



**USOS TURÍSTICO - RECREATIVOS Y
ALTERACION DE LA *POSIDONIA OCEÁNICA* EN UN
TRAMO DE LA COSTA DE CALVIA (MALLORCA): CALA
FORNELLS Y CALÓ DE SES LLISES**

Palabras clave: *Posidonia oceánica*, alteración antrópica, algas bentónicas, propuestas de gestión.

Autora: Sonia Ferre Vera

Director/a: Joana Maria Petrus Bey.

Fecha: Febrero 2012.

*Estudiante del postgrado: Máster en Análisis, Planificación y Gestión de Áreas Litorales,
Universitat de les Illes Balears, Departamento de Ciencias de la Tierra, Carretera a
Valldemossa, 7,5 km 07122 Palma de Mallorca soniaferre@hotmail.com*

ÍNDICE

1.	PRESENTACIÓN.....	Pág. 2
2.	ZONA DE ESTUDIO.....	Pág. 3
3.	OBJETIVOS.....	Pág. 5
4.	INTRODUCCIÓN.....	Pág. 6
	4.1 La Posidonia oceánica	
	4.2 Fundamentos geológicos, climáticos y oceanográficos del ambiente costero	
	4.2.1 <i>Geología</i>	
	4.2.2 <i>Síntesis geomorfológica</i>	
	4.2.3 <i>Datos climatológicos</i>	
	4.2.4 <i>Datos oceanográficos</i>	
5.	METODOLOGIA.....	Pág. 11
6.	HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	Pág. 12
7.	EVOLUCIÓN DE LA COBERTURA DE POSIDONIA OCEÁNICA SEGÚN FOTOGRAFÍA AÉREA: RESULTADOS.....	Pág. 13
	7.1 Subzona A	
	7.2 Subzona B	
8.	DISCUSIÓN.....	Pág. 21
	8.1 Perturbaciones naturales	
	8.2 Perturbaciones antropogénicas	
	8.2.1 <i>Fondeos</i>	
	8.2.2 <i>Evolución de la oferta hotelera</i>	
	8.2.3 <i>Capacidad de carga</i>	
	8.3 Perturbaciones ecológicas	
	8.3.1 <i>Metodología y recogida de datos</i>	
	8.3.2 <i>La influencia de la dinámica litoral de la zona en las comunidades de organismos vegetales</i>	
	8.3.2.1 Plantas inferiores	
	8.3.2.2 Las algas bentónicas	
9.	PROPUESTAS DE GESTIÓN.....	Pág. 33
10.	CONCLUSIONES.....	Pág. 37
	AGRADECIMIENTOS.....	Pág. 38
	FUENTES CARTOGRÁFICAS Y DOCUMENTALES.....	Pág. 39
	BIBLIOGRAFÍA.....	Pág. 39

1. PRESENTACIÓN

El proyecto resume los resultados obtenidos en el trabajo de campo realizado durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2010 en un tramo de la costa del municipio mallorquín de Calvià, conocido como Cala Fornells y Caló de Ses Llises, y el trabajo de gabinete realizado paralelamente y durante los meses posteriores sobre la fotografía aérea de la zona en los pases de los años 1956, 1990, 2001, 2006 y 2008 disponibles en el portal web del IDEIB (*Infraestructura de Dades Espacials de les Illes Balears*).

2. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio es un tramo de costa del litoral de la isla de Mallorca (Baleares) que se halla situada en el extremo SE del municipio de Calvià, a poniente de la bahía de Santa Ponça.

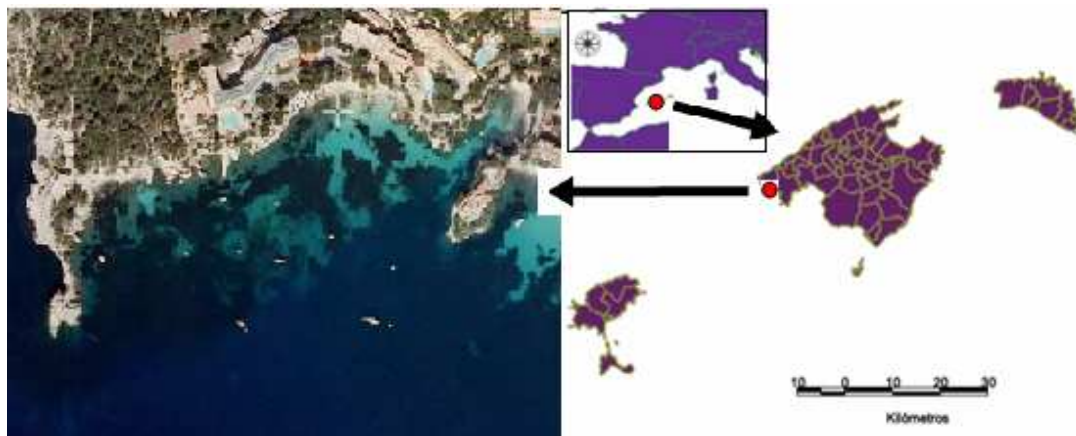


Figura 1. Localización del área de estudio

El tramo está compuesto por dos pequeñas radas, de origen estructural, que reciben el nombre de *Cala Fornells* y *Caló de ses Llises*, pese a que no reúnen las características geomorfológicas de una "cala" en sentido estricto. *Cala Fornells* es un entrante pequeño formado por una costa mixta arenosa-rocosa, que finaliza en un arenal de grano grueso con roquedo de tipo "marés" con una superficie



Figura 2. Vista de Cala Fornells, margen izquierdo



Figura 3. Vista de Cala Fornells, margen derecho

total de 1.580m^2 ; tiene una longitud aproximada de 80m, anchura de 4m y un perfil de playa típicamente reflectiva, con una zona de *swash* relativamente estrecha, escarpada, que no suele presentar barras de arena y una condición de baja energía. Las condiciones marítimas y subacuáticas de esta cala abierta a vientos del este-sureste-sur son aptas para el fondeo de embarcaciones.

El *Caló de ses Llises* es un entrante estructural, encajado entre acantilados de 10m de altura y formado por grava gruesa, cantos rodados y arena. Tiene 25m de largo por 30m de ancho con un área total de 270m² aproximadamente. Dadas sus reducidas dimensiones y escasa profundidad, este entrante ofrece unas condiciones marinas y subacuáticas aptas para el fondeo de embarcaciones que no superen los 5m de eslora máxima. El perfil de cala suele ser reflectiva y la pendiente de la playa de ángulo suave en su mayoría, debido a la tranquilidad de sus aguas y a su cerramiento respecto a la bahía, ya que la longitud del *fetch* es muy corto dentro de la bahía y no suele producirse un fuerte oleaje.



Figura 4. Vista del Caló de ses Llises, margen derecho



Figura 5. Vista del Caló de ses Llises, margen izquierdo

El torrente de *Sa Coma-Es Pegueri* desemboca en esta cala, el cual erosiona el sedimento cuando se producen lluvias intensas, lo que puede aportar litoclastos y ayudar a definir el diferente carácter del sedimento en comparación al tipo de arena de *Cala Fornells* (Fornós, 2007). Tiene una longitud de 1'22Km y una superficie de cuenca de 1'15km². El desnivel medio del curso de agua suele ser de unos 700m.

En estas playas tan refugiadas, las olas que la alcanzan son normalmente reflectadas y cada una de las pequeñas playas tienen un *swash* alineado con un movimiento de sedimento que no es neto a lo largo de la orilla (Davies, 1980).

La zona de estudio fue seleccionada por considerarse representativa de gran parte de los tramos costeros que han sido caracterizados (IMEDEA, CSIC-UIB) como "*costa mixta junto a núcleo turístico*", en la cual podemos encontrar tanto playas de pequeñas dimensiones formadas por arenas de grano medio por una parte, y de cantos rodados y bloques por otra, enmarcadas en un tipo de costa rocosa de altura variable y de baja energía. En efecto, Cala

Fornells y el Caló de ses Llises combinan la costa rocosa con la presencia de playa natural (nunca ha sido regenerada) ubicándose en el extremo occidental de la bahía de Santa Ponça, uno de los ocho núcleos turísticos más importantes de Calvià.

En la zona se combinan una gran variedad de usos recreativos (buceo, fondeo, pesca, baño), con unas buenas condiciones para el desarrollo de la flora y fauna marina, y un entorno de uso turístico intensivo no-estacional pues a diferencia del resto de la zona turística de Calvià, Cala Fornells-Caló de Ses Llises permanece abierta unos 9 meses al año.

3. OBJETIVOS

El estudio abarca escalas temporales lo suficientemente amplias como para contemplar los cambios acaecidos comparando, mediante un sistema de información geográfica, una secuencia de fotografías aéreas de la zona y permite evaluar con cierta base científica su significación y dirección, ya que la dinámica natural de la *Posidonia oceánica* es muy lenta. Por otra parte, también es importante contemplar las diferentes condiciones ambientales (profundidad, expansión del oleaje, capa freática) así como otros tipos de impactos de carácter antropogénico que se han producido en la zona de estudio.

De esta manera, podremos discernir entre los cambios originados por la actividad humana de los que son originados hipotéticamente por factores naturales (por ejemplo climáticos, temporales). Los muestreos realizados en las salidas de campo consistirán en la obtención de una serie de parámetros de fácil medición que nos permitan hacer un diagnóstico general del estado/evolución de las praderas a lo largo del tiempo, de acuerdo a la hipótesis de trabajo que se plantea en el siguiente punto: porcentaje de cobertura vegetal de *Posidonia oceánica* que coloniza el fondo marino de la zona de estudio y dinámica del sedimento a corto plazo o abundancia de especies algales en la línea de costa.

Por último, ha de existir una 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.

4. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo surge como respuesta a la creciente preocupación de diferentes gestores, científicos y ciudadanos por el progresivo deterioro de las praderas de *Posidonia oceánica* debidas a la actividad humana y sus consecuencias medioambientales y económicas para el ecosistema costero del Mar Mediterráneo.

4.1 La *Posidonia oceánica*

El papel de esta fanerógama marina endémica del mar Mediterráneo es trascendental en el mantenimiento y equilibrio del sistema litoral en algunos aspectos básicos (Rodríguez Perea et al.2000): a) configura la protección natural de la zona costera ya que amortigua la acción del oleaje (Fonseca y Fisher, 1986), modificándolo y disipándolo de modo que éste rompa en zonas relativamente alejadas de la costa lo que reduce los procesos erosivos (Bouderesque et al. 1982); de este modo, la tasa de erosión de sedimento es de entre 4 y 6 veces inferior a la ausencia de esta pradera (Ferrandis y Duarte, 2000); b) conforman el hábitat del ecosistema que constituye la producción neta de sedimento arenoso más importante del litoral Balear (Jaume y Fornós, 1992) que algunos autores estiman en 65gr de carbonatos por m² de pradera por año (Canals y Ballesteros, 1997); c) las praderas por su situación y disposición paralela a la línea de costa permiten retener la arena de los bancos sumergidos impidiendo que ésta se desplace hacia zonas más profundas y favoreciendo el mantenimiento del litoral arenoso (Scoffin, 1970, Herming et al. 1990).

