Inventario de Zonas de Fondeo del Litoral de Mallorca

Pablo Balaguer

pbalaguer@socib.es

Octubre 2008

Resumen

El objetivo principal de este estudio es relacionar la presión ejercida por las embarcaciones sobre los fondos marinos aptos para la práctica del fondeo a través de una cuantificación de todas las zonas aptas para fondear (ej. zonas sin *Posidonia oceanica*) en Mallorca y una estimación de la presión en base del número total de amarres existentes.

La delimitación de los fondos de arena en cada uno de las zonas se ha realizado aplicando una distancia prudencial respecto de la línea de costa (a partir de 1,5 m - 2 m de profundidad aproximadamente) y como límite exterior (hacia mar abierto) el polígono trazado sobre la fotografía aérea se ha ajustado a las bocanas de las calas o puertos naturales considerados como zonas de fondeo. En las áreas de fondeo localizadas en costas expuestas (sin abrigos naturales) el límite exterior se ha determinado de acuerdo con la isobata de 10 m. Estos datos, y la base de datos espacial que se creó de ellos, forma una base complementaría importante para desarrollar la metodología utilizada en Cala Xinxell en más zonas del litoral de Mallorca.

Existen aproximadamente 163 zonas aptas para fondear en Mallorca. La extensión de los fondos de arena de los fondeaderos para toda Mallorca es de aproximadamente 9,5 km^2. Los fondos de arena suponen el 50% de la totalidad de los fondos de las zonas de fondeo, cuya extensión total es de 19,4 km^2. Si se considera que en 2008 existieron aproximadamente 14 270 amarres en puertos que acomodan barcos recreativos en Mallorca (CITTIB, 2009), esto permite una media de 657 m^2 por amarre, o una distancia media aproximada de 30 m entre barcos, menos de la distancia mínima calculada para el límite de uso de Cala Xinxell (38 m). Esta distancia media es similar a la distancia de 30 m exigida por el Servicio Nacional de Parques de los EEUU o la de 40 m exigida por el Proyecto AWARE y PADI (2009). No obstante, este escenario pertenece a la situación improbable de que todos los barcos salgan al mismo tiempo. Pero, si también se considera que no todas las áreas de fondeo estarían disponibles al mismo tiempo debido al clima, el área total de arena se puede considerar como una sobreestimación del área total disponible. Finalmente, si calculamos el número total de barcos que podrían fondear en arena con una distancia media de 35 m entre ellos (alrededor de las recomendaciones de nuestro estudio y los dos mas que hemos citado), sale a 7848 barcos, o 55% de los amarres totales. Estos cálculos nos indicación que la presión potencial sobre el recurso disponible esta elevada y cerca o por encima del límite de uso.

Introducción y marco general internacional: sostenibilidad, ciencia y GIZC.

La preservación del litoral y el desarrollo socioeconómico de la zona costera, son, a principios del siglo XXI, uno de los temas prioritarios en las Illes Balears. La condición de archipiélago y de insularidad condiciona la limitación de territorio y de sus recursos, así como la preocupación por la conservación de los valores naturales puesto que éstos serán los que podrán garantizar las adaptaciones de la línea de costa frente a posibles cambios futuros derivados del cambio climático.

La preservación del medio ambiente y la recuperación de las áreas litorales son elementos esenciales para garantizar la sostenibilidad del litoral de las Illes Balears, al mismo tiempo que son elementos determinantes tanto para el mantenimiento y mejora del bienestar de los ciudadanos como de la competitividad de la actividad económica.

La elevada presión antrópica ejercida sobre el litoral de las Illes Balears desde la segunda mitad del siglo XX ha provocado que la capacidad de carga o capacidad de adaptación del medio frente a las modificaciones realizadas por el hombre, haya sido sobrepasada. Hasta la fecha no se han dispuesto de datos fiables para validar correctamente estas afirmaciones, hasta el punto de que no existe una única definición para el concepto de capacidad de carga. Este hecho implica que no se puedan aplicar o establecer los límites o capacidades de carga a determinadas actividades, el desarrollo de las cuales puede condicionar el nivel de calidad del litoral.

En las Illes Balears se tienen evidencias de cambios en la zona costera con repercusiones sociales, económicas y medioambientales significativas relacionados con diversos procesos ocurridos de manera natural o bien, inducidos por el hombre. Algunos ejemplos del empobrecimiento de los valores del litoral están relacionados con el detrimento de la calidad del agua, la erosión de playas, retrocesos de la línea de costa en general, la aparición de mareas rojas, la pérdida de recursos pesqueros, la masificación de las aguas de baño, construcción y ampliación de urbanizaciones, degradación y pérdida de dunas litorales, proliferación de especies invasoras, la degradación de las praderas de *Posidonia oceanica*, vertidos varios, entre otros.

