



Fondo Europeo  
para la Pesca (FEP)



Consejería de Agricultura y Agua (CARM)  
Dirección General de Ganadería y Pesca  
Servicio de Pesca y Acuicultura



Centro Oceanográfico de Murcia.  
Instituto Español de Oceanografía



Federación de Actividades Subacuáticas  
de la Región de Murcia



GRUPO DE ECOLOGÍA DE ANGIOSPERMAS MARINAS  
INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

# Red de Seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica* de la Región de Murcia

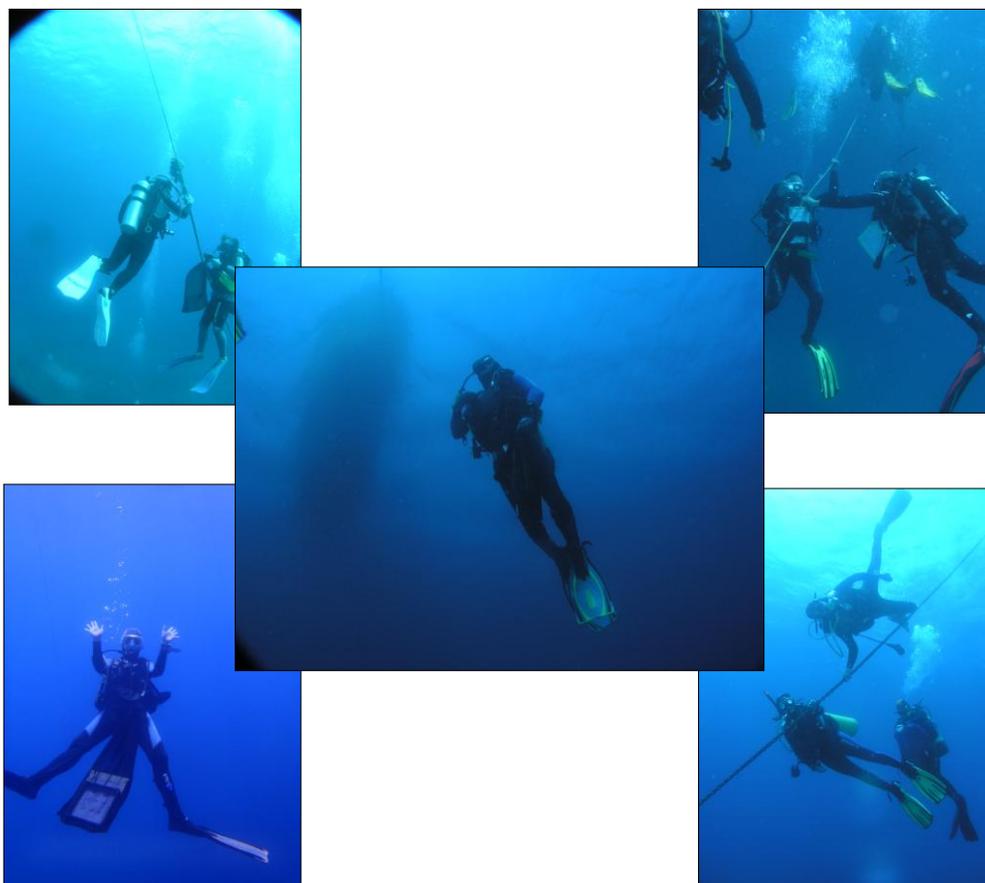
## 2011



Geam Grupo Ecologia



## Informe anual de resultados de la red seguimiento de *Posidonia oceanica* de la Región de Murcia (2004-2011)



### Proyecto Financiado por:

Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Dirección General de Ganadería y Pesca. Servicio de Pesca y Acuicultura (CARM)

Fondo Europeo para la Pesca (FEP). "Invertimos en pesca sostenible"

Proyecto POSIRED. Instituto Español de Oceanografía.

Citar este documento como:

Marín Guirao, L., García Muñoz, R., Bernardeau Esteller, J., Sandoval Gil, J.M., Ramos Segura, A., Ruiz J.M. (2011). **Informe anual de la red de seguimiento *Posidonia oceanica* de la Región de Murcia (2004-2011)**. Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Murcia, Murcia, 115 pp.

## **EQUIPO DE TRABAJO 2011**

**INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO)**  
GRUPO DE ECOLOGÍA DE ANGIOSPERMAS MARINAS (GEAM)  
Centro Oceanográfico de Murcia (COMU)

---

Juan M. Ruiz Fernández (Dirección y Coordinación)

Lázaro Marín Guirao

Rocío García Muñoz

Jaime Bernardeau Esteller

Jose Miguel Sandoval Gil

Aránzazu Ramos Segura

## **ENTIDADES COLABORADORAS**

---

FEDERACIÓN DE ACTIVIDADES SUBACUÁTICAS DE LA REGIÓN DE MURCIA  
(FASRM)

C.B.PLANETA AZUL

C.B. ATURA

C.B. ISLAS HORMIGAS

C.B. RIVEMAR

C.B. ÁGUILAS

C.B. LA ALMADRABA

C.B. ESTRELLA SUB

C.B. VILLA DE SAN PEDRO

C.B. NARANJITO

C.B. MUNDO ACTIVO SUB

C.B. ZOEÁ ÁGUILAS

C.B. MARSOPA

CLUB CORMORÁN

TAXON ESTUDIOS AMBIENTALES S.L.

OCEANO ALFA

NAVE KA

CASCO ANTIGUO

BUCEO X

# ÍNDICE

	<b>PÁGINA:</b>
<b>1.- PRESENTACION</b>	4
<b>2.- ANTECEDENTES</b>	4
<b>3.- OBJETIVOS</b>	5
<b>4.- INTRODUCCION</b>	5
<b>5.- METODOLOGIA</b>	11
5.1 Planteamientos generales	11
5.2 Hipótesis de trabajo	11
5.3 Puesta en marcha del proyecto	12
5.4 Plan de trabajo	13
5.5 Novedades de la edición 2011	13
5.6 Estaciones de muestreo y salidas al mar	14
5.7 Descriptores, medición y muestreos	15
5.8 Formación de los voluntarios	16
5.9 Control de la calidad de los datos	17
<b>6. RESULTADOS 2011</b>	17
6.1 Descriptores	17
6.2 Participación y perfil de los buceadores voluntarios	35
<b>7. ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES</b>	36
7.1 Estado actual de las praderas y evolución	36
7.2 Síntesis de estado actual, diagnóstico y tendencia temporal de las praderas	75
7.3 Valoración general de resultados	85
7.4. Calidad de los datos	87
7.5. Participación	87
<b>8. CONCLUSIONES</b>	89
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	98
 <b>ANEXOS</b>	
I. <i>Difusión</i>	92
II. <i>Listado de buceadores voluntarios</i>	96
III. <i>Dossier fotográfico</i>	100

## 1. PRESENTACIÓN

La presente iniciativa surge como una respuesta a la creciente preocupación de colectivos científicos, ciudadanos y gestores por el progresivo deterioro de las praderas de *Posidonia oceanica* por la actividad humana y sus consecuencias medioambientales y económicas para el ecosistema marino costero del Mediterráneo. El Servicio de Pesca y Acuicultura de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia inició en 2004 un programa a largo plazo para el establecimiento y seguimiento de una *red de vigilancia de las praderas de Posidonia oceanica en la Región de Murcia*. De acuerdo con su carácter continuado en el tiempo, el mencionado departamento suscribió en 2010 un nuevo convenio con el Instituto Español de Oceanografía y la Federación de Actividades Subacuáticas de la Región de Murcia (FASRM). En la presente memoria se muestran los resultados obtenidos durante 2010.

## 2. ANTECEDENTES

Esta iniciativa es pionera en el litoral de la Región de Murcia, pero no en el litoral Mediterráneo. La primera vez que se puso en funcionamiento un proyecto de estas características en España fue en el litoral catalán en el año 1998 y fue llevado a cabo por el Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona. El proyecto se inspira en la experiencia desarrollada durante la década de los 80 por investigadores franceses del *GIS Posidonie*,<sup>1</sup> cuya primera iniciativa fue, precisamente, la creación en 1984 de una red de 33 estaciones para el seguimiento biológico de *Posidonia oceanica* a lo largo del litoral Mediterráneo francés. El equipo catalán pone en marcha el proyecto con un doble objetivo: integrar “acción y educación ambiental en un proyecto común” a la vez que obtener datos científicos sobre la evolución a largo plazo de estos valiosos e insustituibles ecosistemas de nuestras costas. Para ello se introduce un elemento altamente novedoso: la participación de buceadores deportivos en tareas de seguimiento científico. El éxito de esta fórmula contagia a científicos y gestores de otras Comunidades Autónomas del litoral mediterráneo dando lugar posteriormente a proyectos idénticos en la Generalitat Valenciana y en las Islas Baleares, siendo Murcia, por tanto, la última región del Mediterráneo español que se adhiere a este proyecto en el año 2004.

---

<sup>1</sup> GIS Posidonie: Groupement d'intérêt scientifique pour l'étude de l'environnement marin (<http://www.com.univ-mrs.fr/gisposi/>)

### 3. OBJETIVOS

#### Objetivos **generales**:

- a) **Científico:** obtención de datos científicos para conocer la evolución a largo plazo de las praderas de *Posidonia oceanica*.
- b) **Social:** participación de buceadores voluntarios en las tareas de seguimiento científico, propiciando un acercamiento de los ciudadanos a temas científicos de interés e incrementando el nivel de concienciación medioambiental de la sociedad.
- c) **Político:** desarrollo de una herramienta de apoyo a la gestión y conservación del medio marino de la Región de Murcia.

#### Objetivos **específicos**:

- a) Puesta en marcha de una red de seguimiento para determinar la evolución a largo plazo y el estado de salud de las praderas submarinas de la Región de Murcia, mediante la medición de descriptores biológicos adecuados con una frecuencia anual.
- b) Seguimiento de la dispersión del alga tropical invasora *Caulerpa racemosa* en el litoral murciano y sus efectos sobre los hábitats autóctonos, especialmente sobre las praderas de *Posidonia oceanica*.
- c) Implantar y coordinar una red de voluntariado que participe en el desarrollo del programa.
- d) Desarrollar acciones formativas para los voluntarios de la red de seguimiento que aseguren la calidad científica de los datos obtenidos.
- e) Creación de una base de datos con la información obtenida que sea de utilidad para la gestión de los hábitats marinos.
- f) Coordinación e intercambio de información y experiencia con otras redes en funcionamiento con vistas a la creación de una red nacional de seguimiento de praderas de *Posidonia oceanica* a lo largo del litoral mediterráneo español.

### 4. INTRODUCCIÓN

*Posidonia oceanica* es una fanerógama marina endémica del Mediterráneo, es decir una planta superior con hojas, flores y frutos, semejante a las plantas terrestres que todos conocemos, pero que vive permanentemente sumergida entre la superficie y los 30 metros de profundidad, donde todavía hay luz suficiente que le permita desarrollar la fotosíntesis. En aquellos lugares en los

que la transparencia de las aguas es mayor, como el archipiélago balear o el Mediterráneo Oriental, la distribución de esta especie puede alcanzar hasta 40 metros de profundidad.

Su origen evolutivo son ciertos grupos de fanerógamas terrestres que se adaptaron a la vida acuática hace aproximadamente unos 140 millones de años. Actualmente existen unas 60 especies distribuidas en todas las zonas costeras del mundo excepto en el Ártico. La mayor concentración de especies se encuentra en las zonas tropicales y subtropicales del Pacífico, Índico y en el continente Australiano. En las zonas templadas el número de especies es considerablemente menor, como en el Mediterráneo donde encontramos, además de *Posidonia oceanica*, otras cuatro especies más: *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii*, *Zostera marina* y *Halophila stipulacea*, esta última introducida en el Mediterráneo Oriental desde el Mar Rojo a través del Canal de Suez.

Debido a su abundancia, su extensión y su papel en el ecosistema marino, las praderas de *Posidonia* representan uno de los hábitats más importantes del Mar Mediterráneo, equivalente a los bosques dentro de los ecosistemas terrestres. En el litoral de la Región de Murcia estas formaciones biológicas reciben el nombre popular de “algares” o “argueles”, ocupando una superficie de los fondos infralitorales de más de 10.000 hectáreas.



***Zostera noltii***. Es la más pequeña de todas las especies de fanerógamas marinas mediterráneas y su presencia es muy rara en el litoral de la Región de Murcia. Sus rizomas se encuentran poco lignificados y los nudos tienen una forma en arco característica.



***Cymodocea nodosa*** Es una especie de tamaño medio y de crecimiento rápido que forma extensas praderas en el litoral murciano sobre arenas infralitorales hasta los 25 m de profundidad.

**Figura 1.** Angiospermas marinas presentes en el litoral mediterráneo español. Fotografías: JM Ruiz.

La amplia extensión que ocupan estas praderas y su elevada producción primaria genera una serie de servicios al ecosistema marino de nuestras costas que las hace imprescindibles para el funcionamiento del ecosistema y su conservación:

⇒ Es el ecosistema más productivo del Mar Mediterráneo, siendo su principal fuente de entrada de materia orgánica (carbono) y oxigenación.

⇒ En aguas someras las praderas de *Posidonia* forman arrecifes-barrera que mantienen el equilibrio sedimentario del litoral; sus largas hojas y los arribazones (acúmulos de hojas viejas sobre las playas) reducen la energía del oleaje y las corrientes protegiendo el litoral de la erosión.

⇒ Las praderas de *Posidonia* estructuran el fondo proporcionando hábitat a más de 400 especies de flora y 1000 especies de fauna. En ellas multitud de especies encuentran cobijo, alimento y lugar de reproducción y cría, incluso para numerosas especies de interés comercial.



**Figura 2.** *Posidonia oceanica*. Paisajes característicos de las praderas en el límite superior (izda.) e inferior (dcha.) Fotografías: JM Ruiz.

En la actualidad *Posidonia oceanica* se encuentra en regresión en numerosas localidades del Mediterráneo debido principalmente a las diferentes actividades humanas:

⇒ La pesca ilegal de arrastre a menos de 50 metros de profundidad, es una de las causas de mayor degradación de las praderas de *Posidonia oceanica* por el fuerte impacto físico que supone.

⇒ Los dragados para la alimentación de playas artificiales producen efectos similares.



**Figura 3.** Actividades antrópicas susceptibles de generar impacto sobre las praderas: Pesca de arrastre (izqda.) y efectos del dragado para la extracción de arena (dcha.). Fotografías: JM Ruiz.

⇒ La contaminación marina produce efectos tóxicos sobre los organismos marinos y altera la calidad de las aguas, incrementando la turbidez de las aguas y, por tanto, impidiendo la realización de la fotosíntesis.

⇒ Las obras de infraestructura del litoral (puertos deportivos, espigones, regeneración de playas) modifican la dinámica litoral y por tanto las condiciones sedimentarias necesarias para el desarrollo de las praderas.

⇒ El fondeo de embarcaciones en lugares muy concretos de la costa causa también importantes deterioros de las praderas submarinas.

⇒ Los restos orgánicos procedentes de la acuicultura se depositan en el fondo alterando de forma notable el medio.

⇒ Modificaciones en la cadena trófica del ecosistema causadas por la sobrepesca o por la excesiva entrada de nutrientes (p.ej. acuicultura), puede llegar a inducir el aumento desproporcionado de determinadas especies debido a la falta de depredadores naturales o a cambios en la abundancia y calidad de los recursos tróficos. Hay evidencias, por ejemplo, de que un aumento poblacional del erizo común (*Paracentrotus lividus*) inducido por estos cambios puede llegar a causar la degradación de la pradera ya que, al ser herbívoros que se alimentan de sus hojas llegan a reducir la biomasa fotosintética de la planta hasta niveles insostenibles para su crecimiento.



**Figura 4.** Actividades antrópicas susceptibles de generar impacto sobre las praderas: vertidos orgánicos procedentes de la acuicultura.  
Fotografías: JM Ruiz.

⇒ Se sabe que pequeños incrementos de la salinidad media (0,5-1 ups) del agua afectan a la vitalidad y supervivencia de *Posidonia oceanica*. Por tanto, los vertidos de las plantas desaladoras pueden representar una importante amenaza para este ecosistema si no se gestionan dichos vertidos de una forma adecuada

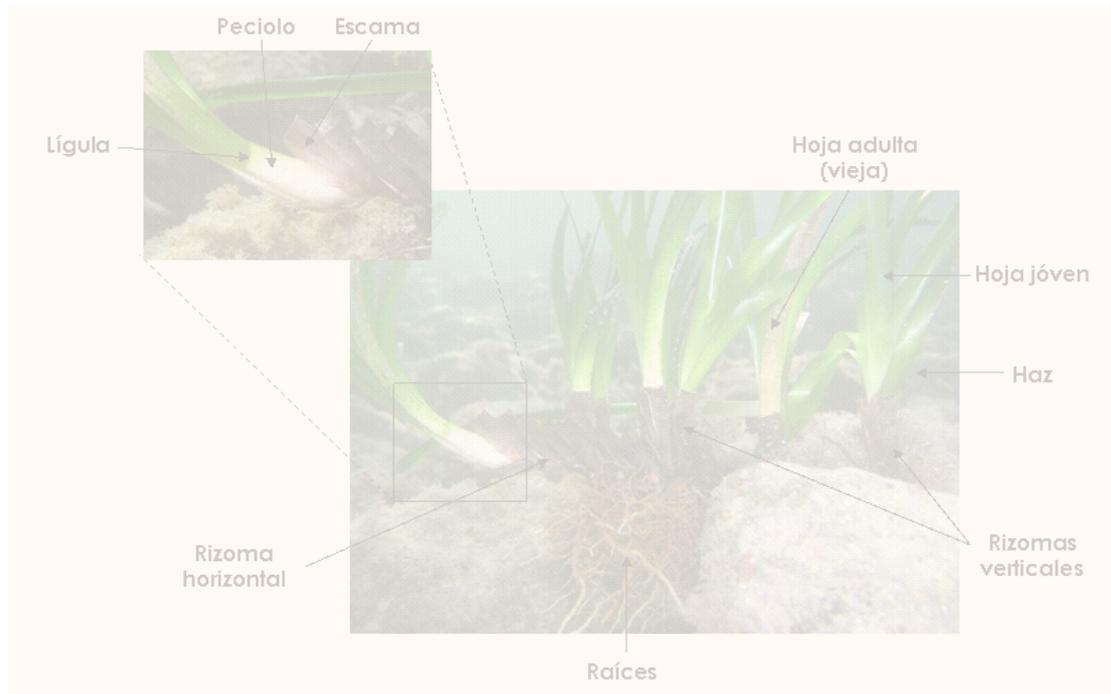
⇒ Se desconoce cuál será el efecto neto del cambio climático sobre las fanerógamas marinas. Unos efectos son “positivos”, como el posible incremento de la fotosíntesis debido al previsible aumento de la disponibilidad de carbono inorgánico, y otros serán negativos, como el incremento de la respiración celular causado por el aumento esperado de la temperatura del agua o la reducción de la disponibilidad de luz en las partes más profundas a consecuencia de la subida del nivel del mar. En cualquier caso puede haber un efecto neto, positivo o negativo, que alterará la estructura y funcionamiento del ecosistema marino costero. La persistencia de las praderas submarinas es uno de los principales compartimentos para comprender el efecto neto del cambio climático sobre el balance de carbono global del ecosistema marino mediterráneo.

⇒ Expansión en el Mediterráneo Occidental de cierto número de especies de algas invasoras como los clorófitos de origen tropical *Caulerpa taxifolia* y *Caulerpa racemosa*, potenciales competidoras por el espacio y los recursos de las comunidades autóctonas de fanerógamas marinas y las macroalgas. El potencial invasor de estas especies puede verse intensificado por los efectos del cambio climático global en el ecosistema marino.

Los casos de regresión de praderas de *Posidonia oceanica* y de otras especies de fanerógamas marinas debidos a alguna o varias de estas causas o factores antrópicos son cada vez más frecuentes. Las fanerógamas marinas (y en especial, *Posidonia oceanica*) tienen una serie de

propiedades biológicas que las hacen especialmente vulnerables al impacto de la actividad humana: i) son organismos bentónicos, por lo que no pueden desplazarse frente a condiciones adversas, ii) desarrollan biomasa muy elevada, por lo que tienen unos requerimientos ecológicos muy elevados y iii) su crecimiento es muy lento y son muy longevas, por lo que su capacidad de respuesta y recuperación ante perturbaciones del medio es bastante limitada.

Es evidente, por tanto, la necesidad de conocer la evolución a largo plazo de las praderas de fanerógamas marinas. Necesitamos herramientas de control que nos permitan diagnosticar de forma continua el estado de nuestros ecosistemas marinos costeros en relación al creciente impacto de la actividad antrópica. Esto es posible gracias al particular comportamiento de las praderas submarinas frente al impacto de la actividad humana comentado anteriormente. Esta propiedad, junto con su capacidad de integrar los cambios ambientales a los que están expuestas, les convierte de hecho en uno de los mejores y más eficaces indicadores biológicos del estado de salud y conservación de nuestros ecosistemas marinos.



**Figura 5.** Partes diferenciadas en un fragmento de *Posidonia oceanica*. Fotografías J.M: Ruiz

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 Planteamientos generales

La red de seguimiento de *Posidonia oceanica* consiste en una red de puntos o estaciones de muestreo distribuidas a lo largo de la costa en las que científicos y buceadores voluntarios realizan cada año una serie de muestreos o mediciones. Para que un programa de estas características sea viable desde el punto de vista científico se deben cumplir una serie de requisitos básicos:

1. Abarcar escalas temporales lo suficientemente amplias como para contemplar los cambios y evaluar con cierta base científica su significación y dirección (mínimo 10 años para el caso de *Posidonia oceanica*, cuya dinámica natural es muy lenta).
2. Contemplar una amplia red de puntos que incluya diferentes condiciones ambientales (profundidad, exposición al oleaje, proximidad de ramblas, etc.), así como tipos de impactos (puertos, arrastre, desaladoras, granjas marinas, etc.). De esta forma podremos discernir entre los cambios originados por la actividad humana de los que son originados por factores naturales (p.ej. climáticos).
3. Los datos deben ser obtenidos mediante muestreos y metodologías robustas y eficaces, que sean estandarizables y fácilmente reproducibles y que permitan con escaso error la comparación de resultados obtenidos por diferentes muestreadores o en diferentes áreas geográficas.
4. Los muestreos consistirán en la obtención de una serie de parámetros o **descriptores** de fácil medición que nos permitan hacer un diagnóstico general del estado ecológico de las praderas de acuerdo con la hipótesis de trabajo planteada (ver más abajo): densidad de plantas (haces) por metro cuadrado, porcentaje de cobertura vegetal que coloniza el fondo marino, dinámica del sedimento o abundancia de especies clave de fauna (erizos, holoturias o nacras).
5. Fiabilidad de los datos para su utilización con fines científicos y de gestión en los procesos de decisión política que afectan a la ordenación de la actividad humana en el litoral. Para ello será necesario cuidar el grado de formación de los buceadores voluntarios participantes y controlar la rigurosidad con que éstos aplican los métodos de medición empleados (mediante, por ejemplo, el establecimiento de controles de medición).

### 5.2 Hipótesis de trabajo

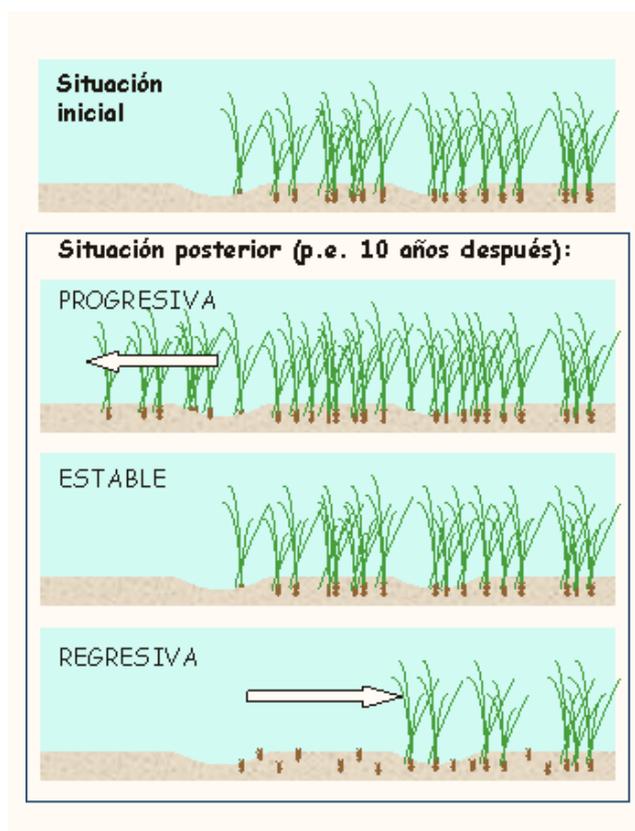
De acuerdo con los objetivos de una red de seguimiento de estas características y los métodos empleados, la hipótesis de trabajo se centra únicamente en el signo e intensidad de la evolución de la estructura de las praderas de *Posidonia oceanica*, determinados a partir del análisis de las variaciones interanuales de los descriptores que miden dicho estado. Así pues, desde un punto de vista estadístico, la hipótesis nula es que el estado (estructura) de una pradera es estable a largo plazo y la hipótesis alternativa es que muestra algún tipo de tendencia, lo cual se traduce en los siguientes posibles estados:

- a) **Estable:** no hay cambios significativos entre años, o bien hay cambios pero no

son significativamente diferentes de cero o se trata de fluctuaciones sin una clara tendencia temporal.

b) **Progresivo:** hay cambios significativos entre años con una tendencia positiva de su dinámica temporal que indica que la abundancia de la pradera aumenta (manchas de pradera más densas y/o con mayor recubrimiento del sustrato).

c) **Regresivo:** hay cambios significativos entre años con una tendencia negativa de su dinámica temporal que indica que la abundancia de la pradera disminuye (manchas de pradera menos densas y/o con menor recubrimiento del sustrato).



**Figura 6.** Posibles escenarios de la evolución del estado biológico de una pradera a partir del inicio de su seguimiento.

### 5.3 Puesta en marcha del proyecto

En la edición de 2011, el proyecto se puso en marcha en el mes de enero mediante el desarrollo de las siguientes actividades:

- ⇒ Establecimiento del calendario de charlas formativas y salidas al mar con indicación de los clubes o centros de buceo responsables de la actividad en cada sitio.
- ⇒ Reunión de coordinación en el Centro Oceanográfico de Murcia con los representantes de los centros y clubes de buceo participantes en el proyecto para la aprobación del calendario definitivo y para concretar aspectos de organización y coordinación.

⇒ Difusión del proyecto:

- Tríptico explicativo del proyecto
- Carta de invitación de participación, con calendario de actividades e instrucciones de participación enviada por la Federación de Actividades Subacuáticas de la Región de Murcia (FASRM) a todos los clubes y centros de buceo de la Región de Murcia.
- Página web de la Dirección General de Ganadería y Pesca ([www.carm.es](http://www.carm.es)) de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y de la FASRM.
- Página web del Centro Oceanográfico de Murcia ([www.mu.ieo.es](http://www.mu.ieo.es)).
- Página web de los centros de buceo participantes.
- Página web de conocidos portales de buceo de internet: buceo XXI y Casco Antiguo.
- Centros públicos de investigación.
- Prensa.
- Publicaciones científicas (Anexo IV)
- II Jornadas proyecto POSIMED (Anexo IV)
- Conferencias divulgativas

#### 5.4 Plan de trabajo

A partir de abril el equipo del Centro Oceanográfico de Murcia inicia las salidas preparatorias para revisar las estaciones de muestreo, restaurar posibles desperfectos causados por temporales y realizar una serie de mediciones previas. Entre junio y julio se realizan los muestreos de los descriptores de *P. oceanica* con los centros de buceo y buceadores voluntarios siguiendo el calendario previsto. En los casos en los que las salidas con los voluntarios son suspendidas debido al mal estado de la mar u otros tipos de contratiempos, el muestreo de las estaciones se realiza por miembros del equipo científico en fechas posteriores. Entre septiembre y octubre se repiten los muestreos para la realización de los recuentos de haces en parcelas fijas, los trabajos de seguimiento de *C. racemosa* y la presencia de inflorescencias.

#### 5.5 Novedades de la edición de 2011

En la edición de 2011 se han mantenido los cambios ya introducidos en años anteriores dirigidos a mejorar dos aspectos clave del proyecto: la seguridad de los buceadores y la precisión de las mediciones. También ha habido algunos cambios de estrategia respecto al tipo de medidas realizadas (ver apartado 5.7 sobre descriptores y su medición):

1) Las mediciones de densidad de haces, han sido realizadas conjuntamente por el equipo científico del IEO y los voluntarios para poder controlar y minimizar errores.

2) Se mantiene el seguimiento de la floración de las praderas analizadas. Se ha realizado el recuento de flores de manera simultánea a las mediciones de densidad y se han anotado las praderas en las que se observaron fenómenos de floración. La información relativa a este

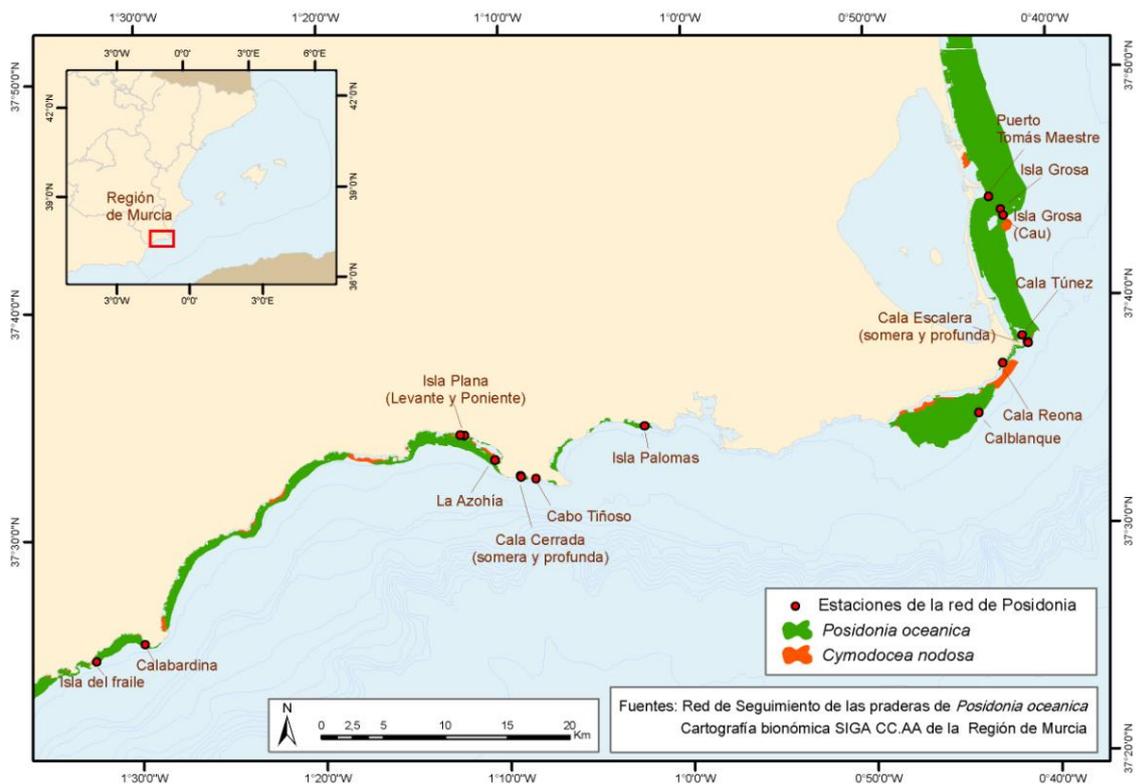
aspecto queda recogida en el anexo II.

3) Se han realizado los recuentos de haces de *P. oceanica* en los cuadrados fijos de 1.600 cm<sup>2</sup> instalados en 2007. Esto nos va a permitir cuantificar de forma muy exacta las variaciones netas interanuales de la población de haces y compararla con las obtenidas mediante las mediciones de este descriptor realizadas al azar en cuadrados de 400 cm<sup>2</sup>.

4) Se ha continuado con el seguimiento de la expansión del alga tropical invasora *Caulerpa racemosa* tanto a escala regional, como a escala más local para tratar de determinar la existencia de interacción entre el alga y la pradera de *P. oceanica* (estaciones de seguimiento de Calblanque, Muellecico (C. Tiñoso) e Isla Grosa. Estas tres estaciones han sido incluidas en el informe con el resto de estaciones que componen la red y se les ha aplicado la misma metodología de análisis estadístico para determinar su diagnóstico de evolución temporal.

### 5.6 Estaciones de muestreo y salidas al mar

La red de seguimiento de la Región de Murcia se compone de un total de 17 estaciones de muestreo (Fig. 7), en tres de las cuales se realiza un seguimiento más detallado de la evolución del alga invasora *Caulerpa racemosa* (Figura 7; anexo VI).



**Figura 7.** Distribución de las estaciones de muestreo a lo largo del litoral de la Región.

En el apartado de resultados de la presente memoria (apartado 6.1) se muestra una ficha técnica de cada estación de muestreo con información adicional.

Previamente a las salidas con los voluntarios el equipo técnico realizó un total de 14 salidas de preparación y muestreo en cada estación. Se realizaron un total de 14 salidas con la participación de buceadores voluntarios durante los meses de junio y julio.

Se han realizado unas 20 salidas al mar adicionales para el seguimiento del alga invasora *C. racemosa*.

### 5.7 Descriptores, medición y muestreo.

Los detalles sobre el tipo de descriptores empleados, su definición, medición y técnica de muestreo se explican más extensamente en el manual del voluntario (“Las praderas de *Posidonia* en Murcia. Red de seguimiento y voluntariado ambiental”) disponible en la página web del Servicio de Pesca y Acuicultura de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia ([www.carm.es/](http://www.carm.es/)), la del Centro Oceanográfico de Murcia ([www.mu.ieo.es/](http://www.mu.ieo.es/)) y en el repositorio del Instituto Español de Oceanografía (<http://hdl.handle.net/10508/495>). A continuación se detallan de forma muy sintética.

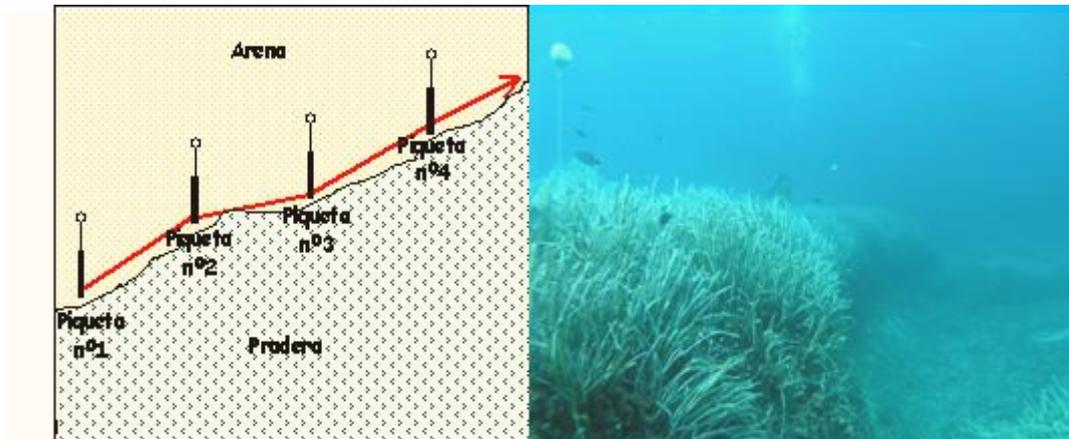
Los descriptores seleccionados son:

- a) Posición de los límites (superior/inferior) de la pradera.
- b) Densidad de haces (haces/m<sup>2</sup>) dentro de manchas vivas de *P. oceanica*.
- c) Cobertura o porcentaje de sustrato ocupado por manchas vivas *P. oceanica*.
- d) Crecimiento neto anual de la densidad y cobertura.
- e) Tendencia media del periodo estudiado (2004-2011).
- f) Presencia y cuantificación de las inflorescencias de *P. oceanica*
- g) El grado de enterramiento de los haces ( $\pm$  cm).
- h) La abundancia de macrofauna (erizos, holoturias, espirógrafos ó poliquetos tubícolas y nacras).

En cada estación de muestreo hay 6 puntos de muestreo separados unos 5-7 m entre sí indicados cada uno con una piqueta o barra metálica clavada en el sustrato y numerada (Figura 2). En cada piqueta se realizan mediciones replicadas de los descriptores mencionados, de forma que el total de medidas realizadas en la estación es el siguiente:

- 9-12 mediciones al azar de la densidad de haces dentro de manchas
- 240 réplicas de la cobertura vegetal (4 subcuadrados/cuadrado x 10 cuadrados/transecto x 6 transectos/estación)
- 72 réplicas del enterramiento de los haces (12 réplicas/punto de muestreo)
- 9 mediciones al azar del número de inflorescencias en cuadrados de 0,04 m<sup>2</sup> de superficie y 6 mediciones en cuadrados de 0,16m<sup>2</sup> fijos en cada estación.
- 60 medidas de presencia/ausencia de espirógrafos y holoturias (10 cuadrados/transecto)
- 15 mediciones al azar de abundancia de erizos en cuadrados de 1 m<sup>2</sup>.
- 6 réplicas de abundancia de nacra (en una superficie de 40 m<sup>2</sup>/transecto, es decir, el 40% de la superficie total de cada estación).

