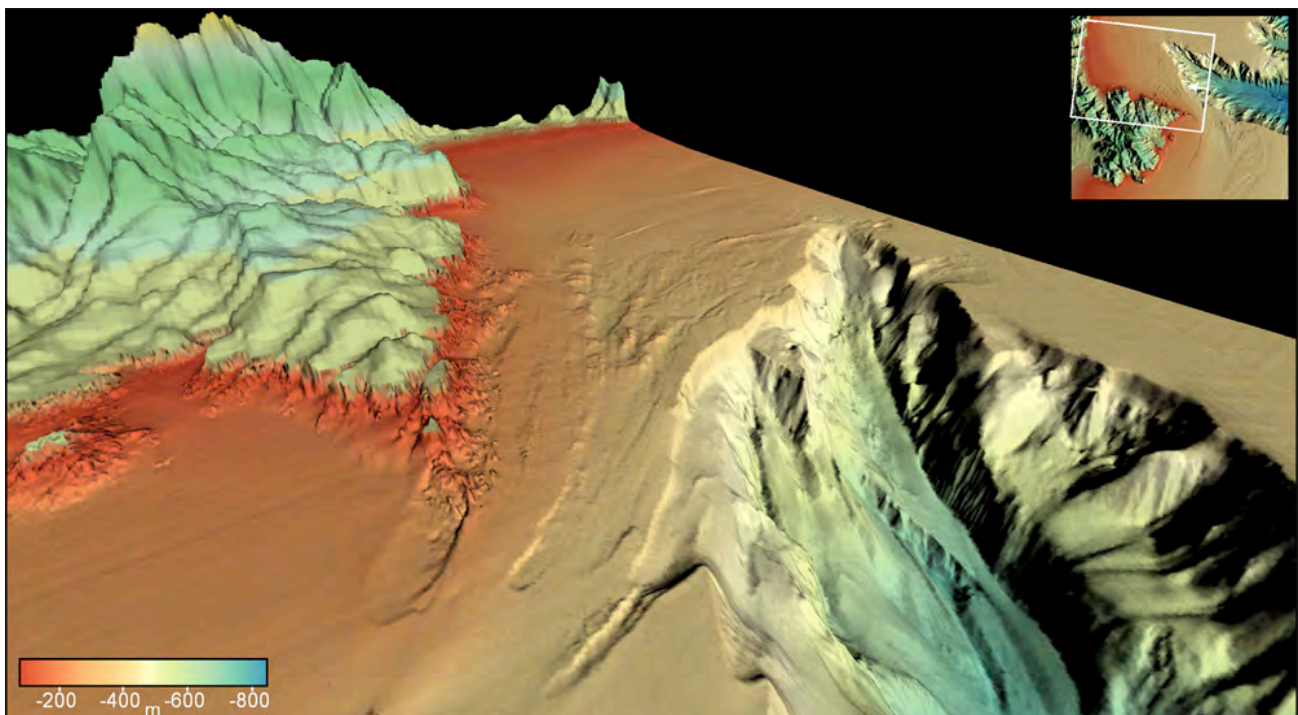


CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y ECOLÓGICA DEL ÁREA MARINA DEL CAP DE CREUS

Informe CSIC
Proyecto LIFE+ INDEMARES



INDEMARES



INDEMARES



Este informe ha sido realizado por el equipo de Ecología Bentónica del Instituto de Ciencias del Mar (ICM, CSIC) :

Responsable del proyecto: Prof. Josep-Maria Gili

Coordinación y realización: Teresa Madurell y Susana Requena

Autores:

Josep-Maria Gili

Teresa Madurell

Susana Requena

Covadonga Orejas¹

Andrea Gori

Ariadna Purroy

Carlos Domínguez

Claudio Lo Iacono²

Enrique Isla

Juan Pablo Lozoya³

Carlos Carboneras⁴

Jordi Grinyó

¹Actualmente en el Instituto Español de Oceanografía, IEO

²Unidad de Tecnología Marina, UTM, CSIC

³Centro de Estudios Avanzados de Blanes, CEAB, CSIC

⁴Universidad de Barcelona, UB

SIG y cartografía: Susana Requena, Ariadna Purroy y Claudio Lo Iacono.

Asesores especialistas en taxonomía: Cnidarios: Pablo J López González (Universidad de Sevilla), Josep Maria Gili (ICM, CSIC), César Megina (Universidad de Sevilla), Briozoos: Mikel Zabala (Universidad de Barcelona), Ictiofauna: Andrea de Lucia (Instituto per l'Ambiente Marino Costiero, CNR, Italy), Ana María Sabatés (ICM, CSIC), Cefalópodos: Roger Villanueva (ICM, CSIC), Zooplankton: Joan Cartes (ICM, CSIC), Teresa Madurell (ICM, CSIC), Plancton gelatinoso: Francesc Pagès † (ICM, CSIC) y Josep Maria Gili, Poliquetos: Rafael Sardá, Letzy Serrano (CEAB, CSIC), Porifera: Iosune Uriz (CEAB, CSIC), Moluscos: Montserrat Ramón (IEO, Palma de Mallorca), Crustáceos: Pere Abelló (ICM; CSIC), David Diaz (IEO, Palma de Mallorca), Cetáceos: Manel Gazo y Carla Álvarez (Submón), Aves: Josep Maria Arcos, Asunción Ruiz (Sociedad Española de Ornitología, SEO), Ponç Feliú (CAE), Algas: Jordi Rull

Otros investigadores y estudiantes colaboradores de este proyecto: Alejandro Olariaga (ICM, CSIC), Laura Peral (ICM; CSIC), Stefano Ambroso (ICM, CSIC), Maria Esteves (ICM, CSIC), Elena Quintanilla (ICM, CSIC), Albert Palanques (ICM, CSIC), Pere Puig (ICM, CSIC), Sergio Rossi (UAB), Begoña Vendrell (ICM, CSIC), Nuria Viladrich (ICM, CSIC), Miquel Canals (UB) (CID,CSIC), Miriam Gentile (ICM, CSIC), Marta Ribó (ICM, CSIC), Arturo Castellón, Javier Prades y Joel Sans (UTM, CSIC).

Agradecimientos: Tripulación del Buque Oceanográfico García del Cid, FIELAX (Bremerhaven, Alemania), INSTALSUB (Barcelona), Equipo JAGO, Karen Hissman

y Jürgen Schauer (IFM.GEOMAR), Gavin Newman (ROV NEMO) y Toni García (Diving Center Cadaqués). Los proyectos: INTERREG (“Pirineus Mediterranis: La muntanya que uneix”, Generalitat de Catalunya y la Región Languedoc Roussillon), HERMES (Hot Spot Ecosystem Research on the Margins of European Seas) (Goce-CT-2005-511234-I), HERMIONE (Hotspot Ecosystem Research and Man's Impact On European Seas) (Contract number: 226354) y DEEPCORAL (CTM2005-07756-C02-02/MAR), Ministerio de Ciencia y Tecnología, por ceder los datos que han sido utilizados en el presente informe. Agradecemos también su colaboración a todos los estudiantes e investigadores que han participado en alguna de las numerosas campañas oceanográficas y de buceo que han formado parte de este estudio.

Cita recomendada:

Gili JM, Madurell T, Requena S, Orejas C, Gori A, Purroy A, Domínguez C, Lo Iacono C, Isla E, Lozoya JP, Carboneras C, Grinyó J (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, 272 pág.

Índice:

Resumen Ejecutivo	i
1. Introducción.....	1
1.1 Introducción general.....	1
1.2 Localización del área de estudio	4
1.3 Fuentes de información	5
2. Marco jurídico del proyecto:	7
2.1 Directivas europeas (Directiva Hábitats 92/43/EEC y Directiva Aves 79/409/CEE).....	7
2.2 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y Zonas Especiales de Conservación (ZEC)	7
2.3 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).....	7
2.4 Conservación de la red Natura 2000, vigilancia y seguimiento	7
2.5 Corredores ecológicos y conectividad entre poblaciones.....	8
2.6 Otras disposiciones aplicables a espacios de la red Natura 2000 y ZEPIM	8
2.7 Convenios internacionales: el Convenio de Barcelona y otros instrumentos de conservación	8
3. Batimetría, geología, granulometría y dinámica sedimentaria.....	11
3.1 Franja costera y Plataforma continental	11
3.1.1 Geomorfología	11
3.1.2 Sedimentología.....	13
3.1.2.1 Análisis granulométrico	14
3.2 Cañón submarino del Cap de Creus.....	17
3.2.1 Geomorfología	17
3.2.2 Sedimentología.....	20
3.2.2.1 Flancos norte y sur	21
4. Oceanografía de la zona de estudio.....	25
4.1 Introducción a la franja costera y plataforma continental	25
4.2 Introducción al cañón submarino del Cap de Creus.....	27
4.3 Características de la columna de agua (plataforma y cañón).....	29
4.3.1 Comparación Plataforma-Cañón (Septiembre 2009).....	30
4.3.1.1 Perfiles verticales de CTD.....	30
4.3.1.2 Distribución de nutrientes	32
4.3.2 Ciclo estacional (cañón submarino del Cap de Creus)	33
4.3.2.1 Perfiles verticales de CTD.....	33
4.3.2.2 Distribución de nutrientes	49
5. Estudio de las características ecológicas de las áreas marinas del Cap de Creus.....	51
5.1 Comunidades zooplanctónicas	51
5.2 Comunidades bentónicas	58
5.2.1 Franja costera	58
5.2.1.1 Comunidades bentónicas.....	58
5.2.1.2 Distribución de las abundancias de gorgonias en la franja costera	73
5.2.1.3 Distribución de las abundancias de <i>Alcyonium</i> en la franja costera	81

5.2.1.4 Estructura de las poblaciones de la gorgonia <i>Eunicella singularis</i> en la franja costera.....	83
5.2.1.5 Ciclo reproductor y bioquímico de las poblaciones de la gorgonia <i>Eunicella singularis</i> en la franja costera	86
5.2.2 Plataforma continental	87
5.2.2.1 Comunidades de fondos de plataforma.....	88
5.2.2.2 Estructura espacial de las comunidades bentónicas más importantes de la plataforma continental del Cap de Creus.....	94
5.2.2.3 Cuantificación de las tasas de crecimiento de las poblaciones de gorgonias de la plataforma continental del Cap de Creus.....	106
5.2.3 Cañón submarino del Cap de Creus.....	108
5.2.3.1 Comunidades bentónicas.....	108
5.2.3.2 Diversidad específica de las comunidades dominadas por corales fríos.....	111
5.2.3.3 Distribución de las abundancias de corales de aguas frías en el cañón submarino	112
5.2.3.4 Estructura y plasticidad morfológica de las poblaciones de corales de aguas frías en el cañón submarino.....	116
5.2.3.5 Tasas de crecimiento de las cuatro especies de corales profundos mayoritarias en el cañón del Cap de Creus.....	119
5.2.3.6 Tasas de captura de las cuatro especies de corales profundos mayoritarias en el cañón	121
5.3 Ictiofauna	122
5.4 Cetáceos	124
5.4.1 Presencia de cetáceos en el área de estudio (Cataluña y Baleares).....	124
5.4.2 Densidad y abundancia de cetáceos en el área de estudio (Cataluña y Baleares).....	126
5.4.2.1 Distribución y tamaños de grupo del delfín mular	126
5.4.2.2 Distribución y tamaños de grupo del delfín listado	127
5.5 Aves	128
6. Clasificación EUNIS de los hábitats descritos en la franja litoral, plataforma continental y cañón submarino del Cap de Creus.....	131
7. Evidencias de la influencia antropogénica en la zona costera, plataforma y cañón del Cap de Creus	133
7.1 Análisis de imágenes obtenidas mediante ROV y sumergible.....	133
7.1.1 Zona costera y plataforma.....	133
7.1.2 Cañón del Cap de Creus	138
7.1.2.1 Palangre de fondo	138
7.1.2.2 Contaminantes.....	139
7.1.2.3 Registros Arqueológicos	139
7.2 Análisis de las actividades pesqueras.....	141
7.2.1 Pesca artesanal.....	141
7.2.1.1 Origen y tratamiento de datos para la evaluación espacial de la pesca artesanal	141
7.2.1.2 Análisis de la distribución espacial de la actividad pesquera.....	148
7.2.1.3 Grado de impacto	154
7.2.2 Pesca de arrastre	156

7.2.2.1 Origen y tratamiento de datos para la valoración de la pesca de arrastre	156
7.2.2.2 Distribución espacial y temporal de la pesca de arrastre.....	156
7.2.2.3 Estudios de impacto de la pesca de arrastre	161
7.2.3 Consideraciones para medidas de gestión	162
8. Conclusiones y valoración de los criterios de designación como área marina protegida	165
8.1 Hábitats esenciales para poblaciones ícticas y hábitats vulnerables.	165
8.1.1 Comunidades de plataforma dominadas por el crinoideo <i>Leptometra phalangium</i> (Essential Fish Habitat, EFH)	165
8.1.2 Comunidades de plataforma dominadas por gorgonias (Essential Fish Habitat, EFH)	166
8.1.3 Comunidades costeras dominadas por <i>Posidonia oceanica</i> . Hábitat de interés comunitario.....	166
8.1.4 Comunidades del final de la plataforma continental, conocido como fondos detríticos y roca de mar abierto. Hábitat de interés comunitario.....	167
8.1.5 Comunidades del cañón dominadas por la especie de coral <i>Madrepora oculata</i> . Hábitat de interés comunitario.	168
8.1.6 Arrecifes de poliquetos. Hábitat nuevo.	169
8.2 Alta diversidad biológica natural.....	171
8.3 Representatividad	173
8.4 Sensibilidad	174
8.5 Evaluación del estado de fragilidad.....	177
8.5.1 Especies	178
8.5.2 Comunidades.....	180
8.6 Naturalidad.....	182
8.7 Potencial de restauración	183
8.8 Grado de aceptación	185
8.9 Potencial para el éxito de las medidas de gestión	186
8.10 Daño potencial ocasionado por la acción de actividades humanas..	187
8.11 Valor científico	189
9. Literatura citada y consultada para la realización de este informe	191
10. Publicaciones científicas y de divulgación científica realizadas hasta ahora en el marco de esta investigación	202
11. Proyectos en el marco de los cuales se lleva a cabo esta investigación	204
12. Presentaciones a congresos y públicas	205
ANEXO I.....	209

RESUMEN EJECUTIVO

Caracterización física y ecológica del área marina del Cap de Creus

Introducción

El área del Cap de Creus presenta una serie de características ambientales, socioeconómicas y geográficas que hacen de ella un enclave singular en el Mediterráneo. La zona marítimo-terrestre cuenta con protección como Parque Natural que, principalmente, limita el uso urbanístico del espacio costero.

Se trata de una zona dominada por fuertes vientos, mayoritariamente de componente norte, y una productividad biológica de las más elevadas del Mediterráneo además de poseer una notoria biodiversidad. Al mismo tiempo, en la zona convergen una serie de factores socioeconómicos y culturales que terminan de configurar su carácter único. Entre otros factores, se trata de una zona con un interés turístico estival creciente y con excelentes condiciones para la práctica de la náutica de recreo y de las actividades subacuáticas, ya que muchas de las comunidades marinas de la zona litoral tienen una gran importancia paisajística, como por ejemplo los fondos de coralígeno. También cuenta con una larga tradición pesquera artesanal y profesional de cierto peso a nivel regional. Todos estos factores han motivado que esta área sea objeto de multitud de estudios de carácter ecológico, socioeconómico y de conservación.

Marco jurídico del proyecto

Diversos instrumentos internacionales de conservación de la biodiversidad establecen la posibilidad, o incluso la obligación, de declarar áreas protegidas para conseguir sus objetivos.

Las Directivas europeas 92/43/EEC y 79/409/CEE (hoy sustituida por la Directiva 2009/147/EC) forman la base para el establecimiento de la red Natura 2000 de espacios para la conservación de la diversidad biológica en el territorio de la Unión Europea. Su aplicación en España es de obligado cumplimiento a partir de la trasposición e incorporación a nuestro ordenamiento jurídico. Esta función la cumple actualmente la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (PNyBD), que deroga y sustituye a la Ley 4/1989, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres. Los Anexos I-VII de la Ley PNyBD incorporan los contenidos de los Anexos de ambas Directivas.

Asimismo, es aplicable el Reglamento (CE) nº 1967/2006, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo, que establece el siguiente régimen de protección adicional, común para todos los espacios de la red Natura 2000 y las zonas especiales protegidas de importancia para el Mediterráneo (ZEPIM) que se hayan designado para la conservación de dichos hábitats.

Por último señalar las disposiciones de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino, aprobada al cierre de este informe.

Batimetría, geología, granulometría y dinámica sedimentaria

La zona de estudio se enmarca dentro del Mediterráneo noroccidental del que forman parte el Mar Ligur, la cubeta Provenzal-Balear, el Golfo de León y el Mar Catalán. El patrón general de corrientes en la zona está dominado por un giro ciclónico completo a gran escala configurado en gran medida por fenómenos generados topográficamente por la isla de Córcega y las islas Baleares. Asociado a este giro se desarrolla una corriente dirección noreste-sudeste que circula por la parte costera del giro y asociada aproximadamente a la vertical del límite plataforma-talud. Esta corriente recoge aguas de la corriente Liguro-Provenzal procedente del Golfo de León y de aguas del Ródano. El régimen de corrientes sobre la plataforma continental está determinado tanto por la circulación general descrita como por los vientos. En la zona del Cap de Creus dominan los vientos secos de componente norte (Tramontana), con velocidades que muchas veces superan los 100 km/h.

El régimen de corrientes dominantes condiciona en gran parte el proceso sedimentario en la plataforma continental del Cap de Creus. Las fuertes corrientes de dirección SO impulsan un transporte de limos que se acumulan en la zona de la plataforma cercana a la costa y en las zonas más alejadas de la misma. El aceleramiento de la corriente en la zona media de la plataforma da como resultado que en la cara norte del Cap de Creus y en una amplia zona de la cara este y sur, dominen los fondos detríticos costeros. Se trata de sedimentos poco calibrados o mal clasificados; un detrítico enfangado que tiene una fracción de todo tipo de sedimentos. Una gran parte de las partículas más finas son depositadas en la parte norte del cañón o se hunden en el mismo hasta profundidades de más de 1000m de profundidad.

El área del Cap de Creus presenta una geomorfología muy variada que incluye desde playas someras y de arenas blancas, a calas cerradas, acantilados y un conjunto de islas próximas a la zona litoral, con un sistema de barras rocosas en la zona media de la plataforma y concreciones duras en algunas zonas del final de la plataforma continental y finalmente con un cañón submarino cercano a la costa, a tan sólo 5km para acabar a más de 2000m en su interior.

Oceanografía de la zona de estudio

El medio marino del Cap de Creus se integra en el sistema que configura el Golfo de León, una de las zonas más productivas del Mediterráneo a causa de la coexistencia de una serie de factores y procesos oceanográficos y meteorológicos excepcionales. Esta producción se debe en gran parte a una conjunción de factores que fertilizan las aguas de plataforma (aportes fluviales) y que mezclan las aguas superficiales (vientos fuertes como la Tramontana y el Mistral). Las corrientes dominantes que circulan en dirección NE-SO arrastran aguas procedentes de todo el Golfo de León, aguas que se caracterizan por ser una de las zonas de mayor dilución y concentración de materia orgánica del Mediterráneo.

Aunque los estudios sobre nutrientes muestran rangos medios de las concentraciones del Mediterráneo occidental, se han observado valores

excepcionalmente altos debido a las especiales condiciones ambientales y ecológicas de la zona. Valores elevados y fuera del rango se han observado cerca de las desembocaduras de los ríos y también en cañones submarinos, y suelen estar relacionados con aportes adicionales de origen continental urbanos y con una elevada actividad biológica.

Estudio de las características ecológicas de las áreas marinas del Cap de Creus

La zona del Cap de Creus presenta una gran variedad de ecosistemas en un área relativamente reducida, ya que en la misma se encuentran representados numerosos ecosistemas litorales, así como de plataforma-talud y por último comunidades de cañones submarinos, entre los cuales el cañón del Cap de Creus es el último de un complejo sistema de cañones que se extiende a lo largo del Golfo de León. La elevada diversidad tanto específica (α), como de hábitats (γ), hace de la zona un caso destacable en el Mediterráneo. Además, a lo largo de la costa y de la plataforma se han observado enclaves que albergan representantes de casi todos los tipos de comunidades; comunidades que son típicamente mediterráneas, hecho que pone de manifiesto la representatividad de la zona.

En la actualidad se han censado unas 1740 especies pero se espera que con un estudio más completo de la literatura de difícil acceso y de otros estudios contemporáneos podría dar lugar al censado de unas 2000 especies, lo que representaría una cuarta parte de todas las especies conocidas en el Mediterráneo.

Se ha constatado una gran riqueza específica y una elevada abundancia de plancton en la zona, que tiene su máxima expresión en dos ejemplos: (1) la presencia de un número superior al conocido hasta la actualidad de fases larvarias de peces de interés comercial (como la merluza) en el interior del cañón y (2) la elevada concentración de krill en el mismo cañón y que parece ser la fuente de alimentación preferencial de muchos peces y cetáceos.

En la zona costera se han identificado 20 comunidades. En los fondos rocosos están representadas 4 comunidades infralitorales y 3 circalitorales. Entre las infralitorales dominan las comunidades de algas fotófilas con unas 12 facies que se diferencian en función de su grado de exposición al oleaje y la dominancia de especies del género *Cystoseira*. Dada la escala a la que se presenta la cartografía bionómica de las comunidades, estas facies de *Cystoseira* no se pueden representar debido a su corta extensión batimétrica aunque tienen una gran importancia en la zona. Bajo estas facies, a mayor profundidad, se extienden las facies de precoralígeno dominadas por algas esciáfilas, el alga del género *Codium* y gorgonias del género *Eunicella*. Siguiendo la batimetría, las comunidades circalitorales están representadas por facies del coralígeno dominadas cada una de ellas por esponjas del género *Axinella*, la gorgonia *Paramuricea clavata* y por el coralígeno de plataforma situado sobre todo en la Massa d'Oros e Illa Encalladora que son, además, las zonas más frágiles y amenazadas de la zona litoral del Cap de Creus.

Los fondos de sustrato blando están representados por comunidades de arenas, localizados en bahías donde las corrientes posibilitan la permanencia de las

arenas, aunque se movilizan arriba y abajo en un margen de 7 metros de profundidad. Los fondos de arenas litorales se sitúan en el infralitoral y se dividen en 4 categorías basándose en la composición de sedimentos finos que albergan. Por debajo de estas comunidades de arenas litorales, aparecen a mayor profundidad los fondos detríticos costeros que son muy importantes en el área incluso en la plataforma continental. De hecho las comunidades de detrítico costero se sitúan entre el límite inferior del infralitoral y el superior del circalitoral y además, separan las arenas litorales de los fondos de barros también litorales. Los fondos circalitorales de sustrato blando están dominados por fondos terrígenos costeros que se extienden hacia toda la plataforma continental. Las praderas de fanerógamas son también muy importantes en el área y se sitúan en el infralitoral de sustratos blandos. Las praderas de *Posidonia oceanica* se extienden por toda el área costera del Cap de Creus, mientras que las de *Cymodocea nodosa* son más escasas y se encuentran en la zona norte.

Las tres comunidades diferenciadas en la plataforma continental son continuación de las sedimentarias de la zona costera y destaca la comunidad de detrítico de plataforma con 7 facies distintas. Entre estas facies destacan las de crinoideos, las de gorgonias y las de pennatuláceos, además de las comunidades dominadas por esponjas en la zona más exterior de la plataforma. Las facies de la comunidad de detrítico de plataforma se sitúan en distintas zonas de la misma que cambian según la naturaleza del sustrato y las especies dominantes. Por otra parte, el área más extensa de la plataforma norte y sur de ambos lados del cañón submarino se caracteriza por comunidades de fangos y fangos con arenas que recuerdan, tanto en su composición faunística como en su naturaleza sedimentaria, a las equivalentes en la zona costera.

El cañón del Cap de Creus es uno de los escasos enclaves conocidos del Mediterráneo que alberga comunidades de corales blancos (también llamados profundos o de aguas frías). La información existente procedente de trabajos de los años 50-60 y algunos posteriores en otras zonas del Mediterráneo, describen muy superficialmente características de los bancos de corales que coinciden con los estudiados en el Cap de Creus. En las paredes del cañón se distinguen dos comunidades, una en la parte superior en contacto con la plataforma con fondos detríticos y poco fango dominadas por antipatarios, equinodermos, poliquetos y alcionarios y otra correspondiente a las comunidades de corales de aguas frías propiamente dichas, en las que domina *Madrepora oculata*. Muchos de estos bancos han desaparecido o están en un estado muy precario de conservación. Las comunidades de la zona estudiada son, según la información con la que contamos, las mejor conservadas de las que se tiene noticia hasta la fecha, y representan un ejemplo casi único de comunidades relictas de lo que en tiempos pasados debieron ser comunidades florecientes, ampliamente distribuidas en varias zonas del Mediterráneo.

[Evidencias de la influencia antropogénica en la zona costera, plataforma y cañón del Cap de Creus](#)

Se ha constatado una elevada presión antropogénica sobre las comunidades naturales que van desde el efecto de la actividad pesquera directa o indirecta hasta otras actividades relacionadas con la industria turística. Hemos analizado

la relación entre las comunidades mejor conservadas en el área de estudio -que se encuentran principalmente en la parte más estrecha de la plataforma entre el cañón y la costa del Cap de Creus- como los corales blancos, crinoideos, ceriantarios, pennatuláceos, gorgonias, esponjas y hábitats de detrítico costero, y la pesca mediante los mapas de comunidades y el valor de solapamiento de la actividad pesquera. El resultado ha sido la constatación de una relación inversa entre conservación de las comunidades y el grado de incidencia de actividades pesqueras. Así, áreas con alto interés ecológico coinciden con aquellas con un menor solapamiento de artes de pesca.

La existencia de solapamiento espacial refleja una sobrecarga en el ecosistema, así como un empobrecimiento del sistema y pone de manifiesto el grado de impacto que los artes de pesca ejercen sobre los hábitats. Esta situación se conoce como “huella pesquera” y tiene una gran relevancia para explicar la situación actual en la zona del Cap de Creus. Mientras que la pesca de arrastre tiene un efecto directo sobre los ecosistemas del fondo marino alterando significativamente el hábitat marino, los otros artes de pesca artesanal si bien son más selectivos en cuanto a las capturas, cuando contactan con el fondo o se dejan abandonados generan un impacto indirecto aunque importante sobre el fondo marino.

Propuestas Generales

Hábitats Esenciales

De todas las comunidades estudiadas se han identificado 6 hábitats esenciales para poblaciones ícticas y comunidades vulnerables. La clasificación de hábitats esenciales para especies ícticas responde a zonas necesarias para el mantenimiento de la población, por tratarse de zonas de refugio, así como de cría o nursery para los alevines y juveniles de dichas especies. Algunos de estos hábitats están recogidos en los anexos de la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad referidos a la red Natura 2000; otros por su interés en el Mediterráneo, deberían ser objeto de estudio para futuras inclusiones.

1. Comunidades de plataforma dominadas por el crinoideo *Leptometra phalangium*. Se trata de un Hábitat Esencial para la Pesca. (Essential Fish Habitat, EFH).
2. Comunidades de plataforma dominadas por gorgonias. Se trata de un Hábitat Esencial para la Pesca (Essential Fish Habitat, EFH).
3. Comunidades costeras dominadas por *Posidonia oceanica*. En la actualidad ya es hábitat de interés comunitario (habitat 1120).
4. Comunidades del final de la plataforma continental, conocido como fondos detríticos y roca de mar abierto. Propuesta de hábitat de interés comunitario.
5. Comunidades del cañón dominadas por la especie de coral *Madrepora oculata*. Propuesta de hábitat de interés comunitario.
6. Comunidades de arrecifes subfósiles de profundidad como hábitat de elevado valor histórico y patrimonial. Propuesta de hábitat de interés comunitario.

Trabajos experimentales

Se están desarrollando una serie de trabajos experimentales encaminados a conocer la biología y ecología de especies emblemáticas como las gorgonias, que permitan gestionar mejor su recuperación. Los resultados de estos trabajos aún en curso apuntan a una mayor capacidad de recuperación de la supuesta para estos grupos taxonómicos. Por ejemplo se ha comprobado una mayor tasa de crecimiento y reproducción tanto en corales de aguas frías del cañón como en las gorgonias de la plataforma. Estos estudios, desarrollados sobre todo en el laboratorio y que están todavía en curso, se plantean terminar antes del final de ejecución del proyecto INDEMARES. Estos trabajos se enmarcan también en la necesidad de establecer un seguimiento posterior a la declaración del área marina protegida para poder constatar, de manera rigurosa, la recuperación de las comunidades naturales y comprobar la eficiencia de esta protección sobre la conservación del patrimonio y sus recursos naturales.

Propuestas de gestión

A partir del estado de conservación de las comunidades de la zona del Cap de Creus y de las diferentes actividades que en ella se desarrollan, se plantean unas propuestas de gestión para prevenir la pérdida de biodiversidad y la incidencia de la pesca sobre los fondos marinos.

En general, se recomienda la aplicación inmediata de los diferentes instrumentos jurídicos existentes tanto a nivel autonómico como estatal y europeo, y la aplicación de planes de uso y de seguimiento en ciclos, aplicando el marco conceptual del sistema de gestión basado en el ecosistema (Ecosystem-Based Management System).

1. Gestión pesquera

Respecto a la actividad pesquera, las medidas contemplan la minimización del perjuicio económico de la industria (si lo hubiera) a corto y medio plazo.

1. Aplicar el “principio de precaución” en la gestión para limitar el uso de artes de pesca en ecosistemas bentónicos complejos. Conociendo la caracterización del tipo de hábitat y su composición, algunas restricciones podrían plantearse para preservar aquellas comunidades más emblemáticas. Esto implicaría vedas o bien espaciales o bien estacionales, que deberían ser consideradas caso por caso teniendo en cuenta tanto la dinámica de la pesca como la biología de las especies objetivo a proteger
2. Adecuar el tipo de arte según la vulnerabilidad de las distintas zonas a las perturbaciones. El objetivo es minimizar los efectos negativos a largo plazo, dando preferencia a unos artes frente a otros según el tipo de fondo, manteniendo así la diversidad y la producción pesquera. La partición de las actividades pesqueras es una aproximación efectiva para la conservación del hábitat.

3. Establecer zonas restringidas al arrastre a lo largo de la plataforma continental y talud para permitir la recuperación de zonas donde ya se han puesto de manifiesto comunidades dañadas.
4. Promover la pesca sostenible de las poblaciones actuales con el objetivo de la recuperación del stock. A tal efecto es necesario conocer el volumen total de las capturas de las especies objeto de recuperación, considerando no sólo la pesca profesional sino también la recreativa. Asimismo deberán emprenderse estudios demográficos y realizar un seguimiento del estado de conservación de los Hábitats Esenciales para la Pesca.
5. Promover la pesca artesanal respetuosa con el medio, especialmente con el fondo marino, para que las actividades pesqueras se mantengan en la zona y contribuyan a una gestión sostenible de los recursos naturales. Para ello se proponen estudios relacionados con la “huella pesquera” en los que se analice la recuperación del hábitat en las zonas más deterioradas de la plataforma y el cañón en comparación con zonas que se han preservado debido a la menor presión de las actividades pesqueras.

2. Plataforma continental

En los estudios de plataforma se ha constatado un número elevado de reclutas, colonias de pequeño tamaño y en general, poblaciones con una estructura demográfica variada alrededor de los bancos o poblaciones de gorgonias y pennatuláceos de la plataforma. La propia productividad de la zona, la densidad en algunos casos notoria de algunas de las poblaciones y la evidencia de la presencia de reclutas, hace intuir que la capacidad de recuperación de los fondos de la plataforma pueden ser elevadas, especialmente a partir de los parches o núcleos bien conservados.

