

# RED DE MONITORIZACIÓ RED DE MONITORIZACIÓ DE LAS PRADERAS DE BALEARES

## GUIA DE CAMPO



# **RED DE MONITORIZACIÓN DE LAS PRADERAS DE BALEARES**

## **OBJETIVOS**

Las praderas de *Posidonia* (*Posidonia oceanica* L.) constituyen el ecosistema dominante en las islas Baleares, donde ocupan una extensión del fondo marino entre 0 y 30 m (ocasionalmente a mayor profundidad) superior a 1000 km<sup>2</sup>. A pesar de todo lo que ya se sabe sobre las praderas de fanerógamas marinas y en concreto sobre las de *Posidonia oceanica*, es mucho lo que todavía se desconoce de ellas, y el nivel de conocimiento sobre su estado en las islas Baleares es aún insuficiente. A pesar de esto, se han constatado cambios importantes en aquellas zonas donde se han examinado, que demuestran la necesidad de monitorizar la pradera de *Posidonia* para conocer su estado y los cambios en la misma, y a la vez usarlo como indicador del estado del ecosistema litoral en su conjunto. La creación de una red de monitorización de las praderas de Baleares responde a la necesidad de determinar el estado de salud de nuestros algueros, y conocer como podemos gestionarlos para conservar este valioso hábitat en el tiempo.

Este trabajo se ha planteado cuidadosamente desde el punto de vista técnico y suficientemente prolongado en el tiempo para poder obtener una visión de la evolución de estos ecosistemas marinos. Se ha desarrollado a partir de otros ejemplos satisfactorios que se han venido realizando en España y en otros países. La red de monitorización se basa en el seguimiento periódico de una serie de estaciones de muestreo fijas, en las cuales se controlarán una serie de parámetros ambientales propios de las praderas y de calidad ambiental de la zona. La red se convertirá en una herramienta útil que permitirá saber cómo cambian las praderas a lo largo del tiempo. Las estaciones servirán como unidades de referencia que permiten repetir la toma de medidas en el mismo sitio y en las mismas condiciones a lo largo del tiempo. Los datos obtenidos a lo largo de los años permitirá disponer de una secuencia histórica suficientemente extensa como para tener una idea del estado de las praderas y en general de nuestros fondos.

La sociedad balear posee una elevada sensibilidad hacia el medio ambiente, y en particular esta muy concienciada sobre la importancia que tiene el preservar las praderas de *Posidonia oceanica*. Este impulso de preocupación social se podría canalizar en actuaciones que permitan a la gente participar en la protección del medio ambiente. Éste es pues otro de los objetivos básicos de la red de monitorización de las praderas, la cual no pretende ser sólo un trabajo de tipo técnico, sino que ofrece la oportunidad para que las instituciones y todos aquellos grupos voluntarios que quieran participar, colaboren juntos en un proyecto común en la importante y difícil labor de conservar en buen estado nuestros fondos. La red de monitorización, será también una red de buceadores voluntarios y todos aquellos que quieran colaborar tanto fuera como dentro del agua en esta iniciativa. El trabajo de los voluntarios y su implicación será básico para la consecución del proyecto. Esta implicación es necesaria tanto por la elevada extensión de las praderas de Baleares.

## **ÀMBITO DE ACTUACIÓN DE LA RED**

La red de monitorización de las praderas de Baleares de implantará simultáneamente en las 4 islas (Mallorca, Menorca, Ibiza y Formentera). Cada isla será dividida en varias zonas de actuación según su tamaño; la división se basará en criterios geográficos y ecológicos. En cada una de las zonas se colocará un número de estaciones a determinar dependiendo del número de centros de buceo que se incorporen al proyecto en cada isla y en que zonas buceen cada uno de ellos.

Cada estación estará controlada por lo menos por un centro de buceo con un grado de implicación elevado. En cada zona en Mallorca y en cada isla en el resto, habrá una persona de contacto a determinar, que será la encargada de coordinar las fechas de las campañas y los grupos de cada estación entre los distintos clubes y entidades. Existe una página web (<http://dgpesca.caib.es>) a la que pueden acceder todos los centros y socios en la que se describe el proyecto y las actuaciones que se están llevando a cabo.

## **NIVEL DE IMPLICACIÓN DE LOS VOLUNTARIOS**

Cada club de buceo o grupo de voluntarios podrá determinar el grado de implicación con la que quiera colaborar en el proyecto. Así se distinguirán tres niveles de implicación, que se denominarán por medio de estrellas, serán niveles de una, dos y tres estrellas, de menor a mayor implicación. Para colaborar en cada nivel se deberán realizar una serie de tareas que se especifican detalladamente en los apartados a continuación. Cada grupo podrá seleccionar el nivel en el que quiere participar. Es posible subir de nivel, aumentando el grado de implicación en el proyecto colaborando con más tareas de las que se había comprometido en un principio. En cada estación se realizarán como mínimo las actuaciones básicas de cada nivel.

El objetivo básico de la red es monitorizar el estado de las praderas, por lo que el proyecto se centra en la propia vegetación. Sin embargo, la pradera de Posidonia es un ecosistema que depende también de la calidad ambiental de la zona en la que se encuentre, en particular de la del agua y los sedimentos, y a su vez supone un hábitat importante para fauna de protección prioritaria. Por ello, las actividades de monitorización se pueden completar, de forma opcional, con observaciones relevantes a la calidad del agua y sedimentos y abundancia de especies particularmente importantes. Estas opciones se describen más adelante en este documento.

De igual forma se puede también colaborar con la Red fuera del agua, en el tratamiento de datos y en el trabajo de laboratorio. Cada grupo de voluntarios deberá cumplimentar unas fichas específicas, como se explica más adelante.

# ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL Y MECANISMOS DE COMUNICACIÓN

La Red de Monitorización de las Praderas de Posidonia de Baleares, es un proyecto que se enmarca dentro de dos programas europeos, el programa M&MS y el programa LIFE-POSIDONIA:

**“Monitoring & Managing of European Seagrass Ecosystems”** (abreviatura M&MS)

Número de proyecto EVK3-CT-2000-00044

<http://www.seagrasses.org>

**“Protección de Praderas de Posidonia en LICs de Baleares”**. LIFE-POSIDONIA

Número de proyecto LIFE00NAT/E/7303

Este proyecto está coordinado por la Direcció General de Pesca (DGP) y el Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA), para más información ver:

<http://www.caib.es/sac1.htm>

<http://www.imedea.uib.es>

## **Página web de la Red de Monitorización de las Praderas**

Una de las funciones más importantes que tiene el proyecto es la de concienciar a la población de la problemática medioambiental que sufre el mar Mediterráneo, y la importancia de conservar las praderas de fanerógamas marinas para mantener el equilibrio ecológico y la biodiversidad. Para cumplir este objetivo y a la vez servir de órgano estructural de la Red, se crea la **Página WEB de la Red de Monitorización de las Praderas**.

<http://dgpesca.caib.es>

Se puede acceder a la página de la Red a través del Logo que se encuentra en la página de la Direcció General de Pesca.

Una de las herramientas comunicativas más extendidas hoy en día es sin duda el uso de Internet. Con la creación de la página WEB, se pretende impulsar el uso de las nuevas tecnologías como herramienta divulgativa de los conocimientos que se vayan adquiriendo a lo largo de los años en los que dure esta iniciativa.

La página WEB será una de las bases de la estructura funcional de la Red. Se organiza a través de la DGP y el IMEDEA mediante un coordinador que será el encargado de coordinar las actuaciones de los diferentes grupos participantes.

## Coordinadora de la Red de Monitorización de Posidonia

Elvira Álvarez  
Direcció General de Pesca.  
Conselleria d'Agricultura i Pesca  
C/Foners, 10  
CP 07006 Palma de Mallorca  
Telf. 971 17 61 00 Ext. 5343  
e-mail: [ealvarez@dgpesca.caib.es](mailto:ealvarez@dgpesca.caib.es)



De igual forma también hay una persona de contacto en el IMEDEA:

Núria Marbà  
Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA)  
CSIC-Univ. Illes Balears  
C/ Miquel Marqués, 21  
07190 Esporles  
Telf. 971 61.17.20  
e-mail: [ieanmb@uib.es](mailto:ieanmb@uib.es)  
<http://www.imedea.uib.es>

A través de la WEB los voluntarios y cualquier persona que la consulte, estarán puntualmente informados de cada una de las actuaciones que lleven a cabo y del estado de implantación de la Red en la Islas Baleares. De igual forma se podrá acceder a toda la documentación que resulte del proyecto, informes anuales de resultados, boletines, artículos científicos, novedades, etc. A través de la Web los distintos grupos podrán comunicarse entre sí, y tendrán su espacio, anuncios, solicitudes, etc. Servirá también para resolver todas las dudas que se puedan plantear, tanto del trabajo de campo como de tratamiento de datos, por medio de preguntas, y de un foro de discusión.