Por otra parte, también contribuye significativamente en la oxigenación del agua a través de la actividad fotosintética, ofreciendo a su vez refugio, vivero y un importante recurso alimenticio para diferente fauna marina (Montefalcone, M. 2005). Es importante comentar a su vez, que las propias características físicas de la zona de estudio, favorecen la proliferación de bancos de peces alevines que se alimentan de las partículas de materia orgánica en suspensión.



Figura 6. Ejemplo de bancos de alevines junto a la orilla de Cala Fornells

La capacidad de integrar a su vez, los cambios ambientales a los que están expuestos, convierte a las praderas de *Posidonia oceánica* en uno de los mejores y más eficaces indicadores biológicos del estado de salud y conservación de nuestros ecosistemas marinos (López-Rubio, B. et al 2010).

Siendo como es la *Posidonia oceánica* el centro de la discusión y el elemento más sensible resulta sorprendente que no exista una cartografía detallada de acceso público que describa el elemento sensible que se quiere proteger y su evolución en el tiempo. Ni disponemos de una cartografía que defina los emplazamientos de las praderas, así como indicadores que permitan realizar un seguimiento en el tiempo de su estado de salud (Tintoré et al, 2001). La *Posidonia oceánica* ha sido incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, RD 139/2011, de 4 de febrero.

4.2 Fundamentos geológicos, climáticos y oceanográficos del ambiente costero

4.2.1 Geología

La zona de estudio presenta un relieve costero formado por materiales cuaternarios y terciarios poco deformados y con una disposición subhorizontal dónde, la mayoría de ellos son de tipo calcáreo.

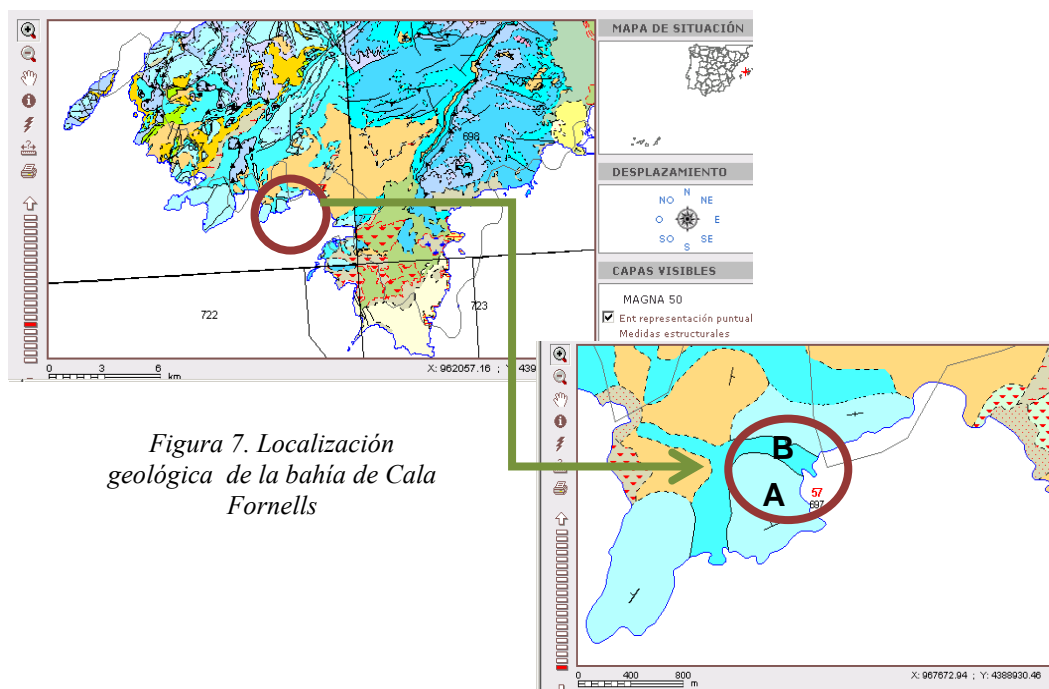


Figura 7. Localización geológica de la bahía de Cala Fornells

Figura 8. División litológica de la bahía de Cala Fornells

Tal y como se observa en el mapa, tenemos dos tipos de litología genérica. La litología tipo A formada por calizas; dolomías y margas; conglomerados y areniscas. Con una litología específica, compuesta por areniscas y margas arenosas así como calizas lacustres. Estas, forman parte de la era Cenozoica, de la época Paleógeno-Neogeno de la serie Eoceno-Oligoceno-Mioceno.

Por otra parte, como litología tipo B tenemos las calizas; dolomías, calizas nudosas, margas, conglomerados y areniscas. Forman parte de la era Mesozoica del sistema Jurásico y de la serie Lias.

4.2.2 Síntesis geomorfológica

Formando parte del extremo suroccidental de la sierra de Tramuntana, nos encontramos con un de los sectores de costa más recortados de la isla en el que la combinación de la orientación general de los pliegues anticlinales y sinclinales, ligados a la estructura de la Sierra de na Burguesa de dirección NE-SW, junto a la secuencia de pliegues y cabalgamientos de orientación N-S en la zona de Andratx, ambas afectadas por fallas normales y direccionales de edad cretácica (Gelabert, 1998), dan lugar a los entrantes y pequeñas bahías de Santa Ponça-Paguera-Cala Fornells, es Camp de Mar, Cala Llamp, es Port d'Andratx y Sant Elm.



Figura 9. Localización geomorfológica de la bahía de Cala Fornells

Los acantilados medios y bajos del Rhetiense y el Oligoceno disponen de perfiles compuestos al pie de los cuales pueden desarrollarse plataformas litorales no muy anchas, favorecidas por la fracturación y la geometría de las deformaciones.

No resulta difícil hallar, en estos últimos, vestigios de modelados litorales anteriores (superficies de erosión, marmitas fosilizadas...) que junto a la relación entre los parámetros morfométricos de las plataformas litorales y los dinámicos ponen de manifiesto que buena parte del modelado de los acantilados compuestos corresponde a formas heredadas y reactivadas por el actual nivel marino (Gómez-Pujol et al, 2006).



Figura 10. Vista de la Fàcie Ammonítico Rosso en el Calò de ses Llisès

La isobata de 50 m se halla alejada notablemente de la costa (de 3 a 4km) y se va acercando así como nos desplazamos hacia el norte de la isla. Los acantilados bajos y medios, de entre 3 y 10m, en los alrededores de Cap Negret, Santa Ponça o Paguera, labrados en materiales plegados del Rhetiense, Malm-Ammonítico Rosso-Dogger y Oligoceno, contrastan con los precipicios de más de 100m de altura de Cap des llamp, Cap de sa Mola o con los 350 del Morro des Fabioler, tallados en el roquedo del Jurásico inferior (Lias).

Fàcie Ammonítico Rosso: Caliza nodulosa roja correspondiente a una micrita pelágica del Jurásico Medio. Entre sus abundantes fósiles abundan moluscos, bivalvos, gasterópodos, etc. (Hernández, 2011).

Por último, no puede olvidarse la mención al rosario de afloramientos de eolianitas fósiles (probablemente würmienses) que favorecidas por lo relativamente ancho de la plataforma en este sector y por la disposición de las láminas cabalgantes, aparecen desde Punta Negra a Sant Elm (Gómez-Pujol et al, 2006).

4.2.3 Datos climatológicos

El municipio de Calviá se encuentra dentro del piso altitudinal Termomediterráneo Superior, con temperaturas medias anuales entre 17 y 19 °C. Por tanto el clima de Calviá se caracteriza por ser benigno y estable con una media de 27 °C en verano (cálido y seco con precipitaciones ocasionales) y 14 °C en invierno (fresco y húmedo).

El régimen de variación térmica del agua tiene una amplitud de 15°C, siendo en invierno es de unos 13°C. Durante el verano nos encontramos con una capa superficial de 25cm que llega a calentarse por encima de los 25°C.

La precipitación media anual en Peguera es de 488 mm, la cual es 156,3 mm más baja que la precipitación media anual de España (644,3 mm). La tendencia de precipitaciones se concentra en las estaciones intermedias (primavera y otoño).

El índice de pluviosidad es bajo, lo cual permite gozar de unos trescientos días de sol. En el mes más seco (Julio) se registran de media unos 7,8 l/m² mientras que en el mes más lluvioso (diciembre) cae una media de 81,1 l/m² (www.inm.es).

4.2.4 Datos oceanográficos

El punto WANA utilizado para llevar a cabo la estimación de los regímenes predominantes en la zona de estudio, son datos sintéticos obtenidos por Puertos de Estado (www.puertos.es) mediante el modelo de generación de oleaje WAVE Model, WAM (Gunter et al., 1991) el cual ha sido forzado mediante campos de viento procedentes del modelo HIRLAM que el INM corre de manera rutinaria como base para sus predicciones meteorológicas.

Punto/Point WANA 2067036			
Latitud	39.500	Cobertura	1996 - 2010
Longitud	2.375	Red	WANA

Los datos del punto WANA 2067036, cubre un periodo comprendido entre 1996 y 2010 y contienen valores de altura significativa, dirección media del oleaje, velocidad del viento y dirección media del viento entre otras variables. El punto WANA en concreto, ha sido seleccionado en función de su situación más cercana respecto al área de estudio.