Todas estas mediciones se realizan dentro de una superficie total de 600 m<sup>2</sup> y se ha comprobado que el grado de replicación es suficiente para asegurar un nivel de exactitud y precisión aceptables, de acuerdo con la variabilidad natural de cada descriptor.



**Figura 8.** Disposición de las piquetas (puntos de muestreo) en las estaciones de la red de seguimiento (grafico superior). Detalle de los boyarines indicando la posición de las piquetas en la pradera. Fotografías: JM Ruiz.

### 5.8 Formación de los Voluntarios

Previamente a la salida de muestreo, a los buceadores participantes se les imparte una clase de formación mediante la cual reciben los conocimientos teórico-prácticos necesarios para la realización de las mediciones en las estaciones de muestreo. Esta clase se imparte justo el día antes de la salida de muestreo para que los conocimientos recibidos tengan el efecto deseado en el rigor de las mediciones y, por tanto, en la fiabilidad de los datos obtenidos. La charla de formación se imparte con medios audiovisuales y está estructurada de la siguiente forma:

1ª Parte: aspectos teóricos sobre la ecología de las praderas de fanerógamas marinas, su importancia ecológica y las principales amenazas que causan su regresión en el Mediterráneo, incluyendo la invasión del alga tropical *Caulerpa racemosa*.

2ª Parte: explicación del diseño de muestreo en la estación de seguimiento y de los descriptores y su medición. Reparto de material de muestreo y familiarización con el mismo. Toma y anotación de los datos de campo.

3ª Parte: clase práctica de la medición de los descriptores y simulación del protocolo de muestreo.

Como complemento para ayudar a la comprensión de la charla se utilizan fotos y esquemas muy detallados (presentación en power-point) así como una maqueta de una pradera de *Posidonia* que permite simular las diferentes situaciones y problemas con las que el buceador-

muestreador puede encontrarse a la hora de realizar las mediciones en una situación real. La duración de la charla es de aproximadamente 1,5 horas y aporta a los buceadores voluntarios un conocimiento general de la ecología y biología de las praderas de fanerógamas marinas y una idea bastante clara de las tareas a realizar tal y como se demostraba posteriormente en las salidas al mar.

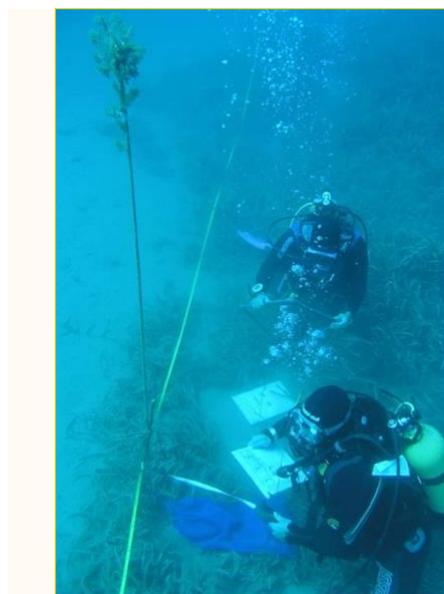
### 5.9 Control de la calidad de los datos

Teniendo en cuenta que los buceadores voluntarios participantes son en su mayoría personas completamente ajenas a las disciplinas de biología y ecología marina, es obvio que el efecto de una única charla de formación no asegura la aplicación correcta de las explicaciones recibidas para la medición de los descriptores en el mar. Por lo tanto, se realiza siempre una demostración y supervisión *in situ*; una vez que los buceadores voluntarios se encuentran en su punto de muestreo (es decir, en la piqueta con su número correspondiente) un miembro del equipo técnico les hace, previamente a las mediciones, una demostración del método de medición. Una vez realizada la demostración los buceadores voluntarios se quedan solos realizando las mediciones, aunque posteriormente reciben visitas sucesivas del monitor para comprobar que continúan aplicando los métodos de forma correcta. Posteriormente, los datos obtenidos por los voluntarios son contrastados con medidas control realizadas por el equipo científico y se aplican filtros estadísticos para determinar que datos son válidos y cuales deben ser rechazados.

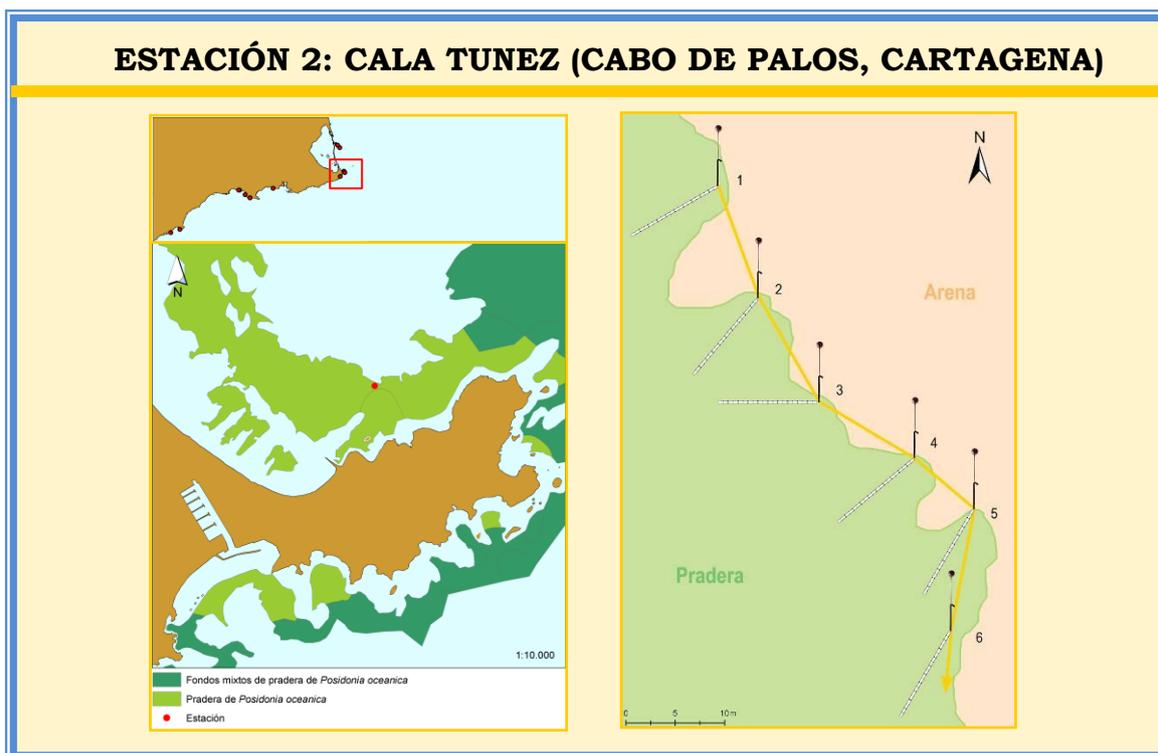
## 6. RESULTADOS 2011

### 6.1 Descriptores

En este apartado se exponen los datos completos de cada estación: localización, profundidad e histórico de muestreos y revisiones así como el centro de buceo y el número de voluntarios que han realizado los trabajos de campo en la edición 2011. También se presenta un resumen de los datos obtenidos en cada una de las estaciones de muestreo de la red de seguimiento. Por cuestiones prácticas y en aras de la claridad de esta memoria, no se aportan los datos brutos, es decir, todas las réplicas, sino tan sólo los valores medios de los descriptores y su error estándar.



**Figura 9.** Trabajos de seguimiento de en una de las estaciones de muestreo  
Fotografía: JM Ruiz.



**Figura 10.** Localización de la estación de muestreo de Cala Túnez y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

<b>ESTACIÓN: CALA TUNEZ</b>		
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 703513 - 4168161; PROFUNDIDAD: 8m</b>		
<b>CENTRO DE BUCEO: PLANETA AZUL</b>		
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>	<b>MUESTREO</b>
2004	07/05/2004	09/05/2004
2005	24/04/2005	19/06/2005
2006	18/05/2006	29/06/2006
2007	16/05/2007	20/11/2007
2008	23/04/2008	12/07/2008
2009	01/04/2009	25/07/2009
2010	15/04/2010	10/07/2010
2011	30/03/2011	02/07/2011

**Tabla 1.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad de haces máxima y mínima encontrada fue de 57 y 33 haces/400cm<sup>2</sup> respectivamente, con valores de densidad media de  $44,89 \pm 2,94$  haces/400cm<sup>2</sup>. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $48,42 \pm 3,69$  %. Los valores de enterramiento medidos en la estación oscilaron entre 6,58 y 7,83 cm. con un valor medio de  $7,21 \pm 0,26$  cm. La densidad media de erizos y holoturias fue de  $0,67 \pm 0,42$  individuos/m<sup>2</sup> y  $0,33 \pm 0,33$  individuos/1,6 m<sup>2</sup>. respectivamente.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
( $\%$ )		Haces/400cm <sup>2</sup>		cm		Individuos/m <sup>2</sup>		Individuos/1,6m <sup>2</sup>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
48.4	3.7	44.9	2.9	7.21	0.26	0.67	0.42	0.33	0.33

**Tabla 2.** Resultados obtenidos en la estación n° 2 (Cala Túnez)



**Figura 11.** Localización de la estación de muestreo de Cala de la Escalera - Somera y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

<b>ESTACIÓN: CALA ESCALERA SOMERA</b>		
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 703946 - 4167629, PROFUNDIDAD: 7m</b>		
<b>CENTRO DE BUCEO: ISLAS HORMIGAS</b>		
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>	<b>MUESTREO</b>
2004	07/05/2004	09/05/2004
2005	24/04/2005	19/06/2005
2006	18/05/2006	29/06/2006
2007	16/05/2007	20/11/2007
2008	23/04/2008	12/07/2008
2009	01/04/2009	25/07/2009
2010	15/04/2010	10/07/2010
2011	30/03/2011	02/07/2011

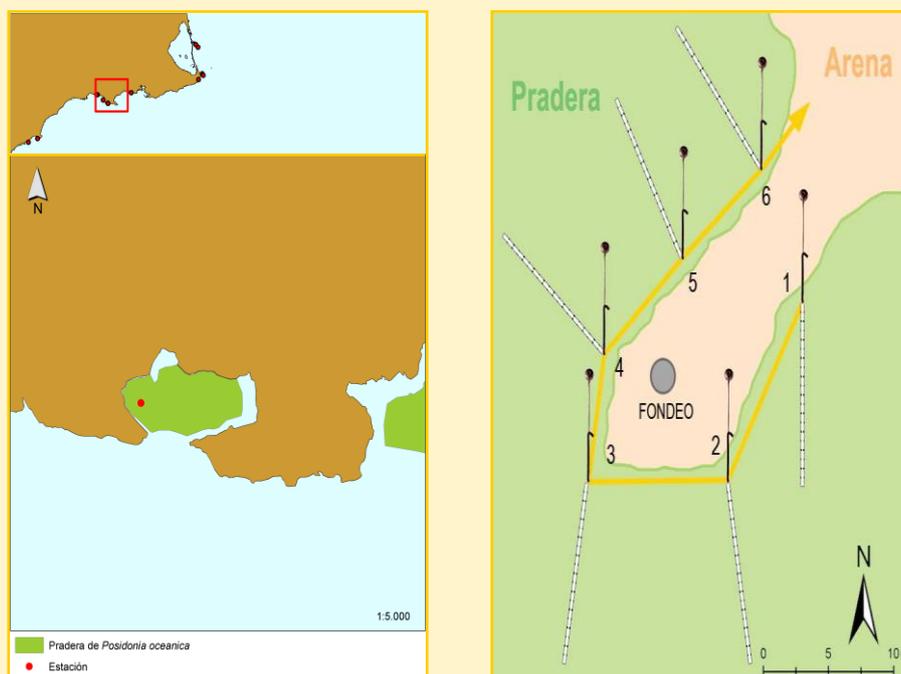
**Tabla 3.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad de haces máxima y mínima encontrada fue de 53 y 29 haces/400cm<sup>2</sup> respectivamente, con valores de densidad media de  $43,77 \pm 2,81$  haces/400cm<sup>2</sup>. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $46,46 \pm 1,88$  %. Los valores de enterramiento medidos en la estación oscilaron entre 3,38 y 10,13 cm. con un valor medio de  $6,32 \pm 1,09$  cm. No se observó la presencia de erizos en ninguno de los puntos de muestreo de fauna, mientras que la densidad de holoturias registradas presentó valores medios de  $0,50 \pm 0,34$  Individuos/1,6 m<sup>2</sup>.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
(%)		Haces/400cm <sup>2</sup>		cm		Individuos/m <sup>2</sup>		Individuos/1,6m <sup>2</sup>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
46.5	1.9	43.8	2.8	6.32	1.09	0.00	0.00	0.50	0.34

**Tabla 4.** Resultados obtenidos en la estación nº 3 (Cala de la Escalera – Somera)

## ESTACIÓN 5: CALA CERRADA – SOMERA (CABO TIÑOSO, CARTAGENA)



**Figura 12.** Localización de la estación de muestreo de Cala Cerrada - Somera y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

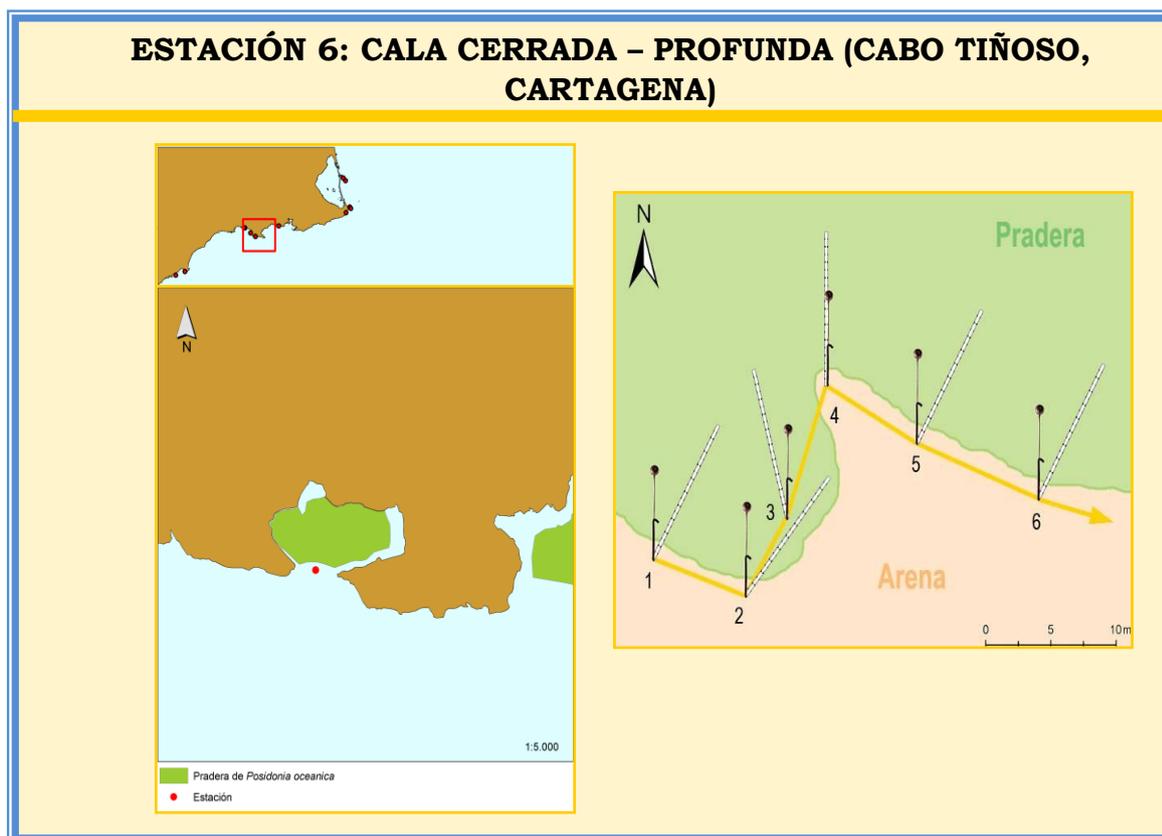
ESTACIÓN: CALA CERRADA SOMERA		
LOCALIZACIÓN (UTM): 663125 - 4156704.10; PROFUNDIDAD: 12m		
CENTRO DE BUCEO: I.E.O.		
AÑO	INSTALACION/REVISION	MUESTREO
2004	04/06/2004	27/06/2004
2005	24/05/2005	31/07/2005
2006	19/05/2006	16/07/2006
2007	23/04/2007	17/06/2007
2008	09/06/2008	15/06/2008
2009	07/04/2009	21/06/2009
2010	07/04/2010	13/06/2010
2011	08/04/2011	09/08/2011

**Tabla 5.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad de haces máxima y mínima encontrada fue de 42 y 8 haces/400cm<sup>2</sup> respectivamente, con valores de densidad media de  $21,11 \pm 4,17$  haces/400cm<sup>2</sup>. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $29,96 \pm 2,06$  %. Los valores de enterramiento medidos en la estación oscilaron entre 0,33 y 8,33 cm. con un valor medio de  $2,90 \pm 1,26$  cm. En esta ocasión no se encontraron erizos ni holoturias en los puntos de muestreo de fauna.

Cobertura		Densidad de haces		Enterramiento		Densidad erizos		Densidad holoturias	
(%)		Haces/400cm <sup>2</sup>		cm		Individuos/m <sup>2</sup>		Individuos/1,6m <sup>2</sup>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
30.0	2.1	21.1	4.2	2.90	1.26	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabla 6.** Resultados obtenidos en la estación n°5 (Cala Cerrada – Somera).



**Figura 13.** Localización de la estación de muestreo de Cala Cerrada - Profunda y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

<b>ESTACIÓN: CALA CERRADA PROFUNDA</b>			
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 663172 – 4156648.44; PROFUNDIDAD: 20m</b>			
<b>CENTRO DE BUCEO: I.E.O.</b>			
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>		<b>MUESTREO</b>
2004	04/06/2004		27/06/2004
2005	24/05/2005		31/07/2005
2006	19/05/2006		25/07/2006
2007	23/04/2007		16/06/2007
2008	09/06/2008		14/06/2008
2009	07/04/2008		21/06/2009
2010	07/04/2010		12/06/2010
2011	08/04/2011		09/08/2011

**Tabla 7.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue  $0,33 \pm 0,23$  haces/400cm<sup>2</sup>, medidos en el primer metro de distancia alrededor de la piqueta que indica el inicio de los transectos. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $15,65 \pm 4,18$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilaron entre 2,08 y 5,33 cm., con un valor medio de  $3,67 \pm 0,53$  cm. No se observaron erizos ni holoturias.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
<b>(%)</b>		<b>Haces/400cm<sup>2</sup></b>		<b>cm</b>		<b>Individuos/m<sup>2</sup></b>		<b>Individuos/1,6m<sup>2</sup></b>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
15.6	4.2	0.3	0.2	3.7	0.5	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabla 8.** Resultados obtenidos en la estación n° 6 (Cala Cerrada – Profunda)



**Figura 14.** Localización de la estación de muestreo de La Azohía y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

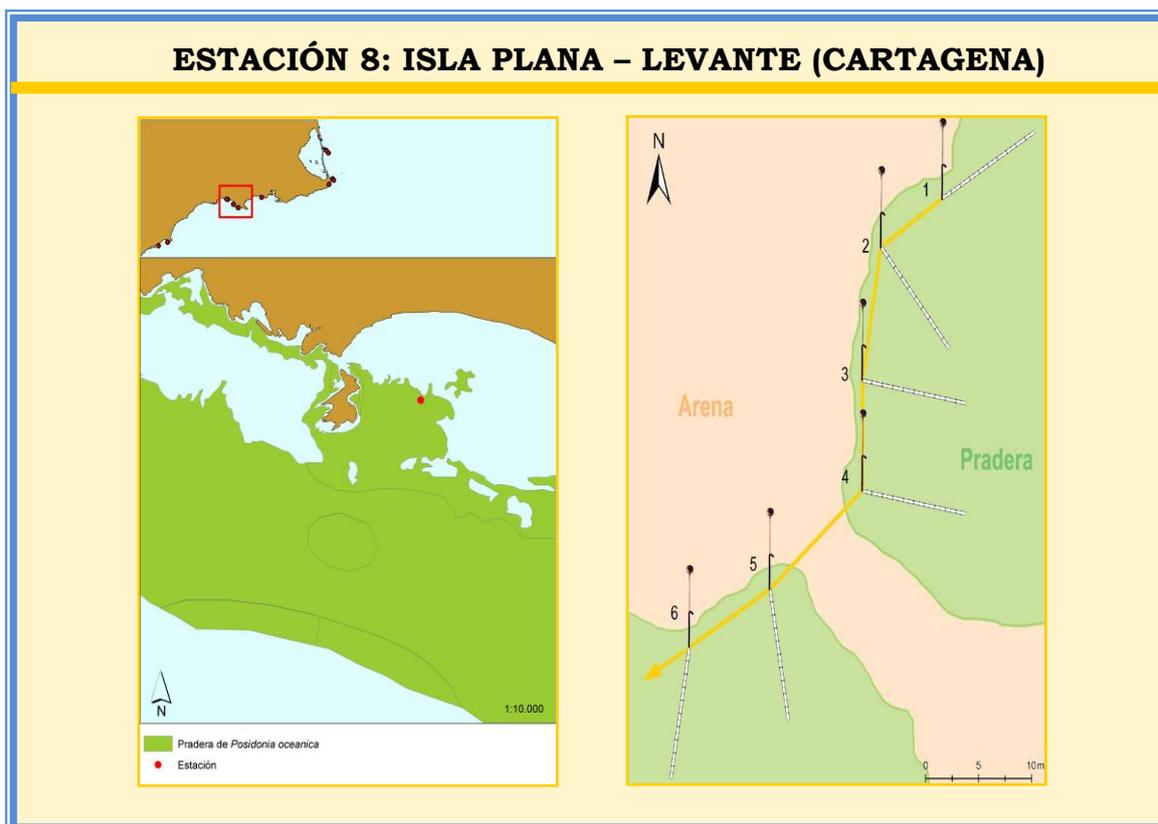
<b>ESTACIÓN: PLAYA DE LA AZOHIA</b>		
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 661074 - 4157999; PROFUNDIDAD:16m</b>		
<b>CENTRO DE BUCEO: RIVEMAR</b>		
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>	<b>MUESTREO</b>
2004	15/06/2004	04/07/2004
2005	04/05/2005	17/07/2005
2006	01/06/2006	02/07/2006
2007	27/03/2007	30/06/2007
2008	13/05/2008	28/06/2008
2009	12/03/2009	27/06/2009
2010	08/04/2010	26/06/2010
2011	07/04/2011	11/06/2011

**Tabla 9.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $35,66 \pm 2,31$  haces/400cm<sup>2</sup>, con valores máximo y mínimo de 46 y 28 haces/400cm<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $36,11 \pm 3,05$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilaron entre 1,83 y 6,79 cm., con un valor medio de  $5,07 \pm 0,72$  cm. Mientras que no se encontraron erizos en el muestreo de fauna, las holoturias presentaron una densidad de  $0,50 \pm 0,34$  Individuos/1,6 m<sup>2</sup>.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
<b>(%)</b>		<b>Haces/400cm<sup>2</sup></b>		<b>cm</b>		<b>Individuos/m<sup>2</sup></b>		<b>Individuos/1,6m<sup>2</sup></b>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
36.1	3.0	35.7	2.3	5.07	0.72	0.00	0.00	0.50	0.34

**Tabla 10.** Resultados obtenidos en la estación n° 7 (La Azohía)



**Figura 15.** Localización de la estación de muestreo de Isla Plana – Levante y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

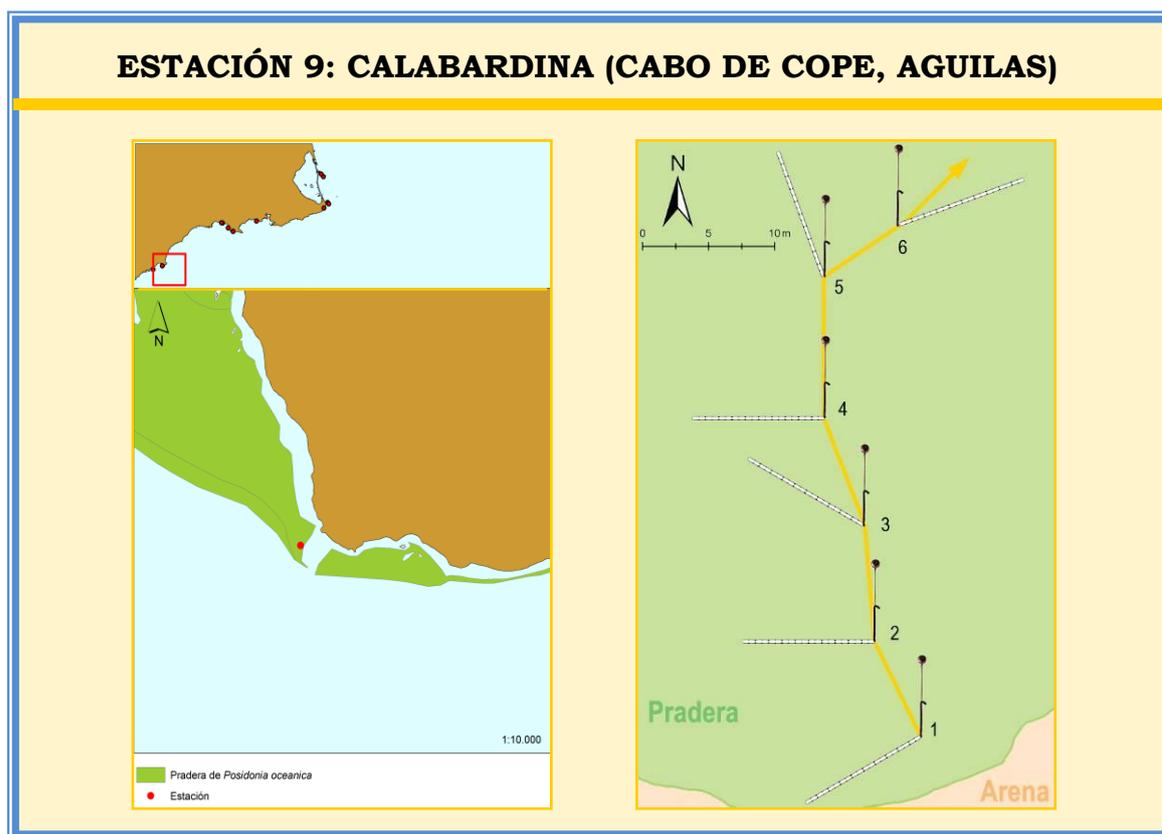
<b>ESTACIÓN: ISLA PLANA LEVANTE</b>		
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 658637 – 4159987; PROFUNDIDAD: 6m</b>		
<b>CENTRO DE BUCEO: I.E.O.</b>		
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>	<b>MUESTREO</b>
2004	03/06/2004	11/07/2004
2005	08/06/2005	04/09/2005
2006	23/06/2006	08/07/2006
2007	02/03/2007	01/07/2007
2008	06/05/2008	29/06/2008
2009	18/06/2009	28/06/2009
2010	13/04/2010	19/06/2010
2011	07/04/2011	15/08/2011

**Tabla 11.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $50,00 \pm 1,24$  haces/400cm<sup>2</sup>, con valores máximo y mínimo de 53 y 42 haces/400cm<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $55,64 \pm 3,83$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilaron entre 4,83 y 9,75 cm., con un valor medio de  $6,99 \pm 0,66$  cm. La densidad de holoturias encontrada fue  $0,17 \pm 0,17$  Individuos/1,6 m<sup>2</sup>-no habiéndose observado ningún erizo.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
Media		Media		Media		Media		Media	
ES		ES		ES		ES		ES	
%		Haces/400cm <sup>2</sup>		cm		Individuos/m <sup>2</sup>		Individuos/1,6m <sup>2</sup>	
55.6	3.8	50.0	1.2	6.99	0.66	0.00	0.00	0.17	0.17

**Tabla 12.** Resultados obtenidos en la estación n° 8



**Figura 16.** Localización de la estación de muestreo de Calabardina y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

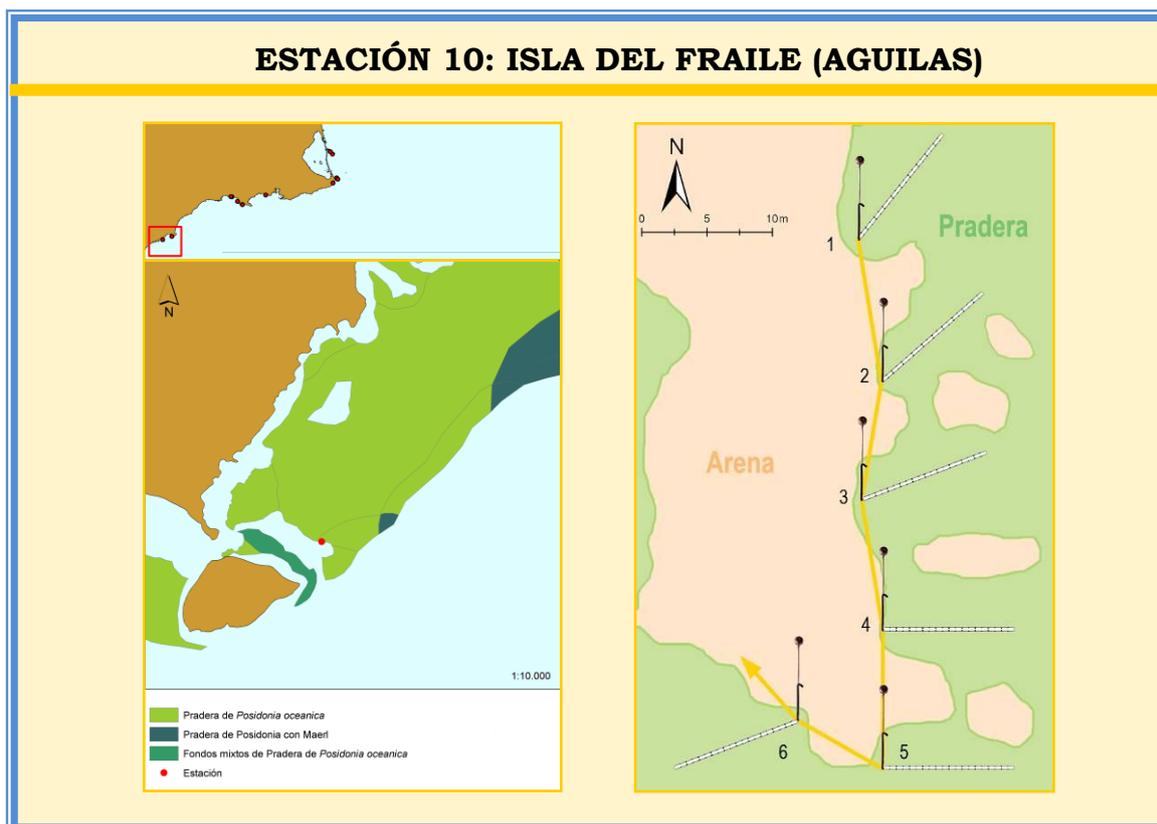
ESTACIÓN: CALABARDINA		
LOCALIZACIÓN (UTM): 632933 - 4142986; PROFUNDIDAD: 16m		
CENTRO DE BUCEO: LA ALMADRABA		
AÑO	INSTALACION/REVISION	MUESTREO
2004	22/07/2004	08/08/2004
2005	16/09/2005	18/09/2005
2006	19/07/2006	23/07/2006
2007	25/04/2007	03/06/2007
2008	08/05/2008	22/07/2008
2009	01/06/2009	07/06/2009
2010	06/04/2010	06/06/2010
2011	04/04/2011	04/06/2011

**Tabla 13.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $23,77 \pm 0,83$  haces/400cm<sup>2</sup>, con valores máximo y mínimo de 29 y 20 haces/400cm<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $25,57 \pm 3,28$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilaron entre 5,13 y 7,25 cm., con un valor medio de  $6,63 \pm 0,32$  cm. La densidad de holoturias encontrada fue  $1 \pm 0,37$  Individuos/1,6 m<sup>2</sup>.