### **DIVULGACIÓN**

Se realizará al menos una **reunión anual** para todos los grupos en la cual se difundirán los resultados obtenidos, y se presentará el Informe Anual de Actividades. Mediante este tipo de reuniones se pretende fomentar la convivencia y la interacción entre los diferentes grupos participantes en la RED

Periódicamente cada grupo recibirá un **boletín informativo** de las actividades que ha ido realizando cada uno de ellos, de los resultados preliminares y de las futuras actuaciones.

## **ACTUACIONES PROPUESTAS A REALIZAR EN LAS ESTACIONES**

La toma de datos se ha de realizar en relación al estado de desarrollo de la pradera. Por ello, todas las observaciones sobre abundancia se realizarán al menos durante el verano (época de mayor desarrollo de la planta), mientras que todas las observaciones que tengan que ver con la reproducción se tendrán que realizar en Otoño (floración) o primavera (frutos). Las observaciones serán, en cualquier caso, anuales como mínimo.

Cada estación se subdividirá en 4 subestaciones:

- **A:** 5 m
- **B:** 10-12 m
- **C:** 15-17 m
- **D:** 20-25 m)

Cada una de las subestaciones se señalarán por medio de una barra metálica clavada en el sustrato a la cual se le atará un trozo de cabo con una boya pequeña para poder localizarla con facilidad. De igual forma en superficie se tomarán las coordenadas GPS de cada una de las subestaciones.

Toda la información obtenida en las campañas de campo será procesada de forma preliminar por los grupos de voluntarios. Los datos obtenidos con el trabajo de campo se transcribirán a unas fichas específicas para cada parámetro ambiental. Estas fichas se pueden obtener descargando el fichero Excel desde la página WEB o poniéndose en contacto con la coordinadora de la Red, Elvira Alvarez. Una vez rellenas las fichas se mandan bien "on line" a través de la página web o bien, caso de que lo anterior no sea posible, remitidas mediante FAX o correo a la coordinadora de la red.

# **ACTUACIONES BÁSICAS DETALLADAS POR NIVELES**

## ACTUACIONES BÁSICAS DETALLADAS POR NIVELES

Como ya se ha indicado anteriormente hay tres niveles de implicación, de una a tres estrellas. En cada uno de los niveles se definen unas actividades obligatorias a realizar. Además en cada nivel se incluyen las actividades obligatorias del nivel anterior:

### NIVEL ★

- Delimitación y seguimiento de los límites (superior e inferior) de la pradera
- Estima de la cobertura de la pradera
- Disco de Secchi

### NIVEL ★ ★

- Delimitación y seguimiento de los límites (superior e inferior) de la pradera
- Estima de la cobertura de la pradera
- Disco de Secchi
- Estima de la densidad de haces de plantas
- Recogida de muestras y determinación de parámetros morfológicos de la planta

### NIVEL ★ ★ ★

- Delimitación y seguimiento de los límites (superior e inferior) de la pradera
- Estima de la cobertura de la pradera
- Disco de Secchi
- Estima de la densidad de haces de plantas
- Recogida de muestras y determinación de parámetros morfológicos de la planta
- Estudio de la demografía de la población
- Registro continuo de temperatura

## NIVEL ★

### 1. Delimitación de los límites de la pradera

#### 1.1. Límites de la pradera

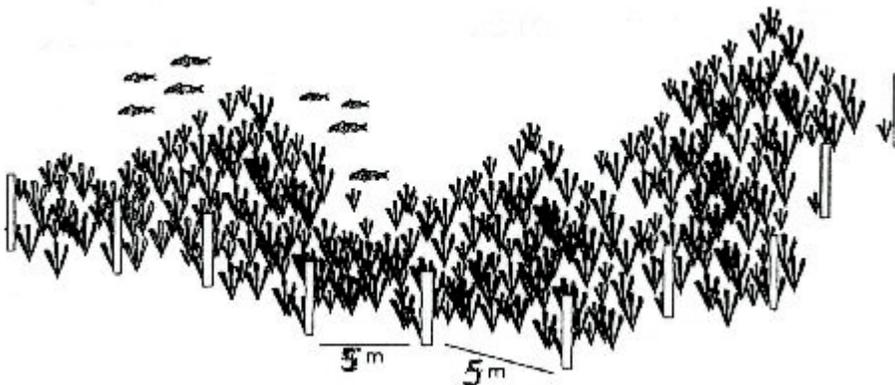
La extensión de las praderas de *Posidonia oceanica* depende de las características físicas y de las condiciones ambientales del medio donde se establecen. La penetración de la luz, por ejemplo, es uno de factores fundamentales que van a determinar el límite inferior de las praderas. Este límite varía si cambian las condiciones del medio, principalmente si estas variaciones medioambientales implican un cambio en la transparencia del agua, y por tanto en capacidad de penetración de la luz. El seguimiento de los cambios espaciales de los límites superior e inferior de las praderas nos permitirá conocer de forma indirecta si ha habido algún tipo de variación en las condiciones ambientales. Los límites superior e inferior de las praderas se delimitarán colocando unas barras metálicas en línea cada 5 m siguiendo el perfil del límite de la pradera.

## 1.2. **Material necesario**

- 10 barras de acero galvanizado de 2 m de longitud x 4cm de ancho, y con agujeros de  $\varnothing$  1cm (de estanterías metálicas).
- 10 etiquetas dymo con el nº de barra (1-10), enganchadas a cada barra por medio de bridas de plástico. Cada barra será etiquetada en el segundo agujero.
- 10 flotadores con 1 m de cabo cada uno atados a cada barra
- Un martillo pesado
- Cinta métrica de 50 m
- Dos piquetas de camping
- Pizarra para anotar

## 1.3. **Protocolo detallado para la delimitación de los límites de la pradera** -Procedimiento

- a) En el laboratorio, marcar las barras con las etiquetas con su nº respectivo
- b) Una vez en el límite de la pradera, se toma nota de la profundidad.
- c) Clavar la primera barra al sustrato (25-50 cm) con el martillo. Se mide la altura de la barra una vez clavada. Esta medida nos servirá de referencia para poder observar cambios en el régimen deposición/erosión en años sucesivos.
- d) Se miden con la cinta métrica 5 m desde la primera barra, se anota el rumbo, y a esa distancia, junto al límite de la pradera, se coloca la segunda barra.
- e) Repetir el proceso para las 10 barras, que se dispondrán en línea siguiendo el límite de la pradera. De esta forma se cubrirán 50 m lineales.
- f) Una vez clavadas todas las barras se unen con la cinta métrica. Se recorre la cinta midiendo la distancia a la planta viva más próxima. Se mide la distancia perpendicular a la cinta, y se anota la longitud de la misma a la que se encuentra la medida. Esto nos permitirá conocer si ha habido un retroceso o un avance en los límites de la pradera.
- g) Recoger la cinta.
- h) Colocar al lado de la primera barra un cabo de 30 m con un extremo atado a una boya y el otro extremo a un plomo. Subir a la barca y tomar las coordenadas GPS de la boya. Recoger la boya, cabo y plomo.
- i) Repetir este procedimiento tanto para el límite superior como para el inferior



## 2. Estima de la Cobertura de la pradera

### 2.1. Cobertura de la pradera

La tendencia general de las praderas es a ocupar el espacio de forma heterogénea. La distribución de los haces se realiza por contagio, de forma que no cubre el terreno de igual forma, lo hace a manchas. Esta forma de ocupar el espacio es la base del método que se va a utilizar y que se expone a continuación. Consiste en realizar transectos replicados de medida de la cobertura mediante el método de "line intercept". Estos transectos van a permitir una estima de la cobertura y extensión de la pradera en cada zona.

### 2.2. Material necesario

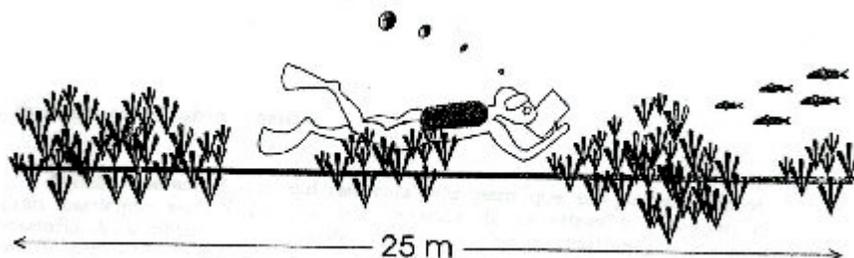
- Cinta métrica de 50 m
- Dos piquetas
- Pizarra para anotar la cobertura

### 2.3. Protocolo detallado para el estudio de la cobertura de la pradera

#### - Procedimiento

En cada una de las cuatro subestaciones se realizará un mínimo de 3 transectos de 20 m de longitud.

