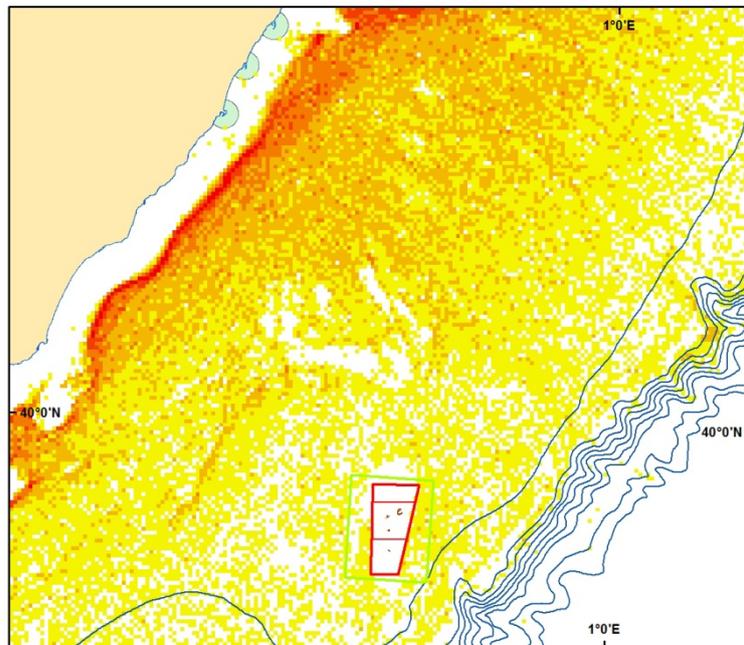


PROYECTO LIFE+ INDEMARES

ACCIÓN A10 VALORACIÓN DEL IMPACTO DE PESQUERÍAS EN LOS LIC Y ZEPAS PROPUESTOS

ELABORACIÓN DE LA HUELLA PESQUERA EN LA ÁREAS LIC DE DELTA DEL EBRO- COLUMBRETES Y PLATAFORMA DE LA ISLA DE ALBORAN



Diciembre , 2013



INDEMARES



ELABORACIÓN DE LA HUELLA PESQUERA EN LA ÁREAS LIC DE DELTA DEL EBRO-COLUMBRETES Y PLATAFORMA DE LA ISLA DE ALBORAN

Indice

1 RESUMEN EJECUTIVO	4
2 INTRODUCCIÓN	6
3 ORIGEN Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS PARA EL ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD PESQUERA.	7
3.1 Procedencia de los datos utilizados	8
3.2 Resolución espacial de los datos VMS	9
3.3 Filtrado de los datos VMS	10
4 DESCRIPCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA EN EL LIC MARINO DEL ENTORNO DE ISLAS COLUMBRETES.....	12
4.1 Ámbito geográfico del área de estudio y del entorno de islas Columbretes.....	12
4.2 Hábitats y comunidades biológicas del entorno y LIC de Islas Columbretes.	16
4.3 Distribución de la actividad pesquera en el entorno y LIC de islas Columbretes.	18
4.3.1 <i>Actividad de arrastre en la plataforma, entorno y LIC de Islas Columbretes.....</i>	<i>20</i>
4.3.2 <i>Otras actividades de pesca en el entorno del LIC de islas Columbretes.....</i>	<i>23</i>
5 DESCRIPCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA EN EL LIC DEL ENTORNO DE PLATAFORMA DE LA ISLA DE ALBORÁN.....	26
5.1 Ámbito geográfico del área de estudio y de la plataforma de la isla de Alborán.	26
5.2 Hábitats principales y comunidades biológicas de la plataforma y borde del talud de la isla de Alborán.	28
5.3 Distribución de la actividad pesquera en el entorno y LIC de la isla de Alborán.	30
5.3.1 <i>Actividad de arrastre de fondo en el entorno y LIC de la isla de Alborán.....</i>	<i>31</i>
5.3.2 <i>Otras actividades de pesca en el entorno y LIC de la isla de Alborán.....</i>	<i>35</i>

1 Resumen Ejecutivo

El proyecto LIFE+ INDEMARES (Inventario y Designación de La Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español, INDEMARES (LIFE+ 07/NAT/E/000732; 2009-2013) tiene como objetivo contribuir a la protección y uso sostenible de la biodiversidad en los mares españoles mediante la identificación y declaración de espacios para la Red Natura 2000 en áreas alejadas de la costa. Las actuaciones previstas en el marco del proyecto comprenden la investigación científica de base sobre los tipos de hábitat naturales y las especies marinas de interés comunitario, su distribución, su estado de conservación y el análisis de las amenazas y usos compatibles con la conservación de los valores de biodiversidad en las zonas de estudio seleccionadas.

El estudio de la Huella Pesquera en el entorno de las Islas Columbretes y de la plataforma de la isla de Alborán, recoge los resultados de la distribución y frecuencia de la actividad pesquera de los barcos que operan en ambas áreas, obtenidos mediante el análisis de los registros VMS (vessel monitoring system), y su posible influencia como presión sobre los hábitats por los cuales han sido ya declarados LIC.

Debido a la necesidad de una regulación especial de la actividad pesquera en estas áreas marinas de elevada biodiversidad, ambos LIC tienen también dos Reservas Marinas que cuentan con medios de gestión para la vigilancia, control y para su seguimiento científico.

En la plataforma continental del Delta del Ebro, donde en su extremo SE se encuentra situado el archipiélago volcánico de las islas Columbretes, la mayor parte de la actividad pesquera se realiza sobre fondos de naturaleza sedimentaria en los primeros 200 m de profundidad hasta el borde de la plataforma. Las actividades pesqueras que se realizan en el interior del área marina del LIC están limitadas por sus dimensiones, aunque algunas de estas actividades como el arrastre de fondo tienen una importante influencia sobre los hábitats de fondos rocosos (1170) y de los fondos sedimentarios estructurados por organismos epibióntes.

En el caso de la plataforma y entorno de la isla de Alborán el LIC a su vez está incluido en el área de especial interés para la conservación de los recursos pesqueros

de la Reserva de Pesca de la isla de Alborán donde el acceso al ejercicio de las distintas actividades de pesca está contingentado.

Los resultados del estudio de los registros VMS corroboran que la pesquería de mayor importancia en el área marina de la isla de Alborán es la que realizan las embarcaciones de arrastre de fondo entre 500 y 800 m de profundidad, fuera del LIC, y cuya especie objetivo es la gamba roja *Aristeus antennatus*. Aparte de ésta, hay una actividad pesquera importante por la variedad de sus modalidades y por su extensión que se realiza sobre la plataforma también en los primeros 200 m de profundidad, pero en este caso sobre un área que alberga uno de los conjuntos de hábitats más diversos del Mediterráneo. En el caso del arrastre de fondo queda reflejado por los registros de años sucesivos hay casos en los que las embarcaciones que faenan a la gamba roja como especie objetivo, hacen también lances complementarios en zonas del talud superior y de la plataforma sobre el área prohibida para esta actividad a menos de 70 m de profundidad. Se demuestra también que una parte importante del esfuerzo que se realiza en la plataforma con esta modalidad de arrastre de fondo afecta a uno de los fondos de maërl mejor estructurados del Mediterráneo que se extienden hasta 96 m de profundidad.

Se analizan los resultados del estudio de la distribución de las actividades pesqueras y se concluye que el mantenimiento de los hábitats marinos en un estado de conservación favorable requiere en ambas zonas de una revisión de la gestión de las actividades pesqueras para lo que se pueden dar la circunstancia favorable de la existencia de medios de vigilancia y control y la participación favorable de un sector profesional cada vez mejor informado en el desarrollo de medidas de gestión encaminadas a la protección de los hábitats donde se desarrollan los recursos naturales en los que depende su actividad.

2 Introducción

El proyecto LIFE+ INDEMARES (Inventario y Designación de La Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español, INDEMARES (LIFE+ 07/NAT/E/000732; 2009-2013) tiene como objetivo contribuir a la protección y uso sostenible de la biodiversidad en los mares españoles mediante la identificación y declaración de espacios para la Red Natura 2000 en áreas alejadas de la costa. Las actuaciones previstas en el marco del proyecto comprenden la investigación científica de base sobre los tipos de hábitat naturales y las especies marinas de interés comunitario, su distribución, su estado de conservación y el análisis de las amenazas y usos compatibles con la conservación de los valores de biodiversidad en las zonas de estudio seleccionadas.

Una vez identificados los hábitats y especies de interés comunitario en un área y propuesta la creación del Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) dentro de la Red Natura 2000, se ha de desarrollar un plan de gestión en el que se establezcan medidas normativas y técnicas para lograr los objetivos de conservación, pero también la integración con las actividades humanas, identificando y valorando los posibles impactos que éstas puedan causar sobre el buen estado de hábitats y especies.

En las áreas alejadas de costa objeto del proyecto INDEMARES la pesca constituye la principal actividad humana de explotación de recursos naturales ligados a los hábitats naturales tanto en extensión como en intensidad. La pesca es, por tanto, una de las actividades humanas que tienen una repercusión mayor sobre el estado de los hábitats marinos, por ser una actividad económica que depende de la explotación directa de los recursos naturales de los ecosistemas y de la que a su vez depende económica y socialmente un sector profesional tradicional. Por tanto esta actividad pesquera debe ser identificada y evaluada en los nuevos lugares de Red Natura 2000 no solo para identificar los posibles impactos sobre hábitats y especies sino también para valorar la conservación y mejorar los usos tradicionales compatibles con la conservación.

El presente trabajo se encuadra en la acción A10 denominada “Valoración del impacto de pesquerías en los LIC y ZEPA propuestos” referido a las áreas LIC del Espacio Marino de Illes Columbretes y de Alborán y sus ampliaciones.

El término “huella pesquera” que recoge el título de este trabajo, se refiere más propiamente a una serie de medidas que permiten establecer la relación entre la

producción primaria de un determinado área y la cantidad de ésta (primary production required, PPR) necesaria para mantener el nivel de capturas de una o varias especies (Swartz W et al 2010), resultando una medida de la “huella ecológica” de la pesca. Como citan estos mismos autores y según definen Pauly y Christensen (1995) *“la PPR permite la comparación directa de la producción primaria requerida para producir una captura de una especie o un grupo de ellas en un periodo de tiempo determinado, asociada a un área determinada, y por tanto también permite la comparación directa entre capturas de diferentes especies de peces e invertebrados”*.

El objeto del trabajo es describir la distribución de las actividades pesqueras que se desarrollan en las áreas de la Red Natura 2000 propuestas en el entorno de las islas Columbretes y de la plataforma de la isla de Alborán y su relación con los hábitats bentónicos y especies identificados en el ámbito de cada espacio marino propuesto para su declaración como LIC.

Para el estudio de distribución espacial de la actividad de las distintas modalidades de pesca, se han empleado los datos del sistema de seguimiento de buques de pesca por satélite VMS (Vessel Monitoring System) del Centro de Seguimiento de Pesca, datos disponibles para buques pesqueros de eslora superior a 15 m, y los datos del censo de flota pesquera operativa del caladero nacional facilitados por la Secretaría General de Pesca (SGP) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

Finalmente los datos y los resultados del análisis de la actividad se presentan en un SIG para cada zona en estudio sobre la cartografía de distribución de hábitats elaborada en trabajos anteriores incluidos en el proyecto INDEMARES.

Estos trabajos han sido encargados por la Dirección General de Recursos Pesqueros y Acuicultura de la SGP del MAGRAMA, entidad participante en el proyecto INDEMARES.

3 Origen y procesamiento de los datos para el estudio de la actividad pesquera.

Como mencionamos anteriormente, el presente trabajo presenta los resultados del estudio de la distribución de la actividad pesquera en relación con la distribución de los hábitats identificados en las dos áreas del proyecto INDEMARES consideradas.

El objetivo es poder obtener una imagen detallada que permita analizar los efectos que estas actividades pesqueras puedan tener sobre los hábitats prioritarios. Esta información debe facilitar el poder establecer una zonación en las áreas LIC para la aplicación y seguimiento de algunas de las medidas de gestión dirigidas a la protección y recuperación de los hábitats y especies de interés comunitario y dirigidas también al sostenimiento y mejor desarrollo de las actividades compatibles con la conservación en un estado favorable de los hábitats y ecosistemas de los que también dependen los recursos en los que se basan estas actividades.

La cartografía de base para los análisis de distribución procede en su mayor parte de los trabajos precedentes del proyecto INDEMARES y se dispone de información detallada de batimetría, geomorfología y distribución de hábitats.

3.1 Procedencia de los datos utilizados

Para obtener información de la actividad pesquera de cada modalidad se emplean, como ya se ha mencionado, los datos procedentes del VMS proporcionados por el Centro de Seguimiento de Pesca (CSP), de la SDG de Inspección, Dirección General de Recursos Pesqueros y Acuicultura, Secretaría General de Pesca.

El Reglamento CE 2847/1993 del Consejo, que establece un régimen de control aplicable a la política pesquera común, recoge la necesidad de desarrollar un sistema de localización de buques pesqueros (SLB o VMS en sus siglas inglesas) por vía satélite con el objeto de mejorar la gestión del esfuerzo pesquero y la exactitud de los datos sobre el mismo. Los buques comunitarios de pesca de eslora superior a 15 m según el Reglamento (CE) 2371/2002, tienen prohibido realizar actividades de pesca si no están dotados de un dispositivo que permita su identificación y localización remotas. Este sistema está regulado en nuestro ordenamiento por la Orden APA 3660/2003.

Los dispositivos instalados a bordo de cada buque transmiten de forma automática cada 2 horas los datos relativos a su identificación, su posición más reciente y la fecha y hora de dicha posición y, a partir de enero de 2006, su rumbo y velocidad.

La toma de datos la realiza el sistema a petición o de forma automática periódica entre 1 y 2 horas, lo que nos proporcionaría entre 5 y 11 datos para cada jornada en que las embarcaciones dotadas del sistema ejerzan su actividad completa diaria

autorizada. Cada señal o ping deja registrados el código de identificación de la embarcación de la que provienen la señal, la posición expresada como dos campos, latitud y longitud, fecha y hora del registro, velocidad y rumbo en el momento de hacer el registro.

