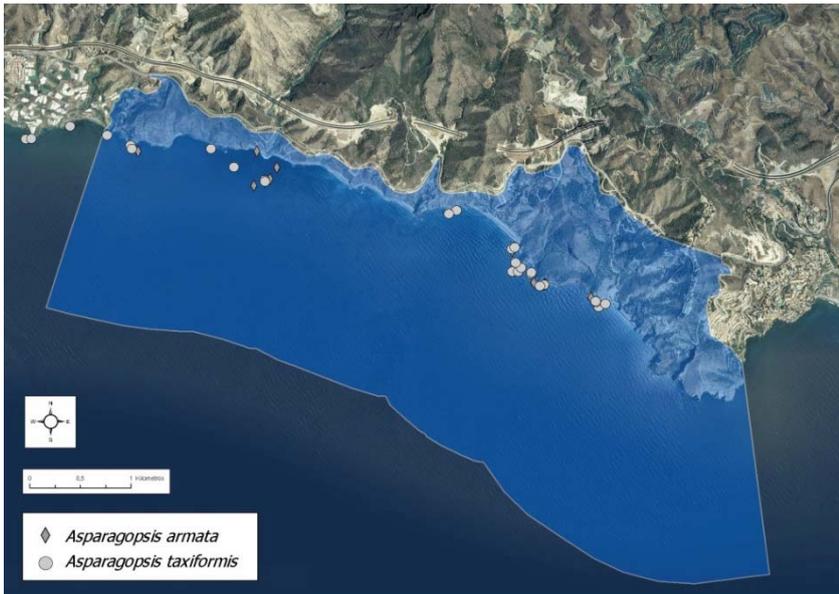
**Mapa 8.** Especies exóticas en el LIC Fondos Marinos de Punta Entinas Sabinar (Almería).

**Acantilados de Maro-Cerro Gordo**

**(ES6170002), Granada y Málaga**

**Especies exóticas invasoras presentes en el LIC (Mapa 9)**

- Asparagopsis armata*
- Asparagopsis taxiformis*



Ni en el LIC Acantilados de Maro-Cerro Gordo ni en el LIC de Calahonda se realizan acciones de detección precoz. La zona afectada por el alga exótica *Caulerpa cylindracea* más cercana se encuentra en la provincia de Almería, en el LIC Arrecife de Roquetas a más de 100 Km del LIC de Maro-Cerro Gordo.

**Mapa 9.**  
 Especies exóticas en el LIC Acantilados de Maro-Cerro Gordo (Granada y Málaga).

**Calahonda (ES6170030), Málaga**

**Especies exóticas invasoras presentes en el LIC (Mapa 10)**

- Asparagopsis armata*
- Asparagopsis taxiformis*



**Mapa 10.**  
 Especies exóticas en el LIC Calahonda (Málaga).

### El Saladillo-Punta de Baños (ES6170037), Málaga

#### Especies exóticas invasoras presentes en el LIC (Mapa 11)

- *Asparagopsis taxiformis*

Una búsqueda exhaustiva podría detectar *A. armata*, tan extendida por la provincia de Málaga.



**Mapa 11.**

Especies exóticas en el LIC El Saladillo-Punta de Baños (Málaga).

#### Red de detección precoz: seguimiento en estaciones de referencia en Málaga

La escollera del dique exterior del puerto de Estepona constituye una de las estaciones seleccionadas de detección precoz para la llegada de exóticas. Las otras estaciones para la detección precoz son el puerto de la Duquesa, punta del Chullera en el límite con Cádiz y el Placer de las Bóvedas.

Los puertos constituyen una de las vías de entrada habitual de la mayoría de las especies exóticas que son transportadas en los cascos de los barcos, en las redes, en las anclas, en el agua del lastre, etcétera. Se han seleccionado

como estaciones de seguimiento los puertos de La Duquesa y de Estepona ya que estos son los más cercanos al Estrecho donde, concretamente en Ceuta, ya está presente el alga invasora *Caulerpa cylindracea*.

Las Bóvedas es una estación profunda donde hay una extensa biocenosis de Maerl, muy vulnerable a *Caulerpa cylindracea*.

La punta de la Chullera, como su nombre indica, es una punta cercana al Estrecho por lo que se seleccionó como estación de seguimiento por su vulnerabilidad.

En ninguna de las actuaciones realizadas en las diferentes estaciones mencionadas se ha detectado *Caulerpa cylindracea*. Tampoco se ha detectado en ningún otro lugar de la provincia. En el resto de zonas o LIC (Maro-Cerro Gordo y Calahonda) no se ha realizado ninguna acción de detección precoz ya que se consideraron en su momento zonas de bajo riesgo por su alejamiento de los zonas conocidas afectadas con *C. cylindracea*.

### Fondos Marinos de la bahía de Estepona (ES6170036), Málaga

#### Especies exóticas invasoras presentes en el LIC (Mapa 12)

- *Asparagopsis armata*
- *Asparagopsis taxiformis* (en el Puerto de Estepona)



**Mapa 12.** Especies exóticas en el LIC El Saladillo-Punta de Baños (Málaga).

## Mapas de riesgos y análisis de vulnerabilidad de zonas

---

### ANÁLISIS DEL RIESGO

A continuación, se presentan una serie de mapas que analizan los riesgos de dispersión de la especie a zonas adyacentes, por las vías de entrada que según la bibliografía se asociarían de manera más directa con el transporte accidental de propágulos de *Caulerpa cylindracea*.

### METODOLOGÍA

Se ha dividido el litoral en cuadrículas, considerándose sólo las que abarcan hasta 100 m de profundidad y descartándose las demás. En esta rejilla se han situado las zonas invadidas y conocidas hasta diciembre de 2014 (Almería y Ceuta).

Se han evaluado los siguientes riesgos (parámetros) (Tabla 1):

**Distancia al foco** por el fondo y hasta la isóbata de 100 m. Se ha ido midiendo la distancia en Km desde el foco de infección cuadrícula a cuadrícula. Esta medición se ha hecho siempre entre la costa y la isóbata de 100m, salvando los cabos, en línea recta y buscando la distancia más corta, La escala del mapa utilizado para medir ha sido 1:250000. Cada 50 Km de distancia desde el foco baja el riesgo un grado y la cuadrícula cambia de color hasta que el riesgo es mínimo o nulo. Alborán se ha considerado con valor cero debido a su aislamiento (efecto isla). Los secos se han valorado con un valor inferior al que le correspondería, debido a su aislamiento topográfico (la isóbata de 100 está interrumpida). Para este parámetro el Estrecho se ha considerado una barrera N-S. Como *Caulerpa cylindracea* no vive más allá de los 70 m de profundidad, las cuadrículas cuya intersección con la isóbata de 100 m supone menos del 25% de su superficie, se han considerado con riesgo nulo.

**Presencia e importancia de puertos comerciales.** El parámetro valorado es la actividad (número de escalas/año) de los puertos comerciales presentes en Andalucía. A cada puerto se le ha dado un valor en función de su actividad comercial. Los valores obtenidos de los puertos situados en la misma cuadrícula se suman. Con los valores obtenidos se han coloreado las cuadrículas.

**Presencia de puertos deportivos y número de atraques.** El parámetro valorado es el potencial del puerto deportivo como fuente de riesgo en base al número de atraques declarados. Se ha considerado que cuantos más atraques tenga un puerto, mayor riesgo existe. Los valores obtenidos de los puertos situados en la misma cuadrícula se suman. Con los valores obtenidos se han coloreado las cuadrículas.

**Tipos de artes de pesca declarados en los puertos pesqueros presentes.** Está admitido que el arte de arrastre es el método de pesca que más dispersa las especies exóticas. En este parámetro se ha valorado la tipología de los artes de pesca utilizados en cada puerto agrupándose en dos tipos fundamentales: arte de arrastre y demás artes. Se han valorado con el valor más alto (valor 12) los puertos con un número de arrastreros superior a 40 barcos y así sucesivamente hasta el valor más bajo (valor 2), para puertos entre 1 y 8 barcos de arrastre. Como en el mismo puerto concurren otros tipos de artes, también se han valorado éstos: hasta 100 embarcaciones con otros artes de pesca el valor ha sido de 5 y así sucesivamente hasta el valor 1. Ambos valores se han sumado en cada puerto resultando un único valor para cada uno pero los valores obtenidos de los puertos situados en la misma cuadrícula se han sumado a su vez. Las zonas con embarcaciones varadas se han valorado como actividad artesanal con un 1 ó un 2 en función del número de embarcaciones varadas que se ha contabilizado en una foto aérea. Este último valor también se ha tenido en cuenta para el valor final de cada cuadrícula. En función dicho

valor se han coloreado las cuadrículas adyacentes. El verde más oscuro representa el menor riesgo y corresponde siempre a cuadrículas con embarcaciones de pesca artesanal con artes menores.

**Conexión directa por ferry con un puerto infectado.** Este parámetro valora el riesgo que tiene el tráfico directo con **puertos infectados** con *C. cylindracea* en el caso de comunicaciones constantes vía ferry. Para valorar este factor y el siguiente se ha hecho una matriz de 30x30 puertos del Mediterráneo occidental: España, Francia, Italia, Marruecos, Argelia y Gibraltar y las islas cuando las hay. Se han considerado puertos infectados aquellos que tienen *Caulerpa* en su dársena (5 puertos) o a una distancia no superior a 10 Millas náuticas (6 puertos). En función de la distancia a los lugares infectados (y publicados) se ha hecho un cuadro de valores que ha servido para colorear las cuadrículas como en el resto de parámetros, entre el rojo (más riesgo) y el verde, menos. En el análisis se ha incluido el puerto de Gibraltar ya que está ubicado en la misma bahía que el puerto de Algeciras. Sólo Algeciras se comunica directamente con uno infectado (Ceuta). Los demás lo hacen con puertos alejados más de 10 Millas náuticas de *Caulerpa* por lo que su cuadrícula queda en blanco por el bajo riesgo que esta comunicación supone.

**Conexión indirecta por ferry con un puerto infectado.** Este parámetro valora el riesgo que tiene el tráfico directo con puertos **no infectados** que enlazan directamente con otro u otros que sí lo está/n, en el caso de comunicaciones constantes vía ferry. Se ha utilizado la misma matriz anterior, de 30x30 puertos del Mediterráneo occidental. Como arriba, se han considerado puertos infectados aquellos que tienen *Caulerpa* en su dársena (5 puertos) o a una distancia no superior a 10 Millas náuticas (6 puertos). En función de la distancia a los lugares infectados (y publicados) se ha hecho un cuadro de valores que ha servido para colorear las cuadrículas como en el resto de parámetros, entre el rojo (más riesgo) y el verde, menos.

Tanto Algeciras como Tarifa se comunica con Tánger (no infectado) que se comunica con el puerto de Génova (sí infectado). El resto de puertos no tiene riesgo por esta comunicación a través de terceros.

**Influencia de la corriente.** La corriente de entrada de agua atlántica es superficial por lo que puede contribuir a desplazar propágulos de *Caulerpa* desde la zona del Estrecho (Ceuta) hacia las costas del tercio occidental de la provincia de Málaga y a la costa de Cádiz próxima (litoral de la Línea). Esta corriente se mueve a 1 m/sg por lo recorre unos 86 Km al día (Camiñas, 1997). Se han coloreado de rojo todas las cuadrículas por donde discurre la corriente de agua atlántica a menos de 7 Km de distancia y aquellas otras cuadrículas por donde no está dibujada la corriente pero que pasa a menos de 7 Km de la costa. A esta corriente se le opondría la deriva litoral que tiene en esa misma zona una dirección dominante hacia el Estrecho (flecha verde en el mapa). En la zona del levante almeriense la deriva litoral ayudaría al alga invasora a desplazarse hacia el sur y hacia el suroeste, desde el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar hacia zonas adyacentes, no así la corriente mediterránea ya que, aunque lleva la misma dirección (hacia el sur y el suroeste), es profunda y pasa a 20 km de distancia de la zona de *Caulerpa* más cercana.

Con esta información es posible evaluar de manera integrada el riesgo al que están sujetos los LIC a *Caulerpa cylindracea*, en función de las vías de entrada analizadas (Tabla 2). Esto se ha hecho sumando los valores de las cuadrículas donde se encuentran los LIC.

Los LIC Fondos Marinos del Levante Almeriense, Cabo de Gata-Níjar y los Arrecifes de Roquetas quedan fuera de esta valoración ya que dichos espacios ya están invadidos por *C. cylindracea*.

RIESGO PARA CADA LIC: SUMATORIO DE RIESGOS POR CUADRÍCULA Y RIESGO TOTAL ACUMULADO

Cuando un LIC, por su situación geográfica, está a caballo entre dos cuadrículas con distintos valores se ha hecho la media para ese parámetro (salvo para valores iguales a 0).

**Tabla 1.** Riesgo: puntuación de cada parámetro para cada LIC (Np, no procede).

LIC	distancia foco	puertos comerciales	puertos deportivos	puertos pesqueros	tráfico directo	Ptráfico indirecto	corrientes
Levante Alm.	Np	Np	Np	Np	Np	Np	Np
C. Gata-Níjar	Np	Np	Np	Np	Np	Np	Np
San Andrés	10	1	0	6	0	0	0
Ar. Roquetas	Np	Np	Np	Np	Np	Np	Np
Pta. Entinas	10	0	7	1	0	0	0
Maro-C.G	6	0	3	1.5	0	0	0
Calahonda	3	0	2	5	0	0	2.5
Saladillo	2	0	0	0	0	0	1
Estepona	2	0	3	9	0	0	1

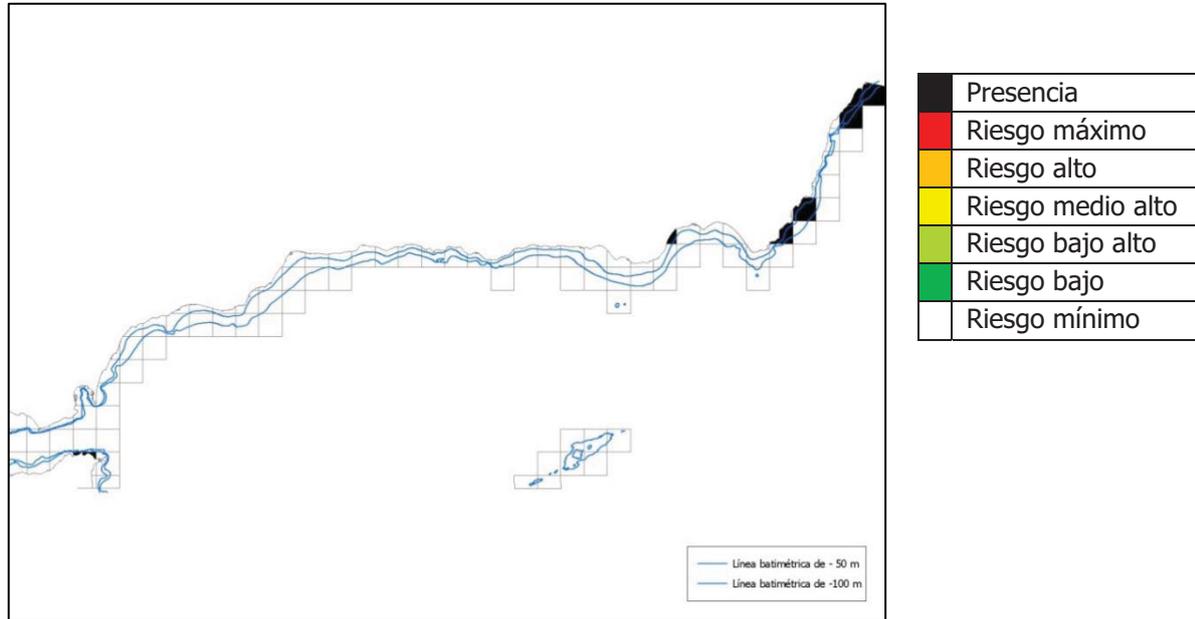
**Tabla 2.** Puntuación total para cada LIC (Np, no procede).

LIC	RIESGO ACUMULADO
Levante Almeriense	Np
Cabo de Gata-Níjar	Np
Islote de San Andrés	17
Arrecifes de Roquetas	Np
Punta Entinas-Sabinar	18
Ac. Maro-Cerro Gordo	10.5
Calahonda	10.5
El Saladillo-Punta de Baños	3
Fondos Marinos Bahía Estepona	15

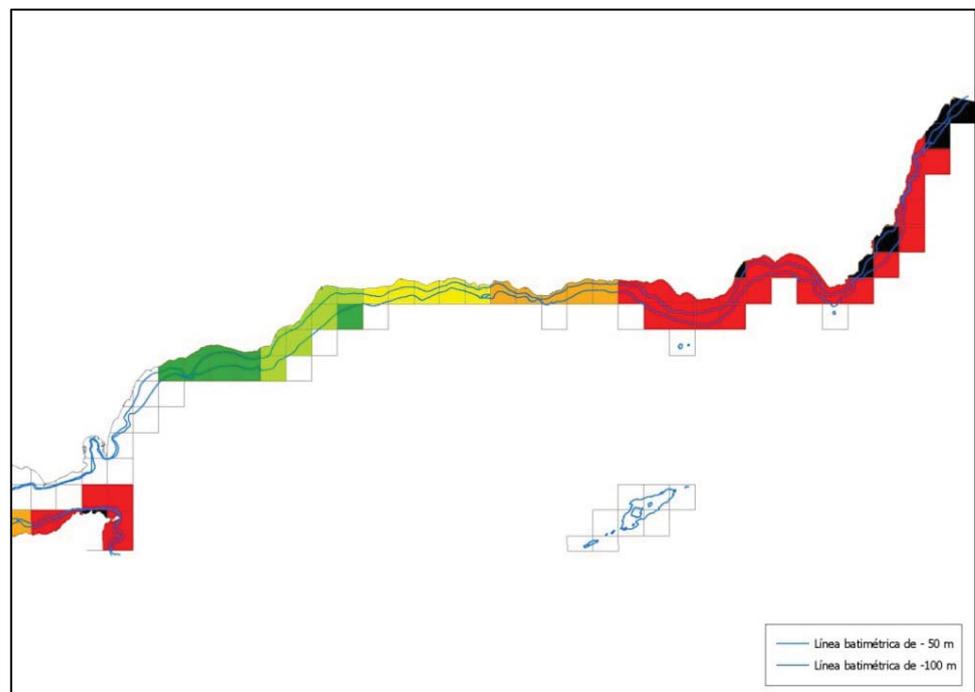
Hasta diciembre de 2014 el alga invasora *Caulerpa cylindracea* (= *C. racemosa* var. *cylindracea*) sólo se conoce en Andalucía para el litoral Almeriense. Por otra parte la especie

está presente en Ceuta desde 2007 (Mapa 13). El riesgo de dispersión es mayor cuanto más cerca del foco infectado se encuentre una zona determinada (Mapa 14). Esta dispersión

se ha considerado nula con el aumento de la profundidad ya que por debajo de 70 metros no se ha localizado nunca la especie *Caulerpa cylindracea*.



**Mapa 13.** Presencia conocida de *Caulerpa racemosa* en Andalucía y Ceuta (España), hasta diciembre de 2014.

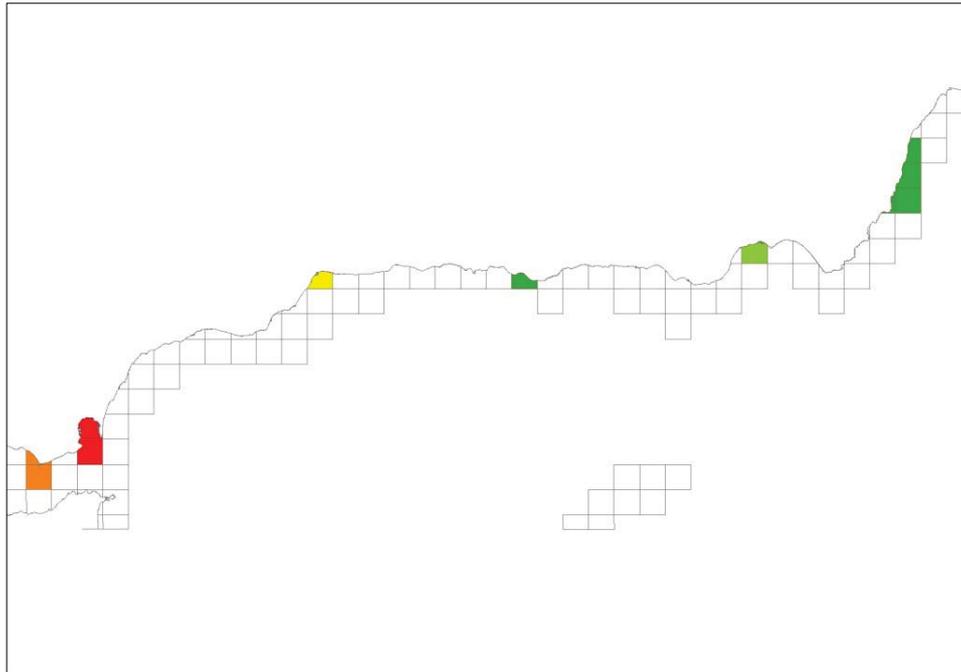


**Mapa 14.** Riesgo de dispersión de *Caulerpa cylindracea* en Andalucía (España). Riesgo evaluado: distancia al foco a través de las isóbatas, entre 0 y 100 m.

## PUERTOS COMERCIALES

Este parámetro se ha cuantificado como el número de buques por año que recalcan en un determinado puerto con actividad comercial. En Almería los puertos de Garrucha y de Carboneras tienen una actividad baja igual que

el puerto de Motril en Granada. El puerto de Almería soporta más tráfico que los anteriores pero menos que el de Málaga. Los puertos de la bahía de Algeciras son con diferencia los de mayor tráfico, seguido del puerto de Tarifa (Mapa 15).



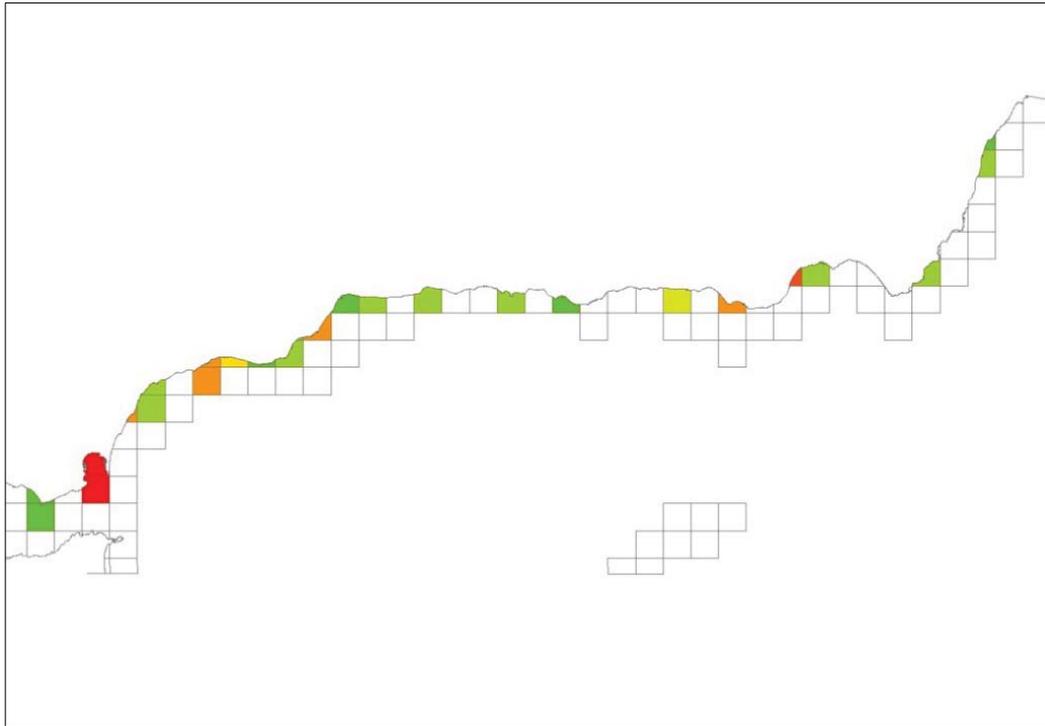
**Mapa 15.** Riesgo de dispersión de *Caulerpa cylindracea* en Andalucía (España). Riesgo evaluado: tráfico marítimo de los **puertos comerciales**.

## PUERTOS DEPORTIVOS

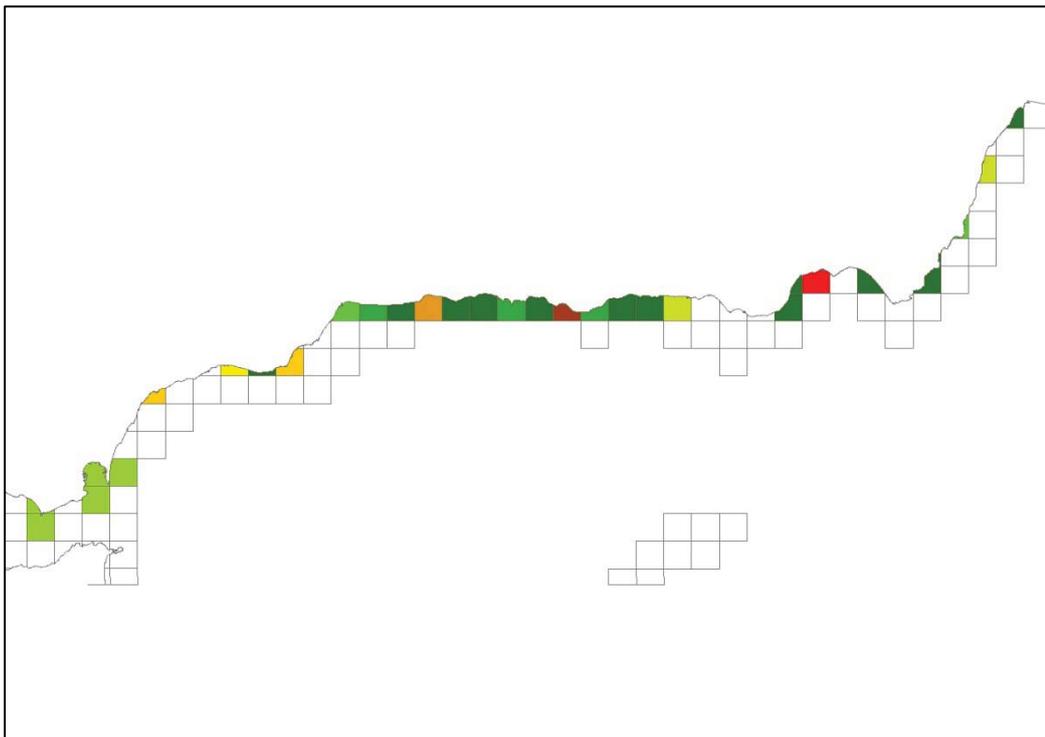
En Andalucía hay numerosos puertos deportivos, algunos de ellos con más de 1000 atraques. Las zonas de mayor riesgo en este caso se concentran en la zona de Algeciras (Cádiz) donde hay varios puertos deportivos, seguida de Agudulce (Almería) (Mapa 16). Benalmádena y Marbella, ambos de Málaga y Sotogrande en Cádiz, se encuentran los tres igualados.

## PUERTOS PESQUEROS

El puerto con el riesgo más alto (13) es el de Almería seguido del de Motril (Granada) (Mapa 17). Le sigue la Caleta de Vélez (Málaga) con 10 y luego los puertos de Fuengirola y Estepona, ambos de Málaga con 9. El puerto pesquero de Marbella (Málaga) tiene un valor de 8, le siguen Garrucha y Adra, ambos de Almería y riesgo 7 y Carboneras (Almería) y Málaga con riesgo 6. Con riesgos bajos ya de 3, 2 y 1 tenemos la zona del estrecho y diversas zonas de pesca artesanal.



**Mapa 16.** Riesgo de dispersión de *Caulerpa cylindracea* en Andalucía (España). Riesgo evaluado: número de embarcaciones de los puertos deportivos.

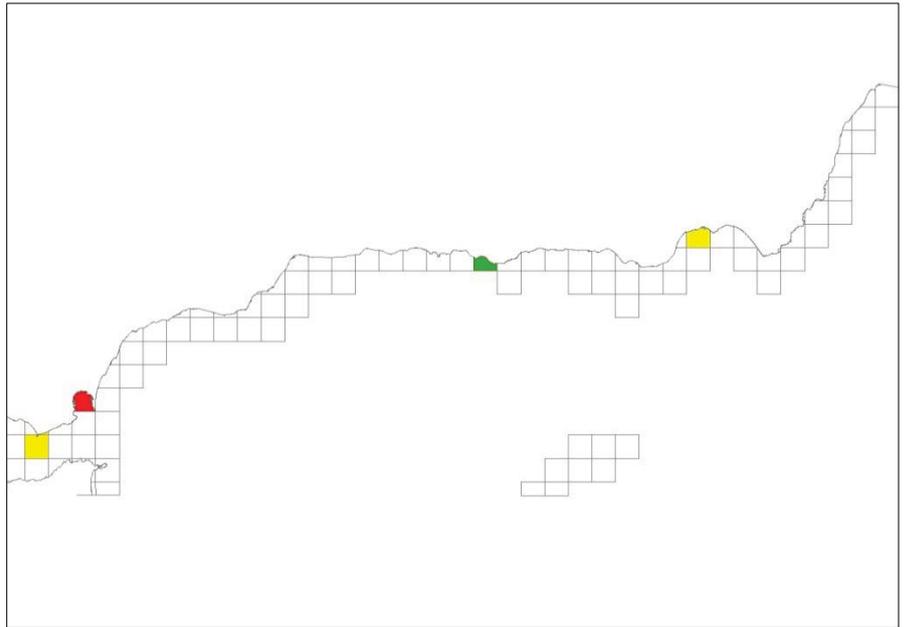


**Mapa 17.** Riesgo de dispersión de *Caulerpa cylindracea* en Andalucía (España). Riesgo evaluado: número y tipología de los artes de pesca de los puertos pesqueros.

### COMUNICACIÓN CON FERRY

La bahía de Algeciras tiene un riesgo máximo debido a que desde el puerto de Algeciras hay comunicación diaria, por *ferry*, con Ceuta que se encuentra a menos de 2 Millas náuticas (Mn) de una zona infectada con *Caulerpa cylindracea* (Mapa 18). Además Gibraltar conecta directamente con el puerto de Tánger Med que está a sólo 7 Mn de un foco de *Caulerpa*. Tarifa y Almería tienen un riesgo medio debido a que sus puertos de enlace son Tánger y Orán que distan, respectivamente, 23 y 38 Mn de una zona infectada. Por último Motril, que enlaza con Alhucemas, tiene un riesgo bajo debido a la considerable distancia entre el puerto marroquí y la zona contaminada más cercana, que está a 85 Mn de distancia.

Sólo Algeciras y Tarifa tienen conexión a través de un puerto no contaminado con *Caulerpa* con otro que sí lo está (conexión indirecta) (Mapa 19). Estos puertos son Tánger en Marruecos (no contaminado pero con *Caulerpa* en Ceuta, a 23 Mn) y el puerto italiano de Génova.



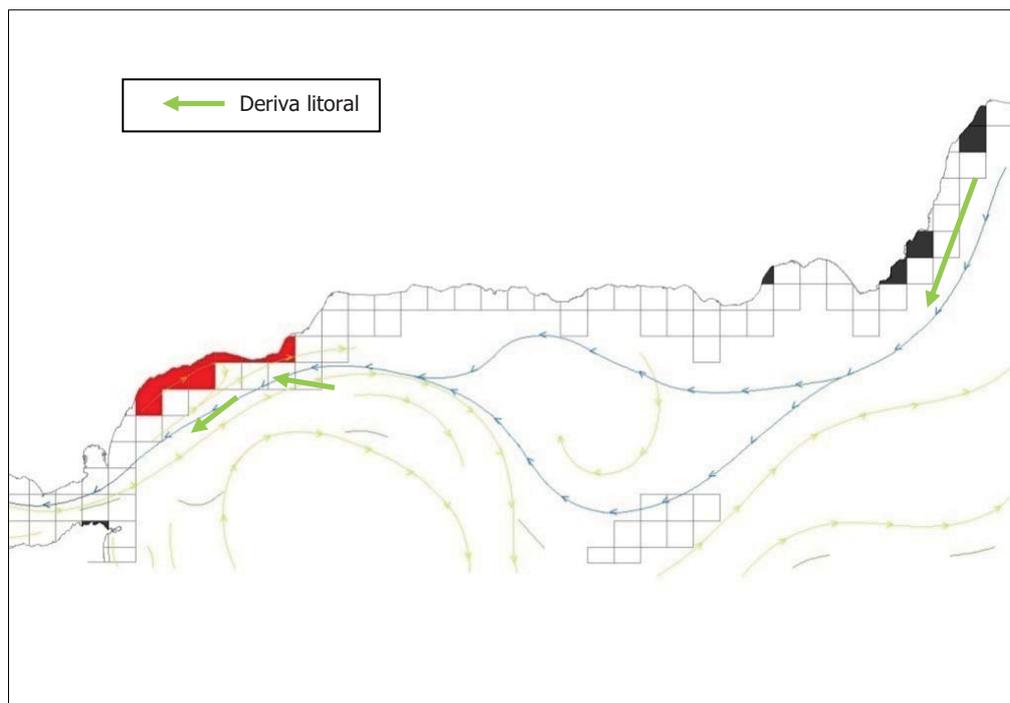
**Mapa 18.** Riesgo de dispersión de *C. cylindracea* en Andalucía (España). Riesgo evaluado: **conexión** por ferry con un puerto no contaminado que sí tiene conexión con uno que está contaminado (conexión directa).