- a) Se intentará que los transectos para estimar la cobertura se coloquen siempre en el mismo lugar. Para ello comenzaremos siempre desde el mismo punto, e.g. desde la piqueta que señalice la subestación, y anotaremos el rumbo del transecto. Anotaremos también la profundidad del inicio y el final de cada transecto.
- b) Mediante la piqueta clavada en el sustrato se fijará el extremo inicial de la cinta métrica. Se inicia el transecto extendiendo la cinta y procurando que sea paralelo a la costa y manteniendo el rumbo a lo largo de todo el transecto. Se fija el final del transecto, a los 20 m, por medio de la segunda piqueta.
- c) Se recorre la cinta desde el principio tomando nota de la longitud de la cinta a la que se encuentran los diferentes sustratos. Esta medida de la longitud es proporcional a la ocupación del fondo por cada tipo de sustrato y representa una estimación de la cobertura de la pradera, expresándose en tanto por ciento de recubrimiento.
- d) Una vez terminado el transecto se desclava la segunda piqueta y se recoge la cinta.
- e) Repetir el procedimiento para los otros dos transectos.
- f) Los sustratos que nos podemos encontrar son: Pradera de *P. oceanica* (P), Mata muerta (MM), Arena (A) y Roca (R).



### 3. Disco de Secchi

#### 3.1. Disco de Secchi

La extinción de la luz o la transparencia del agua depende de las sustancias disueltas y de las partículas en suspensión. La tasa de extinción aumenta en dirección a la costa, donde las aguas tienen mayor cantidad de materiales disueltos o en suspensión. Existen varios aparatos que miden la intensidad lumínica y que nos permiten determinar la transparencia del agua. En este caso vamos a utilizar un método de aproximación muy sencillo que nos permite obtener una estima de la transparencia del agua, es el Disco de Secchi.

#### 3.2. Material necesario

- Disco blanco de plástico de 30 cm de diámetro con un plomo pequeño para hundirlo
- Cuerda de 30 m de longitud marcada cada metro

#### 3.3. Protocolo detallado para el estudio de la transparencia del agua

##### - Procedimiento

- a) Desde la embarcación sumergir en el agua el disco unido a la cuerda hasta que deje de ser visible desde la superficie, observándolo a la sombra de la embarcación por diversos observadores.
- b) Se toma nota de la distancia de la cuerda (D), que nos marca la profundidad en metros a la que deja de verse el disco.

## NIVEL

### 1. Delimitación de los límites de la pradera

### 2. Estima de la Cobertura de la pradera

### 3. Disco de Secchi

## 4. Densidad de haces

### 4.1. Densidad de haces

Las fanerógamas marinas son plantas clonales, y sus poblaciones están por lo tanto compuestas por una serie de elementos similares (haces) producidos vegetativamente. Los haces son las unidades básicas de las praderas y, por tanto su abundancia numérica es una herramienta básica para describir la abundancia de la pradera. De hecho la densidad de haces es un parámetro clave incluido en cualquier programa de monitorización o en una valoración del estado de la pradera. La densidad aplicada a las praderas se define como el número de haces de planta por unidad de superficie. Para la determinación de la densidad de haces se utiliza un marco, por ejemplo de PVC, de área conocida, se cuenta el número de haces que hay en su interior y se obtiene la densidad de haces por metro cuadrado de pradera.

*Posidonia oceanica* posee dos tipos de haces, los haces de los rizomas verticales (que los llamaremos haces) y los haces de los rizomas horizontales

(que los llamaremos ápices). La densidad de haces es mayor a la de ápices. Se realizarán conteos para determinar la densidad de estos dos tipos de haces.

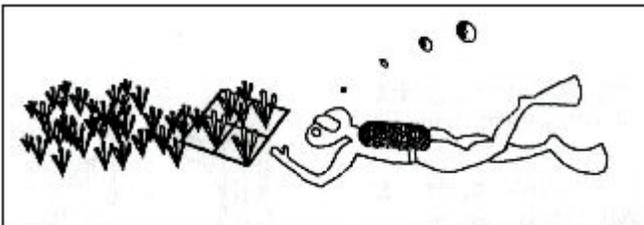
#### **4.2. Material necesario**

- Cuadro de PVC de 50 cm x 50 cm subdividido en 4 cuadrados de 25 cm x 25 cm
- Pizarra para anotar

#### **4.3. Protocolo detallado para el estudio de la densidad de haces**

##### - Procedimiento

- a) Los recuentos de haces se realizarán a la vez que se realizan los transectos de Cobertura.
- b) Colocar el cuadro a las distancias 4 m, 8m, 12 m, 16 m y 20 m del transecto de cobertura, siempre que haya pradera. En estas posiciones se han de contar los haces presentes dentro de un cuadrado de 25 cm x 25 cm, y los ápices del interior del cuadrado de 50 cm x 50 cm. Además se realizarán también recuentos para determinar la densidad de ápices en un cuadrado de 50 cm x 50 cm, a las posiciones 2m, 6m, 10m, 14m, y 18m del transecto. El número de haces y ápices obtenido en cada cuadro se apuntará en la pizarra.
- c) Se realizarán un total máximo de 5 censos de densidad de haces y 10 censos de ápices por transecto.
- d) Repetir el procedimiento para cada transecto.



##### Resolución de problemas

- Para evitar errores en el conteo es muy importante no equivocarse, si uno se da cuenta de que se ha perdido contando, es mejor volver a empezar.
- Empezar a contar los haces desde una esquina del cuadro y a medida que se van contando con una mano se agrupan con la otra, hasta finalizar el cuadro.

## **5. Recogida de haces y determinación de otros parámetros**

### **5.1. Recogida de haces**

Aquellas personas que quieran colaborar pero que no puedan bucear, podrán participar en las labores de procesado de muestras y datos en laboratorio. A continuación se describen algunos de los parámetros que se van medir y que serán complementarios a los resultados obtenidos de densidad y cobertura de la pradera. Obtendremos y compararemos parámetros biométricos de las hojas de Posidonia de las distintas estaciones de la Red.

En cada subestación se recogerán un mínimo de 20 haces para la determinación de parámetros relacionados con la fenología de la planta:

- Longitud de las hojas
- Ancho de las hojas
- nº de hojas
- cobertura epífitos

### 5.2. **Material necesario**

- Bolsas de plástico etiquetadas con el nombre de la subestación para recoger muestras

### 5.3. **Protocolo detallado para la recogida de haces**

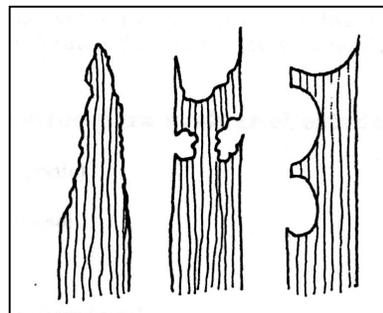
#### En el campo

- a) Los haces se seleccionan al azar a lo largo de los transectos de cobertura y se colocan en bolsas, una para cada subestación
- b) Una vez en la barca se conservan en frío o en agua en su defecto, durante su transporte hasta el laboratorio.

#### En el laboratorio

- a) Separar el haz de hojas del rizoma con cuidado. Las hojas se encuentran imbrincadas, siendo la más externa la más vieja y la más interna, la más joven. A continuación se separan las hojas y se ordenan según el rango de inserción de las más vieja a la más joven.
- b) Para cada hoja se medirán los siguientes parámetros:

- **Longitud total.** Es la longitud entre la lígula de la hoja, que se distingue por su color blanco, hasta el ápice de la hoja. Aunque la hoja esté deteriorada se mide hasta donde sea posible.
- **Anchura.** Se mide hacia la mitad de la hboja para que la medida sea lo más representativa posible.
- **Número de hojas por haz.**
- **Estado del ápice.** Puede estar entero, roto por el oleaje o comido por algún herbívoro



- c) Una vez estimados estos parámetros se eliminan los epífitos de las hojas mediante el raspado con una hoja de afeitar.
- d) Guardar las hojas desepifitadas y sus epífitos por separado, en bolsas debidamente etiquetadas, en el congelador. Contactad con la responsable de la red para hacerle llegar las muestras recogidas.
- e) En al lmedea, tanto las hojas desepifitadas como sus epífitos se dejan secar en una estufa a 80°C durante 48 h para que alcancen peso constante y poder estimar la biomasa (peso seco) por haz, tanto de hojas como de epífitos pesando cada uno de ellos en una balanza de precisión.
- f) Posteriormente se realiza la combustión de las hojas y de los epífitos en una mufla a 450°C durante 12 h para estimar el contenido de cenizas en cada

fracción y poder separar el peso de la parte mineral y el peso de la parte orgánica.