Cobertura (%)		Densidad de haces (Haces/400cm <sup>2</sup> )		Enterramiento (cm)		Densidad erizos (Individuos/m <sup>2</sup> )		Densidad holoturias (Individuos/1,6m <sup>2</sup> )	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
25.6	3.3	23.8	0.8	6.63	0.32	0.00	0.00	1.00	0.37

**Tabla 14.** Resultados obtenidos en la estación nº 9 (Calabardina)



**Figura 17.** Localización de la estación de muestreo de Isla del Fraile y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

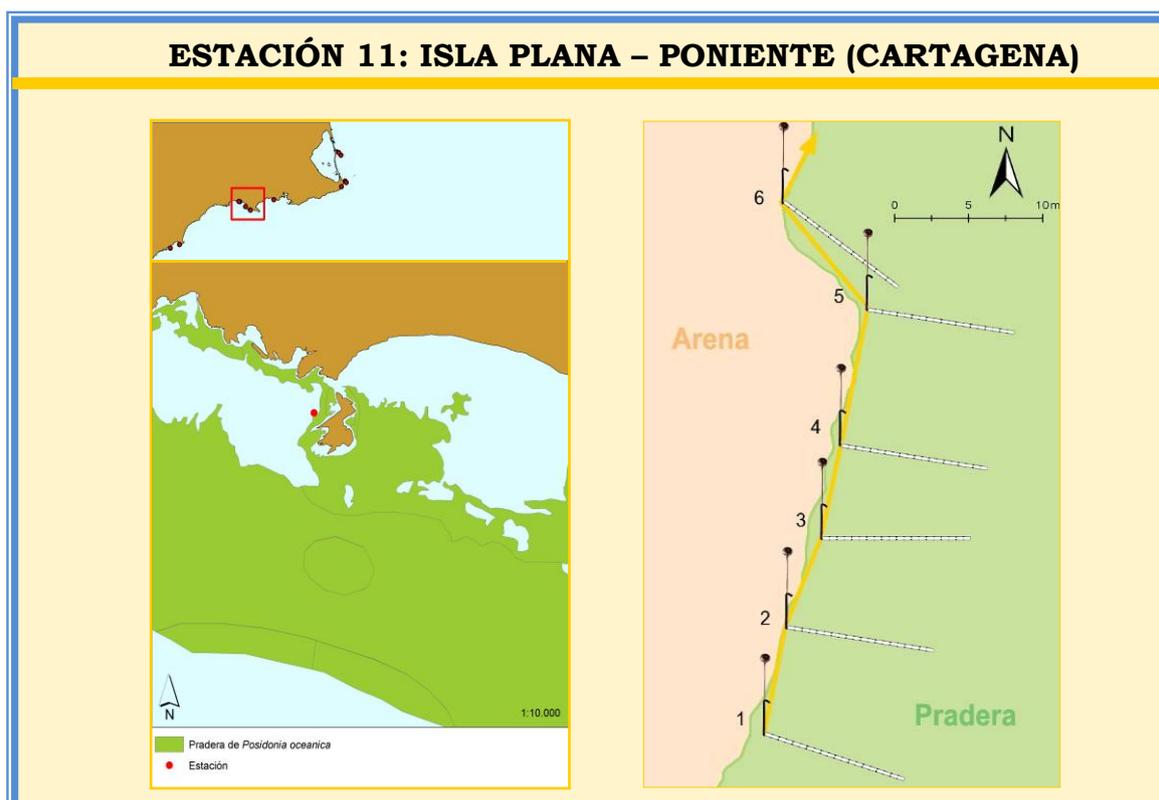
<b>ESTACIÓN: ISLA DEL FRAILE</b>		
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 629051 - 4141582; PROFUNDIDAD: 15 m</b>		
<b>CENTRO DE BUCEO: LA ALMADRABA</b>		
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>	<b>MUESTREO</b>
2004	22/07/2004	08/08/2004
2005	16/09/2005	18/09/2005
2006	19/07/2006	23/07/2006
2007	25/04/2007	03/06/2007
2008	08/05/2008	22/07/2008
2009	01/06/2009	07/06/2009
2010	06/04/2010	06/06/2010
2011	04/04/2011	04/06/2011

**Tabla 15.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $27,11 \pm 1,43$  haces/400cm<sup>2</sup>, con valores máximo y mínimo de 35 y 21 haces/400cm<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $27,18 \pm 3,59$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilaron entre 0,29 y 4,25 cm., con un valor medio de  $1,71 \pm 0,54$  cm. La densidad de holoturias encontrada fue  $0,33 \pm 0,21$  Individuos/1,6 m<sup>2</sup>.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
(%)		Haces/400cm <sup>2</sup>		cm		Individuos/m <sup>2</sup>		Individuos/1,6m <sup>2</sup>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
27.2	3.6	27.1	1.4	1.71	0.54	0.00	0.00	0.33	0.21

**Tabla 16.** Resultados obtenidos en la estación n° 10 (Isla del Fraile)



**Figura 18.** Localización de la estación de muestreo de Isla Plana - Poniente y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

<b>ESTACIÓN: ISLA PLANA PONIENTE</b>		
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 658281 – 4160021; PROFUNDIDAD: 3m</b>		
<b>CENTRO DE BUCEO: I.E.O.</b>		
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>	<b>MUESTREO</b>
2004	25/09/2004	25/09/2004
2005	15/06/2005	
2006	12/05/2006	09/07/2006
2007	14/03/2007	09/06/2007
2008	16/06/2008	29/06/2008
2009	18/03/2009	13/06/2009
2010	05/05/2010	20/06/2010
2011	08/04/2011	15/08/2011

**Tabla 17.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $65,55 \pm 1,39$  haces/400 cm<sup>2</sup>, con valores máximo y mínimo de 72 y 60 haces/400 cm<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $68,65 \pm 3,49$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilaron entre 4,33 y 9,67 cm., con un valor medio de  $5,90 \pm 0,79$  cm. La densidad de erizos encontrada fue  $0,17 \pm 0,17$  Individuos/1,6 m<sup>2</sup>, siendo de  $1,17 \pm 0,48$  Individuos/1,6 m<sup>2</sup> en el caso de las holoturias.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
<b>(%)</b>		<b>Haces/400cm<sup>2</sup></b>		<b>cm</b>		<b>Individuos/m<sup>2</sup></b>		<b>Individuos/1,6m<sup>2</sup></b>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
68.6	3.5	65.6	1.4	5.90	0.79	0.17	0.17	1.17	0.48

**Tabla 18.** Resultados obtenidos en la estación

n° 11 (Isla Plana – Poniente)



**Figura 19.** Localización de la estación de muestreo de Isla Grosa y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

<b>ESTACIÓN: ISLA GROSA</b>		
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 701766 - 4178400; PROFUNDIDAD: 5m</b>		
<b>CENTRO DE BUCEO: VILLA DE SAN PEDRO</b>		
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>	<b>MUESTREO</b>
2005	30/09/2005	02/10/2005
2006	21/04/2006	10/08/2006
2007	21/06/2007	28/07/2007
2008		02/09/2008
2009	16/03/2009	08/08/2009
2010	22/04/2010	31/07/2010
2011	28/03/2011	04/08/2011

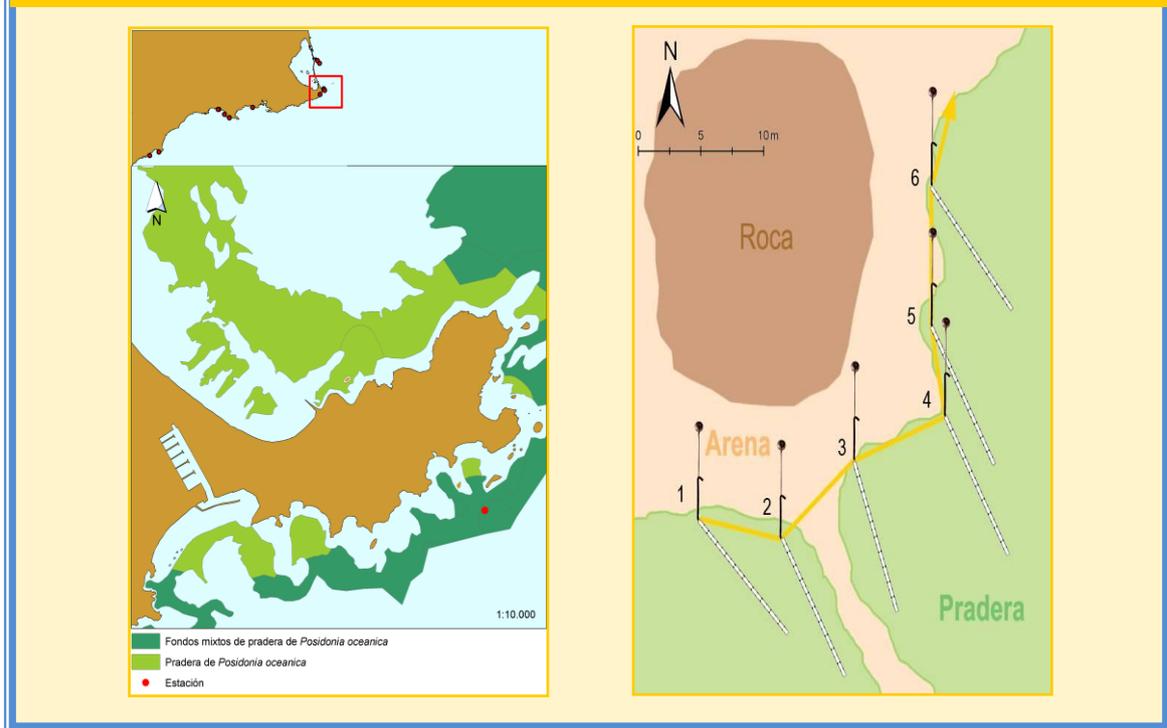
**Tabla 19.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $53,56 \pm 1,49$  haces/400cm<sup>2</sup>, con valores máximo y mínimo de 61 y 48 haces/400 cm<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $54,35 \pm 3,33$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilaron entre 2,67 y 12,00 cm., con un valor medio de  $8,29 \pm 1,30$  cm. La densidad de erizos y holoturias encontrada fue  $0,17 \pm 0,17$  y  $1,17 \pm 0,65$  Individuos/1,6 m<sup>2</sup>, respectivamente.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
(%)		Haces/400cm <sup>2</sup>		cm		Individuos/m <sup>2</sup>		Individuos/1,6m <sup>2</sup>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
54.3	3.3	53.6	1.5	8.29	1.30	0.17	0.17	1.17	0.65

**Tabla 20.** Resultados obtenidos en la estación n° 12 (Isla Grosa)

### ESTACIÓN 13: CALA ESCALERA - PROFUNDA (CABO DE PALOS, CARTAGENA)



**Figura 20.** Localización de la estación de muestreo de Cala Escalera - Profunda y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

ESTACIÓN: CALA ESCALERA PROFUNDA		
LOCALIZACIÓN (UTM): 703966 - 4167543; PROFUNDIDAD: 19m		
CENTRO DE BUCEO: ATURA		
AÑO	INSTALACION/REVISION	MUESTREO
2005	18/05/2005	26/06/2005
2006	06/06/2006	25/06/2006
2007	17/05/2007	30/10/2007
2008	23/05/2008	05/07/2008
2009	02/04/2009	18/07/2009
2010	27/04/2010	03/07/2010
2011	29/03/2011	09/07/2011

**Tabla 21.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $21,11 \pm 1,03$  haces/400cm<sup>2</sup>, con valores máximo y mínimo de 26 y 16 haces/400 cm<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $24,07 \pm 2,52$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilaron entre 4,21 y 8,42 cm., con un valor medio de  $6,26 \pm 0,56$  cm. La densidad de holoturias encontrada fue  $0,83 \pm 0,31$  Individuos/1,6 m<sup>2</sup>.

Cobertura		Densidad de haces		Enterramiento		Densidad erizos		Densidad holoturias	
(%)		Haces/400cm <sup>2</sup>		cm		Individuos/m <sup>2</sup>		Individuos/1,6m <sup>2</sup>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
24.1	2.5	21.1	1.0	6.26	0.56	0.00	0.00	0.83	0.31

**Tabla 22.** Resultados obtenidos en la estación n° 13 (Cala Escalera - Profunda)

### ESTACIÓN 14: PUERTO TOMÁS MAESTRE (CABO DE PALOS, CARTAGENA)



**Figura 21.** Localización de la estación de muestreo Puerto Tomás Maestre y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

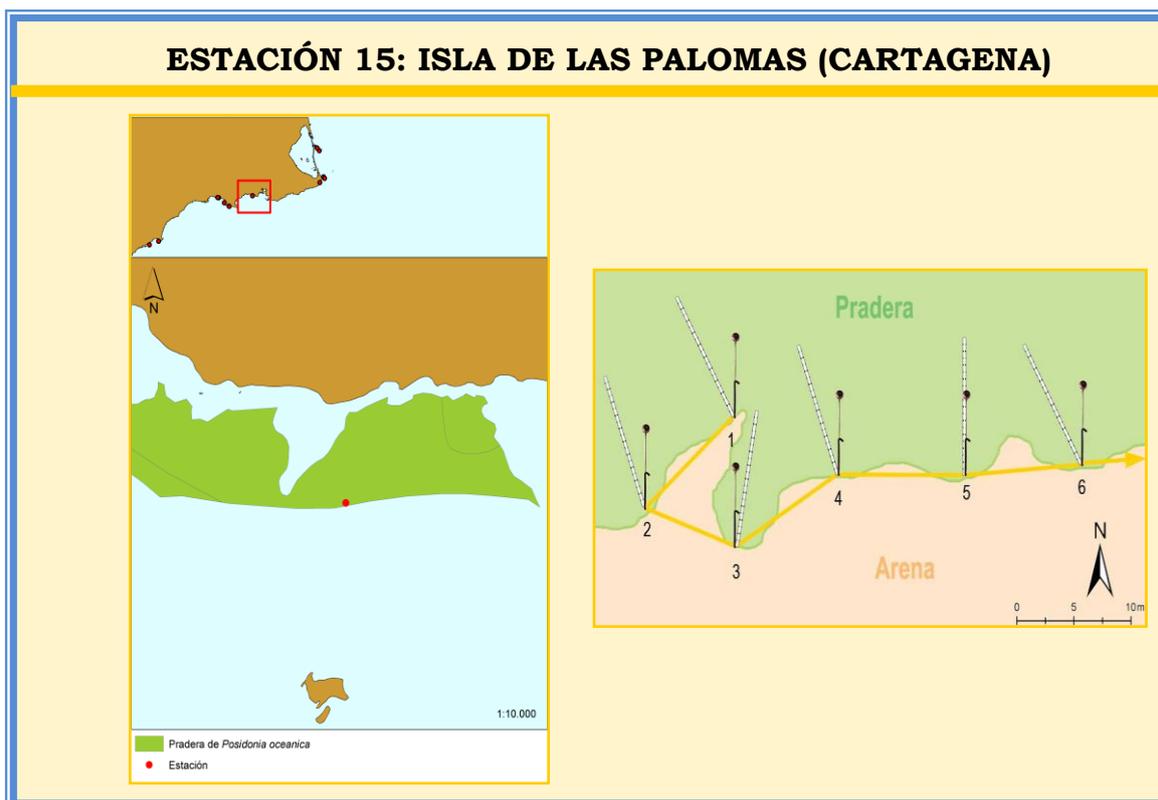
ESTACIÓN: PUERTO TOMAS MAESTRE		
LOCALIZACIÓN(UTM): 700822 - 4179442; PROFUNDIDAD: 4m		
CENTRO DE BUCEO: I.E.O.		
AÑO	INSTALACION/REVISION	MUESTREO
2005	10/05/2005	03/07/2005
2006	07/06/2006	09/08/2006
2007	21/06/2007	29/07/2007
2008		25/08/2008
2009	20/03/2009	07/08/2009
2010	21/04/2010	24/07/2010
2011	28/03/2011	09/09/2011

**Tabla 23.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $44,44 \pm 2,06$  haces/400 cm<sup>2</sup>, con valores máximo y mínimo de 55 y 37 haces/400 cm<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $49,83 \pm 2,92$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilaron entre 4,79 y 6,71 cm., con un valor medio de  $5,60 \pm 0,27$  cm. La densidad de holoturias encontrada fue  $0,17 \pm 0,17$  Individuos/1,6 m<sup>2</sup>.

Cobertura (%)		Densidad de haces (Haces/400cm <sup>2</sup> )		Enterramiento (cm)		Densidad erizos (Individuos/m <sup>2</sup> )		Densidad holoturias (Individuos/1,6m <sup>2</sup> )	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
49.8	2.9	44.4	2.1	5.60	0.27	0.00	0.00	0.17	0.17

**Tabla 24.** Resultados obtenidos en la estación n° 14 (Puerto Tomás Maestre)



**Figura 22.** Localización de la estación de muestreo Isla de las Palomas y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

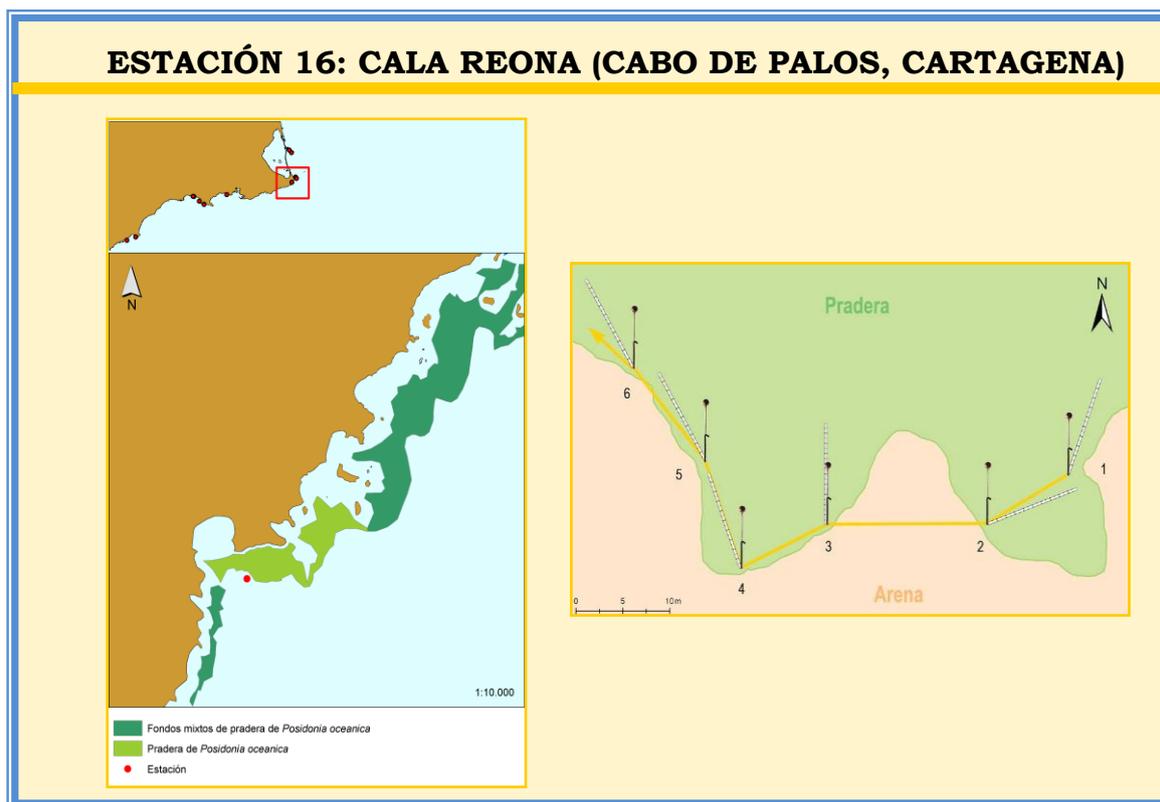
<b>ESTACIÓN: ISLA DE LAS PALOMAS</b>		
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 673128 - 4160784.58; PROFUNDIDAD: 16m</b>		
<b>CENTRO DE BUCEO: HESPERIDES</b>		
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>	<b>MUESTREO</b>
2005	02/06/2005	10/07/2005
2006	17/05/2006	18/06/2006
2007	09/05/2007	23/06/2007
2008	16/05/2008	21/06/2008
2009	19/03/2009	04/07/2009
2010	14/04/2010	17/07/2010
2011	31/03/2011	18/06/2011

**Tabla 25.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $23,67 \pm 1,67$  haces/400 cm<sup>2</sup>, con valores máximo y mínimo de 33 y 17 haces/400 m<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $27,00 \pm 3,33$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilaron entre 3,00 y 5,54 cm., con un valor medio de  $4,60 \pm 0,37$  cm. No se encontró en el muestreo ningún ejemplar de los grupos de fauna seleccionados.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
(%)		Haces/400cm <sup>2</sup>		cm		Individuos/m <sup>2</sup>		Individuos/1,6m <sup>2</sup>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
27.0	3.3	23.7	1.7	4.60	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabla 26.** Resultados obtenidos en la estación n° 15 (Isla de las Palomas)



**Figura 23.** Localización de la estación de muestreo Isla de Cala Reona y esquema de distribución de los puntos de muestreo.

<b>ESTACIÓN: CALA REONA</b>		
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 701968 - 41655913; PROFUNDIDAD: 7m</b>		
<b>CENTRO DE BUCEO: NARANJITO</b>		
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>	<b>MUESTREO</b>
2006	29/05/2006	11/10/2006
2007	20/06/2007	05/10/2007
2008		10/07/2008
2009	04/06/2009	11/07/2009
2010	20/04/2010	11/07/2010
2011	30/03/2011	03/07/2011

**Tabla 27.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $42,22 \pm 2,41$  haces/400 cm<sup>2</sup> con valores máximo y mínimo de 54 y 35 haces/400 cm<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $40,86 \pm 3,30$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilaron entre 3,08 y 5,96 cm., con un valor medio de  $4,69 \pm 0,51$  cm. La densidad media de erizos encontrados fue de  $4,67 \pm 2,19$ .y de holoturias de  $3,00 \pm 1,41$  Individuos/1,6 m<sup>2</sup>.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
( $\%$ )		Haces/400cm <sup>2</sup>		cm		Individuos/m <sup>2</sup>		Individuos/1,6m <sup>2</sup>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
40.9	3.3	42.2	2.4	4.69	0.51	4.67	2.19	3.00	1.41

**Tabla 28.** Resultados obtenidos en la estación n<sup>o</sup> 16 (Cala Reona)



**Figura 24.** Localización de la estación de muestreo Isla Grosa - Caulerpa.

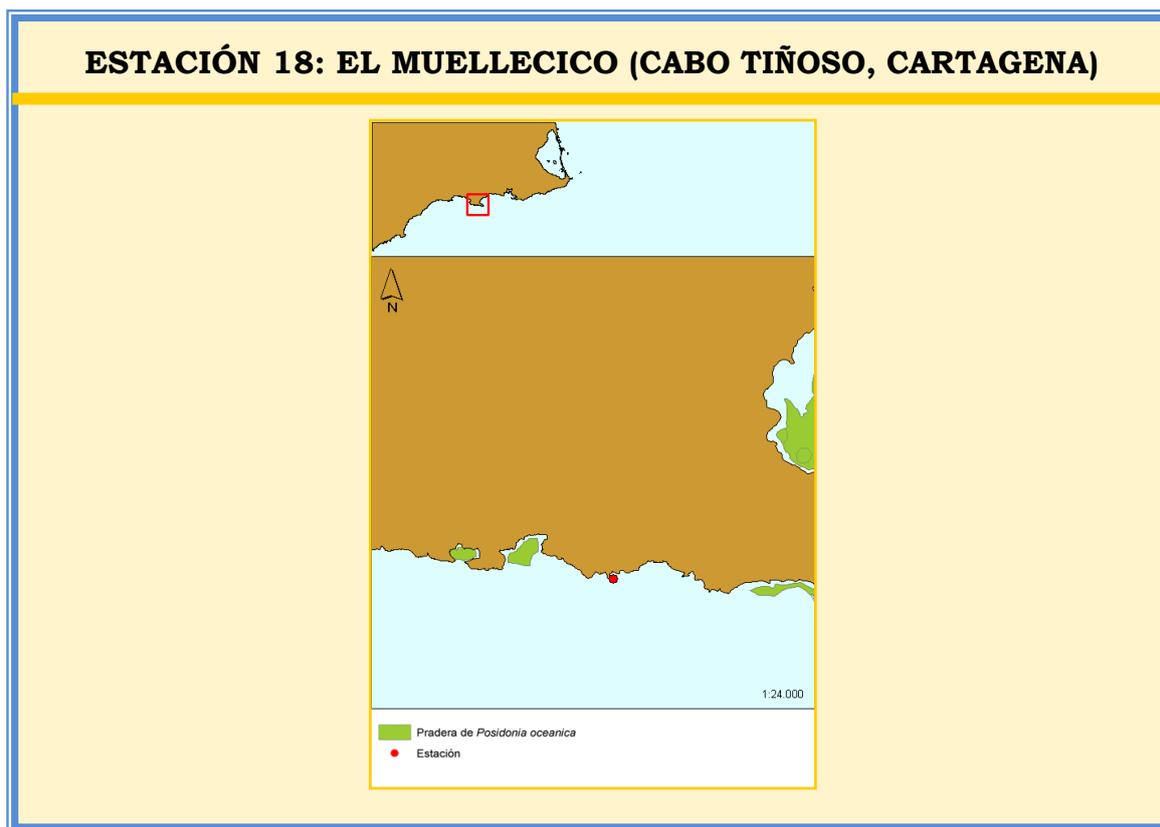
<b>ESTACIÓN: ISLA GROSA</b>		
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 0701985 - 4177946; PROFUNDIDAD: 12m</b>		
<b>CENTRO DE BUCEO: IEO</b>		
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>	<b>MUESTREO</b>
2007	09/08/2007 - 10/08/2007	13/08/2007
2008	06/08/2008	07/08/2008
2009	01/07/2009 - 02/07/2009	20/07/2009 - 21/07/2009
2010	-	18/09/2010
2011	-	01/09/2011

**Tabla 29.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $33,8 \pm 0,2$  haces/400 cm<sup>2</sup>. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $30,2 \pm 4,3$  %.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
(%)		Haces/400cm <sup>2</sup>		cm		Individuos/m <sup>2</sup>		Individuos/1,6m <sup>2</sup>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
30.2	4.3	33.8	0.2	--	--	--	--	--	--

**Tabla 30.** Resultados obtenidos en la estación nº 17 (Isla Grosa - Caulerpa)



**Figura 25.** Localización de la estación de muestreo El Muellecico.

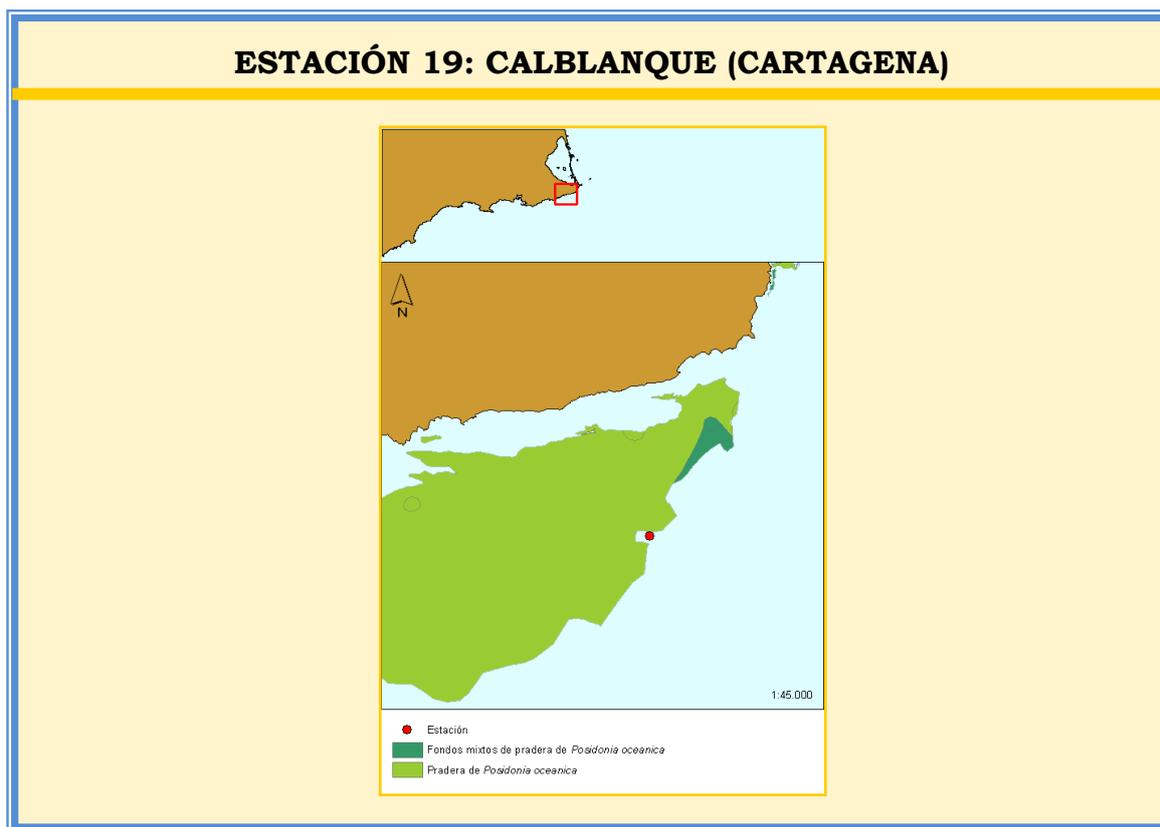
<b>ESTACIÓN: EL MUELLECICO</b>		
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 0664377 – 4156507; PROFUNDIDAD: 22m</b>		
<b>CENTRO DE BUCEO: IEO</b>		
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>	<b>MUESTREO</b>
2007	03/05/2007 – 08/03/2007	03/07/2007
2008	04/08/2008	05/08/2008
2009	13/07/2009	14/07/2009
2010	-	21/09/2010
2011	-	07/09/2011

**Tabla 31.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $23,1 \pm 3,6$  haces/400 cm<sup>2</sup>. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $17,1 \pm 4,2$  %.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
(%)		Haces/400cm <sup>2</sup>		cm		Individuos/m <sup>2</sup>		Individuos/1,6m <sup>2</sup>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
17.1	4.2	23.1	3.6	--	--	--	--	--	--

**Tabla 32.** Resultados obtenidos en la estación n° 18 (El Muellecico)



**Figura 26.** Localización de la estación de muestreo Calblanque.

<b>ESTACIÓN: CALBLANQUE</b>		
<b>LOCALIZACIÓN (UTM): 0700040 – 4161890; PROFUNDIDAD: 26m</b>		
<b>CENTRO DE BUCEO: IEO</b>		
<b>AÑO</b>	<b>INSTALACION/REVISION</b>	<b>MUESTREO</b>
2007	10/07/2007 – 11/07/2007	17/07/2007 – 18/07/2007
2008	11/08/2008	18/08/2008 – 19/08/2008
2009	06/07/2009	07/07/2009 – 08/07/2009
2010	-	15/09/2010
2011	-	05/09/2011

**Tabla 33.** Fechas de instalación, revisión y muestreo de la estación a lo largo de los años de estudio.

La densidad media de haces encontrada fue de  $18,8 \pm 2,8$  haces/400 cm<sup>2</sup>. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura de  $10,3 \pm 6,2$  %.

<b>Cobertura</b>		<b>Densidad de haces</b>		<b>Enterramiento</b>		<b>Densidad erizos</b>		<b>Densidad holoturias</b>	
(%)		Haces/400cm <sup>2</sup>		cm		Individuos/m <sup>2</sup>		Individuos/1,6m <sup>2</sup>	
Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
10.3	6.2	18.8	2.8	--	--	--	--	--	--

**Tabla 34.** Resultados obtenidos en la estación n° 19 (Calblanque)

## 6.2 Participación y perfil de los buceadores voluntarios

De acuerdo con la experiencia adquirida en años anteriores y siguiendo las sugerencias de los buceadores-voluntarios, la planificación de la actividad en 2011 se modificó ligeramente con respecto a años anteriores. A este respecto, y con el fin de mejorar las medidas en campo por parte de los buceadores-voluntarios y de optimizar el tiempo invertido por los mismos, las charlas formativas fueron impartidas a los grupos de voluntarios la misma mañana en la que se realizaron los muestreos. De esta manera se optimizaba el tiempo invertido en la actividad por parte de los buceadores-voluntarios, y se mejoraban las medidas realizadas durante la inmersión al tener frescas las instrucciones impartidas por el equipo de trabajo del IEO. Con el fin de concentrar la actividad durante el mínimo espacio de tiempo en los meses de verano, durante un fin de semana se realizaban dos muestreos.

Los grupos de buceadores-voluntarios estuvieron, de forma general, compuestos por 8 integrantes, si bien, en varias ocasiones el equipo de trabajo empleó embarcación propia (neumática Posidonia Segundo del IEO) y en tal caso los grupos, por cuestiones logísticas, estuvieron formados por 6 personas.

Respecto a las características de los buceadores participantes, el 71% fueron hombres y el 29% mujeres. Rango de edad de los participantes fue muy amplio, aproximadamente entre 18 y 52 años.

Se observó que el nivel de buceo (titulaciones) de la mayoría de los voluntarios participantes pertenecía a un nivel intermedio (“2 estrellas” para la Federación Española de de Actividades Subacuáticas (FEDAS) o “avanzado” para otras asociaciones internacionales de buceo (PADI, ACUC, SSI, etc.)

Al igual que en años anteriores, la formación profesional de la población de buceadores voluntarios participantes es muy heterogénea.



**Figura 27.** Pareja de buceadores voluntarios volviendo a superficie tras la realización de los trabajos de seguimiento en una de las estaciones. Fotografía: J.M. Ruiz

## 7. ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES

### 7.1 Estado actual y evolución (2004-2011)

En las gráficas que se presentan en este apartado se muestra la evolución temporal de los descriptores de pradera densidad de haces y cobertura entre el periodo 2004 a 2011 para cada estación de seguimiento. En este análisis de evolución temporal se han incorporado 3 nuevas estaciones (Isla Grosa – Caulerpa, El Muellecico y Calblanque) que desde 2007 forman parte de la red de seguimiento, y donde de forma conjunta se evalúa la presencia e interacción del alga invasora *Caulerpa racemosa* con las praderas de *P. oceanica*. De esta manera, un total de 19 estaciones distribuidas a lo largo del litoral regional conforman, en la actualidad, la red de seguimiento de la praderas de *P. oceanica*. De este conjunto de estaciones, 9 muestran resultados desde el año 2004 (un total de 8 años), 4 desde al año 2005 (7 años), 1 desde el año 2006 (6 años) y 3 desde 2007 (5 años).

Si bien se trata de una series temporales cortas sobre las que no pueden aplicarse análisis estadísticos normalmente empleados para determinar dinámicas y tendencias temporales, para el presente informe se va a realizar un diagnóstico del **estado de la pradera** en base a un análisis cuantitativo de los valores medios anuales y sus tendencias mediante las siguientes aproximaciones:

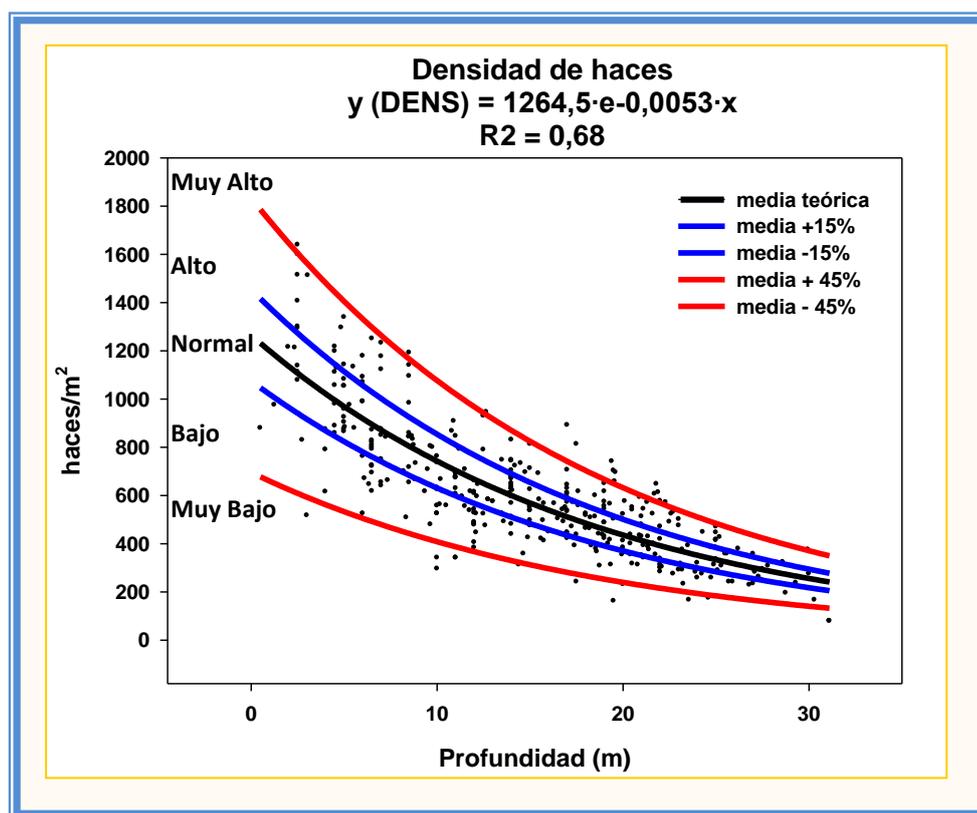
- A) **Categorización** del valor medio de los descriptores de pradera estudiados (densidad de haces y cobertura) en relación a unos valores de referencia establecidos para cada profundidad a partir de un modelo teórico obtenido a partir de una amplia base de datos de todas las praderas de la región de Murcia en condiciones ambientales poco o nada alteradas (ver más abajo). Esta base de datos incorpora variación espacio-temporal de los valores medios de descriptores del estado de la pradera obtenidos en unos 600 puntos de muestreo por el equipo de investigación GEAM-IEO (base de datos LIC's y base de datos Red de Seguimiento de las praderas de Posidonia en la Región de Murcia). A partir del modelo se puede establecer un valor teórico medio (y rango) del descriptor para la profundidad de la estación de seguimiento e incorpora cinco categorías de estado cuyos límites son establecidos de forma arbitraria como se describe a continuación:

- 1) **Muy bajo** =  $valor\ real < valor\ teórico\ medio - 45\%$
- 2) **Bajo** =  $valor\ teórico\ medio - 15\% < valor\ real < valor\ teórico\ medio - 45\%$
- 3) **Normal** =  $valor\ teórico\ medio - 15\% < valor\ real < valor\ teórico\ medio + 15\%$
- 4) **Alto** =  $valor\ teórico\ medio + 15\% < valor\ real < valor\ teórico\ medio + 45\%$
- 5) **Muy Alto** =  $valor\ real > valor\ teórico\ medio + 45\%$

A continuación se presentan en gráficas los modelos teóricos para cada descriptor, donde se incluye su función de ajuste así como los límites de las 5 categorías establecidas.

### Modelo teórico para el descriptor densidad de haces:

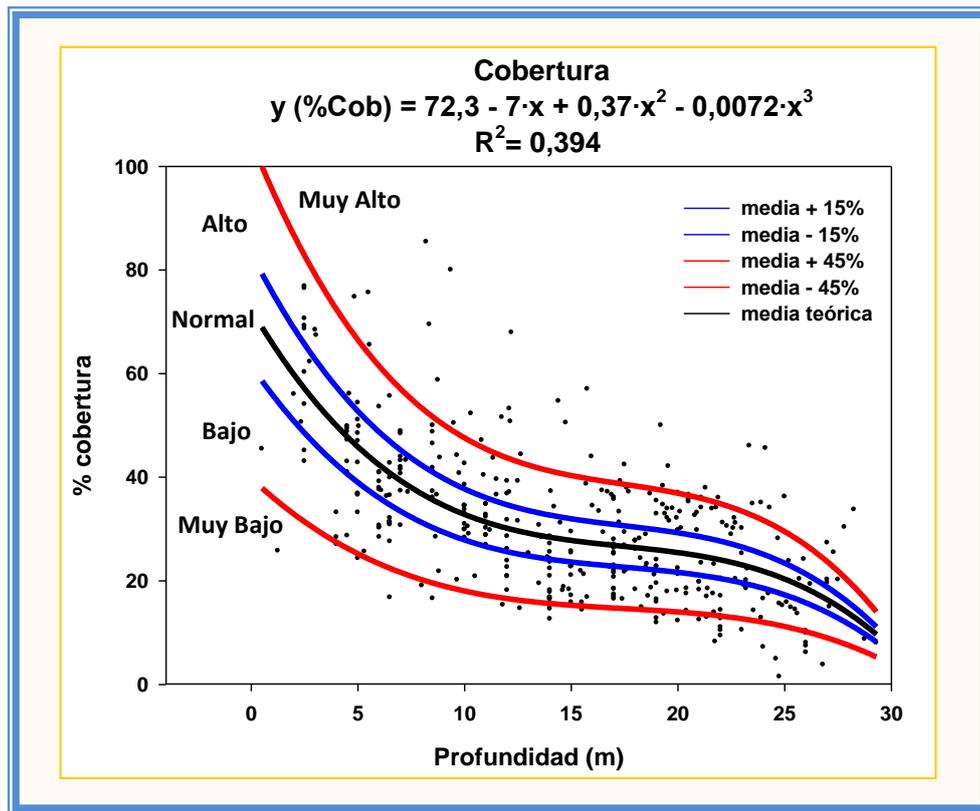
Para la variable densidad de haces el modelo obtenido por medio de una función exponencial negativa muestra un ajuste elevado ( $R^2 = 0.68$ ) con la base de datos empleada. Dicho modelo refleja la reducción que de forma natural se produce en la densidad de plantas de las praderas con el aumento de la profundidad.



**Figura 28.** Modelo teórico (función exponencial) generados a partir de las bases de datos del GEAM-IEO para la categorización de la variable densidad de plantas.

### Modelo teórico para el descriptor cobertura de pradera:

El modelo teórico obtenido para la variable cobertura de pradera muestra a través de una función polinomial un ajuste menor ( $R^2 = 0.39$ ) que el obtenido para el descriptor densidad de haces. El modelo describe una disminución de la cobertura de pradera con el aumento de la profundidad con pendientes menores, y por lo tanto, reducciones de la variable menores en el rango de profundidades intermedias comprendidas entre los 10 y 20 m de profundidad.