**Mapa 19.** Riesgo de dispersión de *C. cylindracea* en Andalucía (España). Riesgo evaluado: **conexión** por ferry con un puerto no contaminado que sí tiene conexión con uno que está contaminado (conexión indirecta).

## CORRIENTES

La única zona contaminada conocida con *Caulerpa cylindracea* del Estrecho se encuentra en Ceuta. La corriente atlántica (superficial) podría acercar propágulos que captase a su paso por el Estrecho hacia el interior del mar de Alborán y particularmente hacia la costa malagueña de Calaburras y Estepona donde esta corriente pasa cerca de la costa (7 Km y menos). Sin embargo en esta zona la deriva litoral se opondría a esta dispersión ya que es de sentido contrario (Mapa 20). En la costa de Almería la corriente de deriva litoral estaría contribuyendo a la dispersión de *Caulerpa* desde el NNE hacia el SSO.



**Mapa 20.** Riesgo de dispersión de *Caulerpa cylindracea* en Andalucía (España). Riesgo evaluado: influencia de la **corriente** de agua atlántica y deriva litoral.

## LA VULNERABILIDAD FRENTE A LA INVASIÓN

Los riesgos asociados a la entrada de *Caulerpa cylindracea* a cada LIC ámbito del proyecto, se suman a la viabilidad que este foco de invasión tiene en el hábitat receptor. En este sentido, se suma al anterior análisis una aproximación a la vulnerabilidad del LIC receptor, en función de tres criterios principales:

El análisis de hábitats favorables. Se analiza la presencia y cobertura de hábitats favorables al asentamiento de *Caulerpa cylindracea*, en función de sus requerimientos ecológicos.

La conectividad del hábitat *Posidonia oceanica*. Un hábitat fragmentado y con más zonas de borde, se considera más vulnerable al asentamiento de una macroalga exótica.

La riqueza específica del hábitat receptor. Aquellos hábitats receptores con mayor diversidad de especies, disponen de mayor capacidad para competir por el espacio y los recursos con las especies invasoras, frente a aquellos menos diversos.

### METODOLOGÍA

**Hábitats favorables:** en función de la bibliografía y también con datos de observaciones propias se ha asignado una puntuación a cada uno de los hábitats bentónicos marinos presentes en cada LIC. Se ha construido una matriz que asigna una puntuación a los diferentes hábitats o biocenosis presentes.

En la Tabla 3 de valoración de hábitats, biocenosis y sustratos se observa que no todos los hábitats son favorables para la colonización por parte de *Caulerpa*, existen algunos como las arenas que son "No adecuados" y otros como la mata muerta de *Posidonia* o las gravas que le resultan "Favorables". Otros como *Posidonia oceanica* es "Resistente" siempre que se encuentre sana (con una adecuada densidad) y no fragmentada (con elevada cobertura). Por último existen algunas biocenosis o sustratos que se han clasificado como "Colonizables".

**Tabla 3.** Valoración de hábitats, biocenosis y sustratos.

Hábitat, Biocenosis, Sustrato	Valor	Resultado
Afloramientos rocosos masivos	3	Colonizable
Arena	1	No adecuado
Arena fina	1	No adecuado
Arena gruesa	1	No adecuado
Arena media	1	No adecuado
Arena muy fina	1	No adecuado
Arena muy gruesa	3	Colonizable
Arena sin diferenciar	1	No adecuado
Bolos y/o bloques y/o encostramientos	3	Colonizable
Cantos y bloques	3	Colonizable
<i>Cymodocea nodosa</i>	3	Colonizable
<i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Zostera noltei</i>	3	Colonizable
En blanco o no considerado	0	
Enraizamientos y vegetación y/o vegetación sobre sustrato rocoso	3	Colonizable
Fango	1	No adecuado
Fotofilas	3	Colonizable
Gravas	4	Favorable
Mata Muerta <i>Posidonia</i>	4	Favorable
<i>Posidonia</i> degradada	4	Favorable
<i>Posidonia oceanica</i>	2	Resistente
<i>Posidonia oceanica</i> y <i>Cymodocea nodosa</i>	3	Colonizable
Pradera de <i>Posidonia oceanica</i> sobre Sustrato Blando	2	Resistente
Pradera mixta ( <i>Posidonia oceanica</i> , <i>Cymodocea nodosa</i> )	3	Colonizable
Roca	3	Colonizable
Roca suelta	3	Colonizable
Sedimentos no consolidados con material en superficie	4	Favorable
Sedimentos no consolidados finos-medios	1	No adecuado
Sedimentos no consolidados medio-gruesos	2	Resistente
Sedimentos no consolidados muy finos	1	No adecuado
Vegetación de alta densidad	3	Colonizable

Con esta matriz se ha realizado un mapa coloreado para cada LIC. Estos mapas, que se presentan más abajo, se han basado en la ecocartografía del Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente (MAGRAMA). En la Tabla 4 se muestran las hectáreas totales en cada LIC para cada valor de la Tabla 3 de hábitats, biocenosis y sustratos. En la Tabla 5 se presentan las hectáreas totales de cada LIC y el porcentaje de superficie para cada valor de la Tabla 3 de hábitats, biocenosis y sustratos.

**Tabla 4.** Hectáreas totales en cada LIC para cada valor de la Tabla 3 de hábitats, biocenosis y sustratos.

LIC	Valor 1 ha	Valor 2 ha	Valor 3 ha	Valor 4 ha
Levante Almeriense	8034,9	9427,7	3614,3	40,1
Cabo de Gata-Níjar	2548,5	6684,0	2221,8	529,2
Isla San Andrés	7,4	6,5	20,0	0,0
Arrecifes Roquetas	26,0	101,0	0,0	77,6
Punta Entinas	1004,1	1892,2	1003,8	0,0
Maro-Cerro Gordo	1400,1	17,9	11,7	0,0
Calahonda	745,8	76,0	227,7	19,6
Saladillo	562,6	936,4	240,8	11,3
Estepona	421,1	69,6	61,8	0,0

**Tabla 5.** Hectáreas totales de cada LIC y porcentaje de superficie para cada valor de la Tabla 3 de hábitats, biocenosis y sustratos.

LIC	Suma ha	% Valor 1	% Valor 2	% Valor 3	% Valor 4
Levante Almeriense	21117	38,0	44,6	17,1	0,2
Cabo de Gata-Níjar	11984	21,3	55,8	18,5	4,4
Isla San Andrés	34	21,7	19,3	59,1	0,0
Arrecifes Roquetas	205	12,7	49,4	0,0	37,9
Punta Entinas	3900	25,7	48,5	25,7	0,0
Maro-Cerro Gordo	1430	97,9	1,3	0,8	0,0
Calahonda	1069	69,8	7,1	21,3	1,8
Saladillo	1751	32,1	53,5	13,8	0,6
Estepona	552	76,2	12,6	11,2	0,0

Si descartamos en la Tabla 3 los porcentajes de lo que se ha denominado "No adecuado" (valor 1) y "Resistente" (valor 2) y sumamos los porcentajes de "Colonizable" (Valor 3) y de "Favorable" (Valor 4) y ponderamos por el menor, se obtiene para cada LIC un número manejable que nos indica la vulnerabilidad del LIC (Tabla 6) en función de las superficies de los hábitats vulnerables que contiene cada LIC.

Según estos valores, el LIC más vulnerable, es decir el que posee los hábitats más fáciles de colonizar sería el islote de San Andrés (vulnerabilidad 72) seguido a cierta distancia por el Arrecife de Roquetas, con 46. Cabo de Gata-Níjar y Calahonda han obtenido exactamente el mismo valor, 28. A continuación se encontraría el LIC del Levante Almeriense con 21 y después, con 18, el Saladillo. Estepona y Punta Entinas tienen valores bajos (14 y 12 respectivamente) y el LIC menos vulnerable en cuanto a su hábitat sería Maro-Cerro Gordo, con vulnerabilidad 1.

**Tabla 6.** Vulnerabilidad por hábitat en cada LIC.

LIC	Vulnerabilidad por hábitat
Levante Almeriense	21
Cabo de Gata-Níjar	28
Isla San Andrés	72
Arrecifes Roquetas	46
Punta Entinas	12
Maro-Cerro Gordo	1
Calahonda	28
Saladillo	18
Estepona	14

**Conectividad:** se ha calculado un índice de fragmentación (IF) que calcula el ratio de borde de pradera de *Posidonia oceanica* en relación con la superficie total de la pradera en el LIC (Tabla 7). De esta forma, valores altos indican mayor fragmentación del hábitat y mayor accesibilidad a zonas internas del hábitat, es decir, más borde de pradera. Este índice sólo se ha podido calcular para los LIC Fondos Marinos del Levante Almeriense, Cabo de Gata-Níjar, Isla de San Andrés, Arrecifes de Roquetas de Mar, Fondos Marinos de Punta Entinas-Sabinar, Acantilados de Maro-Cerro Gordo y para Calahonda. No existe la misma calidad de datos para el Saladillo-Punta de Baños ni para los Fondos Marinos de la Bahía de Estepona. Los datos se presentan a continuación y se discuten conjuntamente con los de la disponibilidad de hábitats favorables.

**Riqueza específica:** se han realizado, en las estaciones establecidas (10 en Almería, 1 en Granada y 2 en Málaga), censos de peces (en 2011), censos de macroflora (en 2012) y censos de macroinvertebrados (en 2013). Se analizan los resultados del inventario de especies realizados en cada LIC. De cada LIC se dispone de un número relativo (realizados los mismos esfuerzos en cada uno de las áreas de estudio) de riqueza específica, de forma que una mayor riqueza específica indicaría una menor disponibilidad del espacio para el asentamiento de nuevas especies. En este informe, aunque se presentan los datos de riqueza específica para todas las localidades estudiadas (en todos los LIC del proyecto LIFE Posidonia), se presentan en el resumen final sólo los datos referidos a los LIC objeto del informe.

**Tabla 7.** Índice de fragmentación (IF) e índice de fragmentación ponderado (por el menor de los valores).

LIC	IF	IF ponderado
Levante Almeriense	81	<b>3</b>
Cabo de Gata-Níjar	150	<b>6</b>
Isla San Andrés	721	<b>27</b>
Arrecifes Roquetas de Mar	119	<b>5</b>
Punta Entinas	26	<b>1</b>
Maro-Cerro Gordo	170	<b>6</b>
Calahonda	1376	<b>52</b>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Hábitats favorables y conectividad**

El LIC Fondos Marinos del Levante Almeriense (Mapa 21) se encuentra ya afectado por *C. cylindracea* (*C. racemosa* var. *cylindracea*). Si bien no tiene sustratos, hábitats o biocenosis favorables, sí tiene una gran superficie que en principio sería colonizable, tanto el borde de pradera de *Posidonia*, como las praderas de otras faneró-

gamas y las formaciones mixtas y las zonas rocosas, vegetadas o no. El índice de fragmentación de *Posidonia oceanica* es relativamente bajo (81) (Tabla 7) lo que no favorece la colonización por parte de *Caulerpa*.



**Mapa 21.** Mapa de vulnerabilidad del LIC Fondos Marinos del Levante Almeriense.

El LIC Cabo de Gata-Níjar (Mapa 22) también está afectado por *Caulerpa cylindracea*. Además tiene una vulnerabilidad por hábitat media (vulnerabilidad 28) ya que el espacio tiene un porcentaje de hábitats colonizables y favorables que constituyen el 23 % de su superficie.

Además tiene un índice de fragmentación relativamente alto lo que debería facilitar la expansión de *Caulerpa cylindracea*.

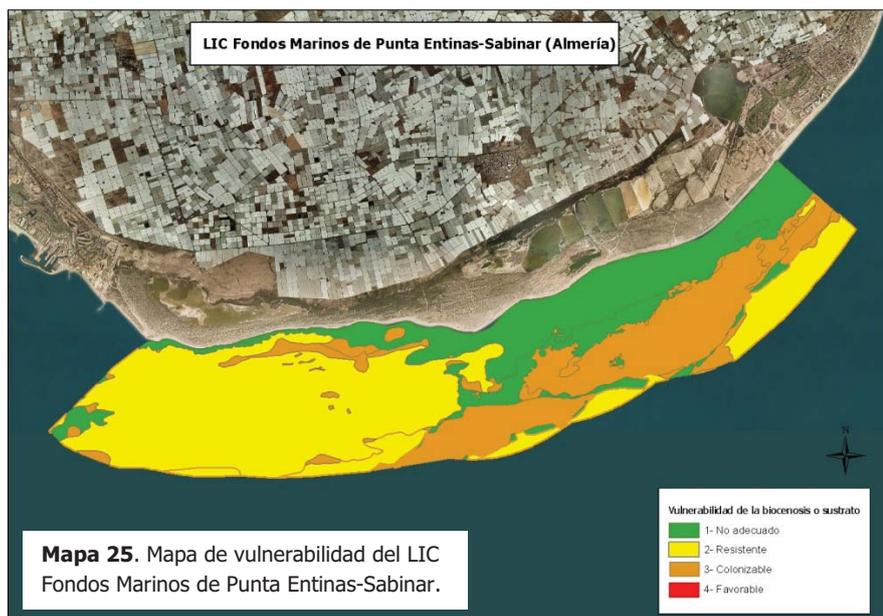
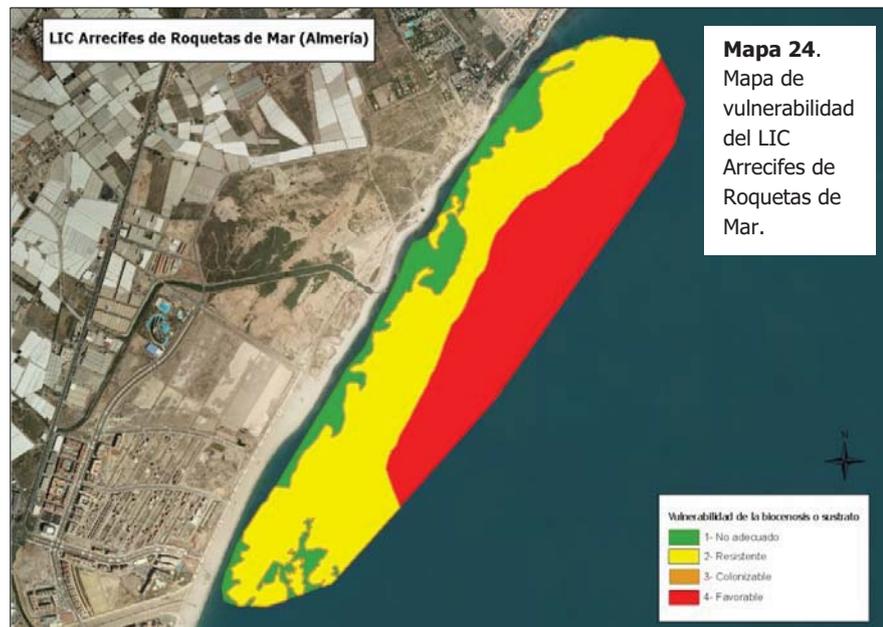
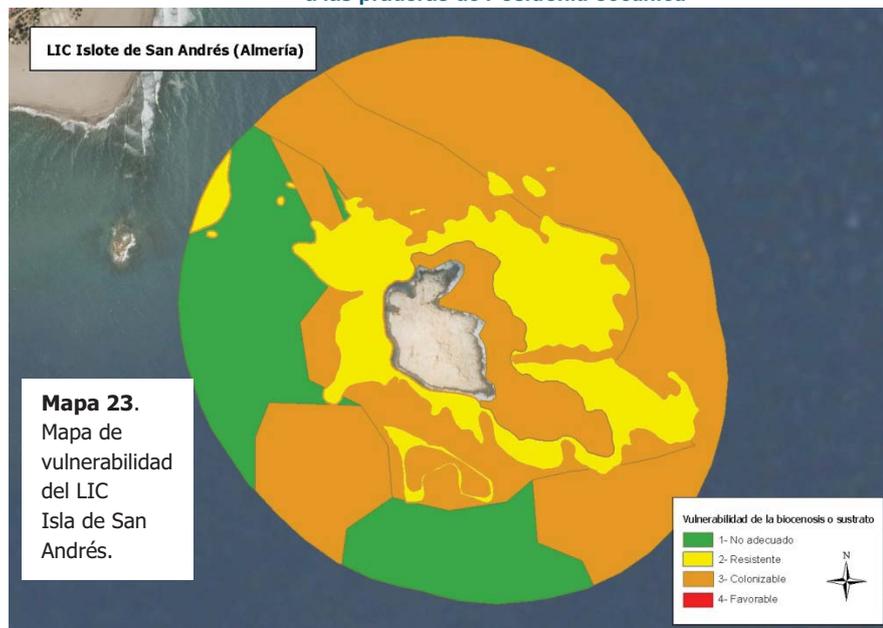


**Mapa 22.**  
 Mapa de vulnerabilidad del LIC Cabo de Gata-Níjar.

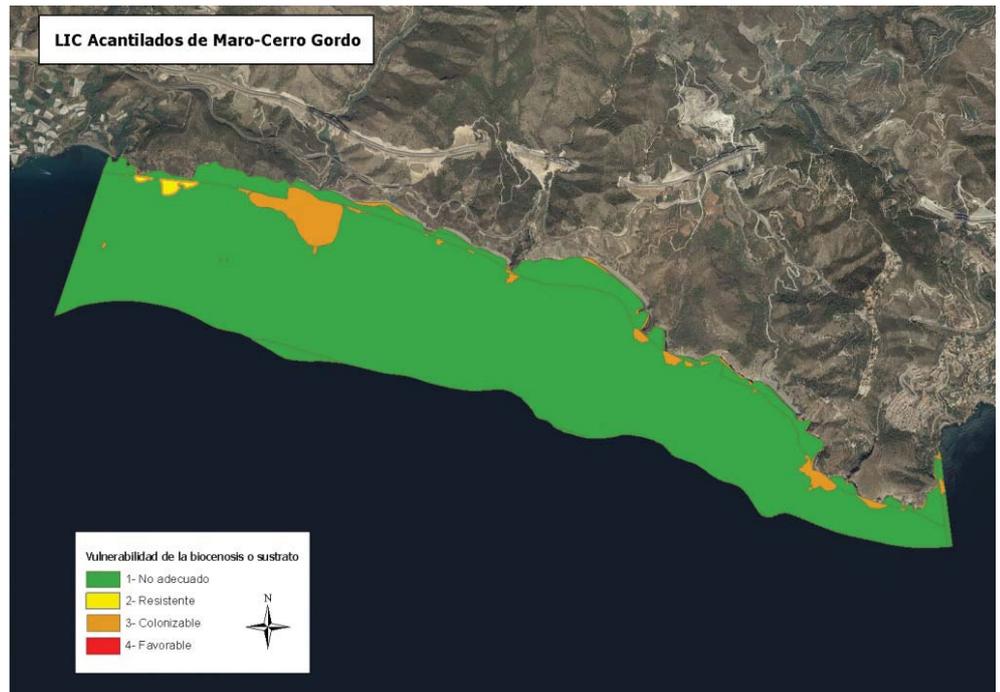
La vulnerabilidad por hábitat de la Isla de San Andrés (Mapa 23) es la más alta de los LIC analizados además tiene un índice de fragmentación muy elevado. Ambos factores hacen pensar que es fácil que *C. cylindracea* se asiente en los fondos marinos de este LIC.

El LIC Arrecifes de Roquetas de Mar (Mapa 24) está en una situación delicada ya que se ha observado *C. cylindracea* muy cerca del LIC, precisamente en la zona más favorable para *Caulerpa*, cerca de una extensa zona de *Posidonia* degradada y de mata muerta. La zona con *Posidonia oceanica* sana tiene un índice de fragmentación relativamente bajo (119) lo que no facilitaría el asentamiento de *Caulerpa*. Virtualmente *C. cylindracea* ya está en el LIC pues se encuentra en la misma cuadrícula de 10x10 que se ha utilizado para el análisis de riesgos.

El LIC Fondos Marinos de Punta Entinas-Sabinar (Mapa 25) no tiene sustratos, hábitats o biocenosis favorables. Tiene amplias zonas "Resistentes" con *Posidonia oceanica* relativamente muy poco fragmentada (tiene el índice de fragmentación más bajo de todos con un valor de 26) y sedimentos no consolidados medio-gruesos. La zona más asequible para *Caulerpa* serían las praderas de *Cymodocea* y las praderas mixtas de ambas fanerógamas junto con el borde de pradera de *Posidonia* y las zonas con algas.

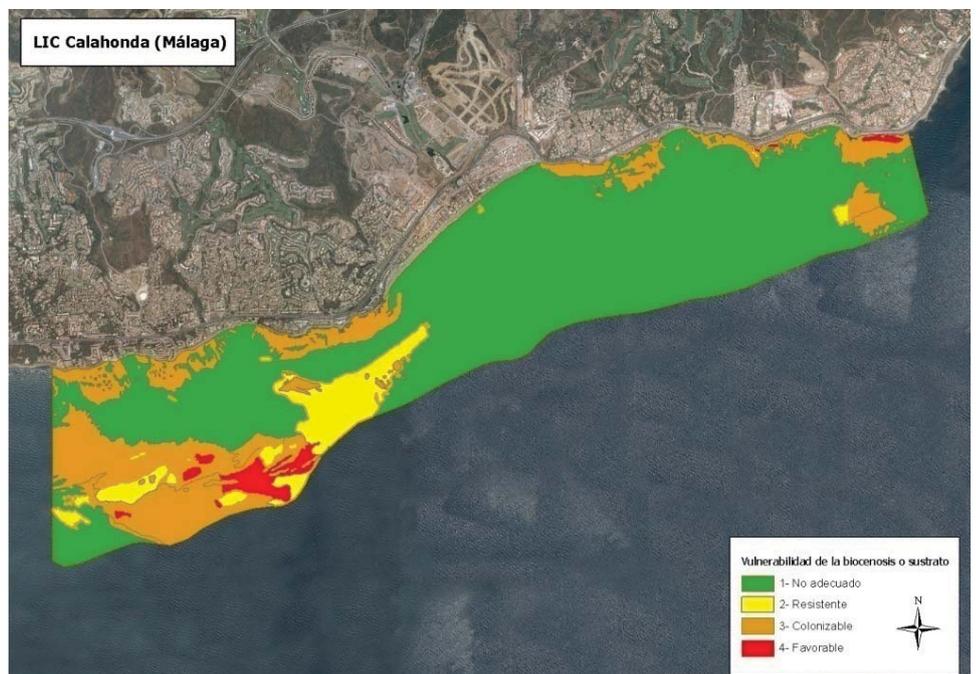


En el LIC de los Acantilados de Maro-Cerro Gordo (Mapa 26), el 98% de sus hábitats son “No adecuados”. Por esta razón tiene el índice de vulnerabilidad por hábitat más bajo de todos los LIC de este informe. Su índice de fragmentación también es relativamente bajo por lo que será difícil que *C. cylindracea* se instale y colonice sus fondos. A pesar de ello la zona de pradera de *Posidonia* se encuentra muy deteriorada por la riada de septiembre de 2007 y aunque se observa cierta recuperación, se encuentra muy fragmentada lo que ofrecería una posible vía de entrada a *Caulerpa*.



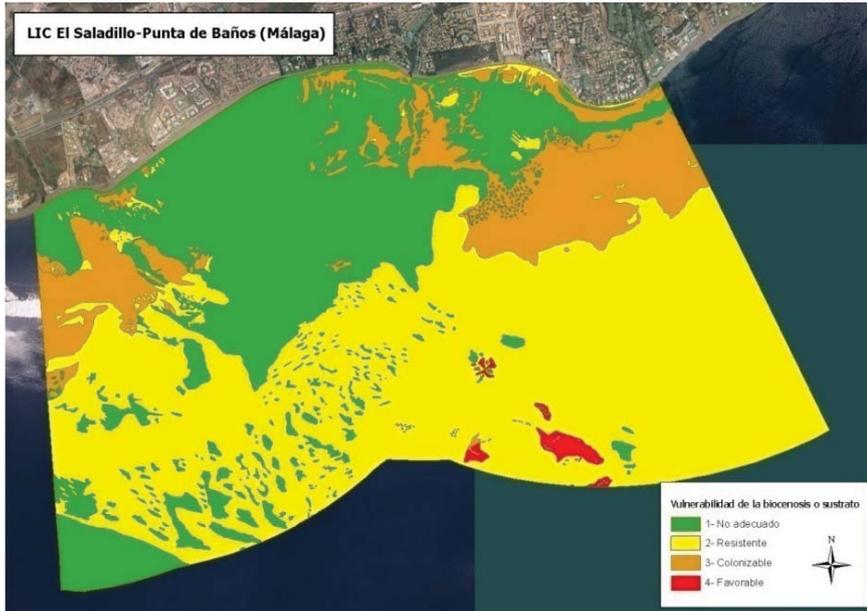
Mapa 26. Mapa de vulnerabilidad del LIC Acantilados de Maro-Cerro Gordo.

El LIC de Calahonda (Mapa 27) ha obtenido un índice de vulnerabilidad por hábitat medio (28) ya que el 21 % de sus hábitats son del tipo “Colonizable”. Por otra parte ha obtenido el índice de fragmentación absoluto más alto con un valor de 1376.



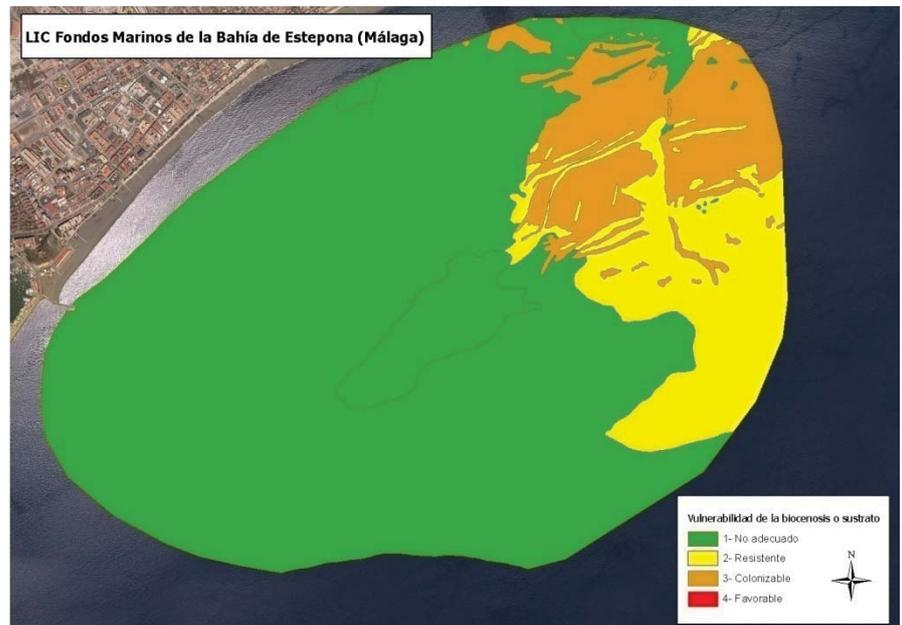
Mapa 27. Mapa de vulnerabilidad del LIC de Calahonda.

En el LIC del Saladillo-Punta de Baños (Mapa 28) hay numerosos rodales pequeños y someros de *Posidonia* que serían resistentes a la colonización por *Caulerpa*. También hay extensas zonas resistentes a la colonización constituidas por sedimentos medio-grosos. Los sustratos que serían más susceptibles de ser invadidos serían los sustratos rocosos, vegetados o no. Existen además unas reducidas zonas "Favorables" constituidas por conchilla o por maerl donde se podría asentar *Caulerpa* con mayor facilidad.



**Mapa 28.** Mapa de vulnerabilidad del LIC del Saladillo-Punta de Baños.

El LIC fondos marinos de la Bahía de Estepona (Mapa 29) es poco vulnerable por tener una gran extensión de sustratos no adecuados para *Caulerpa*. La parte "Resistente" a la colonización está constituida por sedimentos medio-grosos y la "Colonizable" por sustratos rocosos más o menos vegetados.



**Mapa 29.** Mapa de vulnerabilidad del LIC fondos marinos de la Bahía de Estepona.

### Riqueza específica

Se incluye, como Anejo, el análisis de la riqueza específica realizado para peces, algas y macroinvertebrados de las praderas de *Posidonia oceanica*.

Finalmente, se ha construido una matriz resumen (Tabla 8) con el riesgo acumulado de cada LIC (**Riesgo**) de la Tabla 2, los valores de superficies en función de la vulnerabilidad del hábitat, biocenosis o sustrato (**Vulnerabilidad Hábitat**), los valores de vulnerabilidad del hábitat de *Posidonia* en función de su fragmentación (**Vulnerabilidad Fragmentación**) y riqueza específica (**vulnerabilidad Riqueza**), todo ello enfocado a la resistencia frente al asentamiento de especies exóticas invasoras, concretamente de la macroalga *Caulerpa cylindracea*.

Las estrategias y herramientas para la gestión necesarias para impedir la llegada y asentamiento de esta especie a los diferentes LIC ámbito del proyecto, dependerán de la puntuación que cada uno tenga en los dos apartados, riesgo y vulnerabilidad.

**Tabla 8.** Puntuación de cada parámetro para cada LIC (Np, no procede. Sd, sin datos)

LIC	Riesgo	Vulnerabilidad Hábitat	Vulnerabilidad Fragmentación	Vulnerabilidad Riqueza
Levante Almeriense	Np	21	3	52
Cabo Gata-Níjar	Np	28	6	36
I. San Andrés	17	72	27	74
Arrecifes Roquetas	Np	46	5	47
Punta Entinas	18	12	1	56
Maro Cerro-Gordo	10.5	1	6	24
Calahonda	10.5	28	52	sd
Saladillo-pta. Baños	3	18	Sd	Sd
F.M. Estepona	15	14	Sd	19

**"PROYECTO LIFE09NAT/ES/000534.  
CONSERVACIÓN DE LAS PRADERAS DE  
*Posidonia oceanica* EN EL MEDITERRÁNEO ANDALUZ"**



**ACCIÓN C4: SEGUIMIENTO Y CONTROL DE ESPECIES DE MACROALGAS  
EXÓTICAS INVASORAS LIGADAS A LAS PRADERAS DE *POSIDONIA OCEANICA***

**Anejo (al Informe final): "INVENTARIO DE BIOCENOSIS Y ESPECIES"**

**Abril 2015**

## LIFE POSIDONIA. ACCIÓN C4. INVENTARIO DE BIOCENOSIS Y ESPECIES

- 1.- Análisis de la diversidad específica: Censos de peces..... 1**
- 2.- Análisis de la diversidad específica: Inventario de macroalgas..... 15**
- 3.- Análisis de la diversidad específica: Censos de invertebrados..... 48**

### 1.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD ESPECÍFICA: CENSOS DE PECES

#### Introducción

El estudio de las comunidades asociadas a las praderas de *Posidonia oceanica* se ha abordado históricamente desde distintos puntos de vista. Para un conocimiento de la biodiversidad que albergan estas praderas es importante conocer en detalle la bibliografía y utilizar como herramientas imprescindibles los listados y catálogos de especies existentes. En el caso de las praderas de *Posidonia oceanica* de Andalucía, las obras de referencia son los libros de "Fauna y flora del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar" (García-Raso *et al.*, 1992) y "Praderas y boques marinos de Andalucía" (Luque y Templado, 2004), que incluyen listados de especies de todos los grupos biológicos conocidos en base a publicaciones científicas y a estudios realizados en aguas andaluzas. El estado de conservación de las praderas de la zona (Marbá *et al.*, 1996) también es importante para seleccionar los puntos de muestreo y seguimiento. Otro factor fundamental para plantear una red de seguimiento de las praderas es conocer la estructura de las mismas y los descriptores que se utilizan habitualmente en su estudio (Díaz y Marbá, 2009). La obtención de datos de fauna y flora marinas debe basarse en la experiencia previa de otros equipos que hayan estudiado las praderas de otros puntos del Mediterráneo. En España un referente clásico de los seguimientos en espacios naturales marinos es el que se lleva efectuando en las islas Medas (Gerona) desde los años 90 del siglo XX por parte de la Universidad Autónoma de Barcelona. Los resultados de la primera década de seguimientos pueden consultarse en Ros (2002). El estudio planteado para el inventario de las especies de las praderas de *Posidonia oceanica* en Andalucía dentro de la Acción C4 del Proyecto Life se han basado en gran medida en estos trabajos previos.

Desde el punto de vista de la conservación, los seguimientos de organismos marinos, principalmente si se trata de especies amenazadas y los estudios se realizan

en espacios protegidos, deben realizarse sin provocar impacto en las poblaciones o asegurando un impacto mínimo. En este sentido, se han desarrollado técnicas de seguimiento de las poblaciones de peces que no necesitan de toma de muestras, como son los censos visuales (Bayle *et al.*, 2000), siguiendo el paso marcado en tierra o en zonas húmedas y litorales por los tradicionales censos de aves acuáticas. Los censos visuales de la fauna de peces de una zona concreta se llevan realizando en el Mediterráneo desde los años 80 del siglo XX (Harmelin-Vivien *et al.*, 1986). Posteriormente se ha extendido su aplicación para el conocimiento de las poblaciones de peces en distintos ambientes, como son los fondos rocosos (García-Charton J. A. y Pérez-Ruzafa A. 1998), las praderas de *Posidonia oceanica* (Matricardi *et al.*, 1995; Jiménez *et al.*, 1996, 1997) e, incluso, en arrecifes artificiales (Bayle *et al.*, 1994; Moreno *et al.*, 2006). Además, puesto que el seguimiento en el tiempo de estas poblaciones de peces mediante censos permite conocer su evolución, existen experiencias previas de censos de peces en áreas marinas protegidas (García-Charton *et al.*, 2000), en ocasiones dirigidas al estudio del "Efecto Reserva" (Moreno, 1995; Ramos *et al.*, 1997; García-Charton *et al.*, 2004) o para evaluar el impacto de determinadas actuaciones humanas como el anclaje de embarcaciones en praderas de Posidonia (García-Charton *et al.*, 1993). Algunos de los estudios comentados se han realizado el SE español, incluida Andalucía, por lo que existe una experiencia previa en la zona y un conocimiento de detalle de las poblaciones de peces en Andalucía, incluyendo las asociadas a praderas de *Posidonia oceanica* (Templado *et al.*, 2004). La metodología empleada en el Proyecto Life *Posidonia* Andalucía está, por tanto, basada en estos estudios previos sobre la ictiofauna ya comentados.