1. Es evidente que esta potencialidad debe ir acompañada de la protección integral de algunas de estas zonas, así como la necesidad evidente de un programa de seguimiento del estado y del cambio de los ecosistemas naturales, después de conocer un punto de partida como el que se ha generado en este informe. Este seguimiento es además uno de los deberes obligatorios en las zonas de la red Natura 2000.

Las comunidades de plataforma se han observado con un mayor desarrollo e incluso en un estado de conservación notable en la zona localizada desde la zona costera del norte del Cap de Creus hasta la pared sur del cañón, ocupando un área de unos 160km².

2. Una de las medidas que probablemente contribuiría a la restauración de estas comunidades sería la instalación en la zona comprendida entre la costa noreste y la pared sur del cañón de bloques de roca procedentes de la zona costera. El fin de la instalación de estos bloques sería evitar la entrada de los arrastreros en la zona, es decir, establecer una barrera física que dificulte la realización de actividades extractivas o de alteración del fondo marino en estas zonas para favorecer su recuperación.

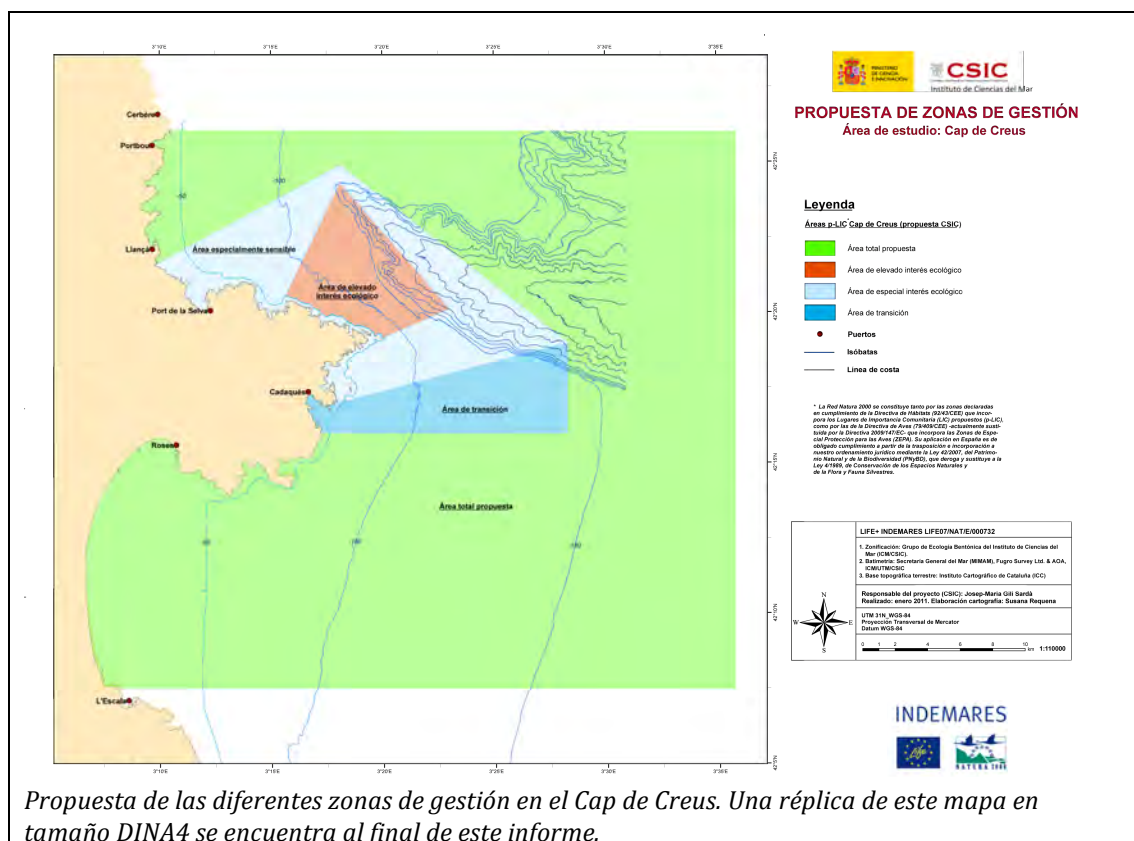
3. Cañón submarino

En las zonas menos protegidas del cañón, las más cercanas a la plataforma, se observan restos de lo que fueron comunidades de coral blanco, lo cual se puede suponer por la composición de la fauna acompañante así como por la presencia de algunas colonias aisladas que han sobrevivido al impacto de la pesca.

1. El cese de las actividades pesqueras en estas zonas podría contribuir a la recuperación de las comunidades de coral blanco. La localización de poblaciones con una estructura demográfica “completa” (es decir, con organismos de diversas clases de talla), permitiría apuntar a una probable recuperación de las poblaciones alrededor del núcleo generador, semejante a lo que ocurre con los bosques terrestres. Estas posibilidades de recuperación serán reales si se reduce la actividad pesquera del palangre así como otras actividades extractivas.

Zonificación

El área propuesta como área marina protegida cubre una extensión de 1167,65km² que corresponde a toda el área estudiada en este informe. Dentro de esta área se han identificado tres sub-áreas, una con un elevado interés ecológico situada desde la zona costera pasando por la plataforma continental hasta el interior de la pared sur del cañón submarino, de 47,04km² (4,02% del total) y otra de especial interés ecológico de 113,34km² (9,70% del total). Al sur de la zona media de la plataforma y hasta el cañón se define un área de transición que contiene algunos lugares en los que se desarrollan poblaciones y comunidades esenciales del patrimonio natural del área de 55,67km² (4,76 % del total).



Propuesta de las diferentes zonas de gestión en el Cap de Creus. Una réplica de este mapa en tamaño DIN A4 se encuentra al final de este informe.

Los criterios que se han considerado para determinar el interés ecológico de cada zona se basan en los resultados del trabajo de investigación efectuado en el área y que se resumen en los siguientes puntos:

1. El área total se ha considerado desde un punto de vista ecosistémico, que significa que debe incorporar todo tipo de fondos en la zona y la mayor diversidad de hábitats y especies. Se ha partido desde la zona costera hasta los 2000m de profundidad y se han considerado tanto las características ambientales como las biológicas de la columna de agua y del fondo marino.
2. Se consideran de interés ecológico aquellas zonas que conservan en sus fondos comunidades biológicas ricas en especies y hábitats esenciales en el marco de las directivas europeas y que además estén en un mínimo estado de conservación, y que permita su recuperación gracias a la reducción de las actividades humanas que no sean respetuosas con su conservación y sostenibilidad.
3. Se consideran de especial interés ecológico, zonas como las anteriores pero que además alberguen comunidades en peligro de desaparición y de alta fragilidad. En esta zona se encuentran las comunidades más significativas tanto desde el punto de vista de conservación como de biodiversidad y debería hacerse todo lo posible para su conservación. Estas comunidades son esenciales para el buen funcionamiento del área marina protegida incluso para recuperar la fauna objeto de explotación comercial. Ejemplos de estas comunidades son las de crinoideos, gorgonias y esponjas en la plataforma continental y los corales de aguas frías en el cañón.
4. Se considera la zona de transición aquella que contiene de forma no continuada, hábitats separados por zonas de arenas y fangos de plataforma esenciales para su conservación por su valor patrimonial y natural. Ejemplo de estas zonas son los arrecifes subfósiles de poliquetos o las comunidades de esponjas y gorgonias de los núcleos rocosos del centro y final de la plataforma continental.

Para consolidar tanto la conservación del espacio natural como la aceptación de la nueva figura legal y socioeconómica, se debe buscar la colaboración de todos los usuarios y de la sociedad en general, promoviendo la concienciación sobre la importancia de la zona protegida. En esta línea, ya se encuentra en ejecución una exposición en un edificio perteneciente al Parque Natural del Cap de Creus y gestionado por la Generalitat de Catalunya. No obstante, la propuesta debería hacerse extensiva y complementarse con todo un abanico de actividades que aseguren la recepción del mensaje a todos los implicados a nivel local, autonómico y nacional. La comunicación, información y trabajo conjunto con las autoridades de la Dirección de Patrimonio Natural de la Generalitat de Catalunya deberían potenciarse para facilitar la aceptación entre los distintos colectivos de usuarios. Las actuaciones y negociaciones deben realizarse con la máxima transparencia desde el inicio de las mismas, lo que facilitará y mejorará la aceptación y la gobernanza del Área Marina Protegida (AMP) y asegurará su

futuro. Compartir experiencias y propuestas con otras Comunidades Autónomas y con otros países del Mediterráneo especialmente con Francia, que está planteando una figura similar a la del Cap de Creus en el sur del litoral francés, es otro aspecto que conviene considerar con el fin de asegurar la pervivencia de la zona protegida.

1. Introducción

1.1 Introducción general

Este informe se ha elaborado en cumplimiento de los compromisos del CSIC como socio en el proyecto LIFE+ INDEMARES “Inventario y designación de la Red Natura 2000 en áreas marinas del Estado español” (LIFE07/NAT/E/000732), con la contribución del instrumento financiero LIFE de la Comunidad Europea. El proyecto tiene como principal objetivo generar la base científica y de conocimiento para la propuesta de diez grandes áreas marinas en aguas españolas en el marco de la Red Natura 2000. Este informe se centra en la zona del Cap de Creus (Girona) y pretende recopilar toda la información existente sobre las características físicas, biológicas y ecológicas del área marina a partir de estudios recientes, especialmente los llevados a cabo durante el tiempo de ejecución del proyecto LIFE+ INDEMARES, y de la información publicada anteriormente. El informe cubre un área de 1168km² y se extiende desde la zona litoral hasta unos 1000m de profundidad, incluyendo la cabecera del cañón submarino del mismo nombre. Si bien la franja litoral del Cap de Creus cuenta con diversas figuras de protección (entre ellas el Parque Natural desde el 1998 con un área de 3,92 hectáreas y se encuentra propuesto para integrarse en la Red Natura 2000) se ha contemplado en este informe esta zona dado que se propone la protección de las áreas de plataforma y cañón, que son un continuo con la franja litoral. La presentación de las tres zonas: litoral, plataforma y cañón, de forma conjunta, ofrece una imagen completa del sistema y deja patente la indivisibilidad del mismo y la necesidad de considerar esta aproximación ecosistémica para su gestión futura.

El área del Cap de Creus presenta una serie de características ambientales, socioeconómicas y geográficas que hacen de ella un enclave singular en el Mediterráneo. La zona marítimo-terrestre del cabo alberga el Parc Natural del Cap de Creus (Generalitat de Catalunya), que entre otras medidas limita la ocupación territorial y la construcción de nuevos edificios en la mayor parte del territorio protegido. Desde el punto de vista urbanístico, la zona presenta cuatro núcleos urbanos importantes: las poblaciones de Roses, Cadaqués, Llançà y Port de la Selva en la franja costera. Roses, con sus más de 17000 habitantes, concentra la mayor parte de la actividad comercial. Dispone de un puerto pesquero con unas 90 embarcaciones además de unos 600 amarres en el puerto deportivo. Los puertos de las otras dos ciudades importantes, Llançà i Port de la Selva, disponen de unos 25 amarres en la zona pesquera, pero de cifras muy similares a Roses en lo que respecta a las embarcaciones deportivas. Los otros tres municipios no superan juntos los 10000 habitantes, aunque en todo el área la población se triplica durante los meses de verano debido a la frecuentación turística y a la ocupación de segundas residencias.

El área del Cap de Creus tiene también una característica singular ligada a su larga historia, que se remonta a los primeros asentamientos griegos en la Península Ibérica. Desde entonces, la navegación costera ha sido intensa y debido a las condiciones climatológicas adversas en algunas épocas del año (causadas sobre todo por vientos de componente norte), los naufragios eran un

hecho inevitable. Estos han sembrado el fondo marino de pecios y restos arqueológicos que constituyen también un patrimonio de gran relevancia.

El medio marino del Cap de Creus se integra dentro del sistema que configura el Golfo de León, una de las zonas más productivas del Mediterráneo a causa de la coexistencia de una serie de factores y procesos oceanográficos y meteorológicos excepcionales. Por un lado, sus aguas son fertilizadas continuamente por los aportes continentales provenientes de las descargas fluviales y, por otro, los vientos dominantes de componente norte mezclan sus aguas y contribuyen al aporte de nutrientes hacia las capas de mayor profundidad. Estos procesos de mezcla se ven reforzados por procesos de afloramiento de aguas profundas asociadas a aguas que afloran del interior del cañón submarino y del talud continental. Entre los ríos que aportan nutrientes al sistema se encuentra el Ródano, cuyas aguas se ven desplazadas gracias a la corriente Liguro-Provenzal que circula de NE a SW a lo largo del Golfo de León.

Tanto los procesos biológicos como los ambientales contribuyen a que los fondos marinos de la zona del Cap de Creus alberguen una riqueza de hábitats y de especies excepcional a nivel Mediterráneo. En el informe se explica con detalle esta riqueza, que pasa por fondos litorales con un buen estado de conservación, incluyendo praderas de algas y de fanerógamas, a fondos de plataforma con algunas zonas en un estado de conservación casi excepcional si comparamos con el resto de zonas del Mediterráneo español, y con la presencia aún de comunidades de corales de aguas frías (también llamados blancos o profundos) bien desarrolladas en las paredes de cañón submarino. Asociados a esta riqueza de fondos y especies se encuentra una amplia diversidad de especies ícticas, tan abundantes y estables en la zona como la sardina y la anchoa, o especies de paso como los bonitos. También es una zona de paso y de alimentación para especies de cetáceos y tortugas, así como para ballenas en la zona del cañón submarino.

Muchas de las comunidades marinas de la zona litoral tienen una gran importancia paisajística como patrimonio natural, como es el ejemplo del coralígeno, y por tanto, son un referente en la industria turística, mayoritariamente relacionada con el buceo deportivo. En la zona del Cap de Creus existen unos 10 centros de buceo, que generan unas 60000 inmersiones anuales a las que hay que añadir las más de 10000 por parte de particulares. A todo ello hay que añadir el impacto ambiental, pero también económico, de las actividades náuticas recreativas y deportivas. Estas actividades están gestionadas por unas 12 empresas de náutica deportiva y la disponibilidad en los puertos de la zona de más de 8000 amarres. A estas embarcaciones hay que añadir las más de 800 que cada verano permanecen amarradas a boyas y otras instalaciones móviles en la zona costera. Que duda cabe que esta actividad náutica tiene una gran repercusión económica y social en la zona, pero también tiene un impacto sobre los ecosistemas naturales. Tanto los anclajes libres sobre el fondo marino, especialmente sobre las praderas de fanerógamas, como la pesca recreativa son fuentes de perturbación que se deben controlar. Las actividades extractivas no se limitan a las embarcaciones, sino que el incremento de la población, sobre todo durante el verano, causa un impacto sobre las zonas someras mediante el marisqueo.

La diversidad de recursos y en parte la elevada productividad ha permitido el desarrollo de una actividad pesquera variada y continuada. Por una parte, la pesca artesanal es muy diversa, con unos 14 artes diferentes, aunque ha disminuido durante los últimos años por la caída de las capturas y por la reconversión de profesionales hacia otros sectores. En la actualidad faenan en la zona un total de 34 embarcaciones de pesca artesanal de las cofradías de Roses, Llançà, Cadaqués i Port de la Selva. Las embarcaciones de pesca de arrastre faenan muy raramente en la zona de la plataforma y prefieren salir a aguas abiertas en busca de caladeros más rentables, aunque hay épocas del año en que los arrastreros se ven por la zona.

La actividad pesquera, tanto de arrastre como artesanal, las actividades lúdicas especialmente en los meses de verano, la industria turística y náutica, las condiciones ambientales dominadas por vientos fuertes del norte, la producción biológica de la zona, una de las más elevadas del Mediterráneo que conlleva una riqueza en biodiversidad también muy notoria, y un patrimonio cultural excepcional, confieren a la zona del Cap de Creus unas características singulares y la sitúan entre las más estudiadas del Mediterráneo.

Este informe se estructura en cuatro partes fundamentales: una inicial de legislación y aproximación socio jurídica a la gestión del espacio natural, una segunda parte de resultados del estudio en el marco del proyecto LIFE-INDEMARES, además de una recopilación de información previamente publicada o de informes de otros proyectos y una tercera parte en el final de cada sección con los trabajos experimentales que se están haciendo en el marco del mismo proyecto LIFE-INDEMARES y que consideramos esenciales para determinar los instrumentos de gestión posterior a la declaración de área marina protegida. La última parte se presenta en forma de resumen (resumen ejecutivo) y en ella se establecen concisamente las recomendaciones y sugerencias que surgen del conjunto del informe, de cara a plantear medidas y figuras de protección por parte del Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino.

1.2 Localización del área de estudio

El área de estudio queda comprendida entre los puntos (WGS-84) 3°10.52'E-42°26.10'N, 3°35.88'E-42°26.02'N, 3°35.71'E-42°7.49'N, 3°7.72'E-42°7.62'N. El área de trabajo del presente estudio comprende la zona litoral del Cap de Creus (que para simplificar su acotación consideraremos comprendida entre los 0 y 60m, y que por tanto variará a lo largo del informe levemente dependiendo de las comunidades biológicas que se traten), la plataforma continental (entre los 60 y 150-200m) y el cañón submarino (del cual se han realizado estudios ecológicos entre los 150 y los 400m de profundidad, si bien la información abiótica del mismo comprende el gradiente de profundidad completo del mismo, hasta los 2150m). En la Fig. 1-1 se escenifica el área cubierta y las zonas que han merecido una mayor atención en el estudio básicamente por su mejor estado de conservación.

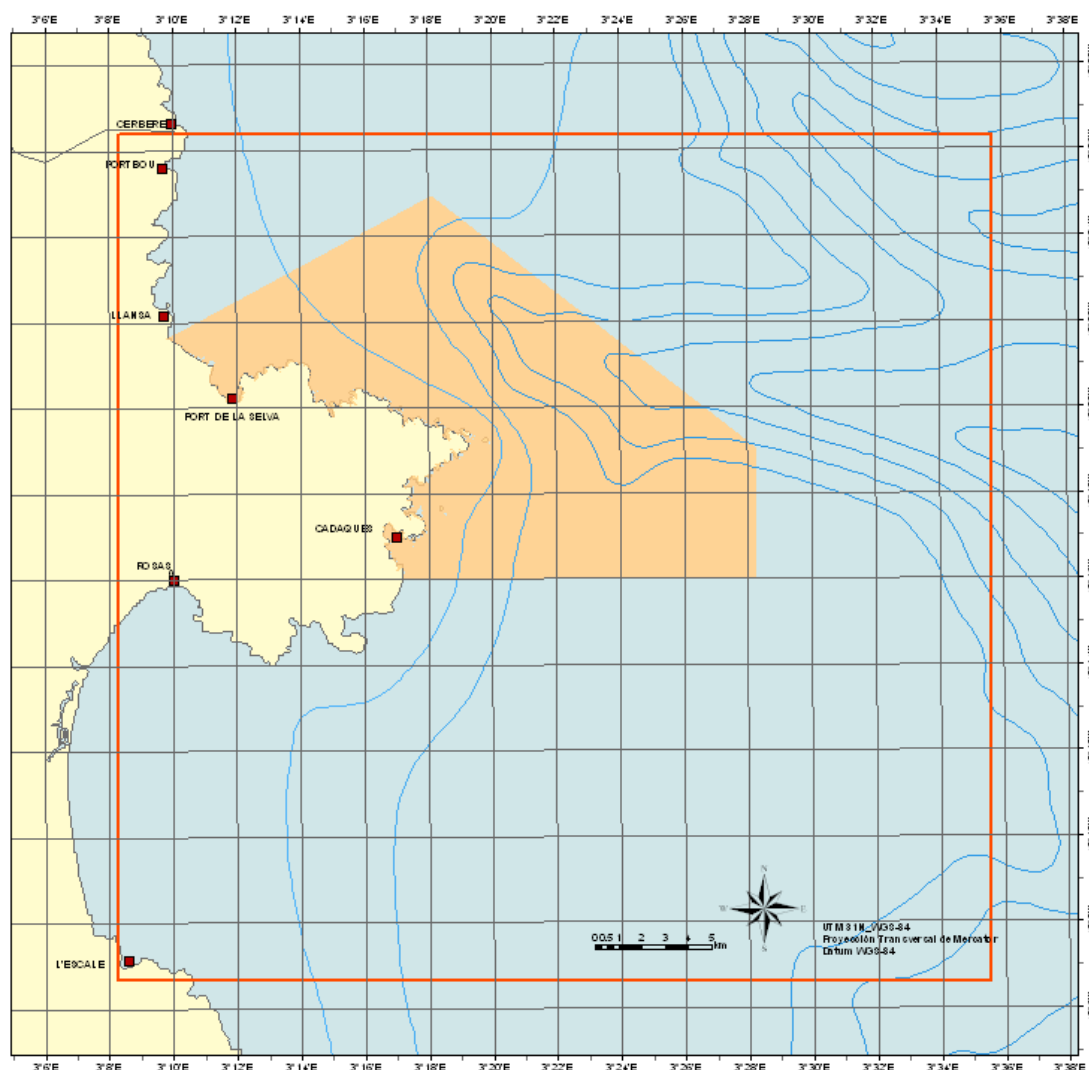


Fig. 1-1. Área de estudio en la que ha desarrollado el proyecto LIFE-INDEMARES y de donde se ha recopilado la información de otros proyectos y publicaciones. La zona sombreada es en la que se ha insistido más por su estado de conservación.

1.3 Fuentes de información

La plataforma continental y el cañón submarino del Cap de Creus se están prospectando desde junio del año 2003 por parte del grupo de ecología bentónica del ICM (CSIC). Con el fin de realizar un estudio integrado de la zona, se han estudiado y cartografiado no sólo las comunidades bentónicas, sino también las planctónicas cercanas al fondo. Simultáneamente, se ha analizado la composición de la columna de agua con el fin de caracterizar el medio en que viven estas comunidades de la manera más precisa posible. A lo largo de estos 7 años se han realizado 13 campañas oceanográficas. En seis de ellas ha sido posible emplear Vehículos Operados Remotamente (conocidos como ROVs) y en dos se ha podido contar con un submarino tripulado (JAGO, IFM-GEOMAR, Kiel, Alemania). También se ha trabajado con Sónar de Barrido Lateral (Side Scan Sonar, SSS) y Sonda Multihaz. En la Tabla 1-1 se indican las campañas realizadas hasta ahora en el marco de los proyectos INTERREG (Unión Europea), CORAL ROJO (Generalitat de Catalunya), DEEP CORAL (Plan Nacional) y HERMES (Unión Europea). Las campañas INDEMARES (Life, Unión Europea) han permitido ampliar la información sobre las características físicas, biológicas y ecológicas de zonas muy bien conservadas que no habían sido prospectadas anteriormente, ampliar la información obtenida en proyectos anteriores, así como recopilar toda la información anterior existente.

Tabla 1-1. Campañas oceanográficas realizadas a bordo del B/O García del Cid para prospectar las comunidades profundas de la plataforma continental y el cañón submarino del Cap de Creus. Se indican los tipos de muestreo que se han llevado a cabo en cada una de ellas (ROV= Remotely Operated Vehicle, S= Sumergible tripulado, SSS= Side Scan Sonnar. SMH= Sonda Multihaz).

Campaña	Fecha	Muestreos			
		Agua	Zooplancton	Bentos	SSS/SMH
INTERREG	Junio 2003			X (ROV)	
CORAL 1	Julio 2003			X (ROV)	
HERMES I_CORAL 2	Oct 2005	X	X	X (ROV)	
HERMES II_CORAL 3	Abril 2006	X	X		
DEEPCORAL I_CORAL 4	Julio 2006	X	X	X (ROV)	
HERMES III_CORAL 5	Oct 2006	X	X		
DEEPCORAL II_CORAL 6	Feb 2007	X	X		X
DEEPCORAL III_CORAL 7	Abril 2007	X	X		X
HERMES IV_CORAL 8	Sept 2007	X	X	X (S)	
DEEPCORAL IV_CORAL 9	Feb2009	X	X		X
INDEMARES 0	Jul-Ago 2009			X (ROV, dragas)	
INDEMARES 1	Sept 2009	X	X	X (ROV, dragas)	X
INDEMARES 2	Junio 2010	X	X	X (S, dragas)	X

La zona litoral del Cap de Creus se estudió principalmente en la campaña realizada en junio de 2003 en el marco del proyecto INTERREG. Dicha campaña tuvo como resultado final la elaboración de una lista de especies, así como de la cartografía de las comunidades bentónicas desde las playas y acantilados del Cap de Creus hasta los 50-60 metros de profundidad.

La zona de la plataforma continental, desde los 50-60m hasta aproximadamente los 100-150m de profundidad, se ha explorado en las campañas INDEMARES 0, INDEMARES 1 e INDEMARES 2. Los resultados de dichas campañas forman parte del informe que aquí se presenta (los resultados de la campaña INDEMARES 2 están en proceso de elaboración). El área de trabajo en el interior del cañón se centró en la cabecera del mismo, en un rango de profundidades entre los 100-150m hasta aproximadamente 350m, alcanzando en algunos casos los 400m. El cañón submarino del Cap de Creus se ha explorado en las campañas HERMES, DEEPCORAL e INDEMARES 2.

Para el análisis de las actividades pesqueras se han utilizado los datos provenientes de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) de pesca artesanal entre Diciembre del 2000 y Marzo del 2001. Para la pesca de arastre se han utilizado los datos de posición de los buques de pesca del año 2002, obtenidos de los Sistemas de Seguimiento de Buques Pesqueros (VMS) (también conocidos como las cajas azules) proporcionados por la Secretaría General del Mar.

2. Marco jurídico del proyecto:

2.1 Directivas europeas (Directiva Hábitats 92/43/EEC y Directiva Aves 79/409/CEE)

Las Directivas europeas 92/43/EEC y 79/409/CEE (hoy sustituida por la Directiva 2009/147/EC) forman la base para el establecimiento de la red Natura 2000 de espacios para la conservación de la diversidad biológica en el territorio de la Unión Europea. Su aplicación en España es de obligado cumplimiento a partir de la trasposición e incorporación a nuestro ordenamiento jurídico. Esta función la cumple actualmente la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (PNyBD), que deroga y sustituye a la Ley 4/1989, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres. Los Anexos I-VII de la Ley PNyBD incorporan los contenidos de los Anexos de ambas Directivas.

2.2 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y Zonas Especiales de Conservación (ZEC)

La Directiva 92/43/EEC relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres establece la obligación de designar espacios para garantizar o restablecer en un estado de conservación favorable los hábitats y especies en su área de distribución natural. Esta obligación viene recogida en el art. 42 de la Ley PNyBD, que establece que la obligación se extiende a las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, incluidas la zona económica exclusiva y la plataforma continental, y que la lista inicial será propuesta por las Comunidades Autónomas (CCAA) y sometida a información pública. La propuesta deberá incluir los límites geográficos de cada espacio, los hábitats y especies de interés comunitario por los que se declara y el régimen preventivo que se le aplicará. Tras la aprobación por parte de la Comisión Europea, las CCAA deberán declarar los espacios como ZEC y aprobar un plan o instrumento de gestión.

2.3 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)

La Directiva 2009/147/EC sobre la conservación de las aves silvestres establece igualmente la obligación de designar los espacios más adecuados en superficie y número para la conservación de las especies de interés comunitario y de las especies migratorias. El art. 43 de la Ley PNyBD extiende igualmente esa obligación a las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, incluidas la zona económica exclusiva y la plataforma continental, y dispone que deberán establecerse medidas para evitar las perturbaciones y de conservación especiales en cuanto a su hábitat, para garantizar la supervivencia y reproducción de esas especies. En cuanto a las aves migratorias regulares no incluidas en los listados, deberán protegerse sus áreas de reproducción, alimentación, muda, invernada y zonas de descanso, en especial los humedales de importancia internacional (convenio Ramsar). El proceso de listado de ZEPAs será el mismo que para los LIC y ZEC.

2.4 Conservación de la red Natura 2000, vigilancia y seguimiento

Las CCAA adoptarán, en los espacios incluidos en la red Natura 2000, planes o instrumentos de gestión adecuados y medidas reglamentarias, administrativas o contractuales para los objetivos de conservación. También deberán evitar el

deterioro de los hábitats y las alteraciones que repercutan en las especies que hayan motivado la designación de estas áreas. Igualmente, deberán velar para que la realización de planes, programas y proyectos fuera de los espacios LIC, ZEC o ZEPA que puedan tener afectaciones sobre los mismos sean sometidos a evaluación y, en su caso, a medidas compensatorias para revertir los posibles efectos negativos.

Las CCAA vigilarán el estado de conservación de los hábitats y las especies de interés comunitario, mediante un informe anual. Igualmente, cada 3 y 6 años, respectivamente, las CCAA informarán al Ministerio de Medio Ambiente, de los resultados de la aplicación de los planes y programas de gestión, y de la propuesta de nuevas medidas.

2.5 Corredores ecológicos y conectividad entre poblaciones

El art. 46 de la Ley PNYBD impone a las CCAA el deber de fomentar la conservación de corredores ecológicos y la gestión de los elementos o zonas que resulten esenciales para la migración, el intercambio de individuos y de genes entre poblaciones de flora y fauna silvestres.

2.6 Otras disposiciones aplicables a espacios de la red Natura 2000 y ZEPIM

El Reglamento (CE) nº 1967/2006, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo, establece el siguiente régimen de protección adicional, común para todos los espacios de la red Natura 2000 y las zonas especiales protegidas de importancia para el Mediterráneo (ZEPIM) que se hayan designado para la conservación de dichos hábitats:

- Se prohíbe la pesca con redes de arrastre, dragas y redes de cerco por encima de los lechos de vegetación marina constituida, en particular, por *Posidonia oceanica* u otras fanerógamas marinas
- Se prohíbe igualmente la pesca con redes de arrastre, dragas y redes de cerco por encima de hábitats de coralígeno y de maërl
- Quedan prohibidos el uso de dragas remolcadas y la pesca con redes de arrastre a profundidades superiores a 1000 metros
- Este régimen queda recogido por la Orden ARM/143/2010, de 25 de enero, por la que se establece un Plan Integral de Gestión para la conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo (BOE nº 27/2010, de 1 de febrero).
- Además, los Estados miembros tomarán las medidas oportunas para garantizar la adecuada recopilación de información científica con vistas a la identificación y la descripción cartográfica de los hábitats que hayan de ser protegidos de conformidad con el Reglamento europeo.

2.7 Convenios internacionales: el Convenio de Barcelona y otros instrumentos de conservación

Diversos instrumentos internacionales de conservación de la biodiversidad establecen la posibilidad, o incluso la obligación, de declarar áreas protegidas para conseguir sus objetivos: entre otros, el de Barcelona sobre la protección del medio ambiente en el Mediterráneo, el de Ramsar sobre protección de

humedales como hábitat de aves acuáticas, el de Patrimonio Mundial y el acuerdo ACCOBAMS sobre la conservación de cetáceos. También el de OSPAR sobre protección del medio ambiente marino del Atlántico nororiental, no aplicable al Mediterráneo. Es posible que, en el futuro, otros acuerdos relativos a la conservación de la biodiversidad establezcan la protección de áreas como instrumento para conseguir sus fines, o también que España asigne nuevos compromisos específicos, en el marco de la legislación internacional, a algunos de los espacios protegidos actuales.