**Figura 29.** Modelo teórico (función polinomial) generados a partir de las bases de datos del GEAM-IEO para la categorización de la variable cobertura de pradera.

- B) Estimación del signo y magnitud de la **tendencia** de la serie temporal del descriptor mediante el cálculo del coeficiente de correlación no paramétrica “**tau de Kendall**” a partir de toda la serie temporal. Se trata de un estadístico empleado para determinar la asociación entre dos medidas por medio de un índice de concordancia. Los valores posibles del índice van de -1 a 1, donde el signo del coeficiente indica la dirección de la relación entre variables, y su valor absoluto indica la magnitud de dicha relación, de manera que los mayores valores absolutos indican relaciones más fuertes. Los cálculos son realizados mediante el empleo del software STATISTICA v3.0.
- C) Estimación del **crecimiento neto anual de la población de haces (CNA, %)** calculado para cada par de valores medios obtenidos en dos años sucesivos de la siguiente forma:

$$\text{Crecimiento neto / año (\%)} \text{ (CNA)} = \left[ (n_f - n_i) \times 100 / n_i \right] \times (365 / P)$$

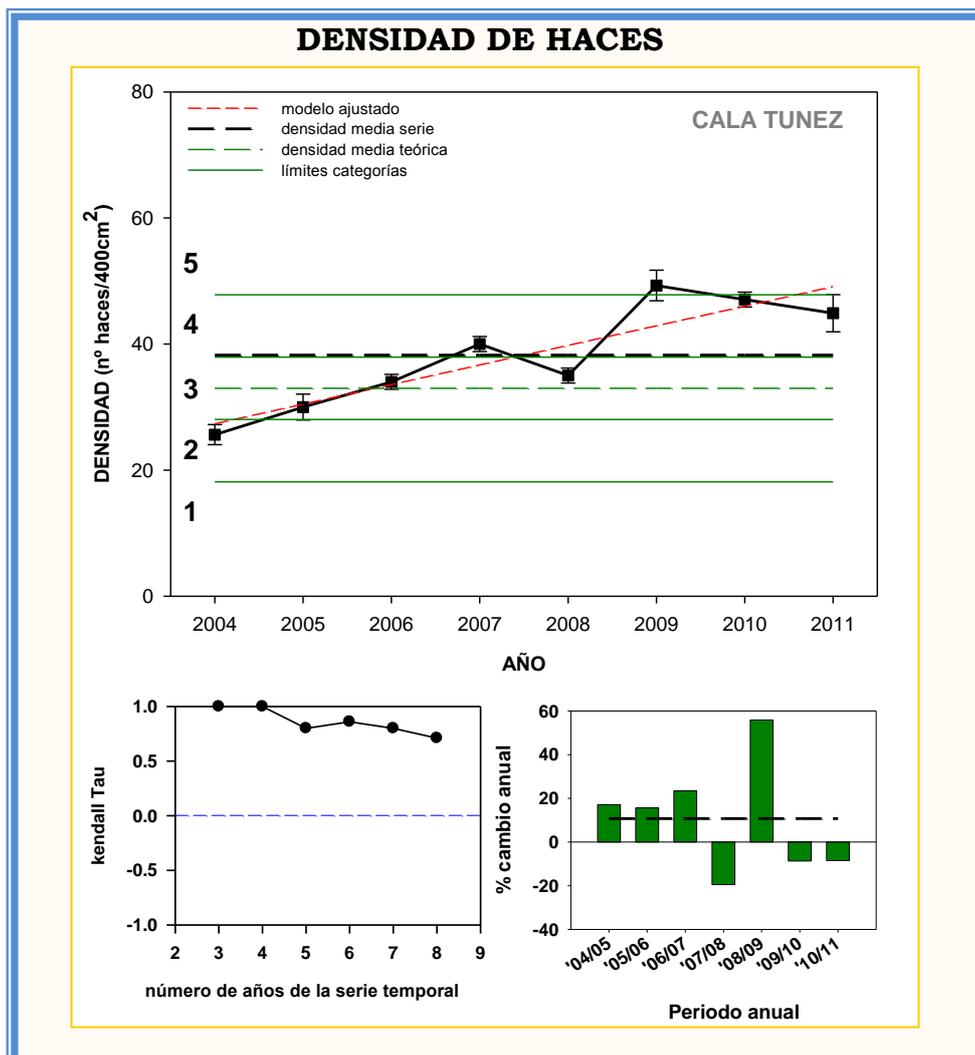
Donde  $n_i$  y  $n_f$  son, respectivamente, el valor medio del descriptor obtenidos en los muestreos del primer y segundo año, y  $P$  es el número de días entre ambos muestreos.

El promedio de todos los CNAs obtenidos para cada periodo anual de la serie temporal representa la **tendencia media anual** de todo el periodo de seguimiento (2007-2011); el sumatorio de todos los CNAs es el **crecimiento neto** del descriptor en dicho periodo de seguimiento. Valores positivos indican un balance neto positivo de la variación temporal del descriptor (incremento neto; población en **progresión**) y los valores negativos un balance neto negativo respecto al número inicial de haces del periodo P (población en **regresión**). Un valor medio igual a cero (o cuyo error o desviación estándar se solapa con cero) representa una población en equilibrio o **estable**.

Los resultados obtenidos mediante estas aproximaciones se representan a continuación para cada estación y descriptor, incluyendo una descripción somera de los resultados obtenidos.

## ESTACIÓN 2: CALA TUNEZ (CABO DE PALOS, CARTAGENA)

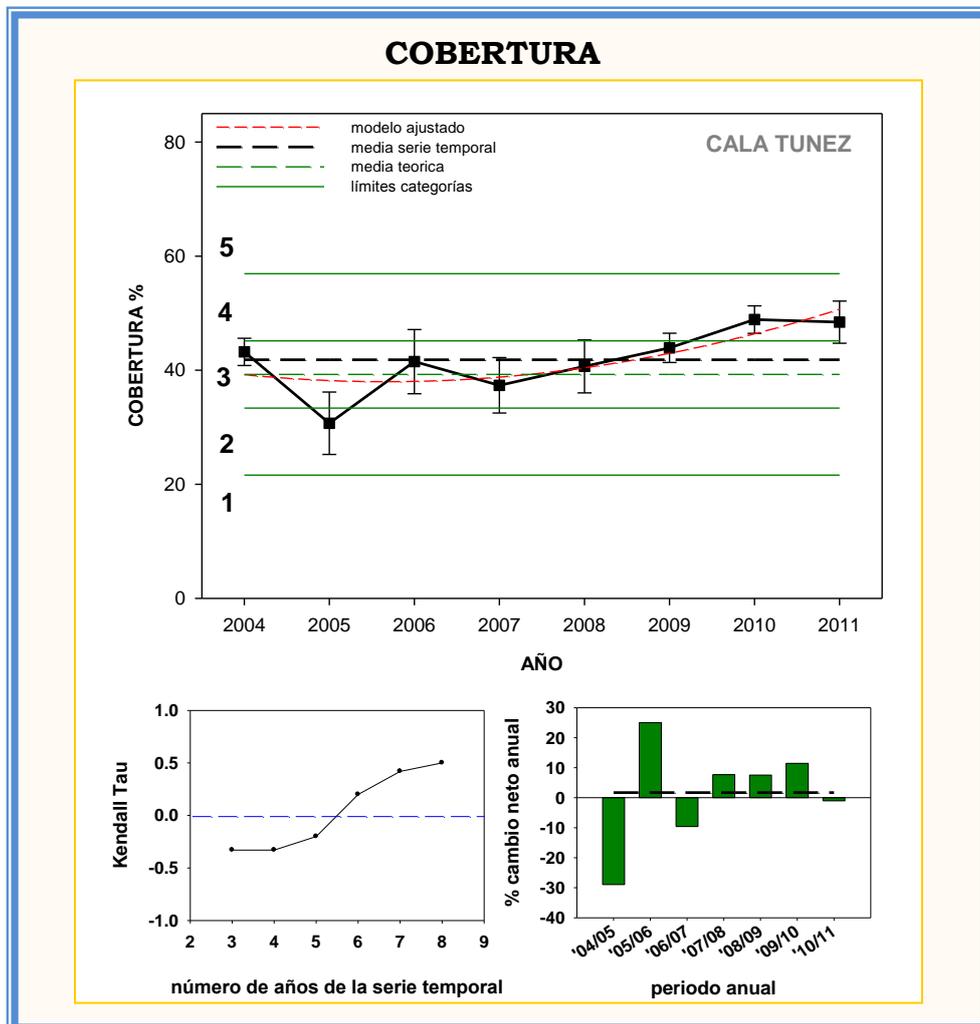
El estado de la pradera de Cala Túnez ha variado entre el año 2004 con una densidad de haces “baja” respecto al modelo teórico a una densidad “alta” en la actualidad (2011), mostrando a lo largo del periodo una relación linear positiva que sugiere una tendencia progresiva para esta pradera.



**Figura 30. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

Esta tendencia se ve reflejada en la densidad de haces media para toda la serie temporal con valores comprendidos entre la categoría “normal” y “alta”. El cálculo de tendencias analizado mediante el estadístico tau de Kendall indica una relación positiva fuerte entre la variable y el tiempo reflejando, por lo tanto, la tendencia **progresiva alta** anteriormente descrita. Esta relación es particularmente alta los primeros años y disminuye ligeramente en la segunda mitad

de la serie a consecuencia de algunos años con crecimientos netos negativos. Aun así el porcentaje neto de cambio para todo el periodo (promedio de las tasas de cambio interanual) es claramente positivo.

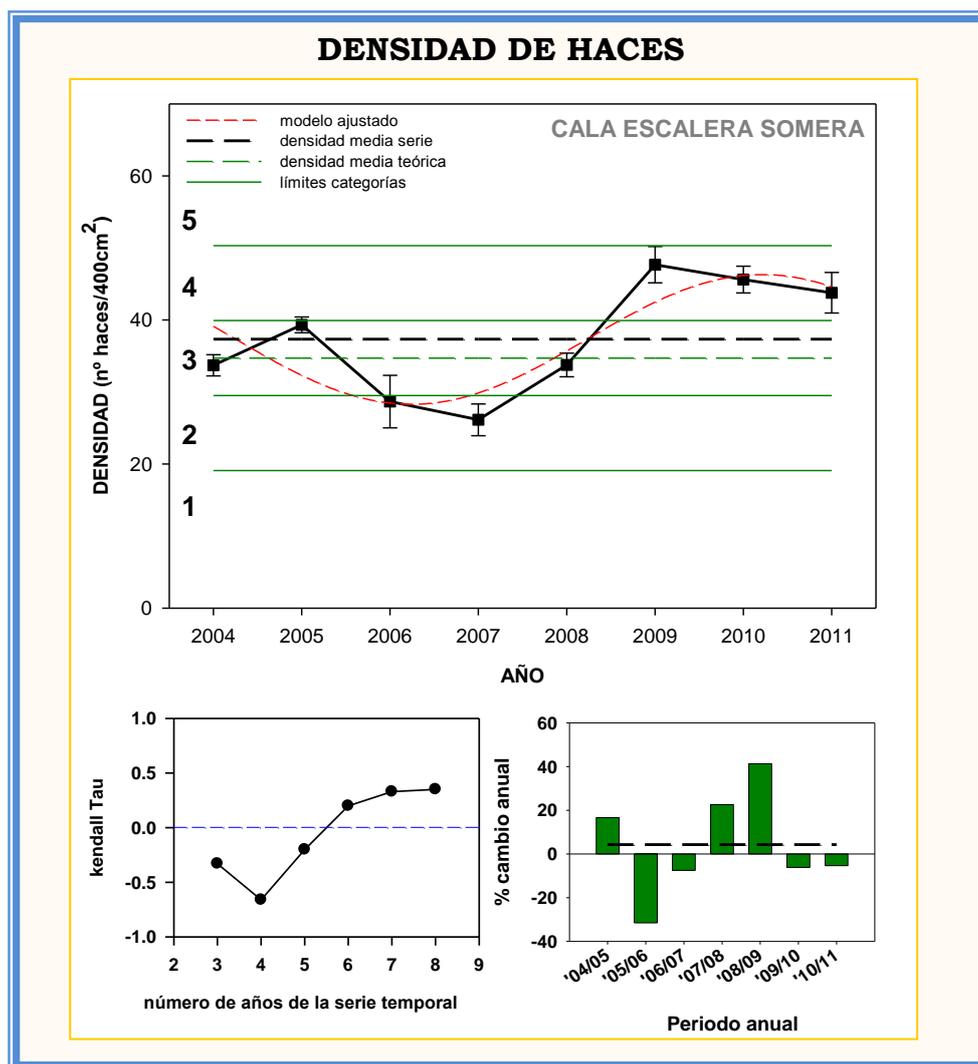


**Figura 31. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

La cobertura muestra una tendencia también progresiva, pero más suave que para la densidad de haces (**progresivo moderado**), manteniendo inicialmente valores medios correspondientes a la categoría óptima (categoría 3) y pasando los últimos años a una alta (categoría 4). El estadístico de Kendall muestra tendencias negativas los primeros años de la serie (debido a la elevada mortalidad del periodo anual 2004/05) y pasa a ser claramente positivo a partir del quinto año. Las tasas de cambio interanual reflejan este cambio de tendencias. Los porcentajes de cambio neto anual positivos en los últimos años hacen que el promedio de cambio para toda la serie temporal sea ligeramente positivo.

### ESTACIÓN 3: CALA DE LA ESCALERA - SOMERA (CABO DE PALOS, CARTAGENA)

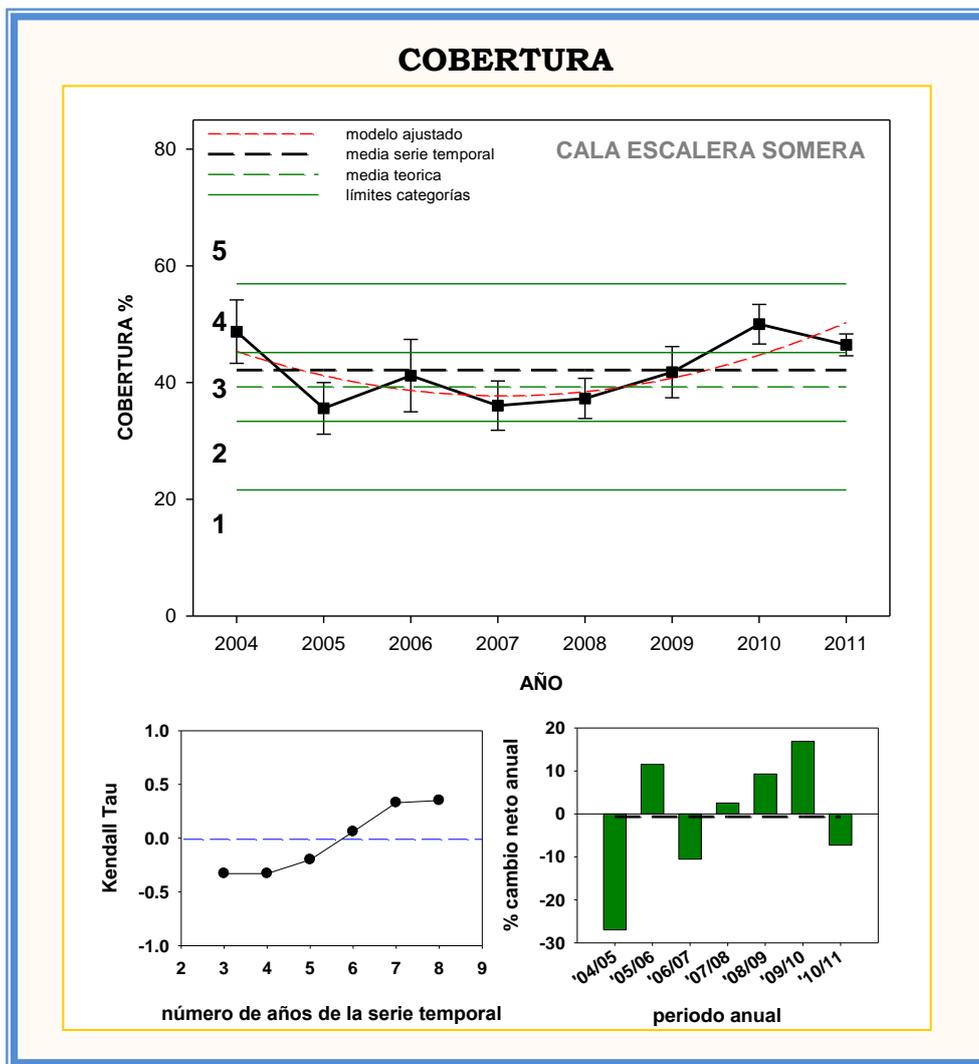
El valor medio actual de la densidad de haces en la pradera de Cala Escalera – somera es “alto” en relación al modelo teórico, pero como ilustra la gráfica ha experimentado importantes fluctuaciones a lo largo de los años, llegando incluso a valores de la categoría “bajo” del modelo teórico. La densidad media de haces para toda la serie temporal analizada corresponde a la categoría “normal”.



**Figura 32. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

Debido a estas fluctuaciones el estadístico tau de Kendall presenta valores negativos los

primeros años debido a la disminución del número de haces entre 2004 y 2007. En 2007 el incremento en el número de plantas hace que el tau de Kendall cambie hacia valores positivos. A pesar de estas fluctuaciones, los años con balances positivos son algo superiores a los de balances negativos dando una tendencia media netamente positiva para toda la serie temporal (4,3%). En conclusión, este descriptor ha experimentado un incremento neto del 30% respecto al valor medio inicial y consideramos su estado de **progresivo moderado**.



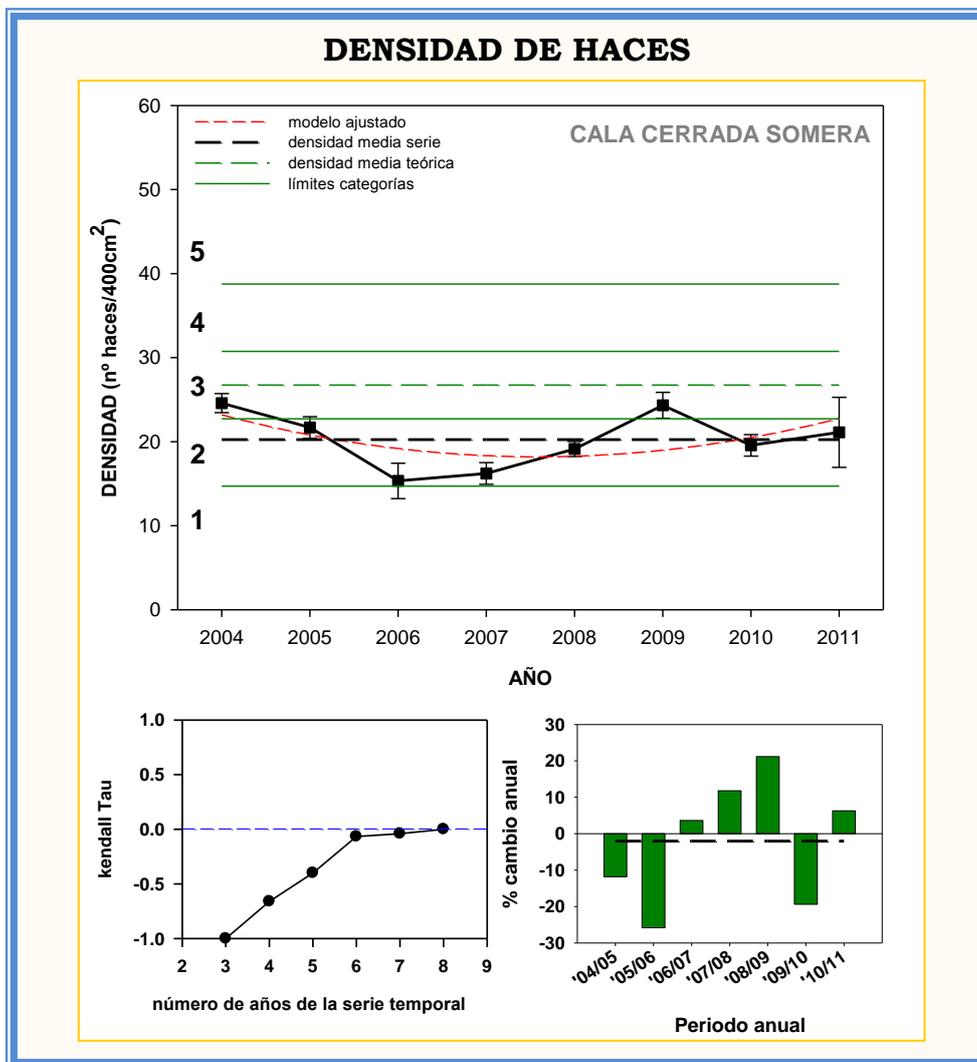
**Figura 33. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

El descriptor cobertura muestra variaciones menos acusadas que la densidad, pero sigue una dinámica similar, con periodos anuales con tendencias negativas al principio cambiando a positiva al final de la serie temporal (tau Kendall). La cobertura muestra valores medios que varían entre la categoría “normal” y “alta” a lo largo de la serie temporal. De acuerdo con lo anterior, el porcentaje de cambio neto anual muestra balances predominantemente negativos los

primeros años y positivos los últimos años de la serie muestra fluctuaciones durante el periodo estudiado, siendo el valor medio de estas tendencias anuales ligeramente negativo (-0,7%), al igual que lo es el crecimiento neto para el periodo total (-4,6%). El diagnóstico para este descriptor es **estado estable**.

## ESTACIÓN 5: CALA CERRADA – SOMERA (CABO TIÑOSO, CARTAGENA)

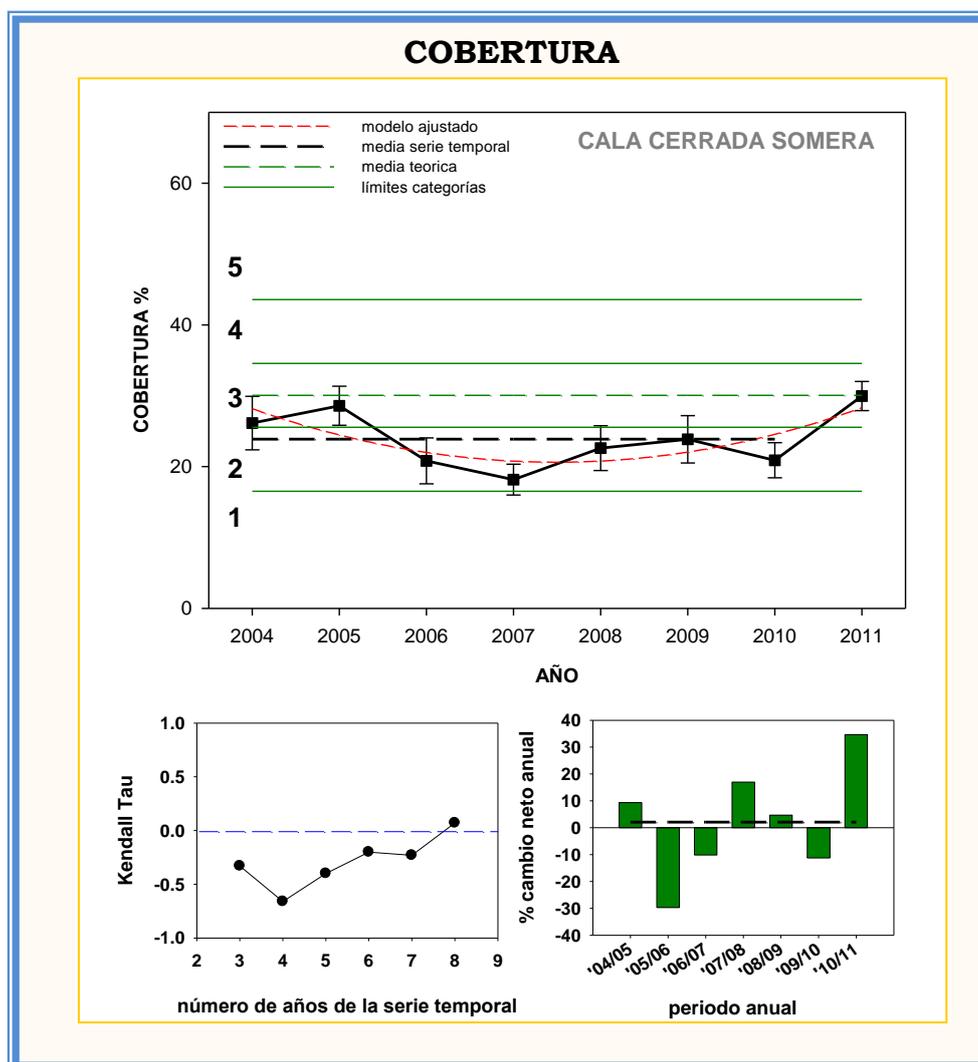
El valor medio de la densidad de haces de esta pradera varía entre las categorías “normal” y “baja”, estando el valor medio de toda la serie en la categoría de valores “bajos”.



**Figura 34. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

El estadístico tau de Kendall muestra valores negativos fuertes durante los primeros años de seguimiento, sin embargo, los valores del estadístico se acercan a cero a medida que aumenta el número de años de la serie, indicando una tendencia neta próxima a la estabilidad para toda la serie temporal. El porcentaje de cambio neto interanual es muy variable entre años (con valores muy positivos y muy negativos) y muestra un valor medio para toda la serie ligeramente negativo

(-2%). El crecimiento neto entre 2004 y 2011 es de -14%. Toda esta evidencia sugiere un estado regresivo moderado para esta pradera en función del descriptor densidad.

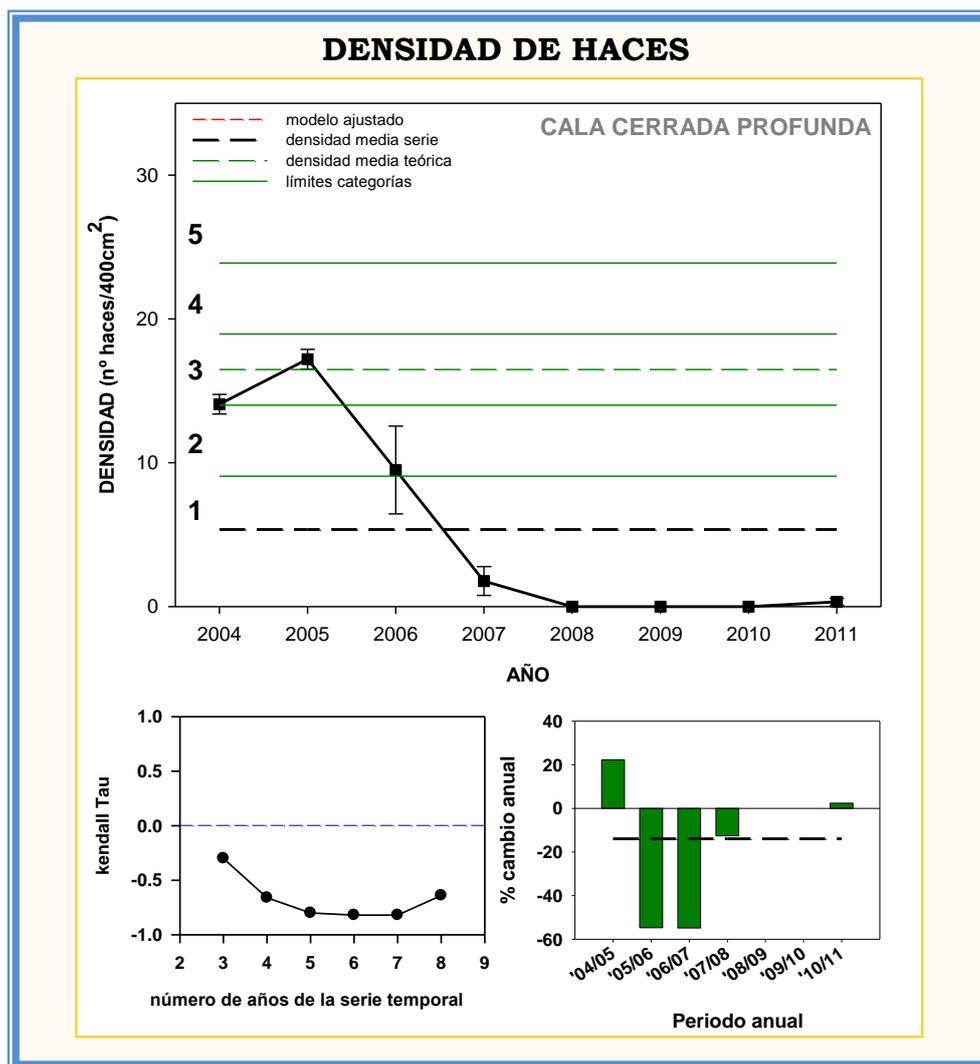


**Figura 35. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

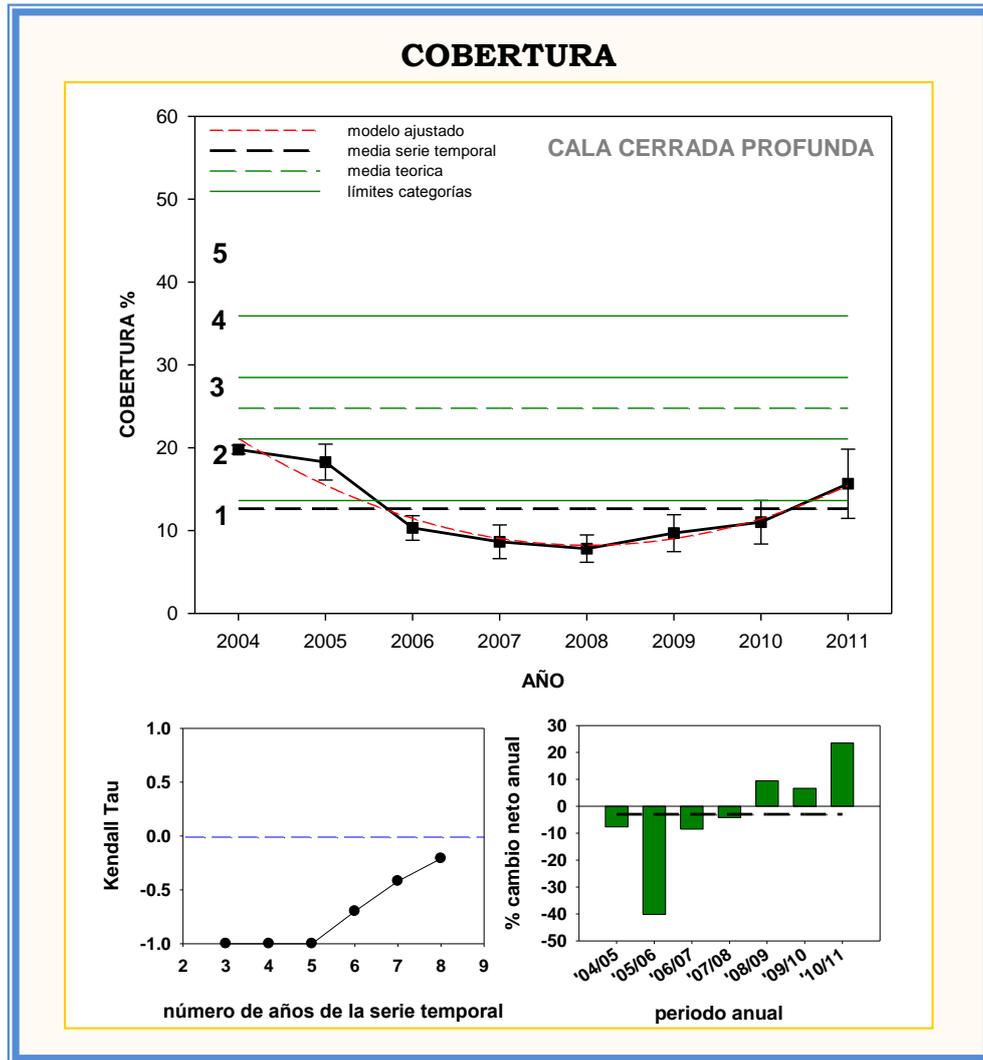
La cobertura muestra un patrón de variación muy similar al de la densidad, con valores medio que varían entre las categorías “normal” y “baja” y un valor medio de toda la serie que cae en la categoría de valores “bajos” para este descriptor. La tau Kendall muestra también una transición de tendencias negativas a próximas a cero y levemente positivas. El cambio neto interanual promedio muestra valores positivos (2%) y el crecimiento neto de toda la serie es de 14,5% respecto al valor inicial. Como resultado, este descriptor se considera con una tendencia **progresiva moderada**.

## ESTACIÓN 6: CALA CERRADA – PROFUNDA (CABO TIÑOSO, CARTAGENA)

Durante los dos primeros años esta pradera presentó valores de densidad de haces dentro de la categoría de “normal”, pero experimentó un rápido declive hasta valores cero en 2008 (hasta la actualidad). El diagnóstico de su tendencia es obviamente, **regresiva alta**.



**Figura 36. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

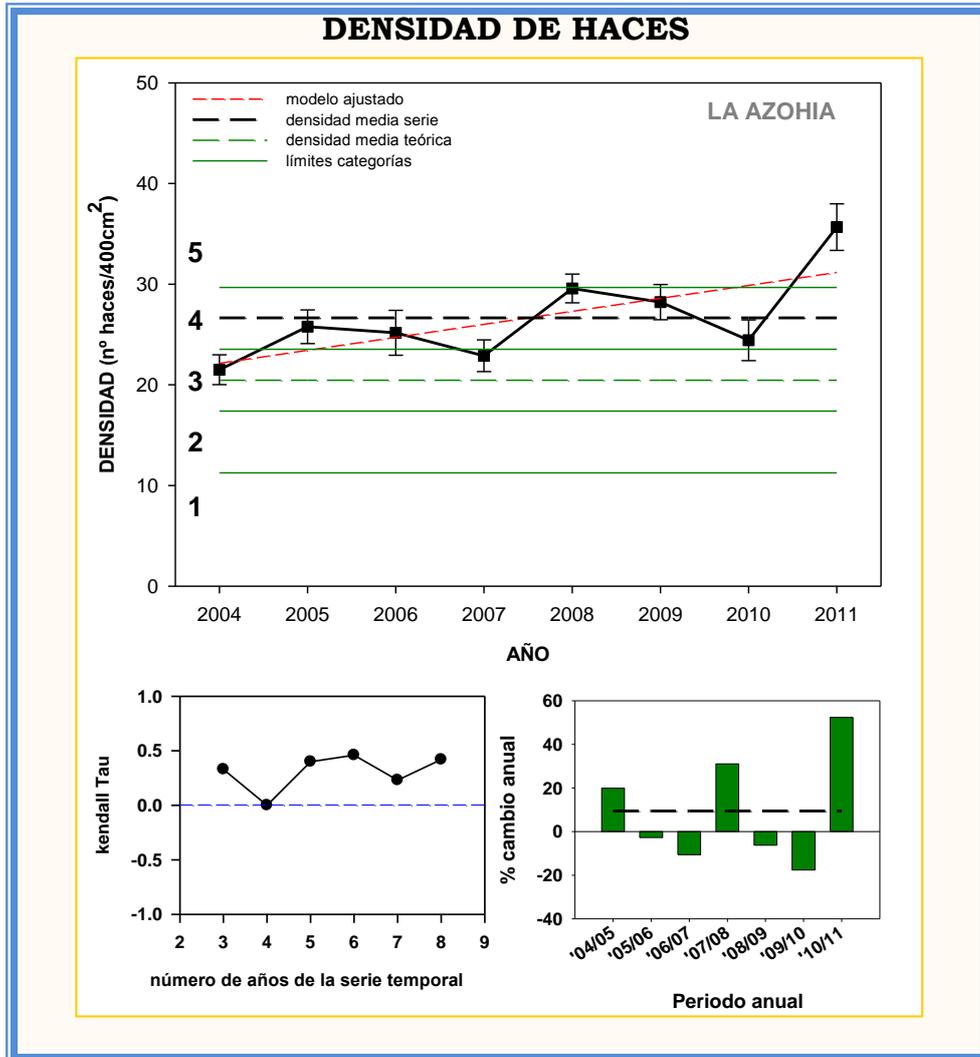


**Figura 37. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

El porcentaje de cobertura de esta pradera varía entre valores medios “bajos” y “muy bajos”, correspondiendo el valor medio de toda la serie a la categoría de “muy bajo”. La tau Kendall muestra tendencias claramente negativas durante toda la serie temporal, pero son menos negativas entre 2009 y 2011 debido a balances netos anuales positivos de esta variable durante estos años. En cualquier caso, el valor medio de la tasa de cambio anual de la serie temporal es negativo (-3%), siendo el crecimiento neto de la serie de -21% respecto al valor medio inicial. Se puede hablar por lo tanto, de una tendencia **regresiva moderada**.