## Metodología

Para este objetivo se establecieron en 2011 diez estaciones de estudio en Almería, una en Granada y otra en Málaga (Estaciones LIFE) (ver Mapa 1 y Tabla 1). La metodología está dirigida a conocer en detalle, en cada una de estas estaciones, las especies de peces, de macroflora y de macroinvertebrados identificables durante las inmersiones, evaluando asimismo la abundancia relativa de los principales elementos.

También se realiza la caracterización de la pradera en las localidades del Levante Almeriense, no incluida en POSIMED.

Las estaciones se ubicaron a unos 10 m de profundidad (entre 10 y 12 m). Para ello se buscaron praderas que tuvieran algo de diversidad de fondos, es decir, que no fueran zonas con 100% de cobertura de *Posidonia*, sino zonas que tenían también alguna/s roca/s dentro de la pradera (no grandes bloques) y algunos claros o rodales de arena, pero intentando mantener siempre una dominancia de las praderas de *Posidonia*, con más del 50% de cobertura total. Esto no ha sido posible en Málaga, donde las manchas de *Posidonia* son pequeñas.

Los censos de peces se realizaron en 2011 a finales de la primavera o principios de verano (excepto en Málaga que se hicieron en 2012 y en pleno verano). En cada estación se realizaron 3 censos de peces (réplicas), de 50 metros (con cinta métrica) de longitud y 5 m de ancho (2,5 m a cada lado del observador), en tres puntos distintos, próximos a la baliza de la estación (se tomaron tres rumbos distintos a partir de la misma), siguiendo la metodología básica ya utilizada en otros estudios realizados en la costa de Almería.

En cada censo, que duraba unos 15 minutos, se tomaron los siguientes datos (en una tablilla plástica):

- Localidad.
- Nº de censo.
- Fecha y hora.
- Temperatura agua en la superficie y en el fondo.
- Visibilidad en superficie (disco de Secchi) y en el fondo.
- Las especies de peces observadas, anotando su abundancia en clases (1, 2-3, 4-5, 6-10, 11-20, 21-30, 31-50, 51-100, >100) y las tallas de los ejemplares en centímetros.
- Observaciones.
- Se anotaron las biocenosis y especies observadas con las que se irán completando los inventarios correspondientes de la estación.
- Se obtuvieron fotografías siempre que fue posible.



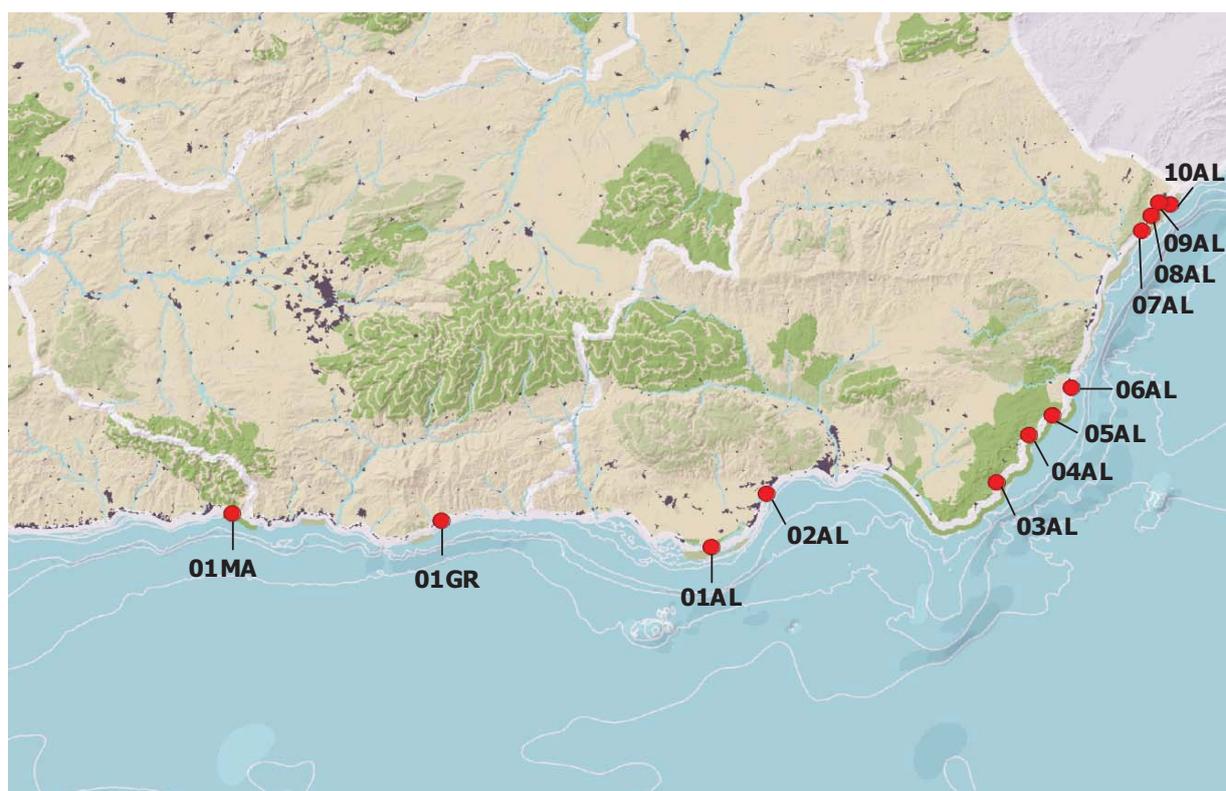
**Foto 1.** Colocación de la cinta métrica para realizar el censo de ictiofauna (07AL-Loza del Payo).



**Foto 2.** En los censos se anotan las especies observadas, su abundancia y su talla (06AL-Isla de S. Andrés).



**Foto 3.** Se realizaron numerosas fotografías de las especies observadas. En la imagen, un corvallo (06AL-Isla de S. Andrés).



**Mapa 1.** Localidades establecidas en Málaga, Granada y Almería (Estaciones LIFE) donde se realizan los trabajos de seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica* del Proyecto Life. 01MA.– Molino de Papel. 01GR.– Cambriles. 01AL.- Punta Entinas. 02AL.– Bajos de Roquetas. 03AL.– Los Escullos. 04AL.– Las Negras. 05AL.– Agua Amarga. 06AL.– Isla de San Andrés. 07AL.– Punta Cala Infalible. 08AL.– El Calón. 09AL.– Pozo del Esparto. 10AL.– Isla de Terreros.

**Tabla 1.** Localidades establecidas en Málaga, Granada y Almería (Estaciones LIFE) donde el Equipo de Medio Marino ha realizado los censos de peces (2011 y 2012). La caracterización de las praderas se realizó sólo en las localidades de Almería no cubiertas por POSIMED (2011).

Nº	Provincia	Localidad	UTM (Datum ETRS89)			Fecha	Actuación
			Huso	X	Y		
01MA	Málaga	Molino de Papel	30S	427199	4067292	22/08/2012	Censo peces
01GR	Granada	Cambriles	30S	470054	4065741	07/09/2011	Censo peces
01AL	Almería	Punta Entinas	30S	525297	4058254	28/07/2011	Censo peces
02AL	Almería	Bajos Roquetas	30S	537238	4071254	27/07/2011	Censo peces
03AL	Almería	Los Escullos	30S	584044	4072585	05/07/2011	Censo peces
04AL	Almería	Las Negras	30S	589771	4082754	06/07/2011	Censo peces
05AL	Almería	Agua Amarga	30S	595563	4088193	07/07/2011	Censo peces
06AL	Almería	Isla de San	30S	599340	4094658	08/07/2011	Censo peces
07AL	Almería	Loza del Payo	30S	615118	4128202	02/06/2011	Censo peces/Caracterización
08AL	Almería	El Calón	30S	619319	4134197	16/06/2011	Censo peces/Caracterización
09AL	Almería	Pozo del Esparto	30S	616390	4132531	14/06/2011	Censo peces/Caracterización
10AL	Almería	Isla de Terreros	30S	619268	4134179	15/06/2011	Censo peces/Caracterización

## Resultados

En los censos en total se han identificado 40 especies de peces (Tabla 2). La especie más abundante ha sido la boga (Foto 4), observada en todas las localidades (Tabla 2) y en gran número, puesto que forma bancos importantes en la columna de agua. En la Tabla 2 se presentan los datos de abundancia de cada especie y su porcentaje (columnas de la izquierda) y también estos mismos valores sin tener en cuenta la boga (columnas centrales), puesto que su inclusión sesga los datos al representar casi el 70% del número de ejemplares en los censos. Las otras dos especies que se han observado en todas las localidades son el tordo ocelado (Foto 5, Gráfico 2) y la doncella (Foto 6, Gráfico 3). En el caso del tordo ocelado, su presencia se relaciona con sustratos rocosos, mientras que la doncella resulta más abundante en las localidades occidentales, con un máximo en los Bajos de Roquetas (02AL). Cuatro especies se detectaron en 11 de las 12 localidades (92%): la castañuela (Foto 7, Gráfico 4), el serrano (Foto 8, Gráfico 5), la mojarra (Foto 9, Gráfico 6) y el raspallón (Foto 10, Gráfico 7). La castañuela es la segunda especie más abundante (un 13,58%) del total, y se observa principalmente en la costa de levante de Almería. El serrano resulta más abundante en sustrato rocoso. La mojarra es muy variable en los censos por ser una especie gregaria. El raspallón, una especie característica de praderas, no se observó en Málaga y fue más abundante en los Bajos de Roquetas, Los Escullos y en la isla de San Andrés.



Foto 4. *Boops boops* (boga)



**Tabla 2.** Especies de peces observadas en los censos de ictiofauna del Proyecto LIFE Posidonia Andalucía. Se indica el nombre científico, el número medio de individuos por censo y su porcentaje, el número medio de individuos por censo (eliminando la boga, la especie más abundante y que produce un sesgo considerable en el resto de los datos) y su porcentaje, y el número de localidades en las que ha estado presente la especie (y su porcentaje).

	Nombre científico	Nombre común	Total de peces		Total peces (menos las bogas)		Presencia en Localidades	
			Nº de individuos/censo (valores medios)	%	Nº de individuos/censo (valores medios)	%	Nº de Localidades	%
1	<i>Muraena helena</i>	Morena	0	0,01	0	0,02	1	8
2	<i>Atherina</i> sp.	Pejerrey	16	1,51	16	4,96	3	25
3	<i>Scorpaena porcus</i>	Rascacio	0	0,01	0	0,03	3	25
4	<i>Epinephelus marginatus</i>	Mero	0	0,01	0	0,03	2	17
5	<i>Epinephelus costae</i>	Falso abadejo	0	0,02	0	0,06	3	25
6	<i>Serranus cabrilla</i>	Cabrilla, serrano	1	0,07	1	0,24	9	75
7	<i>Serranus scriba</i>	Serrano, vaquita	3	0,26	3	0,85	11	92
8	<i>Apogon imberbis</i>	Reyezuelo	1	0,13	1	0,44	5	42
9	<i>Seriola dumerilii</i>	Lecha	0	0,00	0	0,01	1	8
10	<i>Trachurus mediterraneus</i>	Jurel	0	0,01	0	0,03	1	8
11	<i>Mullus surmuletus</i>	Salmo nete de roca	1	0,12	1	0,40	7	58
12	<i>Parapristipoma octolineatum</i>	Burro listado	0	0,01	0	0,03	2	17
13	<i>Dentex dentex</i>	Dentón	0	0,03	0	0,09	3	25
14	<i>Sarpa salpa</i>	Salpa	37	3,54	37	11,60	8	67
15	<i>Boops boops</i>	Boga	734	69,52	---	---	12	100
16	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Chopa	1	0,07	1	0,22	4	33
17	<i>Oblada melaneura</i>	Oblada	8	0,74	8	2,43	9	75
18	<i>Diplodus vulgaris</i>	Mojarra	14	1,32	14	4,32	11	92
19	<i>Diplodus annularis</i>	Raspallón	12	1,13	12	3,72	11	92
20	<i>Diplodus sargus</i>	Sargo común	2	0,16	2	0,53	5	42
21	<i>Diplodus puntazzo</i>	Sargo picudo	0	0,01	0	0,02	2	17
22	<i>Pagrus pagrus</i>	Pargo	1	0,06	1	0,18	3	25
23	<i>Paqellus acame</i>	Besugo	3	0,26	3	0,86	1	8
24	<i>Spicara smaris</i>	Chuca	3	0,29	3	0,94	4	33
25	<i>Sciaena umbra</i>	Corvallo	6	0,52	6	1,71	1	8
26	<i>Chromis chromis</i>	Castañuela	143	13,58	143	44,56	11	92
27	<i>Sphyræna sphyraena</i>	Espetón	41	3,93	41	12,88	4	33
28	<i>Mugil</i> sp.	Mujol	0	0,01	0	0,03	1	8
29	<i>Symphodus mediterraneus</i>	Tordo mediterráneo	1	0,08	1	0,27	9	75
30	<i>Symphodus ocellatus</i>	Tordo ocellado	2	0,21	2	0,69	12	100
31	<i>Symphodus tinca</i>	Tordo, peto	2	0,23	2	0,75	10	83
32	<i>Symphodus roissali</i>	Tordo	0	0,02	0	0,08	6	50
33	<i>Symphodus rostratus</i>	Tordo picudo	0	0,03	0	0,10	5	42
34	<i>Symphodus doderleini</i>	Tordo, zorzal	1	0,06	1	0,19	8	67
35	<i>Symphodus cinereus</i>	Bodión, porredana	0	0,01	0	0,04	2	17
36	<i>Labrus merula</i>	Merlo	0	0,02	0	0,06	5	42
37	<i>Labrus viridis</i>	Griva	0	0,01	0	0,03	3	25
38	<i>Coris julis</i>	Doncella	19	1,84	19	6,05	12	100
39	<i>Thalassoma pavo</i>	Pez verde	2	0,17	2	0,56	8	67
40	<i>Parablennius rouxi</i>	Babosa	0	0,00	0	0,00	0	0

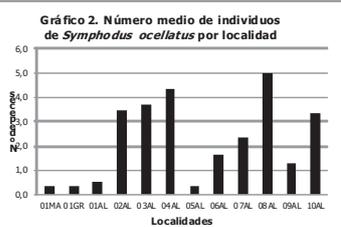


Foto 5. *Symphodus ocellatus* (tordo ocelado)

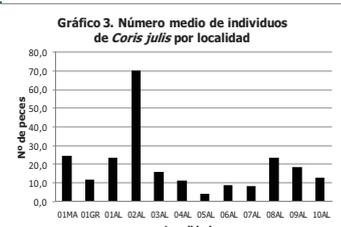


Foto 6. *Coris julis* (doncella)

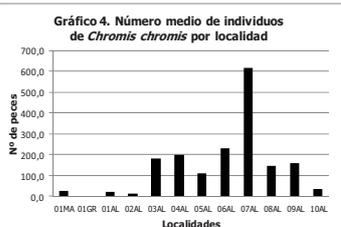


Foto 7. *Chromis chromis* (castañuela)

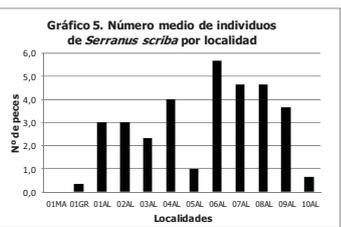


Foto 8. *Serranus scriba* (serrano, vaquilla)

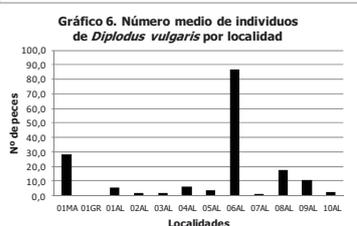


Foto 9. *Diplodus vulgaris* (mojarra)

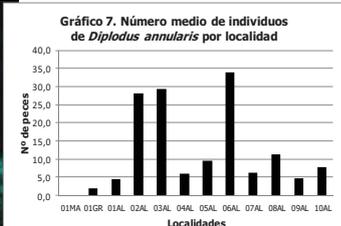


Foto 10. *Diplodus annularis* (raspallón)

Una especie también muy frecuente, aunque sólo observada en la provincia de Almería, es el tordo (Foto 11, Gráfico 8). Otra especie característica de las praderas de *Posidonia* es la salpa (Foto 12, Gráfico 9), que se alimenta de sus hojas. Dado que forma bancos, su presencia es muy variable en los censos. Es interesante señalar que en la localidad en la que ha resultado más abundante ha sido la isla de Carboneras, precisamente donde se han detectado más mordiscos de esta especie en el estudio de los epifitos del Proyecto Life. El espetón (Foto 13, Gráfico 10) también forma grandes bancos, especialmente en el Levante Almeriense. Un gran banco detectado en los censos de El calón sesgan un poco los datos, y hacen que esta especie sea la tercera en cuanto a número medio de individuos en los censos, cuando no es una especie ligada a las praderas. Es curioso señalar que el tordo o zorzal (Foto 14, Gráfico 11), una especie característica de praderas de *Posidonia*, resultó ser más abundante en las localidades del poniente almeriense, Punta Entinas y, sobre todo, en los Bajos de Roquetas, aunque estuvo ausente en los censos de Málaga y Granada. Otra especie característica de las

praderas de *Posidonia*, la griva (Foto 15, Gráfico 12), se observó sólo en las localidades más cercanas a Murcia, lo que indica que se trata de una especie típicamente mediterránea. También resultó más abundante en la fachada mediterránea el pez verde (Foto 16, Gráfico 13), aunque con una presencia siempre muy irregular.



Foto 11. *Symphodus tinca*

Gráfico 8. Número medio de individuos de *Symphodus tinca* por localidad

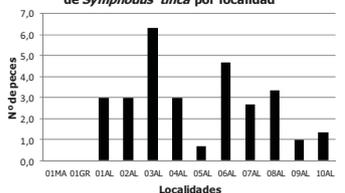


Foto 12. *Sarpa salpa*

Gráfico 9. Número medio de individuos de *Sarpa salpa* por localidad



Foto 13. *Sphyaena sphyraena*

Gráfico 10. Número medio de individuos de *Sphyaena sphyraena* por localidad

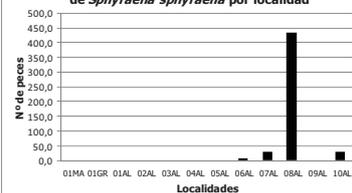


Foto 14. *Symphodus doderleini*

Gráfico 11. Número medio de individuos de *Symphodus doderleini* por localidad

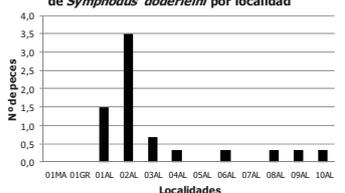


Foto 15. *Labrus viridis*

Gráfico 12. Número medio de individuos de *Labrus viridis* por localidad

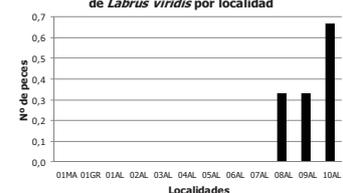


Foto 16. *Thalassoma pavo*

Gráfico 13. Número medio de individuos de *Thalassoma pavo* por localidad

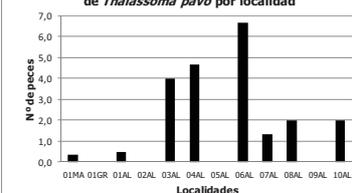


Foto 17. *Mullus surmuletus*

Gráfico 14. Número medio de individuos de *Mullus surmuletus* por localidad

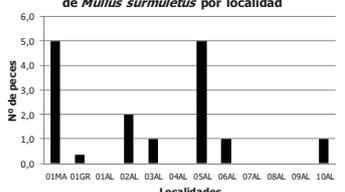


Foto 18. *Epinephelus costae*

Gráfico 15. Número medio de individuos de *Epinephelus costae* por localidad

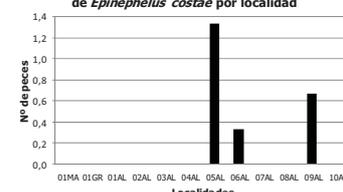
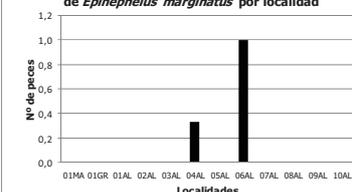


Foto 19. *Epinephelus marginatus*

Gráfico 16. Número medio de individuos de *Epinephelus marginatus* por localidad

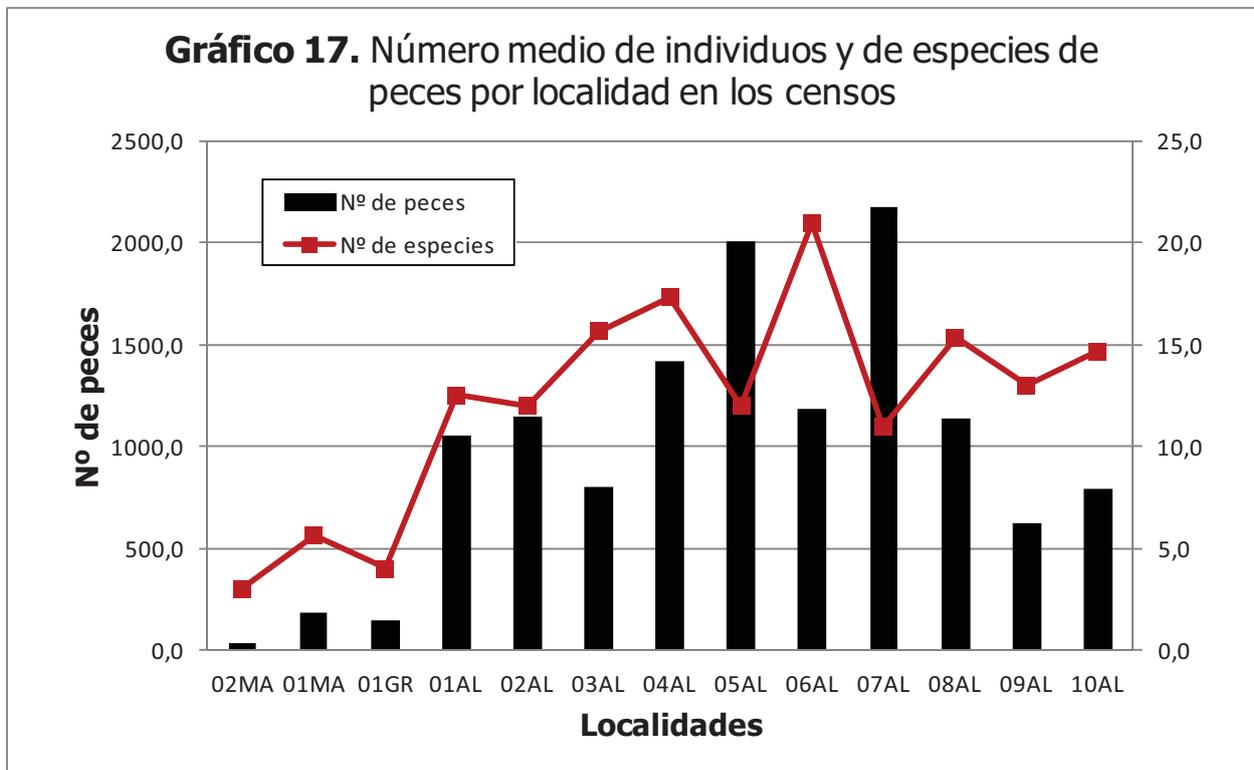


El salmonete de roca (Foto 17; Gráfico 14), presente en todas las zonas, resultó ser frecuente principalmente en las localidades en las que el sustrato arenoso, formando rodales, era más abundante, como en Molino de Papel, en Málaga, y en Agua Amarga, en Almería. Los grandes depredadores, como el falso abadejo (Foto 18, Gráfico 15) y el mero (Foto 19, Gráfico 16), resultaron muy escasos en los censos. Así, el falso abadejo se observó sólo en 3 localidades de Almería, en concreto en Agua Amarga, isla de San Andrés e isla de Terreros. En Agua Amarga, donde fue más abundante, los fondos son arenosos, pero en las cercanías hay anclas de gran tamaño o pequeñas embarcaciones hundidas, que sirven de refugio para estos depredadores que cazan en la pradera. El mero, por el contrario, prefiere sustratos más rocosos y se observó en Las Negras y en la isla de San Andrés.

## Discusión

La ictiofauna observada en los censos realizados en las praderas de *Posidonia* está formada por distintos grupos de especies. Por un lado se encuentran las especies características de las praderas, como el raspallón, el zorzal, la griva o la salpa, que es una de las pocas especies que se alimenta de sus hojas. Estas especies, aunque características, nunca son abundantes a excepción de la salpa, que llega a representar el 3,54% de los peces observados. Otras especies son frecuentes en las praderas de *Posidonia*, pero propias de fondos rocosos, como el tordo ocelado, la doncella, la castañuela, el tordo, el pez verde, el falso abadejo o el mero. De entre todas ellas, la castañuela es la que resulta más abundante (la segunda entre todas las especies), con un 13,58% del total. Sólo en una localidad, precisamente en la isla de San Andrés, en las que los fondos son rocosos, se observaron juntos al mero y al falso abadejo, además de otras muchas especies de fondos duros, como el corvallo, distintas especies de sargos, etc. Entre las especies que forman bancos que ocupan la columna de agua, la especie más numerosa y constante es la boga, que llega a ser casi el 70% de todos los peces censados en cuanto al número de individuos. Las siguientes especies también más numerosas en los censos son formadoras de bancos, como la castañuela (más del 13%), el espetón (3,9%) y la salpa (3,5%). Estas 4 especies suponen un 90% de los

peces observados, lo que demuestra que la mayor parte de la ictiofauna de las praderas está compuesta por especies móviles que se acercan a las mismas para alimentarse o encontrar refugio, pero que no están siempre dentro de ellas.



**Gráfico 17.** Número total de peces (individuos) y número total de especies de peces en las localidades establecidas en Málaga, Granada y Almería (Estaciones LIFE). 01MA.- Molino de Papel. 01GR.- Cambriles. 01AL.- Punta Entinas. 02AL.- Bajos de Roquetas. 03AL.- Los Escullos. 04AL.- Las Negras. 05AL.- Agua Amarga. 06AL.- Isla de San Andrés. 07AL.- Punta Cala Infalible. 08AL.- El Calón. 09AL.- Pozo del Esparto. 10AL.- Isla de Terreros.

Comparando todas las localidades, se observa que en las de Málaga y Granada el número de especies y de ejemplares es mucho menor que en las de Almería. Así, en Granada sólo hay 4 especies y en Málaga 6, mientras que en todas las de Almería hay más de 10 especies, con un máximo de 21 en la isla de San Andrés. En cuanto al número de individuos medio por censo, los valores también fueron muy bajos en Málaga y Granada (185 y 148, respectivamente), mientras que en las localidades almerienses siempre superaron los 500 individuos. Los valores máximos de número medio de individuos por censo se obtuvieron en Agua Amarga y en El Calón, con 2006 y 2177, respectivamente. Es curioso observar que estas localidades con mayor número de

individuos no son las que tienen mayor diversidad de especies, lo que se debe a los grandes bancos de bogas detectados en ellas. Los valores tan bajos en número de especies y número medio de individuos por censo en Málaga y Granada seguramente se deben a que en estas provincias las praderas de *Posidonia oceanica* son muy pequeñas, en ocasiones sólo manchas. Por ejemplo en Málaga, la cobertura de *Posidonia* es de sólo el 23% mientras que domina la arena con el 60%.

## Bibliografía

- Bayle J.T. y Sánchez Jerez P. 2000. Sampling techniques: fish assemblages. *En*: Goñi R., Harmelin-Vivien M., Badalamenti F., Le Direach L. y Bernard G. (Ed.). *Introductory guide of methods for selected ecological studies in marine reserves*. GIS Posidonie publ., Fr.: 88-90.
- Bayle J.T., Ramos-Esplá A.A. y García Charton J.A. 1994. Intra-annual variability of an artificial reef fish assemblage in the Marine Reserve of Tabarca (Alicante, Spain, SW Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*, 55 (2-3): 824-835.
- Díaz E. y Marbá N. 2009. 1120 *Posidonion oceanicae*. Praderas de *Posidonia oceanica*. *En*: VV.AA. (Ed.). *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid: 129.
- García-Charton J.A., Bayle-Sempere J.T., Sánchez Lizaso J.L., Chiesa P., Llauro F., Pérez C. y Djian H. 1993. Respuesta de la pradera de *Posidonia oceanica* y su ictiofauna asociada al anclaje de embarcaciones en el parque nacional de Port-Cros (Francia). *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía*, 11: 423-430.
- García-Charton J. A. y Pérez-Ruzafa A. 1998. Correlation between habitat structure and a rocky reef fish assemblage in the Southwest Mediterranean. *Marine Ecology*, 19 (2): 111-128.
- García-Charton J.A., Pérez Ruzafa A. y Marcos Diego C. 2000. Fish visual census methods for detecting gradients of abundance and biomass across boundaries of MPAs. *En*: Goñi R., Harmelin-Vivien M., Badalamenti F., Le Direach L. y

- Bernard G. (Ed.). *Introductory guide of methods for selected ecological studies in marine reserves*. GIS Posidonie publ., Fr.: 29-34.
- García-Charton J.A., Pérez-Ruzafa A., Sánchez-Jerez P., Bayle Sempere J., Reñones O. y Moreno D. 2004. Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserves on Western Mediterranean rocky reef fish assemblages. *Marine Biology*, 144: 161-182.
- García Raso J.E., Luque A.A., Templado J, Salas C., Hergueta E., Moreno D. y Calvo M. 1992. *Fauna y flora marinas del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar*. Madrid, 288 pp.
- Harmelin-Vivien M.L., Harmelin J.G., Chauvet C., Duval C., Galzin R., Lejeune P., Bernabé G., Blanc F., Chevalier R., Duclerc J. y Lasserre G. 1985. Evaluation des peuplements et populations des poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 40: 467-539.
- Jiménez S., Bayle J.T., Ramos Esplá A.A. y Sánchez-Lizaso J.L. 1997. Ictiofauna de dos praderas de *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1813 con distinto grado de conservación. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía*, 23: 255-264.
- Jiménez S., Cano R., Bayle-Sempere J.T., Ramos A. y Sánchez Lizaso J.L. 1996. Las praderas de *Posidonia oceanica* (L.) Delile como zona de protección de juveniles de especies de interés comercial. *Tomo Extraordinario, 125 Aniversario de la RSEHN*, 375-378.
- Luque A.A. y Templado J. (Coords.) 2004. *Praderas y bosques marinos de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.
- Marbá N., Duarte C.M., Cebrián J., Gallegos M., Olesen B. y Sand-Jensen K. 1996. Growth and population dynamics of *Posidonia oceanica* on the Spanish Mediterranean coast: elucidating seagrass decline. *Marine Ecology Progress Series*, 137: 203-213.
- Matricardi G., Bussotti S. y Guidetti P. 1995. Tecniche non distruttive per la valutazione della fauna ittica associata alle praterie di *Posidonia oceanica*. En: Cinelli F., Fresi E., Lorenzi C. y Mucedola A. (Ed.). *La Posidonia oceanica. Un contributo*

*per la salvaguardia del principale ecosistema marino del Mediterraneo. Rivista Marittima*, Suplemento Vol. 12 (dicembre): 92-97.

- Moreno D. 1995. Programa de seguimiento del efecto reserva sobre la ictiofauna del P.N. de Cabo de Gata-Níjar. *En*: Guirado J. Coordinador (Ed.). *La gestión de los espacios marinos en el Mediterráneo Occidental. Actas de la VII Aula de Ecología, Almería, 9-20 de diciembre de 1992*. Instituto de Estudios Almerienses, Diputación de Almería: 105-118.
- Moreno D., Guirado J. y Mendoza R. 2006. El arrecife artificial de Cabo de Gata: una década de gestión activa del medio marino. *En*: Ocaña Martín A. y Sánchez Castillo P. (Ed.). *Conservación de la biodiversidad y explotación sostenible del medio marino*. Centro Mediterráneo de la Universidad de Granada y Sociedad Granatense de Historia Natural, Granada: 255-293.
- Ramos A.A., Sánchez Lizaso J.L., Bayle-Sempere J.T., Más J., Esteban A., Marcos C., Pérez Ruzafa A., García Charton J.A., Barcala E., Moreno D., Castro H. y Guirado J. 1997. Estudio comparado del efecto reserva sobre la ictiofauna en zonas marinas protegidas del sureste ibérico español. *Investigación y Gestión*, 1: 81-90.
- Ros J. 2002. Seguimiento ecológico de reservas marinas: objetivos, metodología y resultados de una década de estudio de las islas Medas (Gerona). *En*: Castell C., Hernández J. y Melero J. (Coord.) (Ed.). *La investigación y el seguimiento en los espacios naturales protegidos. Monografías, 34*. Diputación de Barcelona: 51-58.
- Templado J., Ballesteros E., García Raso J.E., San Martín G., López García E., Salas C., Sánchez Lizaso J.L. y Moreno D. 2004. Las praderas de *Posidonia oceanica*. La comunidad posidonícola. *En*: Luque A.A. y Templado J. (Coords.) (Ed.). *Praderas y bosques marinos de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla: 89-116.