## NIVEL ★★★

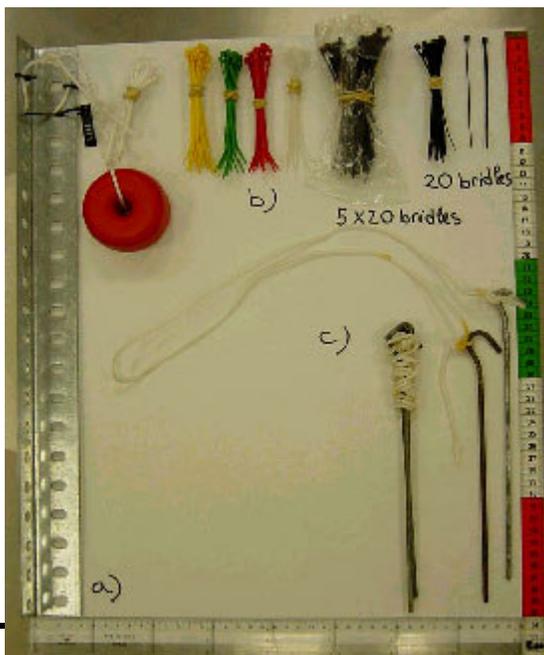
1. Delimitación de los límites de la pradera
2. Estima de la Cobertura de la pradera
3. Disco de Secchi
4. Densidad de haces
5. Recogida de haces y determinación de otros parámetros

## 6. Dinámica de poblaciones

### 6.1. Estimación directa del reclutamiento y mortalidad de la pradera

La angiosperma marina *Posidonia oceanica*, es una planta clonal que forma extensas praderas a lo largo de la mayor parte de la costa mediterránea. Los haces de estas plantas, formadas por un haz de 4 a 6 hojas verdes, y el rizoma con raíces adventicias, constituyen la unidad funcional de la planta, y a través de ellos están conectadas al rizoma horizontal. La tendencia general en las praderas de *P. oceanica*, está generada por la dinámica de poblaciones de los haces (mortalidad de haces igual, mayor o menor respectivamente que la proporción de nacimientos). Este balance es la base del método que se expone a continuación. Consiste en realizar repetidos censos de haces en cuadros permanentes instalados en la pradera.

Todos los haces del cuadro permanente son marcados individualmente, y visitados a intervalos, en los que se contará el número de haces marcados que han desaparecido, y el número de nuevos haces que han aparecido (estos últimos serán marcados de diferente forma, permitiendo la supervisión individual de las diferentes cohortes de haces nacidos). Los censos detallados y repetidos por medio de este método permiten una estima precisa de la densidad de la pradera, mejorando las dudosas medidas que se obtenían de los métodos tradicionales de estima de la densidad y cobertura.



### 6.2. Material necesario

Para cada cuadro:

- 4 barras de acero galvanizado de 50 cm de longitud x 4cm de ancho, y con agujeros de  $\varnothing$  1cm (de estanterías metálicas).
- 4 boyarines pequeños ( $\varnothing$  5-10cm)
- 4 trozos de cuerda fina de 1 m de longitud para atar los boyarines
- 3.5 m de cuerda fina ( $\varnothing$  0.8 cm) para delimitar el perímetro del cuadro
- 4 etiquetas dymo con el nº del cuadro (1,2 ó 3), enganchadas a

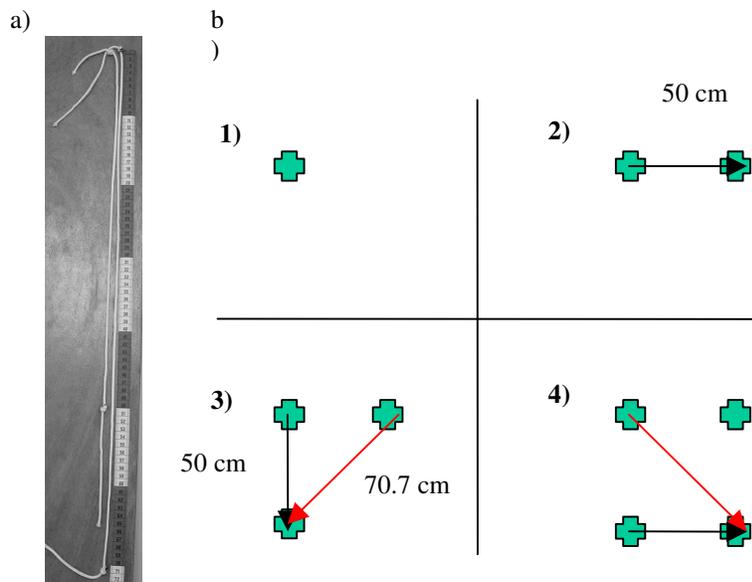
cada barra por medio de bridas de plástico. Una alternativa a este tipo de etiquetaje, es la de añadir a la barra 1, 2 ó 3 bridas, según corresponda.

- Un martillo pesado
- Una cuerda fina con la medida del lado del cuadro (40 cm ó 50 cm, dependiendo de la densidad de haces), y otra cuerda con la medida de la diagonal del cuadro (56.6 cm ó 70.7 cm respectivamente), para poder construir los cuadros correctamente.
- 600 bridas de electricista negras (100mm long x 2.5mm ancho). Se utilizarán para marcar los haces de *Posidonia* el primer año.
- Pizarra para anotar el nº de haces marcados

### 6.3. Protocolo detallado para el estudio de la Demografía de haces

#### - Procedimiento

- En el laboratorio, atar los boyarines a la parte superior de las barras, y marcarlas con las etiquetas con el nº del respectivo cuadro. Hacer grupos de 20 bridas unidas por medio de una goma elástica.
- En la barca, tomar las coordenadas GPS del lugar elegido para instalar los cuadros
- En la pradera, tomar la profundidad y clavar  $\frac{3}{4}$  partes de la barra en el sedimento con el martillo. Es más fácil hacer los cuadros correctos usando los dos cordeles con la medida del lado y de la diagonal del cuadro. Una vez clavadas las barras se coloca la cuerda para delimitar el perímetro del cuadro lo más cerca posible del fondo, pasando la cuerda a través de los agujeros de las barras.



Procedimiento de instalación del cuadro usando 2 cuerdas, de 50 cm para el lado y de 70,7 cm para la diagonal.

- Una vez instalado el cuadro, se procede a marcar todos los haces y ápices del interior, colocando las bridas alrededor de los rizomas, uno o dos centímetros por debajo del haz de hojas. Es muy importante que se coloque la brida en la parte inferior del rizoma, ya que si se coloca más arriba puede desaparecer cuando las hojas más viejas se caigan. Tampoco debe estar

muy apretado, ya que puede dañar el haz, ni muy suelto, porque puede perderse.

- e) El número de haces y ápices marcados en cada cuadro debe ser contado con todo el cuidado que sea posible y anotado. Para facilitar el trabajo, cuando se hayan colocado un grupo de 20 bridas, se guarda el elástico colocándolo alrededor de la muñeca. Cuando todos los haces del cuadro están marcados, se cuenta el número de elásticos que hay alrededor de la muñeca y se multiplica por 20 (en el caso que no se hubiera acabado con las 20 bridas del último grupo, se cuentan las que quedan en la mano y se le resta a 20, el número obtenido se le suma al total). El número de ápices marcados (normalmente de 0 a 4 por cuadro), debe ser también anotado tan pronto como sea posible.
- f) Completar la Tabla 1 (Descargar Página WEB)

#### **6.4. Lista de material para las visitas sucesivas**

##### Para cada cuadro

- 50 bridas negras (color inicial)
- 20 bridas del nuevo color (blanco, color 1ª visita, para visitas sucesivas se proveeran bridas de otros colores)
- dos cordeles de 70 cm y 4 piquetas
- Pizarra para anotar los datos

#### **6.5. Procedimiento en las visitas sucesivas**

Cada 6 meses se visitan las parcelas.

- a) Se subdivide cada cuadro en cuatro triángulos mediante los cordeles, se unen las barras con los cordeles en diagonal formando los cuatro triángulos.
- b) En cada triángulo se chequean los haces, se cuenta el número de haces marcados que estén muertos (sin hojas verdes) y se les quita la brida. Si hay haces nuevos se les coloca una nueva brida (de un color diferente en cada visita), y se anota el número de “haces nuevos” y/o “ápices nuevos” en la pizarra. Como *P.oceanica* crece tan lentamente, los haces jóvenes son muy cortos y puede aparecer como dos grupos de hojas muy juntos. Cuando la bifurcación es demasiado corta, se puede colocar la nueva brida en el haz madre común, junto a la antigua brida. Si hay haces/ápices adultos sin brida (fácilmente distinguibles de los nuevos porque los antiguos son más largos) se les marca con una brida del color inicial y se anota el número de “haces/ápices adultos sin marcas”. Estos haces representan el número de haces iniciales presentes que con el tiempo han perdido la marca. Finalmente se contarán el número de haces vivos marcados y también se anota. Repetir el procedimiento en cada triángulo.
- c) Retirar los cordeles divisores
- d) Completar el procedimiento completo en los otros dos cuadros de cada estación.
- e) Completar la Tabla 2 (Descargar Página WEB)

## Resolución de problemas

- Para prevenir la abrasión de la cuerda que delimita el perímetro del cuadro, hacer el nudo por el lado interior de la barra, y se fija con bridas
- Para estar seguro de que todos los haces han sido marcados, es más fácil proceder sistemáticamente, colocando la brida alrededor de cada haz de un grupo de haces cercanos.
- No olvidar quitarse las gomas elásticas de la muñeca cuando se comienza un nuevo cuadro, para evitar mezclar los conteos.