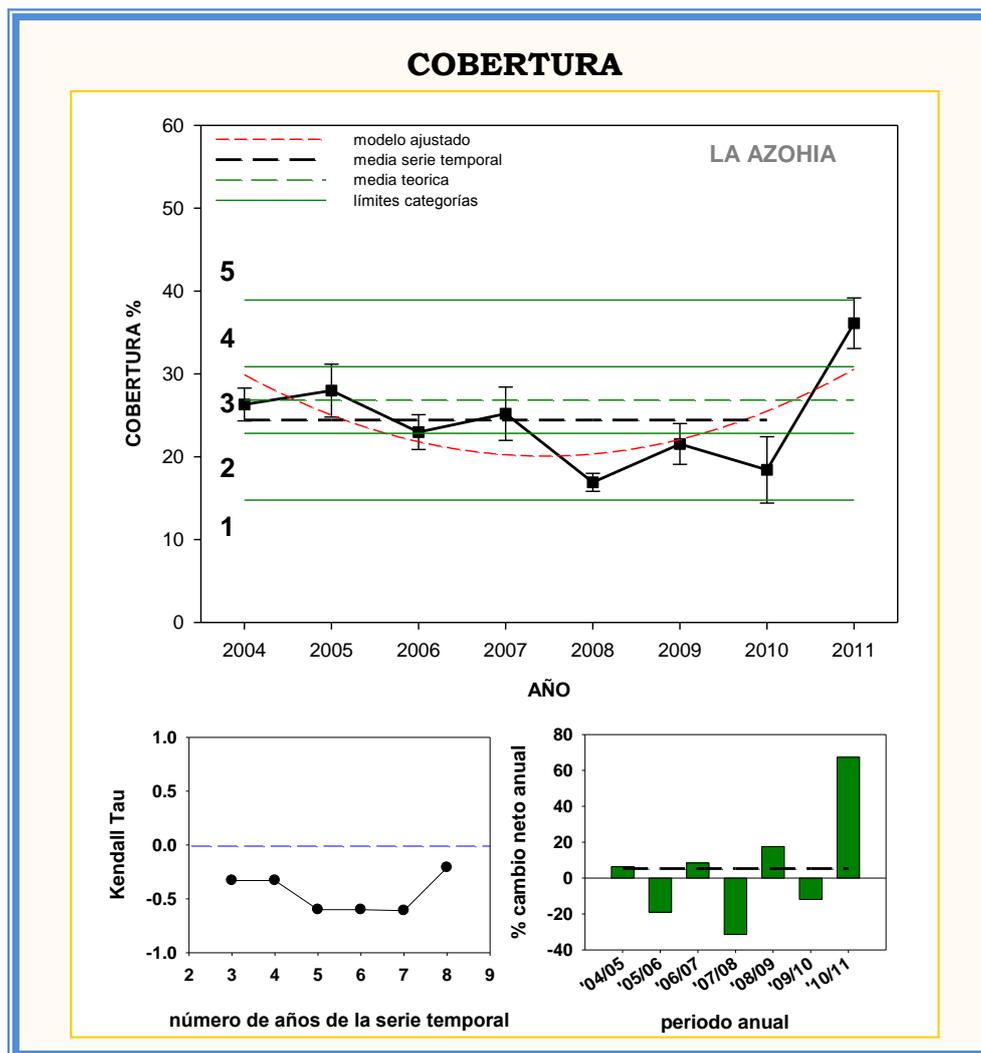
## ESTACIÓN 7: LA AZOHÍA (CARTAGENA)

La densidad de haces en esta pradera varía entre las categorías de “normal” y “muy alta”, presentando un valor medio de la serie temporal que cae dentro de la categoría “alta” para este descriptor.



**Figura 38. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

Esta tendencia progresiva en la densidad de plantas se ve reflejada en los valores predominantemente positivos de la tau de Kendall. El promedio del cambio neto anual es de 9,4% y el crecimiento neto de toda la serie es del 66%, lo que indica una **progresión alta** para este descriptor en la pradera de La Azohía.

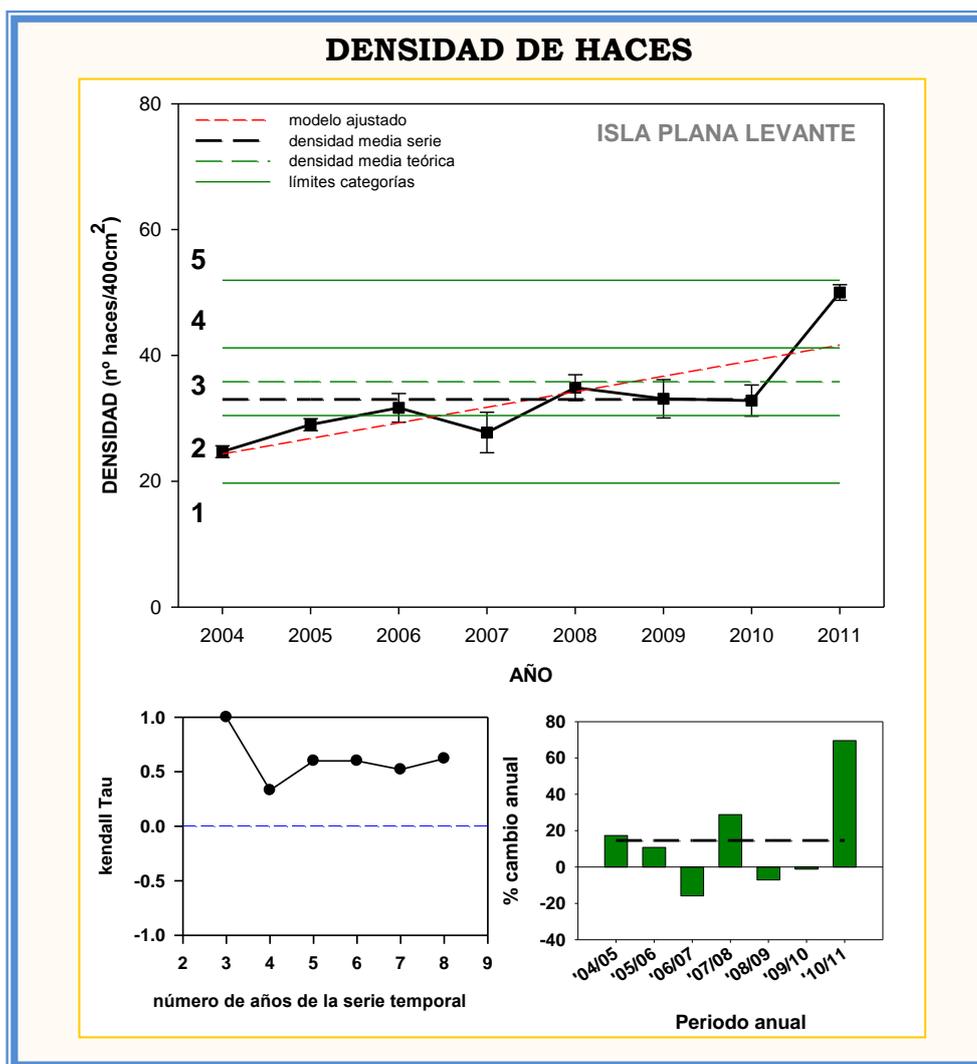


**Figura 39. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

El valor medio de la cobertura muestra amplias variaciones a lo largo de la serie temporal, entre las categorías “normal”, “baja” y “alta”, con un valor medio de la serie que cae dentro de la categoría “normal”. Los valores de tau de Kendall son predominantemente negativos indicando una reducción en los porcentajes de cobertura con el tiempo, sin embargo, el fuerte incremento observado en el periodo 2010/11 hace que el promedio del cambio neto anual de la serie sea positivo (5,3%) con un crecimiento neto de 37% respecto al valor medio inicial. Por tanto, el diagnóstico para la serie temporal de este descriptor en la pradera de La Azohía es finalmente **progresivo moderado**. Hay que destacar que el diagnóstico en 2010 fue de regresivo ya que el crecimiento neto para este descriptor era del -30%.

## ESTACIÓN 8: ISLA PLANA – LEVANTE (CARTAGENA)

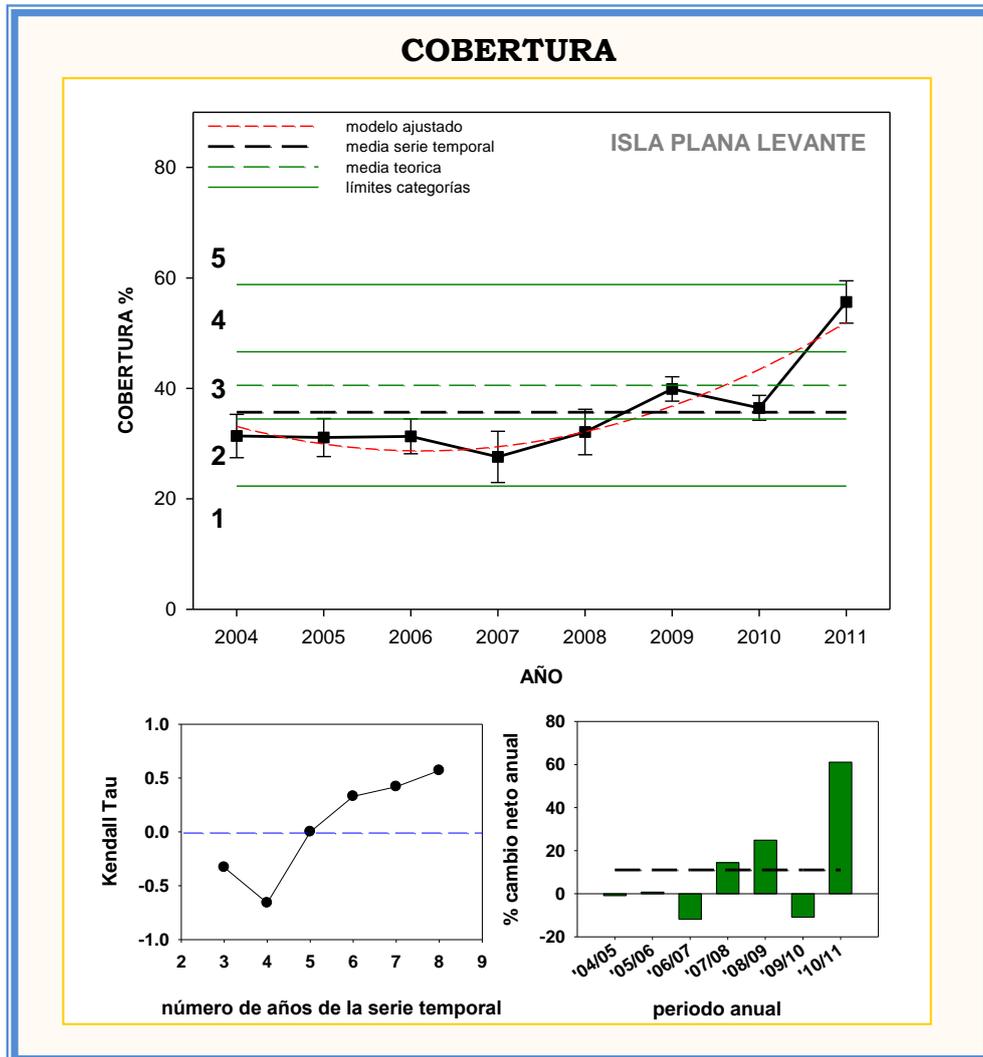
La densidad de haces de esta pradera aumenta progresivamente desde valores “bajos” a valores medios “altos entre 2004 y 2011, con un valor medio de la serie temporal que cae en la categoría de “normal”.



**Figura 40. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

La tau de Kendall indica una tendencia anual predominantemente progresiva del descriptor. La tasa de cambio anual muestra una dominancia de balances anuales positivos que dan como resultado una tasa de cambio promedio para toda la serie positiva del 14%. El crecimiento neto entre 2004 y 2011 muestra un incremento de la densidad de haces del 102,3%,

significativamente mayor que en 2010 (33%). Por tanto, se atribuye un diagnóstico **progresivo alto** a la tendencia de la densidad en esta pradera.

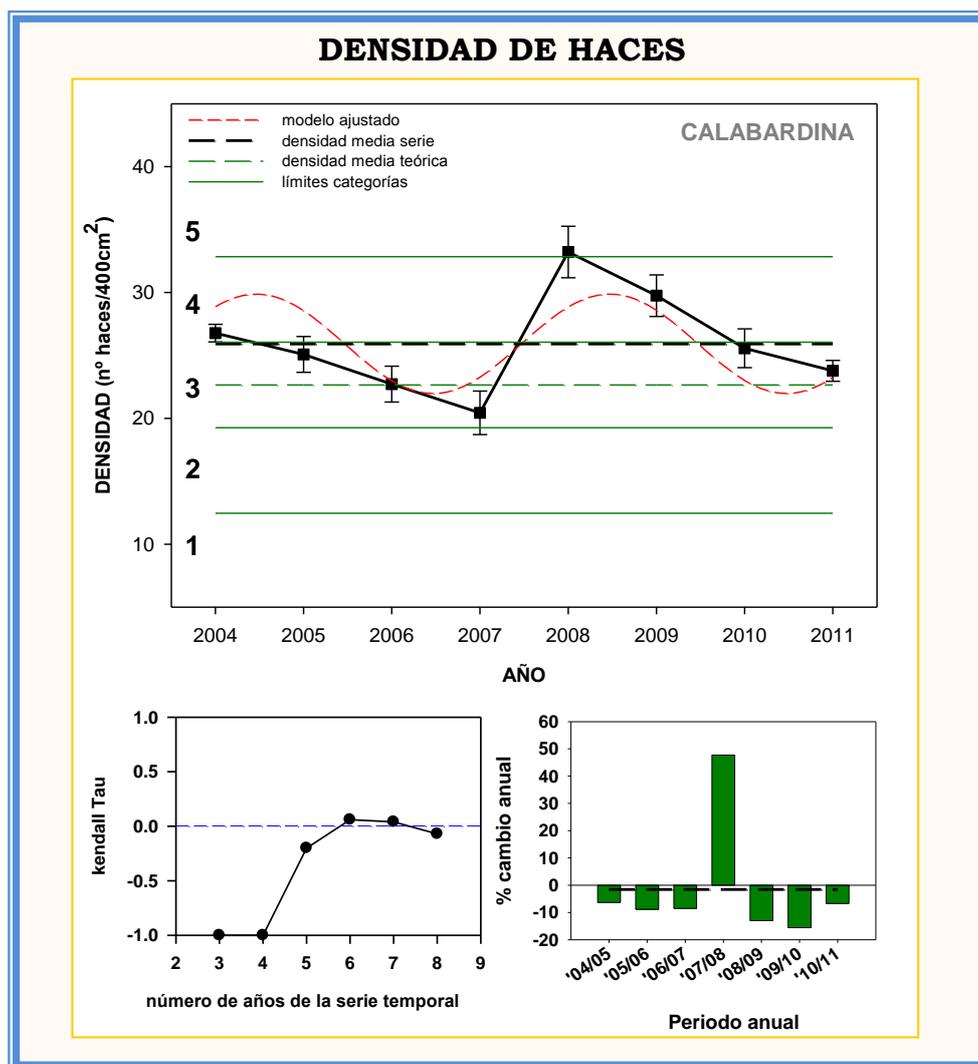


**Figura 41. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

La dinámica de la cobertura de esta pradera es muy similar a la descrita para la densidad de haces, aunque los primeros años presenta valores medios “bajos” con tendencias anuales negativas (tau Kendall), que son revertidas debido a unas tasas de cambio anual muy positivas a partir de 2007 que dan lugar a una tasa de cambio anual promedio del +11% y a un crecimiento neto del 77 % entre 2004 y 2011. Todo esto indica una tendencia **progresiva alta** para este descriptor en esta pradera.

## ESTACIÓN 9: CALABARDINA (CABO DE COPE, AGUILAS)

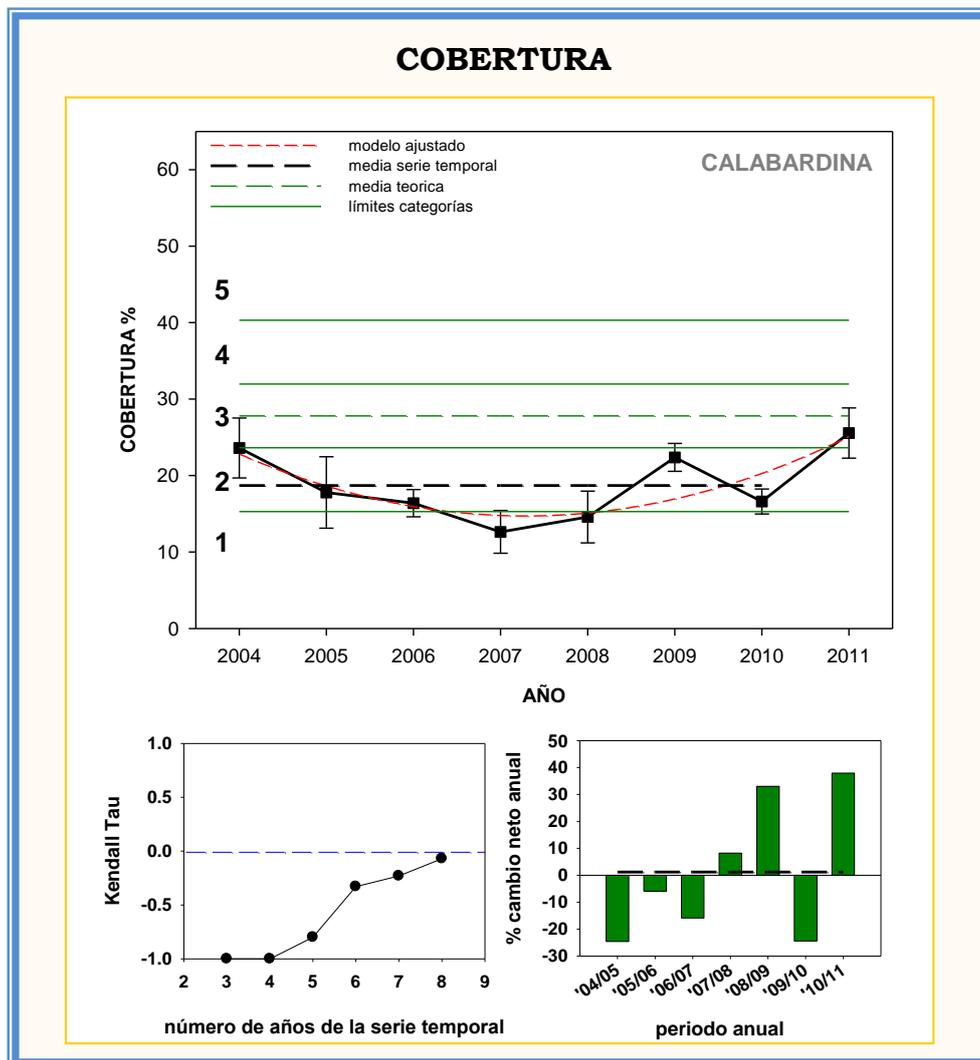
La densidad de haces de esta pradera muestra importantes variaciones a lo largo de la serie temporal, entre valores medios “normales” y “altos”, con un valor medio de toda la serie temporal dentro de la categoría “normal” (aunque en su límite superior).



**Figura 42. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

Según la tau Kendall, la tendencia del descriptor pasa de negativa a estable (cero) a medida que aumenta la longitud de la serie temporal. Esto se debe al cambio neto anual altamente positivo del periodo anual 2007-08, que compensa casi los balances anuales negativos del resto años aunque el promedio de las tasas de cambio anual sea levemente negativo (-1,6%). El crecimiento

neto muestra una reducción en la densidad del 11 % respecto al valor medio inicial. En conclusión, el diagnóstico para la tendencia de este descriptor es **estable**.

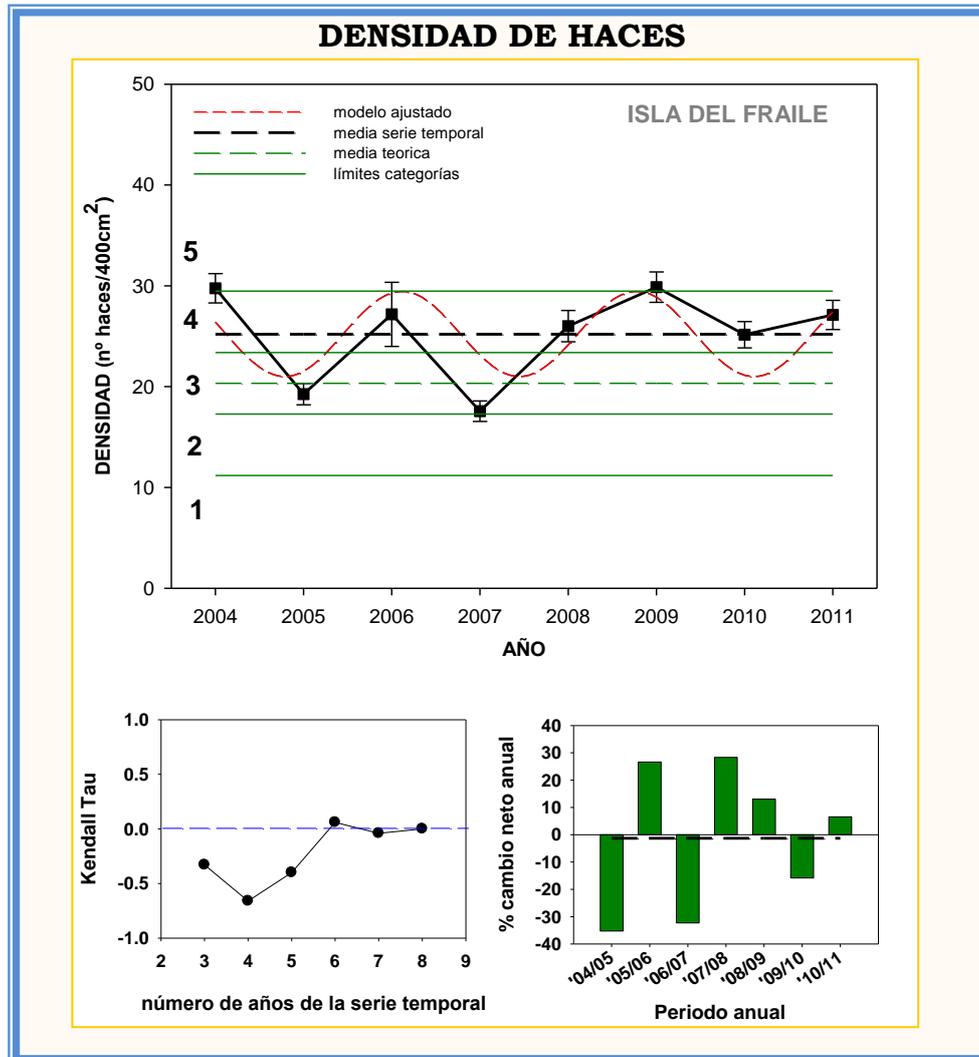


**Figura 43. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

La cobertura muestra valores medios anuales generalmente “bajos” en esta pradera (respecto a los rangos teóricos para esa profundidad). Sus valores describen un patrón de variación temporal con tendencias regresivas los primeros años de la serie (valores negativos de kendall), pero menos negativas y próximas a cero (estables) en los últimos años. El balance neto anual es también muy variable entre años, siendo el valor medio para la serie temporal levemente positivo (1,2%), lo que supone un incremento neto del descriptor de un 8,3% respecto al valor inicial. El diagnóstico para este descriptor es también **estable**.

## ESTACIÓN 10: ISLA DEL FRAILE (AGUILAS)

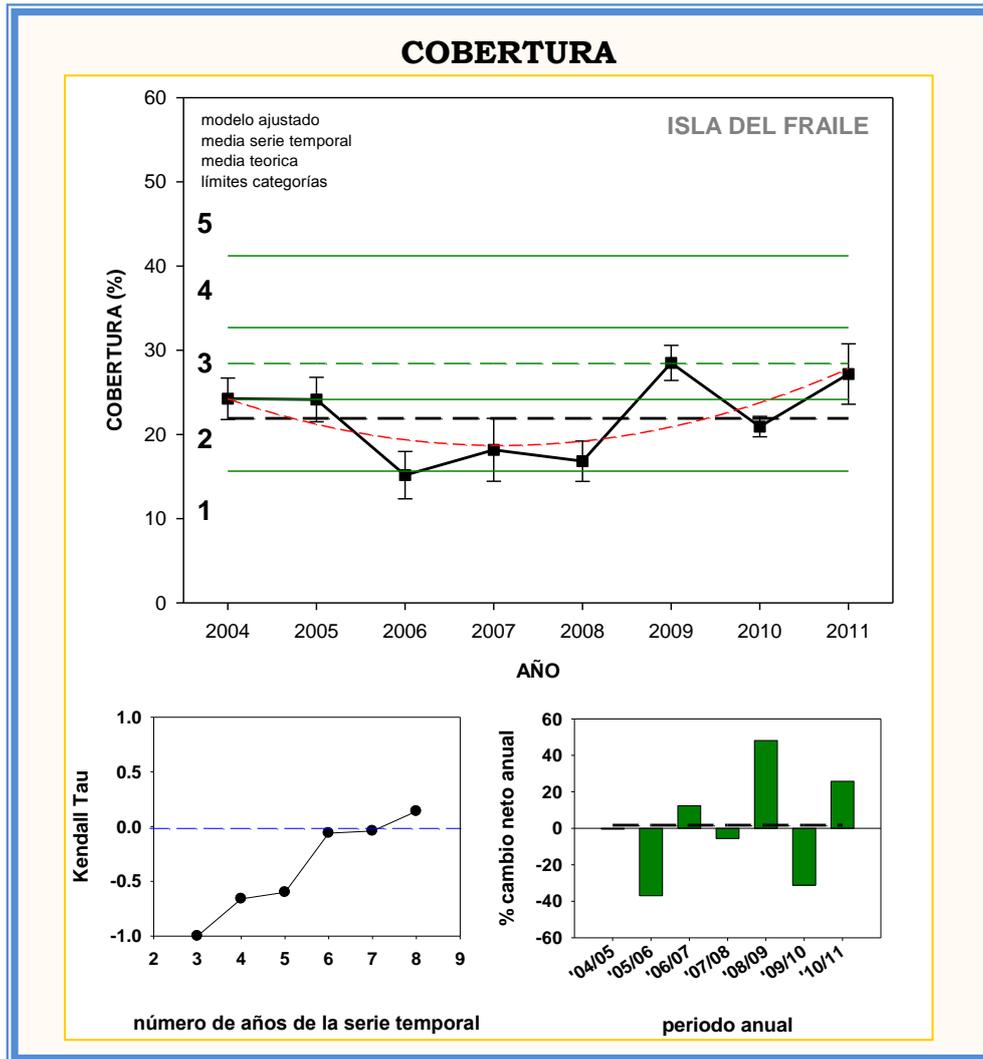
La densidad de haces varía entre valores medios correspondientes a las categorías “normal” y “alta”, con un promedio dentro de la categoría “alta” para toda la serie temporal.



**Figura 44. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta.

**Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

Los primeros años la dinámica del descriptor es fluctuante, pero la tendencia es predominantemente regresiva (valores negativos del tau kendall); esta dinámica cambia a tendencias estables en los últimos años debido al predominio de tasas de cambio neto anual positivas en la segunda mitad de la serie temporal. A pesar de ello, el promedio de las tasas de cambio anual de la serie muestra valores próximos a cero pero levemente negativos (-1,3%) que sugiere, a su vez, la **estabilidad** del descriptor en la pradera de Isla del Fraile.

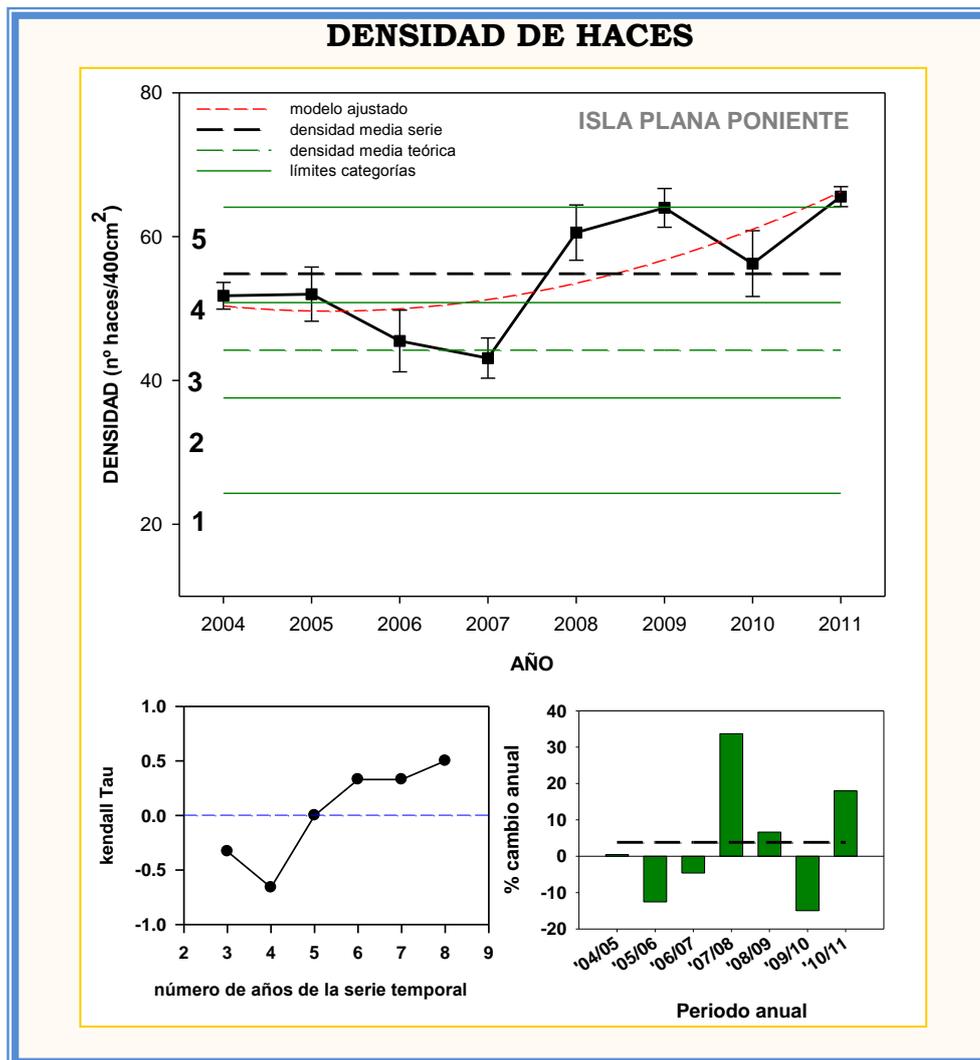


**Figura 45. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

La variable cobertura, por su parte, muestra cierta tendencia progresiva suave con valores en 2004 entre el límite de categorías “normal” y “bajo”, que en la actualidad son categorizados como “normales”. De acuerdo con esta dinámica, la tendencia de la serie temporal indicada por tau de Kendall pasa de valores negativos (regresivos) a positivos (progresivos). Este cambio de tendencia se debe a cambios netos anuales muy positivos entre 2009 y 2011, capaces de compensar los balances negativos de otros años. De hecho, el promedio de la tasa de cambio neto anual de la serie es positivo aunque muy cercano a cero (1,7%), lo que corresponde a un crecimiento neto de toda la serie de 12% respecto al valor medio inicial. Se puede por lo tanto atribuir un estado **estable** para este descriptor.

## ESTACIÓN 11: ISLA PLANA – PONIENTE (CARTAGENA)

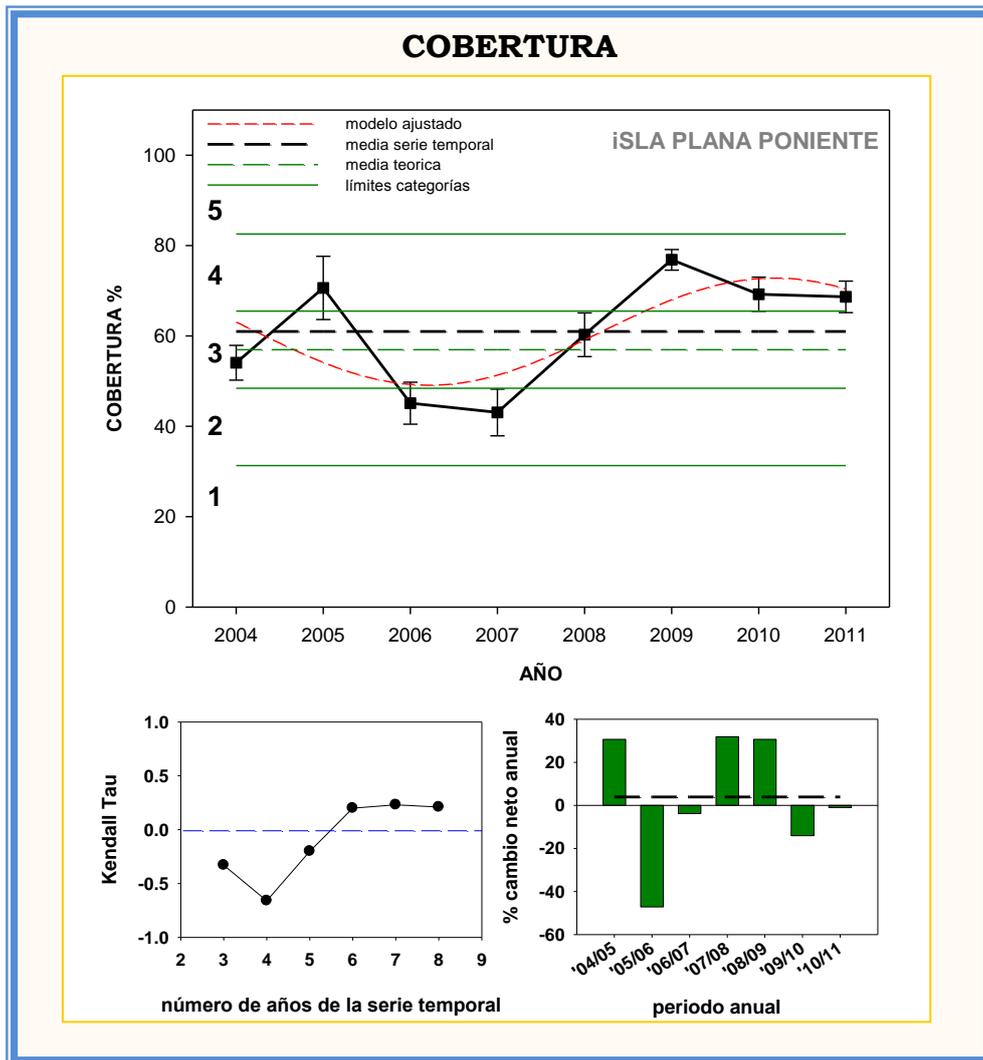
La densidad de haces de esta pradera aumenta progresivamente desde valores medios “normales-altos” en los primeros años hacia valores medios “altos-muy altos” en los años más recientes, siendo el promedio de toda la serie correspondiente a una categoría “alta”. Además, estos primeros años muestran una tendencia claramente regresiva (tau kendall negativo), pero revierte a tendencias claramente positivas en los últimos años debido a balances netos anuales muy positivos a partir de 2007.



**Figura 46. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

El valor medio de la tasa de cambio neto anual de la serie temporal es positivo (3,8%) y significa un incremento neto del descriptor del 26,6% respecto al valor medio inicial, por lo que se le

atribuye una diagnóstico **progresivo alto** a la tendencia de este descriptor.