Los datos del VMS tienen la ventaja de ser un registro continuo de las posiciones de los buques pesqueros que actualmente proporcionan bases de datos suficientemente amplias que pueden ser empleadas para el análisis temporal y espacial de las actividades pesqueras.

Los datos de registro del VMS nos proporcionan información detallada de la distribución espacial y frecuencia de las actividades de pesca profesional en las modalidades de arrastre de fondo, cerco con jareta para pequeños pelágicos, cerco de túnidos, palangre de superficie, palangre de fondo y artes menores aunque en este último caso pueden estar mezclados datos correspondientes a diversos artes por lo que habrá que comprobar el tipo de arte al que se refiere y la modalidad con los libros de pesca.

Estos datos muestran que generalmente las actividades de pesca no se distribuyen de manera uniforme, sino que se desarrollan en zonas concretas que se corresponden a los caladeros locales o a zonas de pesca prioritarias. Estas zonas de pesca están condicionadas por la frecuencia habitual de capturas, por la especie objetivo de la actividad, por el tipo de arte de pesca empleado y por los hábitos de trabajo.

De esta forma, el procesamiento de los datos del VMS permite identificar y representar cartográficamente las zonas de la actividad de cada tipología de arte, que se puede relacionar con la distribución de los hábitat sobre los que se realizan las actividades de pesca. Las características físicas del hábitat (naturaleza del sustrato, relieve, profundidad, corrientes, etc) condicionan en muchos casos tanto la posibilidad técnica de realizar la actividad pesquera concreta como la presencia de comunidad biológica y de los recursos y especies objetivo.

3.2 Resolución espacial de los datos VMS

Hay que tener en cuenta la resolución o precisión espacial con la que los registros de posición son proporcionados por el sistema. Esto es importante tanto para definir la precisión decimal de los datos de posición solicitados (en nuestro caso 4

decimales de grado, lo que representa aproximadamente en latitud 11,1 m), como en el momento de definir el tamaño de la retícula para el análisis espacial de la distribución de datos y esfuerzo y su interpretación sobre la cartografía disponible.

La Orden ARM 3238/2008, regula las características que debe tener en España el sistema de localización de buques pesqueros vía satélite. Según esta norma la posición geográfica debe ser suministrada con un error que no supere los 100 m. En el apartado 3.2.6.2 de dicha norma donde se establecen los Formatos de los Mensajes de Posición, tanto la latitud como la longitud se presentan en grados, minutos y fracciones de minuto con una precisión de 0,04 de minuto. Esto para una latitud media considerada de 39° 00' N en el territorio peninsular e insular balear, representa 73,9 m en meridiano y 58,9 m sobre paralelo. Por tanto a la hora de representar los registros en planta se hará según una retícula rectangular de estas dimensiones.

Para un periodo de tiempo prolongado con distintas embarcaciones faenando en los mismos caladeros, la base de datos tendrá registros en la misma posición que correspondan a distintas embarcaciones o a la misma y en distintas fechas y horas. Para comparar las zonas de interés que soportan más o menos actividad por unidad de tiempo, lo que se puede asimilar a una medida del esfuerzo, se hace un cálculo de la frecuencia de registros por unidad de superficie sobre una retícula que cubre el conjunto del área de datos con una dimensión de celda de 500 x 500 m (Gili, JM et al, 2011) de acuerdo a lo recogido en los estándares europeos de representación geográfica (EEA 2008, INSPIRE 2009). El sistema de referencia de coordenadas para almacenamiento y análisis de datos ha sido el ETRS-89 en proyección UTM y en el huso 31 para el área de Islas Columbretes y el huso 30 para el área de la plataforma de Alborán.

3.3 Filtrado de los datos VMS

En este caso, el método empleado para el análisis de distribución de las frecuencias de registros de actividad se basa en la representación de los datos considerados válidos, o de otra forma aquellos que de acuerdo con una serie de criterios permiten establecer si se corresponden con operaciones de pesca.

Los registros de VMS tienen la posibilidad de recoger la información de la operación de pesca si el patrón de la embarcación “pulsa” el botón de estado, pero

obviamente este es un dato muy poco fiable debido a la arbitrariedad con que se emplea, dándose casos en que queda pulsado en puerto.

Por tanto los datos “brutos” facilitados por el CSP deben ser filtrados para obtener una información que se ajuste a los requerimientos del análisis.

En primer lugar se eliminan todos los datos que por error de registro aparecen situados en tierra. En segundo lugar se establece un perímetro en torno a los puertos base de 1 a 3 millas según los casos, para eliminar todos los datos que aparecen en puerto o son aproximaciones o salidas de puerto. En el caso de los registros que proceden de la actividad de arrastre de fondo, se eliminan también de la base de datos todo los que superan los 1.000 m de profundidad comparando su distribución con la información de las isóbatas de la zona.

El tercer paso es determinar aquellos registros que corresponden a operaciones de pesca. Para esto se emplea la velocidad. La velocidad queda registrada con precisiones de 2 decimales de nudo.

En el caso del arrastre de fondo, por experiencia se seleccionan los registros cuya velocidad se encuentra en el intervalo de 2 a 5 nudos y aunque en ocasiones se pueda faenar a 6 nudos esta situación es poco frecuente, considerando las velocidades de 5,2 y superiores como navegación. Estos puntos de corte coinciden bien cuando se emplea una distribución de frecuencias de velocidades.

Tras este proceso se eliminan los duplicados, los datos únicos. En una jornada normal de salida y vuelta a puerto en el día, con un intervalo de registro cada dos horas se deberían tener como máximo 12 o 13 datos por jornada y barco. Se dan casos en que localmente algunos barcos en determinadas jornadas tienen hasta 56 registros. Estos datos a la hora de hacer el análisis espacial pueden llegar a pesar mucho en los resultados por lo que también se eliminan o reducen para poder emplearlos en el cálculo.

El resto de artes no tienen continuidad de registros durante las operaciones de captura.

En el caso del cerco con jareta dirigido a pequeños pelágicos, la operación no es continua como en el arrastre de fondo pero hay también que reducir los datos que corresponden a navegación. En el intervalo de dos horas en el que se toman dos registros consecutivos, la embarcación puede haber estado faenando y estar nuevamente en búsqueda de otro cardumen por lo que no hay relación de continuidad

entre dos registros consecutivos. Por otra parte durante la operación de pesca pueden registrarse valores de velocidad 0 ya que la captura se iza a bordo con la embarcación parada por lo que se consideran también incluidos pudiendo representar hasta un 45% de los registros. Por tanto el filtrado de datos se hace entre 5 y 0 nudos. En el caso del cerco con jareta, al ser operaciones de pesca que se desarrollan desde el atardecer al amanecer para la captura de pequeños pelágicos, también se puede realizar una reducción de datos por “horario” (Figura 1)

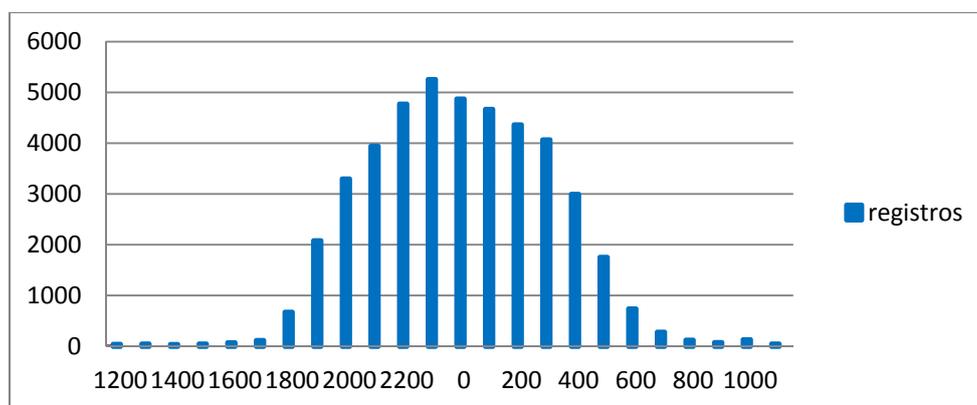


Figura 1. Distribución de la variable "hora" de registros VMS para la actividad de cerco con jareta para el periodo 2007 a 2012 en el área del golfo de Almería y Cabo de Gata.

Para el filtrado por velocidades de los registros de artes menores, palangre de fondo y palangre de superficie para su empleo en el estudio de la distribución de las actividades, se debe tener en cuenta que la maniobra de calado de las artes puede realizarse a velocidad de navegación, no así en el virado. Por tanto los datos filtrados por velocidad reducida entre 0 y 5 nudos correspondería a la operación de virado en el lugar donde estuvieran calados los artes.

4 Descripción de la distribución de la actividad pesquera en el LIC MARINO del entorno de islas Columbretes.

4.1 Ámbito geográfico del área de estudio y del entorno de islas Columbretes.

Las islas Columbretes son un archipiélago situado en el borde de la plataforma continental del Delta del Ebro que se extiende desde la desembocadura de este río sobre 855 km². El área de estudio de las Islas Columbretes está situada frente a la

costa de Castellón, a 32 millas náuticas al E del puerto peninsular más cercano (Figura 2) y las componen una serie de islotes y arrecifes emergidos de una amplia formación volcánica submarina que actualmente sigue presentando actividad de emanación de gases.

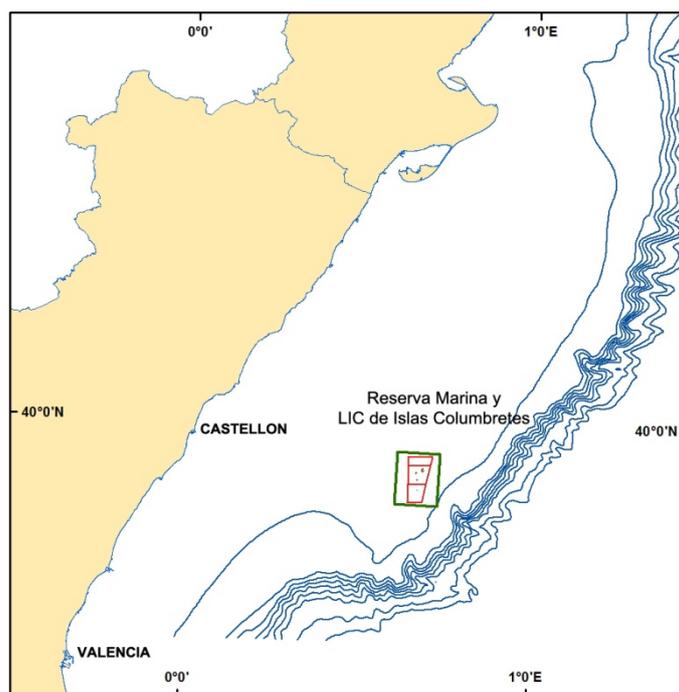


Figura 2. Plataforma continental del Delta del Ebro y situación de las Islas Columbretes

Debido a su aislamiento de costa, al hecho de que nunca han tenido condiciones de habitabilidad y a la compleja morfología de sus fondos marinos, éstos constituyen una de las zonas de mayor biodiversidad del Mediterráneo occidental.

En el entorno de Islas Columbretes y a propuesta de España, la Decisión de la Comisión 2006/613/CE que adopta la lista de lugares de importancia comunitaria (LICs) de la región biogeográfica mediterránea, recoge el LIC ES0000061 de Illes Columbretes, con una superficie de 12.500 ha aproximadas. Dentro del área de este LIC y con anterioridad a su declaración, desde 1990 (orden regulación vigente Ord. ARM/3841/2008) la Secretaría General de Pesca (entonces Secretaría General de Pesca Marítima) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) gestiona la Reserva Marina que comprende 5.500 ha.

Desde el punto de vista del análisis y descripción de la actividad pesquera, los trabajos se centran en la zona comprendida en el LIC MARINO y su entorno inmediato que es el área que presenta mayores valores de biodiversidad en cuanto a comunidades bentónicas y que requerirá del establecimiento de medidas de gestión. El área de la Reserva Marina por su más dilatada historia, cuenta con numerosos estudios descriptivos y de seguimiento de los resultados y efectos del establecimiento de esta área marina protegida.