Lo que establece la legislación española (art. 49 de la Ley PNyBD) para las áreas protegidas por instrumentos internacionales es que se aplicará el régimen de protección que prevean dichos acuerdos, si bien se mantendrán las medidas de protección, ordenación y gestión propias del espacio protegido en todo aquello que sea compatible. Este último caso es el más frecuente, ya que sobre una misma zona a menudo se superponen distintos regímenes de protección, nacionales e internacionales, con el mismo objetivo de conservar su diversidad biológica. Según la Ley PNyBD, la gestión corresponderá en general a las CCAA, quienes contribuirán para que el Ministerio de Medio Ambiente elabore unas directrices de conservación de acuerdo con las obligaciones internacionales contraídas por España.

3. Batimetría, geología, granulometría y dinámica sedimentaria

El área de estudio tiene una extensión de 1167km², de los cuales el 39.07% corresponde a los ambientes de plataforma continental y talud superior (456km²) y el 13.28% corresponde al cañón del Cap de Creus (155km²) (Fig. 3-1).

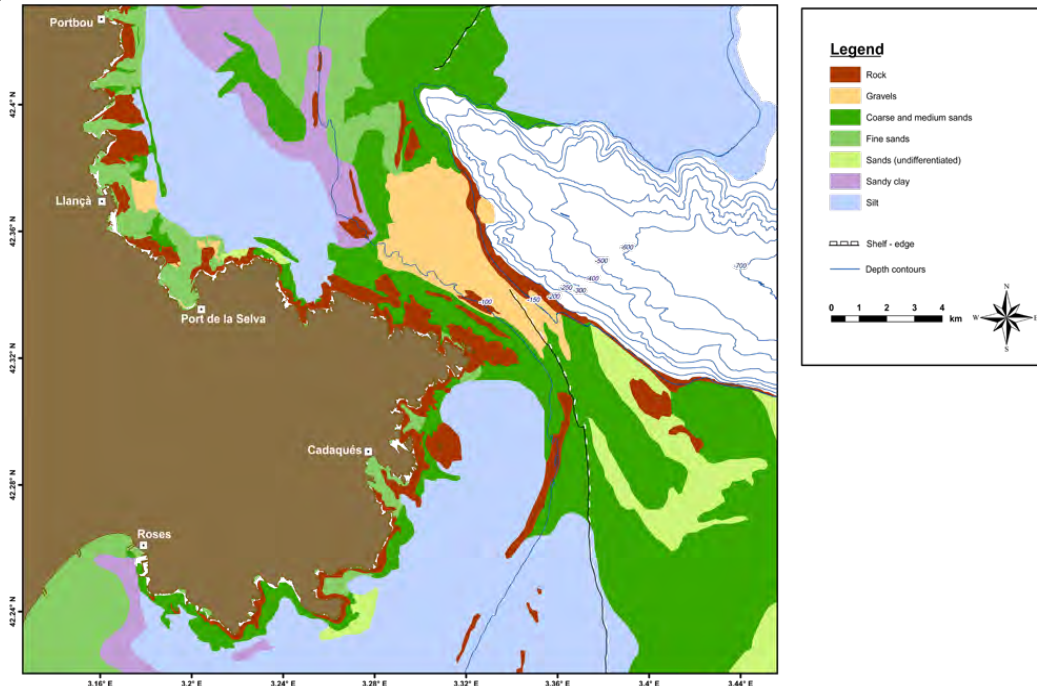


Fig. 3-1. Mapa sedimentológico del área de estudio.

La batimetría existente de la zona de estudio se ha completado con los estudios realizados en las campañas INDEMARES con el fin de cubrir toda la zona de estudio. El resultado puede verse un mapa en tamaño DIN A4 y un desplegable que se encuentran al final de este informe.

3.1 Franja costera y Plataforma continental

3.1.1 Geomorfología

La plataforma continental del Cap de Creus tiene una extensión variable entre los 2,7km, cerca del cabo, y los 12km, al norte y al sur del cabo. El gradiente medio de la plataforma es de 1°, con valores máximos de 2,5°. La plataforma interna (0-60m) tiene una extensión reducida y muestra afloramientos rocosos muy pendientes hasta los 60m de profundidad (Fig. 3-1). El margen de la plataforma tiene una profundidad de 120-130m y está orientado en dirección norte-sur (Fig. 3-1). En la plataforma se alternan áreas llanas, caracterizadas por sedimentos arenosos y fangosos, y áreas rocosas más abruptas (Fig. 3-1). Estas últimas se encuentran sobretodo a lo largo de la costa y del margen de la plataforma, entre los 90m y los 130m de profundidad (Fig. 3-2). Los afloramientos rocosos que más destacan en la zona son unos altos circulares, localizados al norte del Cap de Creus y profundos entre 90 y 100m. Estos afloramientos tienen una altura de 6m y están concentrados en un área, orientada al noroeste-sureste, con una longitud de 17km y 500m de ancho. Entre los afloramientos circulares descritos y el flanco sur del cañón, se han observado cuerpos sedimentarios planos en profundidades entre los 100m y los 120m (Fig. 3-2), caracterizados por la

presencia de sedimentos muy gruesos que constituyen las comunidades detríticas de plataforma.

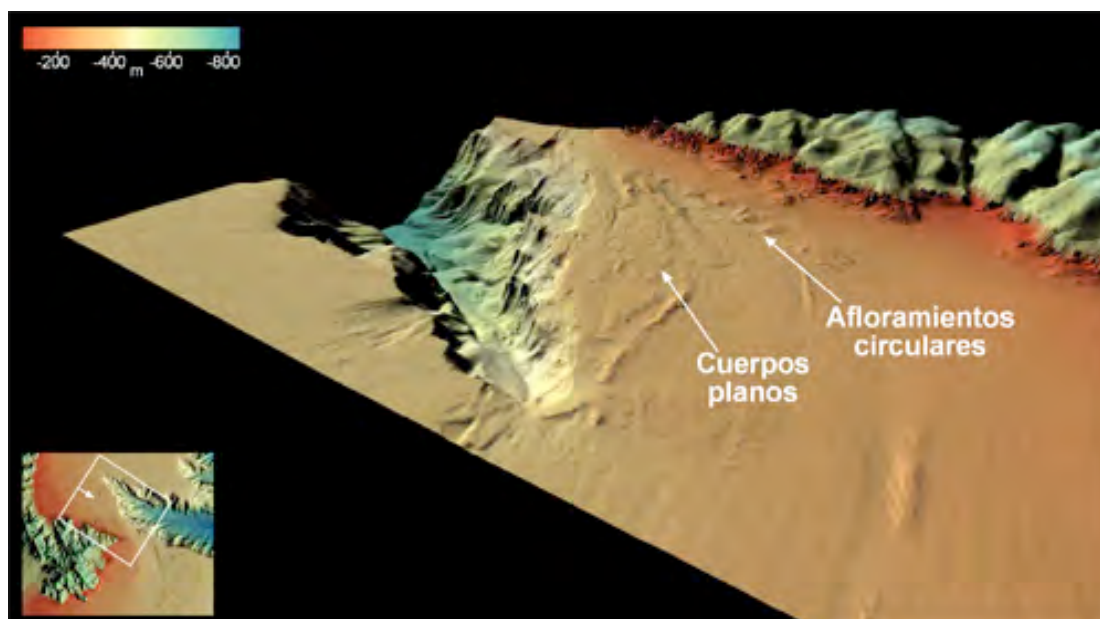


Fig. 3-2. Modelo batimétrico 3D, detalle de estructuras geomorfológicas.



Fig. 3-3. Modelo batimétrico 3D, detalle de estructuras geomorfológicas.

La plataforma externa y el talud superior al sur del Cap de Creus muestran una morfología muy abrupta. Unos afloramientos lineares, de 4,5km de largo, se extienden en un área de 600m de ancho, orientada noreste-suroeste, siguiendo el rango batimétrico de 99-105m (Fig. 3-3). En la misma zona, altos morfológicos circulares se elevan unos 2-8m del fondo del mar, a profundidades de 120-125m (Fig. 3-3). Estas morfologías corresponden con mucha probabilidad a cuerpos sedimentarios relictos formados en ambientes costeros durante la última oscilación del nivel del mar (Ercilla et al. 1995). A la profundidad de 130m, una depresión elíptica profunda 10m y con una extensión de 5km, orientada en una dirección noroeste-sureste (Fig. 3-3), está generada por intensas corrientes de

fondo que provienen del norte y que fluyen a lo largo de la plataforma continental. Al este de la depresión se ha observado un área morfológicamente abrupta que cubre alrededor de 34km² y que se eleva del fondo del mar con un máximo de 10m. En este sector el límite de la plataforma, que coincide con el margen del flanco meridional del cañón, está caracterizado por un cambio muy abrupto de la pendiente y por la presencia de afloramientos rocosos y de bioconstrucciones (Fig. 3-3).

3.1.2 Sedimentología

El régimen de corrientes dominantes condiciona en gran parte los procesos sedimentarios en la plataforma del Cap de Creus. Fuertes corrientes en dirección SO impulsan un transporte de limos que se acumulan en la zona de la plataforma cercana a la costa y en las zonas más alejadas de la misma. El aceleramiento de la corriente en la zona media de la plataforma da como resultado que dominen los fondos detríticos costeros en la cara norte del Cap de Creus y en una amplia zona de la cara este y sur. Se trata de sedimentos poco calibrados o mal clasificados; un detrítico enfangado que tiene una fracción de todo tipo de sedimentos. Una gran parte de las partículas más finas son depositadas en la parte norte del cañón o se hunden en el mismo hasta profundidades de más de 1000m (DeGeest et al. 2008, Ulses et al. 2008).

Las zonas más costeras disponen de una proporción más elevada de arenas y las zonas intermedias entre la costa y las grandes extensiones de detrítico costero presentan una elevada acumulación de finos. La dominancia de limo en todo el área, a excepción de las amplias zonas detríticas antes mencionadas, se debe en gran parte al origen de los sedimentos. Estos proceden de grandes ríos como el Ródano (Fig. 3-4), que llega a desplazar cantidades de más de 3000 m³/s (Arnau et al. 2004) con un balance anual de unos 60km³, el segundo más caudaloso del Mediterráneo (Thornes et al. 2009). En general, hay una gran coincidencia espacial entre la dirección de la corriente dominante (Fig. 3-4) y su extensión, con el área ocupada por los sedimentos de naturaleza detrítica dominantes en la plataforma del Cap de Creus.

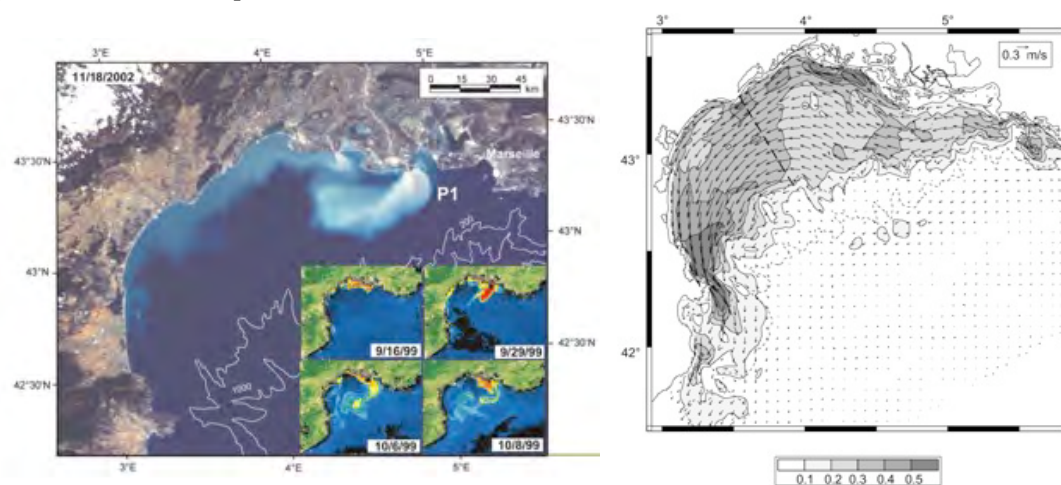


Fig. 3-4. Izda: Imagen de satélite en la que se puede observar un episodio de la descarga del río Ródano del mes de agosto de 2002 y la zona de influencia hacia el SO. Algunos episodios anteriores llegaron en pocos días hasta el Cap de Creus (Arnau et al. 2004). Dcha: Representación basada en un modelo de simulación de la dirección e intensidad de la corriente dominante en el Golfo de León en m/s (Ulses et al. 2008).

3.1.2.1 Análisis granulométrico

En este apartado se presentan los resultados correspondientes al análisis granulométrico de las distintas muestras obtenidas a lo largo de las campañas realizadas en el Cap de Creus: INDEMARES 0, INDEMARES 1 e INDEMARES 2 (Fig. 3–5, Tabla 1–1). Dichos resultados son presentados en forma de histogramas de frecuencia relativa, representando el porcentaje en peso de cada una de las clases granulométricas para las distintas estaciones analizadas. Estos resultados serán analizados espacialmente en función de su ubicación en el mapa sedimentológico obtenido para la zona de estudio (Fig. 3–1).

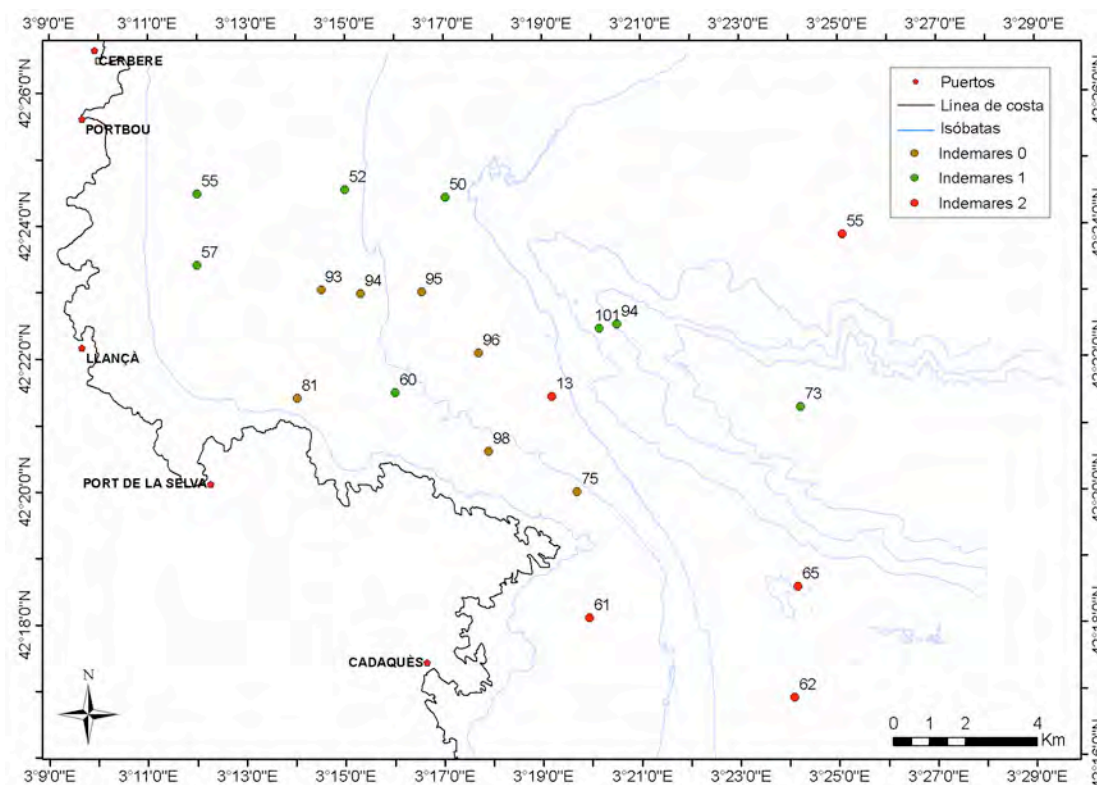


Fig. 3–5. Localización de los puntos de muestreo de dragas para las campañas INDEMARES 0 (julio-agosto 2009), INDEMARES 1 (septiembre 2009), INDEMARES 2 (junio 2010).

En el caso de las muestras obtenidas en verano de 2009 (INDEMARES 0) (Fig. 3–6), la fracción de sedimento más fino (i.e. limo, de 0,01 a 63 μm) fue la que presentó un mayor porcentaje en todas las estaciones. En la estación 75 dicha fracción alcanzó el menor porcentaje registrado en esta campaña (22,6%), mientras que las fracciones de arena (i.e. de 6,3 a 1000 μm) presentaron un porcentaje de entre 15,9% y 18,3%. La presencia de sedimentos mal clasificados en esta zona confirma lo obtenido en el mapa sedimentológico (ver Fig. 3–1) y coincide con lo citado en párrafos anteriores. En el resto de las estaciones, la fracción más fina al menos duplicó el peso de la siguiente clase granulométrica, por ejemplo en la estación 81 donde el porcentaje de limo (54,4%) fue cinco veces superior al de arenas muy finas (11%), la siguiente clase granulométrica. Nuevamente, este resultado está en concordancia con lo obtenido en el mapa y con lo citado anteriormente, encontrándose esta estación en una zona intermedia entre la zona costera y la de detrítico costero (Fig. 3–1). En el resto de las estaciones, si bien el porcentaje de limo fue muy superior, se observó una

segunda moda que fue variando desde las arenas finas a las arenas gruesas, incluso observándose una posible tercera moda en las gravas (>2mm) en la estación 95. Considerando la ubicación de estas estaciones, esta disminución de la importancia de la fracción fina y el aumento del porcentaje de arenas, tendiendo a sedimentos menos clasificados, se corresponde con lo dicho anteriormente a causa del aceleramiento de las corrientes en la zona media de la plataforma, asemejándose al perfil obtenido en la estación 75.

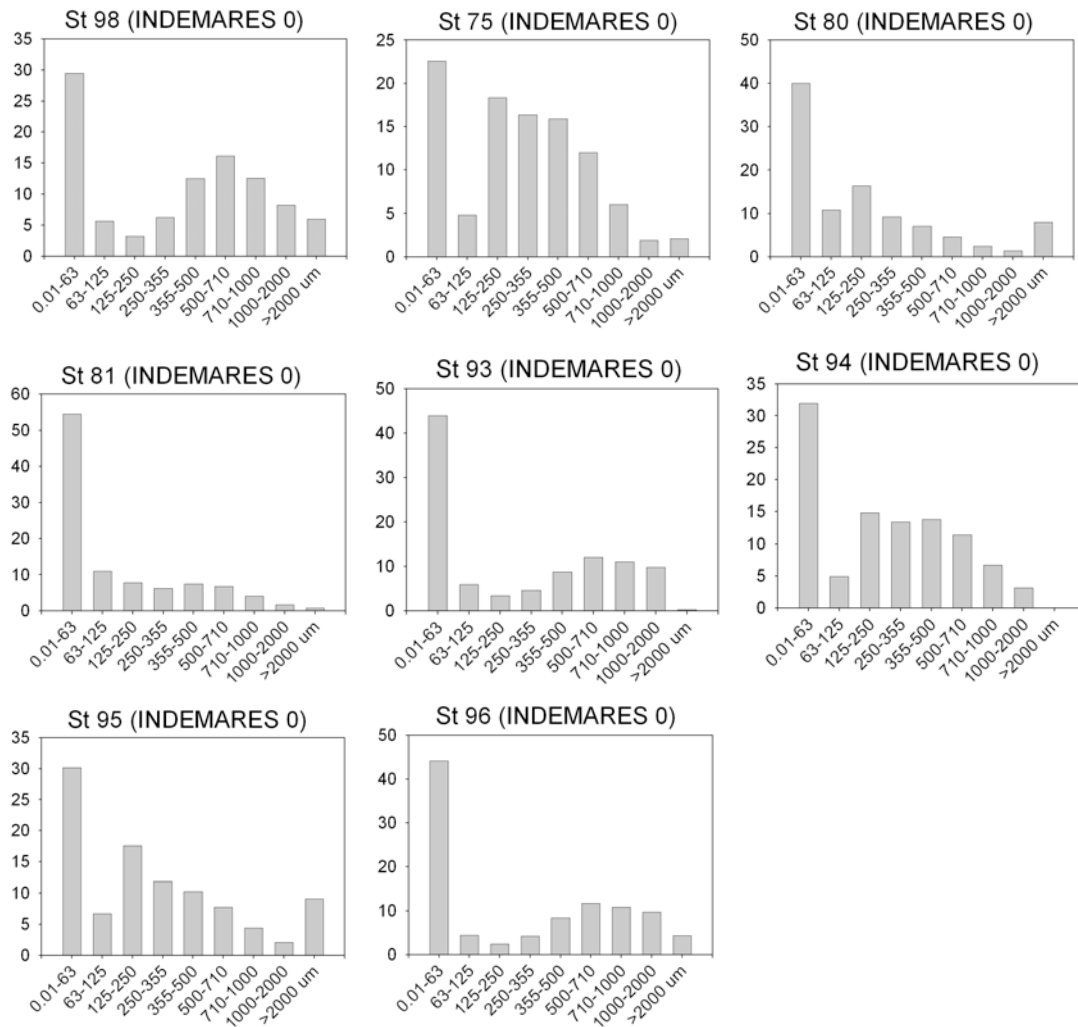


Fig. 3-6. Análisis granulométrico de las distintas muestras de la campaña INDEMARES 0.

En la campaña INDEMARES 1 (Septiembre 2009) (Fig. 3-7), se analizaron 8 estaciones y nuevamente el limo fue la fracción que en general dominó en términos de porcentaje, llegando casi a ser la única fracción presente (i.e. estaciones 55, 57, 73, 94 y 101). Esta dominancia de la fracción fina en estas estaciones cumple con lo esperado (DeGeest et al. 2008, Ulses et al. 2008). Las estaciones 55 y 57 se encuentran en una zona intermedia en relación a la costa y al norte del cabo, mientras que las estaciones 73, 94 y 101 se encuentran dentro del cañón. Ambas son zonas donde, según los autores mencionados, se prevé la deposición de una gran parte de las partículas más finas. Al analizar las estaciones restantes (i.e. 52, 60 y 50), se observa una sucesiva disminución de la importancia del limo y un aumento de las otras fracciones. La estación 50 es la

única estación de esta campaña donde el limo no es la fracción dominante, siendo las arenas gruesas la fracción mayoritaria. Si bien estas estaciones se encuentran todas al norte del Cap de Creus, la importancia de la fracción más fina disminuye con la distancia respecto a la costa, confirmando nuevamente las predicciones antes mencionadas y coincidiendo con el mapa sedimentológico obtenido (Fig. 3-1).

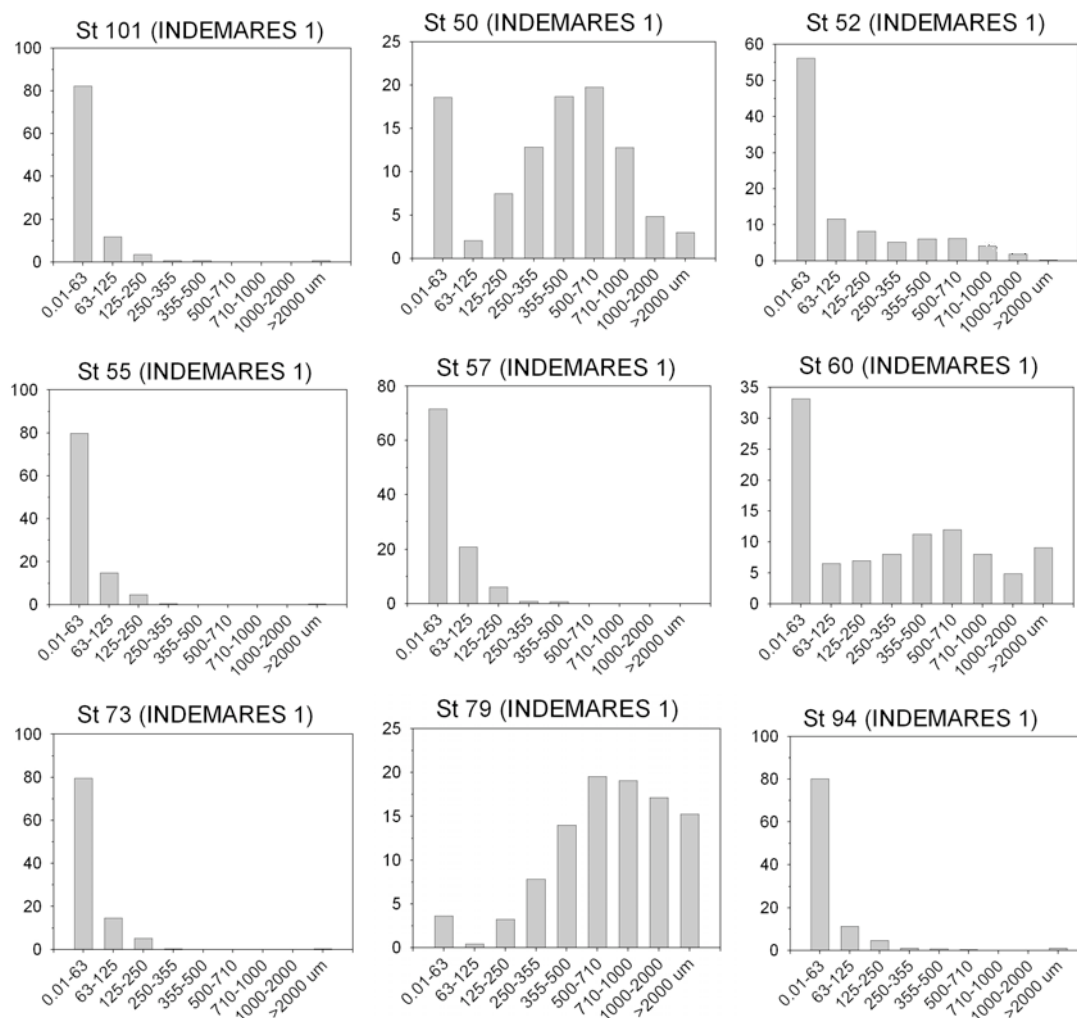


Fig. 3-7. Análisis granulométrico de las distintas muestras de la campaña INDEMARES 1.

De la campaña INDEMARES 2 (junio de 2010) (Fig. 3-8) se analizaron 5 muestras, que en función del análisis granulométrico pueden agruparse en dos tipos: aquellas donde nuevamente dominó la fracción más fina (i.e. estación 61: 85,1% y estación 55: 54,4%) y aquellas donde dominan las arenas gruesas, muy gruesas e incluso las gravas (i.e. estaciones 13, 62 y 65). Las dos primeras estaciones se ubican en dos zonas dominadas por limo según el mapa sedimentológico. La estación 61 se ubica al este del Cap de Creus, en una zona intermedia entre la costa y las extensiones de detrítico costero, mientras que la estación 55 se ubica al noreste del cañón. Ambas zonas se encuentran protegidas de las corrientes más intensas lo que explica la dominancia de las fracciones finas frente a las otras clases granulométricas (ver Fig. 3-4). Con respecto a las otras tres estaciones, si bien en todas la moda se ubica en las arenas gruesas o

muy gruesas, con porcentajes que alcanzan el 35,1% y el 30,9% (estación 65 y 13, respectivamente), destaca el valor obtenido en la estación 62, donde el 58,1% del peso de la muestra correspondió a la gravas (>2mm). Este resultado se corresponde con lo previsto ya que dicha estación se ubica al este de Cadaqués, en una zona donde la corriente dominante del Golfo de León alcanza su mayor intensidad (ver Fig. 3-4).

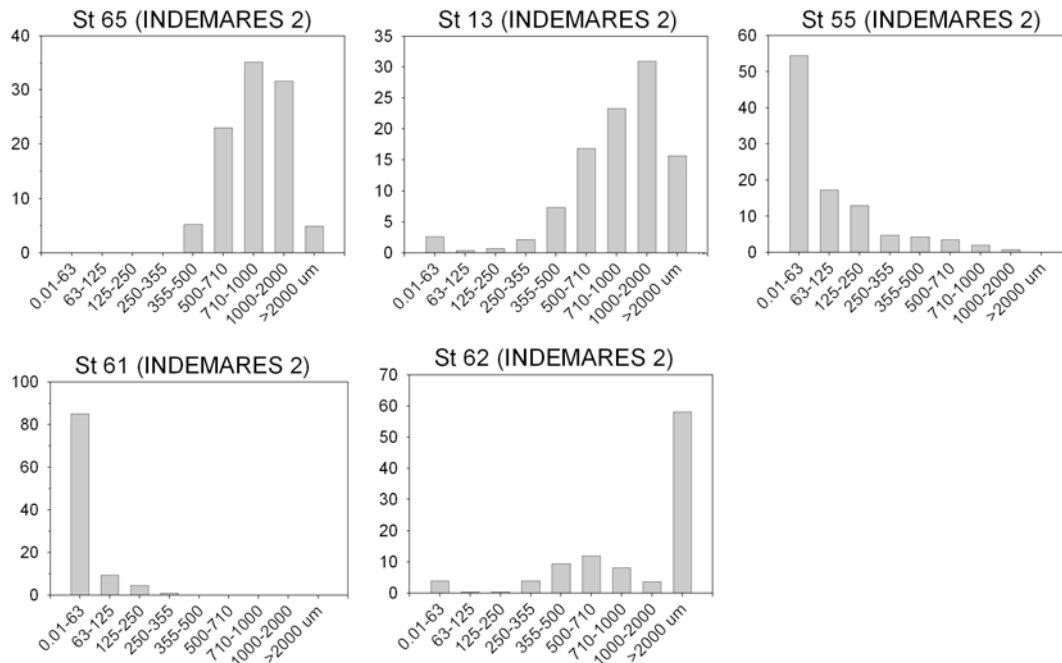


Fig. 3-8. Análisis granulométrico de las distintas muestras de la campaña INDEMARES 2.

Los resultados aquí presentados confirman que el régimen de corrientes dominantes en el Golfo de León condiciona gran parte del proceso sedimentario en la plataforma del Cap de Creus. Así mismo, dichos análisis granulométricos corroboran los resultados presentados en el mapa sedimentológico obtenido para el área de estudio (Fig. 3-1).

3.2 Cañón submarino del Cap de Creus

3.2.1 Geomorfología

Si bien existen informaciones referentes a la topografía del cañón del Cap de Creus provenientes de finales del siglo XIX (Vidal de la Blache 1895), ha sido a partir de la década de los 90 cuando se han intensificado los estudios en esta zona. Los avances tecnológicos, principalmente la adquisición de batimetrías con sondas multihaz, han supuesto una herramienta fundamental para los progresos en dichos estudios. El cañón del Cap de Creus pertenece al sistema de cañones pirenaicos que, de oeste a este, incluye también los cañones de Lacaze-Dhutiers, Pruvot, Aude (también llamado Bourcart), Hérault y Sete (Canals 1985) (Fig. 3-9). Su cabecera se localiza, como antes se ha mencionado, a 5km hacia el noreste del Cap de Creus (Fig. 3-10) y en su parte final confluye con el cañón de Sete, a 2150m de profundidad.