## 2.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD ESPECÍFICA: INVENTARIO DE MACROALGAS

### Introducción

El conocimiento de la flora ficológica de Andalucía, que avanzó mucho en la segunda mitad del siglo XX queda recopilado básicamente en los inventarios de especies de los tres grupos principales, las feofitas (Flores-Moya *et al.*, 1995a), las clorofitas (Flores-Moya *et al.*, 1995b) y las rodofitas (Conde *et al.*, 1996). Posteriormente, se han ido ampliando estos listados con distintas contribuciones publicadas en la revista Acta Botanica Malacitana, aunque el grueso de las especies presentes en nuestras aguas se encuentra incluido en estas tres recopilaciones mencionadas. La flora algal de distintos puntos emblemáticos de las provincias de Almería, Granada y Málaga ha sido estudiada por diversos autores, como la de Cabo de Gata y Roquetas (Ballesteros y Catalán, 1984), o la zona de Maro-Cerro Gordo (Cebrián *et al.*, 2000; Cebrián y Ballesteros, 2004). Las principales novedades al listado de especies conocidas en Andalucía en los últimos años son algas exóticas, como *Asparagopsis taxiformis* (Ballesteros y Pinedo, 2004; Altamirano *et al.*, 2008) y *Caulerpa cylindracea* (= *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*) (Moreno, 2010), esta última recientemente introducida procedente de la próxima costa murciana donde había llegado unos pocos años antes (Ruiz *et al.*, 2011).

La metodología de estudio de las poblaciones de algas, basadas en transectos y cuadrículas, permite tener datos de presencia y densidad, obteniendo en un seguimiento continuado datos de su evolución (Levine, 1994; Chemello, 2000; Milazzo *et al.*, 2002; Torras *et al.*, 2006).

Las especies de algas que viven en los distintos estratos de las praderas de *Posidonia oceanica*, el de rizomas y el de hojas, han sido bien estudiadas en nuestras aguas. Una recopilación de la información existente se encuentra en el libro de "Praderas y bosques sumergidos de Andalucía" (Templado *et al.*, 2004). Realmente, el estrato de rizomas y el de las hojas constituyen dos biocenosis distintas, la primera con especies esciáfilas o de zonas umbrías y la segunda con especies fotófilas o amantes de la luz.

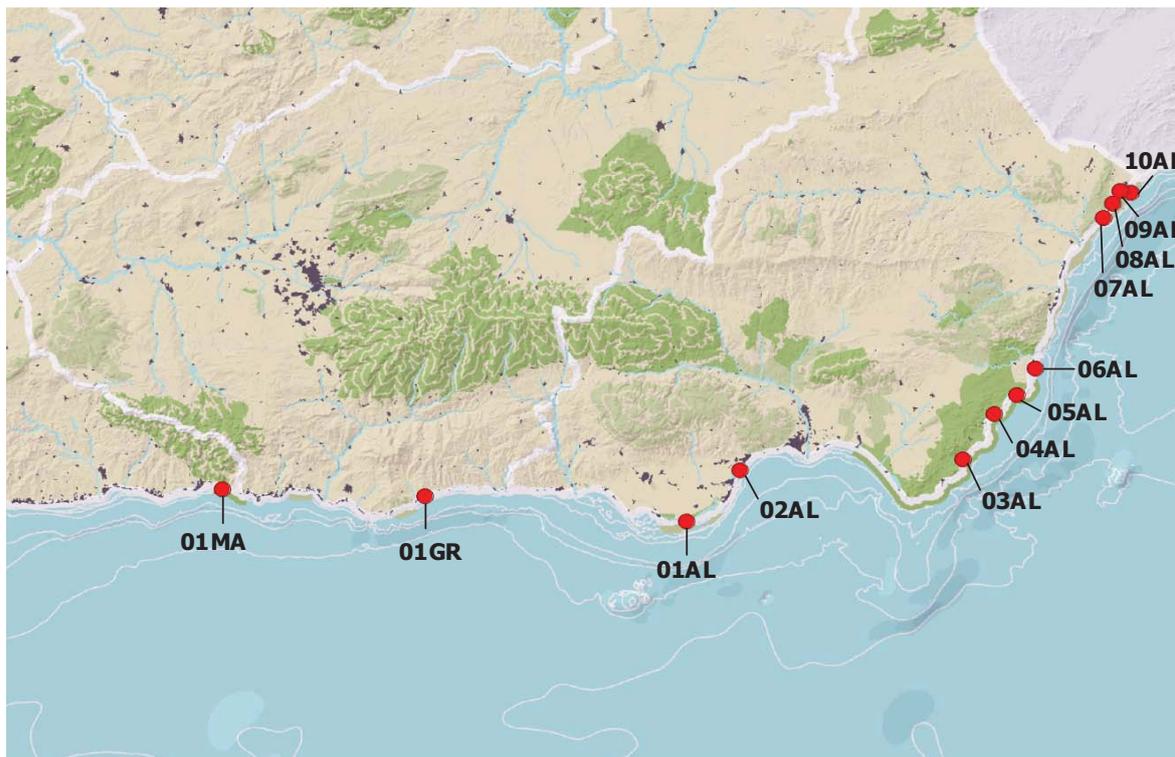
Mención aparte merecen las formaciones del alga roja calcárea *Mesophyllum alternans* que se encuentran con frecuencia en las praderas de *Posidonia* andaluzas (Hergueta *et al.*, 2004).

En el estudio de las especies que viven en la zona iluminada merecen comentario adicional los organismos epifitos (Templado *et al.*, 2004), tanto animales como algas, todos ellos siempre de pequeño tamaño. Estos pequeños organismos epifitos que colonizan las hojas de *Posidonia oceanica* y poco a poco se van extendiendo por ellas hasta impedirles hacer la fotosíntesis, son muy importantes en la comunidad posidonícola. Además de provocar la muerte y caída de las hojas de *Posidonia oceanica*, los epifitos atraen a distintos herbívoros que se alimentan de las hojas de esta fanerógama, que normalmente digieren solo los organismos que habían crecido sobre ellas (Alcoverro *et al.*, 1996; Cebrián *et al.*, 1996; Tomas *et al.*, 2005; Martínez *et al.*, 2006). Aunque entre los organismos que viven sobre las hojas de *Posidonia oceanica* hay tanto algas como invertebrados, el estudio de epifitos de la Acción C4 del Proyecto Life *Posidonia* Andalucía se ha encuadrado dentro del seguimiento de macroalgas, por ser este el grupo mayoritario entre los organismos colonizadores del estrato foliar.

## Metodología

Los trabajos submarinos de este objetivo se llevaron a cabo en 2012 en las estaciones de seguimiento de las praderas de *Posidonia* establecidas previamente, en 2011, para el censo de la ictiofauna (ver fichas anteriores en el presente informe). En total son diez localidades en Almería, una en Granada y otra en Málaga (Estaciones LIFE) (ver Mapa 2 y Tabla 3). La metodología está dirigida a conocer en detalle, en cada una de estas estaciones, las especies de macroalgas identificables durante las inmersiones, evaluando asimismo la abundancia relativa de los principales elementos.

La búsqueda de especies se realizó de forma selectiva. Para cada especie o grupo de especies se estableció un esfuerzo concreto (un tiempo fijo para cada estación para poder comparar entre localidades) a realizar en un estrato de la pradera concreto (estrato foliar, rizomas, el conjunto de la pradera, borde de la pradera, fuera de la pradera).



**Mapa 2.** Localidades establecidas en Málaga, Granada y Almería (Estaciones LIFE) donde se realizan los trabajos de seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica* del Proyecto Life. 01MA.– Molino de Papel. 01GR.– Cambriles. 01AL.- Punta Entinas. 02AL.– Bajos de Roquetas. 03AL.– Los Escullos. 04AL.– Las Negras. 05AL.– Agua Amarga. 06AL.– Isla de San Andrés. 07AL.– Punta Cala Infalible. 08AL.– El Calón. 09AL.– Pozo del Esparto. 10AL.– Isla de Terreros.

**Tabla 3.** Localidades establecidas en Málaga, Granada y Almería (Estaciones LIFE) donde el Equipo de Medio Marino ha realizado los censos de algas (2012 y 2013).

Nº	Provincia	Localidad	UTM (Datum ETRS89)			Fecha	Actuación
			Huso	X	Y		
02MA	Málaga	Estepona	30S	309144	4033373	18/12/2013	Seguimiento macroalgas
01MA	Málaga	Molino de Papel	30S	427199	4067292	22/08/2012	Seguimiento macroalgas
01GR	Granada	Cambriles	30S	470054	4065741	21/08/2012	Seguimiento macroalgas
01AL	Almería	Punta Entinas	30S	525297	4058254	20/06/2012	Seguimiento macroalgas
02AL	Almería	Bajos Roquetas	30S	537238	4071254	21/06/2012	Seguimiento macroalgas
03AL	Almería	Los Escullos	30S	584044	4072585	05/07/2012	Seguimiento macroalgas
04AL	Almería	Las Negras	30S	589771	4082754	09/07/2012	Seguimiento macroalgas
05AL	Almería	Agua Amarga	30S	595563	4088193	10/07/2012	Seguimiento macroalgas
06AL	Almería	Isla de San Andrés	30S	599340	4094658	11/07/2012	Seguimiento macroalgas
07AL	Almería	Loza del Payo	30S	615118	4128202	11/06/2012	Seguimiento macroalgas
08AL	Almería	El Calón	30S	619319	4134197	15/06/2012	Seguimiento macroalgas
09AL	Almería	Pozo del Esparto	30S	616390	4132531	14/06/2012	Seguimiento macroalgas
10AL	Almería	Isla de Terreros	30S	619268	4134179	03/07/2012	Seguimiento macroalgas

Además, se estimó la superficie de estudio (= la superficie de fondo marino inspeccionada en el tiempo empleado, expresada en m<sup>2</sup>) que fue diferente según la abundancia de las especies, pudiendo obtener así estimas de densidad de cada taxón.



**Foto 20.** Colocación de la cinta métrica para realizar el inventario de macroalgas (10AL-Isla de Terreros).

Para estimar la superficie de fondo marino inspeccionado se utilizó una cinta métrica de 50 m (Foto 20). La anchura del tramo inspeccionado fue de un metro a cada lado de la cinta métrica. La ausencia de la/s especie/s buscada/s también se anotó. Las especies o grupos de especies sobre los que se realizó el seguimiento (en caso de estar presentes) y la metodología empleada en cada caso han sido:

- Especies del género *Asparagopsis* (*A. armata* y *A. taxiformis*): se dedicaron 5 minutos a la búsqueda de macollas (conjunto de brotes con un mismo pie) y de tetrasporofitos (*Falkenbergia* spp.) en el estrato de rizomas y zonas de borde de pradera, marcando el inicio del recorrido con la cinta métrica (Foto 20) y considerando un ancho de muestreo de 1 m a cada lado. Se anotó el número de macollas observadas y su talla en cm, y los metros recorridos para definir la superficie de muestreo y estimar la densidad.

- Especies formadoras de concreciones, en concreto la coralinácea *Mesophyllum alternans*: se dedicarán 5 minutos a la búsqueda de concreciones. Se marcó el inicio del recorrido con la cinta métrica (Foto 20) y se consideró un ancho de muestreo de 1 m a cada lado. Se anotó el número de concreciones observadas y sus medidas en cm, así como los metros recorridos para definir la superficie de muestreo y estimar la densidad.
- *Caulerpa cylindracea* (= *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*): se realizaron 3 medidas de cobertura mediante marco de 40x40 cm, con 4 subcuádrículas, anotando el porcentaje de cobertura y el tipo de sustrato. Además, se obtuvieron fotografías de los marcos. También se tomaron, como mínimo, 5 medidas de longitud de los talos en cada marco de cobertura.
- Especies propias de la comunidad de algas fotófilas en modo calmo, como *Stypocaulon scoparium*, *Padina pavonica* y *Jania rubens*: se realizaron 7 medidas de cobertura, como mínimo, mediante marco de 40x40 cm (Foto 21), anotando el porcentaje que haya de cada una de ellas.
- Especies propias de la comunidad de algas esciáfilas en modo calmo, como *Flabellia petiolata*, *Peyssonnelia* spp. y *Valonia utricularis*: se anotó el número de talos distinguibles en un marco de 20x20 cm (Fotos 22 y 23). Se realizaron al menos 5 medidas para obtener datos medios.
- Especies propias de las hojas (epibiontes sésiles, tanto vegetales como animales): dada la dificultad de determinación de estas especies, muchas de ellas muy pequeñas, se tomarán muestras seleccionadas para su estudio en gabinete, donde se determinarán por grandes grupos (algas rojas, verdes y pardas, hidroideos, briozoos, etc., excepto en especies muy conspicuas como el briozoo *Electra posidoniae* que se tratará por separado). Se tomaron 10 haces al azar con todas las hojas, y se conservaron en un congelador. Una vez en el gabinete se trabajaron 5 haces completos por localidad, se separaron todas las hojas (se

contaron y midieron) y se estimó el porcentaje por separado, tanto de las especies incrustantes (algas, briozoos, etc.), como de las erectas (algas, hidroideos, etc.), que se observaron en cada hoja y en cada cara (haz y envés). También se han obtenido datos de marcas y mordiscos de herbívoros, tanto de peces (salpas) como de rizos o crustáceos.

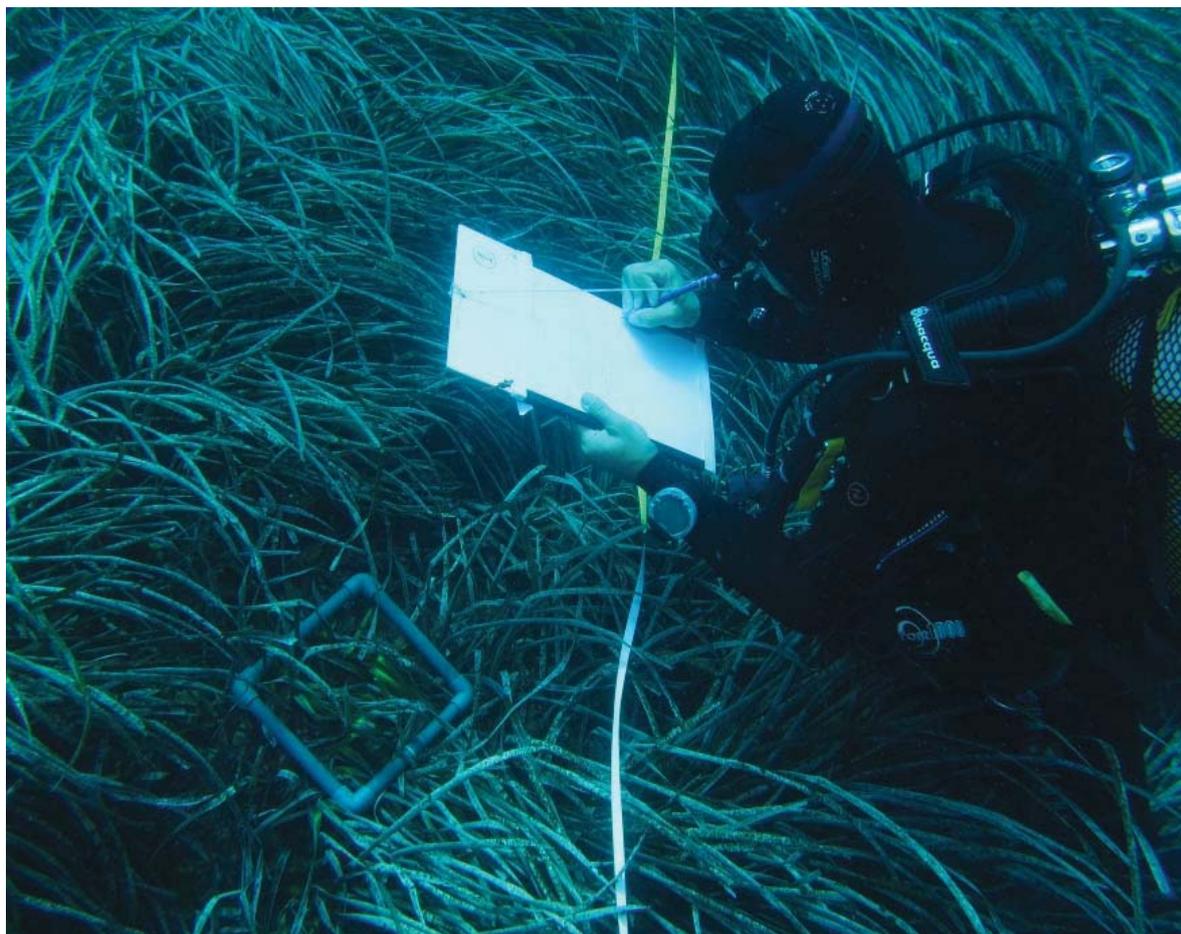


**Foto 21.** Marco de 40x40 cm para la cobertura de algas fotófilas (07AL-Loza del Payo).



**Foto 22.** Marco de 20x20 cm para la cobertura de algas esciáfilas (07AL-Loza del Payo).

- Todos los datos de campo se anotaron en una tablilla plástica, y servirán para ir completando los inventarios de biocenosis y especies observadas correspondientes a cada estación.
- Se obtuvieron fotografías siempre que fue posible.
- Se tomaron algunas muestras de las especies de algas fotófilas y esciáfilas más abundantes y frecuentes que han sido determinadas por María Altamirano, experta de la Universidad de Málaga.



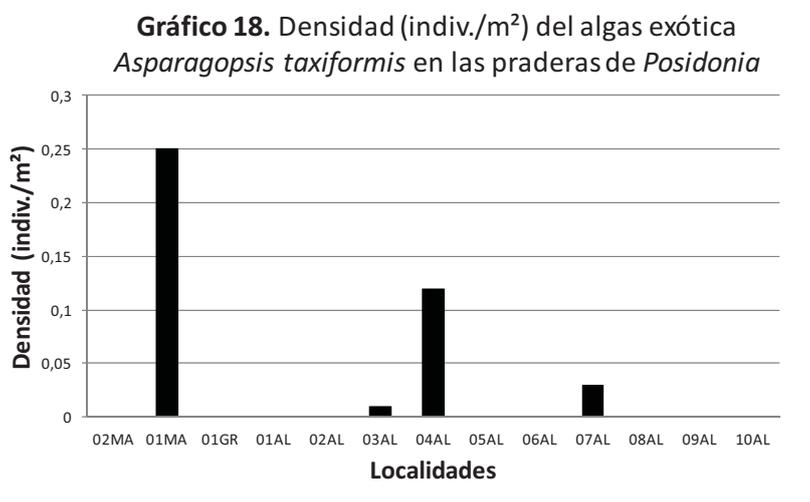
**Foto 23.** Toma de datos de la cobertura de algas esciáfilas con marco de 20x20 cm (10AL-Isla de Terreros).

## Resultados y Discusión

### Especies exóticas del género *Asparagopsis*

En las inmersiones realizadas se observó únicamente una de las dos especies conocidas en Andalucía, en concreto *Asparagopsis taxiformis* (Foto 24). Se trata de una especie exótica que se está extendiendo desde hace pocos años por todo el litoral andaluz. Su sustrato habitual y en el que alcanza un máximo desarrollo es el rocoso. En las praderas de fanerógamas marinas, y en concreto en las de *Posidonia*, es una especie poco frecuente y no se presenta nunca de forma masiva. En realidad, los talos de *Asparagopsis taxiformis* observados en las fondos de *Posidonia* se encuentran en piedras o rocas situadas en claros de la pradera. La presencia de esta especie ha

resultado muy irregular en los censos (Gráfico 18), con valores máximos de densidad en Málaga (0,25 indiv./m<sup>2</sup>) en la localidad de Molino de Papel en el Paraje Natural de los Acantilados de Mero-Cerro-Gordo, donde *Posidonia oceanica* no forma auténticas praderas sino manchas dispersas. En Granada y numerosas localidades de Almería *Asparagopsis taxiformis* resulto ausente. Sólo se ha observado la especie en localidades de Almería con praderas de *Posidonia* sobre sustrato rocoso y/o con grandes rocas y bloques próximos, como Los Escullos (03AL) , la Loza del payo (07AL), y sobre todo, Las Negras, donde alcanzó una densidad de 0,12 indiv./m<sup>2</sup>. Se puede concluir que *Asparagopsis taxiformis* no es una especie que afecte a las praderas de *Posidonia oceanica*.

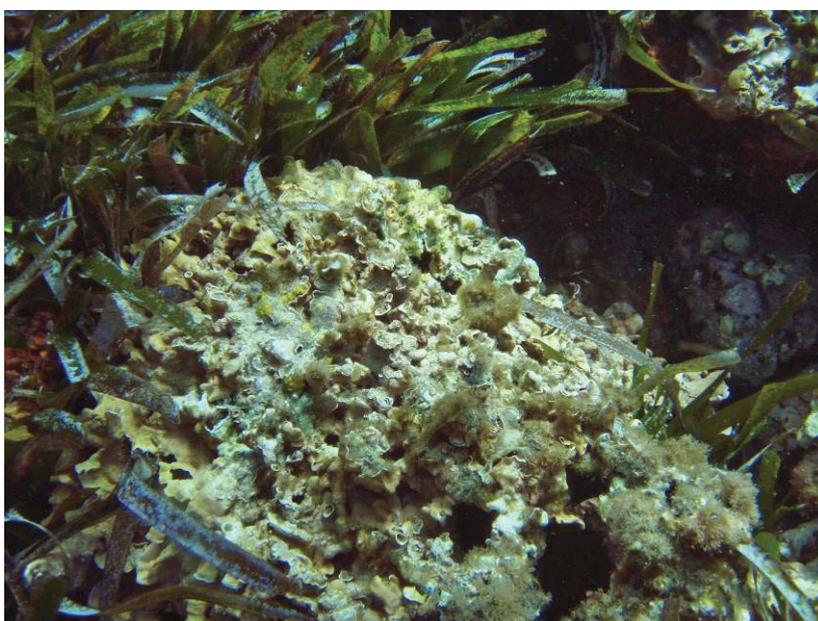


**Foto 24.** El alga roja exótica *Asparagopsis taxiformis* es poco frecuente en las praderas de *Posidonia oceanica*.

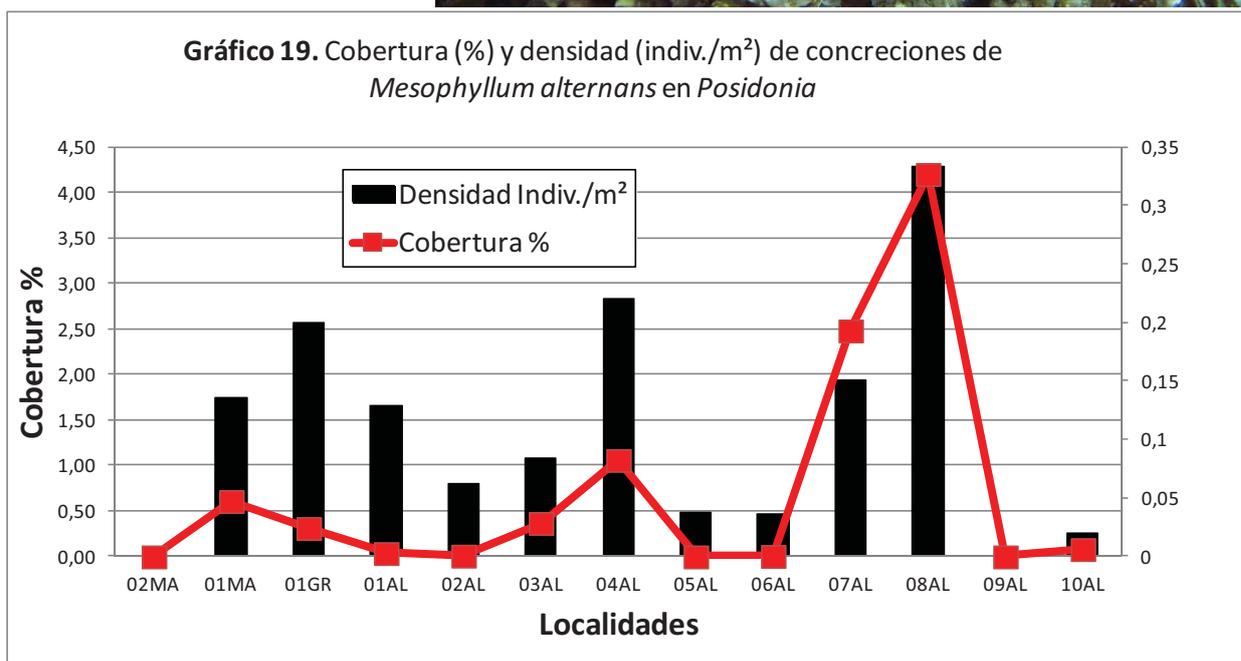
**Especies formadoras de concreciones: *Mesophyllum alternans***

Las concreciones del alga *Mesophyllum alternans* constituyen una de las formaciones más características de nuestros fondos litorales (Foto 25). Estas estructuras, que pueden llegar a medir 80 cm de anchura, pueden observarse en fondos rocosos y también en praderas de *Posidonia oceanica*, especialmente en las que se asientan sobre roca o tienen bloques cercanos. Las concreciones son muy irregulares en forma y poseen numerosas microcavidades en su interior que son refugio para una gran diversidad de invertebrados, en especial poliquetos, moluscos y crustáceos. En las praderas andaluzas estudiadas se observaron concreciones de *Mesophyllum alternans*

en todas las localidades excepto en una, 09AL-Pozo del Esparto (Gráfico 19). En cuanto al número de formaciones por censo (densidad) se obtuvo el mayor valor en 08AL-El Calón, con 0,33 indiv./m<sup>2</sup>, seguido de 04AL-Las Negras, con 0,22 indiv./m<sup>2</sup>, y 01GR-Cambriles, con 0,20 indiv./m<sup>2</sup>. Por lo que respecta a la superficie de fondo marino cubierta por las formaciones de *M. alternans*, se obtuvo el registro más alto también en 08AL-El Calón, con el 4,20%, seguido en este caso por 07AL-Loza del Payo, con 2,48% y de 04AL-Las Negras, con 1,06%. La mayor cobertura de *M. alternans* en el Levante Almeriense se debe, además de que son abundantes, al mayor tamaño de las formaciones observadas en localidades 07AL y 08AL, con diámetros de 60 y hasta 80 cm.



**Foto 25.** El alga roja calcárea autóctona *Mesophyllum alternans* forma concreciones en las praderas de *Posidonia*



En otras zonas estudiadas, como en las localidades de Granada y Málaga, el tamaño de las formaciones es menor, de 20 y 40 cm respectivamente. Es interesante comentar que en la localidad 02AL-Bajos de Roquetas se han obtenido valores muy bajos de cobertura y densidad, cuando en esta localidad se estudió en detalle la fauna de estas formaciones en los años 80 y 90 del siglo XX porque era muy abundante. Es posible que se haya producido una importante regresión de esta especie en la zona, o que sea más abundante en fondos más someros (-3 a -6 m) que es donde se hicieron los estudios previos.

### **La especie exótica *Caulerpa cylindracea***

La especie exótica invasora *Caulerpa cylindracea* (= *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*) se detectó por primera vez en aguas andaluzas en el año 2008, cerca de la isla de Terreros. Posteriormente, la especie se ha ido extendiendo por el Levante Almeriense, siempre al norte de Villaricos. En 2012 (ver el presente informe en el apartado de Exóticas), se han detectado unas pequeñas manchas de esta especie que están en proceso de erradicación en Punta Javana en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar. En las estaciones de muestreo para este objetivo del Proyecto Life *Posidonia* relativo al estudio de macroalgas, todas situadas entre 10 y 12 m de profundidad, no se ha detectado a *Caulerpa cylindracea* en los transectos delimitados de 50 m de longitud. Sin embargo, en las localidades 07AL-Loza del Payo, 08AL-El Calón y 10AL-Isla Terreros, *Caulerpa cylindracea* se encuentra muy cerca de las estaciones, llegando en 07AL-Loza del Payo a -12 m de profundidad, y en 10AL-Isla Terreros a fondos muy someros, de sólo 3 m de profundidad. En concreto en el transecto de la estación 07AL-Loza del Payo se observó a *Caulerpa cylindracea* a unos pocos metros de distancia del transecto, a -15 m de profundidad, por lo que se obtuvieron datos de cobertura (media de 39,6%) (Foto 26) y longitud de los talos (media de 5 cm, máximo de 9 cm) (Foto 27). Las manchas de *Caulerpa cylindracea* estaban sobre rodales de arena y detrítico entre *Posidonia*.



**Foto 26.** Medida de la cobertura del alga verde exótica *Caulerpa cylindracea* en la Loza del payo (07AL) (11/06/2012, -15 m).



**Foto 27.** Medida de la longitud del talo del alga verde exótica *Caulerpa cylindracea* en la Loza del payo (07AL) (11/06/2012, -15 m).

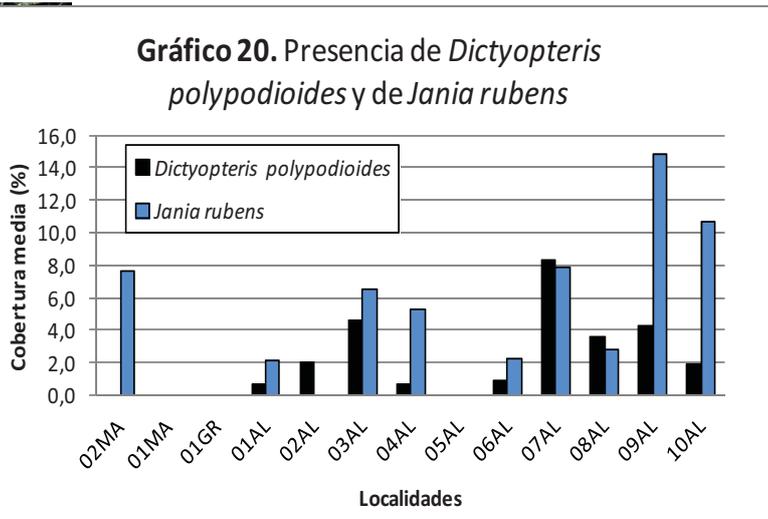
### Especies propias de la comunidad de algas fotófilas

En los muestreos dedicados a las algas fotófilas (amantes de la luz) de las praderas de *Posidonia*, con marco de 40x40 cm en el estrato de hojas y en claros, se detectaron 29 taxones (Tabla 4), la mayor parte de ellos identificados *in situ*. El número medio de especies por localidad fue de 6,7. En Granada no se observaron algas fotófilas.

La especie que resultó ser más frecuente (observada en 9 localidades, el 75% del total) fue el alga parda *Dictyopteris polypodioides* (Foto 28), un taxón propio de rocas más profundas. Sin embargo, la especie que ha presentado una mayor cobertura ha sido *Jania rubens* (Foto 38, página siguiente), un alga roja que ha sido detectada en 8 localidades, pero que ha obtenido un 4,38% de cobertura media. Estas dos especies más frecuentes y abundantes tienen una presencia más alta en el Levante Almeriense con respecto a otras localidades (Gráfico 20), y están ausentes en estaciones con mucho sustrato arenoso (05AL-Agua Amarga), en Granada y en Málaga.



Foto 28. *Dictyopteris polypodioides*



También ha sido bastante frecuente el alga parda *Dictyota dichotoma* (Foto 29), que ha sido detectada en la mitad de las estaciones (50%), presentando una cobertura media del 0,46%. El resto de las especies ha sido detectado en pocas localidades (5 o menos). Entre ellas destacan, con 5 localidades, *Colpomenia sinuosa* (Foto 30), *Padina pavonica* (Foto 31) y *Zanardinia prototypus* (Foto 32).

Entre las especies más abundantes en Málaga destacan el alga parda *Stypocaulon scoparium* (Foto 33) y el alga roja *Asparagopsis taxiformis* (Gráfico 21). Las grandes fucales (algas pardas), como *Cystoseira spinosa* (Foto 34) y *Sargassum vulgare* (Foto 35), se han observado tan solo en dos localidades cada una, en concreto en 03AL-Los Escullos y 04AL-Las Negras (*Cystoseira*) y en 04AL\_Las Negras y 06AL\_Isla San Andrés (*Sargassum*).