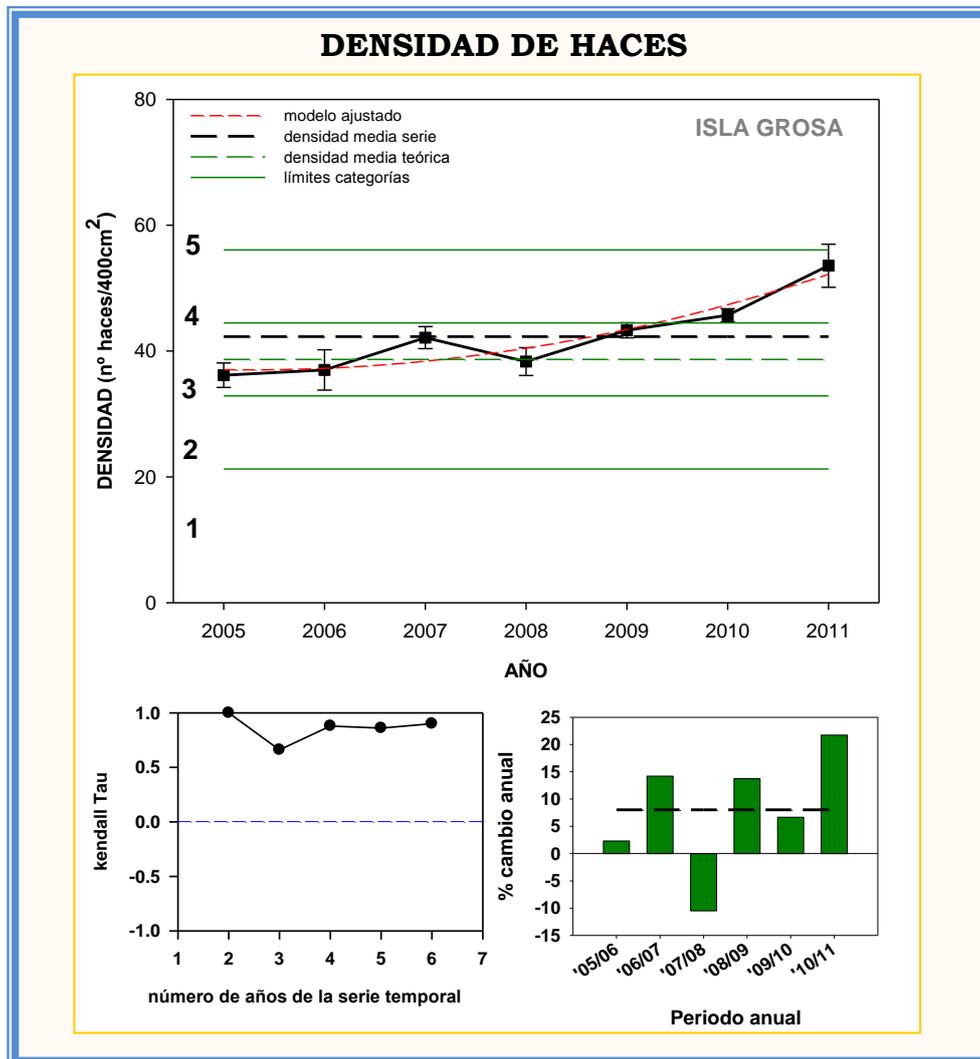


**Figura 47. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

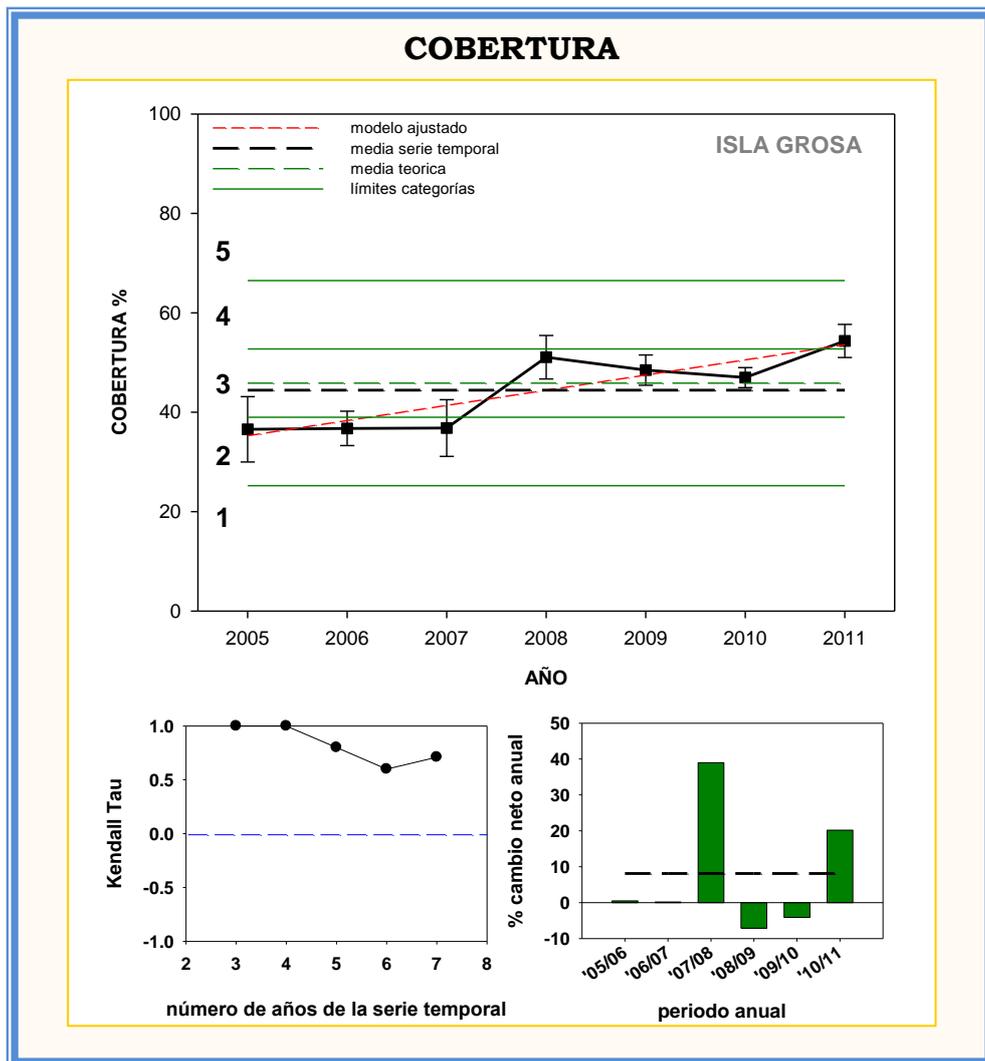
La cobertura muestra una dinámica similar a la descrita para la densidad de haces, con una tasas de cambio interanual promedio del 3,9%, que implica un incremento neto del descriptor del 27%. Por tanto, el diagnóstico para la tendencia de este descriptor también es **progresivo alto**.

## ESTACIÓN 12: ISLA GROSA (SAN PEDRO DEL PINATAR)

La estación de Isla Grosa ha mostrado un cambio de categoría basada en los valores de densidad de haces desde “normal” en 2005 a “alto” en la actualidad. Esta tendencia progresiva se ha mantenido casi todos los años de la serie temporal (tau de Kendall con valores positivos y cercanos a 1). Los porcentajes de cambio neto anual muestran a su vez valores positivos en la mayoría de los años, siendo su valor medio para toda la serie temporal del 8%, con un crecimiento neto entre 2005 y 2011 del 48%. Se atribuye, por tanto, un diagnóstico de **progresión alta** para esta pradera basado en el descriptor densidad de haces.



**Figura 48. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

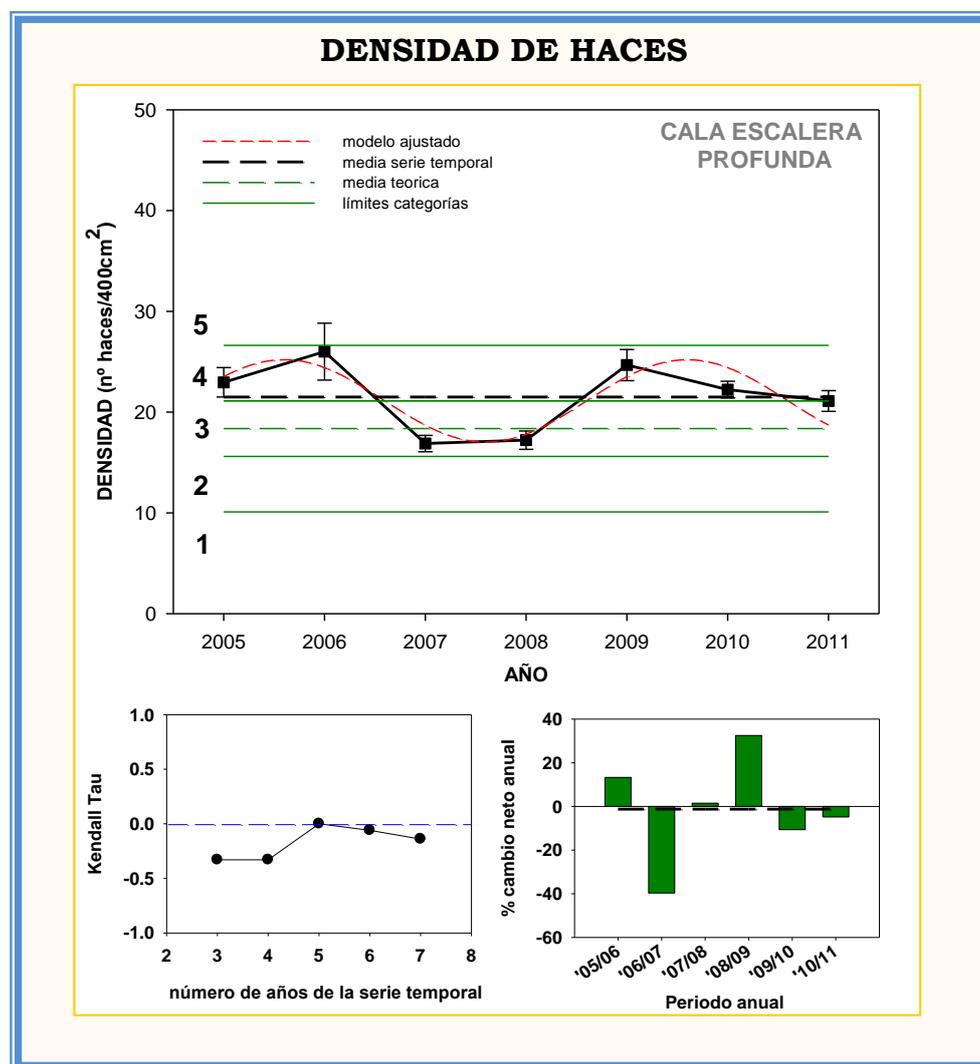


**Figura 49. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

De nuevo aquí la tendencia de la cobertura es muy similar a la descrita para el descriptor densidad de haces, con un valor medio de las tasas de cambio neto anual de 8,1% y un crecimiento neto de todo el periodo del 48,6%. Por tanto, la tendencia de este descriptor es también **progresiva alta** para esta pradera.

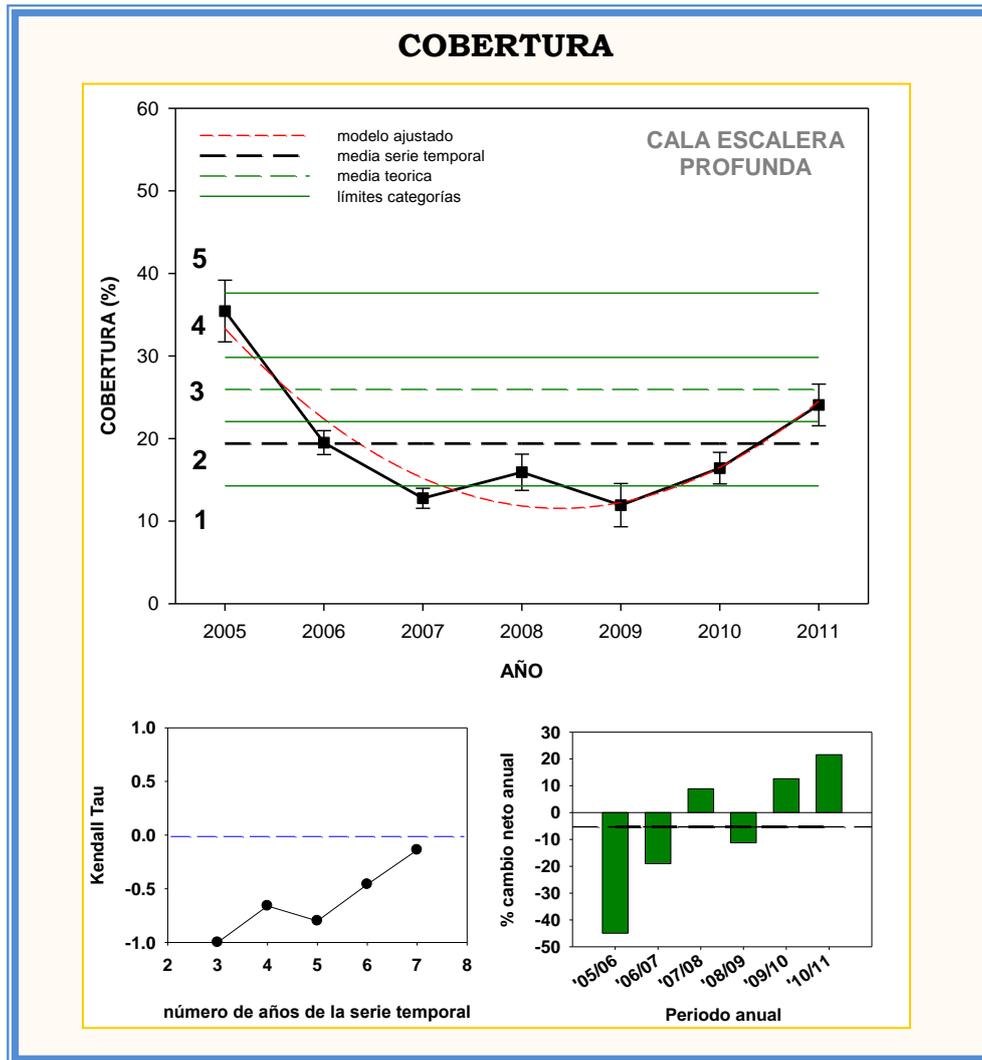
## ESTACIÓN 13: CALA ESCALERA – PROFUNDA (CABO DE PALOS, CARTAGENA)

Esta pradera muestra valores medios de la densidad de haces que varían entre las categorías “normal” y “alto” a lo largo de la serie temporal, con un valor medio para toda la serie más bien alto. El análisis de tendencias temporales muestra una dinámica predominantemente estable, como se deduce de la evolución de los valores de tau de Kendall y del valor medio de la tasa de cambio anual muy próximo a cero. El diagnóstico de la tendencia de este descriptor es, por tanto, estable.



**Figura 50. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

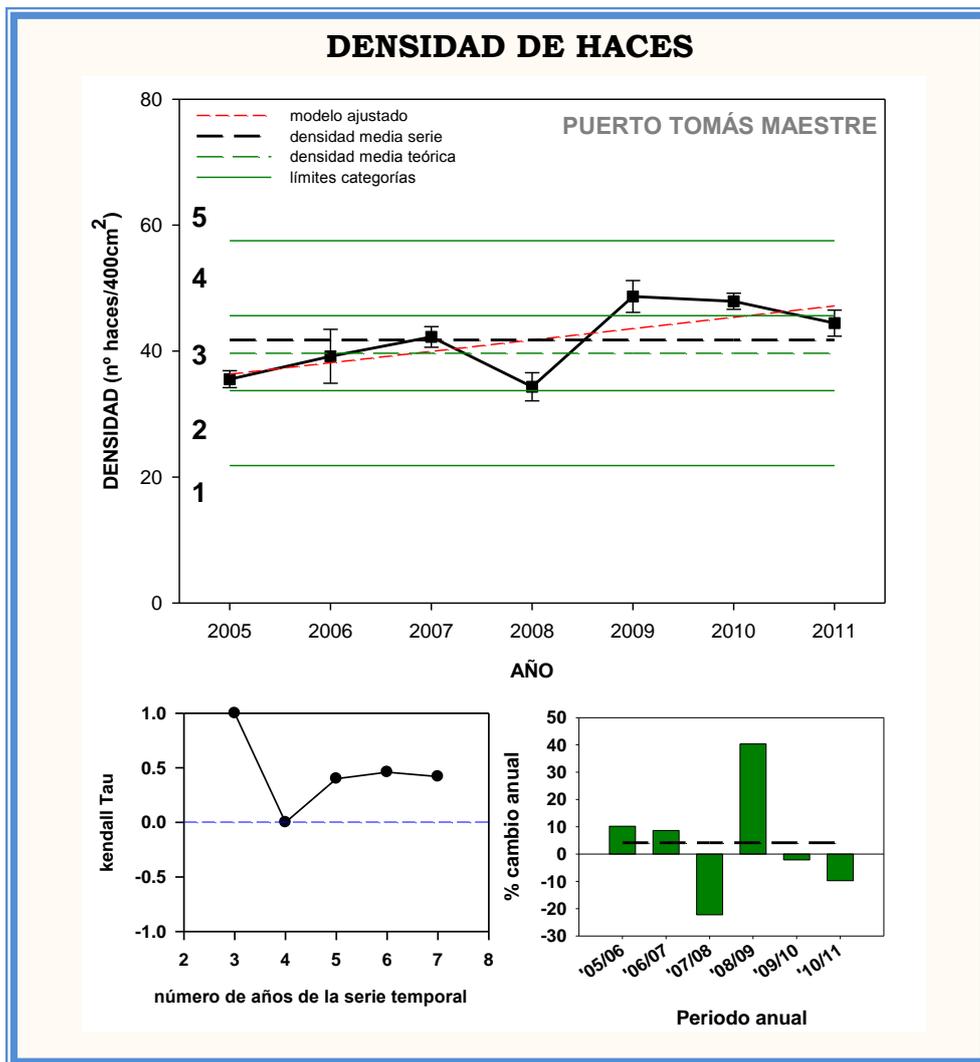
Por el contrario la cobertura muestra una dinámica fuertemente regresiva los primeros años ( $\tau$  kendall = -1) debido a una caída del valor medio desde categorías “alta” hasta “muy baja” entre 2005 y 2009. A partir de este año el balance neto anual de este descriptor empieza a mostrar valores positivos, pero no lo suficientemente elevados como para compensar las grandes pérdidas de años anteriores. Esto resulta en un valor medio de la tasa de cambio neto anual de la serie temporal, así como del crecimiento neto del periodo estudiado, claramente negativos (-5,3% y -32%, respectivamente). En su conjunto, se le atribuye un diagnóstico **regresivo moderado** para la tendencia del descriptor.



**Figura 51. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

## ESTACIÓN 14: PUERTO TOMÁS MAESTRE (CABO DE PALOS, CARTAGENA)

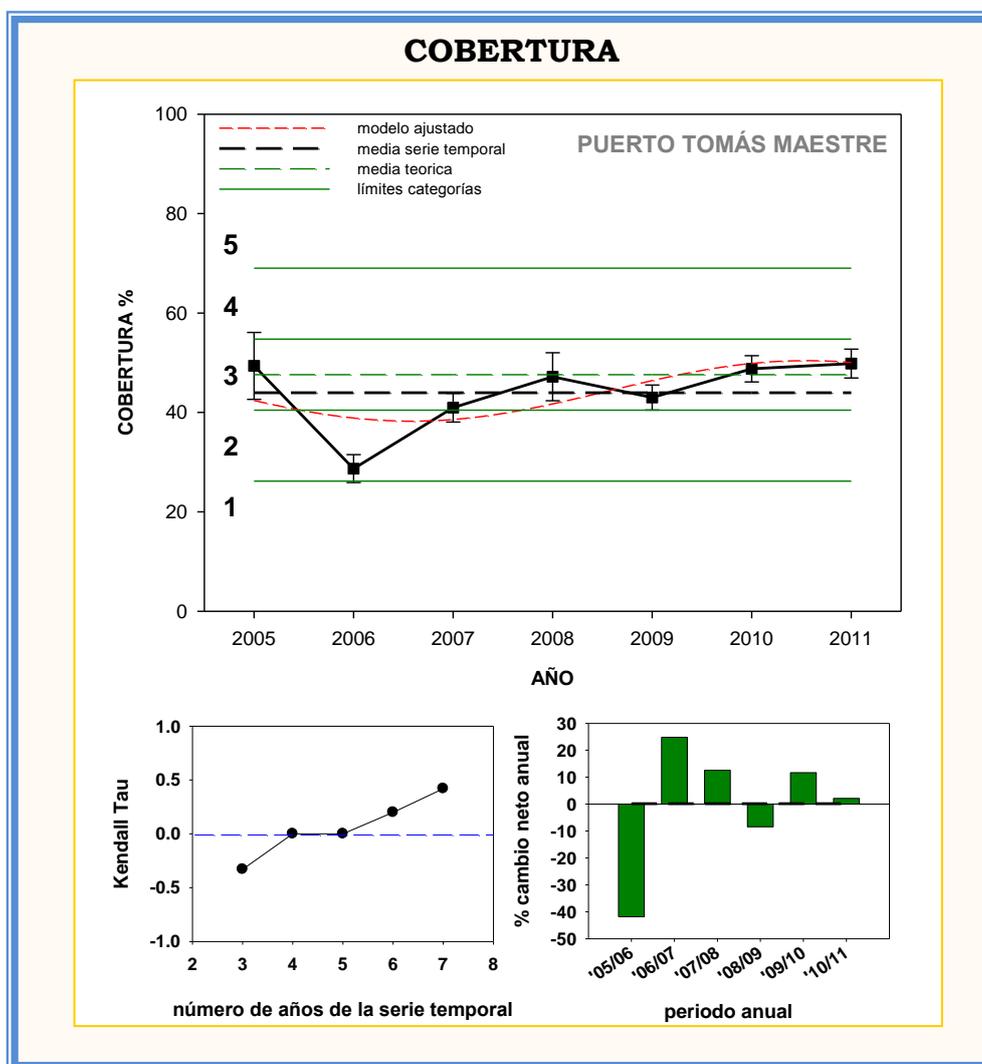
Los valores medios de la densidad de haces de esta pradera aumentan progresivamente desde categorías “normales” a “altas”, siendo su valor medio de toda la serie temporal perteneciente a la categoría “normal”. La tendencia de la serie es predominante positiva y muestra un valor medio del balance neto anual del 4,2%, que corresponde un incremento neto del 25% entre 2005 y 2011. Por tanto su dinámica es **progresiva moderada**.



**Figura 52. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

La cobertura mantiene unos valores medios dentro de la categoría “normal” casi todos los años

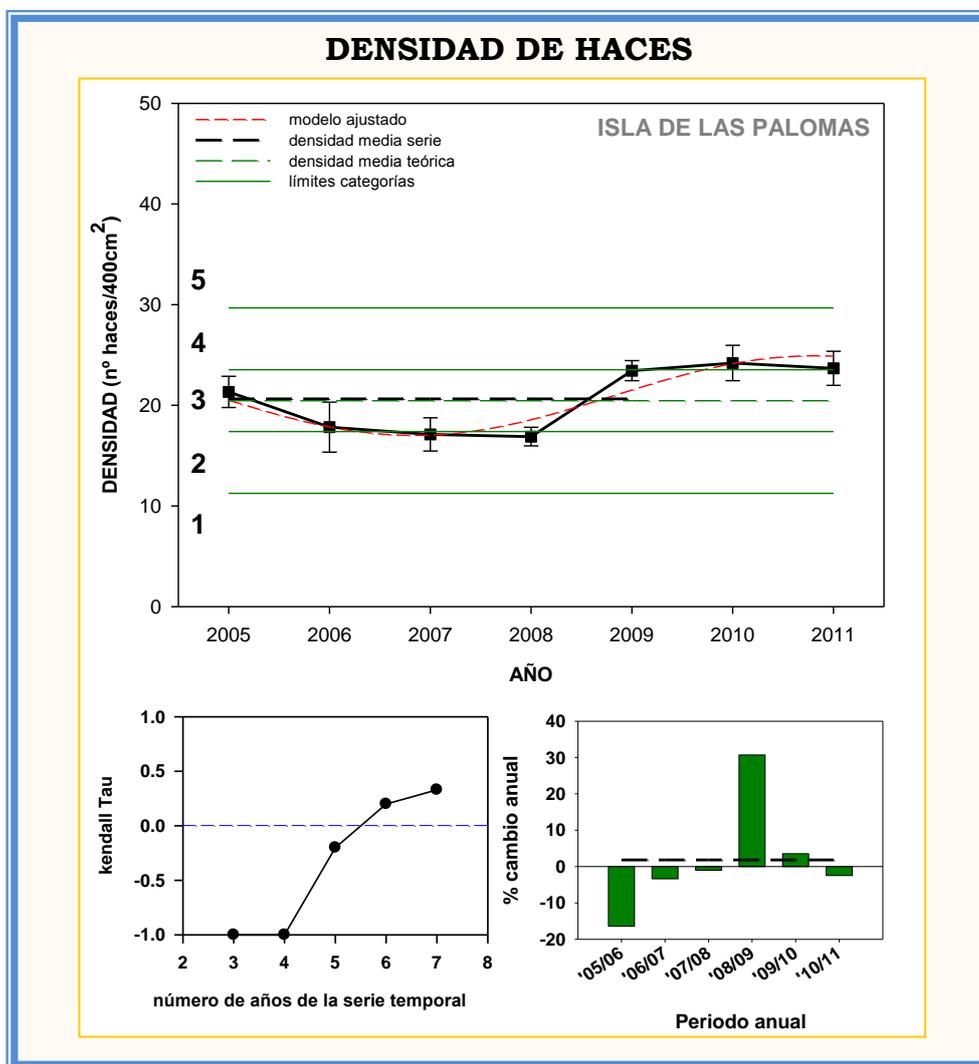
de la serie excepto en 2006 en que disminuyen significativamente hasta la categoría “baja”. El resto de periodos anuales presentan un balance neto predominantemente positivo que compensa el balance muy negativo del periodo anual 2005/06, dando lugar a un valor medio de la tasa de cambio neto anual de toda la serie de 0,2%, lo que supone un crecimiento neto de la serie temporal no muy diferente de cero (0,9%). Por tanto, la dinámica de este descriptor se considera **estable**.



**Figura 53. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

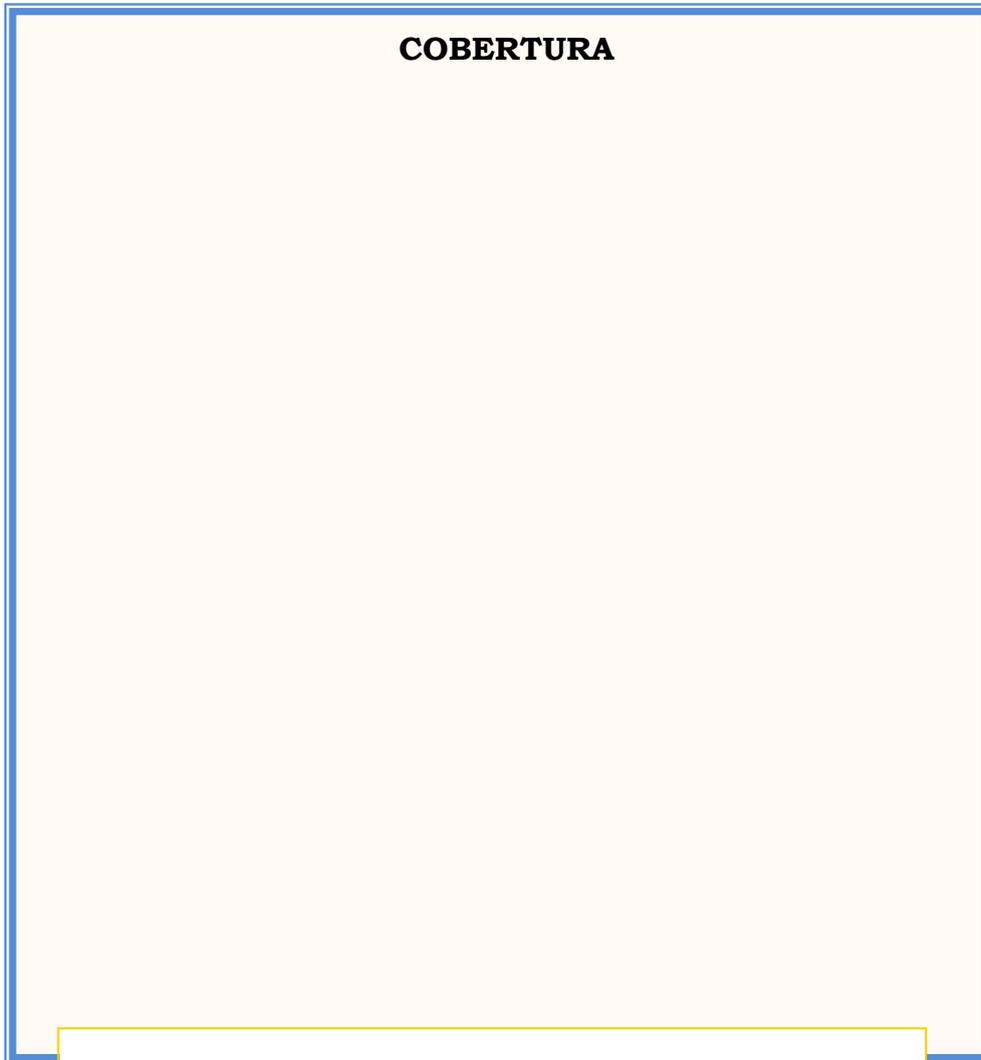
## ESTACIÓN 15: ISLA DE LAS PALOMAS (CARTAGENA)

En esta pradera la densidad de haces ha mantenido valores medios correspondientes a la categoría “normal” durante casi todo el periodo de seguimiento. A pesar de tendencias regresivas los primeros años, este descriptor presenta una tendencia positiva para toda la serie temporal gracias a balances netos muy positivos en el periodo anual 2008/09, que son responsables de una tasa media de cambio neto anual positiva (1,8%) y un balance neto positivo de todo el periodo de 11,0% respecto al valor medio inicial. Por tanto la tendencia global de este descriptor es **progresiva moderada**.

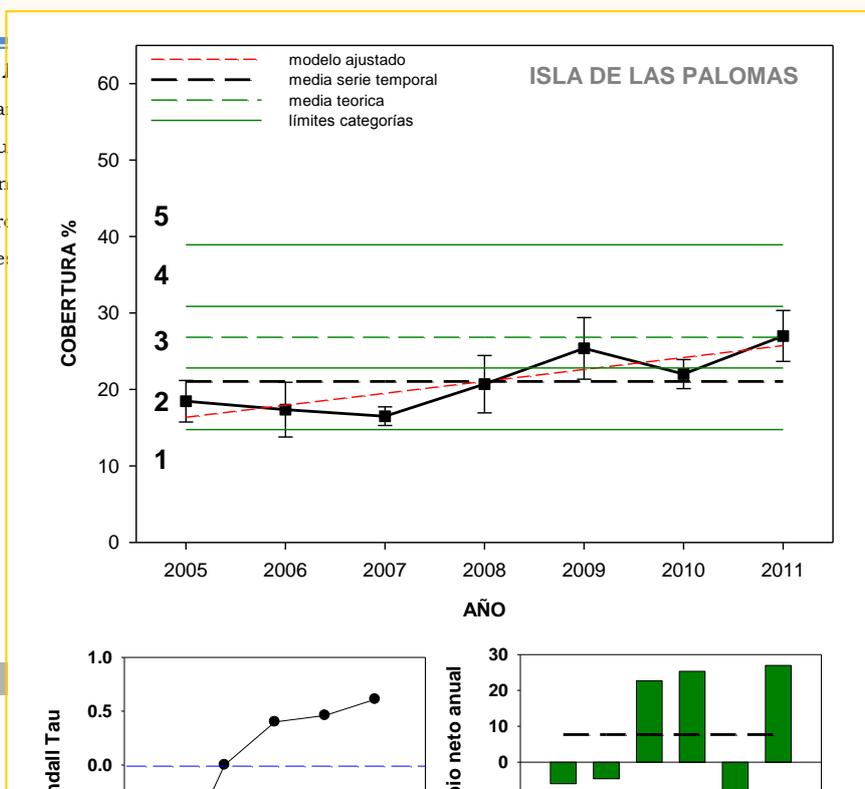


**Figura 54. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

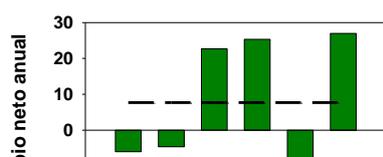
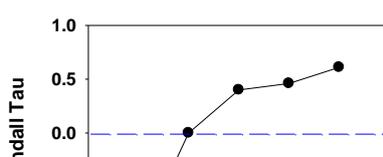
La variable cobertura muestra una dinámica similar, aunque con una tendencia neta más progresiva debido a cambios netos anuales muy positivos entre 2007 y 2011. La tasa promedio de cambio anual (7,7%) y el crecimiento neto del periodo (42,6%) indican una tendencia **progresiva moderada** para este descriptor.



error estándar  
alta y 5 = mu  
función del r  
**derecho:** por  
discontinua e

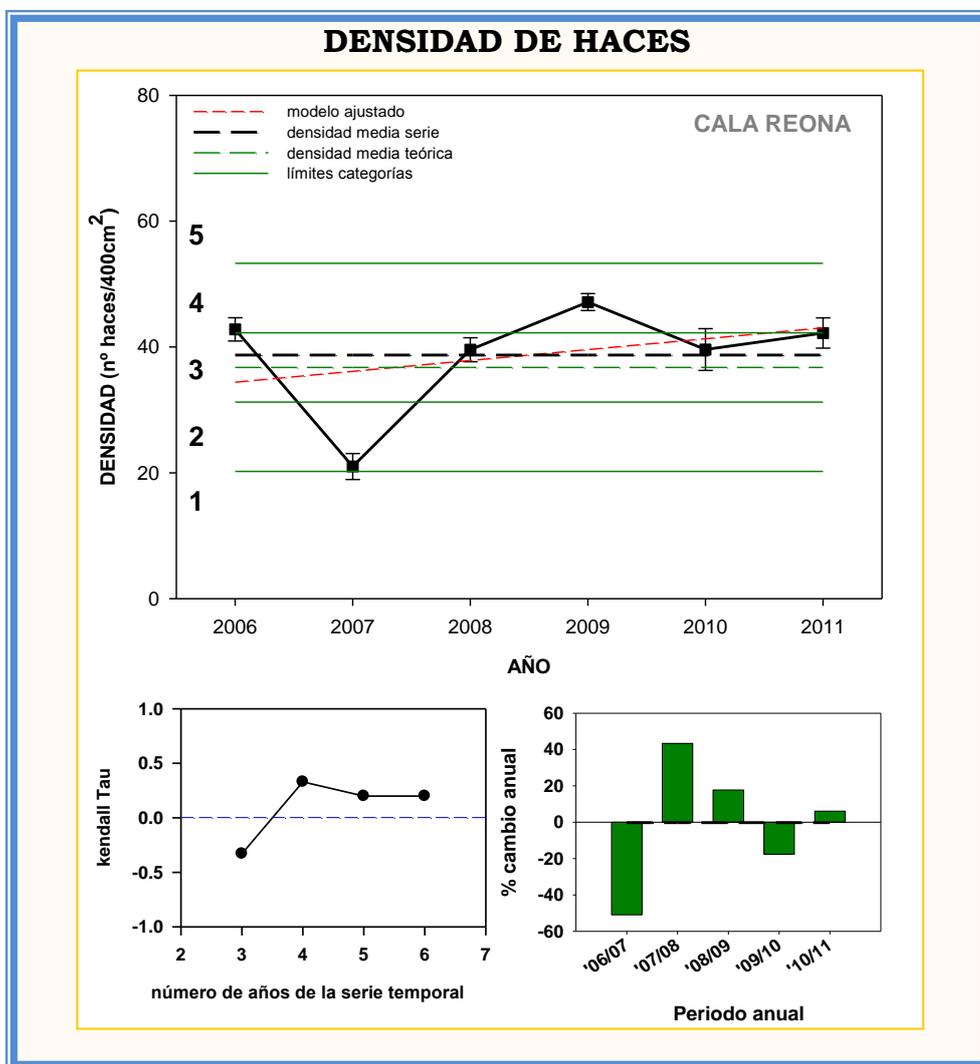


(media anual y  
3 = óptima, 4 =  
erie temporal en  
**tráfico inferior**  
La línea negra

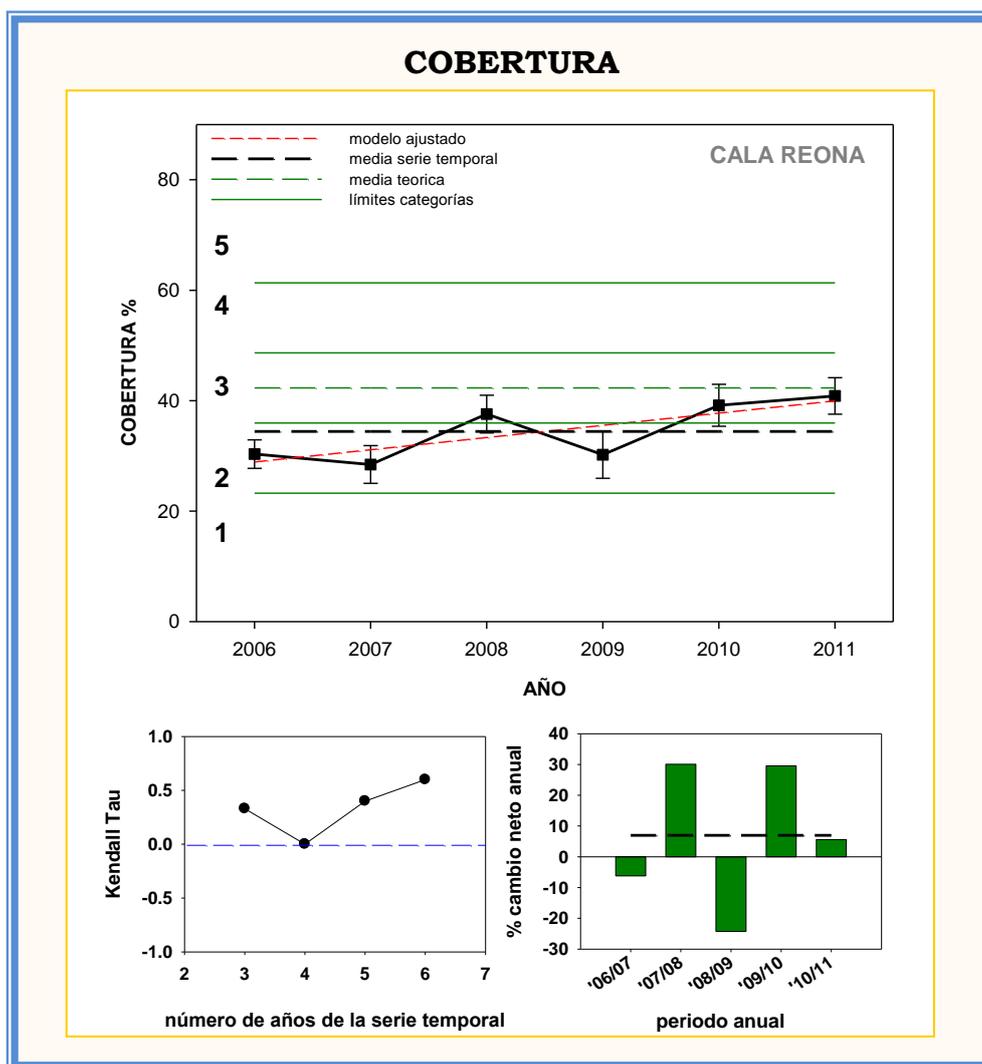


## ESTACIÓN 16: CALA REONA (CABO DE PALOS, CARTAGENA)

La densidad de haces de esta pradera presenta amplias variaciones interanuales entre valores medios “bajos” y “altos”, con un valor medio de la serie dentro de la categoría “normal”. Estas fluctuaciones se deben a una fuerte tendencia regresiva del descriptor en el periodo anual 2006/07 (tau kendall negativos), que se vuelve progresiva en los años siguientes debido a cambios netos anuales muy positivos entre 2007 y 2009. Como consecuencia, la tasa media de cambio anual de la serie es negativa pero muy próxima a cero (-0,3%), por lo que se asigna un diagnóstico de **estabilidad** a la tendencia de este descriptor.