Es evidente, por tanto, la necesidad de apoyar una investigación científica que permita un conocimiento más profundo e integrado de los aspectos que influyan el desarrollo sostenible de las zonas costeras de Mallorca. De forma paralela, es importante asumir la responsabilidad de concienciar a la sociedad sobre la necesidad de estimar límites asociados con el desarrollo sostenible y, en algunos casos, establecimiento de estos límites para avanzar hacia la sostenibilidad y coherencia en la gestión de la línea de costa.

La determinación de hipótesis de capacidad de carga física de barcos fondeados a lo largo del litoral de la isla de Mallorca, se presenta como una primera tentativa para la consideración de los límites de esta actividad caracterizada por la escasa atención y seguimiento hasta la fecha. El conocimiento de ciertos límites en las actividades desarrolladas sobre el medio natural servirá de herramienta para su correcta gestión y explotación de sus recursos.

Los barcos que, mediante el uso de anclas, fondean en ciertos enclaves específicos del litoral de las Illes Balears ejercen una determinada presión y estrés sobre el medio físico y medio vivo del fondo marino, condicionando, en algunos casos su desarrollo y evolución futura.

Está demostrado que la presión ejercida por el efecto del fondeo puede causar efectos nocivos sobre la ecología y biodiversidad de los fondos marinos y de la zona litoral (Walter et al., 1989; Milazzo et al., 2004; Francour et al., 1999) (Figura 1). En los dominios de la

cuenca mediterránea es común relacionar la presión de fondeo con los efectos nocivos ejercidos sobre las praderas de *Posidonia oceanica*.

Existen pocos precedentes sobre los estudios frecuentación de embarcaciones de recreo en el litoral de las Illes Balears. Roig-Munar (2003) trabajó en la frecuentación del turismo náutico-recreativo en el litoral de la isla de Menorca. Los recuentos de embarcaciones se basaron en reconocimientos realizados varias veces al día. Los datos obtenidos abogan, según el autor, para abrir camino hacia una gestión adecuada de esta actividad y compatibilizarla en lo máximo con el medio natural y en especial con las praderas de *Posidonia oceanica*. Lloret et al. (2008) también analizan los impactos de las embarcaciones de recreo sobre el medio marino de la reserva marina del Cap de Creus (Girona, Catalunya).

Figura 1: Efecto de desestabilización y desaparición de praderas de *Posidonia oceanica* debido al efecto de las anclas (Walter et al., 1989).

Objetivos

El objetivo general de este estudio es, considerando el ámbito de la náutica recreativa, realizar una primera estima de la capacidad de carga física del litoral de Mallorca, considerando como recurso las zonas de fondeo potencial y como factor de presión las embarcaciones que fondean en el litoral.

De forma más concreta, los objetivos específicos son:

- Identificar las zonas de fondeo principales del litoral de Mallorca y, en estas zonas, delimitar los fondos de arena y aquellos ocupados por *Posidonia oceanica*.
- Cuantificar el número de embarcaciones de recreo susceptibles de fondear en el litoral de Mallorca (considerando tanto los amarres disponibles en puertos como observaciones in situ durante 2006 y 2007).
- Establecer distintos escenarios de sostenibilidad y de capacidad de carga física dependiendo de la distancia de fondeo entre embarcaciones.

Metodología

En el presente estudio existen tres elementos a tener en cuenta:

1) Recurso (fondos marinos adecuados disponibles para el fondeo)
2) La Presión (nº de embarcaciones que fondean en la costa y nº de amarres actualmente existentes en los puertos de las Illes Balears)
3) Establecimiento de criterios de sostenibilidad

Recurso (fondos disponibles para el fondeo)

Identificación de zonas de fondeo

En un marco de sostenibilidad, se considera que las embarcaciones deben fondear en fondos de arena y no sobre fondos donde existen comunidades bentónicas como *Posidonia oceanica.*

Para la identificación de las zonas de fondeo se ha recurrido a observaciones in situ mediante el uso de fotografía aérea de las distintas zonas marítimas del litoral de las Illes Balears. Las fotografías fueron tomadas desde una avioneta, del servicio de vigilancia de la Dirección General de Qualitat i Litoral del Govern de las Illes Balears, durante los veranos de 2006 y 2007.

Los datos así obtenidos se han introducido en una base de datos en un entorno SIG (Sistema de Información Geográfica) que nos permite una gestión ágil de la información y del conocimiento generado.

En lo que respecta a la isla de Mallorca, se han identificado 163 zonas de fondeo de las que únicamente 4 son LICs (Lugares de Interés Comunitario) marinos que disponen de fondeos especialmente adaptados a la preservación de la pradera de *Posidonia oceanica* y que se instalaron durante el Proyecto LIFE Posidonia hacia finales de 2006 (Figuras 2 y 3).