En el histograma de alturas (año 2010) para el punto WANA 2067036, se observan las alturas del oleaje que tienen más frecuencia en nuestra área de estudio. En primer lugar, se puede observar cómo un 60% de la frecuencia del oleaje suele tener dimensiones de entre 0 y 0,5 m. de altura. Con una frecuencia de un 22% se producen olas de altura comprendida entre los 0,5 y 1 m. de altura. El restante 18% de frecuencia de

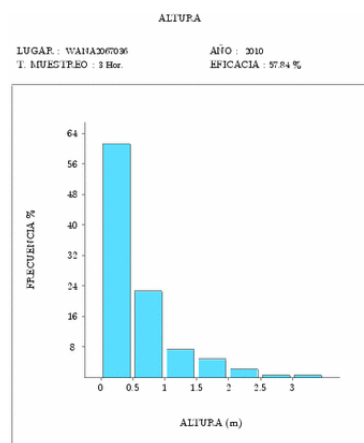
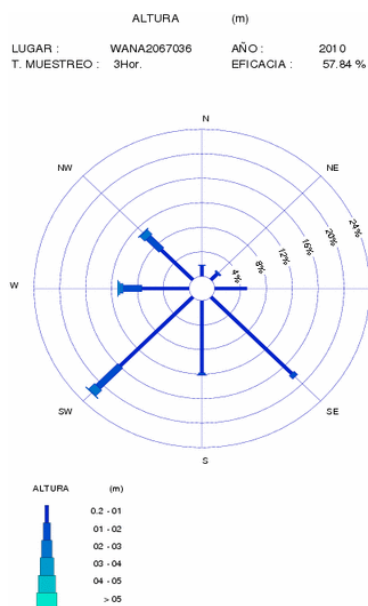


Tabla 1. Tabla altura media del oleaje

altura del oleaje oscila entre 1 y 3 m. Estos datos demuestran que el área de estudio recibe un oleaje de baja energía la mayor parte del año.



En cuanto a las alturas máximas mensuales del oleaje, las encontramos en los meses de enero, con olas de hasta 5m y febrero con olas de hasta 2,9m. Los meses restantes del año las alturas no sobrepasan la altura de los 2,3m. La dirección predominante del viento en nuestra zona de estudio proviene del Suroeste (22,1% del total) cuya altura del oleaje más predominante oscila entre los 0,5 y 1m. seguida de vientos del Sureste (el 18,4% del total) donde prevalecen las olas de 0,5m de altura.

Tabla 2. . Rosa de los vientos

5. METODOLOGIA

En términos generales la metodología seguida para realizar esta parte del estudio fue la realización de un calendario para realizar *in situ* un seguimiento 3 veces por semana (del 6/9/2010 al 6/7/2010) en diferentes momentos del día alternativamente, dónde, por un lado se han estudiado de las variaciones de la dinámica litoral registradas en ambos entrantes de cala y su zona de influencia tanto marítima como terrestre.

Se ha tenido en cuenta la interacción, tanto de las condiciones meteorológicas como de los aportes sedimentarios y cambios producidos por la actividad antrópica (aforamientos de personas en las playas, vehículos en el aparcamiento y embarcaciones ancladas o en movimiento).

Día	8:30 AM	12:30 PM	7:30 PM
6-sep-10		X	
8-sep-10	X		
13-sep-10	X		X
15-sep-10			X
17-sep-10		X	
20-sep-10			X
22-sep-10		X	
24-sep-10			X
25-sep-10	X		
27-sep-10		X	
28-sep-10			X
29-sep-10	X		
5-oct-10		X	
7-oct-10	X		
10-ene-11		X	
23-mar-11		X	

Tabla 3. Calendario de las salidas de campo realizadas en la zona de estudio

Los métodos utilizados para el estudio de los pequeños cambios y de las condiciones en sí del perfil costero de las 3 playas encajadas de arena que posee Cala Fornells, van relacionados con las mediciones en cada salida de campo de la profundidad de la arena en la zona de swash de la playa, así como en playa alta de cada una de ellas.

Posteriormente se realizaron dos salidas de campo finales (10/1/2011 y 23/03/2011) para observar los cambios y aumento de las comunidades algales en la zona infralitoral de Cala Fornells como indicador de contaminación en la línea de costa.

Por otra parte, usando diferentes capas de información del IDEIB (*Infraestructura de dades espacials* de las Islas Baleares) y mediante su posterior tratamiento con la herramienta GVSig, ha sido posible analizar el estado de la pradera de *Posidonia oceánica* de la bahía que encierra ambas calas, donde se puede observar su evolución-retroceso durante los años 1956, 1990, 2001, 2006 y 2008 en un mapa final.

6. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Teniendo en cuenta tanto los objetivos como los métodos empleados, la hipótesis de trabajo se centra únicamente en el signo e intensidad de la evolución de la cobertura de *Posidonia oceánica* determinados a partir de las variaciones interanuales de los que se tiene acceso y diferentes impactos/perturbaciones (antrópicos, naturales y ecológicos) que miden dicha cobertura.

Tal y como desarrolla López-Rubio (2010), estadísticamente, existe la opción de la hipótesis nula, que es en que el estado (cobertura) de la pradera es estable a largo plazo. Con la posibilidad de que esta hipótesis sea alternativa mostrando algún tipo de tendencia que puede ser:

1. ESTABLE: sin cambios significativos entre años o que estos cambios son fluctuaciones sin una clara tendencia temporal.
2. PROGRESIVO: se observan cambios significativos entre años con una tendencia temporal de que la pradera aumenta en cuanto a cobertura en la zona de estudio.
3. REGRESIVO: existen cambios significativos entre años con una tendencia temporal que indica que la pradera de *Posidonia oceánica* disminuye.

7. EVOLUCIÓN DE LA COBERTURA DE POSIDONIA OCEÁNICA SEGÚN FOTOGRAFÍA AÉREA: RESULTADOS

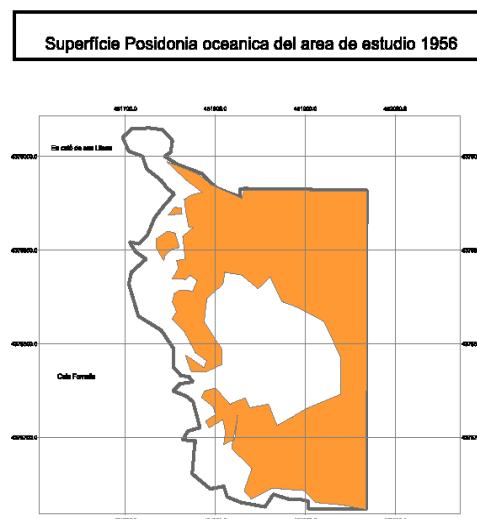
La acotación responde a una zona de 63.558,46m², donde se ha observado con mayor frecuencia el anclaje de barcos y donde la arena es dominante sobre la pradera, de tal forma que su seguimiento mediante la herramienta del SIG (GVsig) permite detectar si la degradación de la pradera por el efecto de las anclas avanza o, por el contrario, si se regenera con la colocación de elementos de fondeo mediante el cálculo del área aproximada que ocupa para cada año estudiado (o capa de información) y en total.

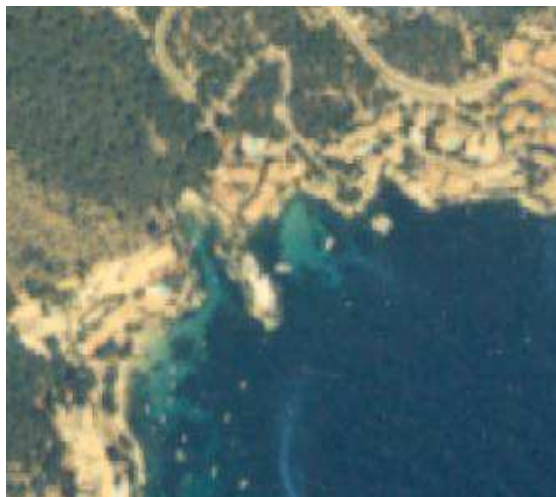
Debido al crecimiento tan lento de la pradera, el seguimiento temporal a largo y corto plazo permite comprobar su evolución y observar los posibles cambios que la están afectando. Para determinar sus límites se decidió acotar el área de estudio desde la línea de costa en su límite inferior, situado en las coordenadas X: 451600.0; Y: 4376000.0 - 4375800.0, a una profundidad entre los 0 y 10m y límite superior, situado entre las coordenadas X: 451800.0, Y: 4376000.0 - 4375800.0.

En un primer momento se realizó la comparativa de las áreas de *Posidonia oceánica* de las fotografías aéreas (ortofotos) obtenidas en el portal web del IDEIB para los años 1956, 2001, 2006 y 2008. Al observarse el salto tan amplio que había entre la fotografía aérea de 1956 y el año 2001, el Dpto. de Ciencias de la Tierra de la Universitat de les Illes Balears puso a mi disposición una fotografía aérea realizada el año 1990 para incluir en el estudio y que será de gran utilidad para poder hacer un seguimiento de la pradera en intervalos manifiestamente largos.



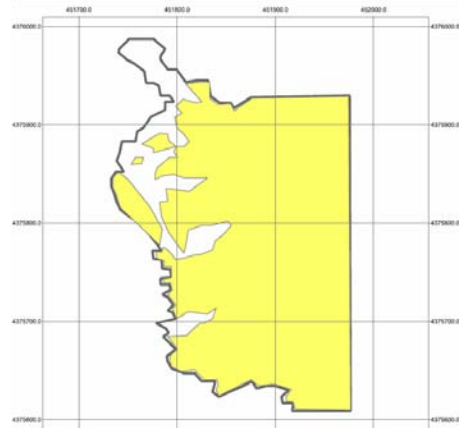
1956





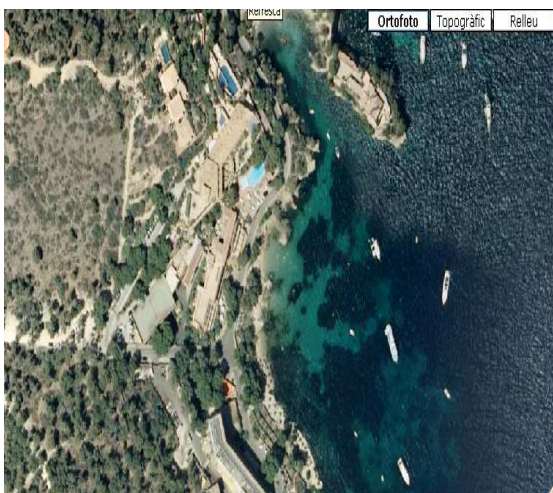
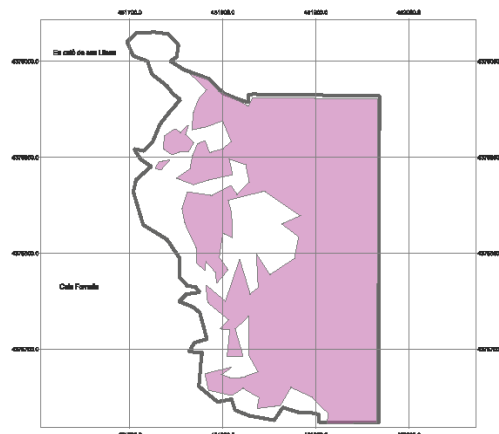
1990