## **7. Instalación de Data Logger de temperatura**

### **7.1. Registro de temperatura**

Para tener un registro contínuo de la temperatura del agua de cada zona se instalará un sensor de temperatura (Data logger).

### **7.2. Material necesario**

- Data logger
- Un trozo de una barra de acero galvanizado de 50 cm de longitud x 4cm de ancho, y con agujeros de  $\varnothing$  1cm (de estanterías metálicas).
- Una bolsita de plástico pequeña para cubrir el aparato y una goma elástica
- Juego de tornillo, tuerca y arandelas inoxidable para fijar el data logger a la barra

### **7.3. Protocolo detallado para la instalación de un Data logger**

#### - Procedimiento

- a) En la subestación, se elige un punto cercano a las parcelas para que sea



fácil de localizar. Se debería poner algún tipo de hito discreto para poder encontrar de nuevo el data logger (4 cm) en medio de la mata de Posidonia. En su defecto se puede anclar el aparato a una de las barras de las parcelas de demografía de haces.

- b) Se clava la barra en el sedimento y se le coloca el aparato cubierto por una

bolsita de plástico para que no quede recubierto por los epífitos

# PARAMETROS OPCIONALES

## **PARÁMETROS OPCIONALES**

Además de las actividades por niveles se han definido una serie de actividades opcionales que también se pueden elegir. Estas actividades opcionales se dividen en dos grupos, parámetros ecológicos relacionados con la pradera y parámetros relacionados con la calidad ambiental de la zona. Estas actividades opcionales se han definido para que cada grupo pueda decantarse por aquellas actividades que sean más de su agrado, como la valoración de la fauna asociada a la pradera o la valoración de la calidad de sus aguas, y las seleccione a su gusto.

Cada una de las actividades opcionales viene señalada con un número que indica el grado de implicación necesario para realizar la actividad.

Las actividades opcionales se detallan a continuación y en total son:

### **Monitorización del ecosistema de Posidonia**

- **Descripción general de la pradera \***
- **Técnicas de reconstrucción \*\***
- **Censos de Nacras \***
- **Censos de erizos \***
- **Censos de holoturias \***
- **Censos de peces \***
- **Colección de fotos \***
- **Floración:**
  - Observación de floración en la zona \*
  - Transectos de densidad de flores \*\*
  - Recogida de muestras \*\*
  - Seguimiento del proceso reproductivo \*\*\*

### **Monitorización de Calidad Ambiental (agua y sedimento)**

- **Muestras de sedimento \*\***
- **Muestras de agua \*\***
- **Vigilancia de especies indicadoras invasoras \*\***
- **Volumen de arribazón que llega a la playa \***
- **Recogida de frutos para Nursery (2003) \***
- **Reforestación de las plántulas (2003) \*\***

## 1. Descripción general de la pradera \*

Una medida de calidad ambiental que puede llevarse a cabo consiste en describir la pradera de la zona. A través de una o varias inmersiones en los alrededores de la estación a diferentes profundidades se puede hacer una diagnosis preliminar de cómo es la pradera de la zona, si es una pradera homogénea o a manchas, si se encuentra sobre arena o sobre roca, etc.

De igual forma puede hacerse una descripción de la zona en general. Cuales son los impactos más evidentes en la costa, como puertos deportivos, fondeo de elevado número de embarcaciones, etc.

## 2. Recogida de haces para el estudio de la demografía de la población \*\*

### 2.1. *Reconstrucción del crecimiento y la dinámica demográfica de los haces de la población*

El peciolo de las hojas muertas de *Posidonia oceanica* queda en el rizoma, y estos al ser arrancados dejan una cicatriz, o nudo, en el rizoma vertical. La distancia entre cicatrices foliares a lo largo del rizoma varía estacionalmente y en función de condiciones ambientales, sobretodo la dinámica de los sedimentos de la zona. El análisis de los cambios en el tamaño de los entrenudos de rizoma vertical en *Posidonia oceanica* proporciona estimas de la tasa de producción foliar y crecimiento vertical de la planta durante las últimas décadas.

Además el número de peciolos (o nudos en el rizoma) más el número de hojas vivas en un rizoma vertical desde que éste se inserta al rizoma horizontal proporciona una estima de la edad del haz. A partir de la estructura de edades de la población pueden calcularse los parámetros demográficos (tasa de reclutamiento de haces, tasa de mortalidad de haces) de la población y conocer la dinámica de la población durante la última década (i.e. vida media de los haces de la pradera).

Este método se utiliza como complemento al estudio de la demografía de la población (Nivel III) y sólo se ha realizar una única vez en cada pradera. Como el trabajo en el laboratorio con las muestras recolectadas es muy laborioso, este tipo de actividades han de programarse para disponer de tiempo suficiente para poder tratar las muestras de cada estación.

### 2.2. *Material necesario*

- Bolsas de basura identificadas
- Cuchillo (opcional)

### 2.3. *Protocolo detallado para la reconstrucción de la población*

Recolectar un mínimo de 200 haces verticales que han de arrancarse intentando estén unidos al rizoma horizontal. En una zona central de la pradera, se delimita un área que contenga más o menos el número de haces

deseado, se desentierran los haces hasta el estrato de rizoma horizontal más profundo y se arrancan, intentando cojer varios rizomas verticales unidos por un mismo rizoma horizontal. La muestra recolectada se guarda en frío o en agua de mar en su defecto, y se lleva al laboratorio de Ecología Litoral del IMEDEA para ser tratado.

### 3. Censos de nacras \*

#### 3.1. *Pinna nobilis*

La nacra (*Pinna nobilis*) es una de las especies bentónicas más indicadoras del



estado de salud de la pradera y del nivel de impacto que puede haber sufrido una determinada zona a partir del turismo náutico y actividades relacionadas (fondeo, recolección de organismos, deterioro del fondo, etc.). Las poblaciones de este molusco se hallan amenazadas en las

costas de la mayor parte del Mediterráneo occidental. Para determinar el estado de las poblaciones en Baleares se realizarán censos en cada una de las estaciones mediante los cuales se pretende obtener una estima del estado de las poblaciones en la actualidad.

#### 3.2. *Protocolo para la realización de censos de P.nobilis*

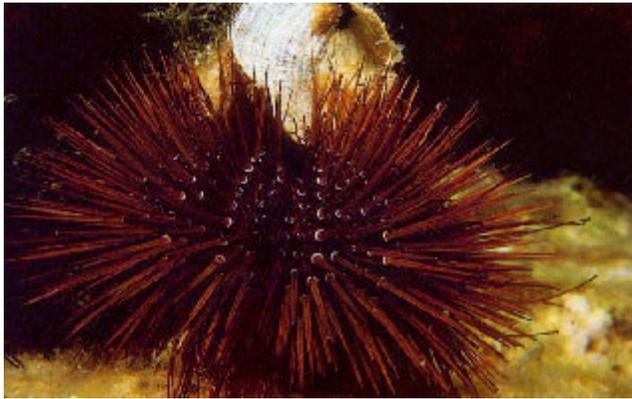
##### - Procedimiento

- a) Los censos se realizarán a la vez que se realizan los transectos de Cobertura
- b) A la vez que se recorre la cinta tomando nota de las longitudes de los sustratos, se observará a ambos lados de la misma (1 m a cada lado), y se anotará el número de nacras presentes. Al ser un organismo de gran tamaño se podrá observar fácilmente su presencia.
- c) Se realizarán un mínimo de 3 censos, tantos como transectos se hagan

## 4. Censos de erizos \*

### 4.1. Censos de erizos

El grupo de los equinodermos es uno de los más importantes dentro del sistema de la pradera, y en particular los erizos juegan un papel fundamental. El erizo común (*Paracentrotus lividus*) es el principal consumidor de las hojas de Posidonia, pudiendo alcanzar elevadas densidades en determinadas zonas, donde puede producir problemas de sobrepastoreo. Se realizarán censos en cada una de las estaciones



mediante los cuales se pretende obtener una estima del estado de las poblaciones de erizos en nuestras aguas.