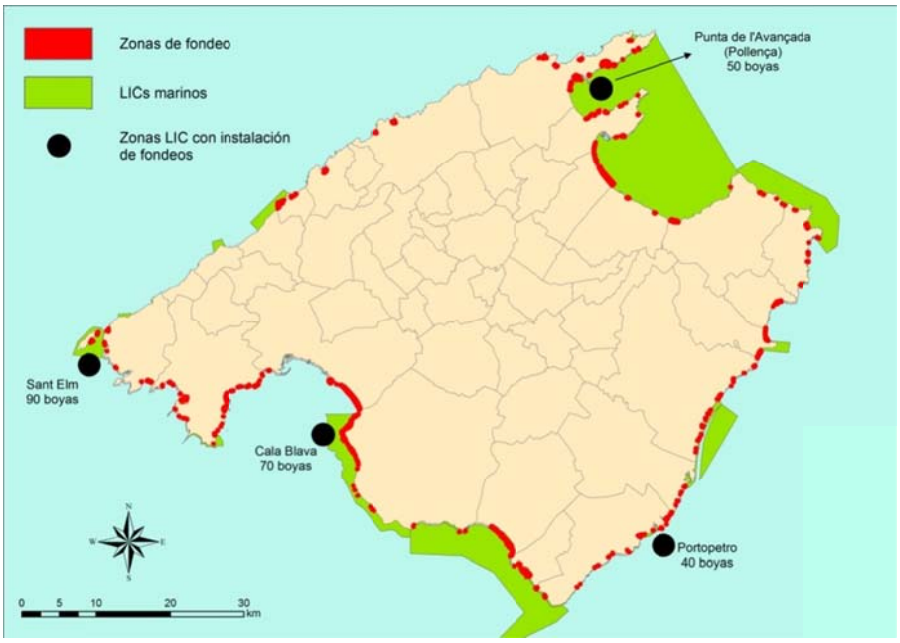

Figura 2: Distribución general de las zonas de fondeo reconocidas en el litoral de Mallorca (Illes Balears). En la figura también pueden apreciarse los Lugares de Interés Comunitario (LICs) de la Red Natura 2000 y las zonas en las que se han instalado fondeos apropiados para no dañar las praderas de *Posidonia oceanica*.

Figura 3: Imagen aérea de la zona de la Punta de l'Avançada (Badia de Pollença) -LIC marino-. En la imagen pueden observarse embarcaciones sujetas a las boyas-fondeos instalados a raíz del proyecto LIFE Posidonia.

Delimitación y cuantificación de las zonas de fondeo con fondos de arena

En cada una de las 163 zonas reconocidas, se han identificado y cartografiado los fondos de arena mediante el uso de fotografía aérea del Servicio de Información Territorial de las Illes Balears S.A (SITIBSA), correspondientes a los años 2002 y 2006.

La delimitación de los fondos de arena en cada uno de las zonas se ha realizado aplicando una distancia prudencial respecto de la línea de costa (a partir de 1,5 m - 2 m de profundidad aproximadamente) y como límite exterior (hacia mar abierto) el polígono trazado sobre la fotografía aérea se ha ajustado a las bocanas de las calas o puertos naturales considerados como zonas de fondeo (Figura 4).

Figura 4: Ejemplos de delimitación de fondos de arena en lugares en los que normalmente fondean embarcaciones de recreo. En la figura se pueden observar los ejemplos de las zonas: A) Platja d'es Perengons (Campos), B) Cala Vinyes (Calvià), C) Cala en Tugores (Ses Salines - Santanyí) y D) Cala Sant Vicenç (Pollença).

Presión (afluencia de embarcaciones)

Cuantificación del número de embarcaciones fondeadas

El recuento de los barcos presentes en las distintas zonas de fondeo se ha realizado mediante el uso de fotografías oblicuas (Figura 5) de la costa realizadas desde las avionetas "Milanes" del servicio de limpieza de las aguas costeras de la Direcció General de Qualitat-Litoral de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de las Illes Balears.

Los horarios de vuelo de las avionetas ha sido entre las 8:00 y las 13:00 horas (durante los veranos de 2006 y 2007), lo que implica que los recuentos de embarcaciones en cada una de las zonas de fondeo refleja de hecho más el número de embarcaciones que han pernoctado fondeadas, que un número máximo de embarcaciones que pueda llegar a haber durante un día normal de verano.

El número de amarres de las vertientes litorales de Mallorca

Se ha procedido a cuantificar los puestos de amarre puesto que se considera como un dato importante a tener en cuenta de cara a una demanda potencial total de fondeo. Las relaciones entre el número de embarcaciones muestreadas mediante fotografía aérea, correspondiente a los veranos de los años 2006 y 2007, y el número de puestos de amarre constituye un paso previo a los cálculos de capacidad de carga física.