Superficie Posidonia oceanica del area de estudio 1990



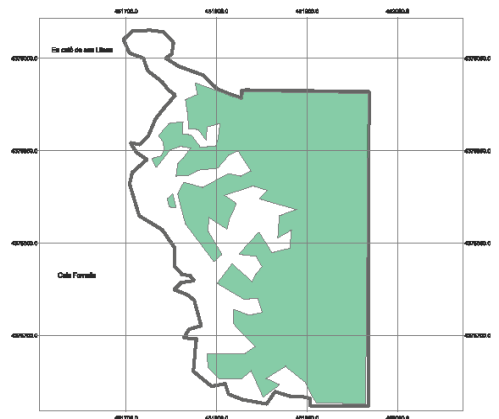
2001

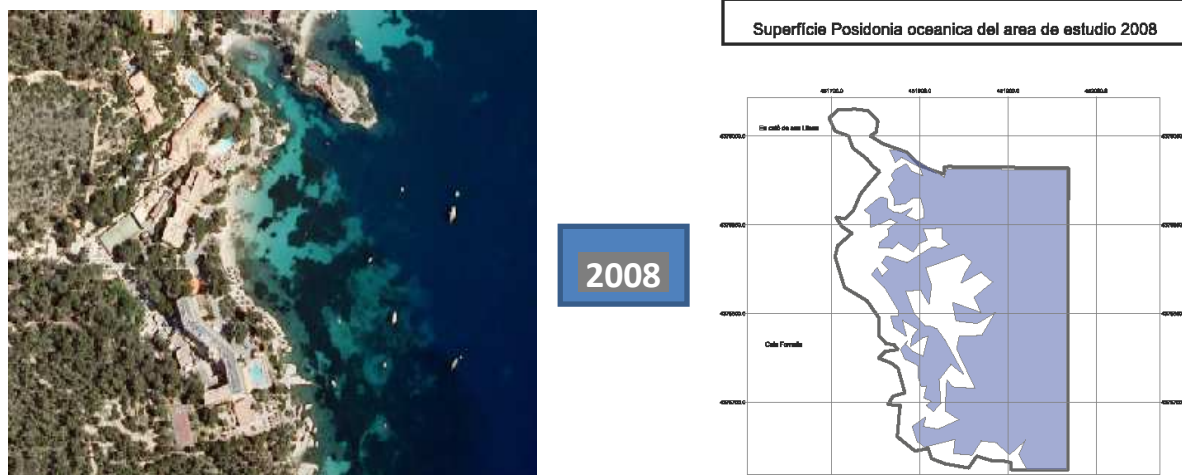
Superficie Posidonia oceanica del area de estudio 2001



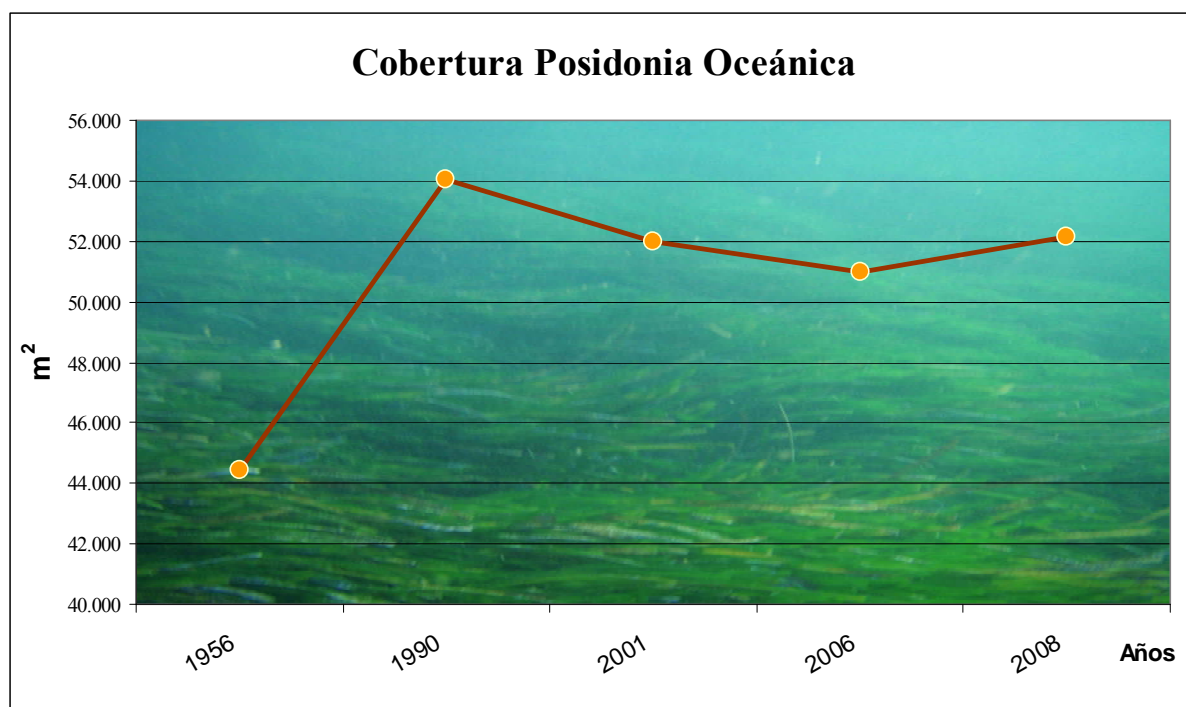
2006

Superficie Posidonia oceanica del area de estudio 2006





Figuras 11, 12, 13, 14 y 15: Evolución de la Posidonia oceánica en la zona de estudio 1956-2008



Gráfica 1. Evolución de la Posidonia oceánica en la zona de estudio 1956-2008

AREAS Posidonia (m²)

1956	1990	2001	2006	2008
44.444,10	54.042,62	52.004,63	50.996,31	52.157,28

Tabla 4. . Datos de las áreas de de Posidonia oceánica 1956-2008

Se han asignado unos valores de referencia con el fin de distinguir entre una tendencia alta o baja especificando la intensidad de la progresión/regresión de la cobertura de *Posidonia oceánica* en cada serie de datos. También se ha optado por obtener los valores de referencia a partir del porcentaje de variación entre coberturas, asignando un alto grado de progresión/regresión a los porcentajes superiores al 3%, y por el contrario de bajo grado a los inferiores al 3% de variación pero superiores al 1% a su vez.

Tendencia PROGRESIVA ALTA en comparación con los datos de cobertura de pradera de *Posidonia Oceánica* del año 1956 con los del 1990. Se observan unos valores de progresión muy elevados, del orden del 21'6% (9.598,62m²) que los de la situación inicial de la serie de fotografías aéreas de las que se ha tenido acceso.

Aunque se observa una tendencia REGRESIVA ALTA del 3'92% (2.038,62m²) comparando la cobertura de *Posidonia oceánica* entre 1990 y 2001, destaca por el contrario, la tendencia REGRESIVA BAJA entre 2001 y 2006 con un 1'94% inferior de cobertura (1.008m²) aunque la pradera es mayor en cobertura hasta el 2001.

Existe una tendencia PROGRESIVA BAJA del 2006 en comparación con el 2008, ya que la cobertura de pradera aumenta un 2'3% (1.176m²) al contrario de lo que dice la literatura actual sobre la progresiva degradación de la *Posidonia oceánica* en el Mar Mediterráneo.

Finalmente, se considera como tendencia ESTABLE a la variación existente entre la cobertura del año 2001 y el año 2008 con un margen de diferencia de un 0,32% (168m²).

En el mapa final se han superpuesto en una capa final la comparativa entre las superficies de *Posidonia oceánica* del año 1956 y 2008.

**Retroceso de la Posidonia oceanica desde 1956-2008,
de "Cala Fornells" a "Caló de ses Lises"
Mallorca 2010.**

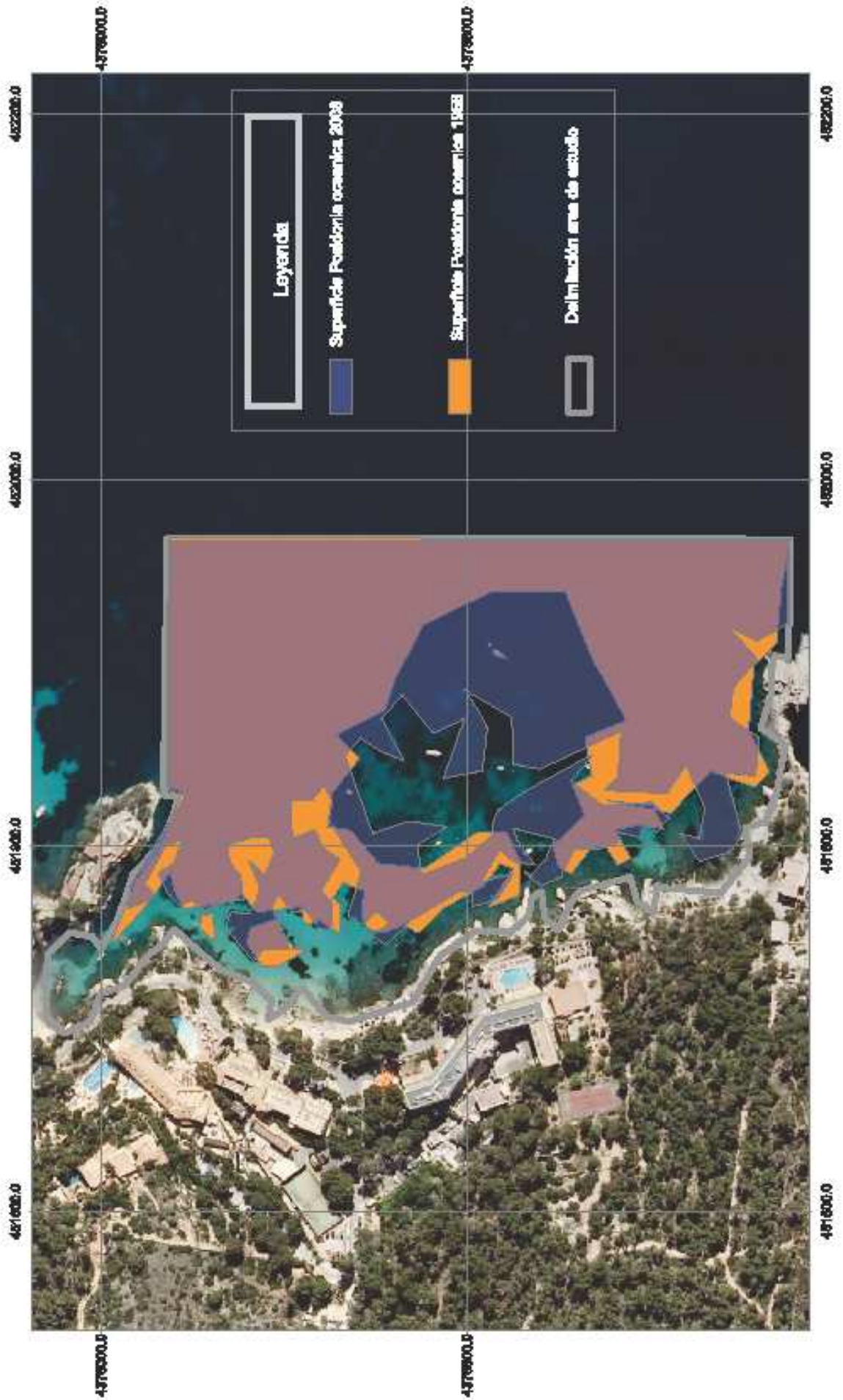


Figura 16. Mapa del retroceso de la *Posidonia oceánica* 1956-2008

El plan de trabajo consistió en dividir en 3 subzonas el área de estudio dependiendo de la profundidad (Figura 17).