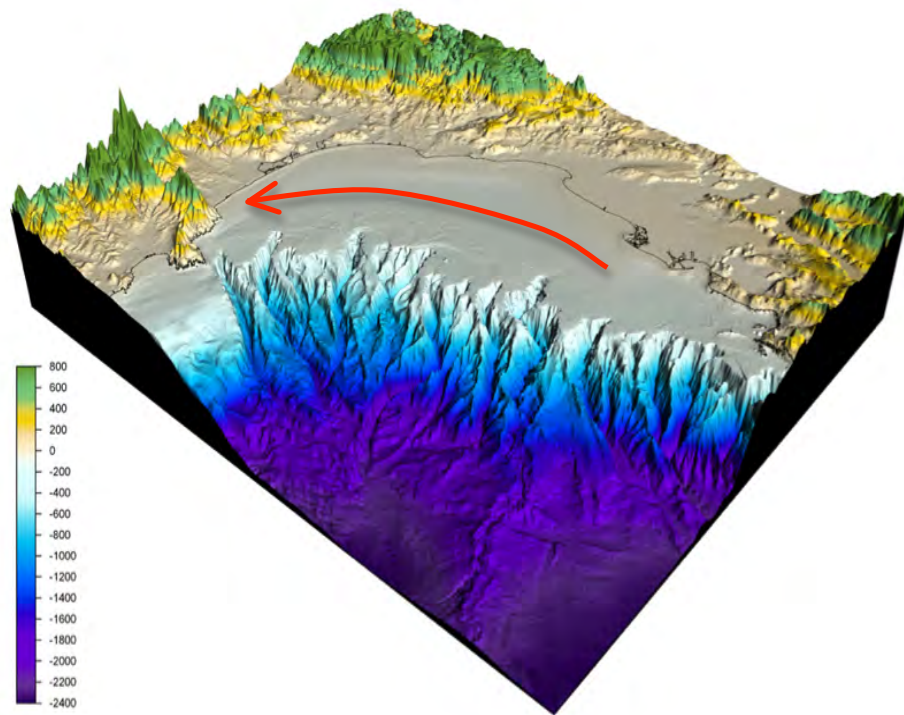


Fig. 3-9. Sistema de cañones submarinos del Golfo de León. El cañón más occidental, cuya cabecera se encuentra tocando el Cap de Creus, es el cañón objeto de este estudio. La flecha roja indica la dirección principal de la corriente (Fuente: Serge Berné, IFREMER).

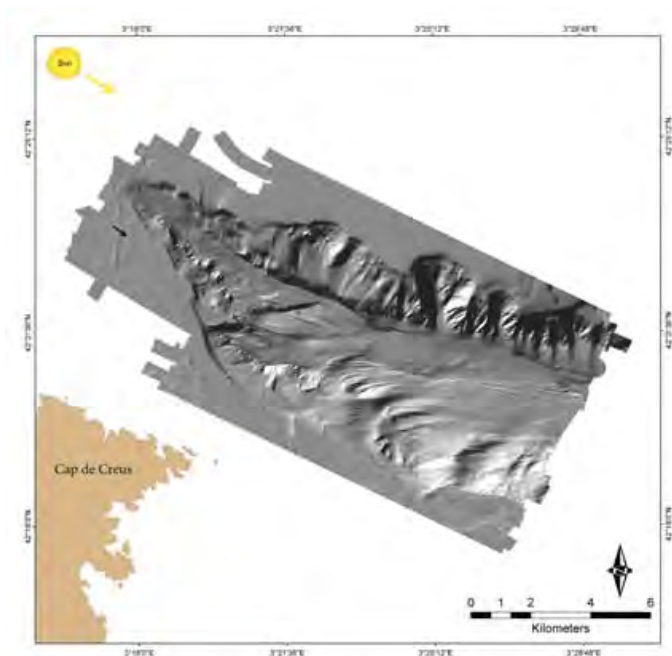


Fig. 3-10. Situación del cañón del Cap de Creus y batimetría 3D del mismo obtenida mediante sonda multihaz (Fuente: Fugro, AOA y UB).

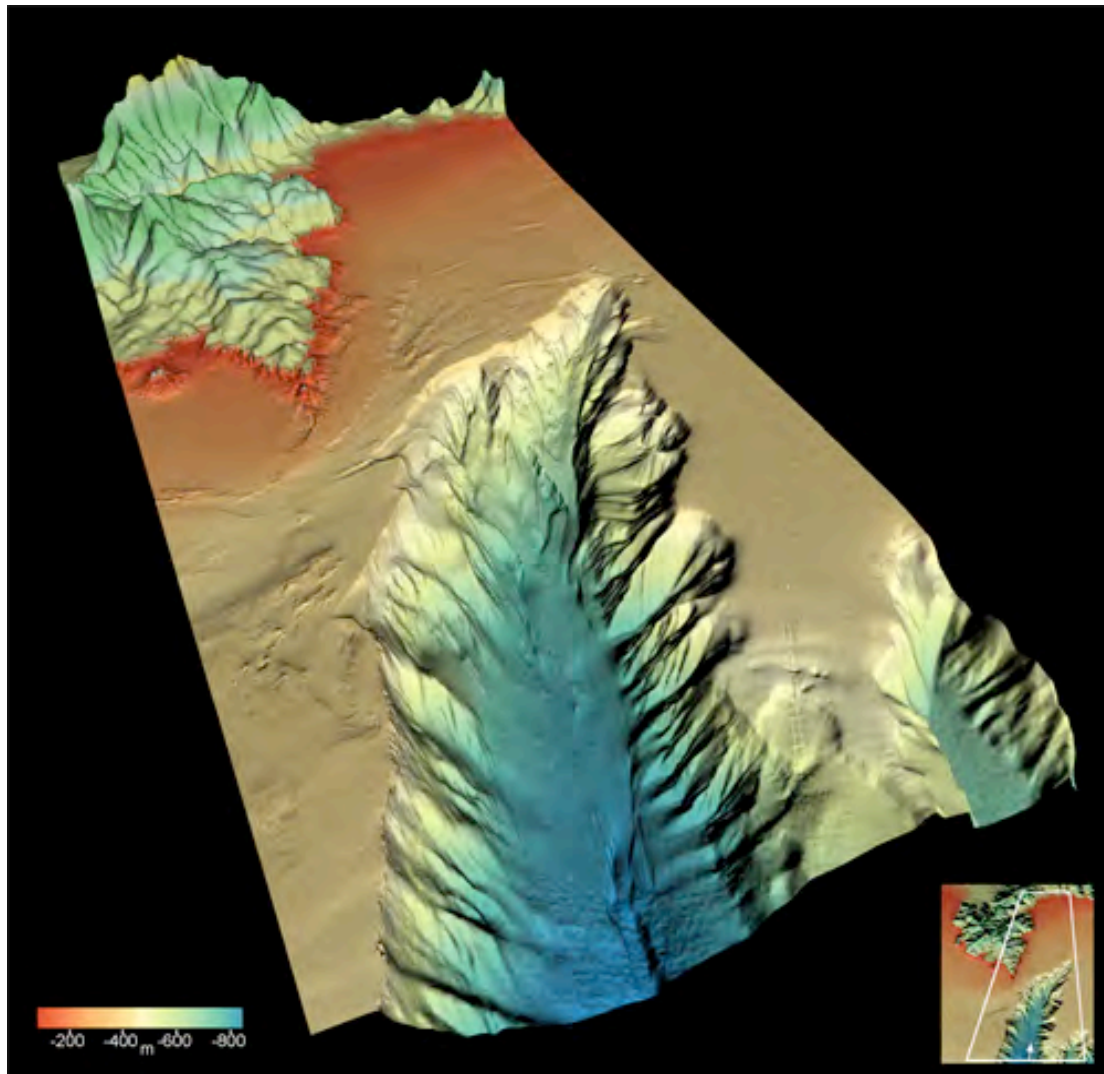


Fig. 3-11. Modelo batimétrico 3D del cañón submarino del Cap de Creus.

El cañón del Cap de Creus incide en el margen de la plataforma (110m) en más de 50m y se ensancha progresivamente hasta amplitudes máximas de 6km y profundidades de incisión de 650m (Fig. 3-11). El eje del cañón es muy hendido y con una pendiente máxima de $2,5^\circ$, hasta una profundidad de 600m (Fig. 3-11). A profundidades mayores la amplitud del eje aumenta hasta a un máximo de 3,5km. Los dos flancos del cañón presentan pendientes muy elevadas (hasta un máximo de 23°) y unas morfologías muy desiguales, sugiriendo diferentes ambientes sedimentarios y regímenes hidrodinámicos. El flanco sur está caracterizado por amplios afloramientos rocosos, paredes verticales y terrazas, indicando un ambiente sedimentario erosivo. Surcos erosivos lineares, denominados “furrows”, que se extienden decenas de kilómetros, aparecen en el flanco sur en profundidades entre los 150m y los 1400m. Estas morfologías erosivas están generadas por corrientes de fondo asociadas al efecto del “cascading” (ver apartado 4.2) de aguas densas y frías en el flanco sur del cañón y representan rutas preferenciales para el transporte de sedimento (Canals et al. 2006). El flanco norte del cañón está caracterizado por una morfología más llana, que sugiere un ambiente sedimentario más deposicional que erosivo.

3.2.2 Sedimentología

Varios estudios han caracterizado los flujos verticales de partículas en el interior de los cañones submarinos del Golfo de León (i.e. Mónaco et al. 1999, Durrieu de Madron et al. 2000), aunque ninguno de ellos se realizó en el cañón del Cap de Creus. En los últimos años, simulaciones numéricas del transporte de sedimento han destacado la importancia que puede tener el cañón del Cap de Creus como vía preferente de exportación de partículas en suspensión desde la plataforma continental del Golfo de León hacia zonas profundas (Estournel et al. 2003). Este papel relevante es debido a la presencia de una circulación ciclónica costera que transporta material en suspensión procedente del río Ródano y de otras cuencas menores (i.e. Aude, Tet), así como material resuspendido durante fuertes temporales, hacia el extremo más occidental de la plataforma continental. Esta circulación y el transporte de sedimento asociado, convergen en la zona de la cabecera del Cap de Creus, donde la presencia de una estrecha plataforma y la orientación del eje del propio cañón favorecen un aporte de partículas directo hacia su interior.

Los datos granulométricos obtenidos de la cabecera del cañón del Cap de Creus que aquí se presentan forman parte de una tesis doctoral, de la cual parte de los datos han sido ya publicados (DeGeest 2005, DeGeest et al. 2008). La cabecera del cañón submarino del Cap de Creus muestra una complejidad mayor en la composición de su sedimento que las zonas de plataforma. La

Fig. 3-12 muestra parte de los resultados obtenidos a partir de testigos de sedimento tomados en el Cap de Creus. Los sedimentos superficiales que se encuentran en la cabecera, en la zona del eje del cañón, son de grano grueso (arena y cascajo) descendiendo hasta aproximadamente 400m de profundidad. La naturaleza gruesa de este tipo de sedimento, impide la determinación de las tasas de acumulación; sin embargo, la capa arenosa en la cabecera del cañón es de deposición reciente (dentro de los últimos 100 años, indicado por los niveles de actividad ^{210}Pb).

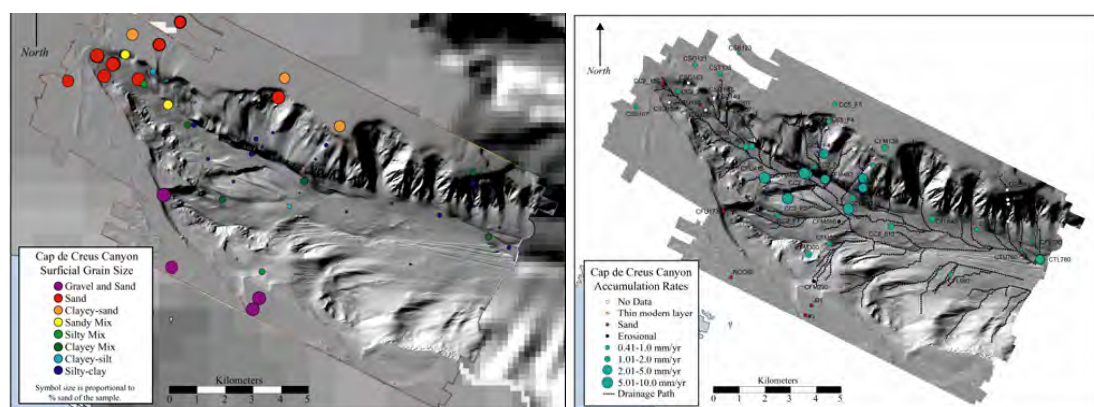


Fig. 3-12. Izda: Distribución superficial del tamaño de grano del sedimento en el cañón del Cap de Creus. Los colores indican los diferentes tipos de sedimento; el tamaño de los círculos representa el % de arena en cada muestra (Fuente: DeGeest 2005). Dcha: Tasas de acumulación (basadas en datos de ^{210}Pb) (Fuente: DeGeest 2005).

Las capas depositadas por debajo de esta capa de arena están conformadas por fango consolidado, indicando así mismo la actividad ^{210}Pb que estos fangos

tienen más de 100 años de antigüedad. Estas diferentes capas que se observan en las partes más superficiales de la cabecera del cañón se hacen menos definidas a medida que se desciende, desapareciendo esta estratificación hacia los 300-400 metros de profundidad. A partir de esta profundidad, hay un claro cambio en la textura del sedimento superficial, pasando a estar formado por fangos blandos no consolidados en el eje del cañón. Siguiendo el eje del cañón o "thalweg", debajo de esta capa de fango, aparece material de grano grueso (arena y cascajo). La capa de fango del eje del cañón (que varía de los 4 a los 22cm de grosor), está caracterizada por: 1) un tamaño de grano muy fino (fundamentalmente arcillas limosas), que se va haciendo más grueso de forma progresiva cañón abajo, 2) una densidad muy baja (promedio $\sim 0,75 \text{ g/cm}^3$), 3) carencia de estructuras sedimentarias, 4) actividad de ^{210}Pb relativamente alta en del sedimento superficial y 5) nivel constante de ^{210}Pb en toda la capa. La falta de disminución de actividad de ^{210}Pb en la capa indica que ésta se ha depositado en un período menor al de la vida media de este radioisótopo (22,5 años). De este hecho se desprende que la tasa mínima de acumulación de esta capa de fango es de entre 5,0 y 10 mm/año. En el eje del cañón, por debajo de las arenas, hay una discontinuidad sedimentaria y fango consolidado, lo que indicaría períodos de erosión. Los testigos recogidos en el eje del cañón en la zona cercana al flanco sur fueron una excepción a esta generalidad por estar caracterizados solamente por fangos consolidados sin presentar componentes de grano grueso.

3.2.2.1 Flancos norte y sur

Las tasas de acumulación en los flancos son bastante variables, desde 0 mm/año hasta máximos de 4,1 mm/año. El perfil transversal (Fig. 3-13) indica la asimetría en las tasas de acumulación en ambos flancos del cañón, sin embargo esta diferencia es menos marcada en las zonas más someras (ver Fig. 3-13 y Fig. 3-14). El transecto de la Fig. 3-13 muestra una clara diferenciación entre los dos flancos del cañón: la acumulación en el flanco norte es significativamente mayor que en el flanco sur.

La mayoría de los testigos tomados en el flanco norte mostraron tasas de acumulación mayores a 1,5 mm/año, mientras que los del flanco sur eran más bien erosionales (evidenciado por la presencia solo de fangos consolidados) o bien presentaban tasas de acumulación muy bajas (i.e. 0,53 mm/año). Los testigos tomados en el eje del cañón presentaban elevadas tasas de acumulación, asociadas con el depósito de fangos que tiene lugar en el mismo (Fig. 3-10). El perfil B-B' de la Fig. 3-14, muestra la acumulación activa en ambos flancos en esta parte del cañón. Mientras que la tasa de acumulación mayor se localiza en la zona más cercana al eje en el flanco sur ($> 10 \text{ cm/año}$). Éste área está en una de las zonas más anchas del eje del cañón y parece estar afectada por el mismo proceso que el canal central del eje del cañón (donde también se observó la capa de fango).

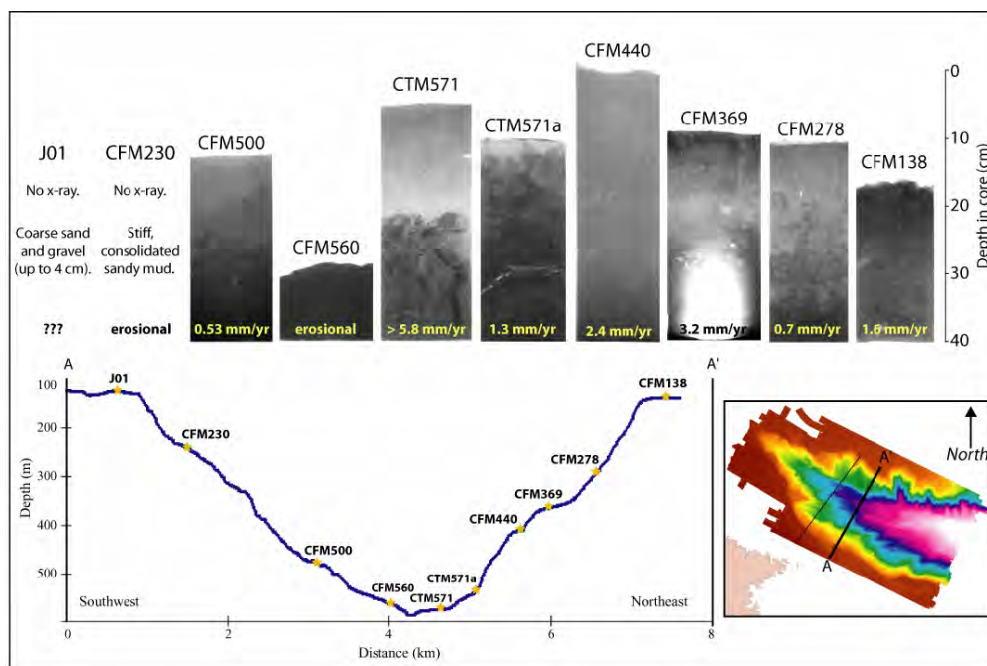


Fig. 3-13. Transecto transversal al eje del cañón. El perfil muestra la asimetría marcada dentro del cañón. Los testigos recolectados en el flanco norte muestran una tasa de acumulación relativamente alta (excepto el CFM278 que fue tomado en una pronunciada pendiente), mientras que los del flanco sur muestran un sedimento de grano grueso, erosional, o muestran bajas tasas de acumulación. (Fuente: DeGeest 2005).

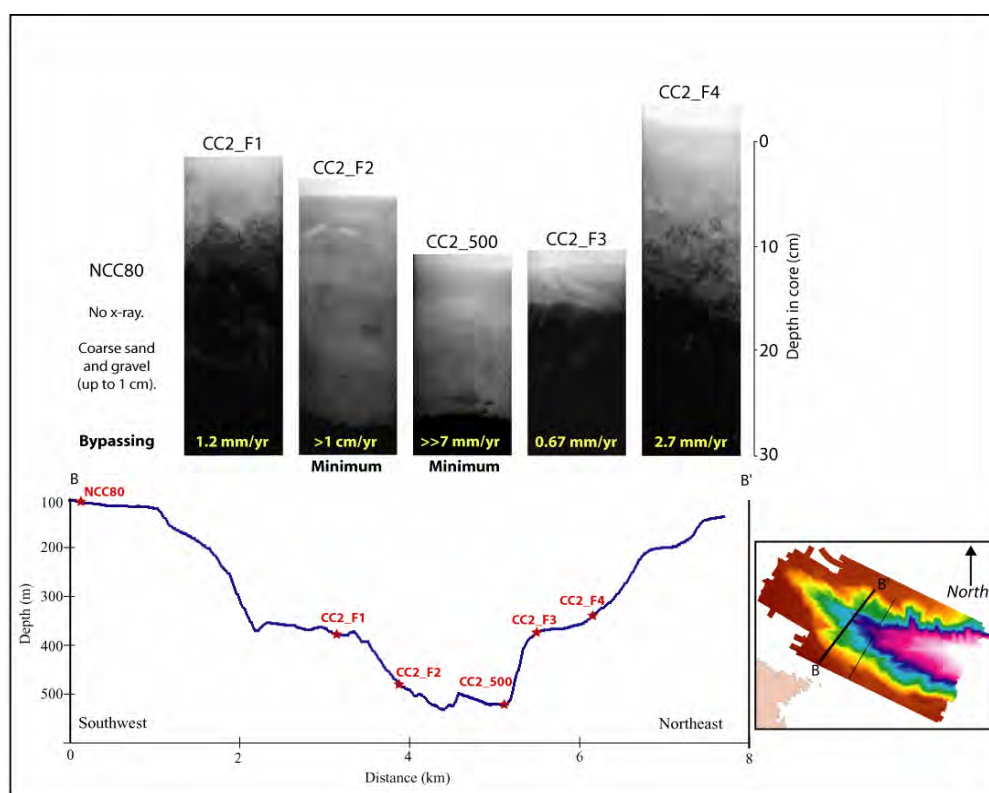


Fig. 3-14. Transecto transversal al eje del cañón en la zona somera. El perfil muestra una asimetría menor en las zonas más someras (acumulación en el flanco sur). El testigo CC2_F2 muestra una composición similar a testigos muestreados en la zona media del eje del cañón, lo que sugiere que esta región estaría afectada por procesos similares al eje del cañón. (Fuente: DeGeest 2005).

Todavía no se dispone de datos sedimentarios de la parte más somera del flanco sur del cañón. El perfil B-B' muestra una menor asimetría entre flancos que el presentado en el transecto A. La batimetría de alta resolución del Cap de Creus, muestra también la presencia de surcos en el flanco sur del cañón. El testigo colectado dentro de los surcos (CFL680) estaba compuesto principalmente de arcilla limosa con una tasa de acumulación de 0,53 mm/año. La réplica de testigos en diversos enclaves dentro del cañón no mostró evidencias de variaciones estacionales. Dentro de la capa de fango del eje del cañón, el grosor de la misma varía ligeramente, pero la resolución espacial con la que se cuenta hasta la fecha es demasiado baja para poder saber si se trata de un simple artefacto o la variabilidad real entre las muestras. En abril de 2005 no se volvieron a muestrear las localizaciones, por lo que posibles cambios en las capas de fango durante este período no han podido confirmarse. Las fuertes corrientes debidas a las cascadas de agua densa de plataforma (máx. 80 cm/s) pudieron ocasionar cambios en la textura de los sedimentos superficiales del cañón. Nuevos estudios se están desarrollando para aumentar el conocimiento de la dinámica sedimentaria del cañón.

4. Oceanografía de la zona de estudio

4.1 Introducción a la franja costera y plataforma continental

La zona de estudio se enmarca dentro del Mediterráneo Noroccidental del que forman parte el Mar Ligur, la cubeta Provenzal-Balear, el Golfo de León y el Mar Catalán. El patrón general de corrientes en la zona está dominado por un giro ciclónico completo a gran escala configurado en gran medida por fenómenos generados topográficamente por la isla de Córcega y las islas Baleares. Asociado a este giro se desarrolla una corriente de dirección noreste-sudeste que circula por la parte costera del giro y asociada aproximadamente a la vertical del límite plataforma-talud. Esta corriente recoge aguas de la corriente Liguro-Provenzal procedente del Golfo de León y de aguas del Ródano (Font 1987, Font et al. 1988). En el interior del giro ciclónico se ha detectado una zona de divergencia que tiene un papel decisivo en los procesos invernales de formación de agua profunda en la zona. La corriente que circula por el límite de la plataforma lleva asociado un frente de densidad de carácter permanente entre las aguas más ligeras de plataforma y costa y las aguas más densas de fuera de la plataforma continental. La corriente Liguro-Provenzal, asociada a este frente de densidad proporciona un flujo considerable y estable para el transporte de aguas que llegan por ambos lados de Córcega hacia el Golfo de León y el Mar Catalán (Fig. 4-1). Otros fenómenos relevantes de la circulación y de los procesos oceanográficos de mesoescala en la zona son los afloramientos costeros dependientes del viento (Millot 1981) y la circulación de los cañones existentes en el talud continental (Palanques et al. 2005). En los últimos años se ha incrementado el conocimiento sobre la circulación de esta zona, también en las zonas de plataforma profunda (DeGeest et al. 2008) (Fig. 4-1).

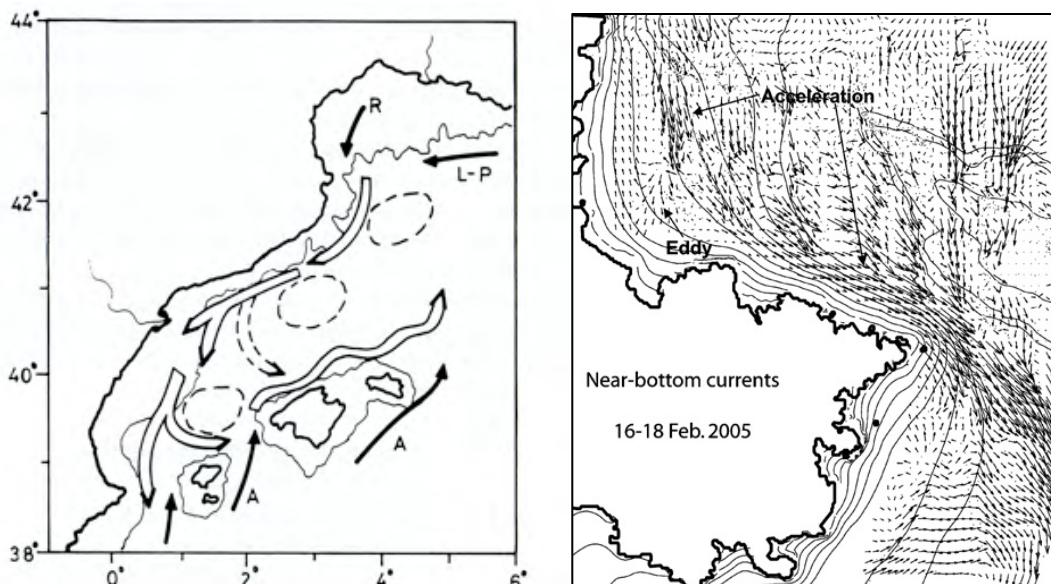


Fig. 4-1 Izda: Esquema general de la circulación en el mar Catalán. (L-P) corriente Liguro-Provenzal, (R) aguas del Ródano, (A) aguas atlánticas (Font 1987); Dcha: Representación de las corrientes sobre la plataforma, cerca del fondo, con datos procedentes de correntímetros ADCP en una situación de invierno (DeGeest et al. 2008)

El régimen de corrientes sobre la plataforma continental está determinado tanto por la circulación general descrita como por los vientos. En la zona del Cap de Creus dominan los vientos secos de componente norte (Tramontana), con velocidades que muchas veces superan los 100 km/h. La presencia del cañón submarino y la proximidad del frente de densidad cerca de la costa en el Cap de Creus, generan una aceleración de las corrientes y consolidan un patrón dominante de componente NE-SO a lo largo de todo el año, pero que se refuerza durante el invierno e inicios de la primavera (Fig. 4-2).

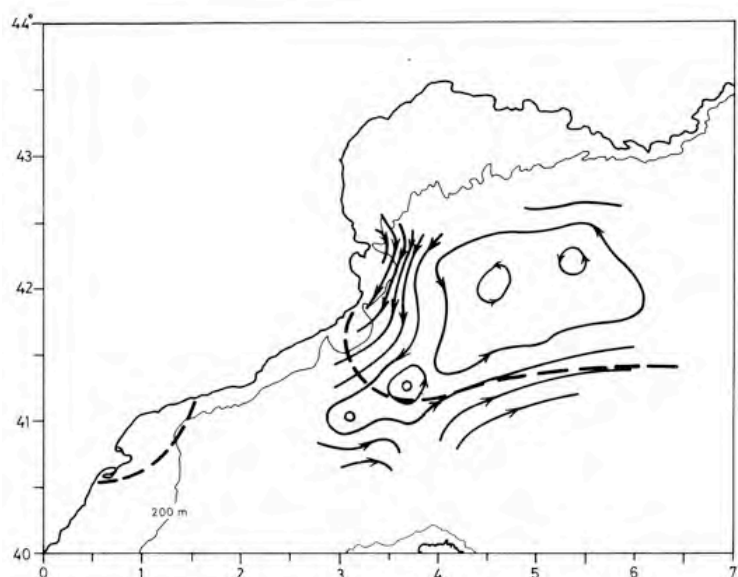


Fig. 4-2. Esquema de la circulación geostrofica en el centro de la cubeta noroccidental mediterránea en una situación de invierno (Font et al. 1988).

La zona del Cap de Creus se sitúa en una de las regiones más productivas del Mediterráneo. Esta producción se debe en gran parte a una conjunción de factores que fertilizan las aguas de plataforma (aportes fluviales) y que mezclan las aguas superficiales (vientos fuertes como la Tramontana y el Mistral). Las corrientes dominantes que circulan en dirección NE-SO arrastran aguas procedentes de todo el Golfo de León, aguas que se caracterizan por ser una de las zonas de mayor dilución y concentración de material orgánico del Mediterráneo (Fig. 4-3). La masa de agua asociada al patrón de corrientes dominante se compone de cuatro provincias hidrológicas distintas: 1) el Golfo de Marsella que es un sistema oligotrófico pero con un intenso y característico sistema de proliferación de comunidades de fitoplancton dominadas por diatomeas, 2) el sistema de la pluma del río Ródano que aporta un nivel casi constante y elevado de nutrientes, altas y constantes concentraciones de clorofila y una comunidad de fitoplancton dominada por dinoflagelados, 3) una zona de alta productividad al oeste de la pluma del Ródano caracterizada por dos periodos de proliferaciones dominadas por diatomeas; una al inicio de la primavera y otra a finales de invierno de menor intensidad, 4) la zona del sur dominada por la corriente Liguro-Provenzal y el frente asociado que presenta también una época primaveral de intensa proliferación fitoplanctónica y la propia producción inherente a la dinámica del frente de densidad (Lefevre et al. 1997).

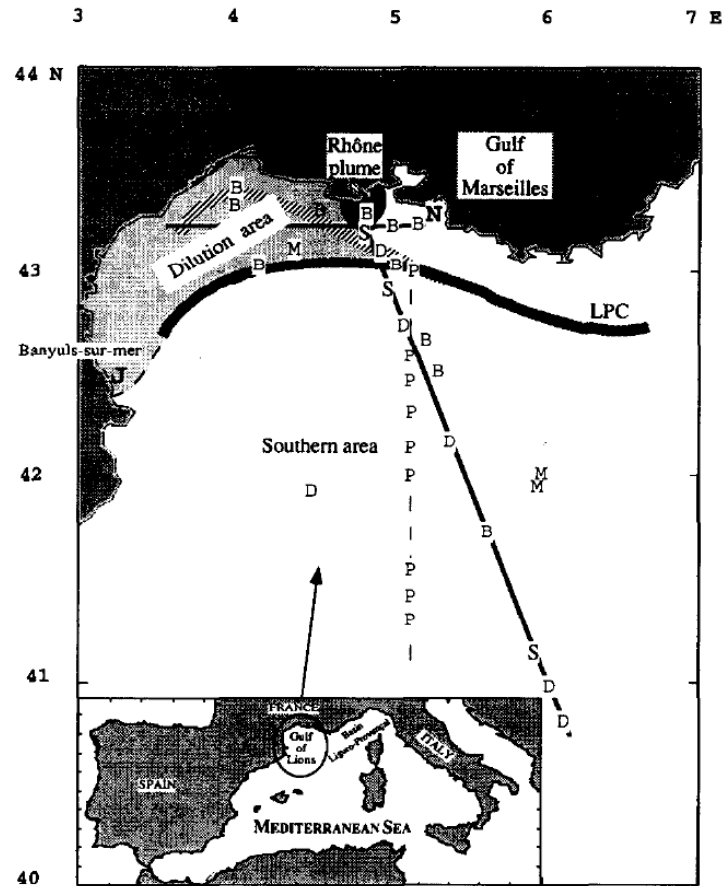


Fig. 4-3. Zona de máxima dilución del Golfo de León en la que se genera una elevada producción biológica que será desplazada hacia el SO. LPC: corriente Liguro-Provenzal (Lefevre et al. 1997).