Las cifras obtenidas correspondientes a los puestos de amarre de los puertos deportivos y/o marinas de las Illes Balears se han separado de acuerdo con cada una de las vertientes litorales de configuran la zona costera de cada una de las islas. En el caso de Mallorca, se ha dividido en cuatro vertientes litorales: 1) suroccidental (entre el Cap de ses Salines y sa Dragonera), 2) norooccidental (entre sa Dragonera y Cap de Formentor), nororiental (entre Cap de Formentor y Cap de Capdepera) y oriental (entre el Cap de Capdepera y Cap de ses Salines).

Establecimiento de criterios de sostenibilidad. Escenarios que permitan garantizar los criterios aceptados

Los primeros cálculos sobre la capacidad de carga física de embarcaciones fondeadas en el litoral de las Illes Balears se han realizado mediante una experiencia piloto en la vertiente oriental (*Llevant*) de Mallorca.

Propuesta de distancias entre fondeos

El análisis realizado se ha basado el establecimiento de tres hipótesis de fondeo exclusivamente sobre las zonas de arena. Las hipótesis de fondeo han sido tres, dependiendo de la distancia existente entre fondeos, estas son: a) según una distancia de separación entre embarcaciones de 25 m, b) distancia de 50 m y c) distancia de 75. El resultado obtenido para cada una de las hipótesis se ha comparado tanto con el número de amarres de la misma vertiente litoral (en este caso la zona de Llevant) y con el número de barcos aforados durante los dos veranos en los que se ha realizado este seguimiento mediante las fotografías aéreas del Servei de Neteja de la Direcció General de Qualitat i Litoral.

Consideraciones sobre la relación entre la eslora y la profundidad

En cuanto a la relación entre la eslora de las embarcaciones y la profundidad, se considera algo confusa y poco definida debido a la gran variabilidad de tipos de embarcaciones y su calado. Como ejemplo de ello, existen embarcaciones de eslora igual o superior a 10 m y con calados inferiores a 1 m, lo cual les permite acercarse hasta escasos metros respecto del contacto tierra-mar (Llauts, Lanchas motoras y Catamaranes). Por el contrario, son

numerosas las embarcaciones (veleros) con esloras inferiores a -10 m con calados superiores a 1,5 m que no pueden acercarse excesivamente a la línea de costa.

Figura 5: Ejemplo de fotografía aérea tomada por una de las avionetas "Milanes" del Servei de Neteja de la Direcció General de Qualitat i Litoral, Cala Saona (Formentera). Los recuentos de embarcaciones fondeadas a lo largo del litoral de las Illes Balears se han basado en estas imágenes tomadas durante los veranos de los años 2006 y 2007.

Herramientas de consulta

Se ha elaborado, un mapa digital de consulta La finalidad en cuanto a la elaboración de esta herramienta es la facilidad de consulta y acceso a la información generada por parte del equipo de trabajo. Como ejemplo de ello, a través de esta herramienta se pueden consultar los fondos de arena delimitados en cada uno de los enclaves costeros en los que se suele fondear. De este modo, con este tipo de consulta rápida, se considera que se facilita el consenso entre todas las partes implicadas en el estudio.

Resultados

La presión sobre el recurso "fondos disponibles para el fondeo de embarcaciones de recreo" se refiere a la relación entre: 1) el número de amarres existentes, 2) el número de barcos que suelen fondear en las zonas monitorizadas y 3) la extensión de los fondos disponibles para el fondeo (Figura 6).

Figura 6: Ejemplo de comparación entre la extensión de los fondos de arena disponibles (figura de la izquierda) y la totalidad de los fondos disponibles para fondear (figura derecha) en Cala Marçal - Caló d'en Manuel (Felanitx, Mallorca). Las hipótesis sobre capacidad de carga física se han aplicado tanto sobre los fondos de arena como sobre la totalidad de los fondos para cada uno de las zonas costeras seleccionadas del Llevant de Mallorca.

Cálculo de las áreas de los fondos de las zonas de fondeo. Totalidad del fondo y fondos de arena

El recurso considerado, fondos de arena disponibles en las zonas de fondeo, han sido delimitados para todo el perímetro litoral de la isla de Mallorca. Los análisis y cálculos de detalle se han realizado, por separado, en cada una de las vertientes litorales (ver tabla 1). La extensión de los fondos de arena de los fondeaderos para toda Mallorca es de 9,5 km^2. Los fondos de arena suponen el 50% de la totalidad de los fondos de las zonas de fondeo, cuya extensión total es de 19,4 km^2.