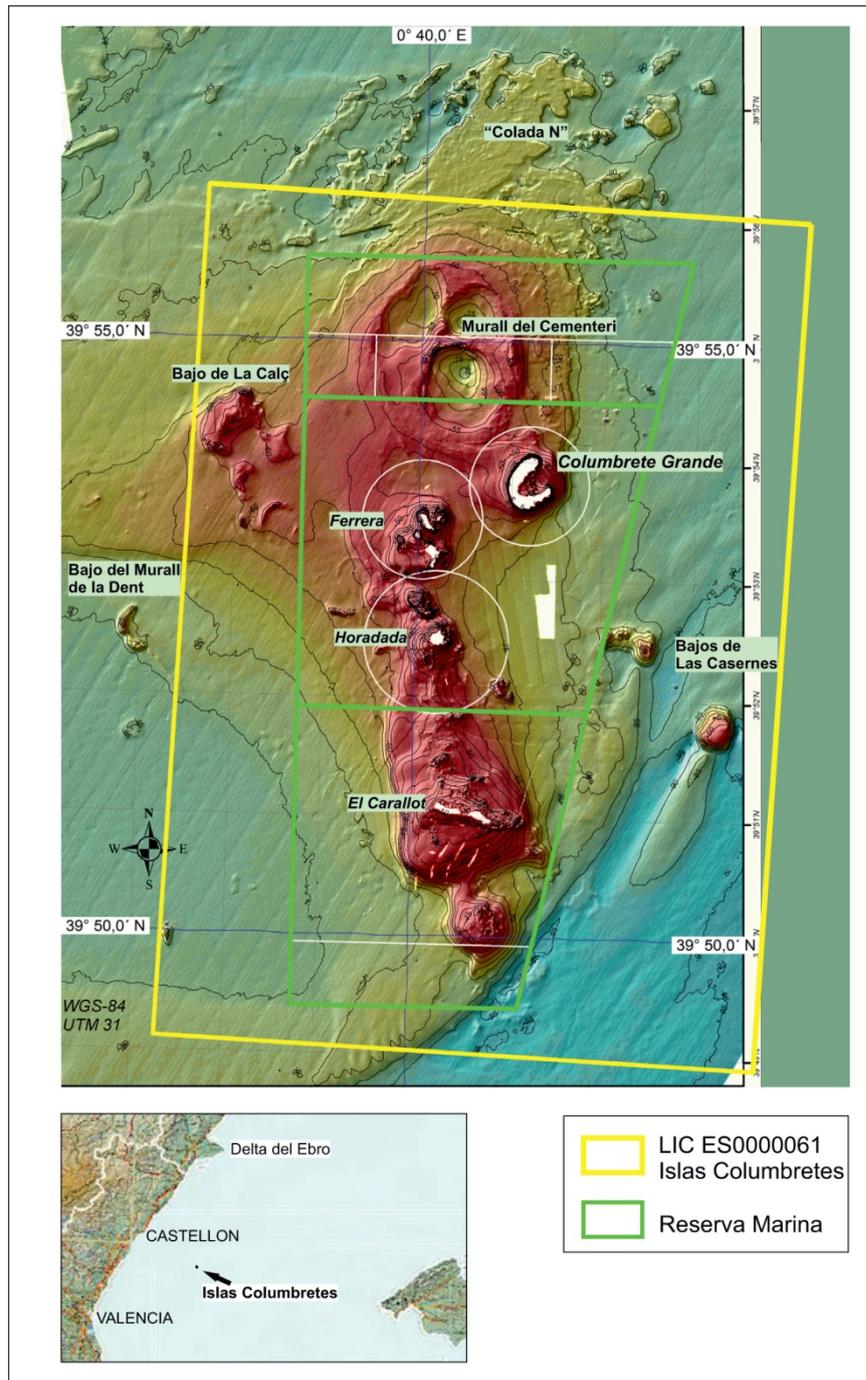


Figura 3 Morfología del entorno del LIC marino de Islas Columbretes.

Por fuera de la reserva marina, se presentan una serie de bajos rocosos tanto al E como al W que se elevan del fondo de la plataforma y caracterizan la morfología submarina (Figura 3). A 4,6 km al W de la isla Columbrete Grande se presenta el bajo Sa Calç que se eleva hasta 45 m de profundidad y fuera del actual LIC el bajo del

Murall de la Dent con su cúspide a 65m. Por el E destacan dos bajos rocosos Las Casertas de Dentro y de Fuera, los dos en el LIC actual. La presencia de estos dos bajos producen estructuras sedimentarias de gran tamaño en dirección opuesta a la de la dirección predominante de la corriente Liguro-Provenzal-Catalana (Lo Iacono et al, 2010). Esta corriente al progresar por el borde de la plataforma se encuentra con el promontorio de las islas acelerándose y dando lugar a fenómenos erosivos y de deposición que generan un ambiente sedimentario muy diverso que condiciona la presencia de comunidades biológicas.

Al N del LIC los estudios previos se extendieron al área denominada “Colada N” hasta el paralelo 39° 57,600’N, tratándose de fondos rocosos que se extienden desde el Límite N de la reserva marina hasta los 85 m de profundidad, muy colmatados por los sedimentos finos de la plataforma transportados por la corrientes que limita el desarrollo de comunidades biológicas. En esta zona se puede dar la circunstancia de que la tasa de sedimentación se pueda ver aumentada por el efecto de la remoción de sedimentos del fondo por las actividades de arrastre de fondo que en algunas zonas se ha revelado como una causa del drástico aumento de la dinámica sedimentaria.

El resto del área se distribuyen en fondos circalitorales de la plataforma entre los -56m hasta los -94m la mayor parte sobre sustratos sedimentarios formados por fangos y arenas finas y algunas zonas de detrítico en las estructuras sedimentarias sometidas a intensas corrientes de fondo.

4.2 Hábitats y comunidades biológicas del entorno y LIC de Islas Columbretes.

El área del LIC MARINO del entorno de las islas Columbretes está muy influido por la elevada diversidad de la reserva marina a la que se une la diversidad asociada a los ambientes sedimentarios descritos anteriormente.

Las cimas de los fondos rocosos de los bajos, que forman parte del hábitat 1170, están pobladas por comunidades de coralígeno con algas incrustantes las de menor profundidad mas iluminadas y con predominio de organismos sésiles gorgoniaros y esponjas en las zonas mas bajas (Figura 4).



Figura 4 Cima S del Mural de la Dent

Los fondos de la “Colada N”, a pesar de estar muy colmatados por los sedimentos transportados por la corriente de la plataforma y precisamente por esto, presentan alguna localidad muy interesante con campos de poliquetos tapizantes que deben ser estudiados con mas profundidad por su biodiversidad asociada.



Figura 5 Roca colmatada del NE de la “Colada N” con campos de poliquetos.

Los fondos sedimentarios presentan algunas comunidades de alto interés por la presencia de especies estructurantes. Se trata de hábitats descritos que asocian un gran reclutamiento de especies de interés comercial como los Fondos Detríticos Enfangados con facies de *Leptometra phalangium* (Figura 6) considerado como *Essential Fish Habitat, EFH*, estos crinoideos que forman agrupaciones sobre los fondos de naturaleza fangosa tienen carácter estructurante y funcionan como refugio de mucha especies de peces, crustáceos y cefalópodos de interés comercial. En el área de estudio aparecen en el SW en el flanco de poniente del canal erosivo formado al SW de los bajos de Las Casernas a partir de 78m en zonas con corrientes de fondo bioclástico enfangado.



Figura 6 Campos de *Leptometra phalangium* al SSE de Casertas de Dentro

También en el lado E del LIC, en las zonas de fangos de plataforma mas resguardadas de la acción de la pesca de arrastre, aparecen campos del pennatulido *Funiculina quadrangularis*, también considerados EFH, asociada a fauna escavadora bioturbadora que estructura intensamente la capa superficial de los sedimentos (Figura 7).



Figura 7 Fondos fangosos con *Funiculina quadrangularis* y megafauna bioturbadora

4.3 Distribución de la actividad pesquera en el entorno y LIC de islas Columbretes.

La pesca es una de las actividades humanas más extendida y que se desarrolla con más intensidad en el ámbito de la plataforma continental del Delta del Ebro. Como actividad profesional es una actividad tradicional que se ha ido transformando adaptándose técnica y profesionalmente a conseguir mayores rendimientos en zonas de pesca con recursos cada vez más escasos donde la gestión ecosistémica y el establecimiento de áreas marinas protegidas como la reserva marina, han demostrado

ser un medio eficaz para compensar, al menos en parte, el progresivo deterioro de las poblaciones de interés económico y los hábitats que las sostienen.

La flota de pesca de los puertos del ámbito de estudio está formada por 453 unidades, pertenecientes a las provincias de Valencia, Castellón y Tarragona provincia. El puerto de pesca con mayor número de embarcaciones es el de San Carles de la Ràpita con 88 barcos, seguido de la Ametlla de Mar con 63 y Tarragona con 55, todos ellos en la provincia de Tarragona. La modalidad con más embarcaciones corresponde a la modalidad de artes menores con 232, que reúne distintas modalidades en realidad, y el arrastre de fondo con 221 unidades, el 45,7% del total de la flota estudiada; seguida por las artes menores con 183 barcos (40,4%).

En 2007 se actualizó el censo de embarcaciones autorizadas a faenar en los caladeros de la Reserva Marina de las Columbretes por fuera de las áreas de reserva integral con un total de 109 barcos están autorizados de los que 80 pertenecen a puertos castellanenses y 10 a la provincia de Tarragona. Las modalidades autorizadas son las Artes menores con 90 unidades de pesca y el cerco para pequeños pelágicos con 19.

La modalidad de pesca que ejerce una mayor presión en los caladeros es el arte de arrastre de fondo. Este arte remolcado por el fondo presenta dos tipos de impactos unos directos y otros indirectos. Su acción mecánica afecta a la fauna epibentónica de organismos estructurantes de los fondos sedimentarios e induce la destrucción de la estructura sedimentaria de organismos excavadores. Además los daños mecánicos del arrastre de fondo pueden también afectar a fondos estructurados de bajo relieve como los formados por comunidades de coralígeno y sobre todo a los fondos de maërl.

Indirectamente la movilización diaria de grandes cantidades de sedimentos a lo largo de la plataforma, produce un aumento de la turbidez con reducción de la luz que llega al fondo y hace que las tasas de sedimentación se desequilibren pudiendo llegar a ser en algunos casos el factor principal de la dinámica sedimentaria (Puig, P. et al, 2012), como de alguna forma puede ser el caso de los fondos rocosos situados al N de las islas Columbretes.

Como efecto indirecto sobre las especies pero de gran relevancia, está la baja selectividad de este tipo de arte que en ocasiones captura proporcionalmente más organismos sin interés comercial que de las especies objetivo.

Directamente puede causar capturas accidentales de aves, reptiles marinos y

cetáceos.

4.3.1 Actividad de arrastre en la plataforma, entorno y LIC de Islas Columbretes.

Para el análisis de la distribución de la actividad de arrastre de fondo se han procesado un total de 1.614.946 datos una vez filtrados. La distribución de la actividad en la plataforma y talud superior cubre la totalidad de la superficie de sustratos sedimentarios de la plataforma (Figura 8), a excepción de los 50 m desde costa donde la actividad está prohibida, las zonas de Reserva Marina y los fondos rocosos naturales que no pueden ser faenados y que en ese caso son faenados alternativamente por la flota de artes menores.

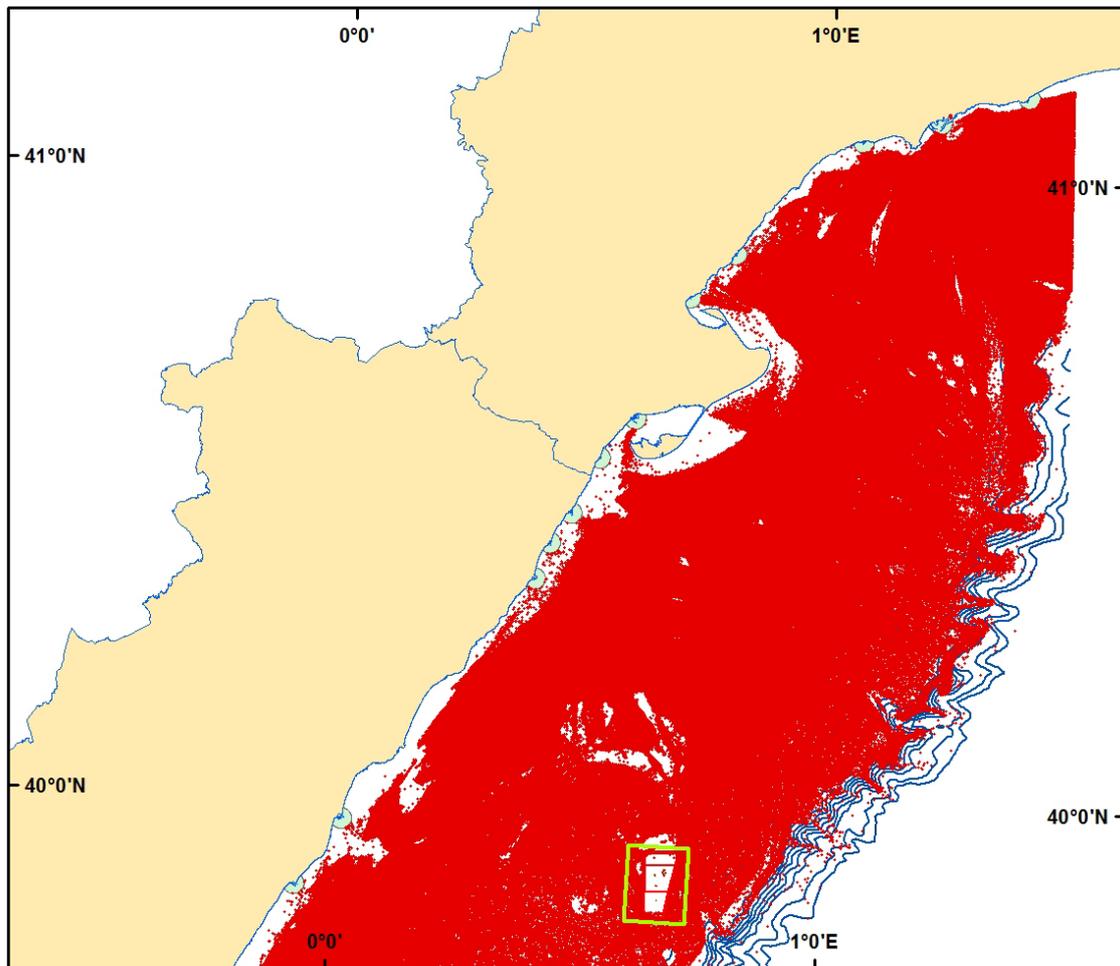


Figura 8 Distribución de los registros de pesca de arrastre de fondo 2005-2011

En la figura 9 se puede observar la distribución complementaria de la actividad de artes menores en áreas diferentes a la del arrastre de fondo que en la plataforma se concentra en las zonas próxima y pasos entre fondos rocosos como ocurre en el LIC de Columbretes.