### 4.2. Material necesario

- Cuadro de PVC de 30 x 30 cm
- Pizarra para anotar

### 4.3. Protocolo para la realización de censos de erizos

#### - Procedimiento

- a) Los censos se realizarán a la vez que se realizan los cuadros de densidad de haces y densidad de ápices (Ver Nivel II) y el transecto de cobertura.
- b) Estos censos se hacen en los mismos cuadros en los que se determina la densidad de haces y de ápices. Estos cuadros se colocan a cada 4 m del transecto de cobertura, según la longitud de la cinta, y siempre que haya pradera.
- c) También se realizarán estos censos en los cuadros de conteo de ápices, que se realizan cada 2 m de la cinta. Se situará el cuadro, y se tomará nota del número de erizos que se encuentran dentro del mismo.
- d) Se realizarán un total de 15 censos.

## 5. Censos de holoturias \*

### 5.1. Censos de holoturias

Las holoturias son otros equinodermos muy importantes en la dinámica de la pradera. Son sedimentívoras que tienen una función complementaria a los herbívoros, alimentándose de los restos de hojas y rizomas que no pueden ser digeridos por ellos. Se realizarán censos para obtener una estima de sus poblaciones en Baleares.

## 5.2. **Material necesario**

- Cuadro de PVC de 30 x 30 cm
- Pizarra para anotar

## 5.3. **Protocolo para la realización de censos de holoturias**

### - Procedimiento

- g) Los censos se realizarán a la vez que se realizan los cuadros de densidad de haces y densidad de ápices (Ver Nivel II) y el transecto de cobertura.
- h) Estos censos se hacen en los mismos cuadros en los que se determina la densidad de haces y de ápices. Estos cuadros se colocan a cada 4 m del transecto de cobertura, según la longitud de la cinta, y siempre que haya pradera. También se realizarán estos censos en los cuadros de conteo de ápices, que se realizan cada 2 m de la cinta. Se situará el cuadro, y se tomará nota del número de erizos que se encuentran dentro del mismo.
- i) Se realizarán un total de 15 censos.

## 6. Censos de peces \*

### 6.1. **Censos visuales de peces**

Hay muchas especies de peces que viven en las praderas, algunas de forma



exclusiva, pero sólo algunas de ellas se alimentan de la planta, entre las que destaca la Salpa (*Sarpa salpa*) que se alimenta de las hojas y los epífitos que viven sobre ellas. Otras especies tienen en la pradera su hábitat preferente, es allí donde encuentran alimento, refugio y/o la utilizan como zona de reproducción y puesta. Tanto por el

número de especies como por el de individuos, los peces son muy abundantes porque las praderas constituyen una guardería para los jóvenes y un refugio muy seguro para los adultos.

Existen diversas metodologías de censos visuales de peces. Nosotros vamos a seguir el método propuesto por Harmelin-Vivien en 1985, que se basa en realizar transectos paralelos a la costa de una longitud determinada. Los censos visuales de peces sobre pradera de *Posidonia* son complejos debido al medio en el cual han de hacerse. La dificultad estriba en censar peces entre las largas hojas de la planta, sobretodo en verano, ya que a menudo gran parte de las especies de peces permanecen ocultas y no se tienen en cuenta en los censos. Esta subestima de la población hace que los métodos extractivos sean más

efectivos a la hora de valorar el conjunto de la comunidad. Por esta razón se ha decidido realizar censos sólo de aquellas especies que sean propias de las praderas: *Sarpa salpa*, *Diplodus annularis* y *Coris julis*. Si es posible se tomará nota no sólo del número sino también de la talla de los individuos.

## **6.2. Material necesario**

- Cinta métrica de 50 m
- Dos piquetas
- Pizarra para anotar

## **6.3. Protocolo detallado para censos visuales de peces**

### **- Procedimiento**

- a) Los transectos para censos visuales de peces sobre pradera de *Posidonia* se realizarán paralelos a la costa y manteniéndose siempre a una profundidad constante en la medida de lo posible.
- b) Se realizarán un mínimo de 3 de transectos por subestación (mejor 6).
- c) Una vez localizada la zona, se toma nota de la profundidad, y del rumbo a seguir.
- d) Se clava una de las piquetas al sustrato, mediante la cual se fijará el extremo inicial de la cinta métrica. Se inicia el transecto extendiendo la cinta y procurando que sea paralelo a la costa y manteniendo la misma profundidad a lo largo de todo el transecto, tanto como sea posible. Se fija el final del transecto, a los 50 m, por medio de la segunda piqueta.
- e) Se recorre la cinta desde el principio tomando nota de la presencia de las especies antes indicadas, especificando su número, si hay más de un ejemplar, y su talla si es posible.
- f) Una vez terminado el transecto se desclavan las piquetas y se recoge la cinta.
- g) Repetir el procedimiento para el resto de censos.

## **7. Floración**

### **7.1. Floración**

La *Posidonia oceanica* como fanerógama que es posee flores y frutos. La floración de la planta se inicia en septiembre en las praderas poco profundas. A lo largo del mes de octubre las flores maduran y se fertilizan. Los frutos se desarrollan a lo largo del invierno, y comienzan a soltarse en marzo o abril (Buia y Mazzella, 1991). Los frutos flotan durante varios días, pudiendo ser arrastrados por las corrientes (Ref). Se ha observado que existe un desfase de un mes a dos meses en las praderas profundas (>20m), en las cuales las flores comienzan a aparecer en noviembre (Buia y Mazzella, 1991). También parece que existe cierto desfase con la latitud : cuanto mas al norte, mas larga suele ser la maduración del fruto (Sandmeier *et al.*, 1999) Las floraciones varían enormemente entre años y de una pradera a otra, pueden producirse floraciones masivas en determinados años, y en otros no florecer, y algunas praderas pueden no florecer durante muchos años.

Los frutos son más o menos carnosos, y tienen la forma y aspecto de una oliva. La suelta de los frutos comienza en abril, y pueden hallarse a veces en las playas, donde llegan arrastrados por las olas.

Las actuaciones que se pueden realizar con respecto a la floración se han dividido en tres, según el grado de colaboración que implican.

### **7.2. Observaciones acerca de la floración. (Actividad \*)**

Los grupos de voluntarios pueden realizar observaciones acerca de la presencia o ausencia de inflorescencias en la estación, y/o en praderas que visiten durante la época propicia. En praderas superficiales (hasta 15 m), a partir de septiembre, que es cuando comienzan a aparecer las primeras flores, hasta marzo-abril, que es cuando se produce la suelta del fruto. En praderas profundas (a partir de 15 m), la floración se retrasa, comienza en noviembre hasta mayo-junio. Las observaciones se realizarán separando los haces y buscando al azar la presencia o no de flores. Este tipo de observaciones son muy útiles para verificar si una pradera florece cada año, o si por el contrario lo hace muy de vez en cuando, o no lo hace nunca.

### **7.3. Transectos de densidad de flores (Actividad \*\*)**

Si se observan flores en la pradera y el grupo está particularmente interesado se pueden realizar estudios más detallados de la floración en la estación. Estos estudios consisten en la realización de cuatro transectos paralelos entre sí, perpendiculares a la costa, separados unos 20 m, en los que se determinará la densidad de inflorescencias y frutos por metro cuadrado, así como la densidad de haces, de modo que se pueda obtener un porcentaje de haces con inflorescencias, a lo largo de un gradiente de profundidad. Para esto, se realizarán recuentos de inflorescencias en cuadros de PVC que se colocarán a varias profundidades fijadas a lo largo de un transecto que comienza en el límite superior de la pradera

#### **Material necesario**

- Cinta métrica de 100 m
- Dos piquetas
- Cuadro de PVC de 50 x 50 cm
- Bolsas de plástico para recoger muestras identificadas
- Pizarra para anotar

#### **Protocolo detallado para realizar transectos de floración**

##### **- Procedimiento**

- a) Se necesitan dos personas por transecto. Una vez localizada la estación, se inicia el transecto desde la barra nº 1 del límite superior de la pradera, se toma nota del rumbo a seguir para obtener transectos perpendiculares a la costa. Se inicia el transecto extendiendo la cinta y procurando mantener

- el rumbo a lo largo de todo el transecto, tanto como sea posible. Se fija el final del transecto, cuando se llegue a una profundidad de unos 15 m por medio de la segunda piqueta.
- b) Los recuentos se realizarán a unas profundidades prefijadas, a cada profundidad se realizaran 2 cuadros, uno cada buceador a cada lado del transecto. Se realizarán recuentos de la densidad de flores y de la densidad de haces.
  - c) Una vez realizados todos los cuadros se recoge el cabo del transecto.
  - d) Los otros tres transectos se realizarán a la vez, si hay gente suficiente, y estarán separados entre sí unos 20 m. El segundo transecto comenzará en la barra nº 5, el tercero en la barra nº 9, y el cuarto a unos 15 m de la barra nº 10.
  - e) Mientras se realiza el transecto se recogerán muestras de flores y frutos para su posterior análisis en el laboratorio. Las muestras recogidas se guardarán en las bolsas de plástico numeradas a tal efecto. Se recogerán más o menos unas 10 inflorescencias al azar por profundidad entre los 4 transecto, o tantas como sea posible.
  - f) Las muestras recogidas se conservaran en frío o en agua en su defecto durante su traslado al laboratorio.