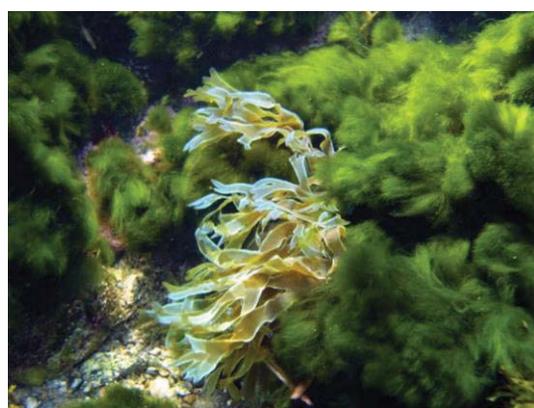


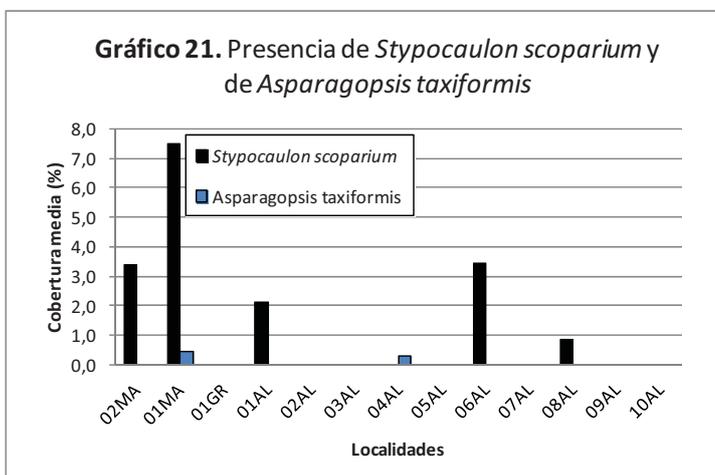
Foto 29. *Dictyota dichotoma*



Foto 30. *Colpomenia sinuosa*

**Tabla 4.** Especies de algas fotófilas observadas en los muestreos en Málaga, Granada y Almería (Estaciones LIFE).

Algas Fotófilas	Localidades		Cobertura
	Nº	%	%
<i>Dictyopterus polypodioides</i>	9	75,0	2,24
<i>Jania rubens</i>	8	66,7	4,38
<i>Dictyota dichotoma</i>	6	50,0	0,46
<i>Colpomenia sinuosa</i>	5	41,7	0,76
<i>Padina pavonica</i>	5	41,7	0,70
<i>Zanardinia prototypus</i>	5	41,7	0,44
<i>Mesophyllum alternans</i>	4	33,3	1,62
<i>Stypocaulon scoparium</i>	4	33,3	1,16
<i>Halopteris filicina</i>	3	25,0	0,49
<i>Flabelia petiolata</i>	3	25,0	0,31
<i>Corallina</i> dicótoma	2	16,7	1,32
<i>Cystoseira spinosa</i>	2	16,7	0,73
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	2	16,7	0,24
<i>Cladostephus spongiosus</i>	2	16,7	0,22
<i>Amphiroa cryptarthrodia</i>	2	16,7	0,13
<i>Haliptilon attenuatum</i> ?	2	16,7	0,13
<i>Chrysmenia ventricosa</i>	2	16,7	0,10
<i>Sargassum vulgare</i>	2	16,7	0,10
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	2	16,7	0,06
<i>Chaetomorpha</i> sp.	1	8,3	0,36
<i>Dasycladus vermicularis</i>	1	8,3	0,30
<i>Acetabularia acetabulum</i>	1	8,3	0,07
<i>Corallina</i> sp.	1	8,3	0,05
<i>Falkenbergia</i> sp.	1	8,3	0,05
<i>Valonia utricularis</i>	1	8,3	0,04
<i>Codium bursa</i>	1	8,3	0,013
<i>Dictyota fasciola</i>	1	8,3	0,012
<i>Tricleocarpa fragilis</i>	1	8,3	0,012
<i>Nereia filiformis</i>	1	8,3	0,006
		<b>Total %:</b>	<b>16,45</b>
		<b>Número medio de especies/localidad:</b>	<b>6,7</b>



Por último, cabe mencionar aquí que el alga verde termófila *Acetabularia acetabulum* (Foto 36) se detectó sólo en 05AL-Agua Amarga, una localidad de Almería con abundante sustrato arenoso.



**Foto 31.** *Padina pavonica*



**Foto 32.** *Zanardinia prototypus*



**Foto 33.** *Stypocaulon scoparium*



**Foto 34.** *Cystoseira spinosa*



**Foto 35.** *Sargassum vulgare*



**Foto 36.** *Acetabularia acetabulum*

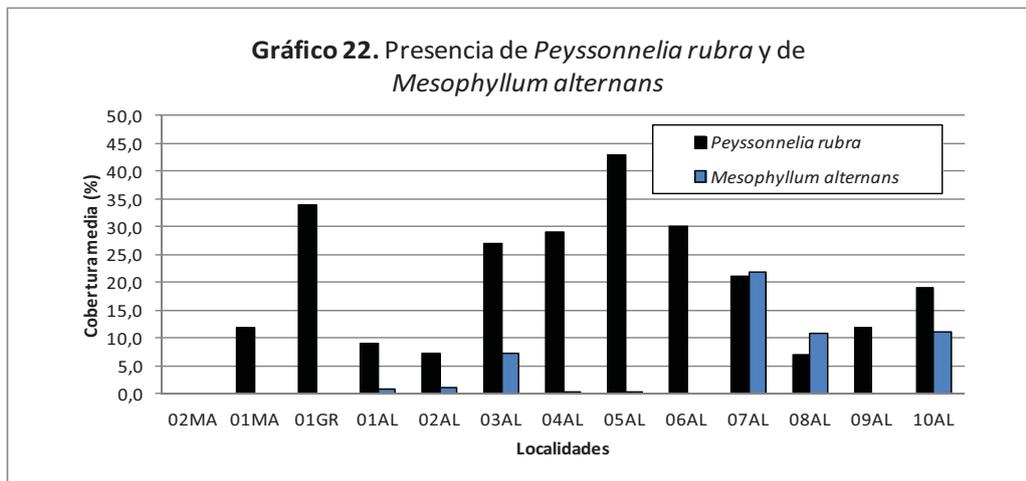
## Especies propias de la comunidad de algas esciáfilas

En los muestreos dedicados a las algas esciáfilas de las praderas de *Posidonia*, con marco de 20x20 cm, se detectaron un total de 20 taxones (Tabla 5). A diferencia de lo que sucedía con las algas fotófilas que se determinaron casi todas *in situ*, en las esciáfilas, por el pequeño tamaño de las especies, un 20% de las mismas no pudo identificarse durante la inmersión. Por ello, se tomaron muestras de las especies más frecuente que han sido determinadas por expertos de la Universidad de Málaga.

Entre estas algas de hábitats con poca luz y que viven en el estrato de los rizomas, existe una especie claramente dominante, *Peyssonnelia rubra* (Foto 37), la única presente en todas las localidades (Gráfico 22) y con una cobertura media de más del 20%. Otra especie del género, *P. squamaria* (Foto 45), se observó en 01AL\_Punta Entinas. La siguiente especie en importancia en el estrato de rizomas es *Mesophyllum alternans* (Foto 25), con presencia en 8 localidades (Tabla 5, Gráfico 22) y una cobertura media de 4,53%. Esta especie inicia su crecimiento en los rizomas de *Posidonia* y puede llegar a formar grandes concreciones ya comentadas en una ficha anterior.



Foto 37.  
*Peyssonnelia rubra*



Las siguientes especies en importancia por número de localidades de presencia (entre 7 y 4 localidades) han sido *Jania rubens* (Foto 38), *Champia parvula*, *Valonia utricularis* (Foto 39), *Amphiroa cryptarthrodia*, *Flabellia petiolata* (Foto 40) y *Acrosorium ciliolatum*. Entre todas ellas, las que tienen mayor porcentaje de cobertura media han sido respectivamente *Acrosorium ciliolatum* (Foto 41), con 1,55%, y el *Champia parvula*, con 1,47%.



Foto 38. *Jania rubens*

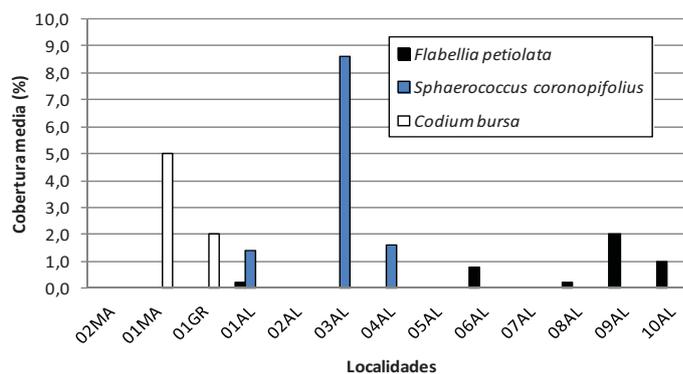


Foto 39. *Valonia utricularis*

**Tabla 5.** Especies de algas esciáfilas observadas en los muestreos en Málaga, Granada y Almería (Estaciones LIFE).

Algas Esciáfilas	Localidades		Cobertura
	Nº	%	%
<i>Peyssonnelia rubra</i>	12	100,0	20,90
<i>Mesophyllum alternans</i>	8	66,7	4,53
<i>Jania rubens</i>	7	58,3	0,87
<i>Champia parvula</i>	6	50,0	1,47
<i>Valonia utricularis</i>	6	50,0	0,43
<i>Amphiroa cryptarthrodia</i>	5	41,7	0,38
<i>Flabellia petiolata</i>	5	41,7	0,35
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	4	33,3	1,55
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	3	25,0	0,97
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	3	25,0	0,57
<i>Codium bursa</i>	2	16,7	0,58
<i>Botryocladia botryoides</i>	2	16,7	0,07
<i>Codium effusum</i>	1	8,3	0,83
Alga roja fina	1	8,3	0,30
Alga roja digitiforme	1	8,3	0,12
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	1	8,3	0,05
Alga roja laminar	1	8,3	0,03
Alga roja palmeada	1	8,3	0,03
<i>Haliptilon attenuatum</i> ?	1	8,3	0,03
<i>Falkenbergia</i> sp.	1	8,3	0,03
		<b>Total %:</b>	34,10
<b>Número medio de especies/localidad:</b>			5,9

**Gráfico 23.** Presencia de *Flabellia petiolata*, *Sphaerococcus coronopifolius* y de *Codium bursa*



La presencia de las especies en las distintas zonas o provincias es diferente (Gráfico 23). Así, *Flabellia petiolata* se ha detectado en el Levante Almeriense, *Sphaerococcus coronopifolius* (Foto 42) y *Botryocladia botryodes* (Foto 43) se han observado en Cabo de Gata y Punta Entinas, y *Codium bursa* (Foto 44) se vio en Málaga y Granada.



Foto 40. *Flabellia petiolata*



Foto 41. *Acrosorium ciliolatum*



Foto 42. *Sphaerococcus coronopifolius*



Foto 43. *Botryocladia botryoides*

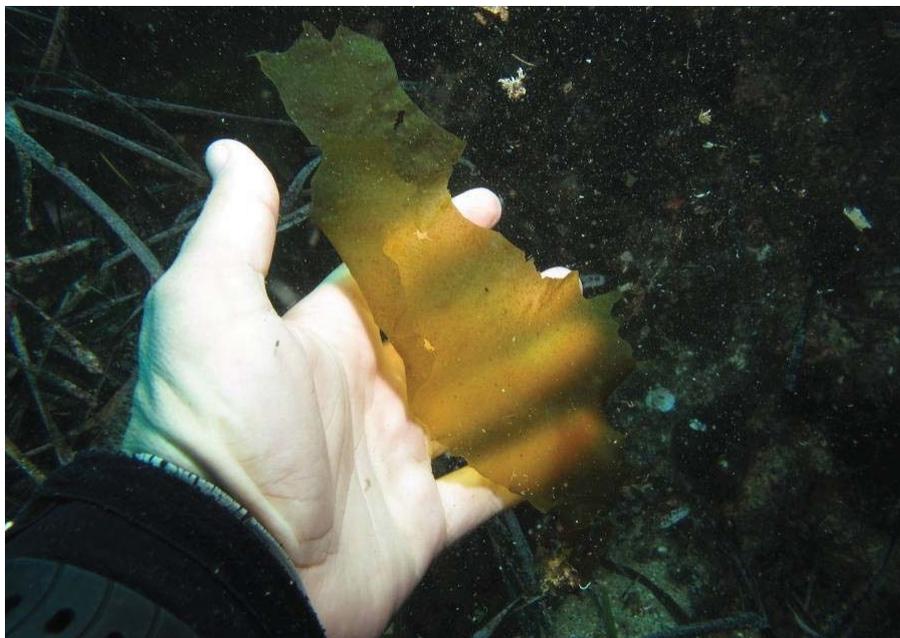


Foto 44. *Codium bursa*



Foto 45. *Peyssonnelia aquamaria*

Hay que destacar que fuera de los muestreos, en la localidad 08AL-El Calón, se observaron varios talos del alga parda *Spatoglossum solieri* (Foto 46) bajo unos bloques en una zona umbría, lo que constituye la primera cita para la provincia de Almería.

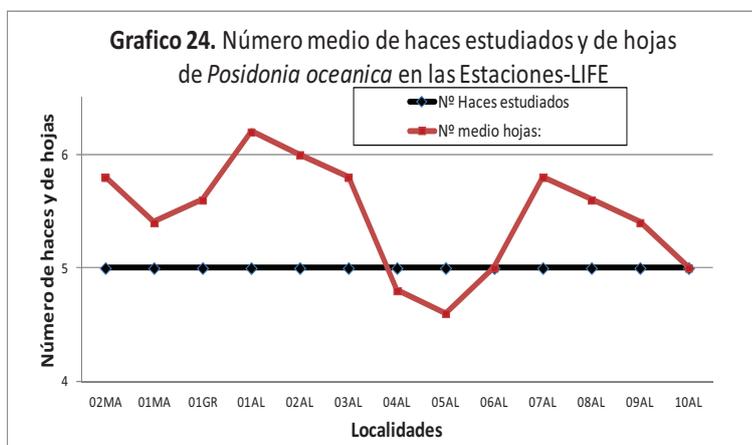


**Foto 46.**  
*Spatoglossum solieri*

### Especies propias de las hojas: los epifitos

Los resultados corresponden a las localidades de Almería (los datos de Málaga y Granada no están todavía disponibles). El estudio de las hojas de *Posidonia oceanica* (Foto 47) ha permitido obtener datos estructurales de la planta en las distintas localidades, y poder compararlos entre ellas. En total se ha estudiado la cobertura de epifitos (Foto 48) de 5 haces completos (todas sus hojas) de cada localidad.

El número de hojas por haz resultó ser bastante variable en las distintas localidades (Gráfico 24), entre 4,6 y 6,2, con valores máximos en el Poniente Almeriense (>6 hojas) y valores mínimos en la zona norte del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar, en concreto 04AL-Las Negras y 05AL-Agua Amarga (<5 hojas).



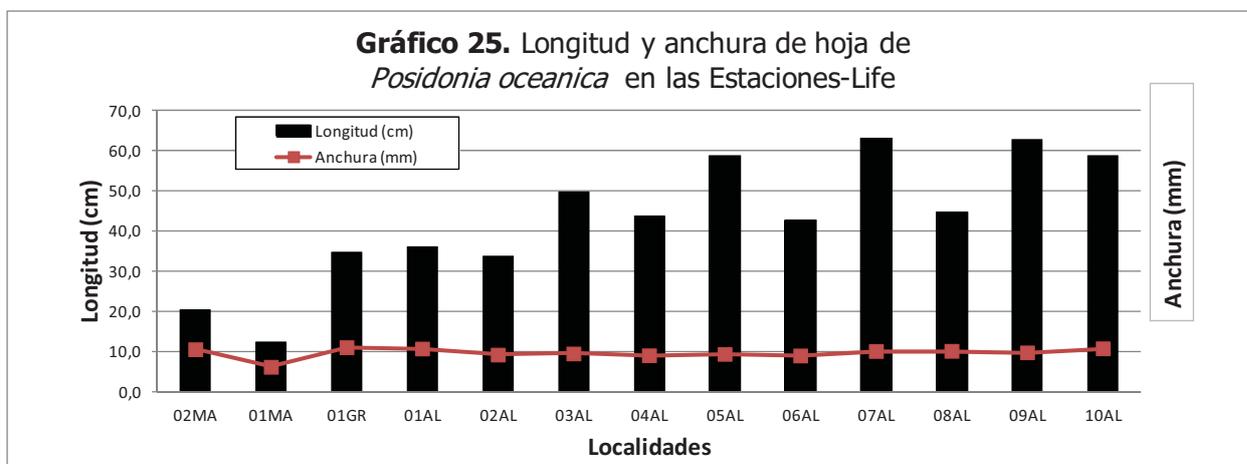
Por el contrario, las estaciones del Poniente Almeriense resultaron ser las que tenían una longitud media de la hoja menor (<40 cm) en comparación con el resto de localidades estudiadas, en las que fue siempre superior a 40 cm (Gráfico 25). La longitud de la hoja, medida desde la inserción del limbo con el peciolo hasta el ápice (Foto 49) superó los 100 centímetros en 03AL-Los Escullos (116 cm), en 05AL-Agua Amarga (108 cm) y en 07AL-Loza del Payo (102 cm). La medida de la anchura de la hoja en mm (Foto 50) fue muy similar en todas las estaciones (Gráfico 25).



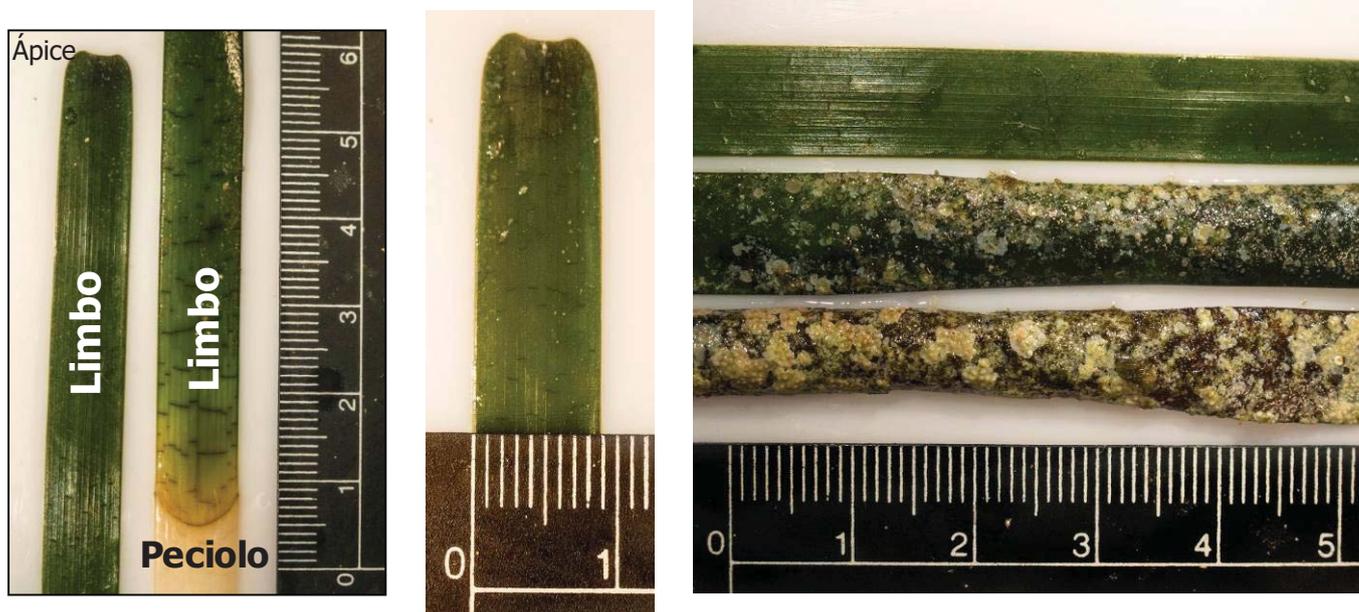
**Foto 47.** Toma de datos de longitud, anchura y cobertura de epifitos en hojas de *Posidonia oceanica*.



**Foto 48.** Detalle de la medida de la cobertura. La estima de superficie cubierta por cada tipo de organismo epifito se realizó en tramos de 10 cm de hoja.

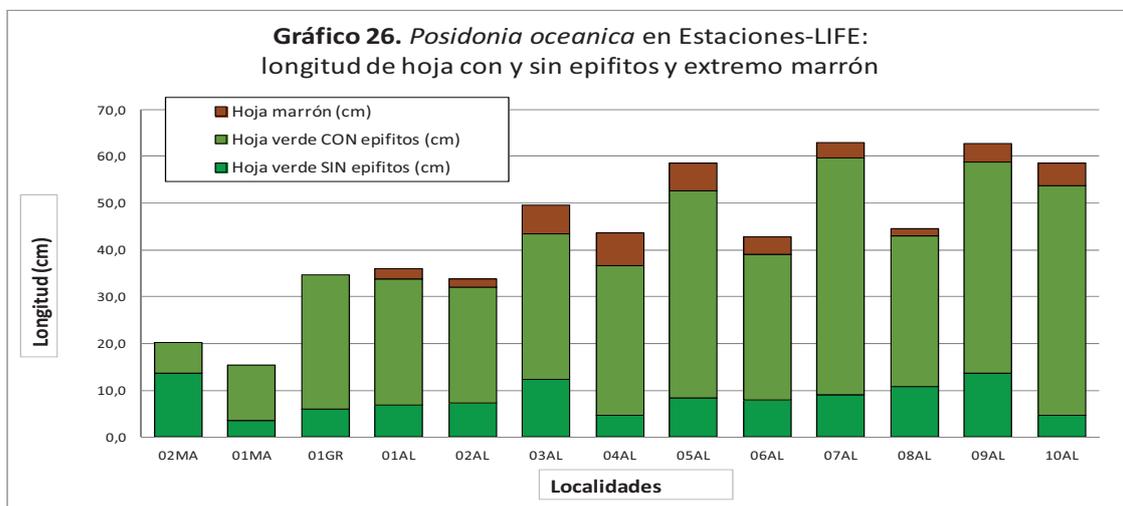


Las hojas de *Posidonia oceanica*, sobre todo las más largas pueden dividirse en tres partes bien diferenciadas (Foto 51): una primera zona, la más joven, que es verde y no tiene organismos epifitos en su superficie, una segunda zona que corresponde con el tramo medio de la misma, que es también verde pero se encuentra cubierta por más o menos epifitos, y una tercera zona (apical), de color marrón y ya moribunda, muy recubierta de epifitos (Gráfico 26). Los valores más altos de longitud de zona marrón, tramo de hoja ya sin capacidad fotosintética, se observaron en las estaciones del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar, en concreto en 03AL-Los Escullos, en 04AL-Las Negras y en 05AL-Agua Amarga.



**Fotos 49 y 50.** Partes de la hoja de *Posidonia oceanica* y medida de la anchura en mm.

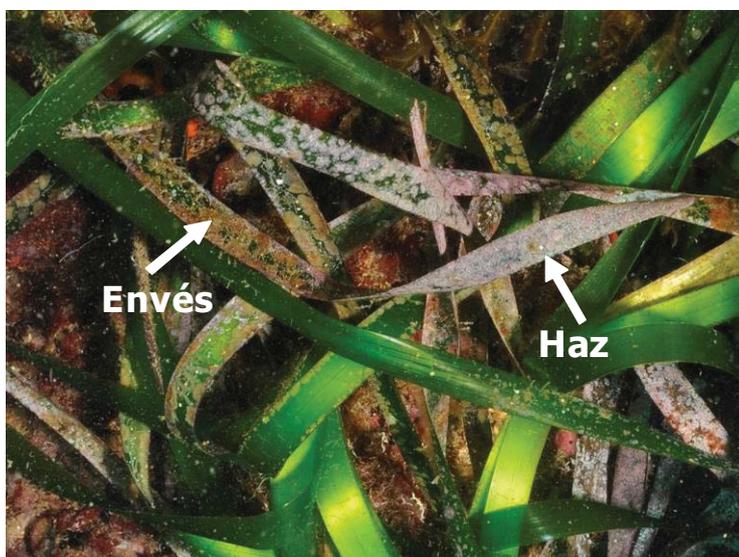
**Foto 51.** Partes en la hoja de *Posidonia*: zona verde sin epifitos (arriba), zona verde con epifitos (centro) y zona marrón con muchos epifitos (abajo).



En el estudio de las hojas de *Posidonia oceanica* se prestó atención a los mordiscos que presentaban. Una de las pocas especies de peces que se alimentan directamente de esta planta marina es la salpa, *Sarpa salpa* (Foto 12), que muerde el limbo de las hojas para alimentarse de ellas y de sus epifitos. Estos mordiscos son claramente identificables por tener forma semicircular debido a la acción de las mandíbulas del pez. Otros mordiscos observables en las hojas son los debidos a crustáceos, como el isópodo *Idotea* (que realiza agujeros ovalados en el centro del limbo), o por equinodermos, principalmente el erizo de mar común, *Paracentrotus lividus*, que deja marcas irregulares en los bordes (Foto 52).



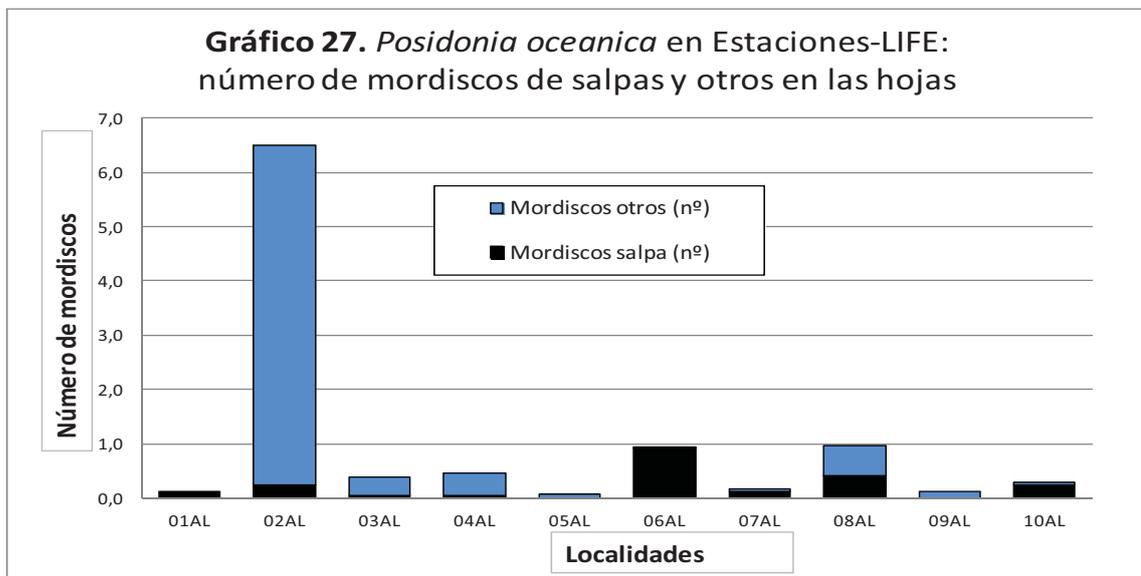
**Foto 52.** Ápices de las hojas de *Posidonia oceanica*. Ápice de una hoja nueva (arriba) y ápice de una hoja vieja con mordiscos del erizo común *Paracentrotus lividus*.



**Foto 53.** Partes de la hoja de *Posidonia oceanica*. En la imagen se observan las dos caras de una hoja de esta planta, mostrando el haz, zona más iluminada, y el envés, parte baja de la hoja que recibe menor proporción de radiación solar.

Es interesante observar que el mayor número de mordiscos de salpas fue detectado en la estación 06AL-Isla de San Andrés (Gráfico 27), localidad en la que en el censo de peces realizado en 2011 se detectaron los mayores bancos de esta especie. En los haces estudiados en la estación 06AL-Isla de San Andrés se obtuvo de media casi un mordisco de salpa por hoja (en concreto 0,92 marcas), con un máximo de 8 mordiscos en una misma hoja. Precisamente, fue en la estación 06AL-Isla de San Andrés donde se obtuvo una longitud media de la hoja más baja de entre todas las localidades estudiadas en la costa oriental de Almería (ya se ha comentado que las hojas de las

estaciones del Poniente Almeriense son más cortas), y podría ser la presión de este pez herbívoro la causa. Los otros mordiscos detectados en las hojas, la mayoría de ellos de erizos de mar, fueron especialmente numerosos en la estación 02AL-Bajos de Roquetas, con más de 6 marcas de media por hoja y hasta 20 mordiscos en un solo limbo. El gran número de estos equinodermos en el Monumento Natural del Arrecife barrera de Roquetas podría afectar al correcto desarrollo de las matas de *Posidonia*. La excesiva presión sobre las hojas por parte de este herbívoro parece ser la causa de que en esta estación (02AL-Bajos de Roquetas) se hayan obtenido los valores más bajos de longitud de hoja (Gráfico 25) entre todas las localidades estudiadas de Almería y Granada (en Málaga las praderas son muy someras y la longitud de hoja es menor de forma natural debido a sufrir un intenso hidrodinamismo).



La siguiente parte del estudio se centra en los organismos epifitos y la superficie que ocupan en las hojas, es decir, de la cobertura (Foto 48). Se han obtenido por separado los valores de la hoja correspondientes al haz, parte exterior del limbo y que recibe mayor radiación solar, y al envés, cuya superficie da a la parte interna de la planta, y que por tanto está menos iluminada (Foto 53).

### Especies propias de las hojas: los epifitos

El estudio de la cobertura de los distintos organismos que viven como epifitos en las hojas de *Posidonia* (Foto 54) se ha centrado en 10 categorías distintas, que se muestran en la Tabla 6. Se han trabajado por separado los datos de las dos caras de las hojas (limbos), es decir, el haz (la zona exterior y que recibe directamente la luz de sol), y el envés (la zona interna y umbría). Aunque las hojas se mueven con el bamboleo de las olas y las corrientes, sobre todo las de longitud media y larga, y pueden recibir una cantidad similar de radiación solar, las dos caras de la hoja (haz y envés) han mostrado diferencias en cuanto a los organismos que se asientan sobre ellas. Además de la cantidad de luz que pueda recibir cada cara de la hoja, también debe influir la distinta exposición que tiene el haz o el envés a la llegada de larvas de organismos colonizadores, lo que podría facilitar el asentamiento de unas especies u otras. Por último, también la exposición de cada cara de la hoja a las corrientes puede facilitar la captura de alimento en el caso de los animales sésiles filtradores.

**Tabla 6.** Distintos grupos y especies de organismos epifitos identificados en las Estaciones LIFE de Almería. Se indica el porcentaje de cobertura medio de las 10 Estaciones, tanto para el haz como para el envés de la hoja.

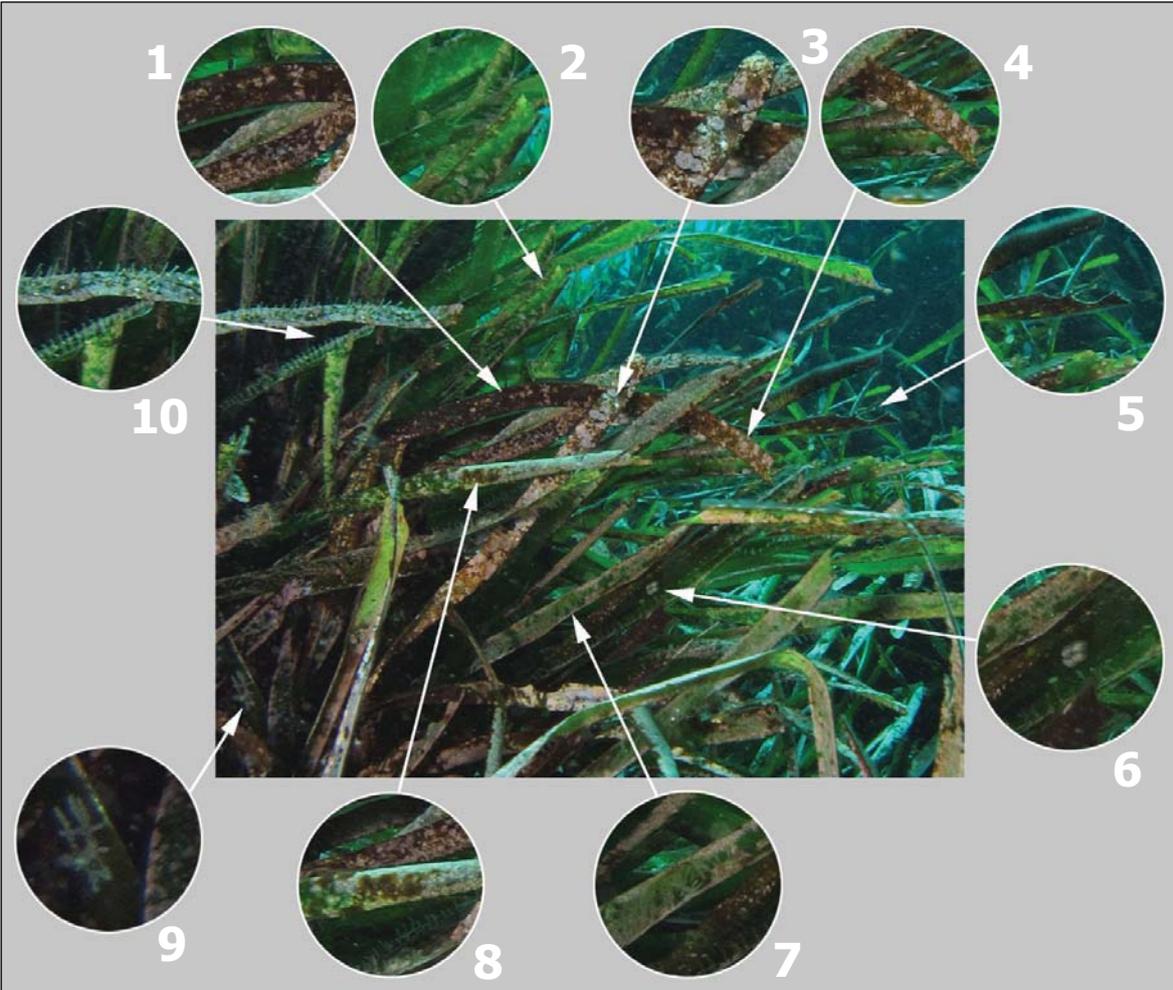
Grupos/ Especies	Cobertura %		Media
	Haz	Envés	
Algas calcáreas	29,0	14,8	21,9
Algas erectas	3,6	0,4	2,0
Hidroideos	1,6	1,4	1,5
Anémonas	0,002	0,037	0,019
Poliquetos	0,2	0,6	0,4
<i>Electra posidoniae</i>	0,23	0,35	0,29
Otros briozoos	0,5	7,0	3,8
Ascidias	0,5	1,6	1,1
Otros	0,1	0,1	0,1
Puestas	0,003	0,028	0,015
Todos los epifitos	35,7	26,3	31,0
Resto hoja	64,3	73,7	69,0
Total	100,0	100,0	100,0

El estudio de las hojas y de los epifitos que viven sobre ellas ha permitido conocer algunos aspectos interesantes de esta comunidad del estrato foliar de las praderas de *Posidonia*, y de sus interacciones con la planta. Las hojas nuevas, que aparecen en el centro del haz, están desprovistas de epifitos.