En cuanto a las características generales de los tipos de fondo en cada una de las vertientes marítimas la relación entre los fondos de arena y el fondo total disponible se sitúa en torno al 50% (Tabla 1). En la vertiente marítima oriental, los resultados generales son 1,1 km^2 de fondos de arena. Estos fondos representan el 46% del total del fondo disponible de los 52 emplazamientos localizados en esta vertiente. La extensión total de los fondos de estas zonas de fondeo (comprenden tanto fondos colonizados por organismos bentónicos, como fondos de roca y/o arena) es de 2,4 km^2. Aunque la extensión de los fondos de arena sea muy variable de una zona de fondeo respecto a otra, el área promedio de fondos ocupados por arena es de 21.154 m^2. En la vertiente nororiental la extensión de los fondos de arena es de 2,9 km^2, los fondos de arena representan el 47,5% respecto del total de los fondos disponibles de las 32 zonas de fondeo. La extensión media de fondo de arena en cada una de las zonas de fondeo es de 90.625 m^2. La extensión del total de los fondos es de 6,1 km^2. En la vertiente sur-occidental

los fondos de arena ocupan un área de 4,6 km^2 lo que representa el 50,5% del total de los fondos de las 63 zonas de fondeo y el área promedio es de 73.016 m^2. La extensión total de fondos disponibles es de 9,1 km^2. En la vertiente nororiental (Serra de Tramuntana) la extensión de los fondos de arena, repartidos en 16 zonas de fondeo, son de 0,9 km^2 estos fondos representan el 50% de los fondos de las zonas en las que se suele fondear. El área promedio de fondos de arena en cada una de las zonas de fondeo es de 56.250 m^2. La extensión de la totalidad de los fondos disponibles para el fondeo en esta vertiente es de 1,8 km^2.

Area de fondeo		km^2	nº de embarcaciones según ESCENARIOS DE SOSTENIBILIDAD			Total amarres	nº barcos
			malla 25	malla 50	malla 75	(2008)	(foto aérea)
Vertiente oriental (Llevant)	Arena	1,1	1.793	468	189	2.408	330
	Total fondo	2,4	3.920	970	424		
Vertiente suroccidental	Arena	4,6	7.445	1.870	823	8.237	625
	Total fondo	9,1	14.519	3.647	1.618		
Vertiente noroccidental (Tramuntana)	Arena	0,9	1.473	359	158	568	102
	Total fondo	1,8	2.898	714	317		
Vertiente nororiental	Arena	2,9	4.555	1.147	509	3.057	441
	Total fondo	6,1	9.706	2.433	1.084		
Resultados totales	Fondos de arena disponibles para fondeo	9,5	15.266	3.844	1.679	14.270	1.498
	Totalidad de fondos para fondeo	19,4	31.043	7.764	3.443		

Tabla 1: Características de la práctica del fondeo en cada una de las vertientes marítimas de la isla de Mallorca. En la tabla se comparan los escenarios de sostenibilidad (nº máximo de embarcaciones según cada hipótesis de fondeo) con el número de amarres[1] (demanda potencial total) con el número de barcos aforados mediante foto aérea de 2006 y 2007 (demanda de fondeo a la baja).

Embarcaciones fondeadas en el litoral

[1]La obtención de datos acerca de número de amarres se presenta como una tarea ardua en cuanto al reconocimiento de las principales fuentes de información, así como la determinación de la fiabilidad de éstos. Las instituciones encargadas de la gestión administrativa de los puestos de amarre son la *Autoritat Portuaria de les Balears* (Ministerio de Medio Ambiente) y *Ports de las Illes Balears* (Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears) aunque las series de datos más completas se obtienen en el anuario estadístico *El Turisme a les Balears Dades Informatives* de la Conselleria de Turismo del Govern de las Illes Balears (CITTIB). Los datos sobre puestos de amarre en dicho anuario han tenido que ser validados puesto que en algunos casos se han atribuido puertos en municipios de forma errónea, así como se han considerado puestos de amarre en puertos o instalaciones náuticas "no existentes" (es el caso del C.N. Mar de Sant Elm durante los años 2001 y 2002). Ver la sección 5.3 para más detalles sobre la metodología. El nº de amarres expuestos en la Tabla 1 corresponden a 2008 de acuerdo con el anuario estadístico del CITTIB (2009).

En Mallorca se han considerado 163 zonas de fondeo (51% del las zonas de las Illes Balears). La cifra de afluencia media de embarcaciones calculada a partir del estudio realizado durante los veranos de los años 2006 y 2007 es de 1.498 embarcaciones. Los municipios que presentan un mayor número de zonas de fondeo son (por orden de mayor a menor): Calvià, Manacor y Santanyí.

Los recuentos de embarcaciones fondeadas desprenden que un promedio de 1.498 embarcaciones frecuentan diariamente los fondeaderos de la isla de Mallorca. De estas, 330 embarcaciones (22% del total) fondean en las zonas de la vertiente marítima oriental (zona de Llevant). En la vertiente sur-occidental fondean un promedio de 625 embarcaciones (42% del total). En la vertiente nororiental fondean un promedio de 441 embarcaciones (29% del total). Y en la vertiente noroccidetal fondean un promedio de 102 embarcaciones (7% del total.