#### **7.4. seguimiento del proceso reproductivo. (Actividad \*\*\*)**

Si un grupo está particularmente interesado en el proceso reproductivo, puede realizar un seguimiento en detalle del devenir de la floración, realizando transectos y tomando muestras durante todo el tiempo que dura el proceso, desde que se inicia la floración, hasta que comienza la suelta del fruto.

## **8. Muestras de agua \*\***

### **8.1. Análisis de agua**

El estado de la general de la zona se puede determinar por medio del análisis de la columna de agua, que reflejará los cambios producidos en el medio. Se tomará 1 muestra de agua por estación.

### **8.2. Material necesario**

- Botella de 1 litro.

### **8.3. Protocolo detallado para tomar muestras de agua**

#### Procedimiento

- a) Durante la inmersión, en una zona próxima a la estación abrir la botella y llenarla de agua y volverla a cerrar.
- b) Mantener la botella en la sombra, en un sitio fresco hasta su traslado al laboratorio

## 9. Muestras de sedimento \*\*

### 9.1. Análisis del sedimento

El estado de la general de la zona se puede determinar también por medio del análisis del sedimento, que reflejará los cambios que se han producido en el medio a largo plazo. Se tomarán 1 muestra de sedimento por subestación.

### 9.2. Material necesario

- Corer o testigo lleno de sedimento e identificado

### 9.3. Protocolo detallado para tomar muestras de sedimento

#### - Procedimiento



- a) En la estación, en un punto elegido al azar se clava el corer en el sedimento lo más profundamente que se pueda.
- b) Se tapa el corer por la parte superior y se extrae con cuidado. Se tapa la parte inferior y se mantiene lo más vertical posible
- c) Se traslada lo más vertical posible al laboratorio para su análisis

## 10. VIGILANCIA DE ESPECIES INDICADORAS \*

El Mediterráneo ha recibido en los últimos tiempos una oleada de nuevas especies que llegan de otros lugares y colonizan espacios dónde antes no estaban presentes. Una de las causas de la llegada de estas nuevas especies se debe principalmente a las actividades humanas, sobretodo a partir de la abertura del canal de Suez. Numerosas especies, llamadas por este motivo lessepsianas, han entrado en el Mediterráneo por esta vía. Otras especies han sido introducidas directamente por el hombre, a través de la acuicultura y la acuarofilia.

Hay especies que tienen una capacidad invasora importante desplazando comunidades enteras de flora y/o fauna indígenas. Dentro de estas últimas

destaca el alga ***Caulerpa taxifolia***, también llamada “alga asesina”. Es un alga tropical con elevada capacidad invasora que ha colonizado las costas mediterráneas. En concreto, en Mallorca se conoce su existencia desde 1992, en Cala d’Or. Se han llevado a cabo campañas de erradicación (1992-1994), las cuales a pesar de su efectividad local, no han impedido que se establezcan nuevas colonias en zonas cercanas. Por su elevada capacidad de crecimiento y la regeneración de frondes a partir de trozos muy pequeños, es muy difícil de eliminar completamente. Se asume, por tanto que en esa zona, su erradicación absoluta es inviable, por lo que los esfuerzos han de basarse en la vigilancia y la prevención. Desde 1999 la vigilancia se basa en una red de voluntarios de la costa de Llevant de Mallorca, con base en Manacor. Gracias al trabajo de estos voluntarios y de la colaboración ciudadana, se localizaron dos colonias nuevas, una de las cuales pudo ser erradicada completamente. Mediante estas campañas de vigilancia y erradicación se ha conseguido frenar la expansión del alga, la extensión que ocupa en Mallorca es mucho menor a la de otros países mediterráneos. Es por tanto fundamental continuar con esta labor de vigilancia y prevención, para evitar en la medida de lo posible la instalación de nuevas colonias, no sólo de *Caulerpa taxifolia*, sino también de otras especies invasoras como *Caulerpa racemosa*.

Otra de las actividades que se pueden hacer dentro de la Red de Monitorización de las praderas, es la de controlar la instalación de especies invasoras y la de especies indicadoras de la calidad de las aguas. Principalmente nos centraremos en la búsqueda de tres especies:

### **Especies invasoras**

*Caulerpa taxifolia*

*Caulerpa racemosa*

### **Especies indicadoras**

*Caulerpa prolifera*

## **11. Volumen de arribazón que llega a la playa \***

### **11.1. Arribazón**

Los acúmulos de hojas de *Posidonia* que se encuentran en las playas



cumplen una importante labor. Por un lado sirven de alimento y refugio a multitud de pequeños organismos, crustáceos sobretodo. Otra importante función que realizan las hojas depositadas es la gran cantidad de arena que producen. Una parte muy

importante de la fauna y flora epífita de las hojas, está formada por organismos de esqueleto calcáreo (briozoos, algas coralináceas, foraminíferos, etc.), cuando las hojas mueren y se degradan, estos esqueletos carbonatados se fragmentan también y se transforman en partículas constituyentes del sedimento. Además estos acúmulos de hojas protegen la playa de la acción del oleaje, amortiguando la acción erosiva de las olas, e impidiendo la pérdida de arena.

Mediante esta actividad se trata de valorar la cantidad de hojarasca (también llamada arribazón), que llega a la playa. Va dirigida a todas aquellas personas que deseen colaborar con la Red y que no requiera meterse en el agua.

A principios de otoño es cuando se produce la caída masiva de la hoja de Posidonia, que llega a las playas donde queda almacenada hasta que es retirada cuando da comienzo la temporada turística, en mayo. Para determinar el volumen de hojarasca que llega a la playa, se realizaran transectos paralelos a la orilla midiendo el espesor de la capa de hojas.

### **11.2. Material necesario**

- Cinta métrica de 100 m
- Dos piquetas de camping
- Palo de escoba o vara señalado cada 20 cm
- Pizarra

### **11.3. Protocolo para la realización de transectos de arribazón**

#### **- Procedimiento**

- a) Se realizarán un mínimo de tres transectos por playa. Los transectos se haran paralelos a la orilla, comenzando el primer transecto a continuación de la zona de rompiente de la ola o donde comience el acumulo de hojas.
- b) El transecto comienza en un extremo de la playa, clavando la piqueta en el suelo y extendiendo el transecto paralelo a la orilla. Después se recorre el transecto y a cada metro se mide el espesor de la capa de hojas con la vara y se anota.

## **12. Recogida de frutos para Nursery (2003)\***

A partir de la Primavera del 2003 se pondrá en marcha un Nursery de Posidonia. Esta iniciativa pretende obtener plántulas a partir de frutos de Posidonia que se recojan en las playas por voluntarios. Los frutos recogidos se guardaran a la sombra, en agua de mar durante un máximo de 3 días antes de ser entregados al coordinador. Se incubaran en un acuario en el cual germinarán, y crecerán plántulas que luego serán utilizadas en campañas de “reforestación”.

## **13. Reforestación de las plántulas (2003) \*\*\***

Una vez que las plántulas tienen un tamaño adecuado (2004) se procederá a su plantación por los grupos de voluntarios en campañas de “reforestación”.

# REQUISITOS, NORMAS DE SEGURIDAD Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

## REQUISITOS

Todos los voluntarios que vayan a realizar actividades de buceo deberán ser mayores de edad, tener la titulación mínima requerida para bucear (FEDAS-CMAS, SSI, PADI, ACUC) y tener el seguro de buceo en vigor.

El material de buceo, excepto las botellas, será aportado por los voluntarios.

### Material básico necesario para la inmersión y localización de la estación

- GPS
- Equipo de buceo
- Profundímetro
- Manómetro
- Tablas de buceo u ordenador de buceo para planear la inmersión

## NORMAS DE SEGURIDAD

### Antes de la inmersión

- Comprobar que el equipo de buceo está completo.
- Comprobar el trabajo que se va a realizar durante la inmersión, repasar el material necesario y el modo de tomar correctamente las medidas.
- Revisar con el compañero el equipo de buceo y las señales y parámetros de la inmersión.

### Durante la inmersión

- Mantener siempre contacto visual con el compañero
- Controlar la flotabilidad durante toda la inmersión, sobretodo durante la toma de datos.
- Revisar periódicamente el manómetro propio y el del compañero.
- Dar por terminada la inmersión cuando la cantidad de aire remanente sea igual o superior a 1/3 de la capacidad de la botella, y proceder a realizar el ascenso.
- Ascender siempre con el compañero.
- Realizar una parada de seguridad de 3 minutos a 5 metros de profundidad.