**Foto 54.** Microcosmos del estrato foliar de *Posidonia*.

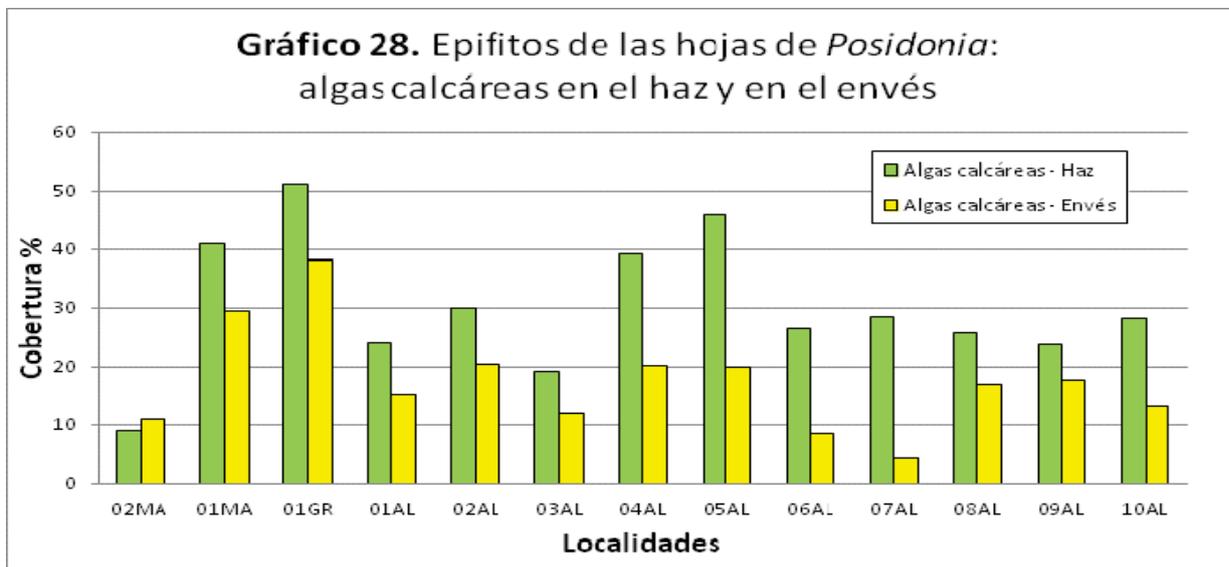
1.- Parte final de la hoja de color marrón y con muchos epifitos. 2.-Zona media de la hoja de color verde y con epifitos. 3.- Las algas calcáreas son los organismos más abundantes en las hojas. 4.- Pequeñas algas erectas se suelen observar principalmente en los extremos marrones de las hojas. 5.- Los mordiscos de salpas son semicirculares y muy característicos. 6.- En las hojas se pueden observar muchos invertebrados y sus huevos, como estas puestas del gasterópodo *Columbella rustica*. 7.- En el envés de la hoja hay más abundancia de animales que en el haz, dominando los briozoos. 8.- En el haz de las hojas dominan las algas sobre los animales, tanto las calcáreas (color rosado claro), como las erectas (color verdoso oscuro). 9.- El briozoo *Electra posidoniae* es una especie que vive exclusivamente sobre las hojas de esta fanerógama marina. 10.- Las colonias de hidroideos son frecuentes en las hojas.



Poco a poco, las hojas, al ir creciendo y al quedar expuestas al agua de mar, van siendo recubiertas por distintos organismos colonizadores. Cuando la hoja es vieja (unos meses) y está muy recubierta por estos organismos, pierde su capacidad fotosintética, se vuelve marrón y empieza a romperse por el extremo (si no se la ha comido antes un herbívoro como la salpa) y finalmente cae (se desprende) quedando el peciolo firmemente adherido al rizoma.

La cobertura de todos los organismos epifitos de las hojas estudiadas (todas ellas fijadas a la planta) representa un 35,7% de la superficie de la hoja en el caso del haz, y un 26,3% en el caso del envés (Tabla 6). La superficie media libre de epifitos en las muestras estudiadas fue del 64,3% en el haz (variando entre un 53% y un 75%), mientras que fue superior en el envés, con un 73,7% (variando entre el 63% y el 83%). Los valores indicados son medios. Los extremos de las hojas, que superan el 50% de recubrimiento de epifitos empiezan a debilitarse y a perder pigmentos fotosintéticos, y llegan a estar recubiertas por epifitos en un 100% en el ápice.

El grupo de especies dominante en las hojas, tanto en el haz como en el envés, ha sido sin duda el de las algas calcáreas (Foto 54-3, Tabla 6 y Gráfico 28).

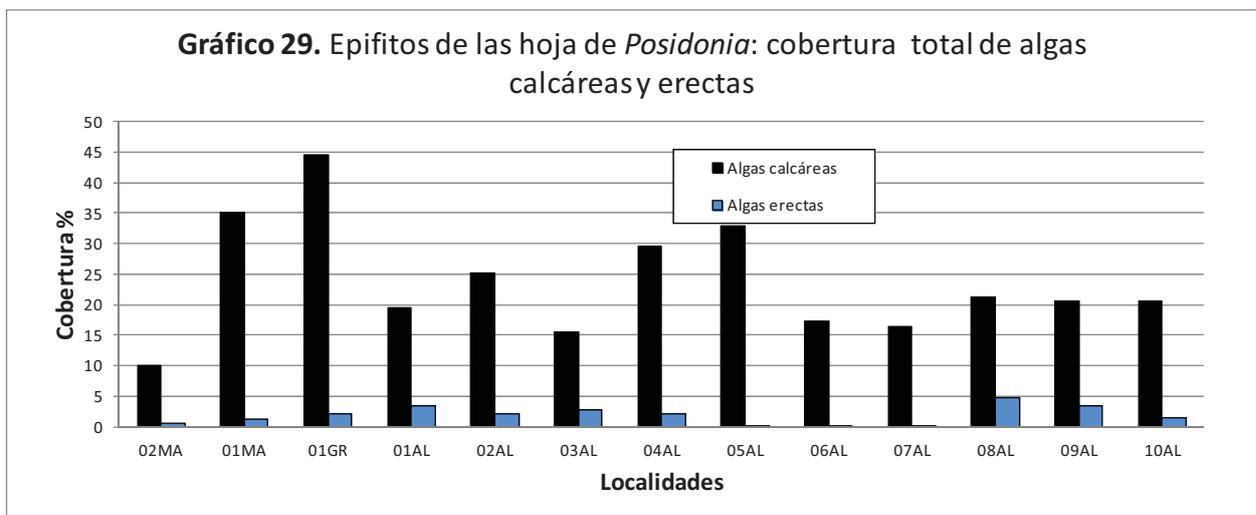


Son varias especies algas rojas coralináceas que se asientan en las hojas de *Posidonia* en aguas andaluzas, fundamentalmente *Pneophyllum fragile* e *Hydrolithon farinosum*, aunque para este estudio no se han identificado, de forma que todas las algas calcáreas se han contabilizado en esta categoría.

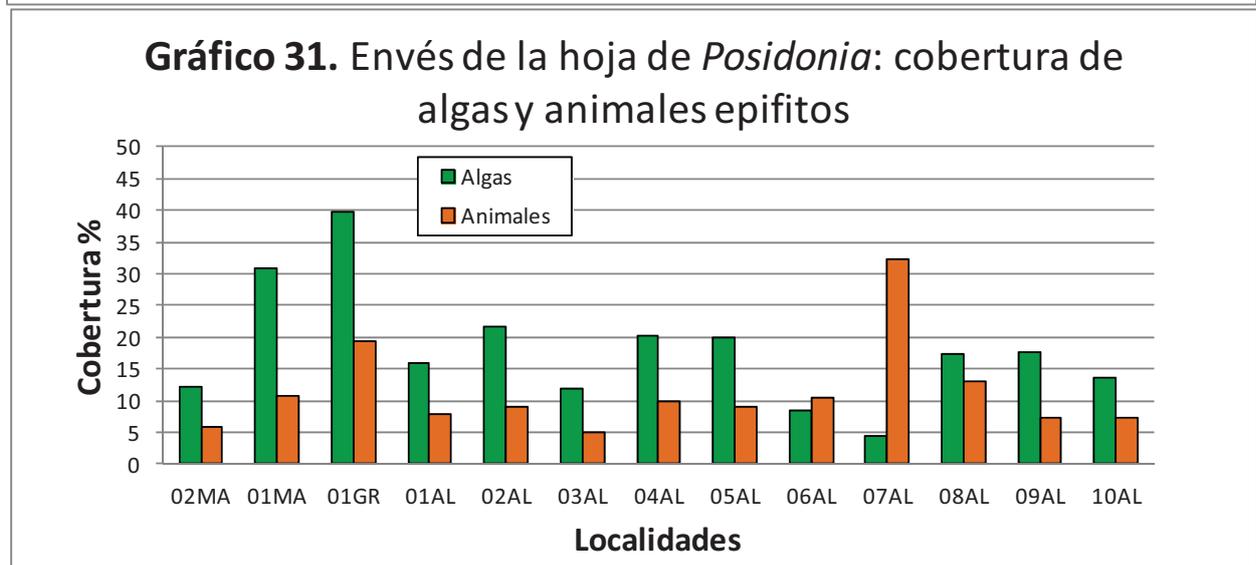
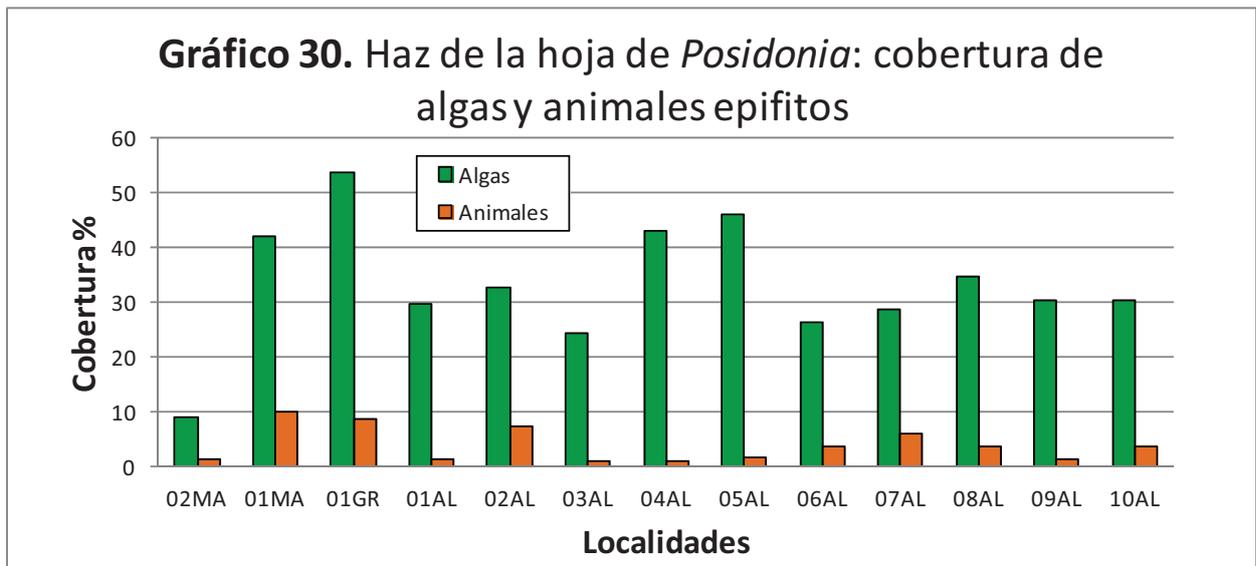
El porcentaje de cobertura de este grupo de especies es distinto al estudiar cada cara de la hoja, resultando mucho mayor (el doble) en el haz que en el envés, en concreto un 29% y un 14,8% respectivamente (Tabla 6). Aunque en el envés las algas calcáreas conforman el grupo más numeroso y superan en estos datos medios el 50% del total de epifitos, en el haz, la cara iluminada de las hojas, son mucho más abundantes y dominantes, llegando a superar el 80% de todos los epifitos presentes (Foto 55).

### Especies propias de las hojas: los epifitos

Las algas calcáreas son los primeros colonizadores de las hojas junto con los hidroideos (cnidarios coloniales). Sin embargo, las algas calcáreas tapizan la superficie de la hoja ganando rápidamente en cobertura, mientras que los hidroideos crecen formando finos estolones, por lo que ocupan proporcionalmente mucha menor superficie. Además, las algas calcáreas se fijan en cualquier parte de la hoja, por lo que llegan a ser dominantes. En los extremos de las hojas, generalmente ya marrones, se fijan otras algas, en este caso erectas. La presencia de estas algas erectas en los extremos de las hojas que son los que se van desprendiendo con el movimiento del agua, hace que los valores de este grupo no lleguen a ser muy altos. En el gráfico 29 se observa el porcentaje de cobertura media de las algas calcáreas y se compara con la cobertura media de las algas erectas. Estas últimas representan siempre menos de un 5% de cobertura total de las hojas, cuando las calcáreas, dependiendo de la estación, oscilan entre un 15% y más del 30%.



Considerando el conjunto de las algas que se fijan a las hojas, tanto las calcáreas como las erectas, y comparando este gran grupo con el conjunto de los animales epifitos (hidroideos, briozoos, poliquetos, ascidias, etc.), se observa que las algas dominan sobre los animales en el haz de las hojas (Gráfico 30). Por el contrario, en el envés de las hojas (Gráfico 31) el porcentaje de cobertura de algas disminuye, seguramente debido a la menor luz que reciben en esta cara del limbo foliar, y aumenta la cobertura de animales, llegando en algunos casos a superar al porcentaje de las algas, como sucede en las localidades 06AL-Isla de San Andrés y en 07AL-Loza del Payo. En esta última localidad, los animales presentes en el envés de la hoja superaron el 30% de cobertura. Este pico en los datos de cobertura de animales en 07AL-Loza del Payo se debe a una gran cantidad de colonias de briozoos.

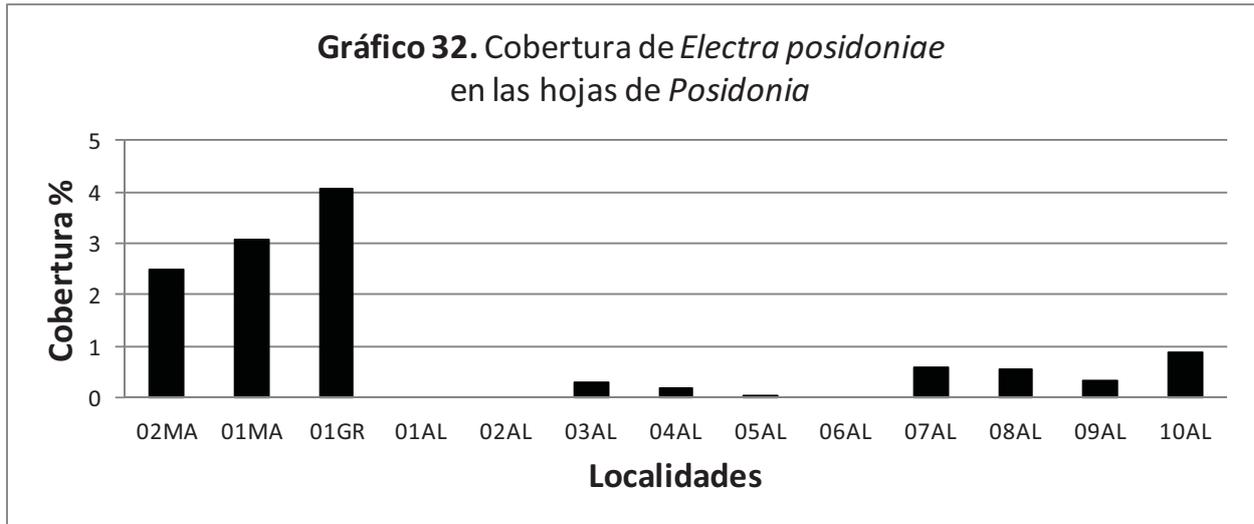


Entre los animales, un grupo muy conspicuo y constante es el de los hidroideos, aunque como ya se ha comentado su presencia no suele corresponder con una elevada cobertura por ser colonias con estolones muy finos. En el conjunto de los datos, los hidroideos cubren aproximadamente un 1,5% de la superficie de las hojas, resultando algo más frecuentes en el haz (1,6%) que en el envés (1,4%). Los valores medios más elevados se obtuvieron en 07AL-Loza del Payo con un 4,0% en el haz y un 3,0% en el envés, y sólo en alguna hoja se llegó a un máximo del 35%.

Otros animales presentes en las hojas de *Posidonia oceanica* son las anémonas. Aunque estos cnidarios solitarios son más grandes que los hidroideos y pueden tapar el ancho de toda la hoja, su presencia es muy irregular y escasa, y por ello contribuyen muy poco a cubrir la superficie de las hojas. El valor medio de cobertura para las anémonas en las Estaciones LIFE fue de 0,019%. En este grupo, la cobertura media fue mucho mayor en el envés (0,037%) que en el haz(0,002%).

Algo similar ocurre con los anélidos poliquetos, la mayoría de ellos serpúlidos del género *Spirorbis*, que son más abundantes en el envés (0,6%) que en el haz (0,2%). En general, además de su pequeño tamaño se trata de individuos aislados, por lo que cubren muy poca superficie en las hojas.

El grupo más importante entre los animales epifitos de las hojas de *Posidonia* es el de los briozoos. Entre ellos es posible determinar a simple vista a *Electra posidoniae* (Foto 54-9), una especie que es característica de este hábitat, por lo que ha sido discriminada en los datos. El resto de briozoos, que no era posible identificar a simple vista han sido reunidos en una categoría distinta denominada "otros briozoos". La cobertura de la especie *Electra posidoniae* es en conjunto muy baja (0,29%), con más presencia en el envés (0,35%), que en el haz (0,23%). La distribución de *Electra* en las distintas Estaciones LIFE es muy irregular (Gráfico 32). Así, está ausente en el Poniente Almeriense y en 06AL-Isla de San Andrés, está presente pero escasa en el parque Natural de Cabo de Gata-Níjar, y es más abundante en el Levante Almeriense, en especial en 10AL-Isla de Terrerros.



El grupo “otros briozoos” resultó ser el que tuvo más peso entre los animales epifitos de las hojas de *Posidonia*, con un 3,8% de cobertura media. En este grupo, la diferencia entre la cobertura del envés con respecto al haz fue muy notable, de más de 10 veces, con un valor medio para el envés de 7,0% y de sólo 0,5% en el haz. Como ya se ha comentado antes, este grupo presentó la mayor abundancia en 07AL-Loza del Payo.

Otro grupo de animales filtradores y coloniales que viven en la hojas son las ascidias. En esta caso tampoco fue posible la determinación de las distintas especies. La cobertura media para este grupo fue de 1,1%, resultando más abundantes en el envés (1,6%) (Foto 55), que en el haz (0,5%). La distribución de este grupo en las distintas Estaciones LIFE fue también variable, pero opuesta a lo observado en *Electra*, con la mayor cobertura en el Poniente de Almería, en concreto en 02AL-Bajos de Roquetas (más de 4% de cobertura), y una presencia más escasa en Cabo de Gata y en el Levante Almeriense (Gráfico 33). En algunas hojas de 02AL-Bajos de Roquetas las ascidias llegaron a cubrir un 95% de su superficie.

El resto de organismos epifitos observados en las hojas se reunieron en el grupo “otros”, que incluyó a foraminíferos, al molusco polioplacóforo *Callochiton septemvalvis*, a los moluscos gasterópodos *Smaragdia viridis*, *Tricolia speciosa*, *Rissoa auriscalpium*, *Crepidula moulinsii*, *Petalifera petalifera*, a los moluscos bivalvos *Arca noae*, *Chlamys* sp. y *Anomia epphippium*, a crustáceos cirrípedos y caprélidos, a equinodermos como

pequeñas ofiuras, juveniles de erizos de mar e, incluso, un juvenil de la estrella de capitán pequeña *Asterina pancerii* (en 06AL-Isla de San Andrés). Este grupo tuvo una cobertura media de las hojas del 0,1%.

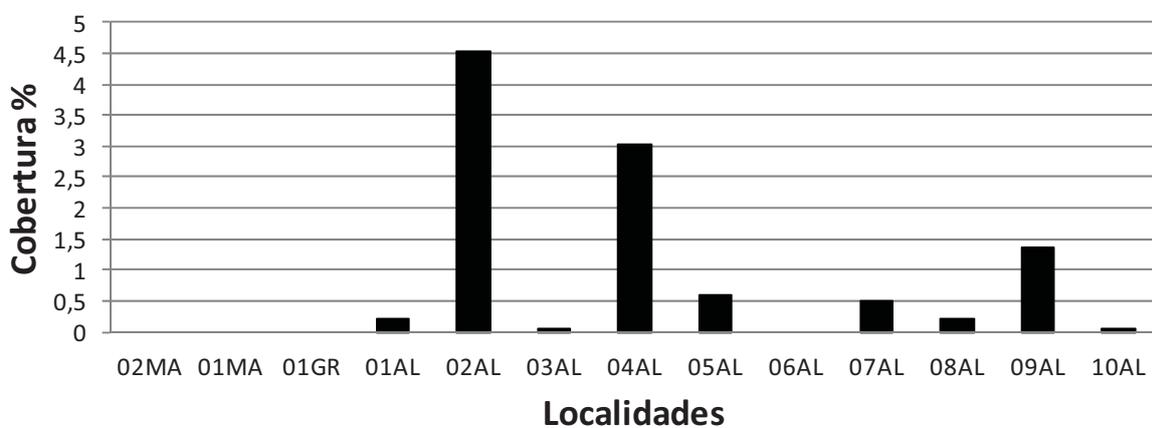


**Haz**

**Envés**

**Foto 55.** Haz y envés de la hoja de *Posidonia*. En el haz (arriba) dominan las algas calcáreas, mientras que en el envés (abajo) los animales, como la ascidia colonial de la imagen, son más abundantes que en el haz y pueden llegar a ser dominantes sobre las algas.

**Gráfico 33.** Cobertura de ascidias en las hojas de *Posidonia*



Por último, se anotaron también algunas puestas de animales marinos que se reproducen en las hojas de *Posidonia*. Entre las puestas que se pudieron identificar se encuentran las de los gasterópodos *Smaragdia viridis* y *Columbella rustica* (Foto 54-6). Este último grupo fue el que menor cobertura media obtuvo entre todos los epifitos estudiados, con sólo 0,015%. Como en otros casos, la cobertura fue mayor en el envés de las hojas (0,028%), que en el haz (0,003%). Parece ser que los gasterópodos, animales reptantes y móviles, encuentran más refugio para depositar sus huevos en el envés de las hojas.

## Bibliografía

### Macroalgas

- Altamirano M., Muñoz A.R., De la Rosa J., Barrajon-Minguez A., Barrajon-Domenech A., Moreno-Robledo C. y Arroyo M.C. 2008. The invasive species *Asparagopsis taxiformis* (Bonnemaisoniales, Rhodophyta) on Andalusian coast (Southern Spain): reproductive stages, new records and invaded communities. *Acta Botanica Malacitana*, 33: 1-11.
- Ballesteros E. y Catalán J. 1984. Flora y vegetación marina y litoral del cabo de Gata y el Puerto de Roquetas de Mar (Almería). Primera aproximación. *Anales de la Universidad de Murcia, sec. Ciencias*, 42 (1-4): 237-276.
- Ballesteros E. y Pinedo S. 2004. Los bosques de algas pardas y rojas. *En*: Luque A.A. y Templado J. (Coords.) (Ed.). *Praderas y bosques marinos de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla: 199-222.
- Cebrián E. y Ballesteros E. 2004. Zonation patterns of benthic communities in an upwelling area from the western Mediterranean (La Herradura, Alboran Sea). *Scientia Marina*, 68 (1): 69-84.
- Cebrián E., Ballesteros E. y Canals M. 2000. Shallow rocky bottom benthic assemblages as calcium carbonate producers in the Alboran Sea. *Oceanologica Acta*, 23 (3): 311-322.

- Chemello R. 2000. Sampling techniques: algae. *En: Goñi R., Harmelin-Vivien M., Badalamenti F., Le Direach L. y Bernard G. (Ed.). Introductory guide of methods for selected ecological studies in marine reserves.* GIS Posidonie publ., Fr.: 91-93.
- Conde F., Flores-Moya A., Soto J., Altamirano M. y Sánchez A. 1996. Check-List of Andalusia (S. Spain) seaweeds. III. Rhodophyceae. *Acta Botanica Malacitana*, 21: 7-33.
- Flores-Moya A., Soto J., Sánchez A., Altamirano M., Reyes G. y Conde F. 1995a. Check-List of Andalusia (S. Spain) seaweeds. I. Phaeophyceae. *Acta Botanica Malacitana*, 20: 5-18.
- Flores-Moya A., Soto J., Sánchez A., Altamirano M., Reyes G. y Conde F. 1995b. Check-List of Andalusia (S. Spain) seaweeds. II. Chlorophyceae. *Acta Botanica Malacitana*, 20: 19-26.
- Hergueta E., Salas C. y García Raso J.E. 2004. Las praderas de *Posidonia oceanica*. Las formaciones de *Mesophyllum alternans*. *En: Luque A.A. y Templado J. (Coords.) (Ed.). Praderas y bosques marinos de Andalucía.* Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla: 116-127.
- Levine H.G. 1984. The use of Seaweeds for monitoring coastal waters. *En: Schubert (Ed.). Algae as ecological indicators.* Academic Press:
- Milazzo M., Chemello R., Badalamenti F. y Riggio S. 2002. Short-term effect of human trampling on the upper infralittoral macroalgae of Ustica Island MPA (western Mediterranean, Italy). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82: 745-748.
- Moreno D. 2010. Flora y fauna alóctona del medio marino andaluz. *En: Cobos F.J. y Ortega F. (Ed.). Especies exóticas invasoras en Andalucía. Talleres provinciales 2004-2006.* Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla: 214-229.
- Ruiz, J. M., Marín-Guirao L., Bernardeau-Esteller J., Ramos-Segura A., García-Muñoz R. y Sandoval-Gil J. M 2011. Spread of the invasive alga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) along the Mediterranean Coast of the Murcia region (SE Spain). *Animal Biodiversity and Conservation*, 34 (1): 73-82.

- Templado J., Ballesteros E., García Raso J.E., San Martín G., López García E., Salas C., Sánchez Lizaso J.L. y Moreno D. 2004. Las praderas de *Posidonia oceanica*. La comunidad posidonícola. *En*: Luque A.A. y Templado J. (Coords.) (Ed.). *Praderas y bosques marinos de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla: 89-116.
- Torras X., Pinedo S., García M., Mangialajo L. y Ballesteros E. 2006. Assessment of coastal environmental quality based on littoral community cartography: methodological approach. *En*: UNEP - MAP - RAC/SPA (Ed.). *Proceedings of the second Mediterranean symposium on marine vegetation (Athens, 12-13 December 2003)*. RAC-SPA edit.,Tunis: 145-153.

### Epifitos

- Alcoverro T., Duarte C.M. y Romero J. 1996. The influence of herbivores on *Posidonia oceanica* epiphytes. *Aquatic Botany*, 56: 93-104.
- Cebrián J., Duarte C.M., Marbá N., Enríquez S., Gallegos M. y Olesen B. 1996. Herbivory on *Posidonia oceanica*: magnitude and variability in the Spanish Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 130: 147-155.
- Martínez B., Vergés Tramullas A., Prado P., Romero J. y Alcoverro T. 2006. Seagrass ecosystems as biological indicators. A comparison of two approaches: leaf epiphyte taxonomy and a combined set of biological descriptors. *En*: UNEP - MAP - RAC/SPA (Ed.). *Proceedings of the second Mediterranean symposium on marine vegetation (Athens, 12-13 December 2003)*. RAC-SPA edit., Tunis: 238.
- Templado J., Ballesteros E., García Raso J.E., San Martín G., López García E., Salas C., Sánchez Lizaso J.L. y Moreno D. 2004. Las praderas de *Posidonia oceanica*. La comunidad posidonícola. *En*: Luque A.A. y Templado J. (Coords.) (Ed.). *Praderas y bosques marinos de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla: 89-116.
- Tomas F., Turon X. y Romero J. 2005. Effects of herbivores on a *Posidonia oceanica* seagrass meadow: importance of epiphytes. *Marine Ecology Progress Series*, 287: 115-125.

### 3.- ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD ESPECÍFICA: CENSOS DE INVERTEBRADOS

#### Introducción

La diversidad de formas de vida entre los invertebrados marinos es enorme. Existen muchos grupos diferentes de invertebrados en nuestras aguas algunos de ellos bien conocidos por pertenecer a la macrofauna, como son las esponjas, los cnidarios, los moluscos, los anélidos poliquetos, los crustáceos, los briozoos, los equinodermos o los tunicados. Otros grupos menores son peor conocidos en Andalucía por ser muy pequeños (microfauna) y por no existir especialistas que los hayan estudiados. En lo referente a las aguas andaluzas y a la fauna de las praderas de posidonia en particular existen dos obras de básicas que son los libros de "Fauna y flora del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar" (García-Raso *et al.*, 1992) y "Praderas y boques marinos de Andalucía" (Luque y Templado, 2004), puesto que ambos presentan listados de especies de todos los grupos biológicos conocidos en base a estudios previos realizados por distintos especialistas.

Además de estos trabajos generales, se pueden destacar otras publicaciones según los distintos grupos de invertebrados, como las dedicadas a las esponjas (Uriz, 2004), los cnidarios (López-González y Medel-Soteras, 2004), los moluscos (Salas y Hergueta, 1986; Gofas *et al.*, 2011), los anélidos poliquetos (San Martín *et al.*, 1990), los crustáceos (García Raso, 2004), los briozoos (López-Fé de la Cuadra y García Gómez, 2004; Moreno y López-Fé, 2008), los equinodermos (Ocaña, 2004; Ocaña y Pérez Ruzafa, 2004, Ocaña *et al.*, 2000) o los tunicados (Ramos, 1988). Sobre la comunidad *posidonícola* la revisión más completa para las praderas de Andalucía es la de Templado *et al.*, (2004), y sobre las especies de mayor tamaño, el "megabentos", destaca el trabajo de Ramos *et al.* (1997).

Para el muestreo de invertebrados existen trabajos generales de toma de muestras (Ramos, 1994; Templado *et al.*, 2010) y otras aproximaciones mediante censos de invertebrados amenazados (Moreno *et al.*, 2007). En el seguimiento de distintos grupos de invertebrados destacan los trabajos de censo de determinados elementos de la macrofauna fácilmente observables en inmersión como son distintos equinodermos (Turon *et al.*, 1995; Sala, 1997; Palacín *et al.*, 1998; Hereu y Zabala, 2000).

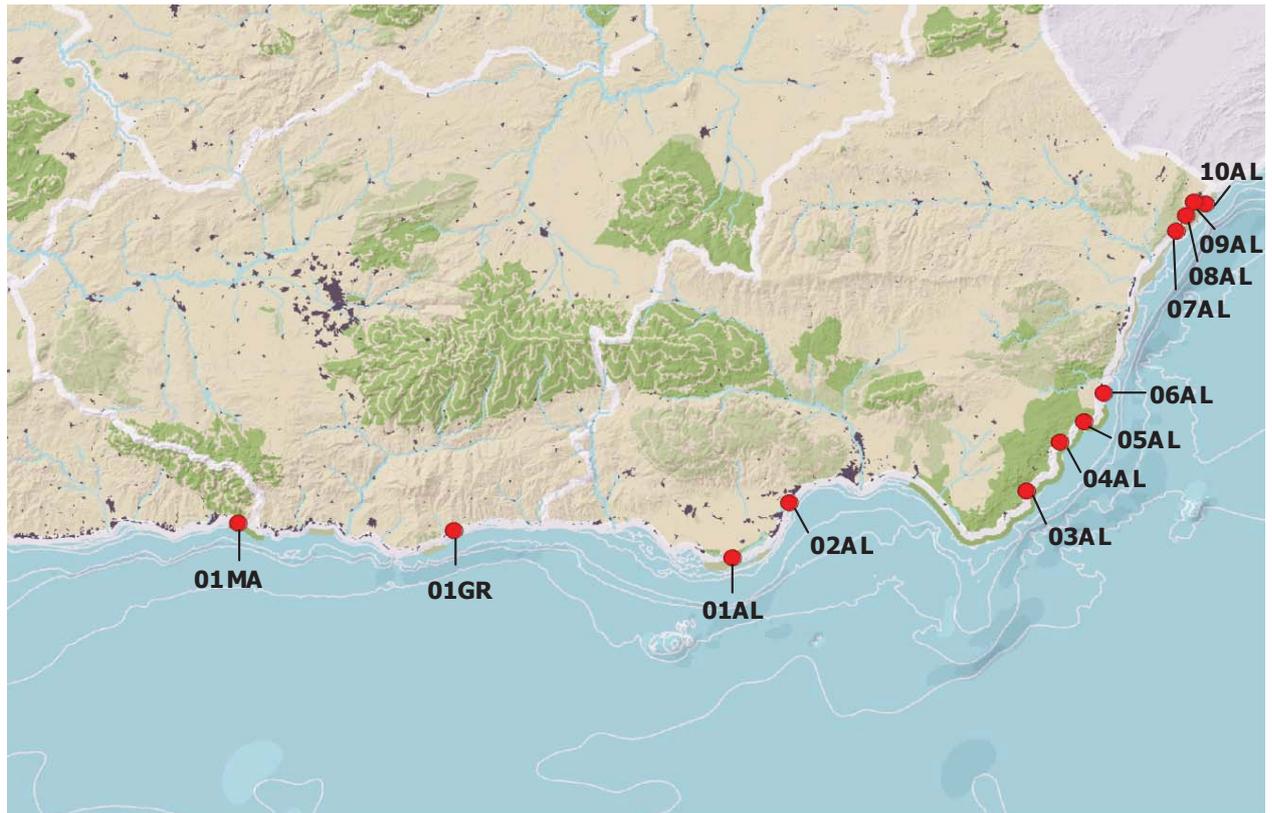
Algunas especies de invertebrados características de las praderas de *Posidonia oceanica* han sido estudiadas con más detalle, como la nacra, *Pinna nobilis*, el mayor bivalvo del Mediterráneo (Richardson *et al.*, 1999; Sánchez Jerez, 2003; Moreno y Barrajon Domenech, 2008), o la estrella de capitán pequeña, *Asterina pancerii* (Moreno *et al.*, 2008).