Cabe mencionar que los datos de frecuentación de embarcaciones pueden ser considerados a la baja debido a los horarios en los cuales han sido tomadas las fotografías aéreas (entre las 8:00 y las 13:00). Los aforamientos realizados durante el año 2007 no han sido tan completos como los realizados durante el verano del año 2006. Este hecho se debe a que el hundimiento del buque Don Pedro frente a las costas de Eivissa tuvo ocupadas, durante buena parte del verano, a las avionetas de reconocimiento que proveían las fotografías de los fondeaderos. También es preciso remarcar que las zonas de fondeo localizadas en el interior de la Bahía de Palma (Mallorca), en la vertiente marítima sur-occidental, no presentan datos de aforamiento de embarcaciones debido a la condición de zona de aproximación al aeropuerto de Palma de Mallorca.

Amarres

Según los datos de la Autoridad Portuaria de las Illes Balears (Ministerio de Fomento) en 2007 las Illes Balears poseen 19.488 puestos de amarre, de los cuales 14.082 son de gestión privada (concesiones administrativas) a través de puertos deportivos y marinas y 5.406 son de gestión directa por parte de la Autoridad Portuaria de las Illes Balears y Ports las Illes Balears.

La distribución por islas es la siguiente (CITTIB, 2009): Mallorca posee 14.270 puestos de amarre, Menorca 2.280 y las Illes Pitiüses 3.097 de los cuales 2.917 pertenecen a la isla de Eivissa y 180 a Formentera[2] . La distribución de amarres de acuerdo con 4 sectores o vertientes litorales de la isla de Mallorca es la siguiente:

- vertiente suroccidental: 8.237 puestos de amarre (23 marinas y/o puertos)
- vertiente oriental: 2.408 puestos de amarre (11 marinas y/o puertos)
- vertiente nororiental: 3.057 puestos de amarre (9 marinas y/o puertos)
- vertiente noroccidental: 568 puestos de amarre (2 marinas y/o puertos)

Estudio de la Capacidad de Carga Física

[2] es preciso señalar que en la fuente estadística consultada (CITTIB, 2009) los datos correspondientes al nº de amarres de Formentera están duplicados. En este estudio esta errata ha sido corregida y se consideran la mitad de los puestos de amarre reducidos a 180 que unidos a los 2.917 amarres de Eivissa suman un total de 3.097 amarres para el total de las Illes Pitiüses.

El establecimiento de la capacidad de carga física se ha basado en la relación entre el fondo disponible (fondos de arena y totalidad de fondos, Figura 6) en las zonas de fondeo, el nº de barcos aforados durante los veranos 2006 y 2007 en zonas de fondeo (sin distinguir el tipo de fondo) y el nº de amarres localizados en la vertiente marítima en la cual se aplica este análisis.

Proyecto LIFE Posidonia

El proyecto Life Posidonia es un proyecto financiado por la Comisión Europea cuyo inicio se remonta a 2001. Su objetivo es garantizar la viabilidad y la riqueza del hábitat constituido por *Posidonia oceanica* en aguas de las Illes Balears y evitar las principales amenazas (sobreexplotación, uso público incontrolado, colonización por parte de especies exóticas).

Con este proyecto se han diseñado una serie de medidas de conservación de las praderas de *Posidonia oceanica* entre las que destacan las medidas reguladoras de fondeos en zonas LIC. La regulación de fondeos se ha basado en el diseño de artes fondeos adaptados a la preservación de las praderas. Las experiencias en cuanto a control de fondeo se han llevado a cabo en 4 zonas en Mallorca (Cala Blava, Punta de l'Avançada -Badia de Pollença-, Sant Elm y Portopetro -Figura 2-), en 3 zonas de Menorca (es Tamarells, Illa d'en Colom y Fornells) y en 3 zonas de las Illes Pitiüses (Platja de ses Salines, s'Espalmador y Caló de s'Oli).

La experiencia en estas 12 zonas en la que se instalaron 520 boyas de fondeo, se desarrolló mediante estudios previos sobre afluencia de embarcaciones y la extensión de las praderas de *Posidonia oceanica*, normalmente dañadas por la acción de arrastre de las anclas. La relación entre el espacio disponible para fondear y la afluencia media de embarcaciones a estas zonas, ha determinado el número de boyas de fondeo instaladas en cada zona LIC (nº boyas ≈ capacidad de carga física).

Escenarios de Sostenibilidad

El cálculo de la capacidad de carga física se ha realizado por separado en cada una de las vertientes marítimas de la isla de Mallorca. En las 163 zonas de fondeo repartidas en las 4 vertientes litorales, se han aplicado tres hipótesis de fondeo dependiendo de la distancia de separación entre fondeos (lugar en el que se ubicarían las anclas de las embarcaciones), las tres hipótesis consideradas responden a tres escenarios hipotéticos: 1) estado de saturación, 2) estado moderado y 3) estado leve o de baja presión. La separación entre fondeos considerada para cada estado o escenario es de 25 m para el estado de saturación, 50 m para el estado moderado y 75 m para el estado leve o de baja saturación.