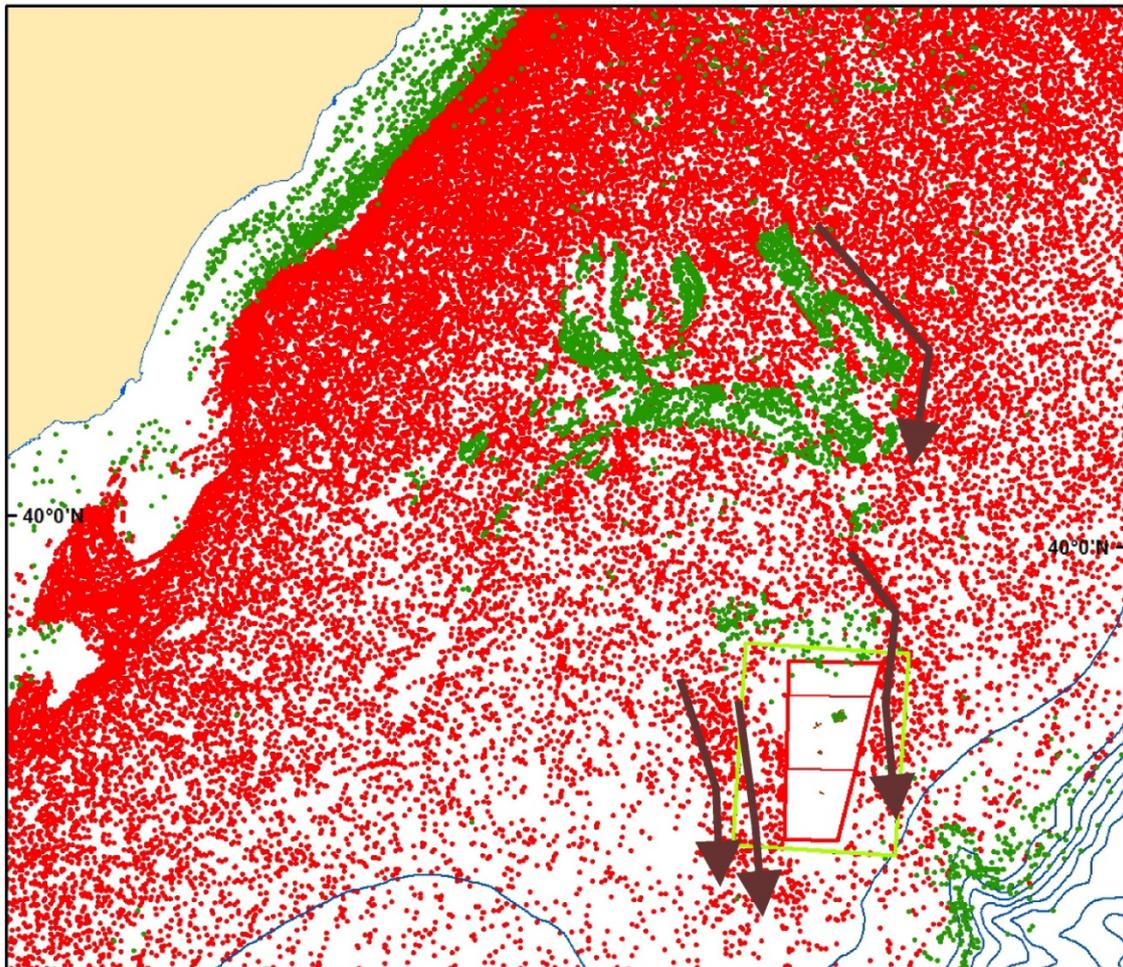


Figura 9 Distribución de la actividad de artes menores, puntos verdes, y actividad de arrastre de fondo.

La distribución contagiosa de la actividad de artes menores se debe a la existencia de fondos rocosos o taludes de cañón donde, además de encontrar sus especies objetivo, en áreas de alta mar encuentran refugio frente a la acción de los barcos de arrastre.

La distribución del esfuerzo se obtiene con el análisis del nº de registros en un periodo de tiempo dado por unidad de superficie de las retículas de 500 x 500 m.

La mayor parte del esfuerzo se ejerce en las zonas litorales a partir de los 50 m de

profundidad donde, también es cierto que accede mayor número de embarcaciones sobre todo en épocas de mal tiempo (Figura 10).

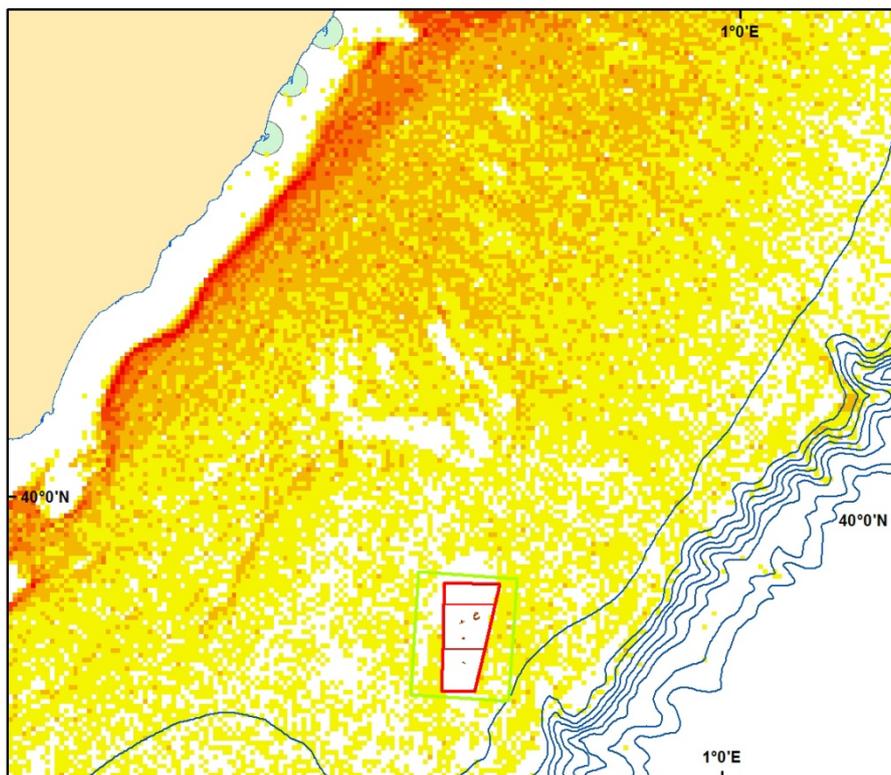


Figura 10 Distribución del esfuerzo de arrastre 2011

Considerando solo el área de la plataforma exterior, se observa que el entorno del LIC y el propio LIC es una de las zonas más faenadas.

En el interior del LIC algunas embarcaciones emplean con precisión tanto los pasos entre fondos rocosos como el hecho de producirse mayor densidad de capturas en las proximidades de la Reserva Marina. La figura 11 representa algunos lances seleccionados que han sido identificados dentro del LIC y en el entorno de la reserva marina. Estos lances producirán un empobrecimiento de los fondos circundantes a la reserva marina, reduciendo la conectividad e induciendo tasas de sedimentación e niveles de turbidez en el fondo elevados que afectarán a las poblaciones de coralígeno que pueblan los hábitats 1170 por los que se declara el LIC (Figura 11). Los barcos que principalmente faenan al arrastre de fondo en el LIC proceden de los puertos de Benicarló y Peñíscola seguidos de Castellón.

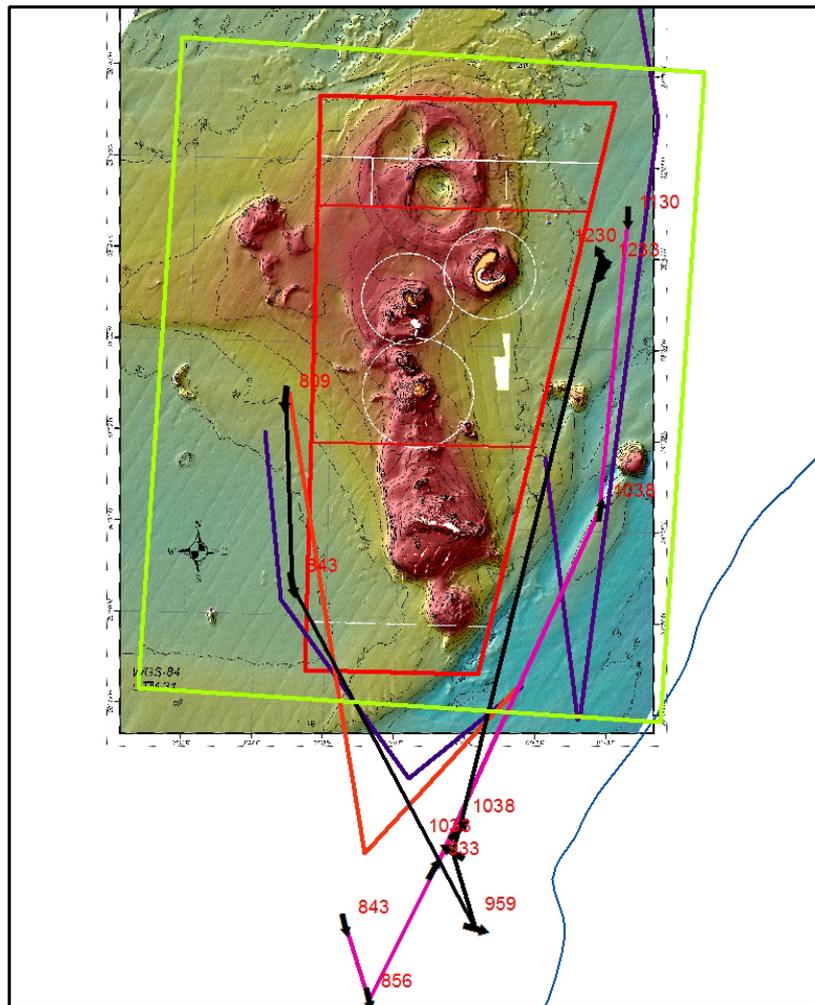


Figura 11 Lances de arrastre dentro del LIC

4.3.2 Otras actividades de pesca en el entorno del LIC de islas Columbretes.

La pesquería de cerco de pequeños pelágicos presenta un área de baja densidad de registros en el LIC marino de Columbretes y su entorno (Figura 12). No obstante aparecen dos áreas de mayor densidad de actividad justo sobre el bajo de Sa Calç al W y sobre Las Casertas de Fuera al E (Figura 13). Teniendo en cuenta la profundidad de la cima del bajo de Sa Calç que es de 45 m, es posible que las operaciones de cerco puedan llegar a afectar los fondos de coralígeno. En la Orden AAA/2808/2012 por la que se establece un Plan de Gestión Integral para la conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo, que es adaptación a la normativa española del Reglamento CE nº 1967/2006, se establece la prohibición de faenar con redes de

cerco y redes de arrastre sobre lechos de fanerógamas marinas y en los fondos de coralígeno y maërl, contemplando seguidamente la posibilidad de aplicar excepciones aunque en ningún caso si los hábitats considerados están clasificados en un paraje de la Red Natura 2000 o áreas sujetas a cualquier otro tipo de figura de protección. La actividad en el resto del área del LIC es muy escasa.

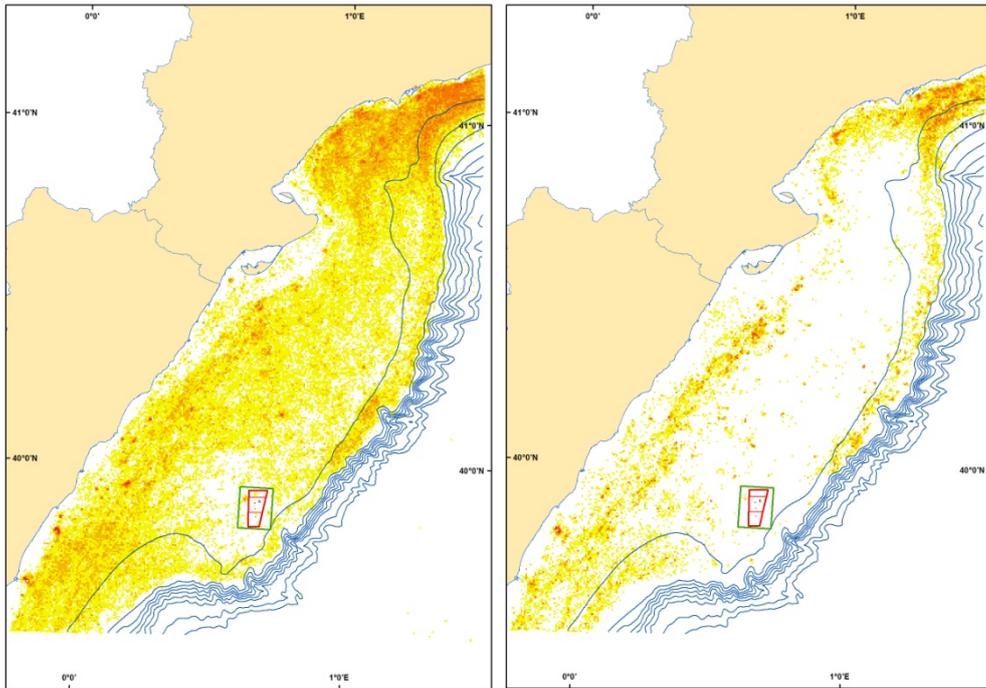


Figura 12 Distribución del esfuerzo de cerco en el periodo 2005-2011 y solo en el periodo 2011

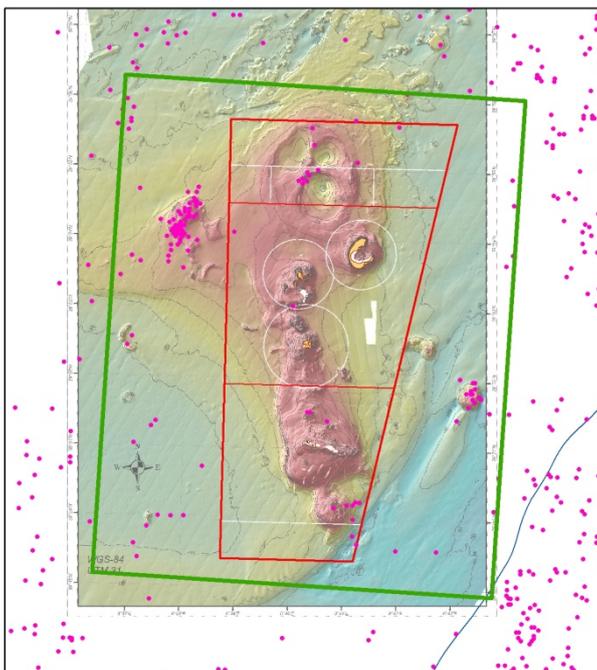


Figura 13 Actividad de cerco en el LIC marino de Columbretes en el periodo 2005 2011.