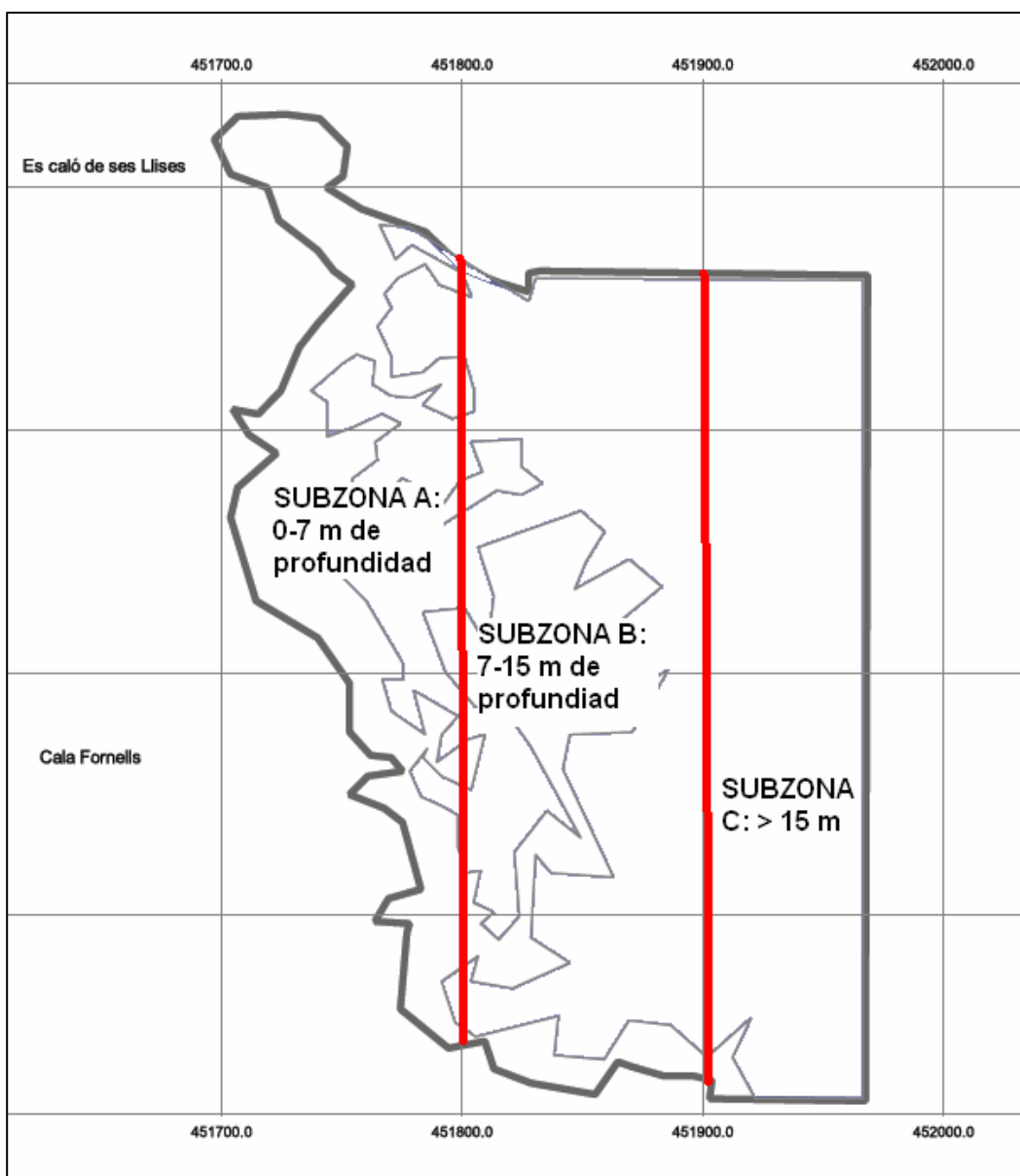


Figura 17. Subdivisión del área de estudio

1. Subzona A: zona más cercana a la línea de costa que alcanza los parámetros de 0 a 7m de profundidad aproximadamente.
2. Subzona B: zona intermedia que va de los 7m a los 5m de profundidad y dónde se ha observado con mayor frecuencia el anclaje de embarcaciones.
3. Subzona C: zona que parte de los 15m de profundidad que puede alcanzar hasta los 20m.

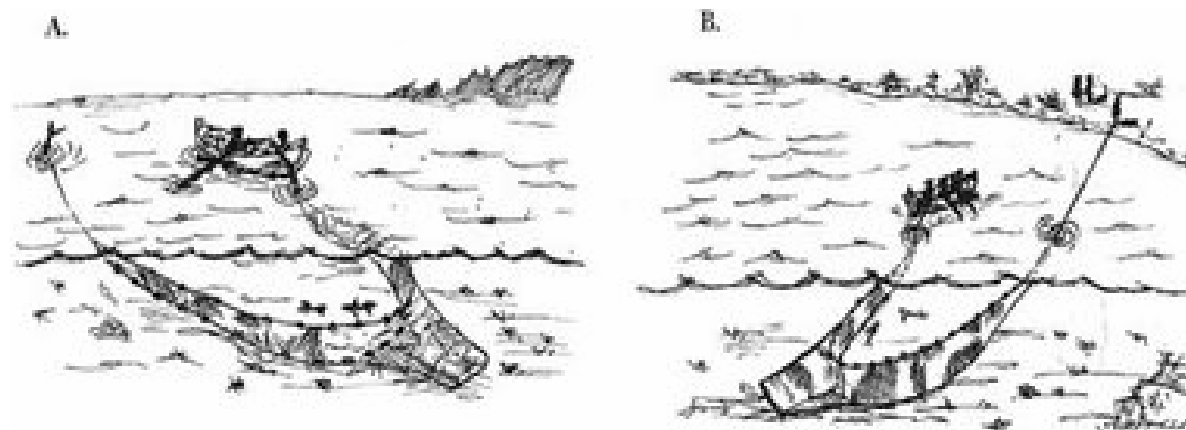
Esta subzona se caracteriza por ser un área ESTABLE, ya que el comportamiento a lo largo del tiempo de la cobertura de *Posidonia oceánica* no ha sufrido cambios significativos o que estos cambios son fluctuaciones sin una clara tendencia temporal.

7.1 Subzona A

La marcada diferencia de cobertura de *Posidonia oceánica* en el centro de la subzona B entre las ortofotos del año 1956 y 1970 (coordenadas X: 451800-451900 Y: 4375900-4375700) permite demostrar que hasta entonces la dinámica y evolución de la pradera había sido regresiva alta, en relación a diferentes hipótesis antropogénicas como son la pesca de boliche y la propia eutrofización y turbidez del agua.

Tal y como se puede observar en la ortofoto de 1956 de la zona de estudio, no se observan equipamientos hoteleros y de oferta complementaria en la zona así como viviendas y construcciones de ningún tipo. Esto está relacionado con el débil e incipiente desarrollo turístico que no superaba los 5.000 plazas turísticas y que ya superaban entonces la media del territorio español.

El arte tradicional de pesca de boliche se trata de una red litoral de arrastre que se recoge desde la misma orilla por los pescadores y el cual posee un saco final donde se va a ir acumulando el producto de la pesca en cada uno de los lances realizados.



Figuras 18 y 19. Ejemplo de arte de pesca de boliche

Solía usarse en playas de arena, someras y con ausencia de grandes piedras y tenían gran tradición en Mallorca, especialmente en las zonas de Cabrera, Andratx y la bahía de Pollença.

Al no poder competir con otros artes de pesca de mayor potencia capturadora y rentabilidad, desapareció.

La evolución de la cobertura de *Posidonia oceánica* más cercana a la línea de costa a partir del año 2001 se mantiene constante y podría ir relacionada con la presión turística/lúdica y por contaminación o surgencia de agua dulce en la orilla que provoca turbidez y es nociva para la cobertura de las praderas sobre la zona.

7.2 Subzona B

Las fluctuaciones más significativas en esta subzona se observan durante la década de 1990.

La densidad de haces se explican por la propia dinámica del desarrollo vegetativo de la pradera podría ir relacionado con la puesta en marcha de la red del alcantarillado público centralizado de aguas residuales para los hoteles colindantes (disminuyendo el exceso de nutrientes y la turbidez del agua).



Figura 20. Localización de los emisarios submarinos en la bahía de Cala Fornells

Antiguamente los hoteles colindantes vertían sus aguas residuales directamente a la bahía mediante emisarios submarinos. Existe un significativo y marcado incremento de la densidad de *Posidonia oceánica* tras 14 años de tendencia negativa.

A partir del año 2001, las fluctuaciones en el diagnóstico de la evolución de la cobertura de *Posidonia oceánica* en siete años de diferencia, muestra una variación de un 10% con una tendencia progresiva (teniendo en cuenta la presión antrópica y al anclaje de embarcaciones).

En todo caso, hay que tener en cuenta que este tipo de alteraciones pueden ser acentuadas por perturbaciones naturales (temporales) y ecológicas (algas bentónicas bioindicadoras de polución y surgencias de agua dulce en la zona de estudio).