4.2 Introducción al cañón submarino del Cap de Creus

Las características geográficas del cañón del Cap de Creus tienen implicaciones en la hidrografía e hidrodinámica de la cabecera del cañón, que a su vez tendrán un efecto clave en las comunidades biológicas instaladas en el mismo. La dinámica del cañón del Cap de Creus se caracteriza por presentar eventos periódicos (cascading) con elevadas velocidades de corrientes (alcanzado picos de hasta 80 cm/s), altas concentraciones de partículas y elevados niveles de sedimentación (Fig. 4-4). Los registros de estos parámetros oceanográficos son producto de los estudios recientes realizados por los geólogos del ICM (CSIC) en el marco de los proyectos STRATAFORM y HERMES durante el período comprendido entre 2003 y 2006.

Esta dinámica sedimentaria se ve favorecida, además de por los aportes continentales por parte de descargas fluviales, por la formación de agua densa en ambientes costeros cuando se produce un enfriamiento de la superficie del mar inducida por el intenso viento del NO (la llamada Tramontana), que afecta de forma continuada a esta región. Este agua superficial adquiere mayor densidad que la que tiene por debajo, hecho que provoca su hundimiento y canalización a través de los cañones submarinos situados en el extremo más occidental de la plataforma, llevando consigo gran cantidad de partículas en suspensión que pueden llegar rápidamente hasta el fondo de la cuenca (Palanques et al. 2006, Canals et al. 2006). Los efectos de este mecanismo, denominado “cascading” se

registraron también en el cañón de Lacaze-Duthiers (el cañón anterior al del Cap de Creus) a 1000m de profundidad, generando una disminución drástica de la temperatura y unos flujos verticales de partículas muy superiores a los registrados en condiciones normales (Béthoux et al. 2002). La formación de agua densa de plataforma y su descenso en forma de catarata submarina por el interior de los cañones podría afectar de forma generalizada a las comunidades bentónicas que habitan en el interior de los mismos. Este fenómeno físico, conocido en cañones de otras áreas geográficas, merece ser destacado como una de las principales características oceanográficas del cañón del Cap de Creus y que hace de él un sistema singular, dado que estas características físicas pueden tener importantes implicaciones biológicas y ecológicas como se verá más adelante en este informe.

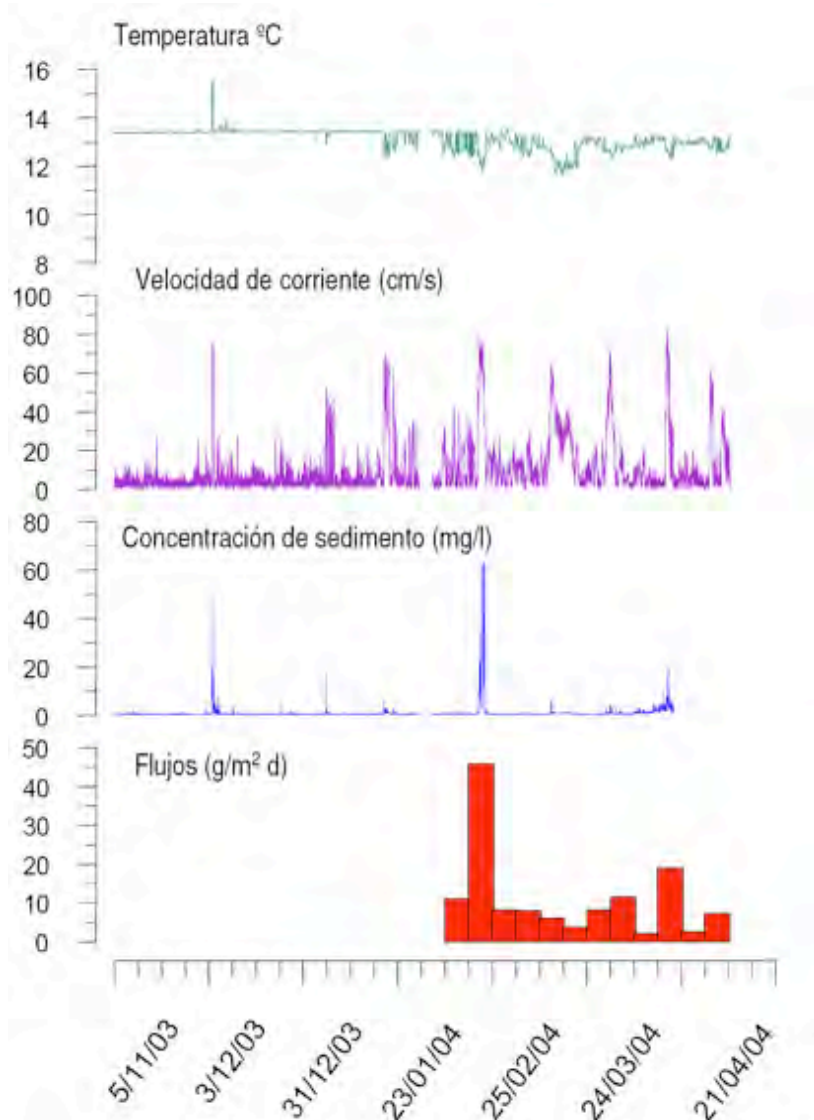


Fig. 4-4. Temperatura, velocidad de la corriente, concentración de sedimento y flujos de partículas en la cabecera del cañón del Cap de Creus a 300m de profundidad, desde el 5.11.2003 hasta el 21.04 2004. Los datos fueron recogidos en continuo mediante un anclaje (con trampa de sedimento) instalado durante dicho período de tiempo en el eje del cañón. (Albert Palanques y Pere Puig, ICM, CSIC).

4.3 Características de la columna de agua (plataforma y cañón)

Los análisis de la columna de agua se han realizado en la plataforma (campañas INDEMARES) y en el cañón (campañas INDEMARES y campañas previas HERMES y DEEPCORAL) (Fig. 4-5). Para todas la campañas, se analizó la composición del agua a tres profundidades diferentes (superficie, cerca del fondo y a media profundidad) con el fin de tener valores de referencia en el momento de valorar la composición de la columna de agua en las capas más cercanas al fondo. Se analizaron (siempre que fue posible) los siguientes componentes: Temperatura, Salinidad, Turbidez, Fluorescencia, Oxígeno disuelto, Clorofila *a* (Chl *a*), Nitratos, Nitritos, Fosfatos y Silicatos.

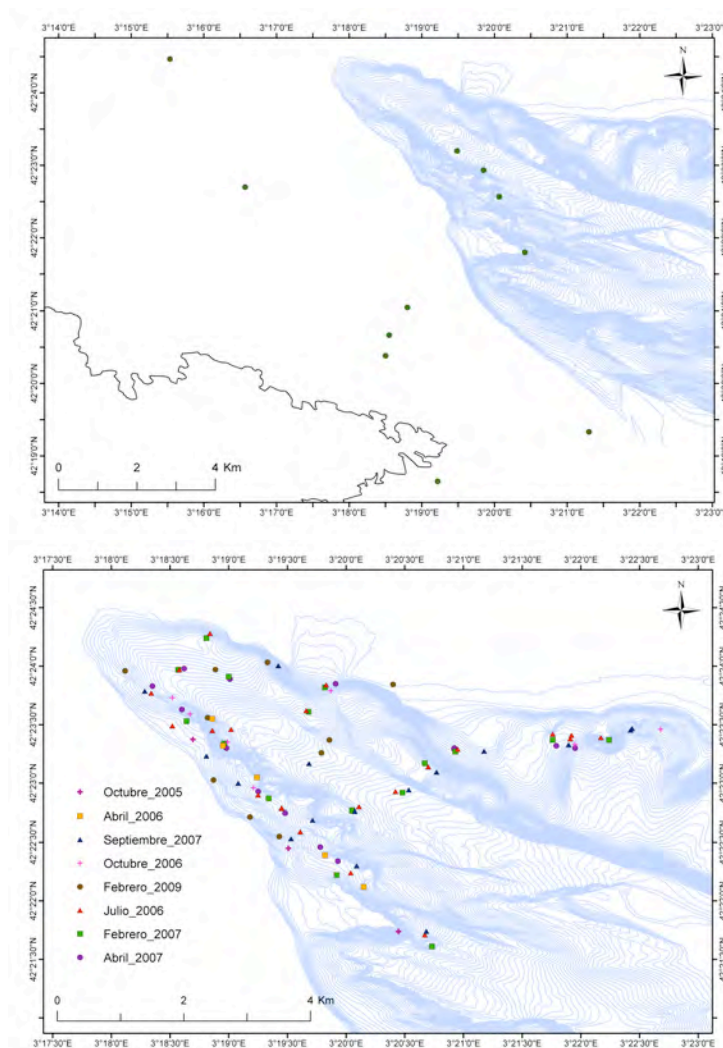


Fig. 4-5. Situación de las estaciones muestreadas en la plataforma y en el cañón en septiembre de 2009 durante la campaña INDEMARES 1 (arriba) y las estaciones muestreadas estacionalmente en el cañón en campañas previas (abajo).

Se presentan en primer lugar los resultados de la campaña INDEMARES 1, que se llevó a cabo en septiembre de 2009, comparando las características de la columna de agua en el cañón y la plataforma, y los resultados del seguimiento estacional en el cañón (resultados de campañas previas HERMES y DEEPCORAL).

4.3.1 Comparación Plataforma-Cañón (Septiembre 2009)

4.3.1.1 Perfiles verticales de CTD

Las estaciones localizadas dentro del cañón (Fig. 4–6) presentaron una termoclina localizada a los 40m de profundidad y poca turbidez en esa capa superficial. En todas las estaciones se encontró una capa con más partículas entre los 40 y los 180m de profundidad, donde también se registró un aumento de la salinidad. El perfil de oxígeno disuelto mostró un aumento en la concentración de oxígeno coincidente con la termoclina, donde también se encontró el máximo de fluorescencia que tuvo unos 50m de espesor.

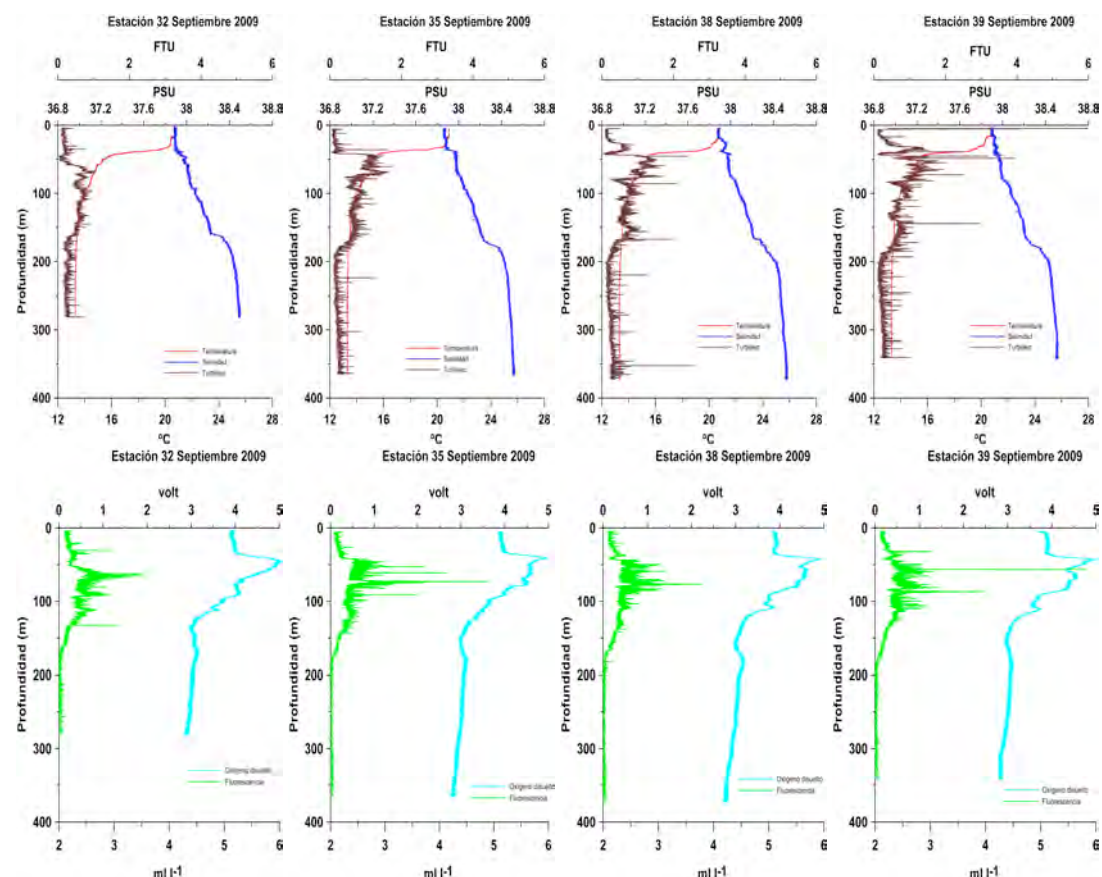


Fig. 4–6. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, turbidez, fluorescencia y oxígeno disuelto en las estaciones del cañón.

Las estaciones de plataforma (Fig. 4–7) registraron la termoclina a los 35m de profundidad aproximadamente y una capa superior de mezcla bien diferenciada y con poca turbidez. En general, se registró un aumento en la salinidad y un descenso en la temperatura hacia el fondo, que coincidió con valores más altos de turbidez, especialmente en las estaciones 64 y 93. En las estaciones 62 y 63 se encontró un máximo de turbidez entre 40m y 60m de profundidad asociado a aguas frías. El oxígeno disuelto y la fluorescencia presentaron máximos subsuperficiales entre 40m y 80m de profundidad, coincidiendo aguas mejor ventiladas con aumentos de señal de fluorescencia. Estos máximos están claramente relacionados con los máximos de turbidez, lo que indica la presencia de fitoplancton en las aguas turbias localizadas a media columna de agua.

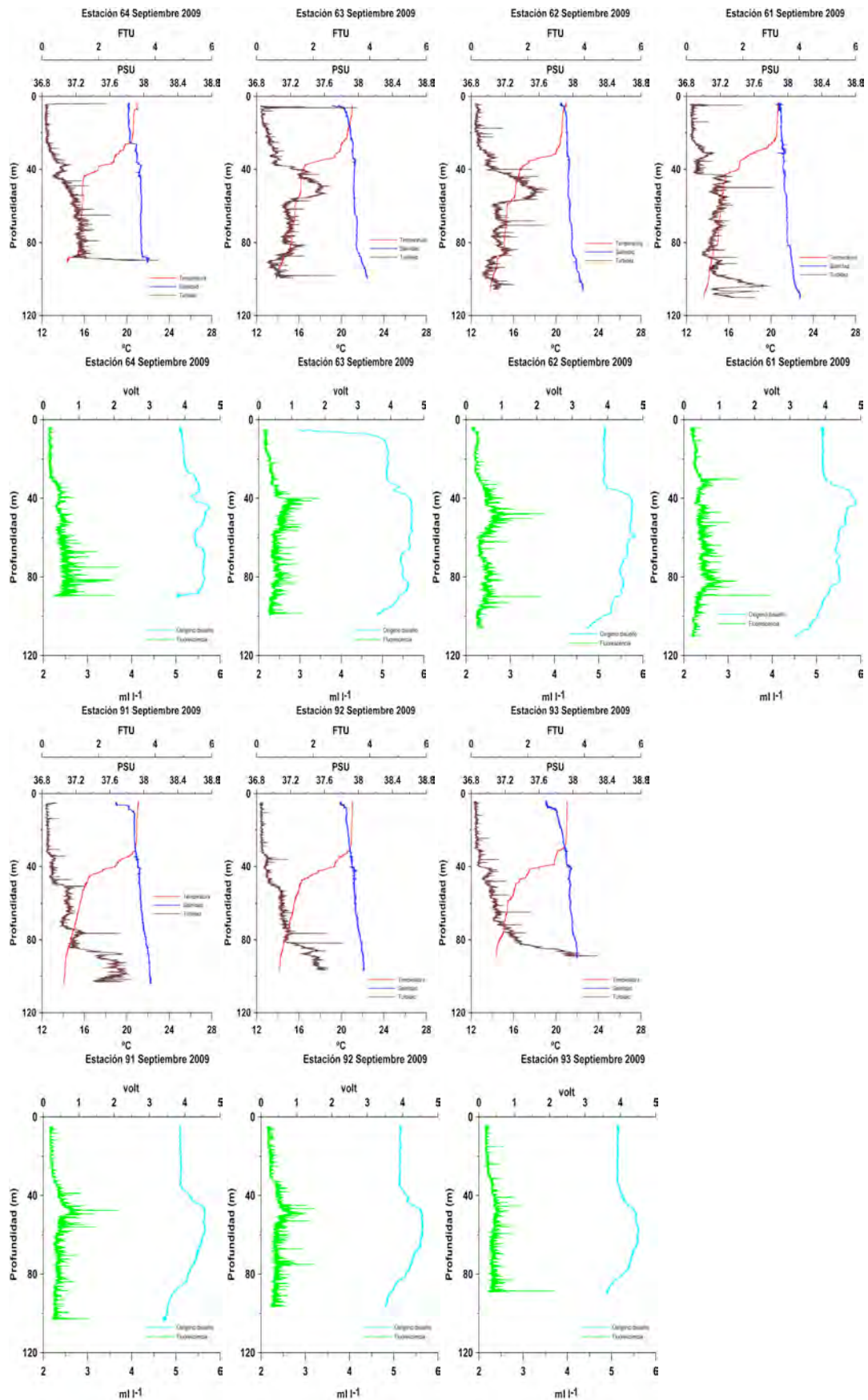


Fig. 4-7. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, turbidez, fluorescencia y oxígeno disuelto en las estaciones de la plataforma.

4.3.1.2 Distribución de nutrientes

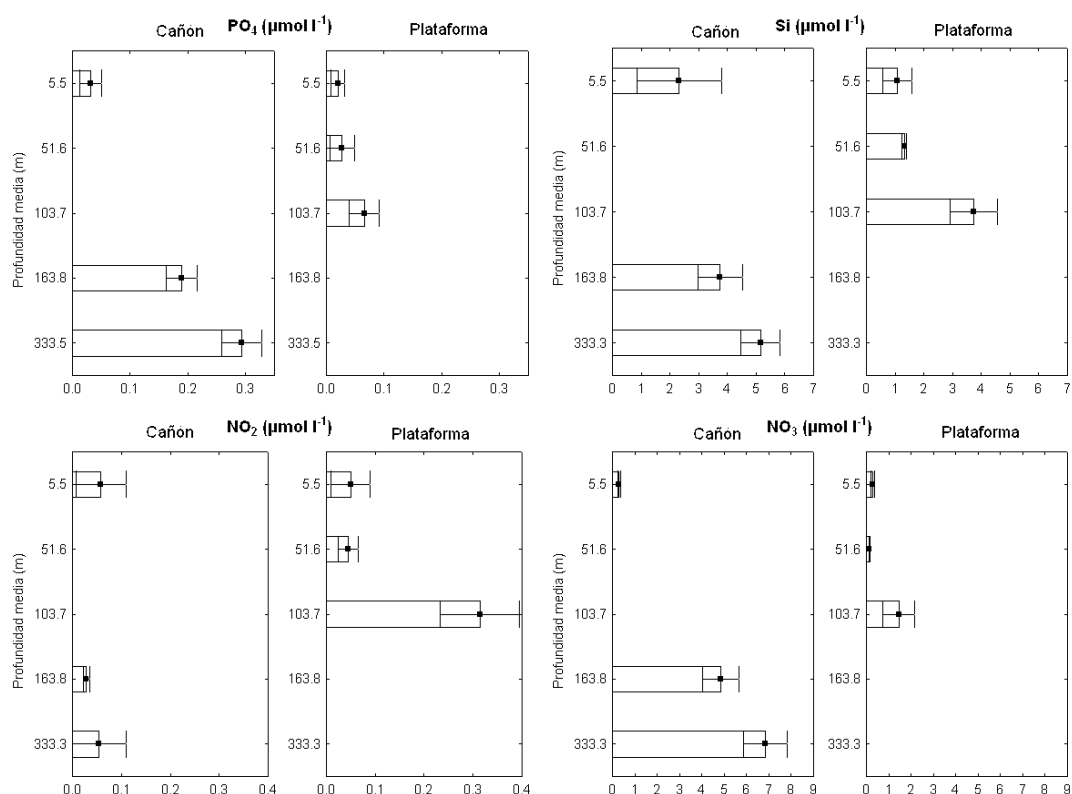


Fig. 4-8. Valores de los diferentes nutrientes analizados en la plataforma y en el cañón para aguas superficiales, media columna y cercanas al fondo (profundidades medias).

En general, los valores obtenidos para los diferentes nutrientes (Fig. 4-8) se sitúan entre los rangos de las concentraciones medias para el Mar Catalán. (Segura-Noguera 2007). Se observa un aumento de los valores de fosfatos, silicatos y nitratos con la profundidad, tanto en la plataforma como en el cañón. El aumento de los nutrientes desde la superficie hacia zonas más profundas se debe al empleo de los mismos en las capas más superficiales por parte de los productores primarios y a la remineralización de la materia orgánica que sedimenta desde la superficie.

Comparando con la plataforma, se observa un incremento de los valores de silicatos, y en menor grado de los fosfatos en aguas superficiales del cañón. La concentración de fosfatos en aguas superficiales (0,03 en el cañón y 0,02 en la plataforma) son valores bajos, que se encuentran normalmente en otoño (Segura-Noguera 2007). La concentración superficial de silicatos en el cañón es muy alta, una concentración que se encuentra normalmente en invierno alrededor de los 2 $\mu mol/L$ y normalmente ligada a un aumento de biomasa fitoplanctónica.

Los valores de nitritos son normales (<0,1 $\mu mol/L$) tanto dentro del cañón como en la plataforma, excepto cerca del fondo de la plataforma, donde aparecen en mayor cantidad (0,3 $\mu mol/L$). El nitrito en el agua de mar procede principalmente de la desnitrificación en niveles de oxígeno bajo, y además puede ser un producto de excreción del plancton, por ello, los niveles de nitritos son más bajos en aguas más superficiales y bien oxigenadas que cerca del fondo. En

este caso, el máximo de nitrito que se observa en el fondo de la plataforma coincide con la presencia de fitoplancton a media columna (Fig. 4–7).

4.3.2 Ciclo estacional (cañón submarino del Cap de Creus)

4.3.2.1 Perfiles verticales de CTD

Octubre 2005

Todas las estaciones presentaron un perfil similar (Fig. 4–9), con la termoclina desarrollada aproximadamente a los 20m de profundidad y un máximo de fluorescencia entre los 50 y 55m de profundidad a partir del cual se observan valores mínimos. A esta profundidad también se detectó un descenso brusco de la temperatura coincidente con un descenso en la salinidad. Aproximadamente a partir de los 75m de profundidad, la columna de agua presentó condiciones homogéneas de temperatura, salinidad y fluorescencia. Estas condiciones indican que la biomasa fitoplanctónica se concentró en los 55m superiores de la columna de agua y que ésta se asoció preferentemente a los gradientes de temperatura y salinidad en el intervalo de 50 a 55m que pudieron formar una picnoclina intensa.

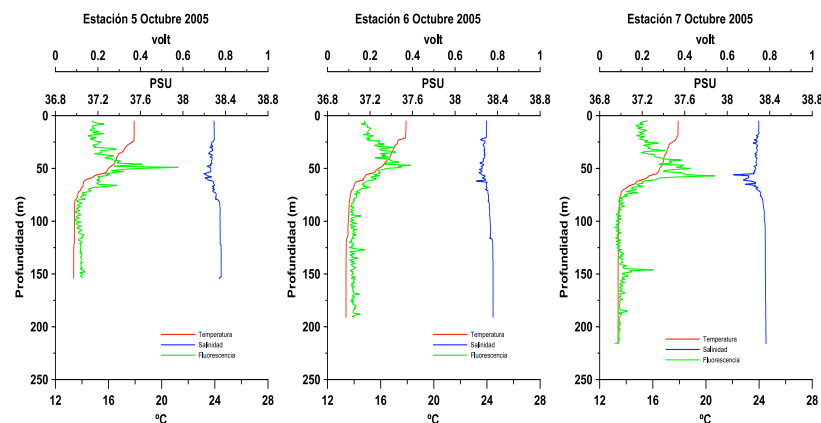


Fig. 4–9. Perfiles verticales de temperatura, salinidad y fluorescencia en el cañón en octubre 2005.

Abril 2006

En general todos los perfiles (Fig. 4–10) mostraron un descenso de temperatura y salinidad desde la superficie hasta el intervalo de profundidad entre los 90m y 100m, donde se encontró una termoclina marcada. A partir de este intervalo, la columna de agua presentó condiciones prácticamente homogéneas. La turbidez tuvo valores mínimos cerca de la superficie y se incrementó con la profundidad hasta alcanzar valores máximos cerca del fondo. El aumento de turbidez más evidente coincidió a los 100m de profundidad con un descenso de temperatura y un aumento de salinidad. La columna de agua resultó bien oxigenada, siempre con valores superiores a 4,9 ml/L. En todas las estaciones se presentó un aumento en la concentración de oxígeno disuelto con la profundidad, excepto en la estación 2 donde se encontró la tendencia inversa. Las estaciones 2, 3, 5 y 8 presentaron máximos de fluorescencia en la capa superficial de 70m de profundidad, mientras que en las estaciones 6, 7 y 9 se detectaron máximos muy claros a los 30m de profundidad. No se encontró una relación evidente entre la fluorescencia y el resto de variables.

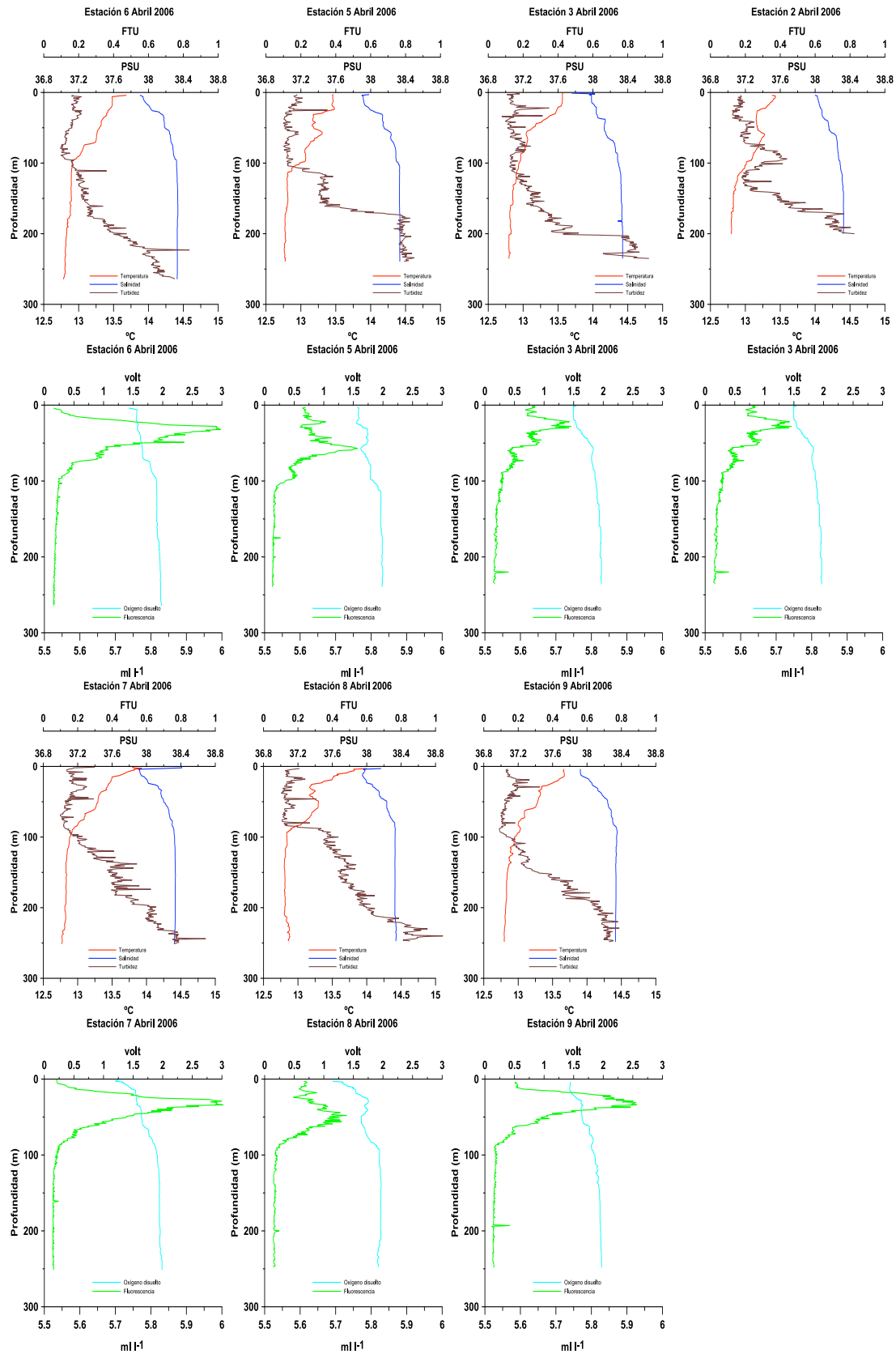


Fig. 4-10. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, turbidez, fluorescencia y oxígeno disuelto, estaciones del cañón en abril 2006.

Julio 2006

En esta temporada (Fig. 4-11) no se encontró una capa superior de mezcla evidente. A lo largo de los primeros 75m de profundidad se observó un descenso marcado de la temperatura y un aumento de la salinidad hasta encontrar una termoclina a partir de la cual la columna se volvió más homogénea. En las estaciones 8, 10 y 20 se detectó una pequeña capa superior de mezcla desde la superficie hasta aproximadamente unos 10m de profundidad. A partir de esta profundidad las características de estas estaciones fueron similares a las del resto. La turbidez presentó un aumento evidente cerca del fondo, aparentemente desvinculado de los cambios en temperatura y salinidad. En este punto cabe destacar el máximo de turbidez cerca del fondo a 250m de profundidad en la estación 23 y la capa de máxima turbidez en la estación 20 de unos 130m de espesor, desde los 220m de profundidad hasta los 350m. Se detectó un aumento en la concentración de oxígeno disuelto desde los valores mínimos en superficie de aproximadamente 4,8 ml/L, hasta el intervalo entre 50 y 70m de profundidad donde se encontró el máximo, alrededor de 5,8 ml/L. La fluorescencia presentó máximos evidentes que variaron entre los 30 y 50m de profundidad. En este punto destacó la estación 7, donde se detectó una capa de unos 40m de espesor entre los 30 y 70m de profundidad que presentó niveles altos de fluorescencia. En las estaciones 3, 4, 8 y 9 también se encontró un segundo máximo de fluorescencia hacia los 70m de profundidad. Aunque los máximos de fluorescencia coinciden con las profundidades a las cuales se detectaron los máximos de oxígeno (aprox. 70m de profundidad), en esta temporada no se encontraron relaciones claras entre las características físicas y químicas de la columna de agua.