**Figura 56. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

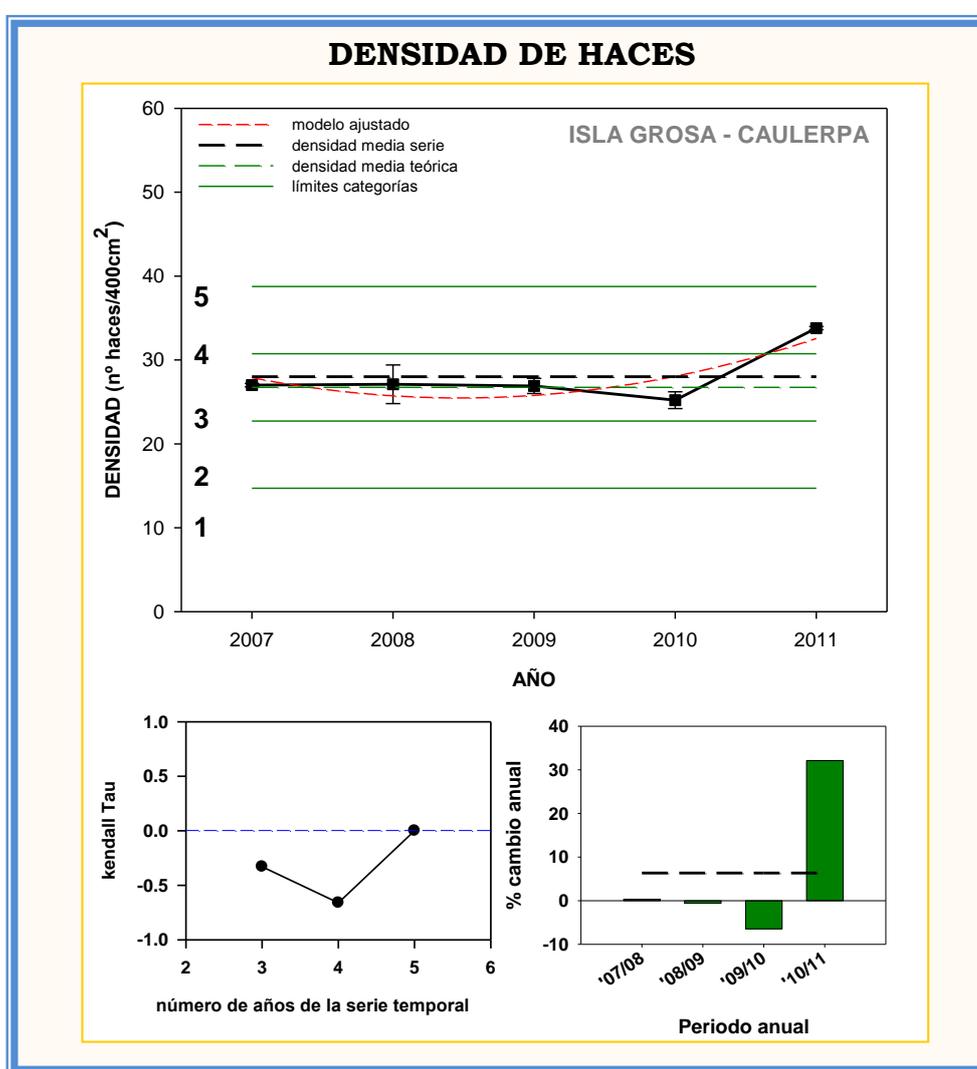


**Figura 57. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

La cobertura aumenta suavemente desde valores medios “bajos” a “normales”, con un promedio tendiendo a “bajo” para toda la serie. Las tendencias anuales indicadas por la tau kendall son predominantemente positivas y la tasa media de cambio neto anual es claramente positiva 6,9%, que implica un crecimiento neto del periodo de 34,7%. Por tanto, en conjunto, la tendencia de este descriptor corresponde a un estado **progresivo alto**.

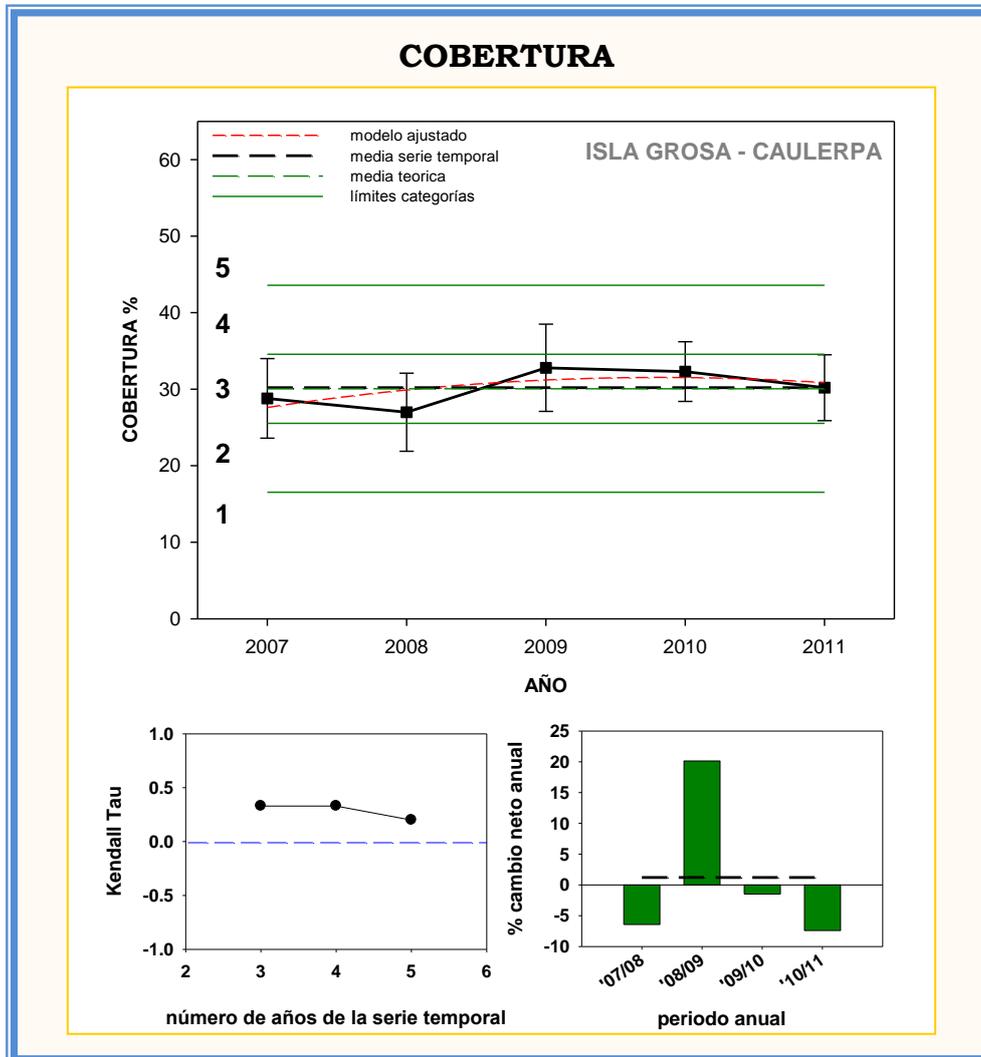
## ESTACIÓN 17: ISLA GROSA - CAULERPA (SAN PEDRO DEL PINATAR)

La densidad de haces para esta pradera mantiene un valor medio casi constante a lo largo de la serie temporal, dentro de la categoría “normal”, excepto el último año que incrementa significativamente hacia valores “altos”. La tendencia indica un comportamiento estable de la serie temporal ( $\tau$  de Kendall = 0,00), pero el último periodo anual (2010/11) tuvo un balance neto muy positivo que ha dado lugar a un valor medio claramente positivo de la tasa de cambio anual (6,3 %, que supone un crecimiento neto del periodo del 25 %. Por tanto, la tendencia del descriptor corresponde a un estado **progresivo moderado**.



**Figura 58. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

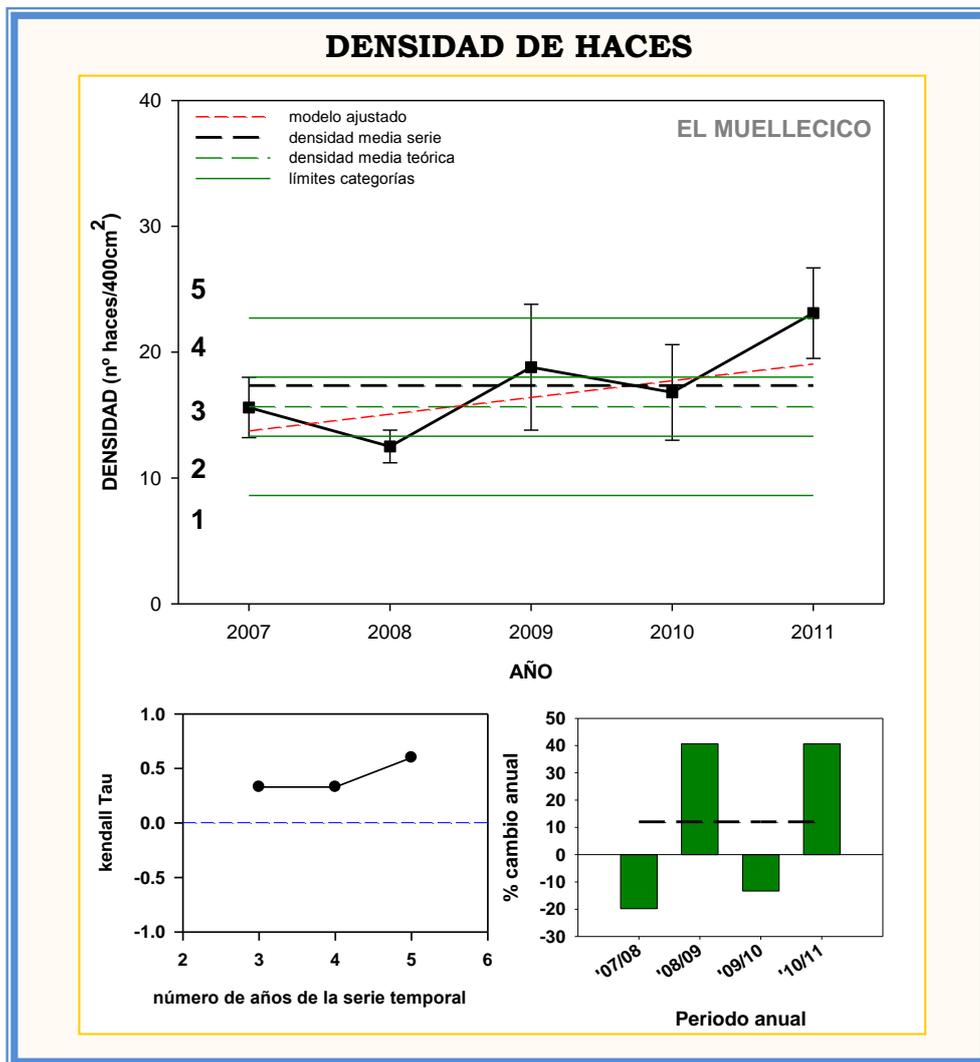
El descriptor cobertura es también bastante estable en esta pradera, con cierta tendencia positiva, y con un balance neto anual promedio positivo, aunque no tan marcado como para la densidad de haces de pradera (1,2%). Por tanto, la tendencia de este descriptor es **estable**.



**Figura 59. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal). Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

## ESTACIÓN 18: EL MUELLECICO (CABO TIÑOSO, CARTAGENA)

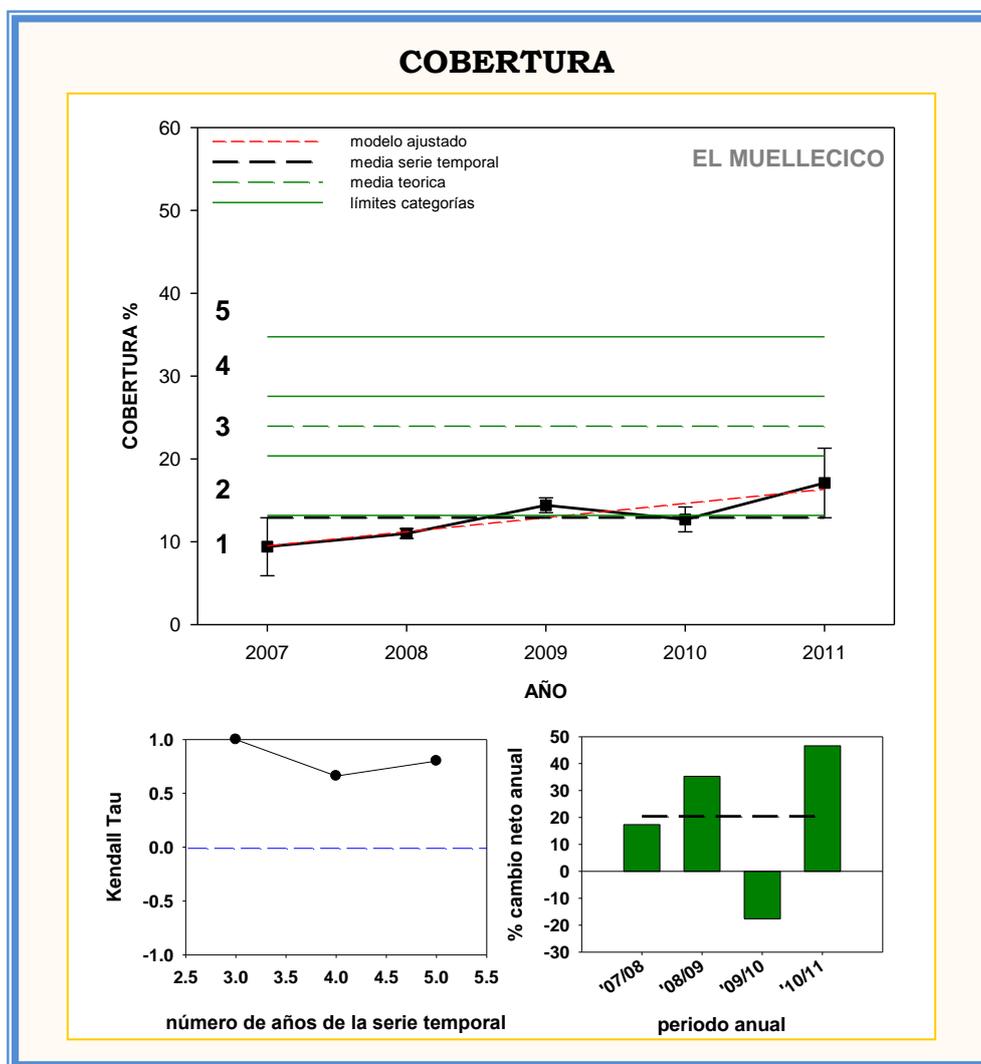
La densidad de haces de esta pradera muestra una dinámica marcadamente progresiva, con valores medios “normales” que van incrementando hacia valores “muy altos” en 2011. Las tendencias indicadas por tau kendall son predominantemente positivas y la tasa media de cambio neto anual es claramente positiva (+12%) debido a balances netos anuales muy positivos en 2008/09 y en 2010/11. El crecimiento neto del periodo es de +48%, siendo el comportamiento de este descriptor **progresivo alto**



**Figura 60. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

La cobertura muestra también un comportamiento claramente progresivo. Llama la atención que

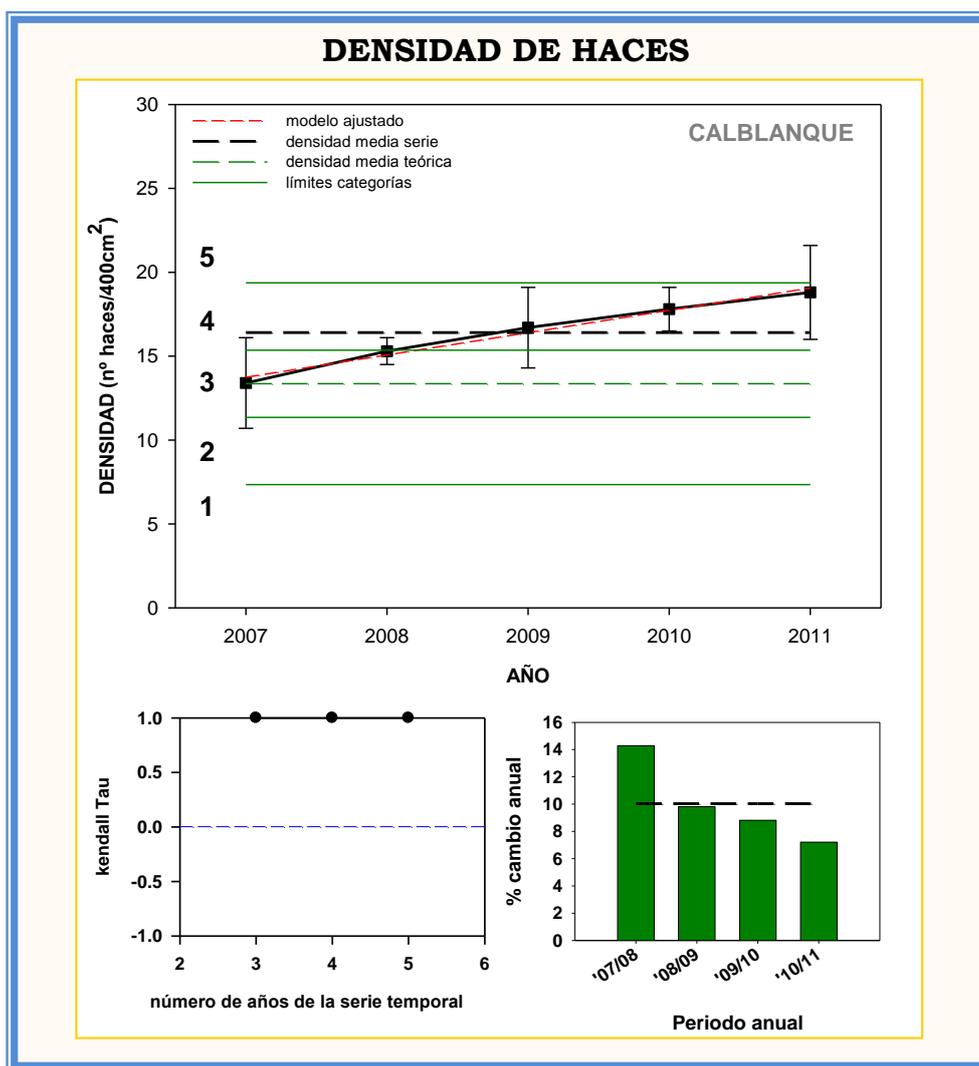
sus valores medios anuales varían entre las categorías de “bajo” y “muy bajo”, probablemente relacionado con la geomorfología de la zona (fondo rocoso acantilado) y la elevada energía hidrodinámica. Aún así, los balances netos anuales son muy positivos (media del 20%/año) y dan lugar a un crecimiento neto del periodo del 81,6%. En consecuencia el comportamiento de la dinámica de este descriptor es **progresiva alta**.



**Figura 61. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

## ESTACIÓN 19: CALBLANQUE (CARTAGENA)

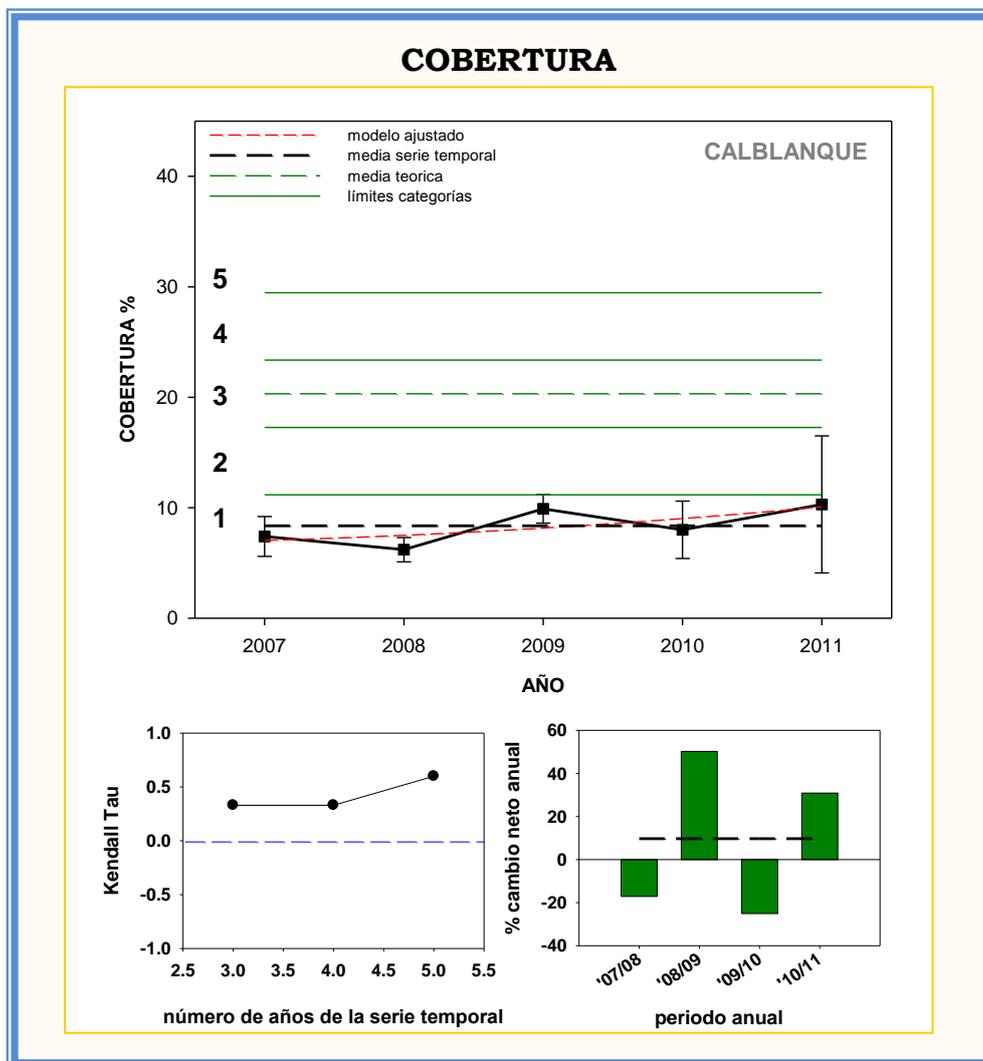
La densidad de haces de esta pradera aumenta de forma progresiva todos los años desde valores dentro de la categoría “normal” a valores dentro de la categoría de “alto”-“muy alto” en 2011. Esta tendencia progresiva es lineal, lo que se refleja en valores de tau kendall de 1,00. El promedio de la tasa de cambio anual del periodo es del 10%, que corresponde a un crecimiento total del periodo de 40,1%. El diagnóstico de la tendencia de este descriptor es **progresivo alto**.



**Figura 62. Gráfico superior:** evolución temporal de la densidad de haces (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

El descriptor cobertura, aún con valores durante todos los años dentro de la categoría de “muy

bajos”, parece igualmente indicar una tendencia **progresiva alta** de esta pradera al mostrar valores del índice tau de Kendall intermedios y positivos, porcentajes de cambio interanual con un promedio del 9,7%, y con una tasa de crecimiento neto entre 2007 y 2011 del 38, 8%.



**Figura 63. Gráfico superior:** evolución temporal del porcentaje de cobertura de pradera (media anual y error estándar y valor medio de la serie temporal. Categorías de densidad teórica: 1 = muy baja, 2 = baja, 3 = óptima, 4 = alta y 5 = muy alta. **Gráfico inferior izquierdo:** variación de la magnitud y signo de la tendencia de la serie temporal en función del número de años de la serie, representada por el estadístico no paramétrico Kendall-Tau. **Gráfico inferior derecho:** porcentaje de cambio neto de la densidad de haces en cada periodo anual de la serie temporal. La línea negra discontinua es el promedio del crecimiento anual de todo el periodo.

## 7.2 Síntesis de estado actual, diagnóstico y tendencia temporal de las praderas

A continuación se presentan en tablas (una para cada descriptor) una síntesis de los resultados mostrados en el apartado anterior, incluyendo un diagnóstico del estado de cada descriptor en cada pradera, con 5 categorías: regresivo alto, regresivo moderado, estable, progresivo moderado y progresivo alto.

<b>DENSIDAD DE HACES</b>					
<b>ESTACION</b>	<b>Categoría Estado Actual (modelo teórico)</b>	<b>Tau de Kendall</b>	<b>Promedio tasa anual de cambio (%)</b>	<b>% cambio neto 2004-2011</b>	<b>Diagnóstico de estado</b>
<b>E2: CALA TUNEZ</b>	Alto	0,71	10,7	75,2	<b>PROGRESIVO ALTO</b>
<b>E3: CALA ESCALERA - SOMERA</b>	Alto	0,00	4,3	29,9	<b>PROGRESIVO MODERADO</b>
<b>E5: CALA CERRADA - SOMERA</b>	Bajo	0,00	-2,0	-14,1	<b>REGRESIVO MODERADO</b>
<b>E6: CALA CERRADA - PROFUNDA</b>	Muy bajo	-0,64	-14,0	-97,6	<b>REGRESIVO ALTO</b>
<b>E7: LA AZOHÍA</b>	Muy alto	0,42	9,4	65,9	<b>PROGRESIVO ALTO</b>
<b>E8: ISLA PLANA - LEVANTE</b>	Alto	0,62	14,6	102,3	<b>PROGRESIVO ALTO</b>
<b>E9: CALABARDINA</b>	Normal	-0,07	-1,6	-11,2	<b>ESTABLE</b>
<b>E10: ISLA DEL FRAILE</b>	Alto	0,33	-1,3	-8,9	<b>ESTABLE</b>
<b>E11: ISLA PLANA - PONIENTE</b>	Muy alto	0,50	3,8	26,3	<b>PROGRESIVO ALTO</b>
<b>E12: ISLA GROSA</b>	Alto	0,90	8,0	48,1	<b>PROGRESIVO ALTO</b>
<b>E13: CALA ESCALERA - PROFUNDA</b>	Alto	-0,14	-1,3	-8,1	<b>ESTABLE</b>
<b>E14: PUERTO TOMÁS MAESTRE</b>	Normal	0,42	4,2	25,0	<b>PROGRESIVO MODERADO</b>
<b>E15: ISLA DE LAS PALOMAS</b>	Alto	0,33	1,8	11,0	<b>PROGRESIVO MODERADO</b>
<b>E16: CALA REONA</b>	Normal	0,20	-0,3	-1,3	<b>ESTABLE</b>
<b>E17: ISLA GROSA - CAULERPA</b>	Alto	0,00	6,3	25,3	<b>PROGRESIVO MODERADO</b>
<b>E18: EL MUELLECICO</b>	Muy alto	0,60	12,0	48,1	<b>PROGRESIVO ALTO</b>
<b>E19: CALBLANQUE</b>	Alto	1,00	10,0	40,1	<b>PROGRESIVO ALTO</b>

**Tabla 35.** Síntesis de los resultados obtenidos para el descriptor densidad de haces con las distintas aproximaciones empleadas en el estudio del estado actual y en el estudio de las tendencias temporales de las praderas estudiadas, junto con el diagnóstico de estado generado a partir de dichos resultados.

El análisis basado en el descriptor densidad de haces con las distintas aproximaciones empleadas ha realizado el siguiente diagnóstico para las 17 estaciones estudiadas: una única estación ha sido diagnosticada como en un estado *regresivo alto* (Cala Cerrada – profunda), mientras que un diagnóstico de estado *regresivo moderado* le ha correspondido a la estación ubicada en el límite superior de la misma pradera (Cala- Cerrada - somera); para el resto de estaciones 4 han recibido un diagnóstico de *estables*, 4 como *progresivo moderado* y 7 con

estado *progresivo alto*. En base al descriptor porcentaje de cobertura se han diagnosticado 2 praderas en un estado *regresivo moderado*, 5 como *estables*, 5 *progresivas moderadas* y 5 en estado *progresivo alto*.

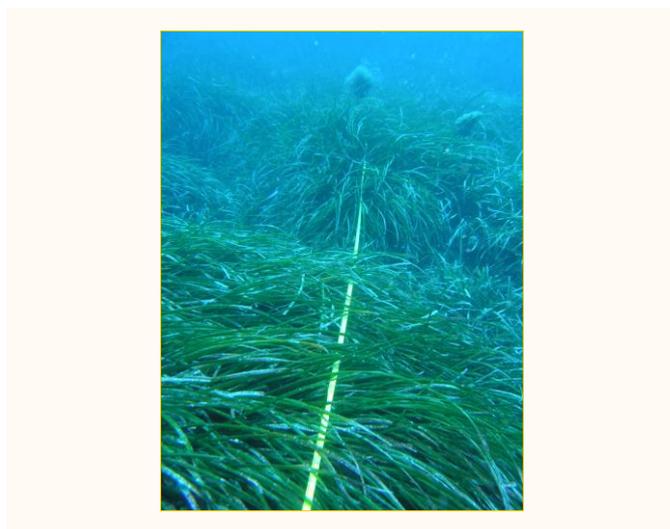
<b>COBERTURA DE PRADERA</b>					
ESTACION	Categoría	Tau de Kendall	Promedio	%	Diagnóstico de estado
	Estado Actual (modelo teórico)		tasa anual de cambio (%)	cambio neto 2004-2011	
<b>E2: CALA TUNEZ</b>	Alto	0,50	1,7	12,0	<b>PROGRESIVO MODERADO</b>
<b>E3: CALA ESCALERA - SOMERA</b>	Alto	0,35	-0,7	-4,6	<b>ESTABLE</b>
<b>E5: CALA CERRADA - SOMERA</b>	Normal	0,07	2,1	14,5	<b>PROGRESIVO MODERADO</b>
<b>E6: CALA CERRADA - PROFUNDA</b>	Bajo	-0,21	-3,0	-20,9	<b>REGRESIVO MODERADO</b>
<b>E7: LA AZOHÍA</b>	Alto	-0,21	5,3	37,2	<b>PROGRESIVO MODERADO</b>
<b>E8: ISLA PLANA - LEVANTE</b>	Alto	0,57	11,0	77,3	<b>PROGRESIVO ALTO</b>
<b>E9: CALABARDINA</b>	Normal	-0,07	1,2	8,3	<b>ESTABLE</b>
<b>E10: ISLA DEL FRAILE</b>	Normal	0,14	1,7	12,1	<b>ESTABLE</b>
<b>E11: ISLA PLANA - PONIENTE</b>	Alto	0,21	3,9	26,9	<b>PROGRESIVO MODERADO</b>
<b>E12: ISLA GROSA</b>	Alto	0,71	8,1	48,6	<b>PROGRESIVO ALTO</b>
<b>E13: CALA ESCALERA - PROFUNDA</b>	Normal	-0,14	-5,3	-32,1	<b>REGRESIVO MODERADO</b>
<b>E14: PUERTO TOMÁS MAESTRE</b>	Normal	0,42	0,2	0,9	<b>ESTABLE</b>
<b>E15: ISLA DE LAS PALOMAS</b>	Normal	0,61	7,7	46,2	<b>PROGRESIVO MODERADO</b>
<b>E16: CALA REONA</b>	Normal	0,60	6,9	34,7	<b>PROGRESIVO ALTO</b>
<b>E17: ISLA GROSA - CAULERPA</b>	Normal	0,20	1,2	4,8	<b>ESTABLE</b>
<b>E18: EL MUELLECICO</b>	Bajo	0,80	20,4	81,6	<b>PROGRESIVO ALTO</b>
<b>E19: CALBLANQUE</b>	Alto	0,50	1,7	12,0	<b>PROGRESIVO ALTO</b>

**Tabla 36.** Síntesis de los resultados obtenidos para el descriptor cobertura con las distintas aproximaciones empleadas en el estudio del estado actual y en el estudio de las tendencias temporales de las praderas estudiadas, junto con el diagnóstico generado partir de dichos resultados

A continuación se comentan estos resultados con más detalle para cada estación para determinar un diagnóstico de la pradera en base al diagnóstico particular de cada descriptor.

**E2: CALA TUNEZ:**

El diagnóstico de estado de la pradera basado en el descriptor densidad de haces indica un estado **progresivo alto**, mientras que el basado en la cobertura de pradera revela un estado **progresivo moderado**. Teniendo en cuenta que para ambos descriptores los valores en 2011 son categorizados como “altos” respecto a sus valores teóricos, que el diagnóstico general de la evolución temporal de la pradera tras 8 años de seguimiento es **PROGRESIVO ALTO**, coincidiendo con el diagnóstico emitido el año anterior. Esta pradera se encuentra en un excelente estado de conservación y no existe sobre ella ningún tipo de presión antrópica.



**Figura 64.** CALA TÚNEZ (-7 m). Detalle de la pradera de Cala Túnez donde se aprecia piqueta de muestreo y transecto de unión entre piquetas.

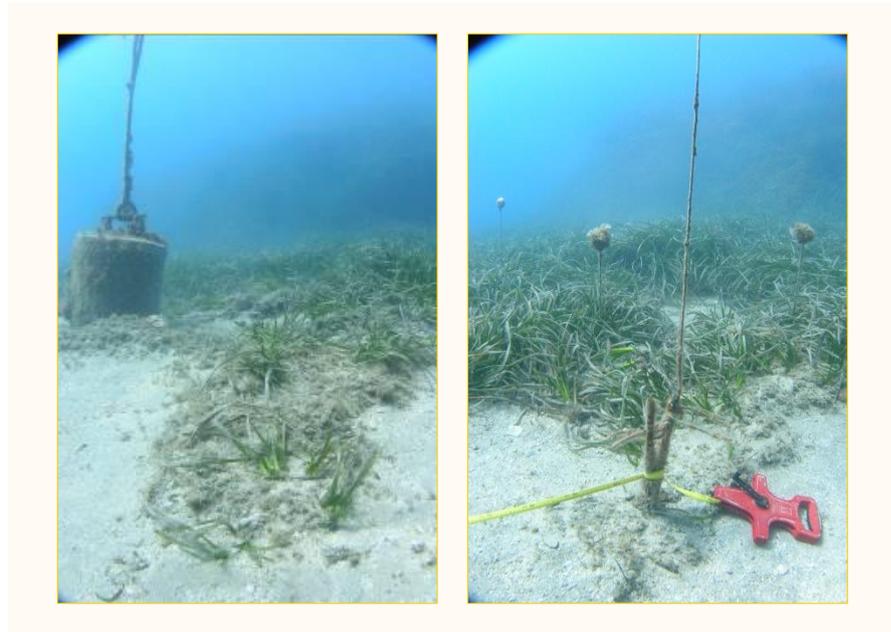
**E3: CALA ESCALERA – SOMERA:**

La estación localizada en la zona somera de la pradera de Cala Escalera de Cabo de Palos ha mostrado un diagnóstico de evolución temporal de **progresivo moderado** basado en el descriptor densidad y de **estable** en base al descriptor cobertura. Considerando ambos descriptores podemos afirmar que la evolución de esta pradera tiene una tendencia **PROGRESIVA MODERADA**, con valores dentro de la categoría “altos” para ambos descriptores. El diagnóstico de la estación no ha cambiado respecto al año anterior. La pradera se encuentra en un excelente estado de conservación, y no existe sobre ella ningún tipo de presión antrópica. Tan solo destacar la aparición hace dos años del alga invasora *Caulerpa racemosa* que de momento no parece tener influencia en la estructura de la pradera.

**E5: CALA CERRADA – SOMERA:**

La pradera somera de Cala Cerrada muestra un diagnóstico **regresivo moderado** en base al descriptor densidad de haces, mientras que el descriptor cobertura ofrece un diagnóstico de **progresivo moderado**. Los valores medios de densidad de haces han disminuido respecto a su valor inicial por lo que consideramos que esta pradera presenta síntomas de tendencia **REGRESIVA MODERADA**. El diagnóstico del año anterior era de progresivo moderado. En esta estación de muestreo se observan erosiones parciales causadas por el impacto de fondeos no controlados frecuentes en esta pradera, especialmente en verano. El alga invasora *Caulerpa racemosa* está presente en esta estación, aunque no se le relaciona con los síntomas regresivos

detectados. Como medida de precaución se sugiere la puesta en marcha urgente de planes y medidas de control del fondeo y del buceo en esta localidad.



**Figura 65.** CALA CERRADA SOMERA (-12 m). Síntomas de erosión mecánica del límite de la pradera de *P. oceanica* por el fondeo en Cala Cerrada somera.