## Metodología

Para este objetivo se establecieron en 2011 diez estaciones de estudio en Almería, una en Granada y dos en Málaga (Estaciones LIFE) (ver Mapa 3 y Tabla 7). La metodología está dirigida a conocer en detalle, en cada una de estas estaciones, las especies que viven en las praderas identificables durante las inmersiones, evaluando asimismo la abundancia relativa de los principales elementos. Los grupos de organismos estudiados han sido: peces (año 2011), macroflora (año 2012) y macroinvertebrados (año 2013). También se realizó en 2012 la caracterización de la pradera en las localidades del Levante Almeriense, no incluida en POSIMED.

Las estaciones se ubicaron a unos 10 m de profundidad (entre 10 y 12 m), excepto en Málaga donde son más someras. Para ello se buscaron praderas que tuvieran algo de diversidad de fondos, es decir, que no fueran zonas con 100% de cobertura de *Posidonia*, sino zonas que tuvieran también alguna/s roca/s dentro de la pradera (no grandes bloques) y algunos claros o rodales de arena, pero intentando mantener siempre una dominancia de las praderas de *Posidonia*, con más del 50% de cobertura total. Esto no ha sido posible en Málaga, donde las manchas de *Posidonia* son pequeñas.

En los censos la búsqueda de especies de macroinvertebrados se llevó a cabo de forma selectiva. Para cada especie o grupo de especies se dedicó un esfuerzo concreto (un tiempo fijo para cada estación para poder comparar entre localidades) y se realizó en un estrato de la pradera concreto (estrato foliar, rizomas, el conjunto de la pradera, etc.). Además, se estimó la superficie de estudio (= la superficie de fondo marino inspeccionada en el tiempo empleado, expresada en m<sup>2</sup>) que ha sido diferente según la abundancia de las especies, para obtener estimas de densidad de cada taxón.



**Mapa 3.** Localidades (Estaciones LIFE) establecidas en Almería (AL), Granada (GR) y Málaga (MA) donde se realizan los trabajos de seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica* del Proyecto Life. 01AL- Punta Entinas. 02AL- Bajos de Roquetas. 03AL- Los Escullos. 04AL- Las Negras. 05AL- Agua Amarga. 06AL- Isla de San Andrés. 07AL- Loza del Payo. 08AL- El Calón. 09AL- Pozo del Esparto. 10AL- Isla de Terreros. 01GR- Cambriles. 01MA- Molino de Papel. 02MA-Estepona.

**Tabla 7.** Localidades establecidas en Almería, Granada y Málaga (Estaciones LIFE) donde el Equipo de Medio Marino ha realizado los censos de peces (2011), macroalgas (2012) y macroinvertebrados (2013). La fecha que se indica es de los seguimientos realizados durante 2013 (censos de macroinvertebrados).

Nº	Provincia	Localidad	UTM (Datum ETRS89)			Fecha	Actuación
			Huso	X	Y		
01AL	Almería	Punta Entinas	30S	525297	4058254	15/10/2013	Censo macroinvertebrados
02AL	Almería	Bajos Roquetas	30S	537238	4071254	17/10/2013	Censo macroinvertebrados
03AL	Almería	Los Escullos	30S	584044	4072585	21/10/2013	Censo macroinvertebrados
04AL	Almería	Las Negras	30S	589771	4082754	23/10/2013	Censo macroinvertebrados
05AL	Almería	Agua Amarga	30S	595563	4088193	30/10/2013	Censo macroinvertebrados
06AL	Almería	Isla de San Andrés	30S	599340	4094658	08/11/2013	Censo macroinvertebrados
07AL	Almería	Loza del Payo	30S	615118	4128202	07/10/2013	Censo macroinvertebrados
08AL	Almería	El Calón	30S	619319	4134197	07/11/2013	Censo macroinvertebrados
09AL	Almería	Pozo del Esparto	30S	616390	4132531	25/09/2013	Censo macroinvertebrados
10AL	Almería	Isla de Terreros	30S	619268	4134179	06/11/2013	Censo macroinvertebrados
01GR	Granada	Cambriles	30S	470054	4065741	10/07/2013	Censo macroinvertebrados
01MA	Málaga	Molino de Papel	30S	427199	4067292	18/07/2013	Censo macroinvertebrados
02MA	Málaga	Estepona	30S	309144	4033373	18/12/2013	Censo macroinvertebrados

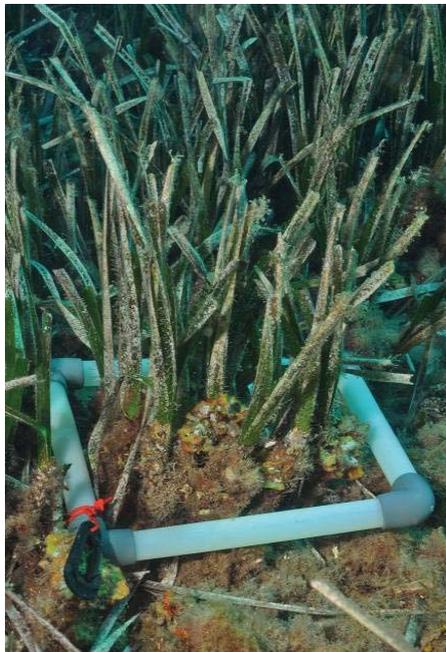
Las especies o grupos de especies sobre los que se ha hecho el seguimiento, el tiempo de búsqueda y la zona o estrato, han sido:

- *Pinna nobilis*: se dedicaron 5 minutos a la búsqueda de ejemplares de este bivalvo catalogado, marcando el inicio del recorrido con la cinta métrica y considerando un ancho de muestreo de 1 m a cada lado (Foto 56). Se anotó el número de individuos observados y su talla.
- *Asterina pancerii*: se dedicó el tiempo necesario a la búsqueda de ejemplares de este equinodermo amenazado en el estrato de hojas de la pradera en un marco de 20x20 cm (Foto 57). Se anotó el número de ejemplares detectados y sus medidas en mm, incluyendo los juveniles, repitiendo el muestreo en 3 puntos distintos con marquito de 20x20 cm.
- Especies más conspicuas de la macrofauna invertebrada (excepto *Pinna nobilis*): los equinodermos *Paracentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis* y *Hotothuria* spp., y el poliqueto *Sabella spallanzanii*. Se dedicaron 5 minutos a la búsqueda de dichas especies, anotándose el número de ejemplares/colonias observado. Se marcó el inicio del recorrido con la cinta métrica y un ancho de muestreo de 1 m a cada lado. Se anotó el número de individuos observados y su talla en cm.
- Especies móviles del estrato foliar: se dedicaron 5 minutos a la búsqueda de las siguientes especies: los moluscos *Jujubinus* spp. y *Smargadia viridis*, decápodos como *Hippolyte*, así como aquellas especies más raras de ver, pero que podrían detectarse, como crustáceo isópodos., el molusco *Petalifera petalifera*, e incluso el pez *Opeatogenys gracilis* que no pudo ser observado en el censo de peces por su pequeño tamaño (la metodología para invertebrados del estrato foliar es más adecuada para su posible detección). Se dedicó el tiempo necesario a la búsqueda de ejemplares de estos invertebrados en el estrato de hojas de la pradera en un marco de 20x20 cm (Foto 58). Se anotó el número de ejemplares detectados y sus medidas en mm, incluyendo los juveniles. Se repitió el muestreo en 3 puntos distintos con marquito de 20x20 cm.
- Especies del estrato de rizomas: se dedicarán 5 minutos a la búsqueda de las siguientes especies: las esponjas *Ircinia* spp., *Dysidea* spp., *Crambe crambe* o *Chondrosia reniformis*, el poliqueto *Salmacina incrustans*, los briozoos *Myriapora*

*truncata* o *Reteporella* spp., y los tunicados *Pseudodistoma obscurom*, *Aplidium conicum* o *Didemnum maculosum*. Se anotará en todos los casos el número de ejemplares/colonias observado. Se marcó el inicio del recorrido con la cinta métrica y un ancho de muestreo de 1 m a cada lado.



**Foto 56.** Censo con cinta métrica de 30 metros de longitud (03AL-Los Escullos).



**Foto 57.** Marco de 20x20 cm (06AL-Isla de San Andrés).



**Foto 58.** Censo de detalle de macroinvertebrados de las hojas y los rizomas con marco de 20x20 cm (08AL-El Calón).

## Resultados y Discusión

En los censos con cinta métrica (macrofauna) en total se han identificado 64 especies de invertebrados (Tabla 8). La especie más frecuente ha sido el pepino de mar *Holothuria tubulosa* (Foto 59), observada en 11 localidades (84,6), con una densidad de individuos/m<sup>2</sup> de 0,318, relativamente elevada. Esta especie es más frecuente en las praderas occidentales que en las orientales, con máximos en 02AL-Bajos de Roquetas con 1,6 indiv./m<sup>2</sup> y 01MA-Molino de Papel con 1,29 indiv./m<sup>2</sup> (Gráfico 34).

La segunda especie más frecuente en los censos fue el bivalvo *Pinna nobilis*, observada en 8 localidades (61,5%) y presente sobre todo en las praderas de Almería. La especie es más abundante en el Levante Almeriense, con una densidad máxima de 0,13 de indiv./m<sup>2</sup> en el censo de la 07AL-Loza del Payo (Gráfico 35).

La especie que ha mostrado valores más elevados de densidad es el erizo de mar común *Paracentrotus lividus* (Foto 61), presente en 7 localidades (53,8%), con 0,9 indiv./m<sup>2</sup> de media (Tabla 8) y que rondado los 5 indiv./m<sup>2</sup> en 02AL-Bajos de Roquetas y en 01MA-Estepona (Gráfico 36). Otro erizo de mar, *Sphaerechinus granularis* (Foto 62), al igual que el anterior, se ha detectado principalmente en las praderas occidentales, con máximos de densidad en 02AL-Bajos de Roquetas y 01MA-Estepona (Gráfico 37).

Otro equinodermo presente también en 7 localidades (53,8%), es la estrella de mar anaranjada *Echinaster sepositus* (Foto 63), que ha sido hallada principalmente en el Levante Almeriense (09AL y 10AL) y en el Parque Natural de Cabo de Gata (03AL y 04AL) (Gráfico 38).

La siguiente especie más frecuente en los censos ha resultado ser el cnidario *Pachygerianthus* sp. (Tabla 8, Foto 64), que vive parcialmente enterrado en el sedimento y que ha estado presente solo en Almería, aunque siempre con densidades muy bajas, no superiores a 1 indiv./m<sup>2</sup> (Gráfico 39).

La especie con una mayor densidad en los censos, después de los dos erizos mencionados anteriormente, es el falso coral *Myriapora truncata* (Foto 65), un briozoo propio de sustratos rocosos pero que en determinadas praderas (se ha observado en 5 localidades) es frecuente en el estrato de rizomas. La densidad media de esta especie es de 0,4 indiv./m<sup>2</sup> (Tabla 8), y el máximo 2,6 en 08AL-El Calón (Gráfico 40).

También presente en 5 localidades (Tabla 8) se encuentra el tunicado colonial *Didemnum fulgens* (Foto 66), una especie pequeña y de distribución contagiosa que vive en la parte superior de los rizomas. Este tunicado se ha observado en praderas almerienses de Cabo de Gata, Isla de San Andrés y el Levante, en concreto en 08AL-El Calón, donde se detectó un máximo de densidad con un 1,4 indiv./m<sup>2</sup> (Gráfico 41).

La última de las 9 especies más frecuentes en los censos, presente en 5 localidades (38,5%) es otro pepino de mar, en este caso *Holothuria sanctori* (Foto 67). Esta especie, más propia de sustratos rocosos que su congénere *Holothuria tubulosa* (Foto 59), se encuentra entre los rizomas de praderas de Cabo de Gata, Isla de San Andrés y el Levante Almeriense, con un máximo de densidad de 0,12 en 04AL-Las Negras (Gráfico 42).

Hay que destacar que entre las 9 especies más frecuentes en los censos de macrofauna 5 de ellas son equinodermos. El resto de las especies ha aparecido en 4 censos o menos. La diversidad de especies es muy elevada, como demuestra el dato de que la mitad de los invertebrados observados se han detectado en una única localidad (Tabla 8).

**Tabla 8.** Especies de invertebrados observadas en los censos con cinta métrica (macrofauna) del Proyecto LIFE Posidonia Andalucía. Se indica el nombre científico, el número de localidades en las que ha estado presente la especie, el porcentaje de localidades (en total han sido 13), y la densidad media de individuos por metro cuadrado.

Nº	Invertebrados (Censos)	Grupo	Localidades		Densidad Indiv./m <sup>2</sup>
			Nº	%	
1	<i>Holothuria tubulosa</i>	Equinodermo holoturiodeo	11	84,6	0,318
2	<i>Pinna nobilis</i>	Molusco bivalvo	8	61,5	0,034
3	<i>Paracentrotus lividus</i>	Equinodermo equinoideo	7	53,8	0,919
4	<i>Sphaerechinus granularis</i>	Equinodermo equinoideo	7	53,8	0,469
5	<i>Echinaster sepositus</i>	Equinodermo asteroideo	7	53,8	0,079
6	<i>Pachycerianthus</i> sp.	Cnidario	7	53,8	0,031
7	<i>Myriapora trunca</i>	Briozoo	5	38,5	0,445
8	<i>Didemnum fulgens</i>	Tunicado	5	38,5	0,215
9	<i>Holothuria sanctori</i>	Equinodermo holoturiodeo	5	38,5	0,015
10	<i>Pseudodistoma obscurum</i>	Tunicado	4	30,8	0,195
11	<i>Schizomavella mamillata</i>	Briozoo	4	30,8	0,113
12	<i>Reteporella</i> spp.	Briozoo	4	30,8	0,106
13	<i>Salmacina/Filograna</i>	Anélido poliqueto	4	30,8	0,055
14	<i>Sabella spallanzanii</i>	Anélido poliqueto	4	30,8	0,008
15	<i>Pinna rudis</i>	Molusco bivalvo	4	30,8	0,007
16	<i>Didemnum maculosum</i>	Tunicado	3	23,1	0,167
17	<i>Ophioderma longicauda</i>	Equinodermo ofiuroideo	3	23,1	0,123
18	<i>Crambe crambe</i>	Porífero	3	23,1	0,102
19	<i>Dysidea</i> spp.	Porífero	3	23,1	0,067
20	<i>Schizoporella errata</i>	Briozoo	3	23,1	0,037
21	<i>Arbacia lixula</i>	Equinodermo equinoideo	3	23,1	0,018
22	<i>Protula intestinum</i>	Anélido poliqueto	3	23,1	0,018
23	<i>Ascidia</i> sp.	Tunicado	2	15,4	0,315
24	<i>Arca noae</i>	Molusco bivalvo	2	15,4	0,092
25	<i>Sabellidae</i>	Anélido poliqueto	2	15,4	0,032
26	<i>Holothuria forskali</i>	Equinodermo holoturiodeo	2	15,4	0,024
27	<i>Aiptasia mutabilis</i>	Cnidario	2	15,4	0,015
28	<i>Schizobrachiella sanguinea</i>	Briozoo	2	15,4	0,013
29	<i>Chondrosia reniformis</i>	Porífero	2	15,4	0,013
30	<i>Venus verrucosa</i>	Molusco bivalvo	2	15,4	0,009
31	<i>Ophiaster ophioides</i>	Equinodermo asteroideo	2	15,4	0,005
32	<i>Ciona viridis</i>	Porífero	1	7,7	0,046
33	<i>Caecinus tubularis</i>	Artrópodo crustáceo	1	7,7	0,038
34	<i>Nassarius reticulatus</i>	Molusco gasterópodo	1	7,7	0,038
35	<i>Pisa tetraodon</i>	Artrópodo crustáceo	1	7,7	0,038
36	<i>Antedon mediterranea</i>	Equinodermo crinoideo	1	7,7	0,034
37	<i>Margaretta cereoides</i>	Briozoo	1	7,7	0,031
38	<i>Clavularia</i> sp.	Cnidario	1	7,7	0,008
39	<i>Dardanus calidus</i>	Artrópodo crustáceo	1	7,7	0,008
40	Ermitaño	Artrópodo crustáceo	1	7,7	0,008
41	<i>Felimare picta</i>	Molusco gasterópodo	1	7,7	0,008
42	<i>Felimare tricolor</i>	Molusco gasterópodo	1	7,7	0,008
43	<i>Flabellina pedata</i>	Molusco gasterópodo	1	7,7	0,008
44	<i>Leucania</i> sp.	Porífero	1	7,7	0,008
45	<i>Maasella edwardsi</i>	Cnidario	1	7,7	0,008
46	<i>Oscarella lobularis</i>	Porífero	1	7,7	0,008
47	<i>Phallusia mamillata</i>	Tunicado	1	7,7	0,008
48	<i>Phorbastenia</i>	Porífero	1	7,7	0,008
49	<i>Pycnoclavella communis</i>	Tunicado	1	7,7	0,008
50	<i>Sabella pavonina</i>	Anélido poliqueto	1	7,7	0,008
51	<i>Balanophyllia europaea</i>	Cnidario	1	7,7	0,007
52	<i>Cacospongia</i> sp.	Porífero	1	7,7	0,007
53	<i>Polyclinella azemai</i>	Tunicado	1	7,7	0,007
54	<i>Serpulorbis arenarius</i>	Molusco gasterópodo	1	7,7	0,007
55	<i>Echinocardium</i> sp.	Equinodermo equinoideo	1	7,7	0,006
56	<i>Anomia epphipium</i>	Molusco bivalvo	1	7,7	0,006
57	<i>Ircinia</i> spp.	Porífero	1	7,7	0,005
58	<i>Apidium conicum</i>	Tunicado	1	7,7	0,004
59	<i>Ciona celta</i>	Porífero	1	7,7	0,004
60	<i>Aplysia</i> sp.	Molusco gasterópodo	1	7,7	0,001
61	<i>Bispira volutacornis</i>	Anélido poliqueto	1	7,7	0,001
62	<i>Habella attenuata</i>	Equinodermo asteroideo	1	7,7	0,001
63	<i>Holocynthia papillosa</i>	Tunicado	1	7,7	0,001
64	<i>Marthastris glacialis</i>	Equinodermo asteroideo	1	7,7	0,001



Foto 59.- *Holothuria tubulosa*

Gráfico 34. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Holothuria tubulosa* por localidad

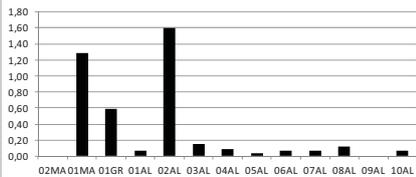


Foto 60.- *Pinna nobilis*

Gráfico 35. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Pinna nobilis* por localidad

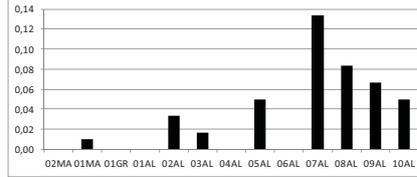


Foto 61.- *Paracentrotus lividus*

Gráfico 36. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Paracentrotus lividus* por localidad

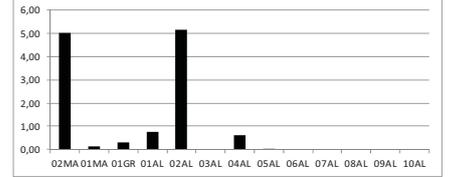


Foto 62.- *Sphaerechinus granularis*

Gráfico 37. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Sphaerechinus granularis* por localidad

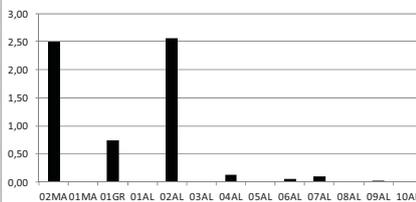


Foto 63.- *Echinaster sepositus*

Gráfico 38. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Echinaster sepositus* por localidad

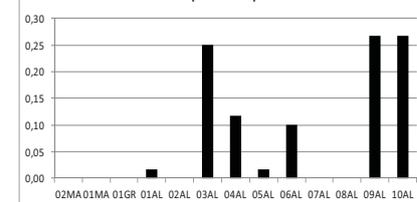


Foto 64.- *Pachycerianthus* sp.

Gráfico 39. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Pachycerianthus* sp. por localidad

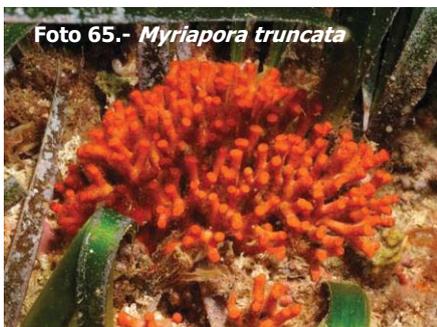
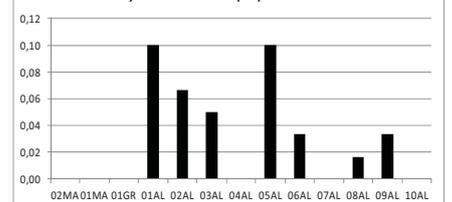


Foto 65.- *Myriapora truncata*

Gráfico 40. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Myriapora truncata* por localidad

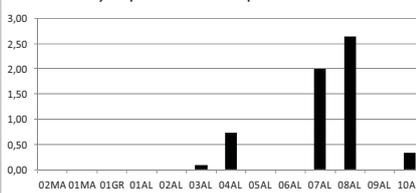


Foto 66.- *Didemnum fulgens*

Gráfico 41. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Didemnum fulgens* por localidad

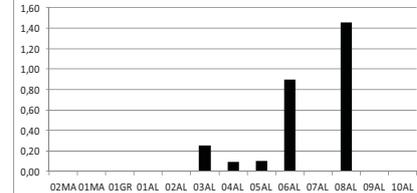
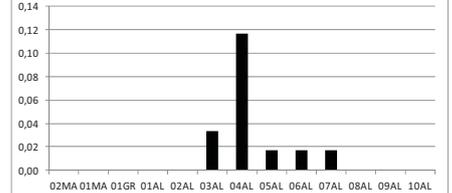


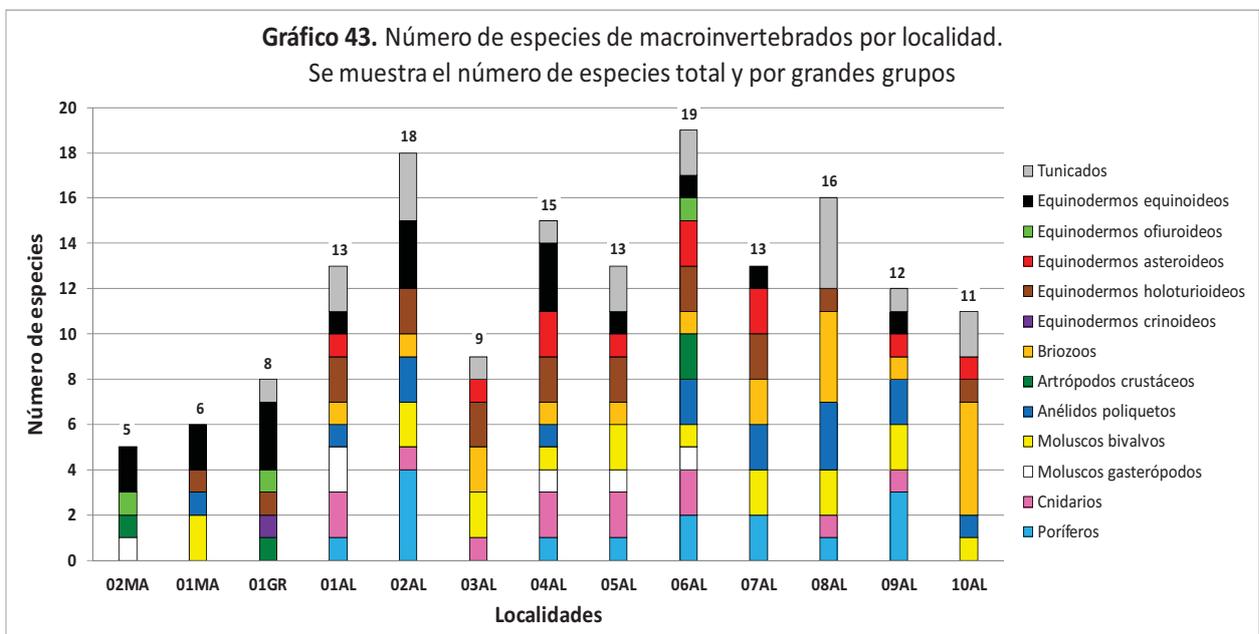
Foto 67.- *Holothuria sanctori*

Gráfico 42. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Holothuria sanctori* por localidad



En los censos de invertebrados de macrofauna realizados con cinta métrica, considerando el número de especies por localidad (Gráfico 43), se observa que existe una mayor riqueza específica en Almería (valores siempre superiores a 9 especies/censo) que en Granada y Málaga, con 8, 6 y 5 especies por censo respectivamente. La localidad con más especies por censo el 06AL-Isla de San Andrés con 19 especies/censo, seguida de cerca por 02AL-Bajos de Roquetas, con 18.

La presencia de los distintos grandes grupos considerados es diferente en las distintas localidades y provincias (Gráfico 43). Así, por ejemplo, los tunicados están presentes en casi todas las localidades de Almería (con un máximo de 4 especies en 08AL-Pozo del Esparto) y en la de Granada, pero están ausentes en Málaga. Uno de los tunicados más conspicuos de las praderas es *Pseudodistoma obscurum* (Foto 68), una especie colonial relativamente grande y generalmente de color gris oscuro con los sifones de los zooides de borde blanco. Otro de los grupos bien representados en los censos son los poríferos, aunque se han observado solo en localidades de Almería, con un máximo de 4 especies en 02AL-Bajos de Roquetas. Entre las esponjas de las praderas destaca *Crambe crambe*, que vive con frecuencia sobre la concha del bivalvo *Arca noae* (Foto 69).



**Gráfico 43.** Número de especies total y por grandes grupos de macroinvertebrados observados en cada una de las localidades establecidas en Málaga, Granada y Almería (Estaciones LIFE). 01MA– Molino de Papel. 01GR– Cambriles. 01AL- Punta Entinas. 02AL– Bajos de Roquetas. 03AL– Los Escullos. 04AL– Las Negras. 05AL– Agua Amarga. 06AL– Isla de San Andrés. 07AL– Punta Cala Infalible. 08AL– El Calón. 09AL– Pozo del Esparto. 10AL– Isla de Terreros.

Cabe destacar que grandes grupos como los briozoos o los equinodermos asteroideos se han detectado solo en praderas de Almería. Entre los briozoos la especie *Schizoporella errata*, observada en 3 localidades de Almería, es notable por crecer rodeando completamente un rizoma de *Posidonia oceanica* y tomar la forma de un cucurucho (Foto 70). La mayor diversidad e briozoos se detectó en 10AL-Isla Terreros con 4 especies distintas.

Otros grupos, como los crustáceos (generalmente pequeños y crípticos), se han observado en las tres provincias, aunque solo en una localidad de cada una de ellas.

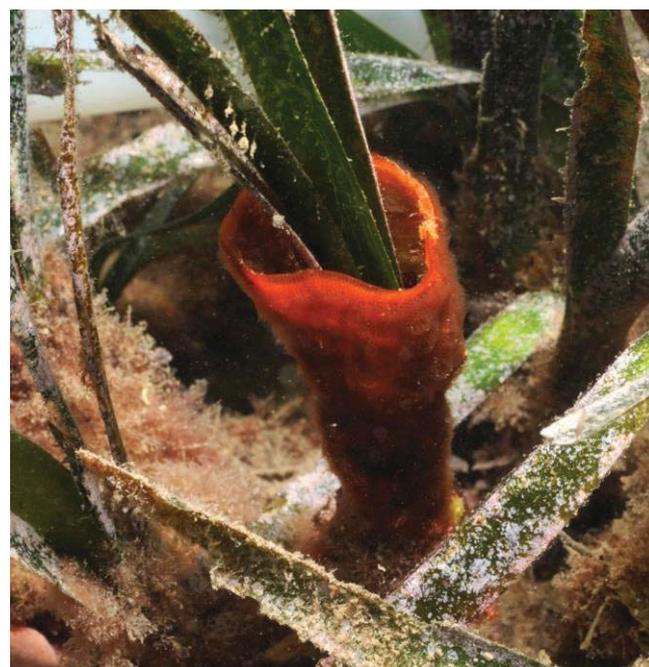


**Foto 68.-** El tunicado *Pseudodistoma obscurum* es una especie frecuente en las praderas de *Posidonia*.



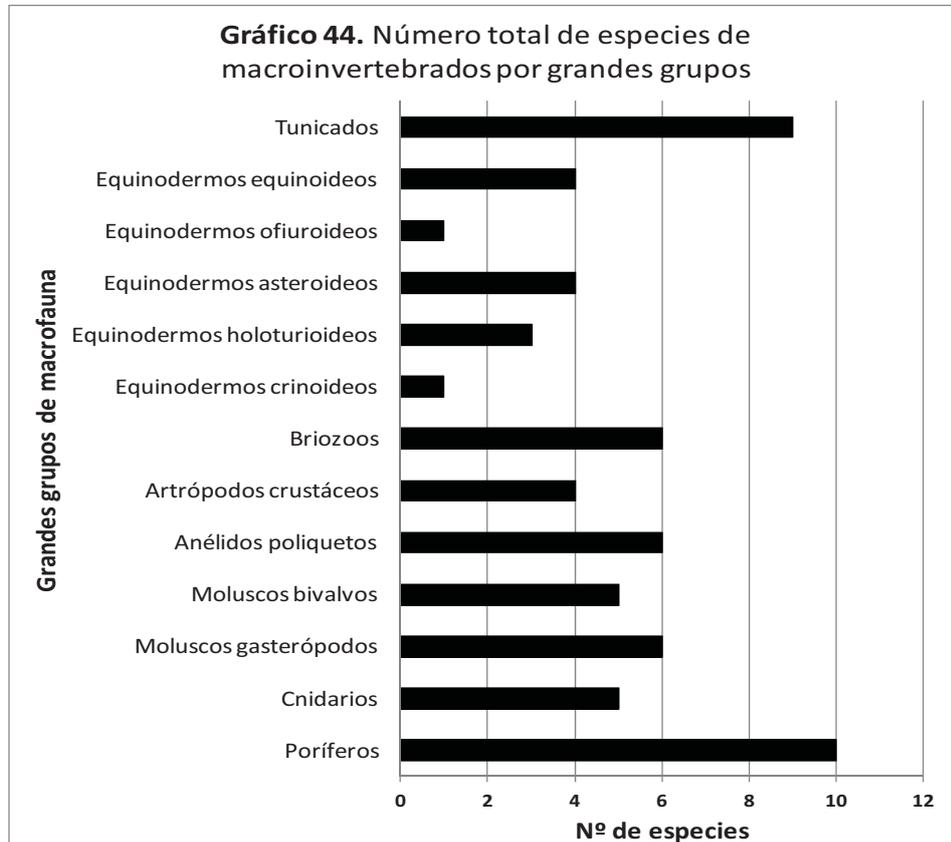
**Foto 69.-** La esponja *Crambe crambe* vive asociada al bivalvo *Arca noae* que se fija a los rizomas de

Analizando los datos de los censos realizados con cinta métrica en cuanto al número total de especies por grandes grupos de macroinvertebrados (Gráfico 44), se puede observar que los grupos mejor representados son los poríferos (10 especies) y tunicados (9), seguidos por briozoos (Foto 70), anélidos poliquetos y moluscos gasterópodos (todos ellos con 6).



**Foto 70.-** El briozoo *Schizoporella errata* posee unas colonias laminares que pueden crecer rodeando los haces de *Posidonia*.

Todos estos grupos, excepto los gasterópodos, son animales filtradores, que por tanto conforman el grupo trófico dominante en los censos de macroinvertebrados. A este grupo de animales filtradores también pertenece la nacra *Pinna nobilis* (Foto 60), una de las especies de mayor tamaño que viven en las praderas de *Posidonia*.



**Gráfico 44.** Número total de especies de macroinvertebrados en los censos por grandes grupos en las localidades establecidas en Málaga, Granada y Almería (Estaciones LIFE).

Los censos con cuadrícula de 20x20 cm (microfauna) han mostrado una mayor riqueza específica que los de macrofauna, con un total de 74 identificadas (Tabla 9). La especie más frecuente ha sido el molusco gasterópodo *Chauvetia mamillata* (Foto 71), detectado en las 10 localidades de Almería, lo que representa un 76,9% del total. Esta especie parece ser más frecuente según nos desplazamos más a levante (Gráfico 45). El briozoo *Patinella radiata* (= *Lichenopora radiata*) (Foto 72) fue observado en 9 localidades, también todas ellas de Almería (Gráfico 46). Esta especie es la que ha obtenido un mayor valor de densidad media, con 67 indiv./m<sup>2</sup> (Tabla 9) y un máximo de 233 indiv./m<sup>2</sup> en 07AL-Loza del Payo. Con menor densidad que la especie anterior, pero presente en el mismo número de localidades (9) se encuentra el gasterópodo *Crepidula moulinsii* (Foto 73). En este último caso, los valores máximos se encuentran en el Poniente Almeriense, en concreto en 02AL-Bajos de Roquetas, con 75 indiv./m<sup>2</sup>.