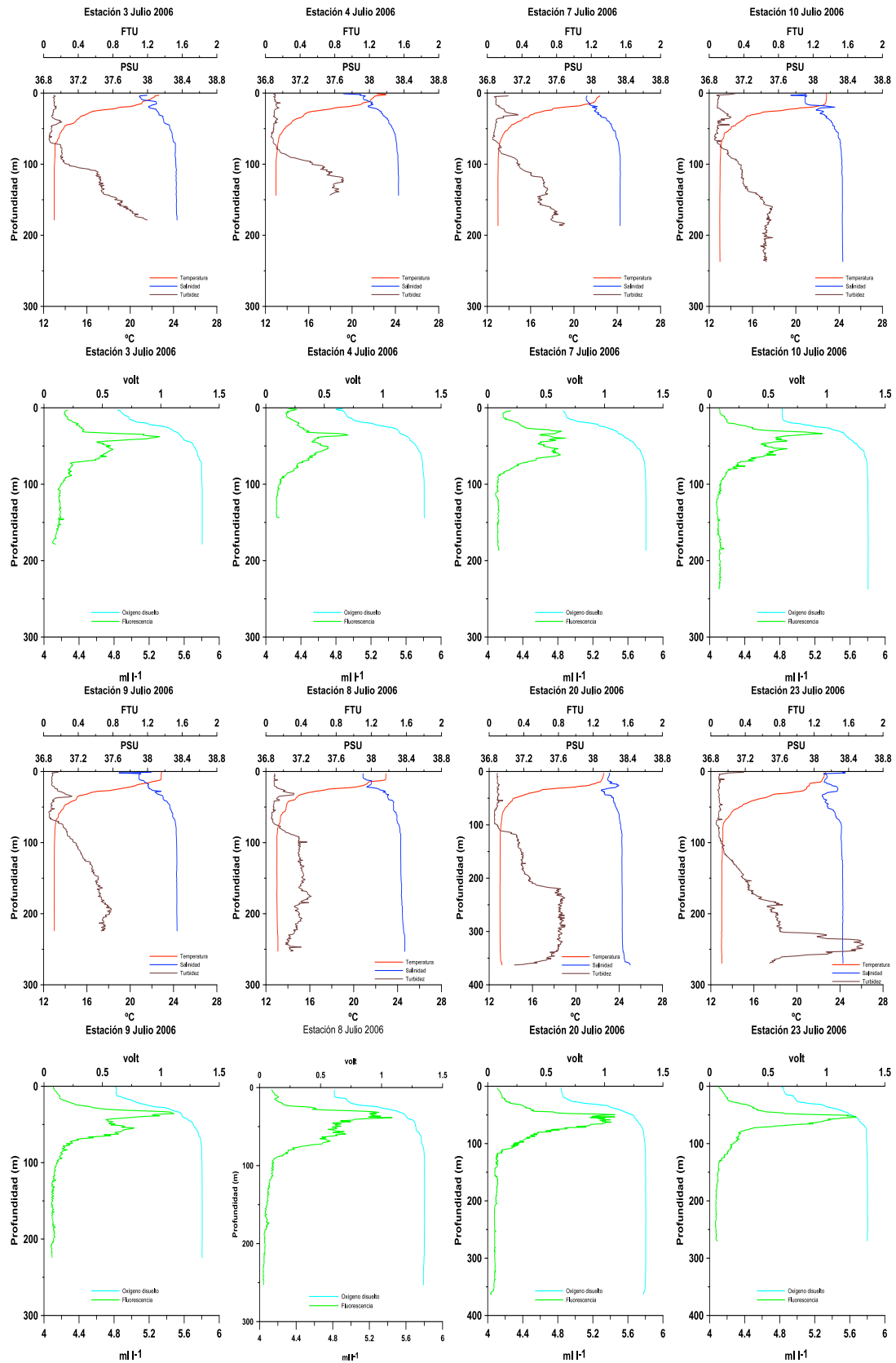


Fig. 4-11. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, turbidez, fluorescencia y oxígeno disuelto, estaciones del cañón en julio 2006.

Octubre 2006

En octubre 2006 (Fig. 4-12) la termoclina se localizó aproximadamente a los 65m de profundidad bajo una capa superior de mezcla relativamente homogénea. A partir de los 200m de profundidad aproximadamente, las estaciones 1, 2 y 4 presentaron un descenso de la temperatura y un aumento de la salinidad que fue más claro en la estación 2 a partir de los 230m de profundidad. Esta capa de agua fría y salada puede representar un evento de cascada de agua más densa que la correspondiente a esa profundidad. Estos cambios en la temperatura y la salinidad corresponden con un descenso en la turbidez, de nuevo más evidente en la estación 2. En esta temporada, la turbidez presentó un perfil bimodal con máximos en superficie y a media columna de agua, entre 90 y 200m de profundidad y descensos más claros en las estaciones 2 y 4. Como en la temporada anterior, el oxígeno presentó un aumento claro desde los valores mínimos de superficie (5,1 ml/L) hasta los encontrados aproximadamente entre los 75 y 80m de profundidad donde se estabilizó (5,8 ml/L). En esta profundidad también se encontró un máximo subsuperficial de fluorescencia bajo el máximo alcanzado en la superficie de la columna de agua. En la estación 2 se detectó un aumento del oxígeno y un descenso en la fluorescencia en la capa asociada a una cascada de agua más densa.

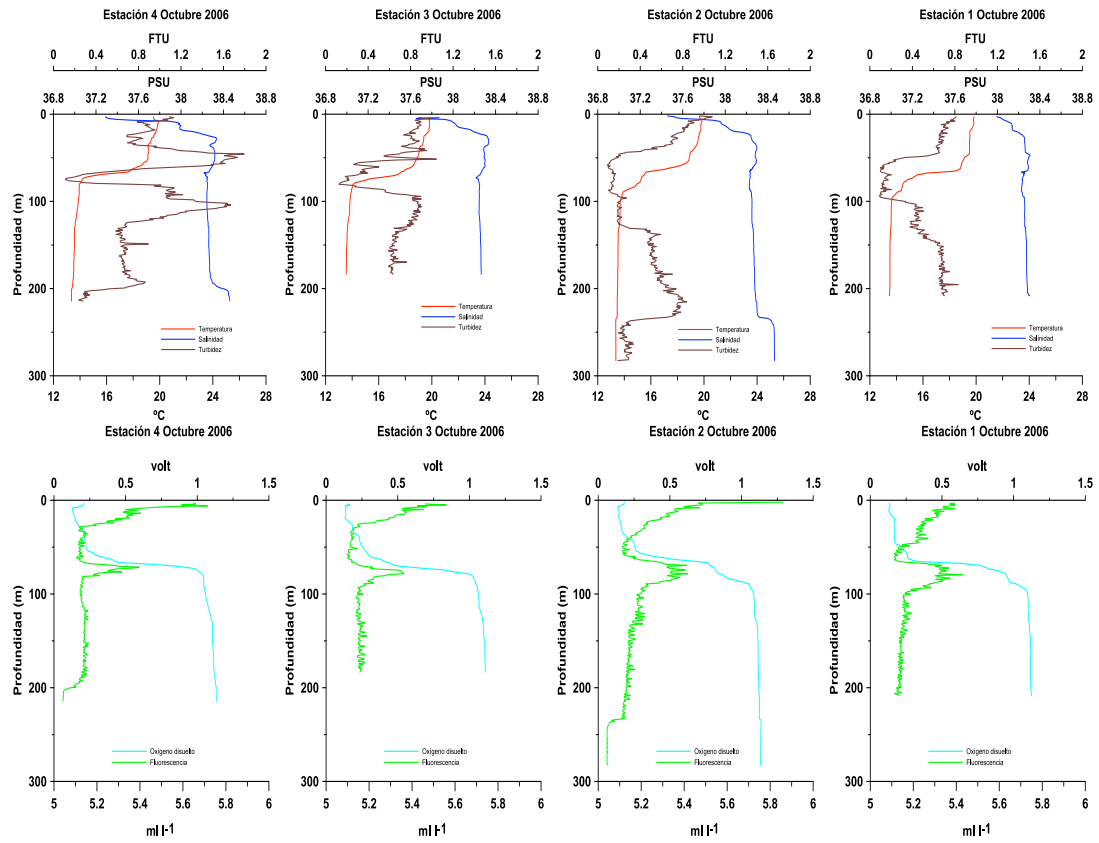


Fig. 4-12. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, turbidez, fluorescencia y oxígeno disuelto, estaciones del cañón en octubre 2006

Febrero 2007

Los perfiles (Fig. 4-13) muestran que la capa superior de mezcla fue muy amplia y situó la termoclina aproximadamente a 100m de profundidad, como en las estaciones 3, 4 y 12. En las estaciones 5 y 16, ésta llegó casi a los 200m de profundidad. En las estaciones 4, 5 y 16 se detectó un aumento de la temperatura y la salinidad por debajo de los 220m de profundidad, que llegó a presentar valores de temperatura incluso más altos que los de superficie, como en el caso de la estación 4. En estas tres estaciones, a diferencia del resto, los máximos de turbidez no se encontraron cerca del fondo sino entre 150 y 250m de profundidad. En todas las estaciones, hubo una coincidencia entre los descensos de temperatura y el aumento de turbidez, lo que indicó un mayor contenido de partículas en aguas más frías. La concentración de oxígeno disuelto aumentó con la profundidad, al contrario de la fluorescencia que disminuyó a partir del máximo superficial. Sin embargo, en la estación 4 se registró un descenso en la concentración de oxígeno disuelto que coincidió con la capa de agua más fría y menos salada, entre los 100 y 225m de profundidad.

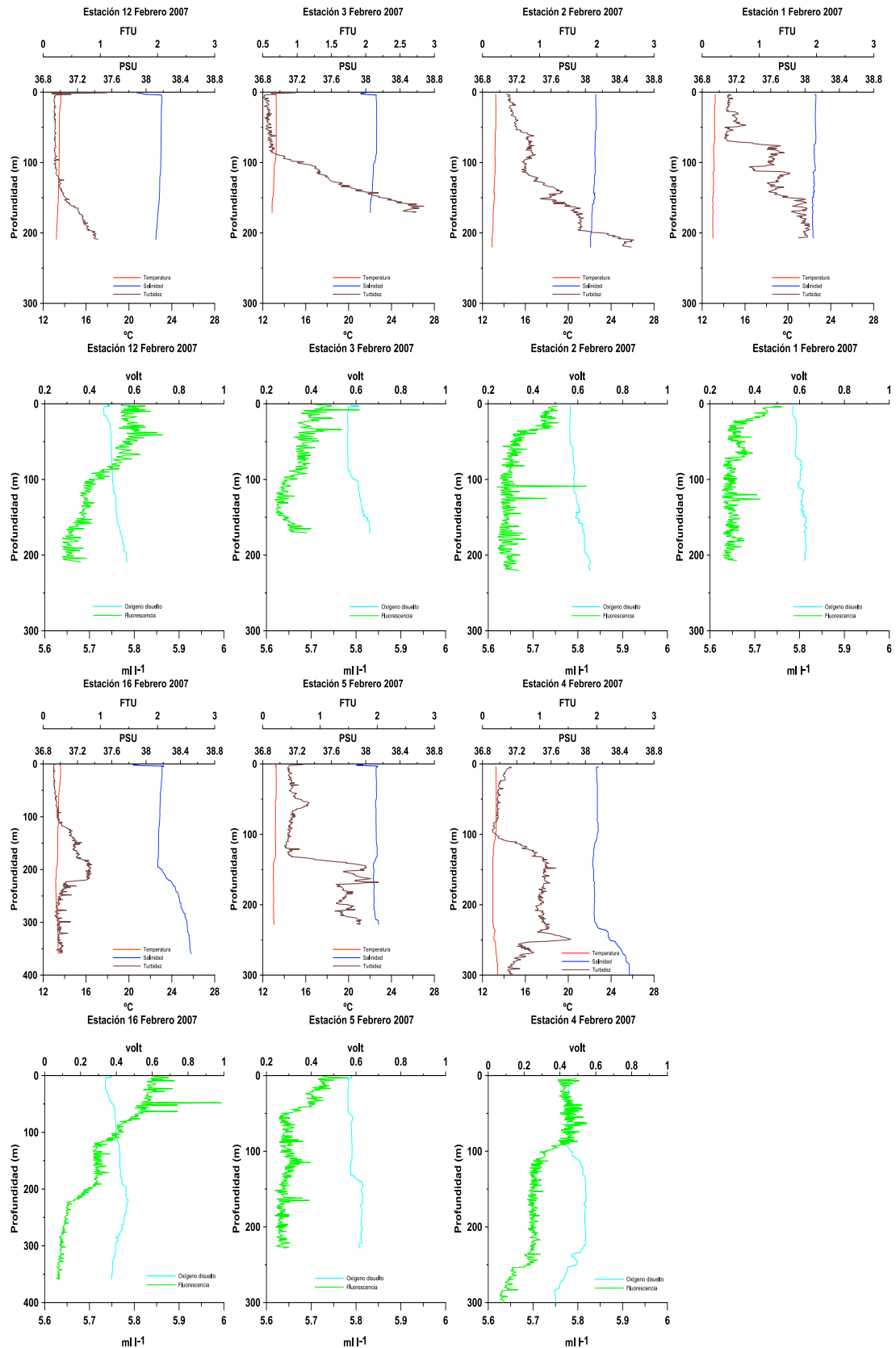


Fig. 4-13. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, turbidez, fluorescencia y oxígeno disuelto, estaciones del cañón en febrero 2007.

Abril 2007

En abril de 2007 (Fig. 4-14), la termoclina se detectó aproximadamente a 15m de profundidad, lo que contrastó claramente con la profundidad de la termoclina registrada en abril 2006, cuando se encontró aproximadamente a 100m de profundidad. En todas las estaciones se registró un claro aumento de la turbidez cerca del fondo y en las estaciones 1, 3, 4 y 9 también se detectó un pico de turbidez en la superficie. Los aumentos de turbidez a partir de los 100m de profundidad coinciden con descensos de temperatura y salinidad. En la estación 3 llama la atención un máximo de turbidez a los 130m de profundidad que aparentemente no está asociado con cambios en las características físicas de la columna de agua. Los máximos de turbidez cerca del fondo en las estaciones 6 y 7 fueron especialmente altos (aprox. 45 FTU). La concentración de oxígeno disuelto aumentó con la profundidad, al contrario de la fluorescencia que disminuyó. Todos los perfiles de oxígeno y fluorescencia mostraron un máximo en superficie y otro subsuperficial, aproximadamente entre los 30 y 40m de profundidad, en el caso del oxígeno siempre con valores superiores a los 5,4 ml/L.

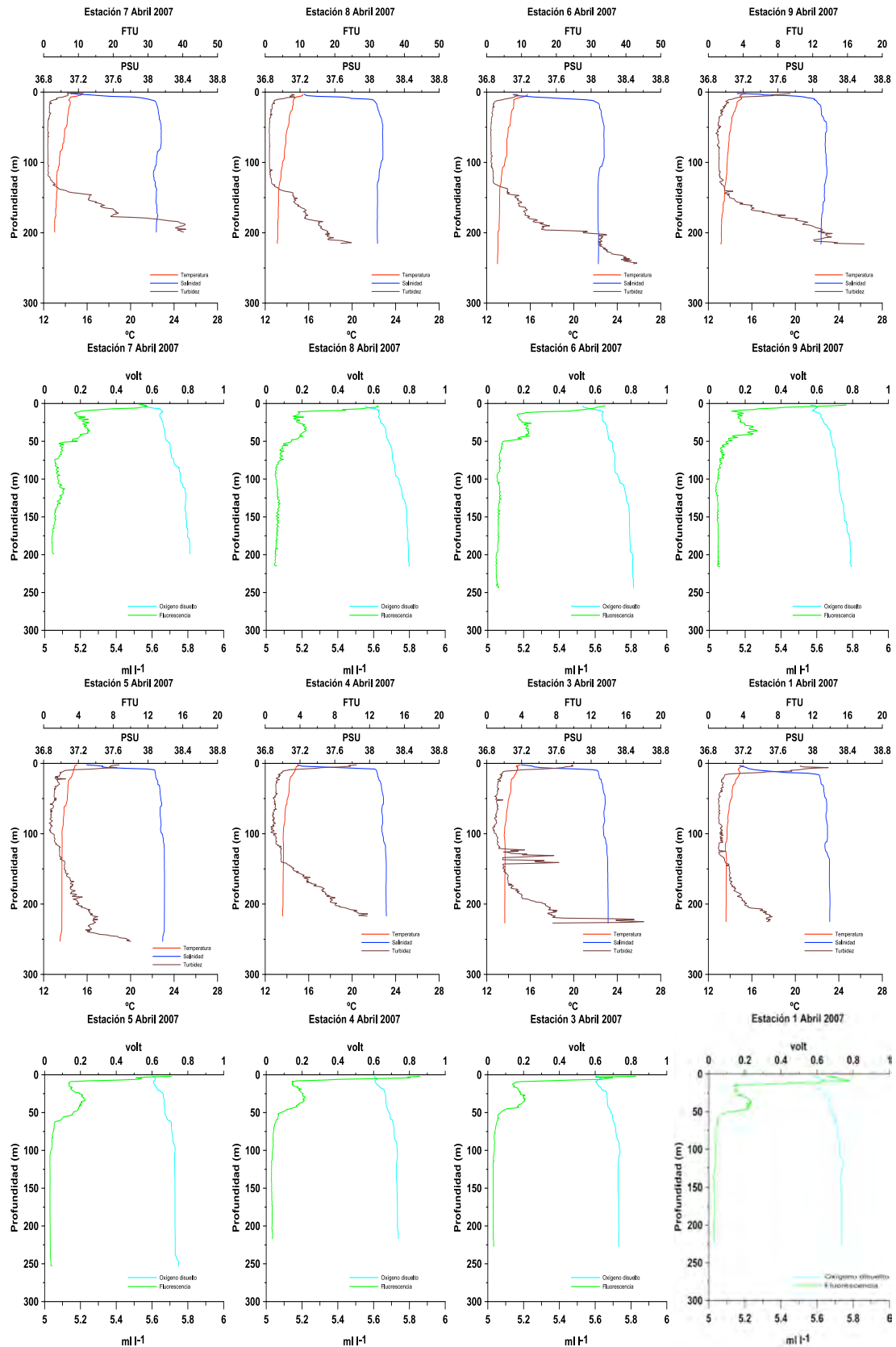


Fig. 4-14. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, turbidez, fluorescencia y oxígeno disuelto, estaciones del cañón en abril 2007.

Septiembre 2007

En esta temporada (Fig. 4-15), la columna de agua presentó una clara estratificación, con una capa superior de mezcla bien diferenciada entre los 30m y 50m de profundidad según la estación (más profunda en las estaciones 1 y 11). A partir de la termoclina la temperatura descendió suavemente con la profundidad en contraste con el aumento de la salinidad. Las estaciones 1, 11, 15 y 17 presentaron un aumento de turbidez cerca del fondo y las estaciones restantes y máximo en aguas intermedias, entre 100 y 250m de profundidad que en el caso de las estaciones 22, 26 y 36 se ve claramente limitado por una capa profunda de agua más salina. Los perfiles de la concentración de oxígeno disuelto mostraron un patrón común en todas las estaciones, con un aumento claro a partir de la base de la capa superior de mezcla entre los 30 y 50m de profundidad, donde también se encontró el máximo de fluorescencia, que a diferencia de otras temporadas solo presentó un máximo subsuperficial e intensidad mínima en superficie.

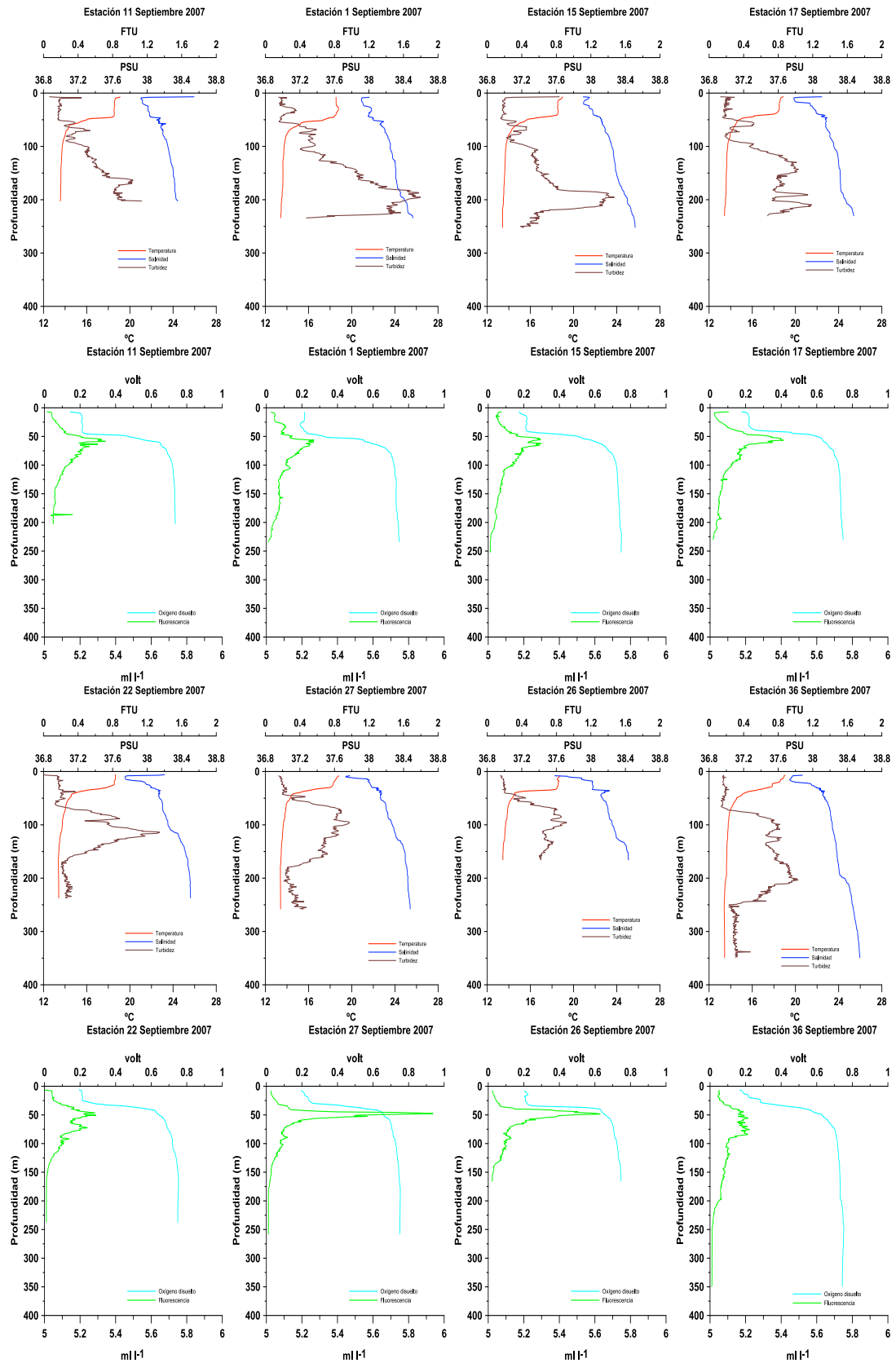


Fig. 4-15. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, turbidez, fluorescencia y oxígeno disuelto, estaciones del cañón en septiembre 2007.

Febrero 2009

En esta temporada (Fig. 4-16) se encontró una columna de agua bien mezclada, con una capa superior de mezcla de más de 100m de profundidad, como se ve en las estaciones 4, 7 y 8. El resto de estaciones presentaron una termoclina más somera y una incursión de agua más cálida y salada entre 100 y 175m de profundidad, especialmente en las estaciones 1, 3 y 6. Cerca del fondo, a los 280m de profundidad, en la estación 4, se registró una capa de agua más fría y menos salada que el resto de la columna de agua. El oxígeno disuelto presentó perfiles homogéneos y cercanos a la saturación (5,8 ml/L) a partir de los 15m de profundidad. En general, la fluorescencia tuvo una tendencia decreciente con la profundidad, con el máximo en la superficie, salvo en las estaciones 3, 4 y 5 en que el máximo se encontró a los 50m de profundidad.

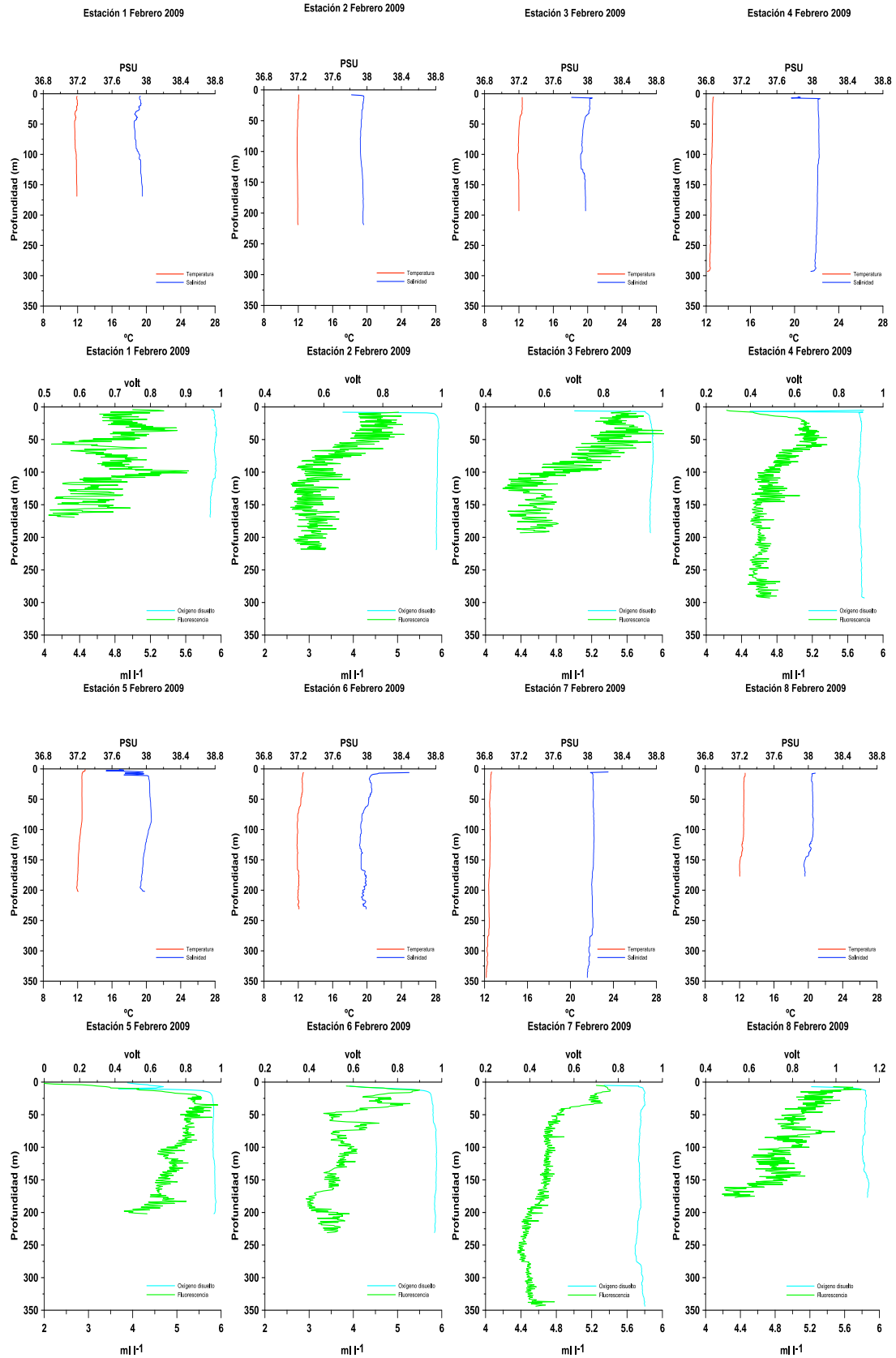


Fig. 4-16. Perfiles verticales de temperatura, salinidad, fluorescencia y oxígeno disuelto, estaciones del cañón en febrero 2009.

Ciclo estacional

Primavera: En ambas campañas de esta temporada se generaron dos termoclinas a profundidades similares, una aproximadamente a 15m de profundidad y otra desarrollada aproximadamente a los 100m de profundidad. Durante la campaña de 2006 se registraron las señales de fluorescencia más intensas de todas las temporadas (3 volt), con picos desarrollados entre 25 y 50m de profundidad. En ambas campañas se registraron señales intensas de turbidez en superficie y cerca del fondo donde también se localizaron los picos más intensos de todas las temporadas, especialmente durante la campaña de 2007 (> 40 FTU). No se encontró una relación clara entre la fluorescencia y las otras variables, sin embargo la turbidez pareció asociada a capas de aguas más frías que las circundantes.

Verano: En julio de 2006 se registró la temperatura superficial más alta de todas las temporadas (aprox. 24°C). Como en primavera, también se pueden apreciar dos termoclinas, una aproximadamente a los 15m de profundidad y otra cerca de los 75m de profundidad. La turbidez también presentó intensidades máximas cerca del fondo, pero en esta temporada los picos de turbidez no parecen estar asociados a capas de agua fría. La fluorescencia también presentó picos cerca de los 30m de profundidad, pero menos intensos que en la primavera.

Otoño: La temperatura superficial (18–20°C) fue más alta que en primavera e invierno pero más baja que la registrada durante el verano. Se desarrolló una clara capa superior de mezcla a lo largo de los 30m superficiales en la mayoría de estaciones y campañas y una segunda termoclina aproximadamente a los 75m de profundidad en octubre y a los 50m de profundidad en septiembre. Como en primavera, las señales más intensas de turbidez se encontraron cerca del fondo aunque en octubre de 2006 también se registraron picos de turbidez a lo largo de los 10m superficiales. A diferencia de la primavera y el verano, la fluorescencia máxima se encontró en una capa subsuperficial, pero se desarrolló en capas más profundas, entre 50 y 75m de profundidad y con menos intensidad.

Invierno: En esta temporada se registraron las temperaturas superficiales más bajas (12-14°C) de todo el año. La columna de agua presentó condiciones relativamente homogéneas a lo largo de los 100m superficiales. Debajo de los 250m de profundidad se registró una incursión de agua más cálida y salina que la encontrada en las capas superiores. Esta capa se asoció a un descenso en la turbidez, que fue más alta en las capas de agua superiores, entre 150 y 250m de profundidad. La turbidez fue más intensa cerca del fondo que en superficie, con valores superiores a los del verano y el otoño. La fluorescencia presentó valores bajos y a diferencia del resto de temporadas, no se registró un pico subsuperficial. Los valores más altos siempre se encontraron en la capa superficial desde donde decreció hasta las profundidades cerca del fondo.

4.3.2.2 Distribución de nutrientes

Los datos que aquí se presentan corresponden al seguimiento estacional desde el año 2005 hasta febrero de 2009. Dichos datos muestran la situación de invierno, primavera, verano y otoño a lo largo de casi dos años para tres profundidades diferentes (valores medios para superficie: 5m; media columna: 104m y fondo: 212m). Estas capas se corresponden con los límites del agua superficial de 0-100m y agua levantina (LW de 200 a 600m de profundidad) en el Mar Catalán.

Los valores de silicatos, fosfatos, nitritos y nitratos se muestran en la Fig. 4–17. La estacionalidad se observa más claramente en aguas superficiales. Así, los fosfatos, silicatos y nitratos muestran valores más elevados en las capas superficiales durante el invierno (febrero 2007 y febrero 2009), mientras que los valores más bajos para todas las variables se encuentran en verano, cuando la columna de agua está muy estratificada. En invierno, la concentración superficial de todas las variables es máxima debido a la entrada de nutrientes por convección vertical desde las capas de aguas más profundas. En otoño (y en menor medida, en primavera) todas las variables aumentan ligeramente, los fosfatos y silicatos no son muy diferentes en otoño que en invierno.