Los resultados obtenidos a raíz de la relación entre la extensión de fondos de arena disponible para el conjunto de la isla de Mallorca (9,5 km^2) y la aplicación de cada uno de estos escenarios de saturación ha ofrecido una cifra que se correspondería con el número máximo de embarcaciones que podrían fondear sobre estos tipos de fondos (Tabla 1). Los fondos de arena sometidos bajo un estado de saturación (separación entre fondeos de 25 m) pueden albergar hasta 15.266 embarcaciones. Si son sometidos bajo un estado de saturación moderada

(separación entre fondeos de 50 m) pueden albergar hasta 3.844 embarcaciones, y si se someten bajo un estado de saturación leve (separación entre fondeos de 75 m) pueden albergar hasta 1.679 embarcaciones (Tabla 1).

Si en vez de considerar únicamente la extensión de fondos de arena, consideramos todo el fondo marino disponible (19,4 km^2), se obtienen unas cifras de capacidad de carga física de embarcaciones fondeadas mucho mayores (Tabla 1). De este modo para el estado de saturación el número máximo de embarcaciones a albergar es de 31.043, para el estado moderado es de 7.764 embarcaciones y para el estado leve o de baja saturación es de 3.443 embarcaciones (Tabla 1).

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las 3 hipótesis de análisis (hipótesis de fondeo) sobre la extensión total de fondos, o bien sobre los fondos de arena, pueden compararse tanto con el total de puestos de amarre de cada una de las 4 vertientes litorales de la isla de Mallorca (Tabla 1), como con el total de barcos fondeados calculados a partir de fotografías aéreas de los veranos de los años 2006 y 2007.

Fondos de arena (fondeo exclusivo sobre arena):

Vertiente marítima oriental (Llevant)

Hipótesis de fondeos cada 25 m: si se fondearan los barcos con una separación entre fondeos de 25 m cabría el 74% del total de embarcaciones con puesto de amarre en el Llevant o vertiente oriental de Mallorca y supondría una capacidad 5,4 veces superior al aforo de embarcaciones calculadas a partir de los recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 50 m: de acuerdo con esta hipótesis, podrían fondear el 19,4% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente oriental y supone una capacidad superior en un 41% al aforo de embarcaciones fondeadas calculado a partir de recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 75 m: según este escenario propuesto, podrían fondear el 8% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente oriental y el 57% del aforo de embarcaciones fondeadas a partir de recuentos con foto aérea

Vertiente marítima nororiental

Hipótesis de fondeos cada 25 m: si se fondearan los barcos con una separación entre fondeos de 25 m cabría el 149% del total de embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente nororiental de Mallorca y supondría una capacidad 10,3 veces superior al aforo de embarcaciones calculadas a partir de los recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 50 m: de acuerdo con esta hipótesis, podrían fondear el 37,5% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente nororiental y supone una capacidad 2,6

veces superior al aforo de embarcaciones fondeadas calculado a partir de recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 75 m: según este escenario propuesto, podrían fondear el 17% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente nororiental y el 115% del aforo de embarcaciones fondeadas a partir de recuentos con foto aérea.

Vertiente marítima noroccidental (Serra de Tramuntana)

Hipótesis de fondeos cada 25 m: si se fondearan los barcos con una separación entre fondeos de 25 m cabría el 259% del total de embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente noroccidental de Mallorca y supondría una capacidad 14,4 veces superior al aforo de embarcaciones calculadas a partir de los recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 50 m: de acuerdo con esta hipótesis, podrían fondear el 63% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente noroccidental y supone una capacidad 3,5 veces superior al aforo de embarcaciones fondeadas calculado a partir de recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 75 m: según este escenario propuesto, podrían fondear el 28% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente noroccidental y una capacidad 1,5 veces superior (154,9%) del aforo de embarcaciones fondeadas a partir de recuentos con foto aérea

Vertiente marítima suroccidental

Hipótesis de fondeos cada 25 m: si se fondearan los barcos con una separación entre fondeos de 25 m cabría el 90% del total de embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente suroccidental de Mallorca y supondría una capacidad 12,9 veces superior al aforo de embarcaciones calculadas a partir de los recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 50 m: de acuerdo con esta hipótesis, podrían fondear el 23% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente suroccidental y supone una capacidad 2,9 veces superior al aforo de embarcaciones fondeadas calculado a partir de recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 75 m: según este escenario propuesto, podrían fondear el 10% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente suroccidental y el 132% del aforo de embarcaciones fondeadas a partir de recuentos con foto aérea.