La actividad de artes menores en la plataforma se distribuye asociada a los afloramientos rocosos de la plataforma, del borde de la plataforma y parte superior de los cañones submarinos, y a profundidades inferiores a los 50 m en los que está prohibida la pesca de arrastre (Figura 14).

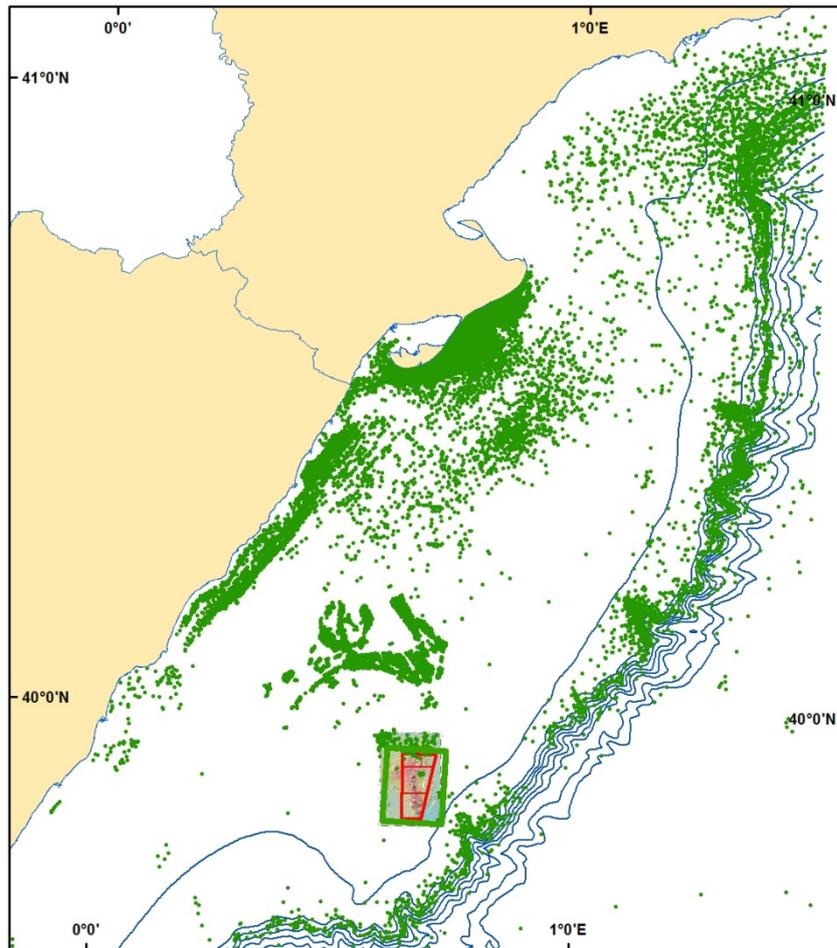


Figura 14 Distribución de los registros de artes menores 2005 a 2012

La actividad de artes menores en el área LIC de Columbretes, registrados en VMS en la “Colada N”, se corresponden con un solo barco de Vinaroz (Figura 15) que registra datos entre 2005 y 2012. Es el único barco registrado por que de los varios que faenan en el área con artes menores es el único que tiene una eslora superior a los 15 m. Se trata de la pesquería de *Palinurus elephas* con trasmallo que es un ejemplo de una pesquería recuperable con medidas de gestión mediante la protección establecida en la reserva marina (Góñi, R. et al, 2010).

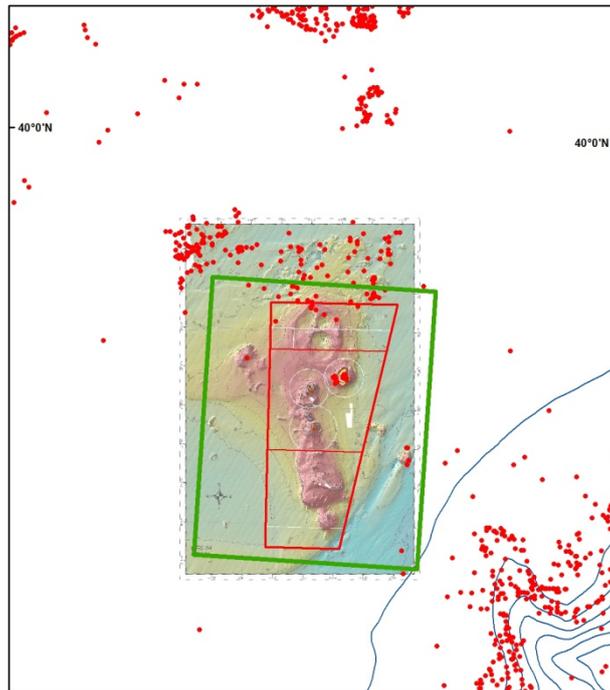


Figura 15 Distribución de registros de artes menores

5 Descripción de la distribución de la actividad pesquera en el LIC del entorno de plataforma de la isla de Alborán.

5.1 Ámbito geográfico del área de estudio y de la plataforma de la isla de Alborán.

La Isla de Alborán constituye la parte emergida de un monte submarino lineal ubicado en el extremo NE de la Dorsal de Alborán. (Figura 16) formado una plataforma aislada sobre un alto tectónico (Barcenas, 2002).

Esta plataforma principal presenta el borde del talud a profundidades que oscilan entre los 90 y los 127 m de profundidad dependiendo de la zona y el tipo estructural subyacente. Hacia el SW de la plataforma principal de la isla se presentan una serie de “*microplataformas*” (Figura 17), según la nomenclatura de Bárcenas 2002, separadas de la plataforma principal y entre sí por canales transversales cuyas profundidades oscilan entre los 164m (separación entre plat-mplat1 y mplat3 y mplat4) y 196m (separaciones entre mplat1 y mplat2 y mplat3). La cima de estas 4 microplataformas está a -88, -88, -84 y -106m. El talud presenta tres cañones

submarinos, dos en su margen meridional, el Cañón Al Boraní y Cañón de Piedra Escuela y uno más en el extremo NE denominado Cañón de Cástor.

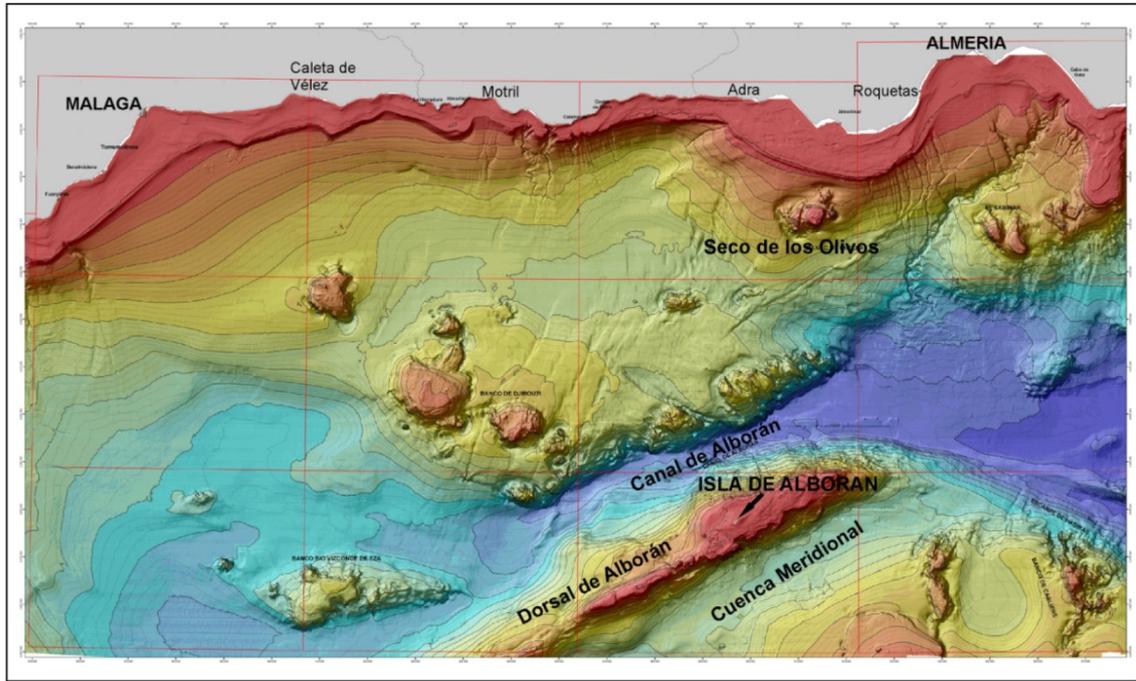


Figura 16 Marco morfoestructural del Mar de Alborán

Los sedimentos que recubren la plataforma y el talud superior son todos de origen detrítico estando completamente ausentes los de origen terrígeno, presentando granulometrías gruesas con bajos contenidos en fangos en alguna zona más protegida de las corrientes de fondo.

La circulación oceánica entorno a la isla y su plataforma es compleja. En términos generales, el balance hídrico deficitario del Mediterráneo hace que por el Estrecho de Gibraltar penetre una corriente superficial de agua atlántica de baja densidad que circula en superficie hasta los 150 a 200 m de profundidad.

Por debajo de esta agua circula una corriente de agua mediterránea más salina y densa en sentido contrario de salida del Mediterráneo. Los distintos factores topográficos y de circulación configuran una hidrología compleja con giros ciclónicos, anticiclónicos, frentes de circulación y zonas de afloramiento. De esta forma la plataforma de Alborán hasta los 120m de profundidad está influida por la corriente de agua atlántica superficial, mientras que la corriente de fondo baña el talud con el que choca y llega a ascender cargada en nutrientes lo que produce zonas de enriquecimiento.

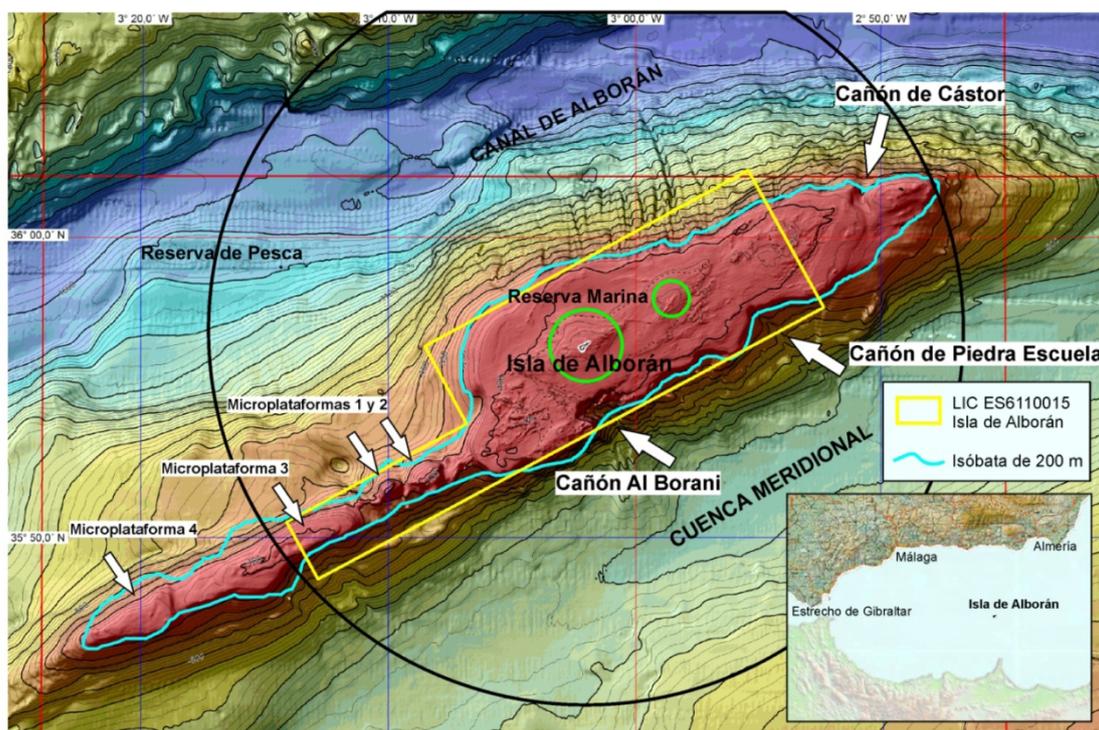


Figura 17 Dorsal y plataforma de la isla de Alborán, Reserva Marina, Reserva de Pesca y LIC ES6110015.

5.2 Hábitats principales y comunidades biológicas de la plataforma y borde del talud de la isla de Alborán.

Toda esta interacción entre los patrones de circulación y la compleja morfología de la Dorsal de Alborán es la responsable de la diversidad y abundancia de las comunidades que allí se asientan (Templado et al. 2006).

En estas comunidades biológicas destaca la presencia de especies atlánticas y en particular los bosques de laminariales y, al igual que en Columbretes, la ausencia de comunidades típicas mediterráneas como las praderas de *Posidonia oceánica*.

En los fondos rocosos infralitorales (hábitat 1170) destacan las comunidades de algas fucales del género *Cystoseira* que hacia los 25 m de profundidad son sustituidas por los bosques de Laminariales de origen atlántico. Estas se extienden por estos fondos rocosos hasta los 55 o 60 m de profundidad albergando un “sotobosque” de algas coralinales, antozoos y esponjas de gran diversidad considerada una comunidad climácica en esta área. Las poblaciones de algas laminariales también se extienden un

poco más allá de los fondos rocosos sobre los fondos de algas coralináceas de vida libre, fondos de rodolitos o maërl aunque en condiciones de relativa estabilidad ya que necesitan un sustrato suficientemente consolidado para su asentamiento y esto, en el caso de los fondos de rodolitos, solo se produce en zonas relativamente encostradas.

Los fondos de mäerl o rodolitos (Figura 18) ocupan gran parte de la plataforma de la Isla de Alborán hasta los 100 m de profundidad, siendo uno de los lugares del Mediterráneo que albergan las comunidades más extensas de este tipo. Estos fondos de rodolitos colonizan las cimas superiores a 100m de profundidad de las que se han denominado microplataformas, al SW de la plataforma principal de la Isla de Alborán, lo que indica su desarrollo a estas profundidades ya que no han podido llegar a estas cimas por arrastre de zonas superiores.