### Después de la inmersión

- Una vez en tierra pasar los datos tomados en las pizarras a las fichas facilitadas por el coordinador de la Red, y remitírselas vía e-mail, fax o correo.

## **ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO**

En cada salida al mar las labores de coordinación y organización recaerán sobre el coordinador de la Red.

Una vez fijada la hora y fecha de la actividad, y siempre y cuando las condiciones meteorológicas lo permitan, los voluntarios se reunirán con los responsables de la salida, en el lugar y hora indicados.

Dependiendo del número final de buceadores se planificará el trabajo a realizar, que se repartirá entre los voluntarios, despejando todas las dudas existentes sobre el trabajo que cada uno debe llevar a cabo. La inmersión se realizará siempre por parejas.

Las actividades estarán supervisadas por un instructor de buceo o divemaster.

En la embarcación habrá como mínimo una persona que supervise los trabajos desde la superficie, así como para ayudar al finalizar la inmersión en la subida de los equipos.

Las inmersiones nunca serán superiores a los 25 m de profundidad, y ninguno de los voluntarios podrá superarla.

## BIBLIOGRAFIA

BALLESTEROS E. 1987. "Estructura y dinámica del poblament algal de les fulles de *Posidonia oceanica* (L.) Delile als herbeis de Tossa de Mar (Girona). Bullt. Inst Cat Hist Nat 54: 13-30.

BALLESTEROS, E., GRAU, A.M., RIERA, F. 1999. "Caulerpa racemosa (Forsskal) J. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) a Mallorca". *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 65-68. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

BOUDOURESQUE, F. et MEISNEZ A. 1982. "Découverte de l'herbier de posidonie, parc national de port-crós". Cahier n° 4

BOUDOURESQUE, C.F.; GIRAUD, G.; PERRET, M. 1977. "Posidonia oceanica". *Bibliographie. Univ. Aix-Marseille II. Fr*: 1-191

CECCHERELLI, G., PIAZZI, L. and CINELLI, F. 2000. "Response of thr non-indigenous *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh to the native seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile: effect of density of shoots and orientation of edges of meadows". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Vol. 243*: 227-240.

DELGADO O., GRAU A., POU S., RIERA F., MASSUTI C., ZABALA M. & BALLESTEROS E. 1997. « Seagrass regresion caused by fish cultures in Fornells Bay (Menorca, Western Mediterranean)». *Oceanologica Acta 20* :557-563.

DELGADO O., RUIZ J., PEREZ M., ROMERO J. & BALLESTEROS E. 1999. « Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay : seagrass decline after organic loading cessation ». *Oceanologica Acta 22* :109-117.

DUARTE C M. 1991. « Seagrass depth limits ». *Aqua Bot 40* :363-377

F.SHORT & R.G. COLES. 2001. "Global Seagrass Research Methods". Ed. Elsevier.

GARCIA-CHARTON, J.A.; BAYLE-SEMPERE, J.T.; SANCHEZ-LIZASO, J.L.; CHIESA, P.; LLAURADO, F.; PEREZ, C; DJIAN, H. 1993. "Respuestas de la pradera de *Posidonia oceanica* y su ictiofauna asociada al anclaje de embarcaciones en el parque nacinoal de Port-Cross (Francia)". *Publicaciones especiales. Instituto Español de Oceanografía*: 423-430

GIRAUD, G. 1977a."Essai de classement des herbiers de posidonie oceánica Delile (L.)". *Botánica marina XX*: 487-491.

HARME LIN-VIVIEN, M.L., HARME LIN, J.G., CHAUVET, C., DUVAL, C., GALZIN, R., LEJEUNE, P., BARNABE, G., BLANC, F., CHEVALIER, R., DUCLEREC, J. & LASERRE, G. 1985. "Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes". Rev. Ecol (Terre Viè). 40:467-539

HARME LIN, J.G. 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rochouse protégée en Méditerranée (Parc national de port Cros, France). P.S.Z.N.I; Marine Ecology 8 (3): 263-284.

JEUDY DE GRISSAC, A. 1984. "Effets des herbiers a *Posidonia oceanica* sur la dynamique marine et la sédimentologie littorale". International Workshop *Posidonia oceanica* Beds. Boudouresque C.F.. Jeudy de Grissac A. & Olivier J. Edit., GIS Posidonie publ. Fr. 1984, 1: 437-443

M. A. HEMMINGA & C.M. DUARTE. 2000. "Seagrass Ecology". Cambridge University Press.

MARBÀ N, DUARTE CM, CEBRIAN J, GALLEGOS ME, OLESEN B, SAND-JENSEN K. 1996. "Growth and population dynamics of *Posidonia oceanica* on the Spanish Mediterranean coast: elucidating seagrass decline". Mar Ecol Prog Ser 137:203-213.

MARBÀ N, DUARTE CM. 1997. "Interannual changes in seagrass (*Posidonia oceanica*) growth and environmental change in the Spanish Mediterranean zone". Limnol Oceanogr 42:800-810.

MARBÀ N, DUARTE CM. 1998. "Rizome elongation and seagrass clonal growth". Mar Ecol Prog Ser 174:269-280.

MARTÍN, M.A.; SANCHEZ-LIZASO, J.L.; RAMOS-ESPLA, A.A. 1997. "Cuantificación del impacto de las artes de arrastre sobre pradera de *Posidonia oceánica* (L.) 1813". Publicaciones especiales. Instituto Español de Oceanografía: 243-253

MASSUTÍ PASCUAL, E., ANTONI M<sup>a</sup>. GRAU JOFRE, CARLOS M. DUARTE, JORGE TERRADOS Y NÚRIA MARBÀ. "La Posidònia: L'alga que no ho és". 2000. Ed. Consellería de Agricultura y Pesca, Dirección General de Pesca, "Sa Nostra" Obra social y cultural.

MODENA, M., MATRICARDI, G., VACCHI, M. and GUIDETTI, P. 2000. "Spreading of *Caulerpa racemosa* (Bryopsidaceae, Chlorophyta) along the coasts of the Ligurian Sea". *Cryptogamie, Algol.* 21(3): 301-304

OTT, J.A. 1980. "Grow and production in *Posidonia oceanica* (L.) Delile". Marine Ecology, 1: 47-64

PERES, J.M., 1984. "La regression des herbiers a *Posidonia oceanica*". International Workshop *Posidonia oceanica* Beds. Boudouresque C.F.. Jeudy de Grissac A. & Olivier J. Edit., GIS Posidonie publ. Fr. 1984, 1: 445-454.

PIAZZI, L., BALESTRI, E, MAGRI, M. and CINELLI, F. 1997. "Expansion de l'algue tropicale *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh (Bryopsidophyceae, Chlorophyta) le long de la côte Toscane (Italie)". *Cryptogamie, Algol.* 18(3): 343-350

PIAZZI, L., CECCHERELLI, G. and CINELLI, F. 2001. "Threat to macroalgal diversity: effects of the introduced green alga *Caulerpa racemosa* in the Mediterranean". *Marine Ecology Progress Series.* Vol. 210: 149-159.

RAMOS-ESPLA, A.A.; MARTINEZ-PEREZ, L.; ARANDA, A.; GUILLEN, J.E.; SANCHEZ-JEREZ, P.; SANCHEZ-LIZASO, J.L. 1993. "Protección de la pradera de *Posidonia oceanica* (L.) Delile mediante arrecifes artificiales disuasorios frente a la pesca de arrastre ilegal; el caso de El Campello (SE Iberico)". *Publicaciones especiales. Instituto Español de Oceanografía:* 431-440

SAN FÉLIX, MANU. "La Posidònia: El bosc submergit". 2000. Ed. Documenta Balear s.l., Consellería de Medio Ambiente, "Sa Nostra".

SANCHEZ-LIZASO, J.L.; ARANDA LOPEZ, A. 1992. "Cartografía y evaluación de la pradera de *Posidonia oceanica* del puerto natural del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de Cabrera". Instituto de Ecología Litoral. Greenpeace International Mediterranean Sea Project.

SÁNCHEZ POVEDA, M. MARTÍN, SANCHEZ-LIZASO, J.L. 1996. "Un nuevo índice para caracterizar el estado de conservación de las praderas de *Posidonia oceánica* (L.) Delile". Tomo extraordinario. 125 Aniversario de la Real Sociedad Española Historia Natural

VERLAQUE, M., BOUDOURESQUE, C.F., MEINESZ, A. and GRAVEZ, V. 2000. "The *Caulerpa racemosa* Complex (Caulerpales, Ulvophyceae) in the Mediterranean Sea". *Botanica Marina* Vol. 43: 49-68.