8. DISCUSIÓN

El estudio *in situ* desarrollado ha permitido identificar las perturbaciones antrópicas que ejercen mayor presión sobre el ecosistema costero (como el fondeo de embarcaciones, densidad de bañistas) así como la presencia de otras perturbaciones de tipo natural que pueden ser considerados indicadores de procesos de alteración de la cobertura de *Posidonia oceánica* en el área de estudio y que pueden ser de tipo ecológico, como el aumento de algas en la zona infralitoral.

8.1 Perturbaciones naturales

La bahía de Cala Fornells, comprende un área de costa poco erosiva, de baja variabilidad y baja energía que se ha ido formando por el transporte y depositación de material sedimentario debido a los días de temporal que arremeten en dirección S y SE especialmente. Esta caracterización va asociada al propio cerramiento de la bahía que las protege de la influencia del oleaje dominante (Fraile y Ojeda, 2007).

Aunque la mayoría de las playas son de origen bioclástico, el Calò de ses Llisès está formado por gravas y guijarros procedentes de la erosión y caída de bloques de los acantilados colindantes que también alimentan de forma ocasional las playas de origen bioclástico. Las playas encajadas (o *pocket beaches*) de Cala Fornells se sitúan limitadas por promontorios rocosos donde la línea de costa adquiere cierta curvatura en las zonas más protegidas del oleaje dominante (Short y Masselink, 1999) debido al roquedo, que determina los procesos de refracción y difracción del oleaje (Komar, 1998), como se observa en la playa central de Cala Fornells (figura 21).



Figura 21. Vista de la playa 2 de Cala Fornells

Los métodos utilizados para el estudio de la evolución de la línea de costa van relacionados con las mediciones realizadas en cada salida de campo. Utilizando una varilla se midió la profundidad de la arena en cada una de las tres playas que componen Cala Fornells.

Se realizaron 3 puntos de muestreo (izquierda centro y derecha) en la zona de playa húmeda (zona de *swash*) al igual que se realizó sobre la playa alta o seca de cada una de las 3 playas.



Figura 22. Localización de los puntos de muestreo de cada una de las playas de Cala Fornells

Hay que tener en cuenta que el estudio físico de este tipo de playas/calas necesita de un lapso de tiempo mucho mayor, ya que no se puede hablar de una evolución de la línea de costa en un plazo de 2 meses.

Resultados: las profundidades (en cm) de arena en cada una de las playas se mantiene estable aproximadamente hasta después del paso de los temporales (después del 24 de septiembre y 5 de octubre del 2010) cuando el oleaje arremete en la bahía de estudio en dirección S y SE y en menor medida en dirección SW. Los efectos de los temporales visibles a simple vista van relacionados con la acumulación de hojas muertas de *Posidonia oceánica* sobre la arena, así como la aparición de bermas entre la zona de *swash* y la playa alta. Observando los datos de profundidades (en cm) de cada uno de los puntos de muestreo se muestra una tendencia de incremento de sedimento hacia dirección SW de cada una de las playas de Cala Fornells después del paso de los temporales y que pueden influir en el balance sedimentario del sustrato y en la variabilidad de las praderas de *Posidonia oceánica*.



Figuras 23 y 24. Vista de la acción de los temporales en las playas de Cala fornells

8.2 Perturbaciones Antropogénicas

Las perturbaciones antropogénicas representan una de las principales amenazas a los hábitats litorales del Mar Mediterráneo. Esto tiene consecuencias negativas y, en algunos casos, graves repercusiones en los ambientes costeros, reflejando incluso un difuso deterioro del agua, la calidad y el aumento de la erosión costera (UNEP. 1989). La evaluación inequívoca de un supuesto impacto antropogénico y la comprensión del de la escala temporal en el que se produce, son cuestiones esenciales para planificar cualquier tipo de medidas correctivas para prevenir futuros efectos perjudiciales (Guidetti et al., 2000).

Además, la pérdida de pastos marinos puede también ser aumentadas por la erosión de los sedimentos posteriores y como consecuencia, una reducción significativa en el hábitat, pérdida potencial de diversidad de especies, disminución en el funcionamiento de los ecosistemas y la erosión de sedimento (Montefalcone et al., 2005).

8.2.1 Fondeos

Los daños mecánicos derivados del incontrolado anclaje de embarcaciones de recreo en aguas costeras poco profundas, parece ser uno de los responsables más importantes de las regresiones de praderas de *Posidonia oceánica* ya que degradan el lecho marino de las zonas costeras (Montefalcone et al., 2005).

Según Ceccherelli (2006), evaluaciones experimentales sobre el impacto de las anclas de

los buques pequeños han demostrado previamente que cada anclaje puede dañar hasta seis brotes de *Posidonia oceánica*.

La alteración es mayor cuando el sustrato es permeable ya que intensifica los daños y reduce la compactación aumentando el desarraigo de los rizomas debido a los golpes de las anclas. Si la pradera se encuentra a poca profundidad es más propensa a una pronta recuperación que en profundidad (Montefalcone et al., 2005).

La frecuencia de anclaje en concretas localizaciones (Tabla 5), en términos de número de barcos y la extensión del período de visita, hacen de esta crónica perturbación un hecho muy estresante para el crecimiento de los pastos marinos (Ceccherelli et al., 2006).

MEDIA DE EMBARCACIONES DIARIAS 2001 y 2010	Embarcaciones (<10m)	Embarcaciones (>10m)	Embarcaciones sobre la arena
CALA FORNELLS (SEP-OCT 2010)	6	4	
CALÒ DE SES LLISES (SEP- OCT 2010)	8		5-6
AMBAS CALAS (JULIO- AGOSTO 2001)	5	4	
AMBAS CALAS (JULIO- AGOSTO 2010)	13	9	

Tabla 5. Promedio de frecuencia de embarcaciones en cada una de las calas durante las sucesivas salidas de campo

Mientras se iban realizando las salidas de campo, se pudo comprobar que las embarcaciones privadas de excursiones (>10m de eslora) que se señalan a continuación fondean en la cala durante la noche:

- Cormoran 2000
- Glass Bottom Boat
- Tropical delfin
- Paraiso del Mar
- Gran Cormoran Jet



Figuras 25 y 26. Vista de las 5 embarcaciones que fondean en la zona de estudio durante la noche

8.2.2 Evolución de la oferta hotelera

Cala Fornells posee 366 plazas hoteleras según datos de 2009. Estas plazas, pese a que sólo suponen el 3,53% de Paguera y el 0,3% del municipio de Calvià suponen una presión importante para la zona de estudio dada, a su vez, la pequeña superficie de playa de ésta. Los hoteles que aportan las plazas turísticas son:

- Hotel Cala Fornells: 172 plazas hoteleras.
- Hotel Coronado: 246 plazas hoteleras.
- Hotel Petit Cala Fornells: 48 plazas hoteleras.

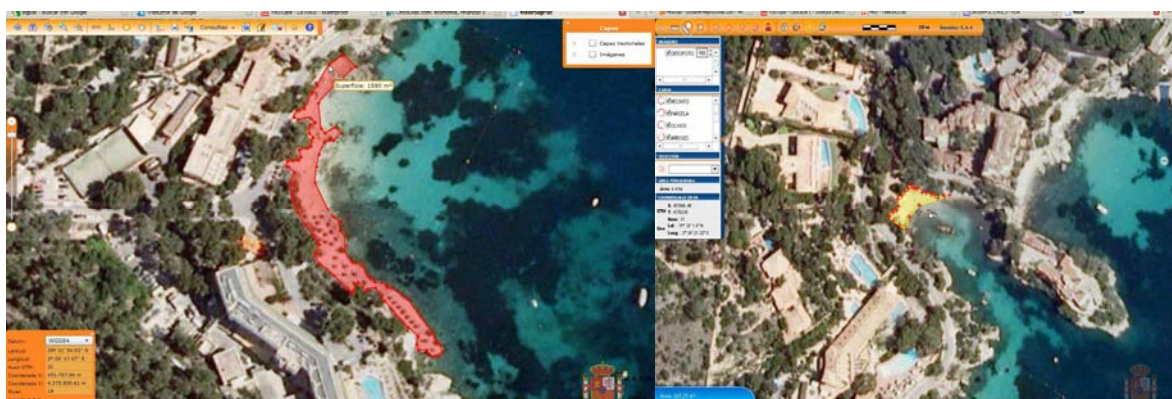


Figuras 27 y 28. Vista del Hotel Cala Fornells (izquierda) y del Hotel Coronado (derecha)

8.2.3 Capacidad de carga

El geógrafo P. George que define la capacidad de carga como la tolerancia de cada punto del territorio para acoger los usos del suelo sin que se produzcan deterioros en el medio más allá de los límites tolerables. En este caso, la categoría mínima sería el número de turistas necesarios para mantener los bienes y servicios abiertos, el máximo se alcanza cuando el espacio está excesivamente densificado y el óptimo es el equilibrio, donde los beneficios económicos y sociales pueden ser elevados sin poner en peligro ni los propios recursos ni la experiencia del turista. (Cerro, 1989).

Los aforamientos se han realizado durante cada una de las salidas de campo y se han añadido en el caso de Cala Fornells unos aforamientos realizados desde el día 26 de julio hasta el 28 de agosto de este pasado año 2010.



Figuras 29 y 30. Mapa de las áreas aforadas en cada una de las calas

Teniendo en cuenta que el valor del coeficiente de aprovechamiento que indica el POOT como óptimo es de $7'5m^2$ por usuario (criticado en diversas ocasiones como un valor demasiado bajo) podemos evaluar el grado de saturación de ambas calas como positiva, cuyo impacto o influencia podría ser bajo frente a los cambios de la cobertura de la *Posidonia oceánica* en el área de estudio.

Playa	Cala Fornells julio-agosto	Cala Fornells sep-oct	Calò de Ses Llises sep- oct
Superf. tramo aforado	1.580m²	1.580m²	270m²
Frente marítimo aforado	175m	175m	34,5m

Máxima ocupación	411(21/8/10)	273 (6/9/10)	53 (22/9/10)
Mínima ocupación	100 (9/8/10)	4 (20/9/10)	0(8,10,20 28/9/10 y 7/10/10)
Ocupación media diaria	292	73	10
Coef. Aprov. (m²/usuario)	5,41	21,60	28,13
Densidad media (us./100m²)	18,48	4,63	3,56
% días soleados	40%	40%	50%
% días bandera verde	80%	80%	100%

Tabla 6. Datos del aforamiento realizados en cada una de las salidas de campo

El *aparcamiento* es un área no asfaltada en el cual se ha respetado el máximo arbolado de la zona. Podríamos decir que se trata de un aparcamiento disuasorio ya que la capacidad de carga del lugar y de las calas adyacentes no permite un mayor crecimiento de visitantes con vehículos.