En cuarto lugar entre los microinvertebrados más frecuentes en los censos se encuentran los anfípodos (Tabla 9). Estos pequeños crustáceos han sido infravalorados en los muestreos por su pequeño tamaño y su movilidad, que les hace esconderse a gran rapidez del observador. Aún así se han detectado en 8 estaciones, con una media de 21,7 indiv./m<sup>2</sup>. Una especie característica de las praderas de fanerógamas andaluzas, el gasterópodo de color verde *Smaragdia viridis* (Foto 74), se observó en 7 localidades de Almería con un máximo en 10AL-Isla de Terreros (Gráfico 48). También en 7 localidades de Almería se observó a otro gasterópodo característico de las praderas de *Posidonia*, *Rissoa auriscalpium* (Foto 75), que mostró un máximo de densidad en 04AL-Las Negras (Gráfico 49). Con 7 localidades también se encuentra el grupo de las planarias (sin determinar) (Tabla 9).

**Tabla 9.** Especies de invertebrados observadas en los censos con cuadrícula de 20x20 cm (microfauna) del Proyecto LIFE Posidonia Andalucía. Se indica el nombre científico, el número de localidades en las que ha estado presente la especie, el porcentaje de localidades (en total han sido 13), y la densidad media de individuos por metro cuadrado.

Nº	Invertebrados (Censos)	Grupo	Localidades		Densidad Indiv./m <sup>2</sup>
			Nº	%	
1	<i>Chauvetia mamillata</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	10	76,9	16,346
2	<i>Patinella dilatata</i>	Briozoa	9	69,2	67,628
3	<i>Crepidula mollinsii</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	9	69,2	23,397
4	Anfípodo	Artrópodo crustáceo	8	61,5	21,795
5	<i>Smaragdia viridis</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	7	53,8	9,936
6	<i>Rissoa auriscalpium</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	7	53,8	7,372
7	Planaria	Platelminto	7	53,8	6,731
8	<i>Asterina pancerii</i>	Equinodermo a steroideo	5	38,5	15,385
9	Poliqueto errante	Anélido poliqueto	5	38,5	5,449
10	Poliqueto con carcaj	Anélido poliqueto	5	38,5	4,808
11	<i>Jujubinus exasperatus</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	5	38,5	3,205
12	<i>Amphipholis squamata</i>	Equinodermo o fiuroideo	4	30,8	11,538
13	<i>Didemnum</i> sp.	Tunicado	4	30,8	9,936
14	<i>Schizoporella errata</i>	Briozoa	4	30,8	6,731
15	<i>Paracentrotus lividus</i>	Equinodermo o equinoideo	4	30,8	4,487
16	<i>Opeatogenys gracilis</i>	Pez	4	30,8	3,205
17	<i>Tricola pullus</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	4	30,8	2,564
18	<i>Petalifera petalifera</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	3	23,1	2,885
19	<i>Reteporella</i> spp.	Briozoa	3	23,1	2,564
20	<i>Haliotis tuberculata</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	3	23,1	2,244
21	<i>Arbaciella elegans</i>	Equinodermo o equinoideo	3	23,1	1,923
22	<i>Asterina gibbosa</i>	Equinodermo a steroideo	2	15,4	4,487
23	<i>Doto</i> sp.	<i>Molusco gasterópodo</i>	2	15,4	2,564
24	<i>Rissoa similis</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	2	15,4	2,564
25	<i>Vitreolina philippi</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	2	15,4	2,244
26	<i>Apletodon incognitus</i>	Pez	2	15,4	2,179
27	<i>Ocenebrina aciculata</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	2	15,4	1,923
28	<i>Pseudodistoma obscurum</i>	Tunicado	2	15,4	1,923
29	<i>Schizobrachiella sanguinea</i>	Briozoa	2	15,4	1,603
30	<i>Botryloides</i> sp.	Tunicado	2	15,4	1,282
31	Cangrejo ermitaño	Artrópodo crustáceo	2	15,4	1,282
32	<i>Holothuria</i> spp.	Equinodermo o holoturidae	2	15,4	1,282
33	<i>Rissoa variabilis</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	2	15,4	1,282
34	<i>Jujubinus ruscianus</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	3,205
35	<i>Bittium latreillii</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	1,923
36	<i>Diplosoma spongiforme</i>	Tunicado	1	7,7	1,923
37	Caprellidae	Artrópodo crustáceo	1	7,7	1,282
38	<i>Flabellina pedata</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	1,282
39	<i>Pagurus anachorethus</i>	Artrópodo crustáceo	1	7,7	1,282
40	<i>Schizomavella mamillata</i>	Briozoa	1	7,7	1,282
41	<i>Aegires leuкартii</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,962
42	<i>Favorinus branchialis</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,962
43	<i>Felimare villafra nca</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,962
44	<i>Marshallora adversa</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,962
45	<i>Ophiura</i> sp.	Equinodermo o fiuroideo	1	7,7	0,962
46	<i>Paractinia striata</i>	Cnidario	1	7,7	0,962
47	<i>Rissoa viola cea</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,962
48	<i>Scorpaena notata</i>	Pez	1	7,7	0,962
49	<i>Sphaeroma</i> sp.	Artrópodo crustáceo	1	7,7	0,962
50	<i>Sycon</i> sp.	Porífero	1	7,7	0,962
51	<i>Alvania lineata</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,641
52	<i>Arca noae</i>	<i>Molusco bivalvo</i>	1	7,7	0,641
53	<i>Calliostoma laugierii</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,641
54	<i>Calpensia nobilis</i>	Briozoa	1	7,7	0,641
55	<i>Clanulcus cruciatus</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,641
56	<i>Crambe crambe</i>	Porífero	1	7,7	0,641
57	<i>Echinaster sepositus</i>	Equinodermo a steroideo	1	7,7	0,641
58	<i>Eubranchius farrani</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,641
59	<i>Facelina annulicornis</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,641
60	<i>Flexopecten hyalinus</i>	<i>Molusco bivalvo</i>	1	7,7	0,641
61	<i>Gibberula miliaria</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,641
62	<i>Hippolyte inermis</i>	Artrópodo crustáceo	1	7,7	0,641
63	<i>Marthasterias glacialis</i>	Equinodermo a steroideo	1	7,7	0,641
64	<i>Myriapora truncata</i>	Briozoa	1	7,7	0,641
65	<i>Nassarius incrassatus</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,641
66	<i>Ophiotrix fragilis</i>	Equinodermo o fiuroideo	1	7,7	0,641
67	<i>Pachycerianthus</i> sp.	Cnidario	1	7,7	0,641
68	<i>Paranemona cinerea</i>	Cnidario	1	7,7	0,641
69	Picnogónido	Artrópodo picnogónido	1	7,7	0,641
70	<i>Planocera graffi</i>	Platelminto	1	7,7	0,641
71	<i>Pycnocella communis</i>	Tunicado	1	7,7	0,641
72	<i>Rissoa guerini</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,641
73	<i>Stenosoma appendiculatum</i>	Artrópodo crustáceo	1	7,7	0,641
74	<i>Tricola speciosa</i>	<i>Molusco gasterópodo</i>	1	7,7	0,641



Foto 71.- *Chauvetia mamillata*

Gráfico 45. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Chauvetia mamillata* por localidad

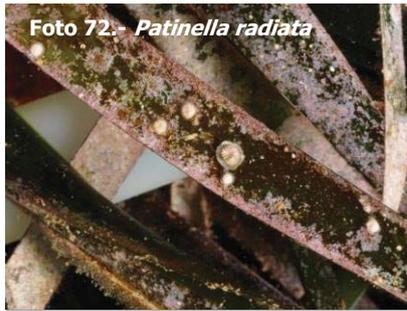
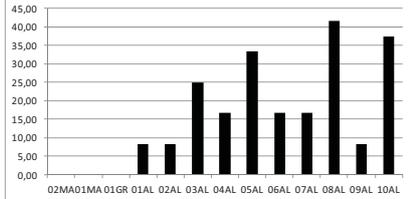


Foto 72.- *Patinella radiata*

Gráfico 46. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Patinella radiata* por localidad

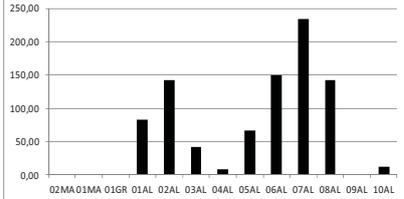


Foto 73.- *Crepidula moulinssii*

Gráfico 47. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Crepidula moulinssii* por localidad

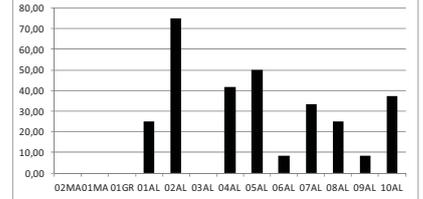


Foto 74.- *Smaragdia viridis*

Gráfico 48. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Smaragdia viridis* por localidad

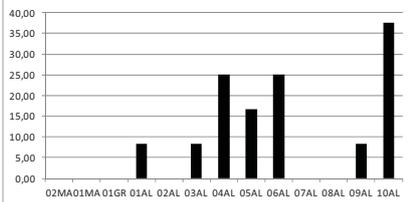


Foto 75.- *Rissoa auriscalpium*

Gráfico 49. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Rissoa auriscalpium* por localidad

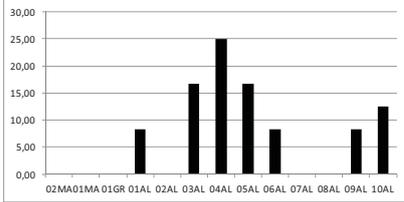


Foto 76.- *Asterina pancerii* y *A. gibbosa*

Gráfico 50. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Asterina pancerii* y *A. gibbosa* por localidad

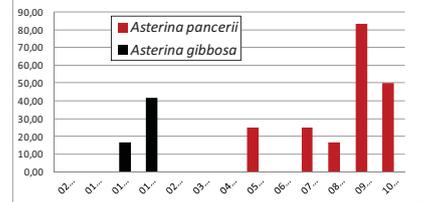


Foto 77.- *Amphipholis squamata*

Gráfico 51. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Amphipholis squamata* por localidad

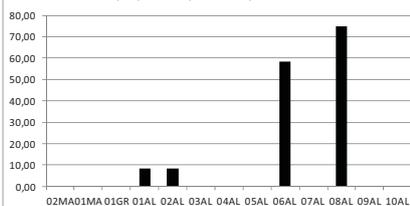


Foto 78.- *Opeatogenys gracilis*

Gráfico 52. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Opeatogenys gracilis* por localidad

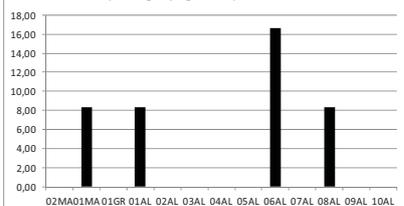
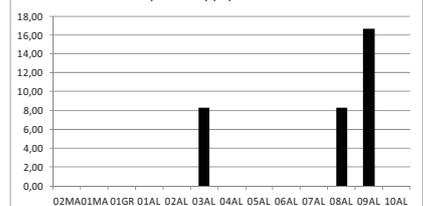


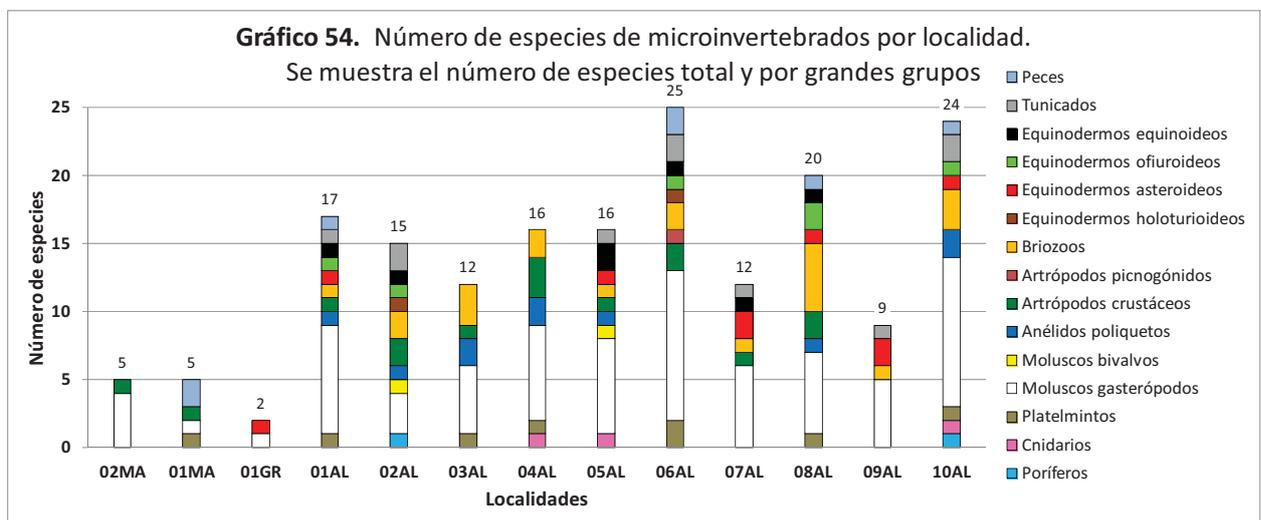
Foto 79.- *Reteporella* sp.

Gráfico 53. Densidad (indiv./m<sup>2</sup>) de *Reteporella* spp. por localidad



En los censos de invertebrados de microfauna realizados con marcos de 20x20 cm, considerando el número de especies por localidad (Gráfico 54), se observa que existe una mayor riqueza específica en Almería (valores siempre superiores a 9 especies/censo) que en Granada y Málaga (con 2 estaciones), con 2, 5 y 5 especies por censo, respectivamente. La localidad con más especies por censo fue 06AL-Isla de San Andrés (igual que en macrofauna) con 25 especies/censo, seguida de cerca por 10AL-Isla de Terreros, con 24.

La presencia de los grandes grupos considerados es diferente en las distintas localidades y provincias (Gráfico 54). Así, por ejemplo, los crustáceos están presentes en casi todas las localidades de Almería (8) y en las del de Málaga (2), mientras que los cnidarios se detectaron solo en 3 localidades de Almería. El grupo mejor representado es el de los gasterópodos que fue observado en todas las praderas estudiadas, con hasta 11 especies distintas en 06AL-Isla de San Andrés y 10AL-Isla de Terreros. Por el contrario, los moluscos bivalvos son más escasos en estos censos de microfauna con observaciones en solo dos localidades de Almería. En 4 localidades se observaron especies de al menos 10 grandes grupos de microfauna: 01AL-Punta Entinas, 02AL-Bajos de Roquetas, 06AL-Isla de San Andrés y 10AL-Isla de Terreros (Gráfico 54).



**Gráfico 54.** Número de especies total y por grandes grupos de microinvertebrados observados en cada una de las localidades establecidas en Málaga, Granada y Almería (Estaciones LIFE). 01MA– Molino de Papel. 01GR– Cambriles. 01AL- Punta Entinas. 02AL– Bajos de Roquetas. 03AL– Los Escullos. 04AL– Las Negras. 05AL– Agua Amarga. 06AL– Isla de San Andrés. 07AL– Punta Cala Infalible. 08AL– El Calón. 09AL– Pozo del Esparto. 10AL– Isla de Terreros.

Una especie interesante que vive en las concreciones de *Mesophyllum alternans* y también en las hojas de Posidonia es un erizo diminuto, de menos de un cm de

diámetro, llamado *Arbaciella elegans* (Foto 80), que fue observado en 05AL-Agua Amarga, 06AL-Isla de San Andrés y 08AL-El Calón (todas ellas de Almería).

Es interesante comentar que uno de los pocos bivalvos detectados en los censos de microfauna es *Flexopecten hyalinus* (Foto 81), una especie típicamente mediterránea cuyo límite occidental de distribución se encuentra en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar.

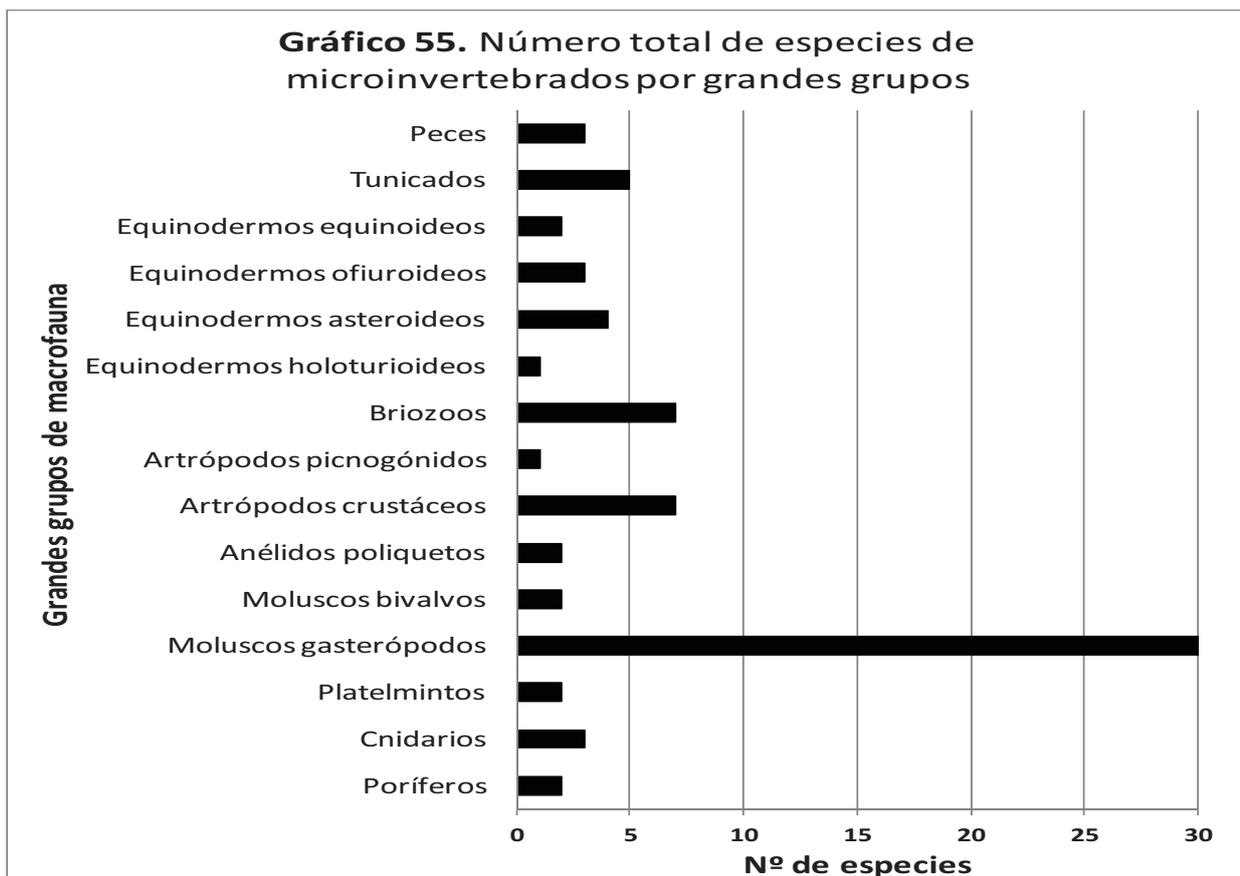


**Foto 80.-** El equinodermo *Arbaciella elegans* es un erizo de mar muy pequeño, con las púas en forma de espátula, que puede vivir en las praderas de *Posidonia oceanica*.



**Foto 81.-** El bivalvo *Flexopecten hyalinus* ha sido detectado en los censos exclusivamente en la localidad 05AL-Agua Amarga (Almería).

Analizando los datos de los censos realizados con marco de 20x20 en cuanto al número total de especies por grandes grupos de microfauna (Gráfico 55), se puede observar que los grupos mejor representados son los moluscos gasterópodos (30 especies), seguidos de lejos por los artrópodos crustáceos y los briozoos (ambos con 7). A diferencia de la macrofauna dominada por especies filtradoras, los elementos dominantes de la microfauna (gasterópodos y crustáceos) son carnívoros, herbívoros o detritívoros. Cabe destacar aquí la presencia del crustáceo isópodo *Stenosoma appendiculatum* (Foto 82), observado en 06AL-Isla de San Andrés, lo que constituye la primera cita de la especie en Andalucía.



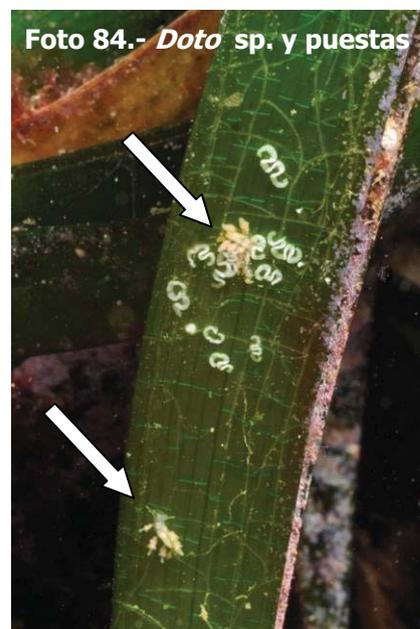
**Gráfico 55.** Número total de especies de microinvertebrados en los censos por grandes grupos en las localidades establecidas en Málaga, Granada y Almería (Estaciones LIFE).



**Foto 82.-** El crustáceo isópodo *Stenosoma appendiculatum* fue observado únicamente en 06AL-Isla de Carboneras (Almería).

La biodiversidad de las praderas de *Posidonia oceanica* de Andalucía es muy elevada. El buen estado de conservación en general de las praderas permite la existencia de

buenas poblaciones del bivalvo *Pinna nobilis* (Foto 83) un gigante entre los invertebrados marinos europeos que puede llegar a medir un metro de altura. En los censos realizados en 2013 se han detectado especies de gran tamaño, como la esponja *Chondrosia reniformis* (Foto 86), y otras muy pequeñas como los moluscos gasterópodos del género *Doto* que miden solo 2-3 mm (Foto 84, flechas). Cabe destacar que se ha localizado el cnidario *Maasella edwardsi* (Foto 87) por primera vez en el parque Natural de Cabo de Gata-Níjar. La microfauna de las praderas incluye una gran diversidad de grupos y especies, prueba de ello es la Foto 88 en la que se ven un ejemplar de la planaria *Planocera graffi* (a la izquierda, flecha larga) y dos individuos de la ofiura *Amphipholis squamata* (a la derecha, flechas cortas).



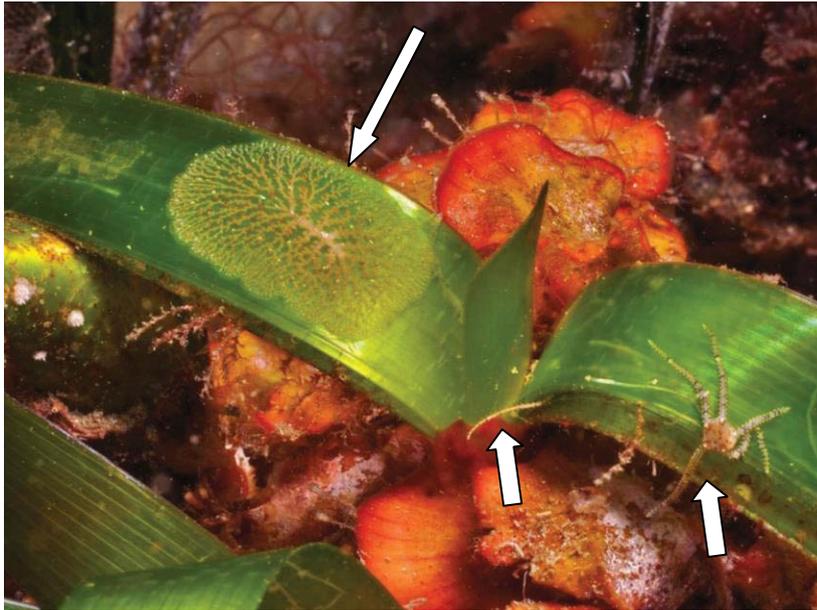
Muchos invertebrados muestran un camuflaje perfecto y son muy difíciles de observar, como el crustáceo *Hippolyte inermis* (Foto 85). Por el contrario, otros organismos presentan coloración aposemática, muy llamativa, para advertir a los depredadores de su mal sabor, como el nudibranquio *Felimare picta* (= *Hypselodoris picta*) (Foto 89). Entre las especies coloniales de las praderas son frecuentes los briozoos, como *Schizomavella mamillata* (Foto 90), que es capaz de recubrir el rizoma hasta la base de las hojas. También se ha observado el pequeño pez *Apletodon incognitus* (Foto 91), una especie muy pequeña que fue descrita para la ciencia hace muy pocos años, en 1997.



**Foto 86.-**  
 La esponja  
*Chondrosia*  
*reniformis* en  
 02AL-Bajos de  
 Roquetas  
 (Almería).



**Foto 87.-**  
 El cnidario  
*Maasella*  
*edwardsi*  
 pertenece al  
 grupo de los  
 alcionaceos.  
 05AL-Agua  
 Amarga  
 (Almería).



**Foto 88.-**  
Las praderas de *Posidonia* dan cobijo a multitud de pequeñas especies, como la planaria *Planocera graffi* (flecha larga) y la ofiura *Amphipholis squamata* (flechas cortas). 06AL-Isla de San Andrés (Almería).

**Foto 89.-**  
El gasterópodo opistobranquio *Felimare picta* es un llamativo nudibranquio frecuente en nuestras aguas. 01AL-Punta Entinas (Almería).



**Foto 90.-**  
Grandes colonias del briozoo *Schizomavella mamillata*. 08AL-El Calón (Almería).



**Foto 91.**-Entre las hojas de *Posidonia* vive el diminuto pez *Apletodon incognitus* que posee unas aletas modificadas en forma de ventosa para adherirse al sustrato.  
06AL-Isla de San Andrés (Almería).

## Bibliografía

- García Raso J.E. 2004. Crustáceos. Generalidades y fauna andaluza. *En:* Tinaut J.A. y Pascual F. (Ed.). *Proyecto Andalucía. Naturaleza XVI, Zoología IV. Vertebrados II. Anfibios, reptiles, aves, mamíferos. Trilobites, quelicerados y crustáceos.* Publicaciones Comunitarias, Grupo Hércules, Sevilla: 399-486.
- García Raso J.E., Luque A.A., Templado J, Salas C., Hergueta E., Moreno D. y Calvo M. 1992. *Fauna y flora marinas del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar.* Madrid, 288 pp.
- Gofas S., Moreno D. y Salas C. (coords.) 2011. *Moluscos marinos de Andalucía.* Volumen I, pp. i-xvi y 1-342; Volumen II, pp. i-xii y 343-798. Málaga: Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Málaga.

- Hereu B. y Zabala M. 2000. Seguiment temporal de la garota comuna *Paracentrotus lividus* en les illes Medes. Exercici 2000. *En*: Universitat de Barcelona Departament d'Ecologia (Ed.). *Seguiment temporal de la Reserva Marina de les illes Medes. Informe anual. Any 2000*. Universitat de Barcelona, Departament d'Ecologia/Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient: 35-48.
- López-González P.J. y Medel-Soteras M.D. 2004. Cnidarios. Fauna andaluza. *En*: Tinaut J.A. y Pascual F. (Ed.). *Proyecto Andalucía. Naturaleza XIII, Zoología I. Principios básicos e historia de la zoología, los albores del mundo animal, los primeros triblásticos, los animales pseudocelomados*. Publicaciones Comunitarias, Grupo Hércules, Sevilla: 187-222.
- López-Fé de la Cuadra C.M. y García Gómez J.C. 2004. Foronídeos, braquiópodos y briozoos. Fauna andaluza. *En*: Tinaut J.A. y Pascual F. (Ed.). *Proyecto Andalucía. Naturaleza XV, Zoología III. Los lofoforados, los primeros deuteróstomos, los primeros cordados, vertebrados I*. Publicaciones Comunitarias, Grupo Hércules, Sevilla: 51-70.
- Luque A.A. y Templado J. (Coords.) 2004. *Praderas y bosques marinos de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.
- Moreno D., Acevedo I., Templado J. y Pérez-Ruzafa A. 2008. *Asterina pancerii* (Gasco, 1870). *En*: Barea-Azcón J. M., Ballesteros-Duperón E. y Moreno, D. (Ed.). *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*. 4 Tomos. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla: 626-629.
- Moreno D. y Barraión Domenech A. 2008. *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758. *En*: Barea-Azcón J. M., Ballesteros-Duperón E. y Moreno, D. (Ed.). *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*. 4 Tomos. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla: 396-402.
- Moreno D., de la Linde A., Remón J.M., De la Rosa J., Arroyo M.C., Fernández-Casado M., Gómez G., Barraión A., Gordillo I., Nevado J.C. y Barba R. 2007. Programa de Gestión Sostenible de Recursos para la Conservación del Medio Marino Andaluz: Datos preliminares de los censos de especies de invertebrados amenazados. *En*: Paracuellos M. (Coord. de la Ed.) (Ed.). *Ambientes Mediterráneos. Funcionamiento, biodiversidad y conservación de los*

- ecosistemas mediterráneos*. Colección Medio Ambiente, 2. Instituto de Estudios Almerienses (Diputación de Almería), Almería: 27-48.
- Moreno D. y López-Fé C.M. 2008. *Reteporella* spp. En: Barea-Azcón J. M., Ballesteros-Duperón E. y Moreno, D. (Ed.). *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*. 4 Tomos. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla: 1356.
- Ocaña A. 2004. Equinodermos. Fauna andaluza. En: Tinaut J.A. y Pascual F. (Ed.). *Proyecto Andalucía. Naturaleza XV, Zoología III. Los lofoforados, los primeros deuteróstomos, los primeros cordados, vertebrados I*. Publicaciones Comunitarias, Grupo Hércules, Sevilla: 173-190.
- Ocaña A. y Pérez-Ruzafa A. 2004. Los Equinodermos de las costas andaluzas. *Acta Granatense*, 3: 83-136.
- Ocaña A., Sánchez Tocino L., López González S. y Viciano Martín J.F. 2000. *Guía submarina de invertebrados no artrópodos*. 2ª Ed. Editorial Comares, Granada, 471 pp.
- Palacín C., Turon X., Ballesteros M., Giribet G. y López S. 1998. Stock Evaluation of three littoral equinoid species on the Catalan coast (North-Western Mediterranean). *Marine Ecology*, 19 (3): 163-177.
- Ramos A.A. 1988. *Ascidias litorales del Mediterráneo ibérico. Faunística, ecología y biogeografía*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, 405 pp.
- Ramos A.A. 1994. *Trabajos de campo en la Reserva Marina de Tabarca (Alicante)*. Universidad de Alicante, Instituto de Ecología Litoral, 96 pp.
- Ramos A.A., Seva A. M., Sánchez-Lizaso J.L. y Bayle J.T. 1997. Megabentos asociado a dos praderas de *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1813 del sureste ibérico con diferente grado de conservación. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía*, 23: 265-271.
- Richardson C.A., Kennedy H., Duarte C.M., Kennedy D.P. y Proud S.V. 1999. Age and growth of the fan mussel *Pinna nobilis* from south-east Spanish Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows. *Marine Biology*, 133: 205-212.
- Sala E. 1997. Fish predators and scavengers of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in protected areas of the north-west Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 129: 531-539.

- Salas C. y Hergueta E. 1986. La fauna de moluscos de las concreciones calcáreas de *Mesophyllum lichenoides* (Ellis) Lemoine. Estudio de la diversidad de un ciclo anual. *Iberus*, 6 (1): 57-65.
- San Martín G., Estapé S., García-Ocejo A., Gómez C. y Jiménez P. 1990. Estudio de una taxocenosis de anélidos poliquetos de rizomas de *Posidonia oceanica* en las costas de Almería. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 6 (1): 41-58.
- Sánchez Jerez P., Bayle Sempere J., Eull del Aguila L., Forcada A., Valle Pérez C. y Giménez Casalduero F. 2003. *Evaluación de Pinna nobilis (L.) 1758 en el LIC de Sierra Helada y litoral de Marina Baja*. Informe de la Universidad de Alicante, 77 pp.
- Templado J., Ballesteros E., García Raso J.E., San Martín G., López García E., Salas C., Sánchez Lizaso J.L. y Moreno D. 2004. Las praderas de *Posidonia oceanica*. La comunidad posidonícola. *En: Luque A.A. y Templado J. (Coords.) (Ed.). Praderas y bosques marinos de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla: 89-116.
- Templado J., Paulay G., Gittenberger A. y Meyer C. 2010. Sampling the marine realm. *En: Eymann J., Degreef J., Häuser Ch., Monje J.C., Samyn Y. y VandenSpiegel D. (Ed.). Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity and monitoring*. ABC Taxa, vol. 8, part 1: 273-307.
- Turon X., Palacín C., Ballesteros M. y Dantart LL. 1995. A case study of stock evaluation on littoral hard substrata: echinoid populations on the north-east coast of Spain. *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters*, (28 EMBS Symposium): 333-339.
- Uriz M.J. 2004. Poríferos. Fauna andaluza. *En: Tinaut J.A. y Pascual F. (Ed.). Proyecto Andalucía. Naturaleza XIII, Zoología I. Principios básicos e historia de la zoología, los albores del mundo animal, los primeros triblásticos, los animales pseudocelomados*. Publicaciones Comunitarias, Grupo Hércules, Sevilla: 123-142.