**E6: CALA CERRADA – PROFUNDA:** Ambos descriptores empleados clasifican la pradera de esta estación en un estado de **regresivo**, siendo este **alto** en función de la densidad de plantas y de **moderado** en base a la cobertura de pradera. El diagnóstico general de estado lo establecemos en **REGRESIVO ALTO** al presentar valores de densidad y cobertura dentro de la categoría de “muy bajos” y “bajos”, respectivamente, si bien, los valores de cobertura han mostrado una ligera tendencia a incrementarse en los últimos años. El diagnóstico de esta estación es coincidente con el del año anterior, y la causa de una regresión tan marcada parece ser la misma que la apuntada anteriormente para la zona somera de esta misma estación. Se trata de una cala resguardada donde se concentra la práctica del buceo de iniciación y donde se concentran las embarcaciones cuando las condiciones son adversas, y por tanto, medidas de control de los fondeos y del buceo en esta pradera se hacen necesarias para evitar un mayor deterioro de la misma.



**Figura 66.** CALA CERRADA PROFUNDA (-21 m). Vista general de la estación donde se aprecia la fuerte regresión experimentada por esta pradera. Las piquetas que delimitaban el límite inferior han quedado en medio de un fondo arenoso y actualmente el límite se sitúa a una profundidad menor. En la foto de la derecha se aprecia la presencia del alga invasora *Caulerpa racemosa* desarrollando elevadas biomásas en los fondos desnudos adyacentes.

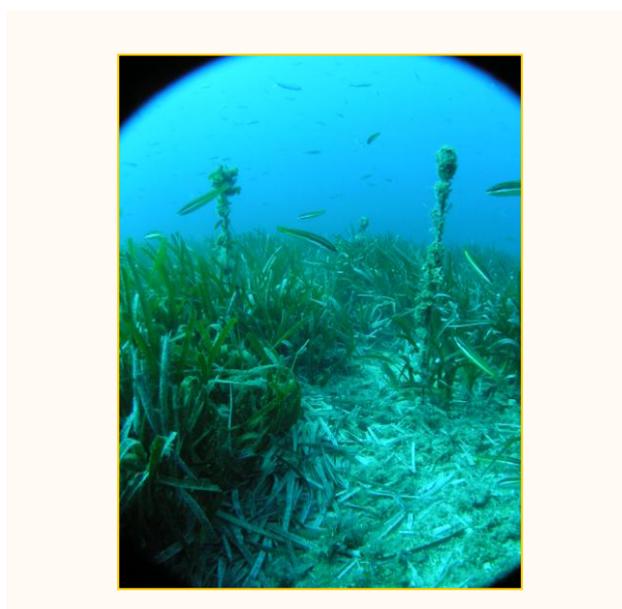
**E7: LA AZOHÍA:** La densidad de haces de esta pradera ha mostrado una dinámica claramente **progresiva alta**; la cobertura muestra una dinámica **progresiva moderada** debido a periodos anuales con cierto predominio de tendencias regresivas, que en los últimos años han sido compensados con balances muy positivos. Actualmente esta pradera muestra valores de ambos descriptores claramente superiores a los iniciales y dentro de las categorías “muy alto” y “alto”, por lo que esta pradera se encuentra en un estado **PROGRESIVO ALTO**. Este diagnóstico ha mejorado respecto al de 2010 que era de regresivo moderado debido al predominio de las tendencias negativas de la cobertura. Como se ha constatado en años anteriores, esta pradera se encuentra fuertemente influenciada por las inundaciones periódicas de sedimentos finos terrígenos procedentes de la rambla situada frente a esta localidad y que tienen lugar durante episodios de fuertes lluvias torrenciales frecuentes en otoño y/o primavera. La elevada frecuencia de lluvias torrenciales en el periodo de estudio puede haber explicado este fenómeno regresivo natural transitorio (ver informe de 2010).

**E8: ISLA PLANA – LEVANTE:** La pradera de Isla Plana – Levante muestra para ambos descriptores un diagnóstico de **progresivo alto**, y por tanto, el diagnóstico general es de **PROGRESIVO ALTO** coincidiendo con la evaluación realizada en 2010. Esta pradera no está sometida a ningún tipo de presión antrópica y se considera en un excelente estado de conservación.



**Figura 67.** ISLA PLANA - LEVANTE (-6 m). Vista general de la pradera ubicada a levante de Isla Plana.

**E9: CALABARDINA:** La pradera de Calabardina recibe este año un diagnóstico de **estable** en base a ambos descriptores, y en consecuencia, su diagnóstico general es de **ESTABLE** confirmando la valoración realizada del año anterior. Sobre esta pradera se han documentado los efectos erosivos de los fuertes temporales de componente oeste (Ponientes y lebeches) a los que está expuesta y que pueden ser los responsables de las tendencias regresivas detectadas en años anteriores en ambos descriptores. Los rizomas están muy desenterrados, con sedimento grueso y escaso, y se observan abundantes fragmentos de pradera arrancados tras los temporales. Esta influencia explicaría las fluctuaciones de los descriptores detectadas desde el inicio del seguimiento. No existe ningún tipo de presión antrópica sobre esta pradera y se considera en un excelente estado de conservación.



**Figura 68.** CALABARDINA (-16 m). Vista general de un punto de muestreo en la estación ubicada en la pradera de Calabardina..

**E10: ISLA DEL FRAILE:** Tanto la densidad de plantas como la cobertura coinciden en clasificar esta pradera como **estable**, y por lo tanto, su diagnóstico general de estado es **ESTABLE** manteniendo el diagnóstico realizado el año anterior, y reforzando su valoración como pradera con estabilidad temporal. Esta clasificación confirma que la posible influencia del vertido de la granja marina adyacente sobre la pradera no se ha manifestado en una alteración de la estructura espacial de la misma, al igual que ocurre en otras praderas de la Región de Murcia que reciben la influencia difusa y remota de los vertidos de las piscifactorías (Ruiz et al. 2009). Realmente la dinámica de esta pradera es muy similar a la de Calbardina, indicando que las variaciones observadas son naturales. Sin embargo, siguiendo el principio de precaución es recomendable no incrementar los niveles actuales de producción de la piscifactoría y continuar con los trabajos de seguimiento en esta zona.



**Figura 69** ISLA DEL FRAILE (-15 m). Vista general de un punto de muestreo en la estación ubicada en la pradera de Calbardina..

**E11: ISLA PLANA - PONIENTE:** La pradera ubicada a poniente de Isla Plana presenta un estado de evolución temporal diagnosticado como **progresivo alto** en función a los resultados obtenidos con el descriptor densidad de haces, y **progresivo moderado** con los basados en la variable cobertura. El diagnóstico general es de **PROGRESIVO MODERADO** manteniendo el diagnóstico realizado el año anterior. Esta pradera no se encuentra expuesta a ningún tipo de presión antrópica y se considera con un estado de conservación óptimo.



**Figura 70.** ISLA PLANA - PONIENTE (-3 m). Vista general de la estación de muestreo situada en la pradera de Isla Plana – Poniente.

**E12: ISLA GROSA:** El análisis temporal y de estado basado en los descriptores de estructura de pradera densidad de haces y cobertura ofrece un mismo diagnóstico de estado **progresivo alto** y, por consiguiente, el diagnóstico general para esta pradera es de **PROGRESIVO ALTO** manteniendo el diagnóstico realizado el año anterior. Los valores de ambos descriptores dentro de la categoría de “altos”, según el modelo teórico, indican junto con la clasificación obtenida que la pradera se encuentra en un excelente estado de conservación. Esta pradera está integrada en el LIC marino de la Región de Murcia y en la zona de amortiguación marina de la ZEPA Isla Grosa. Hay que tener en cuenta, por otro lado, que en esta localidad existe una de las colonias más importantes del alga invasora *Caulerpa racemosa*, que aprovecha cualquier alteración de la estructura de la pradera de *P. oceanica* para su expansión. Por este motivo es de vital importancia mantener el nivel de protección de la pradera de *P. oceanica* frente al anclaje de embarcaciones, instalar fondeos ecológicos y continuar con el seguimiento ecológico de la pradera y de otras especies/hábitats marinos vulnerables (*Pinna nobilis*).



**Figura 71.** Isla Grosa (-5 m). Vista general de la estación ubicada en la pradera de Isla Grosa con diagnóstico de estado de evolución temporal progresivo alto.

**E13: CALA ESCALERA – PROFUNDA:** La evolución temporal de la densidad de haces presenta un comportamiento bastante **estable**, mientras que la cobertura sigue una dinámica **regresiva moderada**. Mantenemos por lo tanto el diagnóstico general del año pasado de **REGRESIVO MODERADO**. La cobertura muestra en los últimos años tendencias progresivas, aunque no lo suficientes como para alcanzar los niveles iniciales de este descriptor debido a la fuerte tendencia regresiva entre los años 2005 y 2007. Puesto que no existe en las inmediaciones de esta pradera ningún tipo de presión antrópica que pudiera explicar este comportamiento regresivo, todo apunta a que se deba a causas de origen natural. Entre los factores responsables podríamos citar la fuerte exposición hidrodinámica característica de esta zona, particularmente susceptible a la erosión por parte de los temporales de componente SO. Las perturbaciones de tipo erosivo/mecánico pueden actuar preferentemente fragmentando la cobertura de la pradera, más que modificando la densidad (aunque no necesariamente). Las praderas que colonizan este tipo de ambientes han persistido durante mucho tiempo y, por tanto, es posible que la dinámica observada sea el resultado del equilibrio entre la pradera y el régimen de perturbación

dominante. Es decir, se podría tratar simplemente de una dinámica plurianual forzada por variaciones cíclicas de la frecuencia y/o intensidad de los temporales. O bien, debido a los efectos del cambio climático sobre la frecuencia y/o intensidad de los temporales. Serían necesarios estudios de clima y oceanografía local exhaustivos para poder apoyar este tipo de especulaciones.

**E14: PUERTO TOMÁS MAESTRE:**

El análisis de evolución temporal establece un estado **progresivo moderado** en base al descriptor densidad de haces, siendo de **estable** cuando es la cobertura el descriptor empleado. Puesto que para ambos descriptores los valores de tau de kendall son positivos y de valor absoluto intermedio, los valores actuales superiores a los medios teóricos y a los correspondientes al primer año de seguimiento, el diagnóstico general para la estación se define de **PROGRESIVO MODERADO**, manteniendo la valoración realizada en el año anterior. Esta pradera se encuentra ubicada en la salida del canal de “El Estacio” donde se produce el intercambio de agua entre la laguna hipersalina del Mar Menor y el Mar Mediterráneo adyacente. Al ser una zona influenciada por el agua de la laguna costera la pradera puede estar sufriendo el efecto de la hipersalinidad así como de la contaminación causada por la elevada presencia humana en esta zona. A pesar de ello los datos indican que su estructura no muestra, por ahora, ningún indicio de alteración o regresión y, por tanto, la posible presión antrópica causada por los factores mencionados debe ser de una intensidad baja y de carácter difuso. No obstante, si se ha observado cierta alteración en la población de haces de los cuadrados fijos instalados en esta pradera en 2007 (ver anexo), que parece estar en relación al agua hipersalina que sale desde el interior de la laguna y que alcanza claramente el límite de esta pradera. Mediante sensores sumergibles CT (conductividad & temperatura), se ha comprobado recientemente que la salinidad fluctúa hacia valores anormalmente altos por encima del límite de tolerancia de esta especie a la salinidad. Este efecto podría explicar alguna de las variaciones interanuales observadas en las series temporales de estos descriptores.

**E15: ISLA DE LAS PALOMAS:** Ambos descriptores empleados coinciden en diagnosticar para la pradera de Isla de las Palomas un estado de evolución temporal **progresivo moderado**, siendo por lo tanto el diagnóstico general de **PROGRESIVO MODERADO**, coincidente con el realizado el año anterior. El límite inferior de esta pradera experimentó en el pasado importantes alteraciones asociadas a la pesca de arrastre que sobre ella se realizaban de forma rutinaria, sin embargo, la instalación de arrecifes artificiales con fines protectores parece estar teniendo efectos positivos de cara a la recuperación de la estructura de la pradera tal y como indican las tendencias progresivas diagnosticadas en los últimos años. Este resultado está de acuerdo con la tendencia positiva de la abundancia de praderas de *P. oceanica* protegidas mediante arrecifes artificiales observada en otras zonas del levante español (González Correa et al. 2005).

**E16: CALA REONA:** El estudio de la evolución temporal basado en la densidad de haces permite realizar un diagnóstico para esta pradera de **estable**, mientras que para la variable cobertura se ha determinado un calificación de estado **progresivo alto**. El diagnóstico general para esta pradera se establece, por lo tanto, en **PROGRESIVO MODERADO**, coincidiendo con la valoración realizada el año anterior. Por su baja profundidad y por su orientación esta pradera puede verse influenciada por los temporales, de manera que las fluctuaciones observadas a lo

largo del periodo de seguimiento en los valores de los descriptores estudiados pudieran estar respondiendo a los regimenes hidrodinámicos característicos de cada año. Por otro lado, la variabilidad en la densidad de plantas observada en la serie temporal puede estar influenciada por la alta densidad de erizos de la especie *Paracentrotus lividus* que de forma general viene siendo observada en esta estación, dado su papel de herbívoros generalistas identificados como uno de los principales organismos que se alimentan directamente de las hojas de esta fanerógama marina. La causa de las elevadas densidades de erizos podría radicar en la influencia de los vertidos orgánicos procedentes del emisario de aguas residuales urbanas de Cala Reona, que se encuentra roto desde hace años a la salida de la cala a una profundidad de 11 metros y que durante los días de vientos de componente Sur puede estar afectando a la pradera. El único caso donde se ha demostrado que una elevada densidad de erizos es la causante de una fuerte regresión de pradera ha sido documentado en las inmediaciones de una granja marina debido a los aportes orgánicos de ella procedentes (Ruiz et al. 2001, Ruiz et al 2009). Se precisa, por tanto, la reparación urgente del emisario antes de que la población de erizos siga aumentando y cause un efecto significativo sobre la estructura de esta pradera.

#### **E17: ISLA GROSA – CAULERPA:**

La pradera de Isla Grosa - caulerpa obtiene un diagnóstico de **progresivo moderado** en base al indicador densidad de haces, mientras que para el de cobertura ha sido de **estable**. Aunque el comportamiento de la densidad de haces ha sido predominantemente estable, su valor medio ha incrementado un 25% respecto al valor inicial por lo que se considera que la dinámica de la pradera es **PROGRESIVA MODERADA**. Destaca en esta pradera la presencia desde 2006 del alga invasora *Caulerpa racemosa*, que aunque llega a alcanzar extensiones y abundancias importantes sobre las comunidades de algas fotófilas, no se la ha observado penetrando en el interior de la pradera o apenas unos pocos centímetros desde el borde la misma (ver Anexo II). Esta pradera está integrada en el LIC marino de la Región de Murcia y en la ZEPA Isla Grosa.



**Figura 72.** ISLA GROSA - CAULERPA (-12 m). Vista general de la estación ubicada en la pradera de Isla Grosa, donde se aprecia la presencia del alga invasora *Caulerpa racemosa* en los fondos adyacentes a la pradera.

#### **E18: EL MUELLECICO**

La estación de muestro ubicada en el límite inferior de la pradera localizada en el Muellecico (Cabo Tiñoso), que forma una banda de pradera estrecha sobre un fondo rocoso de acusada

pendiente, recibe el diagnóstico de estado de evolución temporal de **progresivo alto** para ambos descriptores de pradera estudiados, y en consecuencia, su diagnóstico general tras 5 años de seguimiento es de **PROGRESIVO ALTO**. Los datos de densidad de haces en esta pradera se encuentran en la actualidad dentro de la categoría de valores “muy altos” mientras que los de cobertura son considerados como “bajos” en base al modelo teórico, aunque en ambos casos ambos descriptores han experimentado un incremento neto del 48% y 81%, respectivamente, respecto al valor medio inicial. Los valores más bajos de cobertura respecto a los esperados a esa profundidad se deben probablemente a la naturaleza rocosa acantilada, la elevada pendiente y la elevada energía hidrodinámica.



**Figura 73.** EL MUELLECICO (-22 m). Punto de muestreo identificado con piqueta de la pradera de cabo Tiñoso ubicada en la estación denominada El Muellecico.

### **E19: CALBLANQUE**

La pradera de seguimiento ubicada frente al Parque Regional de Calblanque ha mostrado tras 5 años de seguimiento un incremento notable en la densidad de haces con valores que han pasado de ser “normales” en 2007 a alcanzar niveles comprendidos entre las categorías de “altos” y “muy altos” en la actualidad. La tendencia de este descriptor recibe un diagnóstico de evolución de **progresivo alto**. Para la variable cobertura, con un diagnóstico de evolución igual de **progresivo alto** muestra en la actualidad valores de cobertura comprendidos, en función el modelo teórico desarrollado, dentro de las categorías de “muy bajos” y “bajos”. El diagnóstico general para esta pradera es **PROGRESIVO ALTO**. En esta pradera se han observado algunas erosiones mecánicas puntuales causadas por artes de pesca artesanal (pulperas y tresmallos), así como la colonización del alga invasora *C. racemosa* desde 2005; los datos disponibles no indican que estos factores sean una amenaza para esta pradera (ver también Anexo II).

### **7.3 Valoración general de resultados**

Como ha ocurrido en ediciones anteriores, uno de los resultados más relevantes es el cambio de diagnóstico de la tendencia de la serie temporal a medida que se aumenta un año más la serie temporal. Estos cambios de diagnóstico están relacionados con los patrones de variación temporal de los descriptores en cada pradera y refuerzan la idea de que las series temporales

deben tener una longitud adecuada para que sean representativas de dicha variabilidad y poder emitir diagnósticos de estado y evolución de las praderas fiables y realistas.

En 2011, de las 17 estaciones de seguimiento, solo una estación ha cambiado de diagnóstico, lo que sugiere que la mayoría de las series temporales obtenidas son ya representativas del patrón de variación temporal propio de cada pradera. La pradera que ha cambiado de diagnóstico es la de La Azohía, que pasa de tener una dinámica regresiva moderada en 2010 a progresiva alta en 2011. Esto se debe al predominio de tendencias regresivas de la cobertura en esta pradera entre 2006 y 2010, relacionadas con una mayor frecuencia de acumulación de sedimentos procedentes de aportes terrígenos torrenciales, y a un considerable y repentino incremento de este descriptor en 2011 que ha revertido por completo la dinámica regresiva detectada en años anteriores. Los aportes terrígenos proceden de una rambla que desemboca frente a esta pradera, de manera que las variaciones observadas podrían reflejar ciclos naturales de años en los que hay más lluvias y aportes terrígenos. La existencia de estos ciclos plurianuales de la estructura y dinámica poblacional de las praderas es un aspecto clave para entender las tendencias de su evolución a largo plazo. En el caso concreto de esta pradera, si solo nos basamos en los datos obtenidos hasta 2010 se podría caer en el error de predecir la desaparición de la pradera en un número determinado de años y esta predicción es muy diferente si tenemos en cuenta el dato obtenido en 2011. Algo similar podría ocurrir con la pradera de Cala Escalera profunda, que muestra una fuerte tendencia regresiva de su cobertura entre 2005 y 2009, pero que está revertiendo a una dinámica progresiva entre 2009 y 2011, aunque en este caso todavía no ha sido capaz de alcanzar los valores iniciales de 2004. En cualquier caso ambas praderas son excelentes ejemplos de la existencia de variaciones plurianuales naturales que si no se analizan a la escala temporal apropiada podrían llevar a conclusiones erróneas.

La existencia de estas variaciones temporales en la densidad y la cobertura contrasta con la idea generalmente estática de la estructura de una pradera y su dinámica poblacional, que lleva a pensar erróneamente que la detección de una disminución de sus valores un año es ya indicador del declive de la pradera. Estas variaciones temporales son reales y nada lleva a pensar en nuestro caso que sean fruto de errores asociados al método de muestreo. De hecho se ha comprobado la existencia de estas variaciones temporales empleando otros métodos, como los censos de haces en parcelas fijas, evitando así el efecto de la heterogeneidad espacial en la medición de los descriptores (Anexo I). Las causas de estas fluctuaciones anuales o plurianuales deben estar relacionadas con factores tanto de tipo endógeno (ritmos vegetativos internos) como exógeno (variaciones climáticas de la radiación solar, de la pluviometría o de la intensidad y/o frecuencia de los temporales).

De las 17 praderas estudiadas, 11 casos (64,7%) presentan una dinámica progresiva en mayor o menor grado, 3 casos (17,6%) son estables y 3 (17,6%) están en regresión. De los casos en regresión, 2 son explicados por causas antrópicas (efecto del fondeo no controlado en Cala Cerrada somera y profunda) y pero 1 caso (5,8% del total) no se relaciona con ningún tipo de presión antrópica y se encuentra en un área marina protegida (Cala Escalera-profunda, Reserva Marina de Cabo de Palos-Islas Hormigas). Este caso confirma la existencia de praderas con dinámicas regresivas en condiciones naturales, aparentemente no influenciadas por la presión antrópica, y que ha llevado a algunos autores a proponer una regresión de carácter más global de las praderas de *P. oceanica* en el Mediterráneo (Marbà 2009; Bonhome et al 2010), no asociada al impacto local de la actividad humana. Sin embargo, el porcentaje de casos en regresión observado por estos autores es mucho mayor que el detectado en la Región de Murcia;

por otro lado, como se ha comentado antes, el carácter regresivo de esta pradera de Cabo de Palos dependa de la escala temporal con la que se realiza la observación y, de hecho, el balance neto anual de los últimos años es positivo y si continúa así, la tendencia de la serie temporal será estable y los valores se igualarán a los iniciales. Otros estudios con metodologías similares tampoco han detectado tendencias regresivas en praderas de áreas marinas protegidas del Mediterráneo (González-Correa et al 2005).

#### 7.4 Calidad de los datos

La experiencia acumulada a lo largo de los años de proyecto (2004-2011) nos ha permitido realizar modificaciones de los métodos del proyecto que, sin duda alguna, han mejorado aspectos tan importantes como la seguridad de las inmersiones o la calidad científica de los datos. Estas modificaciones incluyen, entre otras, aspectos pedagógicos de la formación de los buceadores, control de la precisión y exactitud de las medidas, reducción del número de participantes y reducción del número de mediciones. De esta manera se ha consolidado un protocolo definitivo para llevar a cabo con éxito los objetivos del proyecto. Con respecto al objetivo de obtener datos científicamente válidos, éste ha sido confirmado mediante la realización de controles específicos de los descriptores. Así, por ejemplo, la instalación de cuadrados fijos de 40x40 cm en todas las estaciones de la red ha permitido contrastar la fiabilidad de las variaciones interanuales de la densidad de haces obtenidas mediante el método de medición de este descriptor.

Año	Nº estaciones	Nº puntos/Est	Centros	nº Voluntarios
2004	9	10	8	107
2005	13	8	13	83
2006	14	6	10	49
2007	17	6	10	32
2008	17	6	11	47
2009	17	6	12	46
2010	17	6	9	66
2011	17	6	9	63
<b>TOTAL</b>				<b>493</b>

**Tabla 37.** participación de centros de buceo y buceadores voluntarios en el periodo 2004- 2011.

#### 7.5 Participación

Un año más el proyecto se encuentra entre los más demandados como actividad alternativa por el colectivo de buceadores a nivel nacional, recibiendo año tras año críticas excelentes que en parte han permitido su mejora. Como todos los años la demanda de plazas fue muy superior al número total ofertado. La reducción de participación desde el año 2004 (tabla 37) se debe únicamente a criterios técnicos, del equipo científico del IEO. Con el fin de aumentar la seguridad en las inmersiones (participa personal cada vez más cualificado para bucear y la duración de las inmersiones se ajusta mejor a la curva de seguridad de la inmersión), la calidad

de la formación también es mayor (lo cual se refleja en la elevada calidad del trabajo realizado por los voluntarios durante la inmersión) y todo repercute finalmente en una excelente calidad de resultados. Hay que destacar que no se ha producido ningún tipo de accidente de buceo durante las inmersiones, lo cual se debe también al excelente criterio de los centros de buceo a la hora de organizar y planificar la inmersión.

## 8. CONCLUSIONES

### *Aspectos generales del proyecto:*

1. Un año más, el proyecto, en aspectos relativos a la participación así como de divulgación y concienciación ambiental, ha sido un éxito ya que la demanda de participación continua siendo elevada tras 9 años de duración del mismo. De hecho, el número de solicitudes continúa siendo superior al de plazas ofertadas, lo que constata el elevado grado de interés social que despierta y que no se ha visto reducido con el paso de los años. Los objetivos divulgativos, por lo tanto, han sido alcanzados de forma satisfactoria y respaldados por el elevado grado de satisfacción que los participantes han mostrado tras la experiencia.
2. La experiencia acumulada hasta la fecha ha permitido definir un protocolo de trabajo que compatibiliza aspectos básicos como la seguridad de los buceadores participantes, las tareas de divulgación y la calidad científica de los datos obtenidos por los voluntarios.

### *Aspectos relativos al estado de las praderas:*

3. Excepto en un caso (La Azohía), el diagnóstico actual de la evolución temporal de las praderas estudiadas no ha cambiado en relación al realizado en base a los datos de la edición anterior del proyecto. Esto indica, por un lado, que nuestras series temporales ya contienen una variabilidad temporal representativa del patrón de variación natural de los descriptores de las praderas y, por otro lado, la importancia de obtener series temporales largas (al menos 10 años) para poder emitir diagnósticos fiables, especialmente cuando se requieren para la toma de decisiones en aspectos concretos de gestión.
4. La combinación de distintas metodologías de muestreo confirma que las variaciones interanuales del descriptor se corresponden con variaciones naturales de la dinámica poblacional de la praderas y no a artefactos asociados a la metodología de muestreo empleada (Anexo I).
5. La mayoría de las praderas estudiadas (82,3%) muestran una dinámica progresiva o estable entre 2004 y 2011 y 3 casos (17,6%) están en regresión. De los casos en regresión, 2 son explicados por causas antrópicas (efecto del fondeo no controlado en Cala Cerrada somera y profunda) y pero 1 caso (5,8% del total) no se relaciona con ningún tipo de presión antrópica y se encuentra en un área marina protegida (Cala Escalera-profunda, Reserva Marina de Cabo de Palos-Islas Hormigas).
6. Se recomienda la implantación de acciones de gestión urgentes para controlar el fondeo y el buceo en esta pradera, así como en otras zonas de especial interés de conservación (p.e. Isla Grosa) en las que esta actividad es una amenaza potencial para la pradera de *P. oceanica*.
7. El diagnóstico regresivo moderado de la estación de Cala de la Escalera Profunda debe de ser de origen natural al no encontrarse sometida a ninguna presión antrópica, y posiblemente esté reflejando la influencia que los temporales con componente oeste tienen sobre ella debido a las características geomorfológicas de su ubicación. Este diagnóstico podría cambiar en el futuro si se trata de fluctuaciones cíclicas plurianuales o intensificarse, si por el contrario, se debe al incremento en la frecuencia e intensidad de los temporales asociados al calentamiento global. En cualquier caso, los resultados no

apoyan una regresión general de las praderas de *Posidonia oceanica* en la Región de Murcia como se ha sido sugerido desde otros ámbitos científicos (Marbà 2009). En todo caso, se ha observado una tendencia general progresiva en los últimos años, más de acuerdo con otras publicaciones más recientes (González Correa et al. 2007).

8. A pesar de la conclusión anterior, la posibilidad de que la estructura de las praderas se vea afectada a largo plazo por el impacto del cambio climático global no debe ser descartada por lo que se debería prestar especial atención, por un lado, a la medición en continuo de factores ambientales clave (temperatura, alcalinidad, hidrodinamismo, etc.) y, por otro lado, al seguimiento continuado de las praderas que están próximas a condiciones ambientales extremas (respecto al rango natural de condiciones ambientales a las que se encuentran adaptadas), como las praderas muy someras susceptibles de recibir la influencia de olas de calor extremo, las praderas profundas próximas a su punto de compensación o las que se encuentran en zonas de energía hidrodinámica especialmente intensa (p.ej. Cabo Palos y otros cabos).
9. Ver conclusiones del trabajo realizado en Anexo I.

## 9. Referencias bibliográficas

- Alcoverro, T., C.M. Duarte and J. Romero. 1995. Annual growth dynamics of *Posidonia oceanica*: contribution of large-scale versus local factors to seasonality. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 120: 203-210.
- González-Correa JM, J Bayle, JL Sánchez-Lizaso, C Valle, P Sánchez-Jeréz, JM Ruiz. 2005. Recovery of deep *Posidonia oceanica* meadows degraded by trawling. *J Exp Mar Biol Ecol* 320: 65-76.
- González-Correa JM, JT BayleSempere, P Sánchez-Jeréz, C Valle. 2007. *Posidonia oceanica* Meadows are not declining globally. Analysis of population dynamics in marine protected areas of the Mediterranean Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 336: 111-119.
- Marbà, N., C.M. Duarte, J. Cebrián, M.E. Gallegos, B. Olesen y K. Sand Jensen. 1996. Growth and population dynamics of *Posidonia oceanica* on the Spanish Mediterranean coast: elucidating seagrass decline. *Marine Ecology Progress Series* 137: 203-213.
- Marbà, N., C.M. Duarte, E. Díaz Almela, J. Terrados, E. Álvarez, R. Martínez, R. Santiago et al. 2005. Direct evidence of imbalanced seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot population dynamics along the Spanish Mediterranean. *Estuaries* 28: 51-60.
- Marbà, N. 2009. Loss of seagrass meadows from the Spanish coast: results of the praderas project. En: Duarte, C.M. (Ed.) *Global loss of coastal habitats: rates, causes and consequences*. Fundación BBVA, Bilbao, España: 59-88 pp.
- Ruiz JM, M Pérez, J Romero. 2001. Effects of fish farm loading on seagrass (*Posidonia oceanica*) distribution, growth and photosynthesis. *Marine Pollution Bulletin* 42: 749-760.
- Ruiz JM, J Romero. 2001. Effects of *in situ* experimental shading on the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Marine Ecology Progress Series* 215: 107-120.
- Ruiz JM, C Marco Méndez and JL Sánchez Lizaso. 2009. Remote influence of off-shore fish farm waste on Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows. *Marine Environmental Research* 69: 118-126.

## **ANEXO I. Difusión**

---



## Publicaciones

### Artículos investigación

Ruiz JM, Marín-Guirao L, Bernardeau-Esteller J, Ramos-Segura A, García-Muñoz R y Sandoval-Gil JM. 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*, 34:73-82.

Bernardeau Esteller J, Marin-Guirao L, Sandoval-Gil JM y Ruiz JM. 2011. Photosynthesis and metabolic carbon balance of the invasive *Caulerpa racemosa* var *cylindracea* (Chlorophyta, Caulerpales) along a depth gradient. *Scientia Marina*, 75:803-810.

Marín-Guirao L, Bernardeau-Esteller J, Sandoval-Gil JM y Ruiz JM. Resistance of *Posidonia oceanica* Meadows to the invasion of the introduced *Caulerpa racemosa*: the role of Light. *Biological Invasions*, en revision.

### Otros eventos de difusión

#### POSIMED II

Durante los días 19 y 20 de octubre de 2011 se celebró en el Museo Nacional de Arqueología Subacuática (ARQUA) de Cartagena las Jornadas POSIMED II organizadas por el Grupo de Investigación de Angiospermas Marinas (GEAM) dirigido por el Dr. Juanma Ruiz investigador Titular del Centro Oceanográfico de Murcia (IEO) y responsable de la Red de



Seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica* en la Región de Murcia. Las jornadas contaron la presencia del Director del Instituto de Ecología Litoral, el Subdirector del IEO, representante de la Fundación Biodiversidad, responsables de las redes de seguimiento de Posidonia de Baleares, Comunidad Valenciana y de Andalucía, el responsable del Parque Nacional de Chafarinas, el director del ARQUA y representantes de las Comunidades Autónomas que financian las Redes de Posidonia así como del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Marino y Rural. En la primera jornada de dicho encuentro se realizaron ponencias acerca del estado y la evolución de las praderas de Posidonia de la Región de Murcia, Comunidad Valenciana, Illes Balears, Cataluña, Andalucía y de las Chafarinas. Durante la segunda jornada se expuso el papel de dichas redes de seguimiento en las actuales políticas de conservación y gestión del ecosistema marino costero entre otros temas entre los que se incluyen la solicitud de un proyecto LIFE Posidonia Levante. Estas jornadas se encuadran dentro del proyecto POSIMED que nace para cubrir las necesidades de coordinación y colaboración de las distintas Redes de Posidonia con el fin de favorecer la colaboración y el intercambio de experiencias entre dichas redes autonómicas.



**Figura 1.** Fotografía de asistentes y participantes de las Jornadas de POSIMED II realizadas en el Museo Nacional de Arqueología Subacuática de Cartagena.

### Difusión a través de Internet.

#### Facebook

De forma regular a lo largo del año se han ido actualizando y añadiendo informaciones relacionadas con las salidas, la organización de los grupos de voluntarios y otras informaciones relevantes para el presente proyecto en la página de Facebook del equipo de investigación:



#### Encyclopedia of life (EOL)

El equipo de investigación ha participado en la creación audiovisual incluida en la página de la *Encyclopedia of life* relativa a la especie invasora *Caulerpa racemosa*, donde se reflejan y da difusión a los resultados obtenidos por medio del presente proyecto y relativos a la aparición y expansión de esta especie invasora en aguas del Mediterráneo occidental y de la Región de Murcia. Se puede acceder a dichos medios audiovisuales por a través de los siguientes links:



[http://eol.org/data\\_objects/17730664](http://eol.org/data_objects/17730664)

[http://education.eol.org/sites/default/files/EOL\\_Sea\\_Grapes\\_Tour.kmz](http://education.eol.org/sites/default/files/EOL_Sea_Grapes_Tour.kmz)

## **ANEXO II. Listado de buceadores voluntarios participantes 2011**



*Sergio Trujillo dominguez*  
*Sofia Lorenz Fonfria*  
*Francisco Vera Garcia*  
*Juan Pedro Iglesias Viudes*  
*Francisco Bonaque Beltran*  
*Antonio Medina*  
*Carlos Vicente Romero*  
*Jose Juan Eulogio Ruiz*  
*M<sup>a</sup> Victoria Garre Navarro*  
*Alberto Carrasco San Martin*  
*Jose Gines Ros Morales*  
*Begoña Bas Macias*  
*Jose Caselle Sanchez*  
*Gines Ibañez*  
*Oscar Sanchez Hernandez*  
*Alfonso Gil de Gea Fernandez*  
*Carlos Ruiz Galindo*  
*Nico Martinez Montalban*  
*Merche Sanz Romero*  
*Jose Gines Ros Morales*  
*Lucia Gonzalez Garcia*  
*Encarna Espinosa Sanchez*  
*Javier Hernández Espinosa*  
*David Hernández Viña*  
*Diego Lopez Piñero*  
*Jose Ivan Martinez*  
*M<sup>a</sup> Victoria Garre Navarro*  
*Alberto Carrasco San Martin*  
*Jaime Guillo Guillo*  
*Lydia Png Gonzalez*  
*Patricia Palmero Fernandez*  
*Elena Martinez Garcia*  
*Rafael Gil Serrano*  
*Francisco Javier De Paco Gómez*  
*M<sup>a</sup> Angeles Conesa Arnaldos*  
*Jose Luis Alcaide Sanjurjo*  
*Angel Pinar Martinez*  
*M<sup>a</sup> Jose Rosique Lopéz*  
*Pablo Rodriguez Cerezo*  
*Mabel Otero Romero*  
*Justo Juan Salcedo Otero*  
*Lidia M<sup>a</sup> Del Pozo Ramos*  
*Cristobal Torres Perez*  
*Jose Manuel Campos del Bosque*  
*Edward Benson*  
*Soledad Solana Lopez*

*Juan Ramon Vizcaino Ramos*  
*Javier Sempere Bañon*  
*Pablo Rodriguez Cerezo*  
*Jose Luis Alcaide Sanjurjo*  
*Angel Pinar Martinez*  
*Jaume Izquierdo Jorda*  
*Juan Carlos Garcia Botella*  
*Miguel Angel Sevilla Sanchez*  
*Santiago Jimenez Gutierrez*  
*Esther Nuñez Duran*  
*Miguel Hernandez Salmeron*  
*Jose Daniel Ortuño Norpoth*  
*Pablo Pastor Navarro*  
*Jose Manuel Flores Parra*  
*Manolo Gonzalez Diaz*  
*Maria Marti Galvez*  
*Aurora Valero Imbernon*

## **ANEXO III. Dossier fotográfico**

---



## CUEVA DE LA VIRGEN



## PLAYA DE LA AZOHIA



## CALA REONA



## CALA TUNEZ



## ISLA GROSA



## ISLA DEL FRAILE



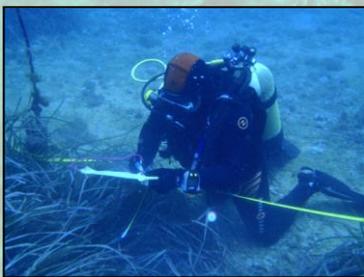
# CALA ESCALERA PROFUNDA



## CALA ESCALERA SOMERA



## ISLA DE LAS PALOMAS



## CALA CERRADA PROFUNDA



## CENTROS PARTICIPANTES





## Equipo investigador