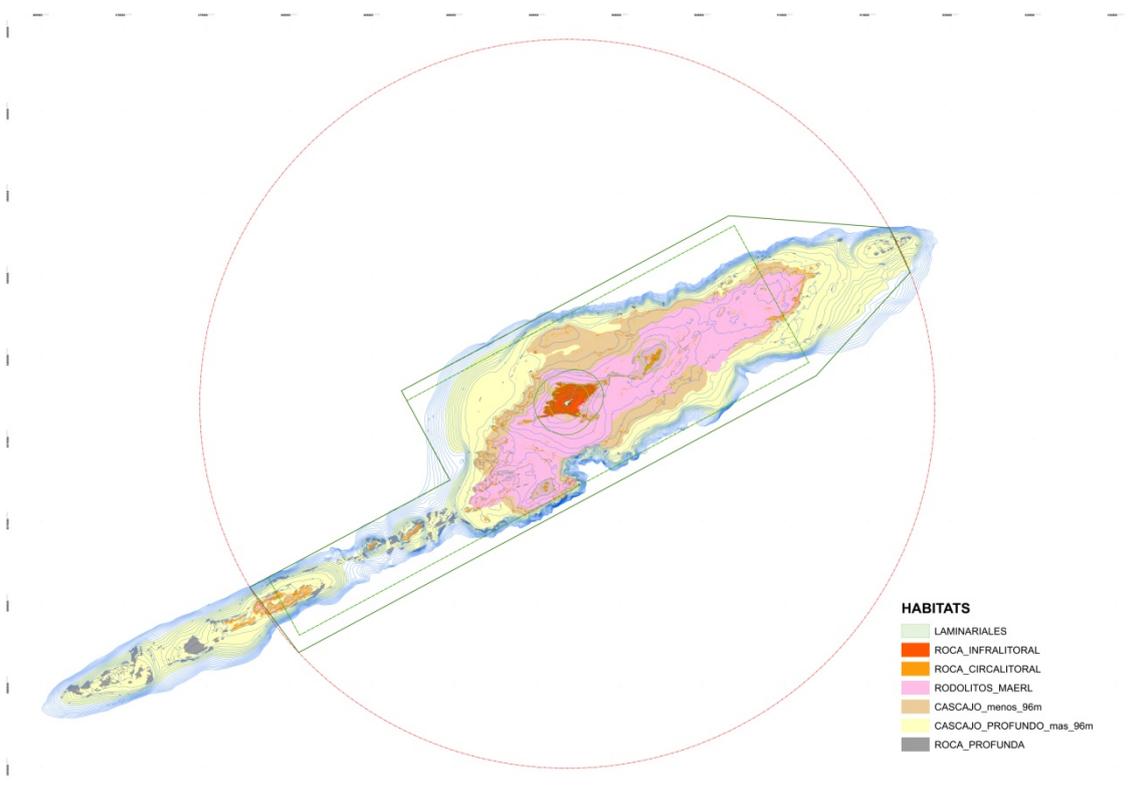


Figura 18 Distribución de hábitats de la plataforma e inicio del talud de la isla de Alborán

Una vez que terminan estos fondos de rodolitos a lo largo de la plataforma y en el talud superior son sustituidos por fondos sedimentarios detríticos de gravas y arenas gruesas a muy gruesas en los que a veces predominan esponjas y antozoos fijados sobre un sustrato rocoso apenas aflorante.

Cuando en el borde de la plataforma afloran sustratos rocosos estos se encuentran con frecuencia densamente poblados por poblaciones de poliquetos sabélidos y una fauna diversa de organismos filtradores estructurantes, constituyendo también localidades del hábitat 1170.

5.3 Distribución de la actividad pesquera en el entorno y LIC de la isla de Alborán.

La riqueza de las aguas y caladeros del entorno de la Isla ha atraído tradicionalmente una actividad pesquera considerable aunque limitada por la lejanía a los puertos base y por las condiciones climatológicas adversas frecuentes.

Estas actividades pesqueras constituyen una de las principales fuentes de impacto sobre los recursos y la biodiversidad de la zona.

En el caso del arrastre de fondo, en algunas áreas donde se pueden discriminar situaciones de fondos faenados y no faenado se puede apreciar la diferencia de aspecto en el poblamiento de las comunidades del epibentos.

Para regular la actividad pesquera se creó en 1997 la Reserva Marina y Reserva de Pesca estableciendo la contingentación de la flota autorizada para faenar en ella y limitaciones de profundidad y exclusión de áreas y modalidades para el ejercicio de la actividad pesquera tanto profesional como recreativa. La Reserva de Pesca comprende un área de 12 millas de radio entorno a la isla coincidiendo con la delimitación del mar territorial e incluyendo de esta forma a su vez la totalidad del LIC ES6110015 (decisión de la Comisión, de 19 de julio de 2006, por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea) abarcando una superficie de 26.456 ha y que es objeto de ampliación en la propuesta del proyecto INDEMARES.

La Reserva Marina comprende un área de 1 milla entorno a la isla de Alborán y de media milla entorno al punto de coordenadas 35° 57' 52"N y 2° 58' 40"W situado sobre el bajo rocoso de Piedra Escuela, al NE de la isla de Alborán. Se crean además dos áreas de Reserva Integral, una que coincide con la reserva marina de Piedra Escuela y la segunda en el entorno de media milla de la isla, donde está prohibida cualquier tipo de actividad extractiva de organismos.

En la Reserva de Pesca y en la Reserva Marina, por fuera de las reservas integrales, está permitida la pesca de cerco para pequeños pelágicos, la pesca con

curricán y la pesca con palangre de fondo. Por fuera de la Reserva Marina en la Reserva de Pesca está permitido el arrastre de fondo en profundidades superiores a 70 m y la pesca con palangre de superficie. La regulación de las actividades pesqueras en la Reserva de Pesca afecta por tanto a medidas especiales de gestión de esta actividad en el LIC.

A su vez, como comentamos en el capítulo de descripción de la actividad pesquera del entorno de las Islas Columbretes, el Plan de Gestión Integral para la conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo (Orden AAA/2808/2012), que es adaptación a la normativa española del Reglamento CE nº 1967/2006, establece la prohibición de faenar con redes de cerco y redes de arrastre sobre lechos de fanerógamas marinas y en los fondos de coralígeno y maërl, contemplando seguidamente la posibilidad de aplicar excepciones aunque en ningún caso si los hábitats considerados están incluidos en un paraje de la Red Natura 2000 o áreas sujetas a cualquier otro tipo de figura de protección.

5.3.1 Actividad de arrastre de fondo en el entorno y LIC de la isla de Alborán.

Las embarcaciones de arrastre de fondo que ejercen su actividad en la reserva de pesca de Alborán están sometidas a un régimen de autorizaciones. En 2003 se elabora el censo de embarcaciones de arrastre autorizadas a ejercer la actividad en el caladero de Alborán y su reserva de pesca. En este censo se autorizaba a faenar en los caladeros de Alborán a un total de 78 embarcaciones de arrastre con base en los puertos del entorno del Mar de Alborán (Málaga, Caleta de Vélez-Málaga, Motril, Adra, Almería, Carboneras y Garrucha) así como a otras de habitualidad comprobada de puertos del levante mediterráneo (Santa Pola, Villajoyosa y Valencia). En el censo actualizado de 2011 el número de embarcaciones autorizadas se ha reducido a 69 (un 11%) de las que solo 33 (un 48% de las embarcaciones autorizadas) presentan registros VMS de actividad entre los años 2011 y 2012 y 4 embarcaciones tienen registros de actividad si estar en el censo.

El número de registros empleados en el análisis de la actividad de arrastre de fondo hasta la isóbata de 1000 m es de 122.997 de los cuales un 76% corresponden a pescas que se realizan a entre 500 y 800 m de profundidad y que siguen las mismas pautas en todos los periodos anuales analizados. (Figura 19 a 21) y cuya especie objetivo es la gamba roja *Aristeus antennatus*.

Los lances de arrastre que se realizan en la plataforma y el borde y talud superior son lances complementarios que tienen fuertes repercusiones por la fragilidad y riqueza de los hábitats afectados produciendo la desaparición de la fauna epibionte estructurante de los fondos de arenas y cascajo y produciendo daños sobre los fondos de roca de perfil bajo del circalitoral y del borde de la plataforma.

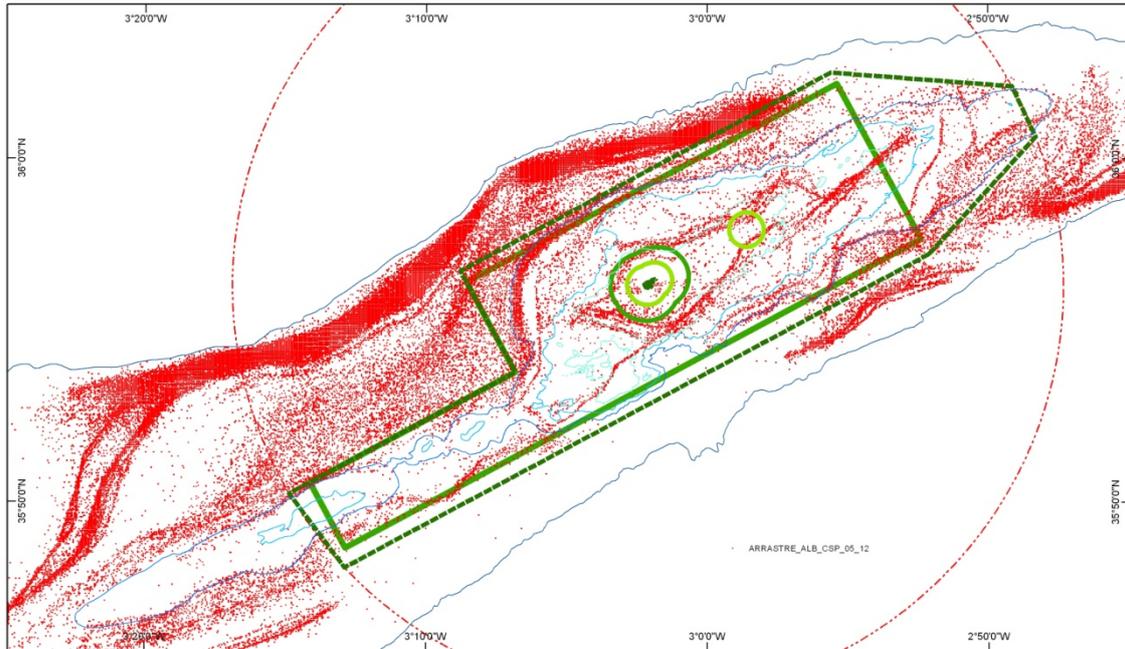


Figura 19 Registros VMS de la actividad de arrastre de fondo en el periodo 2005-2012