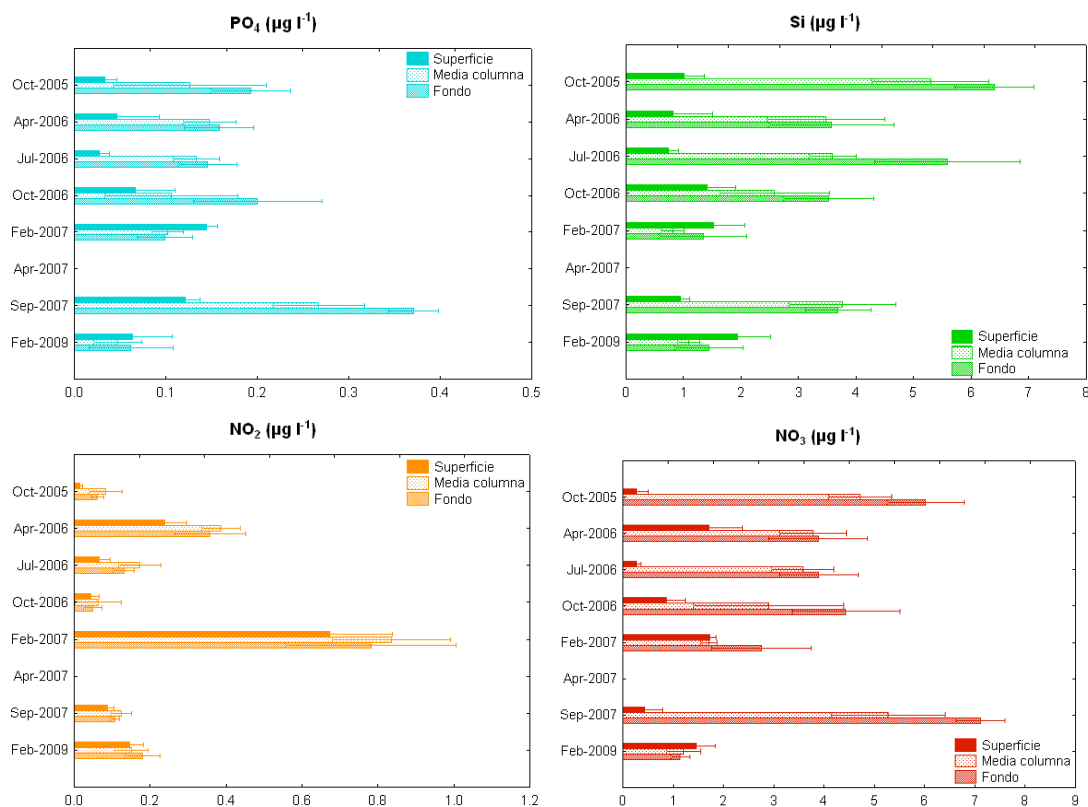


Fig. 4–17. Valores de los diferentes nutrientes analizados en el cañón en las diferentes épocas del año para aguas superficiales, media columna y cercanas al fondo (profundidades medias). Se muestran valores correspondientes al flanco sur del cañón del Cap de Creus.

Los valores de fosfatos, nitritos, nitratos y silicatos muestran un aumento desde la superficie hacia zonas más profundas en todas las estaciones del año excepto en los meses de invierno (febrero 2007 y febrero 2009) cuando la columna de agua es homogénea (ver perfiles de CTD Fig. 4–13, Fig. 4–16). El incremento de los nutrientes en profundidad se debe al empleo de los mismos en las capas más

superficiales por parte de los productores primarios y a los procesos de remineralización de la materia orgánica que sedimenta desde la zona fótica. En invierno, debido a la mezcla de la columna de agua superficial con agua profunda, las concentraciones de todos los nutrientes son más bajas y presentan valores característicamente muy semejantes.

Para todos los nutrientes, las concentraciones obtenidas se sitúan entre los rangos de las concentraciones medias del Mar Catalán (Segura-Noguera 2007), excepto los valores excepcionalmente altos de nitritos obtenidos en febrero de 2007 (con valores fuera de lo normal) y en menor medida en abril de 2006. Valores elevados y fuera del rango se han observado cerca de las desembocaduras de los ríos y también en cañones submarinos, y suelen estar relacionados con aportes urbanos adicionales de origen continental y con una elevada actividad biológica.

La concentración de clorofila *a* es mayor en aguas superficiales en primavera y otoño (Fig. 4–18). Las concentraciones superficiales más bajas de clorofila *a* se observan en verano (julio 2006), cuando la columna de agua está muy estratificada y los valores más altos se registraron en primavera de 2007, con valores propios de invierno. En este período se observan condiciones más características de invierno (ver perfiles de CTD Fig. 4–14). En profundidad, la concentración de clorofila *a* disminuye, excepto en invierno (febrero 2006 y 2007) cuando la columna de agua es homogénea, y en septiembre de 2007 el máximo de clorofila *a* se observa a media columna coincidiendo con el máximo pico de fluorescencia (ver perfiles de CTD Fig. 4–14).

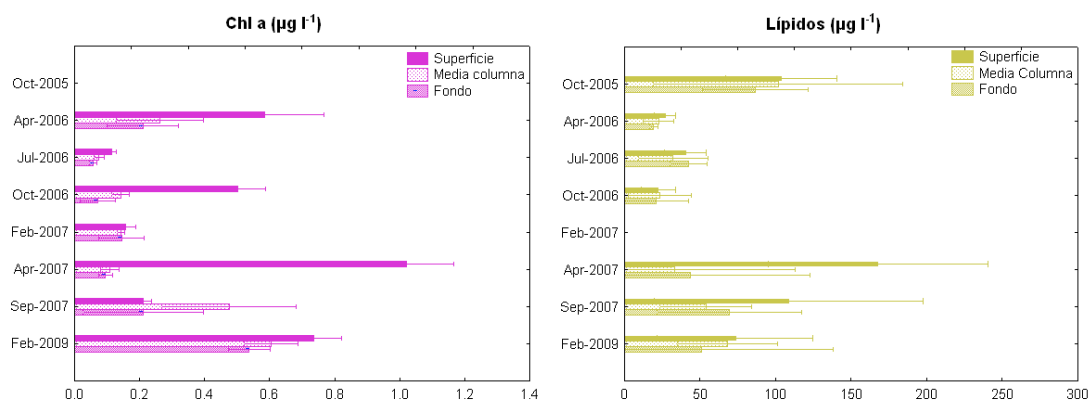


Fig. 4–18. Valores de clorofila *a* y lípidos totales analizados en el cañón en las diferentes épocas del año para aguas superficiales, media columna y cercanas al fondo (profundidades medias). Se muestran valores correspondientes al flanco sur del cañón.

Los lípidos son una fuente importante de energía, ya que se trata de materia orgánica con un valor nutritivo alto que puede ser utilizado directamente por el zooplancton y organismos bentónicos. La concentración de lípidos en las capas más superficiales es variable estacionalmente, con las concentraciones más altas que coinciden con picos de clorofila en abril de 2007. La distribución de los lípidos en profundidad es bastante alta y homogénea (Fig. 4–18), lo que implica una fuente de nutrientes disponible en aguas del cañón.

5. Estudio de las características ecológicas de las áreas marinas del Cap de Creus

5.1 Comunidades zooplanctónicas

El zooplancton tiene un papel esencial en la alimentación de niveles tróficos superiores, por ello la dinámica estacional de la estructura de la comunidad del zooplankton se hace imprescindible. La sucesión estacional del zooplancton en el Mediterráneo se caracteriza por un primer pico en invierno y un segundo pico en otoño (Scotto di Carlo y Ianora 1983). Sin embargo, la dinámica estacional de las comunidades del zooplancton puede mostrar una gran variabilidad tanto espacial como temporal, especialmente en zonas costeras (Calbet et al. 2001, Fernández de Puelles 2003). El análisis de las comunidades del zooplancton en el área de estudio es escaso, aunque el Golfo de León es una de las zonas más productivas del Mediterráneo, con un incremento en la concentración de nutrientes, fitoplancton y microzooplancton comparado con áreas adyacentes (Tudela and Palomera, 1995). Numerosos factores contribuyen a un incremento de la producción primaria, desde procesos de formación de agua profunda en el Golfo de León, los fenómenos de cascading, o descargas del Ródano (Estrada 1996, Palanques et al. 2006, DeGeest et al. 2008). La abundancia y biomasa del zooplancton dependen en gran medida de características hidrológicas similares a las que afectan a la producción primaria (Siokou-Frangou et al. 2010).

Se ha analizado la abundancia estacional del zooplancton de la columna de agua en el cañón submarino del Cap de Creus a partir de los muestreos realizados en las campañas previas HERMES y DEEPCORAL y la campaña INDEMARES 1 (Fig. 5-1, ver sección 1 Tabla 1-1).

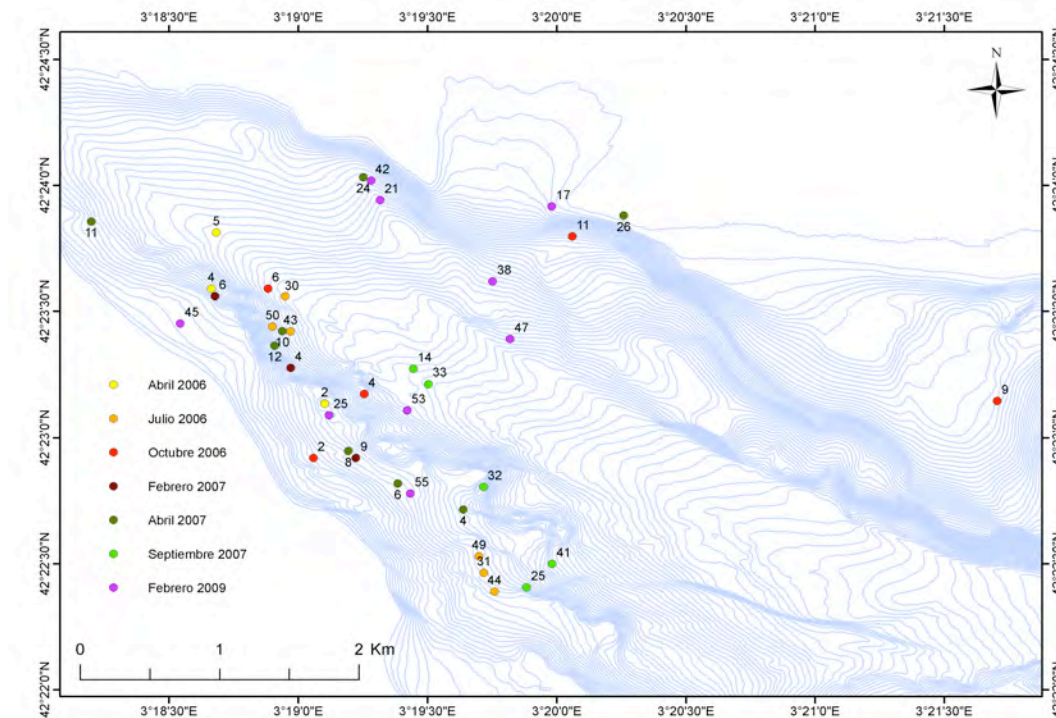


Fig. 5-1. Localización de las estaciones de muestreo del zooplancton. En cada estación se tomaron muestras de zooplancton con una red WP-2 de 500 mm de abertura de malla. La profundidad media muestreada fue de aprox. 250m.

El estudio de las comunidades del zooplancton sigue actualmente en curso, por lo que lo que aquí se presentan los resultados más relevantes hasta la fecha. Se han examinado un total de 48 muestras distribuidas en diferentes estaciones a lo largo de 3 años no consecutivos, mayoritariamente en el flanco sur del cañón cubriendo la zona donde se encuentran los corales de aguas frías (Fig. 5-1). Se han identificado un total de 23 grupos taxonómicos diferentes. Los copépodos son el grupo más abundante (73% del total), seguido de sifonóforos (7,3% del total), larvas de decápodos (4,8% del total), cladóceros (4,3% del total), taliáceos (3,1% del total), quetognatos (1,7% del total), y eufasiáceos (1,5% del total), mientras el resto de grupos como ostrácodos, apendiculáceos, pterópodos, huevos y larvas de peces, anfípodos, larvas de equinodermos, medusas, y misidáceos representan menos del 1% del total. Los poliquetos, gasterópodos, larvas de cefalópodos, cumáceos e isópodos aparecen solo de forma ocasional. La lista de especies observadas forma parte del ANEXO I al final de este informe.

La abundancia total del zooplancton (Fig. 5-2) presenta una variación estacional a lo largo del ciclo anual estudiado con valores medios de 104 ind/m³ en invierno (febrero 07). En primavera también se observan picos de hasta 47 ind/m³ y después del bloom de primavera, las concentraciones de zooplancton disminuyen y se observa un segundo pico a finales de verano, con valores medios de 33 ind/m³. Estas variaciones en la abundancia del zooplancton son un patrón característico de las zonas costeras del Mediterráneo (Kovalev et al. 2003). Los valores de abundancia obtenidos son bastante altos, característicos para el Mediterráneo occidental y sobretodo en la zona altamente productiva del Golfo de León (Siokou-Frangou et al. 2010).

A nivel de composición de especies, las muestras de verano y otoño (julio 2006 y octubre 2006) muestran la máxima diversidad, seguidas de las muestras de finales de verano (septiembre 2007 y 2009) y de finales de invierno (abril 2007). Las muestras de invierno presentan las diversidades más bajas (Fig. 5-2).

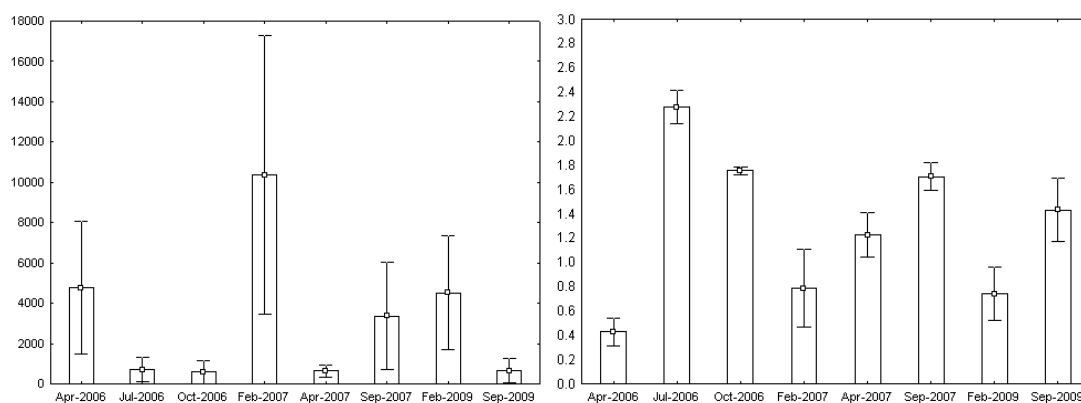


Fig. 5-2. Izda: abundancia total del zooplancton en ind/100m³, Dcha: diversidad (H') para los diferentes períodos analizados.

La abundancia media de los principales grupos del zooplancton identificados para los diferentes períodos examinados se muestra en las Fig. 5-3 y Fig. 5-4. Los copépodos son el grupo más abundante y se encontraron en grandes cantidades especialmente en invierno (febrero 2007 y febrero 2009) y en menor medida en primavera 2006. Los sifonóforos y las larvas de decápodos

braquiúridos son abundantes en invierno con picos en verano. Los cladóceros y taliáceos son más abundantes en verano y finales de verano y presentaron un máximo en septiembre 2007, mientras que los quetognatos presentan abundancias máximas en otoño e invierno.

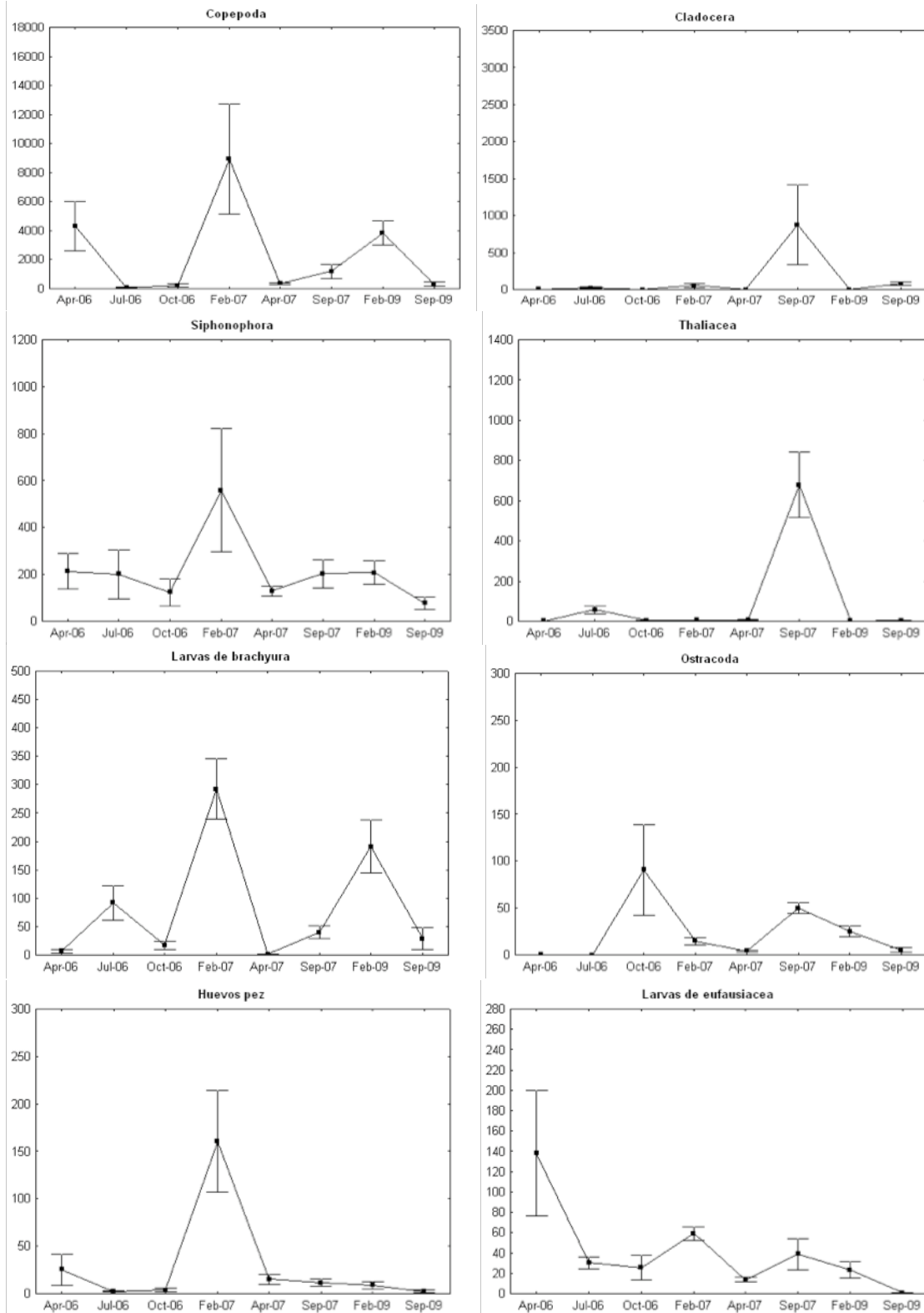


Fig. 5-3. Abundancia (Media \pm SD) en ind/100m³ de los principales grupos del zooplancton identificados a lo largo de todo el período estudiado (abril 2006 a septiembre 2009).

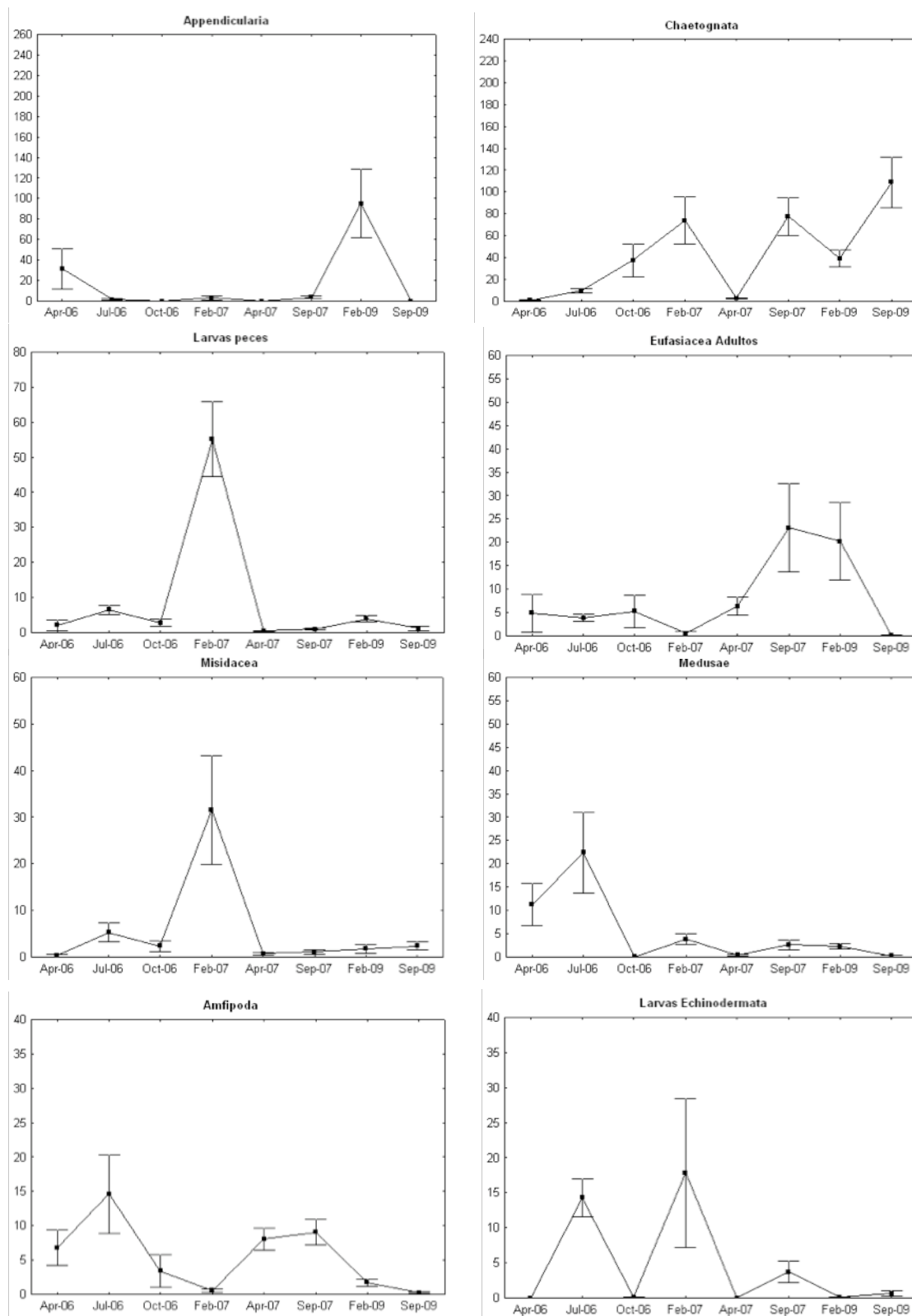


Fig. 5-4. Abundancia (Media \pm SD) en ind/100m³ de los principales grupos del zooplancton identificados a lo largo de todo el período estudiado (abril 2006 a septiembre 2009).

El MDS basado en las matrices de densidades de los diferentes grupos del zooplancton muestra la marcada estacionalidad tanto en abundancia como en la composición de especies observadas y la correlación existente con las variables ambientales estudiadas (Fig. 5-5).

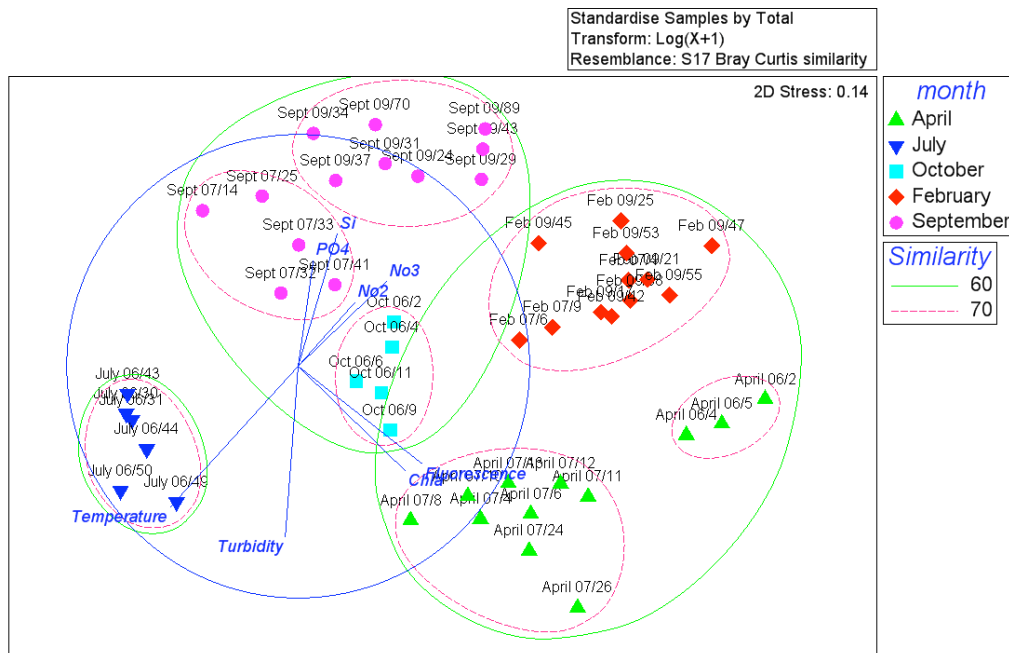


Fig. 5–5. Análisis multidimensional (MDS) de la comunidad de zooplancton del cañón a lo largo del período estudiado. Se observa una clara separación de todas las estaciones del año estudiadas. Los tres grupos identificados corresponden a verano (julio 2006) con temperaturas del agua superficial muy altas, invierno y primavera (febrero 2007 y 2009, abril 2006 y 2007) con máximos de producción (i.e. clorofila a y fluorescencia), y finales de verano y otoño (septiembre 2007 y 2009 y octubre 2006) que se caracteriza por un incremento en las concentraciones de nutrientes.

Cabe destacar diferentes grupos identificados como los eufasiáceos. A pesar de su limitada contribución relativa al total del zooplancton, el análisis detallado de la abundancia de eufasiáceos (Fig. 5–4) de las muestras de zooplancton confirma las evidencias procedentes de las filmaciones realizadas en el cañón en el mes de septiembre de 2007, que mostraban gran concentración de estos organismos. Las imágenes de vídeo registradas con el sumergible JAGO a 200 metros de profundidad (Fig. 5–6) muestran nubes de gran tamaño de eufasiáceos que comportan elevadas densidades. Son escasas las observaciones de grandes enjambres de krill cercanas al fondo como las observadas en el cañón del Cap de Creus; de hecho las citas provienen fundamentalmente de aguas antárticas (Gutt & Siegel 1994, Clarke & Tyler 2008). En el Mediterráneo, las observaciones de la especie de krill más abundante (*Meganyctiphanes norvegica*), ofrecen abundancias máximas en zonas profundas (en torno a los 120 metros) de 0,09 ind/m³ (Tarling et al. 2001). Las abundancias estimadas a partir de las muestras de zooplancton para la especie más abundante (*Nyctiphanes couchii*) presentan valores máximos de hasta 0,24 ind/m³. Estas observaciones son de gran importancia puesto que el krill es la fuente de alimento principal de muchos organismos marinos y muy especialmente de los cetáceos. El zooplancton es además una presa importante en la dieta de los corales profundos como se ha podido determinar a partir de análisis bioquímicos (Duineveld et al. 2004, Kiriakoulakis et al. 2005, Cartier et al. 2009) y la observación directa (Mortensen 2001, Freiwald 2002).

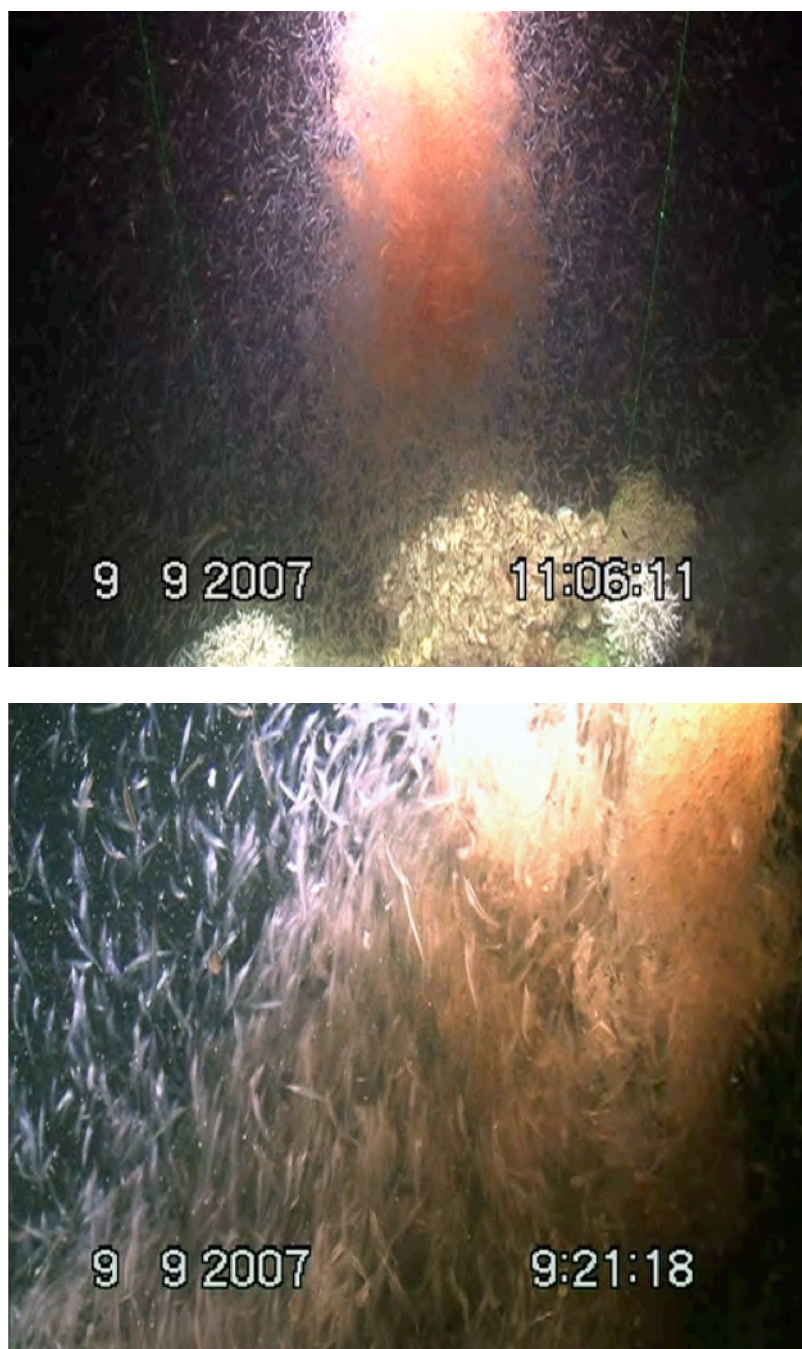


Fig. 5-6. Imágenes de vídeo registradas con el sumergible JAGO. Enjambres de krill (probablemente *Meganyctiphanes norvegica*, por el gran tamaño y el color fuertemente rosado de los especímenes) cerca del fondo en el flanco sur del cañón del Cap de Creus a 200 metros de profundidad. Los enjambres de krill se observan sobre un parche del coral blanco *Madrepora oculata*.