Figura 31. Vista del aparcamiento

Media nº vehículos aparcados sep-oct 2010			
Hora	8:30	12:30	19:30
Vehículos	28	47	26

Tabla 7. Aforamiento medio de los vehículos en el aparcamiento de la zona.

8.3 Perturbaciones ecológicas

8.3.1 Metodología y recogida de datos

Las observaciones realizadas a lo largo del estudio sobre la cobertura algal en diferentes puntos de Cala Fornells, permitieron una primera catalogación de los taxones presentes y de su posible papel de indicadores ecológicos, en este caso de las características fisicoquímicas

del agua, cuyas condiciones se podrían extrapolar al conjunto de la primera línea de costa. A partir de una primera aproximación *in situ* de los diferentes tipos de algas presentes se realizó una recogida de muestras y se estudiaron, intentando una clasificación más precisa, en el laboratorio de microscopía óptica del Área de Ecología de la Universitat de les Illes Balears.



Figuras 32 y 33. Vista de las muestras algales (izquierda) y microscópico óptico (derecha)

8.3.2 La influencia de la dinámica litoral de la zona en las comunidades de organismos vegetales

La franja litoral, sometida a la energía del oleaje, presenta unas condiciones de vida bastante duras, sobreviviendo solo los organismos suficientemente robustos y con sistemas de fijación resistentes al embate de las olas. La supervivencia de la flora que vive en estas zonas de frontera depende de sus adaptaciones evolutivas y de las modificaciones que las mismas pueden introducir en las condiciones locales, en principio muy adversas. La distribución geográfica de las comunidades litorales resulta finalmente de estas interacciones entre organismos y medio ambiente, que a ojos del observador se traducen en adaptaciones muy específicas, en el caso que nos ocupa serían las propias de las algas que viven fijas sobre un substrato (Calvín, 1995).

8.3.2.1 Plantas inferiores

Las comunidades vegetales sobre substrato rocoso y más cerca de la línea de costa pueden enumerarse teniendo en cuenta algunas de las algas más significativas del mediterráneo, como son: *Padina pavonia*, *Cystoseira* sp., y *Acetabularia acetabulum*, entre las cuales son frecuentes la esponja, *Ircina fasciculata*, la anémona común, *Anemonia sulcata*, el coral anaranjado, *Astroides calycularis*, y en falso coral, *Myriapora truncata*. La Comunidad de la roca mediolitoral inferior, situada en la zona litoral que esta sometida a una constante

emersión-inmersión y renovación constante de sus aguas, suele albergar una alta diversidad de especies, principalmente de algas fotófilas como sucede en la línea de costa de ambas calas (Calvín, 1995).

8.3.2.2 Las algas bentónicas

Los factores más importantes que tienen influencia sobre la distribución de las algas bentónicas son: el substrato, el hidrodinamismo, la luz y la temperatura; también son importantes la presión, la concentración de nutrientes, la salinidad, etc. En general, estos factores actúan en conjunto, interaccionando entre ellos. A medida que aumenta la profundidad, decrece la luz y las comunidades vegetales disminuyen progresivamente hasta desaparecer (Calvín, 1995).

A parte de las comunidades vegetales más comunes en las costas mediterráneas y que también pueden formar parte del ambiente costero del presente estudio, se ha constatado gracias a la ayuda de diferentes expertos de la Universidad de las Islas Baleares, que en diferentes puntos de la línea de costa encontramos como grupos más significativos, por la abundancia de determinadas especies, a las RODOFÍCEAS o algas rojas, las CLOROFÍCEAS o algas verdes, y las DIATOMEAS que pertenecen al grupo de las CRISÓFITAS.

RODOFÍCEAS

Las algas rojas están representadas por *Bangia atropurpurea*. Se trata de un grupo de algas que deben su color rojo o rosado a la presencia del pigmento ficoeritrina que enmascara otros pigmentos fundamentales para la fotosíntesis como son las clorofilas, son prácticamente exclusivas del mar, y en general habitan aguas cálidas y tranquilas, protegidas de la luz directa del sol, como es el caso de nuestra zona estudio.



Figuras 34 y 35. Ejemplo de *Bangia atropurpurea* presente en el área de estudio

La mayoría de las algas rojas son anuales, completando su ciclo de vida en un año o en menos, muriendo a continuación. La inmensa mayoría de ellas, viven en condiciones ambientales bastante estables, presentando un crecimiento lento y unas exigencias muy definidas en cuanto a factores como luz, temperatura, hidrodinamismo o sustancias nutritivas se refiere, lo que las hace muy sensibles a fluctuaciones de las condiciones ambientales.

Batimétricamente, la *Bangia atropurpurea* (Figuras 34 y 35), de unos 15cm de largo, se distribuye desde la zona mediolitoral hasta las máximas profundidades compatibles con la vida vegetal, habiendo un fuerte predominio de especies con requerimientos lumínicos bajos y de aguas profundas. Son muy comunes y abundantes en fondos rocosos naturales o artificiales (escolleras, diques etc.) del Mar Mediterráneo y Océano Atlántico, que estén bañados por aguas polucionadas, donde crece muy densamente y forma un cinturón muy claro y característico (Calvín, 1995). Es de destacar la importante contribución de las algas calcificadas a la formación de estructuras organógenas (trottoirs, coralígeno de plataforma, arrecifes, etc.) que acogen a importantes comunidades bentónicas. El género *Lophosiphonia scopolorum* comprende una serie de especies de ejes postrados y estructura dorsiventral, muy parecidas a las *Polysiphonia*.

CLOROFÍCEAS

Representadas en la zona de estudio por los géneros *Ulva* y *Enteromorpha*, con distintas especies entre las cuales destaca: *Ulva rigida* y *Enteromorpha compressa* (Figuras 36 y 37).

La ecología de las clorófitas o algas verdes es compleja, ya que no se limitan a ocupar los hábitats acuáticos, de aguas dulces y saladas, sino que aparecen también en el suelo, fijadas al sustrato y en superficies higropétricas, entre otros ambientes (Calvín, 1995).

Como grupo, seguramente se trata de organismos que viven en un rango de variación más amplia de parámetros ambientales, desde menos de 0°C en la nieve, hasta a 40°C o más en las cubetas litorales (Calvín, 1995). Todas las especies, cuando germinan, lo hacen fijadas sobre un sustrato duro, si bien, cuando llegan a un estado relativamente joven, pueden ser arrancadas de allí y continuar viviendo libres, ya sea en el fondo o en la superficie del agua.

Los aportes de agua dulce ricas en nutrientes, principalmente nitrógeno, son los que mayoritariamente propician la aparición de este tipo de algas nitrófilas. Estos aportes de agua

dulce pueden ser debidos a la posible contaminación y desagüe de aguas sucias debido a los hoteles colindantes así como a la desembocadura en el mar de las canalizaciones pluviales que van a parar en la costa. Otra posibilidad a tener en cuenta sería la surgencia o afloramiento en estas zonas de aguas procedentes de un acuífero.

Representan desde el punto de vista ecológico, el principal componente de la vegetación de las zonas marinas sometidas a una tensión o “estrés” importante, por las causas que sean: variaciones bruscas de la salinidad, de la temperatura o de la concentración de nutrientes, polución orgánica e inorgánica, abrasión causada por las olas cargadas de arena, falta de substrato estable, etc. (Guidetti y Fabiano, 2000).

Estos macrófitos son los primeros que aparecen sobre cualquier substrato duro que se sitúa sobre el agua o que haya estado desprovisto de la vegetación algal anterior. Esta instalación de algas verdes modifica notablemente las condiciones del sustrato, y favorecen la fijación de otras especies, que, a la larga, las irán substituyendo, hasta formar comunidades progresivamente más maduras y complejas.

De acuerdo con lo que se ha dicho, las ulvales son especies oportunistas, de crecimientos rápido y de reproducción sencilla. Representan un ejemplo típico de lo que en ecología se denominan r-estrategas. Los dos géneros de la familia de las ulvácias *Ulva* y *Enteromorpha* tienen numerosos representantes en todas las costas del mundo. (AA.VV. Història Natural dels Països Catalans. Vol 4. Plantes inferiors. Barcelona: Enciclopèdia Catalana S.A 1991)



Figuras 36 y 37. Ejemplo de comunidad de ulvales presentes en el área de estudio

BACILARIOFITAS o diatomeas

Son algas microscópicas que viven libres formando parte del plancton o fijas sobre un sustrato; en el área de estudio las hemos encontrado recubriendo determinadas zonas del litoral, formando estructuras mucilaginosas de color parduzco, que como característica más destacable desde el punto de vista del visitante a estos lugares es su peligrosidad como superficies deslizantes.

Las diatomeas en su conjunto constituyen un grupo muy numeroso de algas, de alrededor de 10.000 especies agrupadas en unos 200 géneros. Su carácter más notable es la presencia de un tipo de esqueleto externo constituido por sílice (dióxido de silicio, SiO_2), una sustancia incolora con aspecto vidrioso. Se encuentran en todo tipo de ambientes suficientemente húmedos e iluminados.



Figuras 38 y 39. Ejemplo de comunidad de diatomeas presentes en el área de estudio

Se las encuentra en todos los ambientes, exigiendo la presencia de humedad y agua. Frecuentemente forman parte del perifiton, conjunto de organismos microscópicos adheridos sobre un sustrato sólido sumergido.

Algunos géneros se encuentran tanto en las aguas dulces como en los medios marinos, mientras que otras son privativas de uno o de otro. Son las algas más utilizadas en todo el mundo para el biomonitoreo de ambientes actuales y fósiles. Su éxito radica en su adaptabilidad y en su elevada tasa de reproducción. Son muy resistentes a la acción de los elementos, incluso a altas temperaturas. Pero son muy sensibles a la contaminación, especialmente al nitrógeno y al fósforo.

9. PROPUESTAS DE GESTIÓN

9.1 Que no desemboquen en la playa las alcantarillas de pluviales públicas:

Sobre todo, después del paso de un temporal, o que los vientos predominantes vengan de Sur o Sureste, las alcantarillas y pluviales de las vías de comunicación de la zona desembocan sobre la playa de Cala Fornells, ayudando a la erosión de la arena. Se apuesta fuertemente por su cambio situación, desviándolas hacia otros puntos del propio alcantarillado público.



Figuras 40 y 41. Vista de Cala Fornells después del paso de un temporal

9.2 Construcción de aceras:

Se propone la restauración y construcción de aceras sobre todo en lo que compete a la vía de acceso/unión entre Cala Fornells y el Calò de Ses Llises ya que se caracteriza por no tener aceras, y la carretera de acceso suele ser peligrosa tanto para transeúntes como para los propios vehículos.