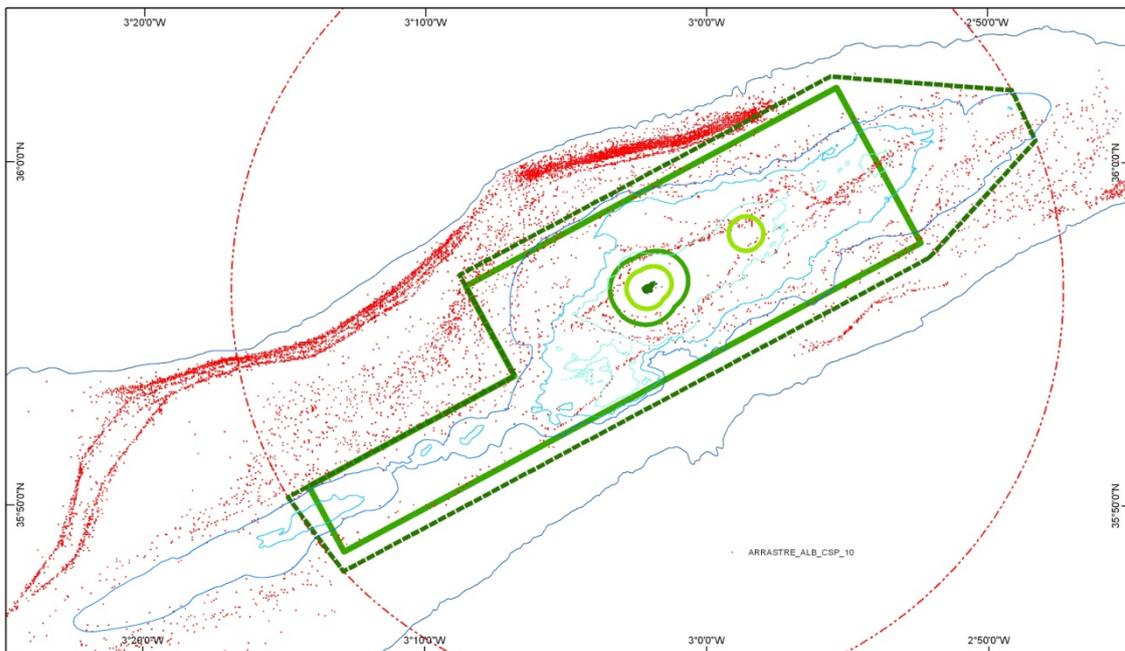


Figura 20 Registros VMS de la actividad de arrastre de fondo en 2010

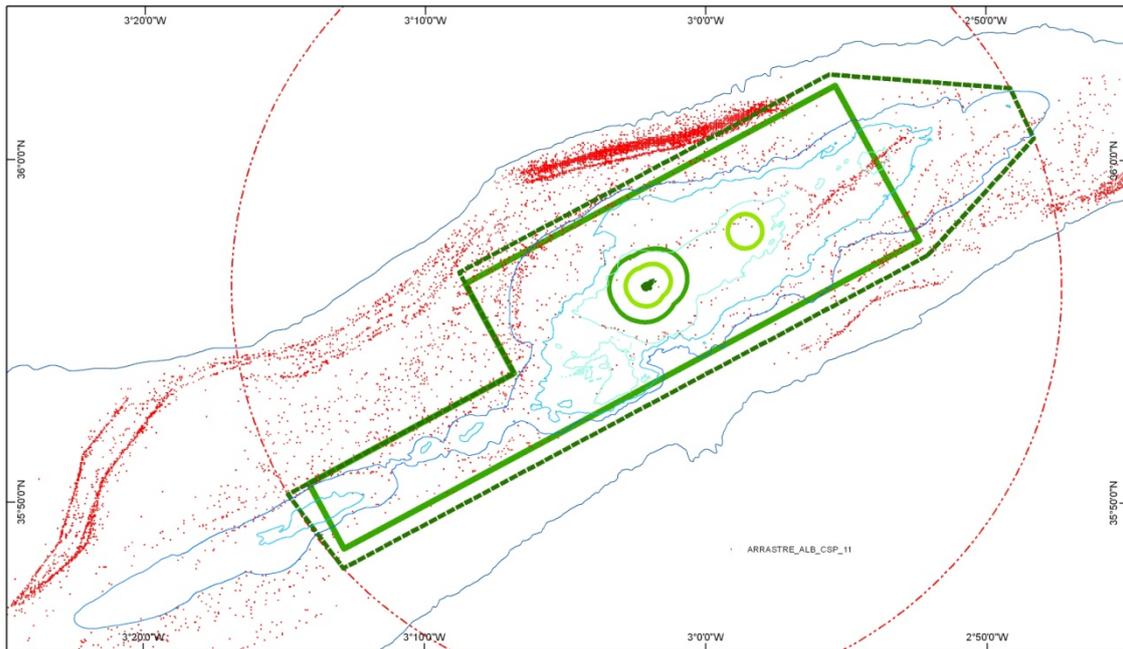


Figura 21 Registros VMS de la actividad de arrastre de fondo en 2011

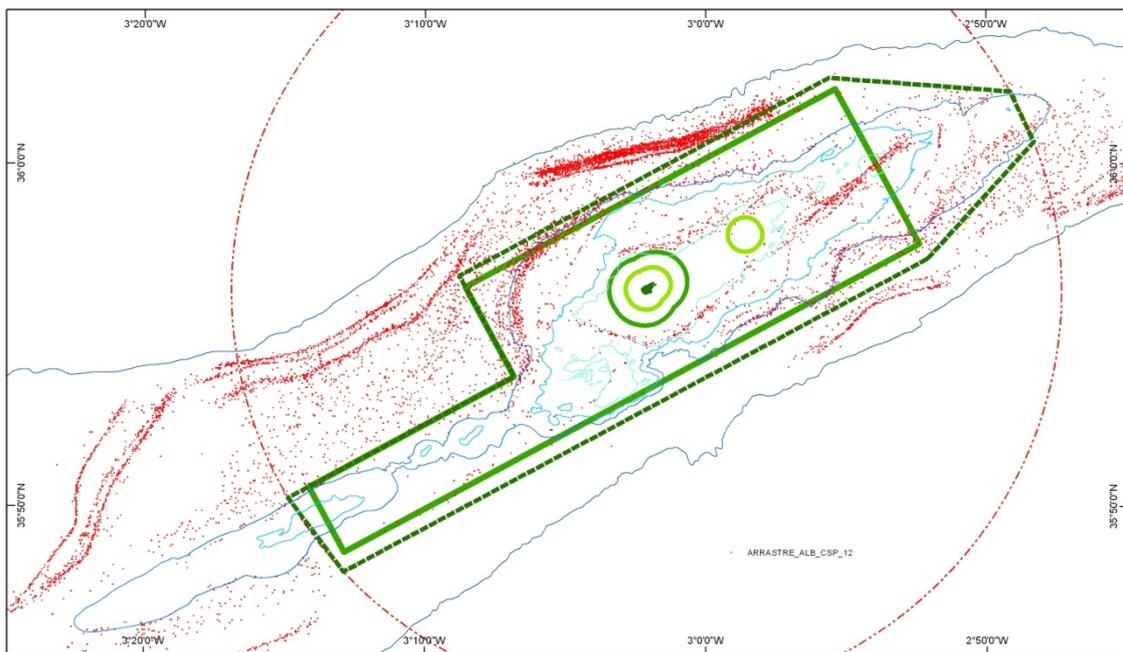


Figura 22 Registros VMS de la actividad de arrastre de fondo en 2012

El análisis de las frecuencias de registros por unidad de superficie nos proporciona una imagen clara de las zonas que reciben una mayor presión debido a la actividad de pesca de arrastre de fondo (Figura 23). La mayor intensidad se presenta en las áreas profundas correspondientes a los caladeros de gamba roja. Pero hay que

destacar los lances que se producen en la plataforma en las proximidades de la reserva marina y dentro del LIC.

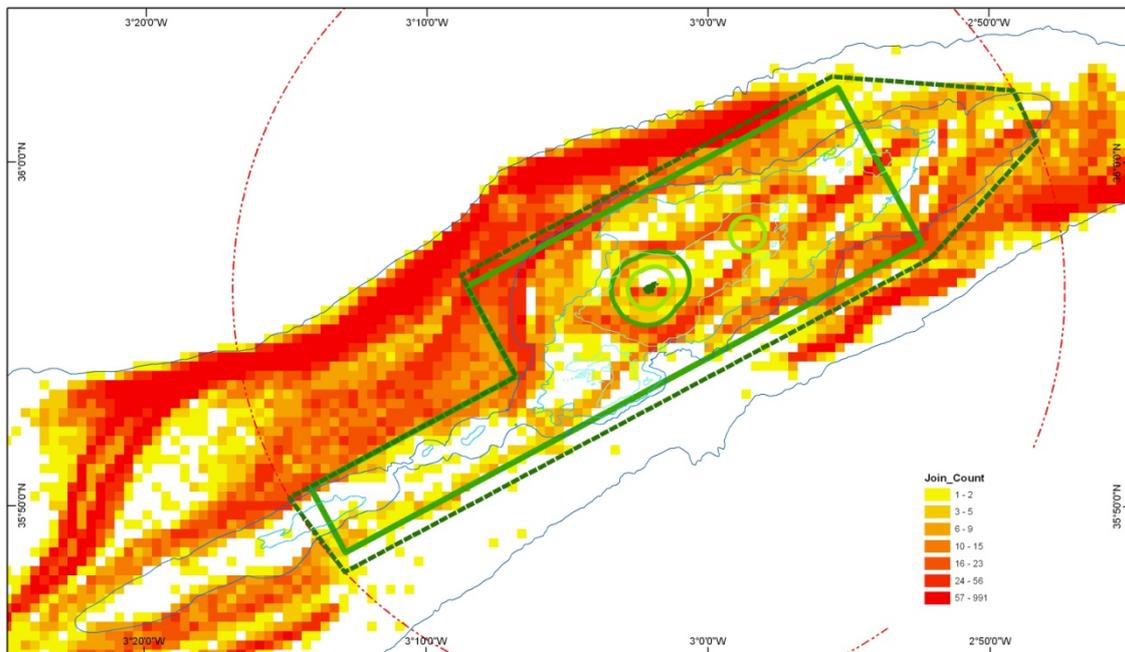


Figura 23 Distribución espacial del esfuerzo. Registros VMS por superficie en el periodo 2005 2012.

La mayor parte de estos registros corresponden a operaciones de pesca de arrastre de fondo realizados a menos de 70 m sobre los fondos de maërl de la plataforma e incluso entrando en los laterales de la reserva integral de Piedra Escuela y de la zona norte de la reserva marina en la isla (Figura 24).

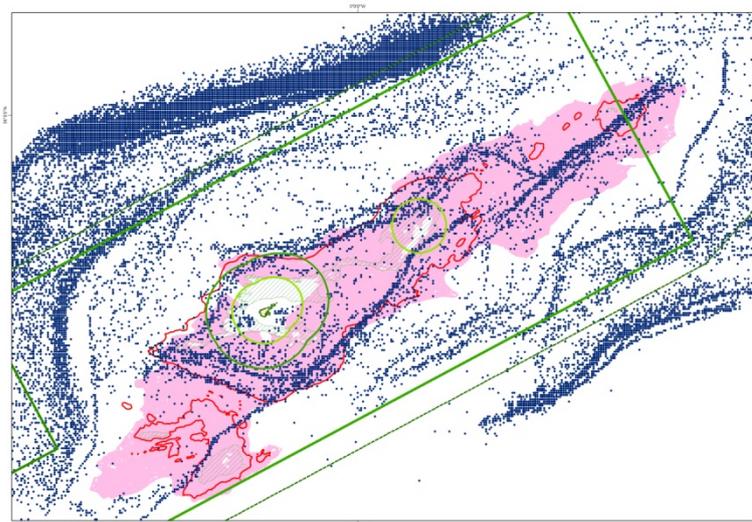


Figura 24 Registros de actividad de arrastre de fondo sobre la plataforma entre 2005 y 2012. El color rosado corresponde a los fondos de maërl y en rojo se representa la línea isóbata de 70 m.

5.3.2 Otras actividades de pesca en el entorno y LIC de la isla de Alborán.

La actividad de cerco para la captura de pequeños pelágicos es escasa debido fundamentalmente al alto coste que conlleva el acceso a la isla y el rendimiento económico limitado de las capturas. Los registros entre 2005 y 2011 corresponden a cinco embarcaciones de tres puertos diferentes Almería, Adra y Roquetas de Mar que suelen acceder al caladero en primavera en jornadas del día para capturar sardina y lecha (*Seriola dumeril*). Según la distribución de registros VMS, la actividad se estaría realizando principalmente sobre fondos de maërl y coralígeno y en alguna zona a menos de 35 m de profundidad, esto hace que el arte de cerco en la maniobra pueda rocar y arrastrar por el fondo.

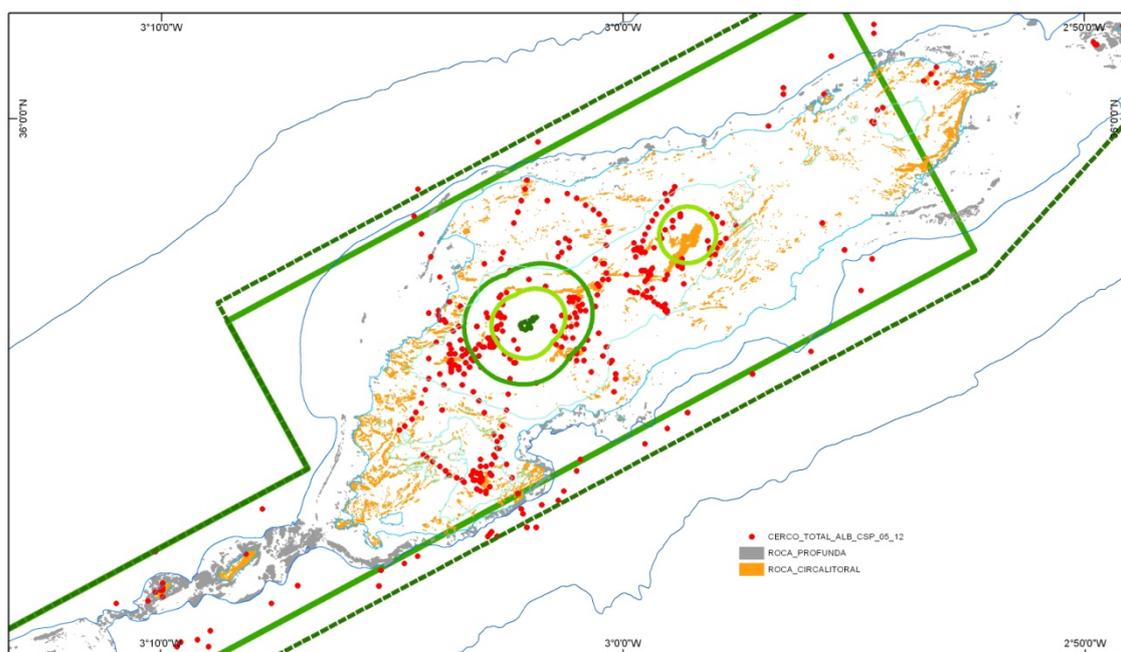


Figura 25 Registros VMS de la actividad de cerco de pequeños pelágicos en el periodo 2005-2012.

La actividad de pesca con artes de enmalle de embarcaciones clasificadas en artes menores, está permitida mediante autorizaciones temporales. Entre 2007 y 2011 se dispone de 8.473 registros correspondientes a 4 embarcaciones de los puertos de Roquetas de Mar y Almería. Si se observa la distribución de los registros, ésta coincide bastante bien con la distribución de fondos rocosos de plataforma (Figuras 26 y 27) y de borde de plataforma. Estas zonas están sometidas a fuertes corrientes de fondo que provocan frecuentes enganches en los bordes sobresalientes de las rocas lo que

provoca el arrancamiento de numerosas especies sésiles y la pérdida de partes de los artes.