Extensión total de fondos (sin discriminación del tipo de sustrato):

Vertiente marítima oriental (Llevant)

Hipótesis de fondeos cada 25 m: de acuerdo con esta hipótesis, supone una capacidad superior en un 62% respecto al total de puestos de amarre de la vertiente marítima oriental y supondría una capacidad 11,9 veces superior al aforo de embarcaciones fondeadas a partir de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 50 m: podrían fondear el 40% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente oriental así como 2,9 veces el aforo de embarcaciones fondeadas calculadas a partir de la foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 75 m: de acuerdo con esta hipótesis podrían fondear el 17,6% del total de embarcaciones con amarre en la vertiente oriental de Mallorca y una capacidad superior en un 28% al aforo de embarcaciones fondeadas calculadas a partir de la fotografía aérea.

Vertiente marítima nororiental

Hipótesis de fondeos cada 25 m: si se fondearan los barcos con una separación entre fondeos de 25 m supondría una capacidad 3,2 veces superior (317%) del total de embarcaciones con puesto de amarre la vertiente nororiental de Mallorca y supondría una capacidad 22 veces superior al aforo de embarcaciones calculadas a partir de los recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 50 m: de acuerdo con esta hipótesis, podrían fondear el 79,6% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente nororiental y supone una capacidad 5,5 veces superior al aforo de embarcaciones fondeadas calculado a partir de recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 75 m: según este escenario propuesto, podrían fondear el 35% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente nororiental y una capacidad 2,5 veces superior al aforo de embarcaciones fondeadas a partir de recuentos con foto aérea.

Vertiente marítima noroccidental (Serra de Tramuntana)

Hipótesis de fondeos cada 25 m: si se fondearan los barcos con una separación entre fondeos de 25 m supondría una capacidad para 5,1 veces (510%) respecto del total de embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente noroccidental de Mallorca y supondría una capacidad 28,4 veces superior al aforo de embarcaciones calculadas a partir de los recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 50 m: de acuerdo con esta hipótesis, podrían fondear el 126% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente noroccidental y supone una capacidad 7

veces superior al aforo de embarcaciones fondeadas calculado a partir de recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 75 m: según este escenario propuesto, podrían fondear el 56% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente noroccidental y una capacidad 3,1 veces superior al aforo de embarcaciones fondeadas a partir de recuentos con foto aérea.

Vertiente marítima suroccidental

Hipótesis de fondeos cada 25 m: si se fondearan los barcos con una separación entre fondeos de 25 m excedería en un 76% el parque de embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente suroccidental de Mallorca y supondría una capacidad 23 veces superior al aforo de embarcaciones calculadas a partir de los recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 50 m: de acuerdo con esta hipótesis, podrían fondear el 44% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente suroccidental y supone una capacidad 5,8 veces superior al aforo de embarcaciones fondeadas calculado a partir de recuentos de foto aérea.

Hipótesis de fondeos cada 75 m: según este escenario propuesto, podrían fondear el 19,6% de las embarcaciones con puesto de amarre en la vertiente suroccidental y una capacidad superior en 2,6 veces (258%) respecto del aforo de embarcaciones fondeadas a partir de recuentos con foto aérea.

Conclusiones

Los resultados de este estudio nos podrán demostrar en cada caso (refiriéndonos a cada vertiente marítima por separado) la conveniencia o no de instalar fondeos fijos adecuados con la preservación de las praderas de *Posidonia oceanica* de la misma manera como ya se ha procedido en los LICs marinos de las Illes Balears.

Los resultados preliminares obtenidos en cada una de las cuatro vertientes marítimas de Mallorca nos muestran una cierta tolerancia de los fondos de arena delimitados para albergar las embarcaciones fondeadas calculado mediante fotografías aéreas correspondientes a los veranos de 2006 y 2007. En párrafos anteriores se ha señalado una cierta falta de datos en lo que respecta al verano del año 2007, por este motivo se recomienda la realización de un nuevo seguimiento de aforo de embarcaciones fondeadas utilizando el mismo método de reconocimiento mediante fotografía aérea, al menos para el verano del año 2008. También se ha mencionado que los datos de frecuentación de embarcaciones pueden ser considerados a la baja debido a los horarios en los cuales han sido tomadas las fotografías aéreas (entre las 8:00 y las 13:00). No obstante, si se considera el número total de amarres como la presión potencial total sobre los fondos, es posible que la capacidad de carga física de ciertas zonas esté al límite. Lo que queda claro es que hay un espacio limitado para fondear en la zona costera de Mallorca y que hay una presión sustancial sobre este espacio que se tendría que gestionar en base de un conocimiento científico sobre la capacidad de carga física. Este estudio representa un primer paso hacía un conocimiento de la relación entre el espacio disponible y la presión ejercida sobre este espacio. Un estudio complementario del proyecto Costa Mallorca demuestra una

metodología para calcular el límite de uso de una cala específica, teniendo en cuenta no solo el espacio disponible, pero también factores sociales y medioambientales (ver el anexo 2a).