Figuras 42 y 43. Vista de la carretera de acceso a ambas calas

9.3 Talar pino peligroso sobre el chiringuito de Cala Fornells:

Sobre el chiringuito de Cala Fornells hay un pino cuyas raíces han provocado el movimiento de tierras, rotura de las paredes y caída de piedras a la propia cala con el peligro que ello supone. En este caso, es preferible talar el pino, que no es más que un ejemplar silvestre sin ningún valor específico, que asumir el riesgo que supone para los usuarios habituales de la zona.



Figuras 44 y 45. Vista del pino peligroso sobre Cala Fornells

9.4 Acceso para minusválidos:

A fin de seguir eliminando las barreras arquitectónicas, se propone la instalación por parte de las autoridades públicas competentes de una rampa de acceso a ambas calas ya que solo se dispone de escaleras de acceso.



Figuras 46 y 47. Vista de los accesos al Calò de ses Llises (izquierda) y a Cala Fornells (derecha)

9.5 Ordenación de las barcas sobre la playa alta del Caló de Ses Llises:

Diferentes pescadores locales de la zona dejan su embarcación sobre la orilla o la playa alta del Caló de ses Llises impidiendo el tránsito y provocando un impacto visual agudo sobre la playa. Se propone o bien su eliminación/prohibición o, por el contrario, consensuar con los propietarios una solución adecuada para la ordenación de estas embarcaciones.



Figuras 48 y 49. Vista de las embarcaciones sobre el Caló de Ses Llises

9.6 Propuesta de instalación de sistemas de amarre en la zona de estudio:

Una alternativa al anclaje directo es la instalación de una cantidad mínima y máxima de boyas en la bahía de Cala Fornells por diferentes razones como son; la calidad y tipo de fondo marino, el diseño de la zona de baño y canales de acceso que hay en ella y la posibilidad de incrementar o disminuir cantidades.

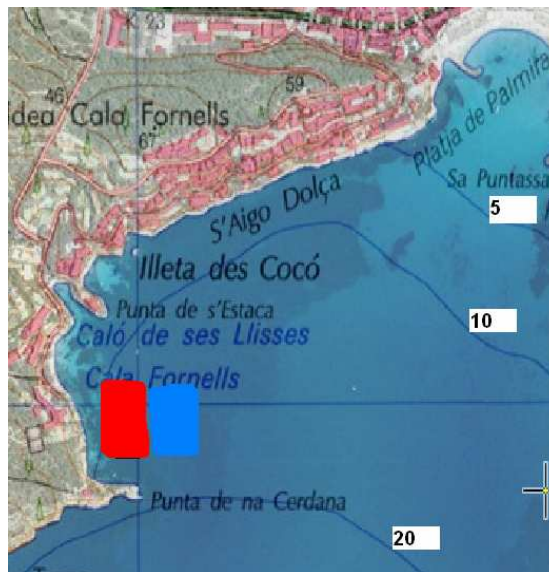
Para la implementación del sistema de amarres hay que tener en cuenta que se tiene que prohibir el uso de anclas (para la protección de la *Posidonia oceánica* entre otras variables). Aun así, hay que hacer excepciones a la regla en casos de condiciones meteorológicas extremas o cuando estén en peligro embarcaciones o personas.

Si no resulta bien cubierta la mayoría de anclajes a lo largo del tramo de costa, podrían surgir una serie de problemas como la viabilidad económica del proyecto, que no se evitaran los daños ecológicos causados por el uso de las anclas y la posibilidad de límites de uso de las embarcaciones si entrara en vigor la prohibición de fondear en la bahía.

Se propone que los amarres sean alquilados entre el 1 de abril y el 31 de octubre (fecha que coincide con el cierre de la mayoría de hoteles de la zona), aproximadamente 210 días.

Cada amarre será probado y se evaluará la eslora máxima de embarcación, el peso máximo de embarcación, la velocidad máxima de viento y la altura máxima de las olas aceptables. Esta información se mostrará en una etiqueta metálica en la misma boya. Todos estos servicios tienen que ser ofrecidos por los operadores de las lanchas neumáticas que tendremos estacionados en cada bahía.

En cuanto a la eslora, haremos 2 categorías diferentes de boyas teniendo en cuenta la batimetría de la zona, que en el área que se lleva a estudio no supera los 20m.



Como se puede observar en la imagen (Figura 50), se han dividido los dos tipos de boyas diferentes por colores. De color rojo, tendríamos las boyas cuya eslora no puede superar los 15m, con un máximo de 8 amarres posibles. De color azul, tendríamos el tipo de boya con una eslora no superior a 30m. En este caso se ha optado por adecuar la cantidad de estas boyas a las 5 embarcaciones de transporte de pasajeros que suelen dormir en la cala.



CATEGORIA	ESLORAS	Nº MÁXIMO DE AMARRES
	7-15 m	8
	15-30 m	5

Figura 50. Propuesta de amarres en la bahía de Cala Fornells

9.7 Programa de educación ambiental:

La educación, información y concienciación de los valores naturales de este litoral son una herramienta básica y complementaria a la gestión del espacio, así como un apoyo a la política de conservación propuesta.

10. CONCLUSIONES

La literatura actual existente sobre *Posidonia oceánica*, relaciona el descenso generalizado de la cobertura de las praderas en todo el Mar Mediterráneo en los últimos años, con las actividades humanas que se llevan a cabo en aguas costeras poco profundas (por ejemplo, el desarrollo costero, los anclajes, el turismo, etc.). Gran cantidad de estudios han descrito cualitativamente los impactos negativos de estas actividades en los pastos marinos, pero pocos han analizado cuantitativamente los cambios en la pradera en cuanto a su cobertura (Montefalcone et al., 2005).

Por una parte, el fondeo de embarcaciones es el responsable de la mayoría de las actuales regresiones marinas de la pradera en la zona de estudio desde antes de la década de los años 90. Aunque el turismo no ha sido el único factor que conduce estos cambios, la costa es ahora el mayor destino turístico y ha ido transformándose en un importante factor (Woodroffe, C.D 2002).

Por otra parte, y tal y como demuestran los datos y la cartografía digital en la bahía de Cala Fornells, la cobertura de *Posidonia oceánica*, aunque ha sido regresiva en valores absolutos después de 1990, su tendencia es estable comparándola con la cobertura hacia la década de los años 50[?]; algo que contradice la literatura existente y que augura la desaparición paulatina y alarmante de las praderas.

Por tanto, existe una necesidad urgente de la adopción de un conjunto de indicadores de eficiencia y la creación de una base comparativa sólida y cuantitativa con el fin de elaborar una evaluación precisa de las pérdidas/ganancias de pastos marinos de *Posidonia oceánica* y sus causas, para las posibles ganancias a escala mediterránea y teniendo en cuenta los resultados a escala local a los que se ha llegado en este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Joana Maria Petrus Bey (UIB)

Eduardo Cózar Chillerón (Calviá)

Antonio Rodríguez-Perea (UIB)

Biel Moyá (UIB)

Miquel Grimalt (UIB)

Laura del Valle

Xisco Pomar

Equipo del Departamento de Calidad de Playas del Ayuntamiento de Calviá

FUENTES CARTOGRÁFICAS Y DOCUMENTALES

INM

IGME

IDEIB

IMEDEA

Ministerio de Medio Ambiente

Puertos del Estado

Sigpac

Google Earth

GVsig

Agenda Local 21 de Calviá

Oficina de información turística de Magaluf, Calvià

Documentos Dpto. de Calidad de Playas del Ayuntamiento de Calviá

BIBLIOGRAFÍA

- Calvín, J.C., 1995, *El ecosistema mediterráneo. Guía de su flora y fauna*, Madrid, 797p.
- Davies, J. L., 1980, *Geographical Variation in Coastal Dev*, 2ed. Longman Gr, London, UK.
- Fornós, J. J., Ginés, J., Gómez, L. (Ed.), 2007, *Geomorfología Litoral: Migjorn y Llevant de Mallorca*. Monogràfic Societat Història Natural de les Illes Balears. Palma de Mallorca, (España), 90p.
- Fraile, P., Ojeda, J., 2007, *La Evolución de la Línea de Costa en la Fachada Atlántica Andaluza Entre 1956 y 2004*. Investigaciones Recientes (2005-2007) en Geomorfología Litoral. Palma de Mallorca, España. UIB. Vol. 1. 2007. Pág. 55-60.
- Giulia, C., Davide, C., Marco, M., 2006, *Short-term response of the slow growing seagrass Posidonia oceánica to simulated anchor impact*. Marine Environmental Research 63 341-49.
- Gómez-Pujol, L., Fornós, J. (editores), *Investigaciones recientes (2005-2007) en Geomorfología Litoral*. Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, 153p.
- Guidetti, P., 2001, *Detecting environmental impacts on the Mediterranean seagrass Posidonia oceanica L./ Delile: the use of reconstructive methods in combination with 'beyond*

BACI' designs. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 260. 27–39.

- Komar, P.D., 1998, *Beach Processes and Sedimentation*. Pentice Hall 424-430, 439-455.
- Leriche, A., Pasqualini, V., Boudouresque, C.F., Bernard, G., Bonhomme, P., Clabaut, P., Denis, J., 2004, *Spatial, temporal and structural variations of a Posidonia oceanica seagrass meadow facing human activities*. Aquatic Botany 84 (2006) 287–293. France.
- López-Rubio, B., García, R., Bernardeau, J., Marín, L., Sandoval, J.M., Gavilán, J., Ramos, A., Ruiz, J.M., 2010, *Informe anual de la red de seguimiento Posidonia oceanica de la Región de Murcia (2004-2010)*. Instituto Español de Oceanografía, Murcia, España. 132 p.
- Medina, J.R.;Tintoré, J.; Duarte, C.M., 2001, *Las praderas de Posidonia Océánica y la Regeneración de Playas*. Revista de Obras Públicas, n. 3409 pp.31-43.
- Montefalcone, M., Lasagna, R., Bianchi, M.C., Morri, C., Albertelli, G., 2005, *Anchoring damage on Posidonia oceanica meadow cover*. Chemistry and Ecology, Vol.22, pp.S207–17.
- Navarro, E., 2005, *Indicadores para la evaluación de la capacidad de carga turística*, Annals of Tourism Research en Español. 7(2), 422p.
- Pons, G.X. (editor) 2008, *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*. Societat d'Història Natural de les Illes Balears, (Espanya), 1-467.
- Woodroffe, C. D., 2002, *Coast: form, process and evolution*. Cambridge. UK, 623 p.