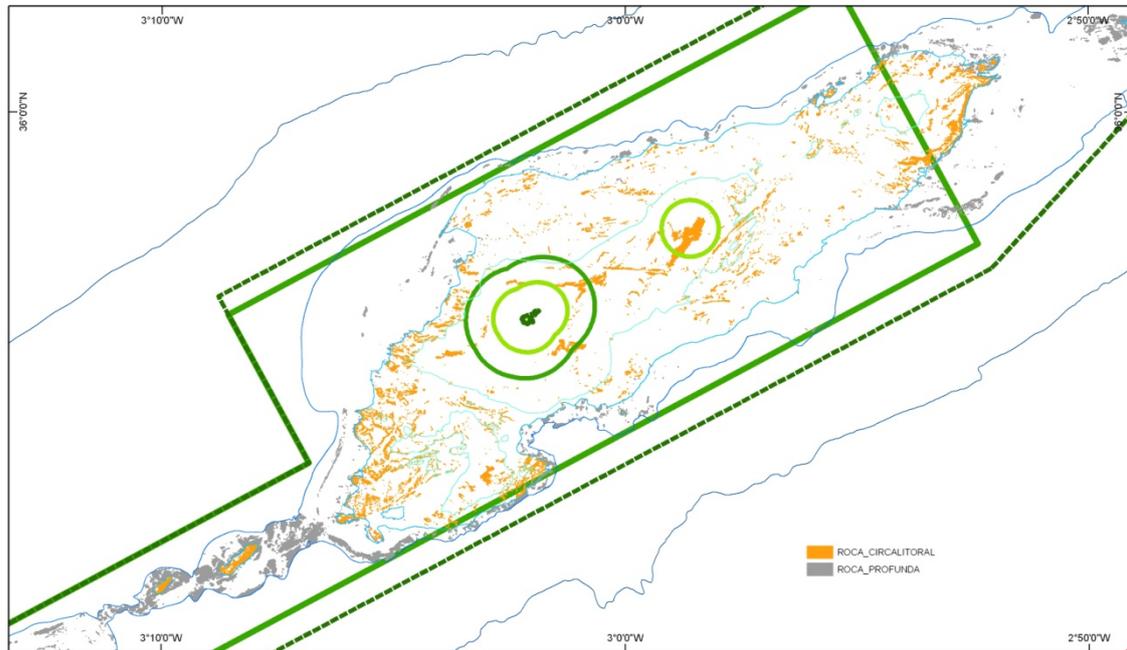


Figura 26 Distribución de los fondos de roca circalitoral y profunda en la plataforma y comienzo del talud de la isla de Alborán.

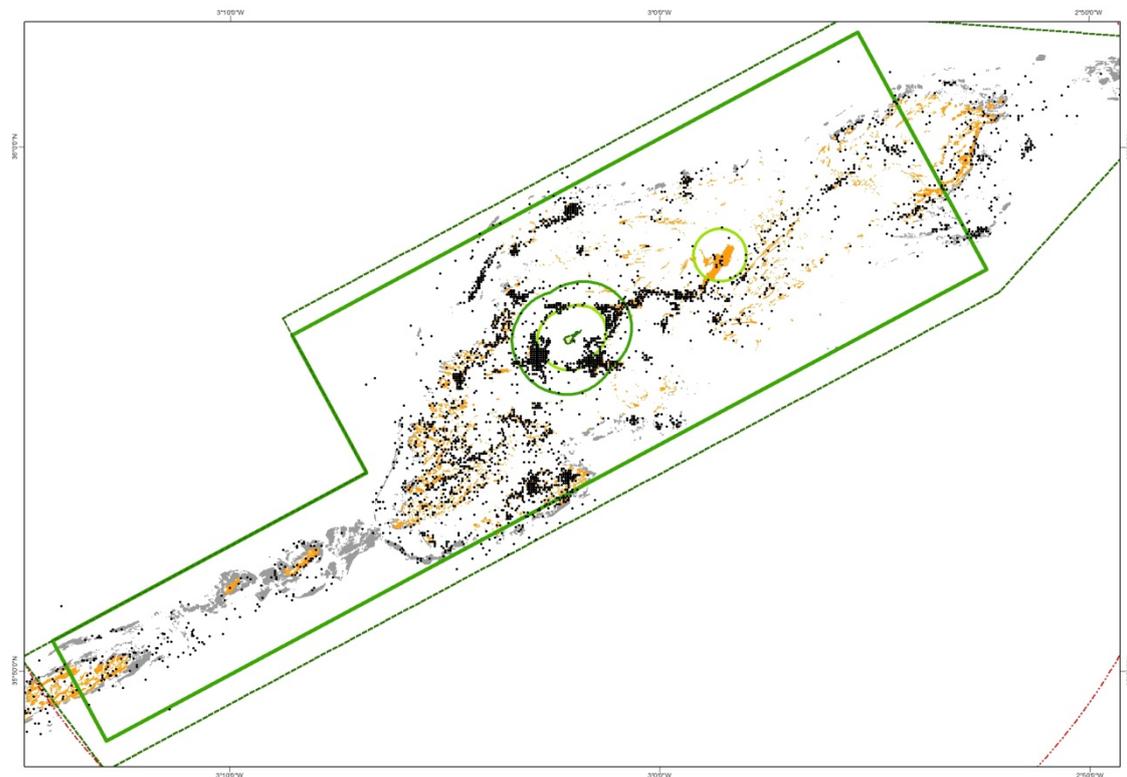


Figura 27 Distribución de los registros de actividad de artes menores con enmalle que calan paralelos a los cantos de fondos rocosos.

La actividad de palangre de fondo se distribuye en profundidades inferiores a 200 m sobre todo en el borde del talud del N de la plataforma de Alborán (Figura 28).

Estos artes, por los lugares donde son calados y también debido a las fuertes corrientes de fondo, sufren numerosos enganches tanto en las rocas sobre las que son calados como en los organismos epifitos que los habitan, apareciendo restos de líneas de palangre prácticamente en todos los fondos rocosos investigados en las campañas con ROV.

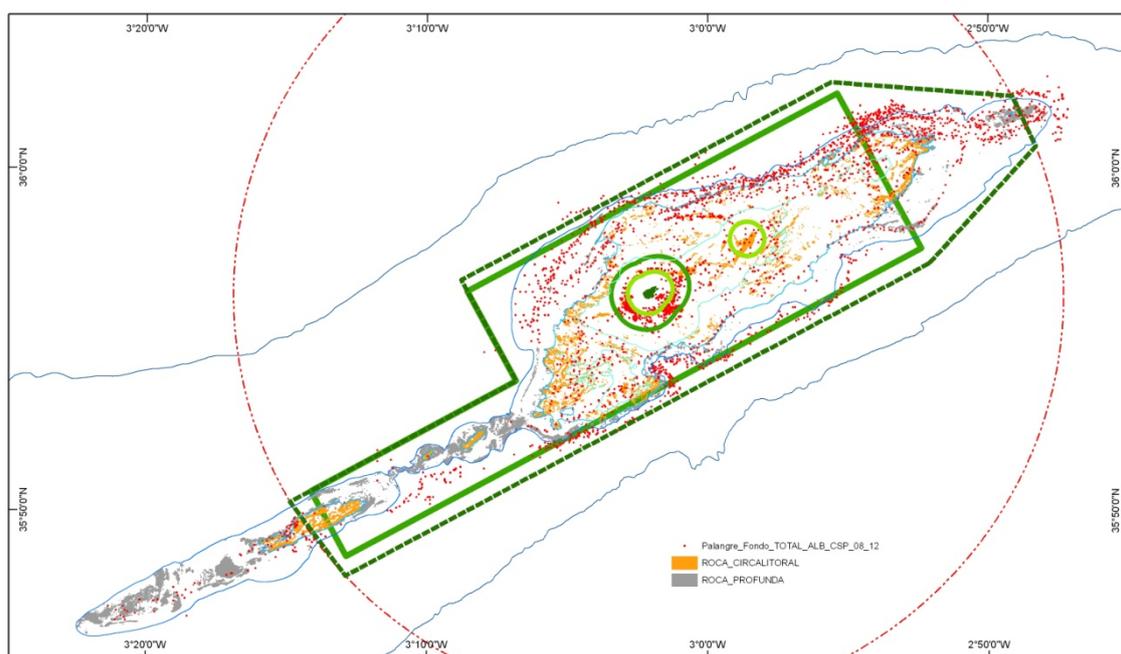


Figura 28 Registros VMS de la actividad de palangre de fondo en el periodo 2008-2011.

Esta modalidad presenta 4.227 registros en el periodo 2008 a 2011 correspondientes a una sola embarcación del puerto de Almería que desarrolla su actividad principalmente entre los meses de noviembre a marzo.

La modalidad de pesca de palangre de superficie está ejercida por embarcaciones que habitualmente hacen grandes desplazamientos en busca de sus capturas. Algunas de las unidades que proceden del puerto de Carboneras son también las que llegan hasta el banco de Concepción, al N de la isla de Lanzarote, la otra área del proyecto INDEMARES. La especie objetivo es el pez espada *Xiphias gladius* pero también captura tiburones de superficie. Si bien este arte no tiene interacciones con los hábitats de fondo como los anteriores, es uno de los que presenta problemas más frecuentes de captura accidentales con aves y tortugas.

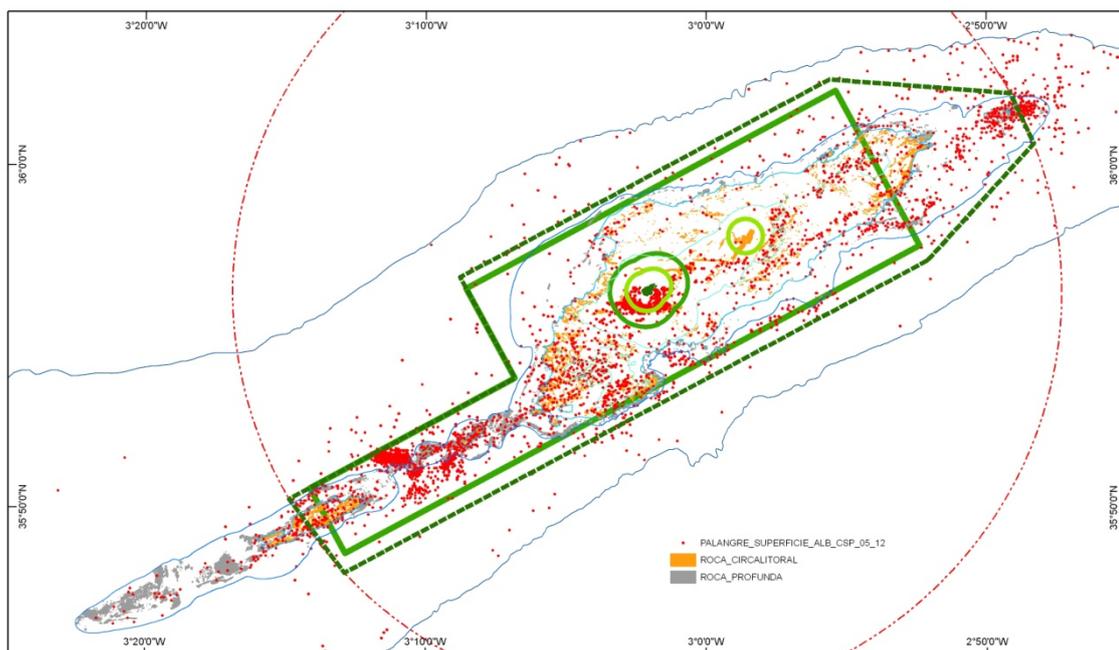


Figura 29 Registros VMS de la actividad de palangre de superficie en el periodo 2005 2011.

Entre 2005 y 2011 se presentan 5.308 registros de 20 barcos de 7 puertos siendo el mayoritario Carboneras (Figura 29).

La distribución de esta actividad también presenta concentraciones, entre las que hemos denominado “microplataformas”² y ³ al SW de la isla y en el extremo NE de la plataforma de la isla.

La plataforma de la isla de Alborán es un caladero de pesca de alto interés que alberga una de las áreas más diversas del Mediterráneo y de mayor relevancia biogeográfica, donde es posible desarrollar una gestión adaptativa de los usos de los recursos y para la conservación de los hábitats y comunidades biológicas que les dan soporte.

Bibliografía

- Bárceñas, P. 2002. Morfología submarina y evolución reciente del banco de la isla de Alborán. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, 234 pp.
- Baró, J, J.M. Serna-Quintero, E. Abad y V. Díaz del Río (2001). Actividad pesquera en la zona de reserva de pesca de la isla de Alborán. En: Actas de la I Jornadas Internacionales sobre Reservas Marinas. Min. De Agricultura; Pesca y Alimentación. pp 265 a 274.
- EEA (2008) Guide to geographic data and maps, version 3. In: Agency EE (ed)
- Gili JM, Madurell T, Requena S, Orejas C, Gori A, Purroy A, Domínguez C, Lo lacono C, Isla E, Lozoya JP, Carboneras C, Grinyó J, Sardá R (2011). Caracterización física y ecológica del área marina del Cap de Creus. Informe final área LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732). Instituto de Ciencias del Mar/CSIC (Barcelona). Coordinación: Fundación Biodiversidad, Madrid, 272pág.
- Goñi, R., Hilborn, R., Díaz, D., Mallof, S. and Adlerstein, S. (2010) Net contribution of spillover from a marine reserve to fishery catches. *Marine Ecology Progress Series* vol. 400: 233–243.
- INSPIRE (2009) D2.8.1.2 INSPIRE Specification on Geographical Grid Systems - Guidelines. INSPIRE Thematic Working Group Coordinate reference systems and Geographical grid Systems
- Lo lacono, C., et al., (2010) Large-scale bedforms along a tideless outer shelf setting in the western Mediterranean. *Continental Shelf Research*, doi:10.1016/j.csr.2010.08.005
- Pauly D. and Christensen V (1995) Primary production required to sustain global fisheries. *Nature* 374: 255–257. doi: 10.1038/374255a0
- Pere Puig, Miquel Canals, Joan B. Company, Jacobo Martín, David Amblas, Galderic Lastras, Albert Palanques & Antoni M. Calafat. (2012) Ploughing the deep sea floor. *Nature* 489, 286–289 (13 September 2012)
- Rubio Turiel, J. (2001). Análisis de la actividad pesquera en la Reserva marina de la isla de Alborán. En: Actas de la I Jornadas Internacionales sobre Reservas Marinas. Min. De Agricultura; Pesca y Alimentación. pp 105 a 115.
- Swartz W, Sala E, Tracey S, Watson R, Pauly D (2010) The Spatial Expansion and Ecological Footprint of Fisheries (1950 to Present). *PLoS ONE* 5(12):e15143. doi: 10.1371/journal.pone. 0015143.
- Templado, J. Calvo, M. Moreno, D. Flores-Moya, A. Conde, F. Abad, R. y Rubio, J. 2006. *Flora y Fauna de la Reserva Marina y Reserva de Pesca de la isla de Alborán*. Secretaría General de Pesca Marítima (Ministerio de Agricultura, Pesca y

Alimentación), Museo Nacional de Ciencias Naturales (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Madrid, 269 pp.