Otro de los aspectos que están siendo estudiados en las comunidades zooplanctónicas del cañón es la presencia de larvas de peces. La composición de especies (Fig. 5-7) muestra la presencia de larvas de algunas especies de alto valor comercial, como la merluza (*Merluccius merluccius*). En general, la presencia de larvas de peces en estos enclaves es indicativo del papel que estas áreas pueden jugar como “nursery”, es decir, como zona de cría. Este es un hecho que ha sido constatado ya en comunidades de corales de aguas frías de otras regiones (i.e. Hall -Spencer et al. 2002), las cuales sirven como refugio y

guardería de los alevines y juveniles de numerosas especies, no solo ícticas si no también de crustáceos.

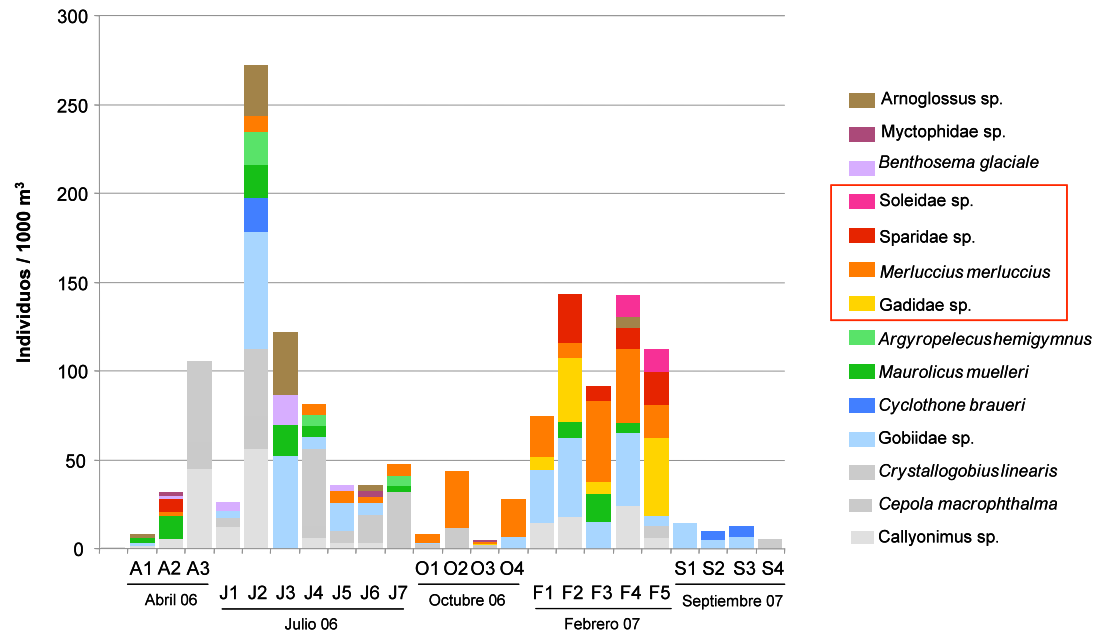


Fig. 5-7. Larvas de peces en las muestras de zooplancton del cañón del Cap de Creus. En tonos naranjas, rojos y fucsias se destacan las especies y grupos de interés comercial (enmarcadas en rojo en la leyenda de la figura).

El Golfo de León es además una zona de reproducción de especies pelágicas comercialmente importantes, como la anchoa *Engraulis encrasicolus* (en primavera) y la sardina *Sardina pilchardus* (en otoño) (Sabatés et al. 2007). En el presente estudio, la abundancia de larvas de anchoa en verano fue de 2,5 ind/100m³ en julio del 2006 y las de sardina de 46 y 39 ind/m³ en febrero de 2007 y febrero de 2009 respectivamente.

5.2 Comunidades bentónicas

5.2.1 Franja costera

El área marina costera del Cap de Creus (entendida como la comprendida entre 0 y 60 metros de profundidad) presenta una amplia variedad de tipos de fondo y comunidades que las habitan (Fig. 5–8). La zona norte se caracteriza por una costa rocosa con fuertes pendientes y comunidades dominadas por organismos que colonizan fondos rocosos, mientras que la zona sur dominada por el Golfo de Roses es una costa plana con fondos de arena y barro dominada por comunidades de fondos blandos.

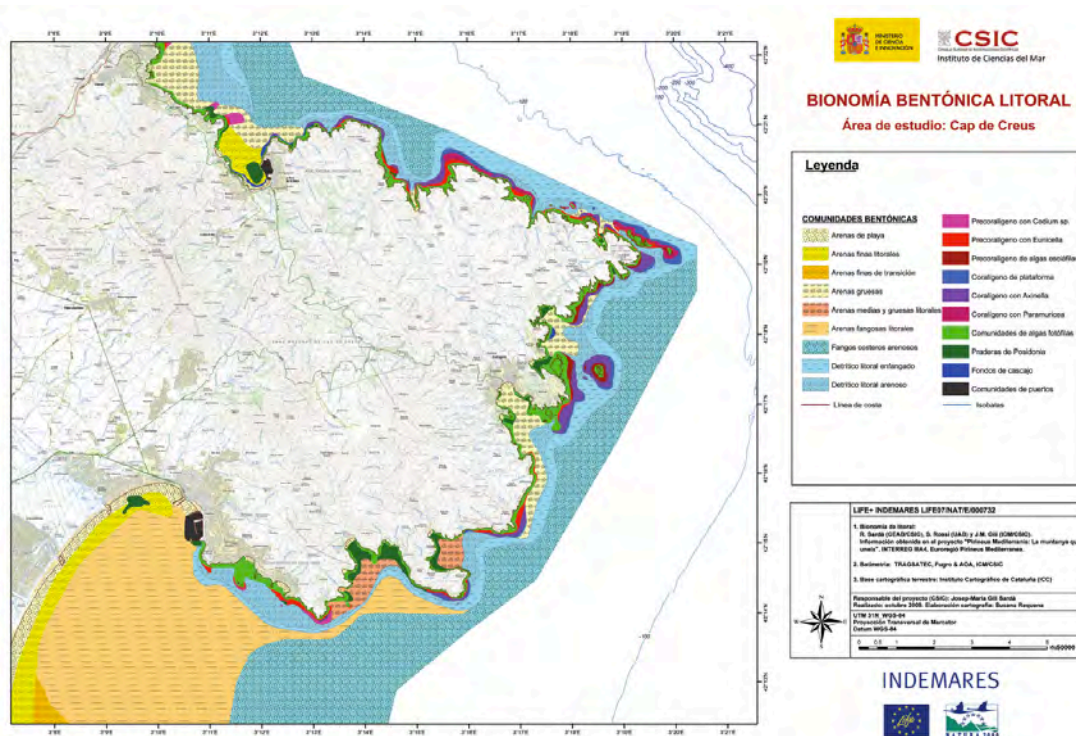


Fig. 5–8. Cartografía bionómica de las comunidades bentónicas de la zona marítima (0-60m de profundidad) en el Cap de Creus (Sardá et al. enviado). Una réplica de este mapa en tamaño DIN A4 y una en tamaño desplegable se encuentran al final de este informe.

5.2.1.1 Comunidades bentónicas

En la zona costera se han identificado unas 20 comunidades (Tabla 5–1, Sardá et al. enviado) que se visualizan en un mapa bionómico desarrollado con base a muestreos puntuales con draga Van Veen y arrastre bentónico, y al análisis de 80 transectos de vídeo registrados con un vehículo submarino controlado remotamente (ROV). Las comunidades y facies se han descrito basándose en los trabajos de Pérès y Picard (1964) y Ros et al. (1985).

En los fondos rocosos están representadas 4 comunidades infralitorales y 3 circalitorales. Entre las infralitorales dominan las comunidades de algas fotófilas, con unas 12 facies que se diferencian en función de su grado de exposición al oleaje y la dominancia de especies del género *Cystoseira*. Dada la escala a la que se presenta la cartografía bionómica de las comunidades, estas facies de

Cystoseira no se pueden representar debido a su corta extensión batimétrica aunque tienen una gran importancia en la zona. Bajo estas facies, a mayor profundidad, se extienden las facies de precoralígeno dominadas por algas esciáfilas, algas del género *Codium* y gorgonias del género *Eunicella*. Siguiendo la batimetría, las comunidades circalitorales están representadas por facies del coralígeno dominadas cada una de ellas por esponjas del género *Axinella*, la gorgonia *Paramuricea clavata* y por el coralígeno de plataforma situado sobre todo en la Massa d'Oros y en la Illa Encalladora, que son además, las áreas más frágiles y amenazadas de la zona litoral del Cap de Creus.

Tabla 5-1. Comunidades descritas en la zona marítima litoral del Cap de Creus y su extensión en hectáreas (Sardá et al. enviado).

Tipo de fondo	Ambientes	Comunidades bentónicas	Ha	
Blandos	De playas	Playas arenosas	821.6	
		Arenas litorales	1,671.60	
	Arenas fangosas litorales	Arenas finas litorales	2,336.80	
		Arenas finas litorales (facies de transición)	1,037.70	
		Arenas medias y gruesas litorales	1,450.40	
		Arenas detríticas litorales	22.5	
		Arenas detríticas litorales (con Maerl) (*)	4,480.30	
		Arenas con gravas y canros rodados	1,234.70	
		Arenas fangosas litorales	7,107.50	
		Arenas detríticas fangosas litorales	182.1	
		Arenas detríticas fangosas litorales (con Maerl) (*)	Arenas finas litorales (con <i>Cymodocea nodosa</i>) (*)	68.3
		Fondos terrígenos costeros	Fondos terrígenos costeros (fango)	182.1
	Praderas de fanerógamas	Praderas de <i>Posidonia oceanica</i>	182.1	
		Arenas finas litorales (con <i>Cymodocea nodosa</i>) (*)	68.3	
Antropogenizados	Ambientes de puertos	68.3		
Rocosos	Infralitoral rocoso	Comunidades de algas fotófilas	617.8	
		Precoralígenos con <i>Codium</i> spp.	85.4	
		Precoralígenos con <i>Eunicella</i> spp.	199.3	
		Precoralígenos con algas esciáfilas.	43.2	
	Circalittoral rocoso	Coralígeno de plataforma.	80.3	
		Coralígeno con <i>Axinella</i> spp.	170.6	
		Coralígeno <i>Paramuricea clavata</i>	36.5	

(*) No se ha podido medir la extensión de los fondos de Maerl y *Cymodocea nodosa* por su escasez en la zona marítima.

Los fondos de sustrato blando están representados por comunidades de arenas localizados en bahías donde las corrientes posibilitan la permanencia de las arenas, aunque se movilen arriba y abajo en un margen de 7 metros de profundidad. Los fondos de arenas litorales se sitúan en el infralitoral y se dividen en 4 categorías basándose en la composición de finos que albergan. Por debajo de estas comunidades de arenas litorales aparecen, a mayor profundidad, los fondos detríticos costeros que son muy importantes en el área incluso en la plataforma continental. De hecho las comunidades de detrítico costero se sitúan entre el límite inferior del infralitoral y el superior del circalitoral y además, separan las arenas litorales de los fondos de barros también litorales. Los fondos circalitorales de sustrato blando están dominados por fondos terrígenos costeros

que se extienden hacia la plataforma continental. Las praderas de fanerógamas son también muy importantes en el área y se sitúan en el infralitoral de sustratos blandos. Las praderas de *Posidonia oceanica* se extienden por todo el área costera del Cap de Creus, mientras que las de *Cymodocea nodosa* son más escasas y se encuentran en la zona norte.

En los siguientes apartados se presenta una breve descripción de las comunidades tanto de fondos rocosos como blandos, así como una imagen ilustrativa de cada una de ellas. La lista completa de las especies descritas hasta la fecha para estas comunidades forma parte del ANEXO I al final de este informe; el cartografiado de estas comunidades se presenta en la Fig. 5-8, la cual se ofrece también ampliada en formato DIN A4 y en formato desplegable al final de este informe.

Comunidades supralitorales y mediolitorales de playas

Entre las dunas móviles situadas entre la playa seca y la línea de mar se suelen observar asociaciones muy poco estructuradas de organismos que dependen en gran manera de los aportes marinos que alcanzan la línea litoral. Pequeños poliquetos, oligoquetos, nemátodos, anfípodos, isópodos y otros pequeños crustáceos, así como colémbolos y algunas especies de insectos, son las especies que dominan estas asociaciones. Pese a ello, si algo llama la atención en las playas del Golfo de Roses son sus dunas móviles, de las mejor conservadas de toda Cataluña, donde fácilmente podemos observar juncos marinos, tamarindos, lirios de mar y el resto de vegetación típica de las playas Mediterráneas.



Fig. 5-9. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tonos amarillos se representan las comunidades de playa. Dcha: Aspecto de una playa que alberga comunidades supralitorales y mediolitorales.

Comunidades de Marismas

Las marismas de l'Alt Empordà incluyen zonas muy transformadas y canalizadas (Empúria Brava) y otras mejor conservadas, como las marismas localizadas entre la Muga y el Fluvià. Algunas comunicaciones abiertas con el mar facilitan la existencia de zonas inundables, a veces canales artificiales, que se dispersan por toda la marisma, dada la gran comunicación entre las lagunas. El Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, con unas cinco mil hectáreas de extensión, constituye una de las mejores representaciones de ecosistemas acuáticos costeros de toda la costa Mediterránea española.



Fig. 5-10. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tonos morados se representan las comunidades de marisma. Dcha: Aspecto de una marisma.

Arenas de playas: comunidades "del surf"

Las playas constituyen ecosistemas sumamente frágiles en los que los granos de arena suelen estar en continuo movimiento. Entre la línea de mar y los 5-7m. de profundidad se dispone la llamada playa sumergida, la cual suele albergar una fauna muy particular, en la mayoría de los casos enormemente degradada por las actividades humanas. Todas las playas con sedimentos presentan estas comunidades sumergidas. En zonas protegidas como es el caso dels Aiguamolls de L'Empordà, estas arenas debieran, como parte integrante de la playa, estar asimismo protegidas.

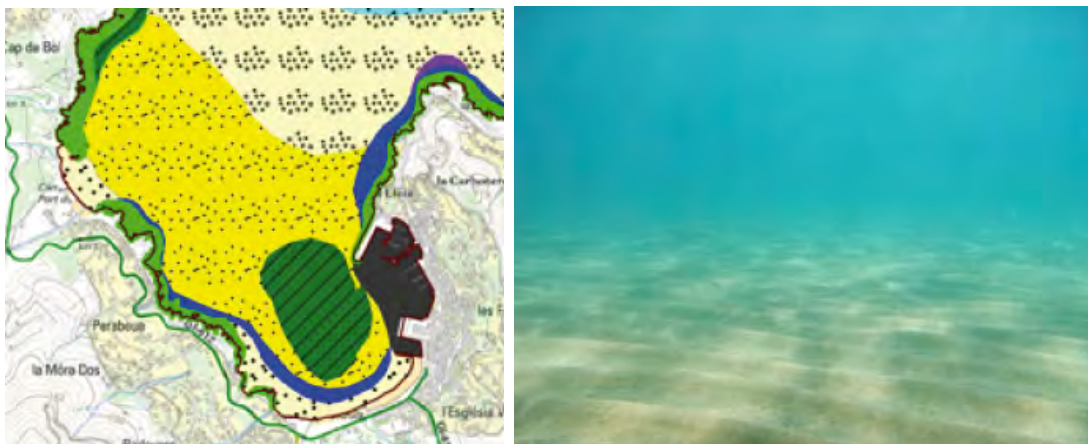


Fig. 5-11. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tonos amarillos se representan las comunidades del "surf". Dcha: Imagen submarina de las comunidades de "surf".

Comunidades de fondos blandos de arenas finas

Los fondos blandos de arenas finas son uno de los hábitats más frecuentes del Mediterráneo noroccidental. Se sitúan por debajo de las arenas de playa, entre los 5 y los 25m de profundidad, donde es frecuente encontrar la comunidad de arenas finas y medias con *Spisula subtruncata*, un pequeño bivalvo muy frecuente que da nombre a la comunidad. Esta comunidad se encuentra muy bien representada en todo el Golfo de Roses, así como en las zonas menos profundas de la parte Norte del Alt Empordà, calas de Port de la Selva, Llançà, Colera y Portbou.

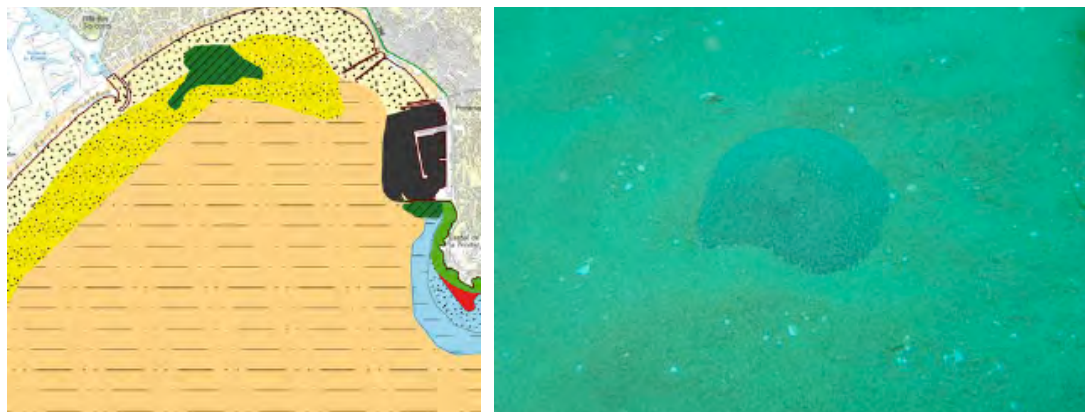


Fig. 5-12. (detalle de la Fig. 23) Izda: En color crema se representan los fondos blandos de arenas finas. Dcha: Imagen submarina de este tipo de fondos.

Comunidades de fondos blandos de arenas finas (facies de transición)

Las facies de transición de la comunidad de arenas finas son bastante frecuentes y se suelen disponer en las zonas más profundas de aquella comunidad, entre los 20 y los 30m de profundidad, donde la influencia de las corrientes y los temporales es menor. Están caracterizadas por cambios en la composición de las especies más típicas, destacando la aparición variable de determinadas especies de anélidos poliquetos como *Ditrupa arietina* o *Nephtys* spp. Al igual que en el caso de la comunidad típica, esta facies se encuentra muy bien representada en la zona sur del Golfo de Roses, no encontrándose en la zona norte en la que el contenido en finos es mucho menor.



Fig. 5-13. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tono azul se representan los fondos blandos de arenas finas (facies de transición). Dcha: Imagen submarina de este tipo de fondos.

Comunidades de fondos blandos de arena con *Cymodocea nodosa*

Cymodocea nodosa es una planta típicamente colonizadora o pionera, con una amplia tolerancia ambiental. Normalmente se encuentra a poca profundidad en zonas tranquilas, pero también es un componente muy característico de los fondos arenosos expuestos por debajo de la zona de playa sumergida. Ocasionalmente es posible encontrar praderas de esta planta hasta los 30 y los 40m de profundidad. La zona del Alt Empordà no es muy propicia para ella debido al elevado hidrodinamismo de sus aguas. No obstante podemos encontrar pequeñas manchas en la zona comprendida entre Port de la Selva y Colera.



Fig. 5-14. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tono crema se representan los fondos de arena con *Cymodocea nodosa*. Dcha: Imagen submarina de esta comunidad.

Comunidades de fondos blandos de arenas medias y gruesas

Cuando el tamaño medio del grano de arena supera las 200-250 micras, las arenas son clasificadas como medias (0,2-0,5 mm) o gruesas (0,5-1 mm). Estas arenas suelen albergar, por regla general en esta zona, dos tipos de comunidades; la comunidad de arenas finas o medias con *Spisula subtruncata* y la comunidad de arenas medias o gruesas con *Branchiostoma lanceolatum* (amfioxo) y/o *Echinocardium* spp. Este tipo de arenas, de origen terrígeno, es bastante frecuente en fondos infralitorales de la Costa Brava donde también resultan frecuentes las paredes rocosas. Suele observarse en todo el Cap de Creus por delante de los fondos detríticos.

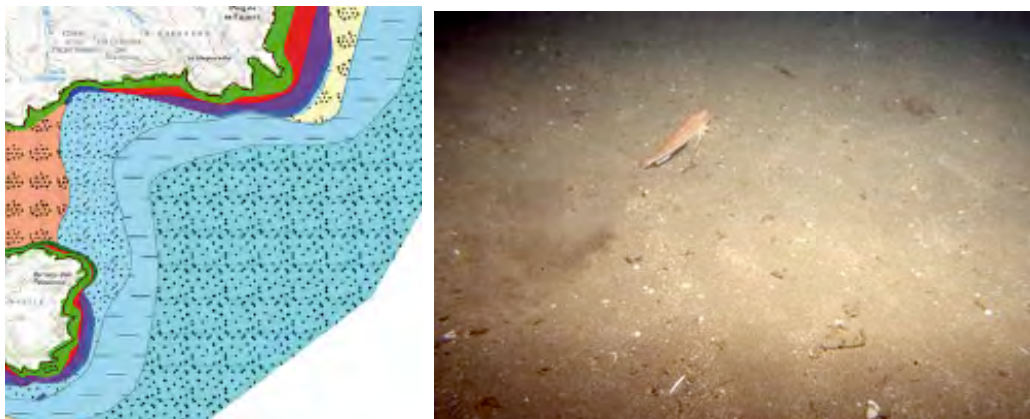


Fig. 5-15. (detalle de la Fig. 23) Izda: En el tono azul intenso con trama punteada se representan los fondos blandos de arenas medias y gruesas. Dcha: Imagen submarina de esta comunidad.

Comunidades de fondos detríticos costeros arenosos

Las comunidades de fondos detríticos costeros sustituyen a las comunidades de arenas finas y/o medias y gruesas a profundidades superiores a los 30-35m. Cuando estas estructuras se encuentran en zonas de baja deposición de material fino, el detrítico se conoce por arenoso. Las gravas y las arenas suelen depositarse también con elementos de carácter más orgánico, aunque no en una elevada proporción. Exceptuando la zona del Golfo de Roses, todo el Cap de Creus, así como la zona norte de éste, presenta una banda más o menos ancha de este tipo de detrítico entre las facies arenosas y las facies fangosas.

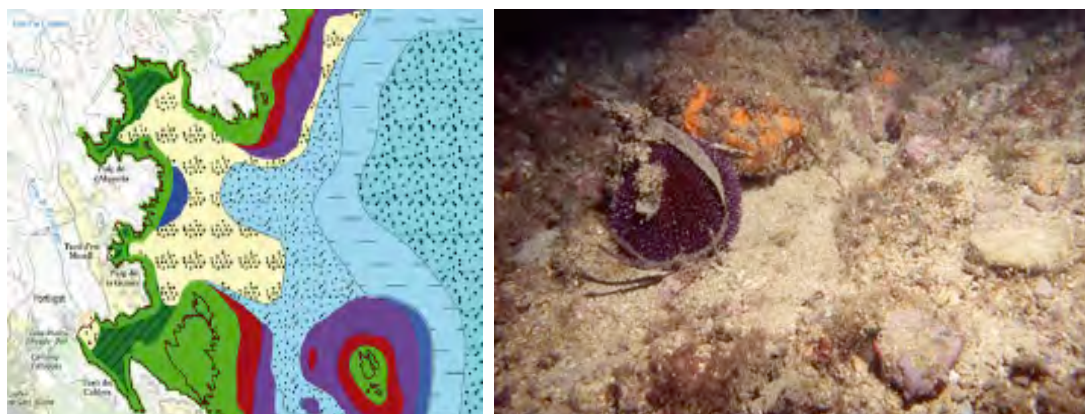


Fig. 5-16. (detalle de la Fig. 23) Izda: El tono azul cielo más cercano a la costa representa los fondos detríticos costeros arenosos. Dcha: Imagen submarina de esta comunidad.

Comunidades de fondos detríticos costeros con fango

Las comunidades de fondos detríticos costeros pueden enfangarse allí donde los depósitos de material fino son considerables. En estos casos podemos observar arenas más o menos fangosas con un elevado porcentaje de restos organógenicos constituidos por conchas y algas calcáreas en pequeña proporción. En estas zonas es frecuente la aparición de organismos suspensívoros. A medida que ganamos en profundidad, el detrítico enfangado sustituye al detrítico costero arenoso en la zona del Cap de Creus. A mayor profundidad tan solo observaremos la aparición de las facies puramente fangosas.

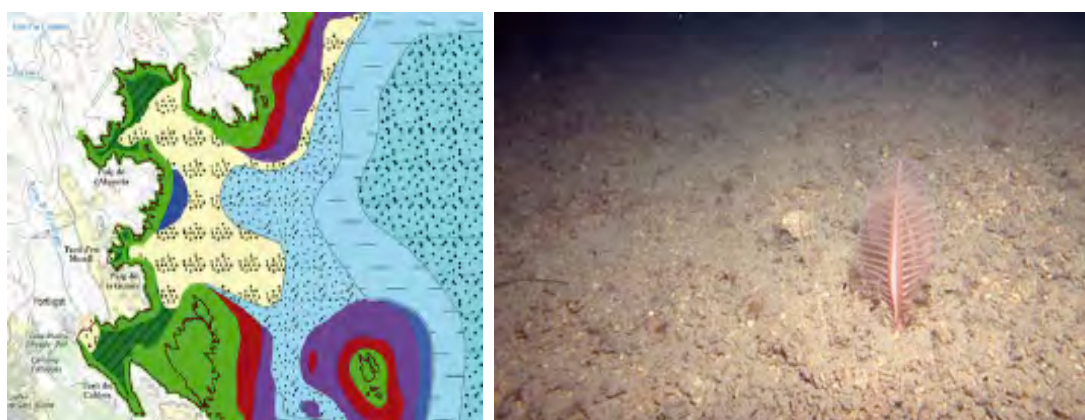


Fig. 5-17. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tono azul cielo con trama de líneas horizontales, se representan los fondos detríticos costeros con fango. Dcha: Imagen submarina de la comunidad.

Comunidades de fangos de arena litorales

Los fondos fangosos ocupan generalmente las zonas de plataforma por debajo de los 50m de profundidad. Estos fondos se distribuyen en diferentes facies y/o comunidades. Dado que la separación entre arenas y fangos no es abrupta, sino que implica un proceso de transición, en determinados lugares aparecen comunidades de fangos aún con un elevado componente de carácter arenoso. Los fangos arenosos en la zona se encuentran en la bahía de Roses, alcanzando profundidades menores en la parte norte de la bahía como consecuencia del menor hidrodinamismo de esta zona en relación al otro extremo de la misma.



Fig. 5-18. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tono ocre se representan los fondos fangosos de arenas litorales. Dcha: Imagen submarina de esta comunidad.

Comunidades de fangos costeros

Los fondos cuyo sedimento está constituido principalmente por material muy fino (pelitas) dan lugar a los fangos costeros. Dependiendo de su composición sedimentológica, profundidad y composición específica podemos encontrar diferentes comunidades y/o facies asociadas a dichos fondos (equinodermos como *Amphiura filiformis* y/o bivalvos como *Nucula sulcata* o *Venus ovata* son característicos y dan nombre a las comunidades). Los fangos costeros menos profundos, empezando sobre los 60m de profundidad, constituyen la comunidad de fangos costeros con *Nucula sulcata* siendo fácilmente observables en la parte exterior de la bahía de Roses.

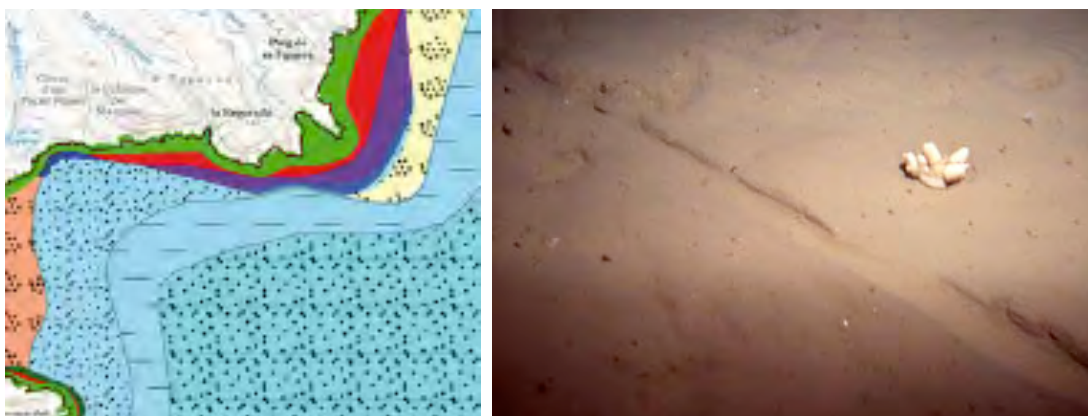


Fig. 5-19. (detalle de la Fig. 23) Izda: En el tono azul más alejado de la costa y con trama punteada se representan los fondos de fangos costeros. Dcha: Imagen submarina de esta comunidad.

Comunidades de fondos de Maerl

Sobre fondos blandos de carácter detrítico pueden depositarse especies de algas coralináceas arborescentes libres que al encontrarse en gran cantidad determinan una de los tipos de comunidades más vistosas de nuestros fondos, el “maerl” (grapissar). Su disposición sobre fondos detríticos arenosos o enfangados marca el límite inferior de la vegetación sumergida. Podemos encontrar diferentes lugares con “maerl” por todo el Cap de Creus, normalmente por debajo de los 30m de profundidad. Destacan las formaciones orientadas a Levante en la cara norte del cabo, y aquellas que rodean la Isla Messina.

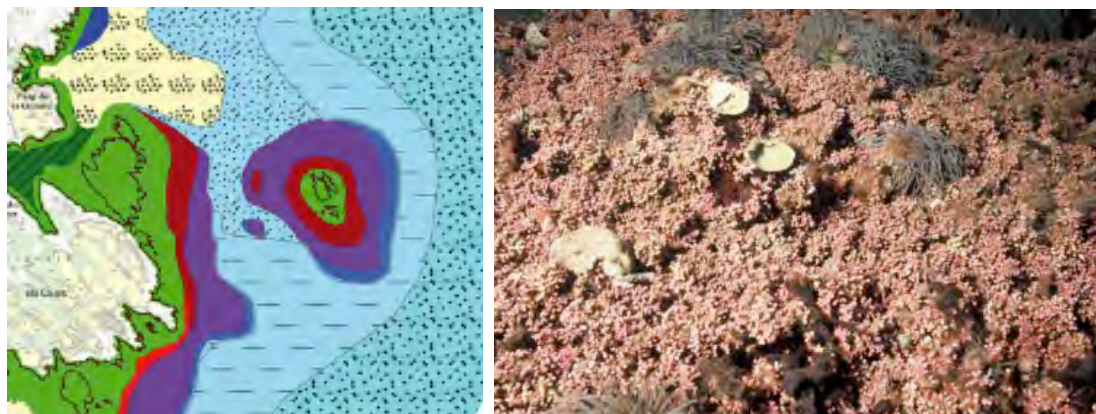


Fig. 5-20. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tono azul oscuro se representan los fondos de maerl. Dcha: Imagen submarina de esta comunidad.

Comunidad de *Posidonia oceanica*

Las praderas de esta fanerógama marina desarrollan un sinfín de funciones y servicios ecológicos de todo tipo: protegen la zona costera, fijan sedimentos, constituyen zonas de refugio y de cría, albergan una gran biodiversidad, son exportadoras de nutrientes, etc. Todo ello determina que sea una planta altamente protegida en la actualidad en nuestras costas. La comunidad de *Posidonia oceanica* la podemos encontrar por toda la zona de estudio. Se distribuye en praderas más o menos bien estructuradas en las diferentes calas del Cap de Creus y en las zonas de interfase de la roca litoral con las zonas arenosas. Es menos presente en la bahía de Roses.

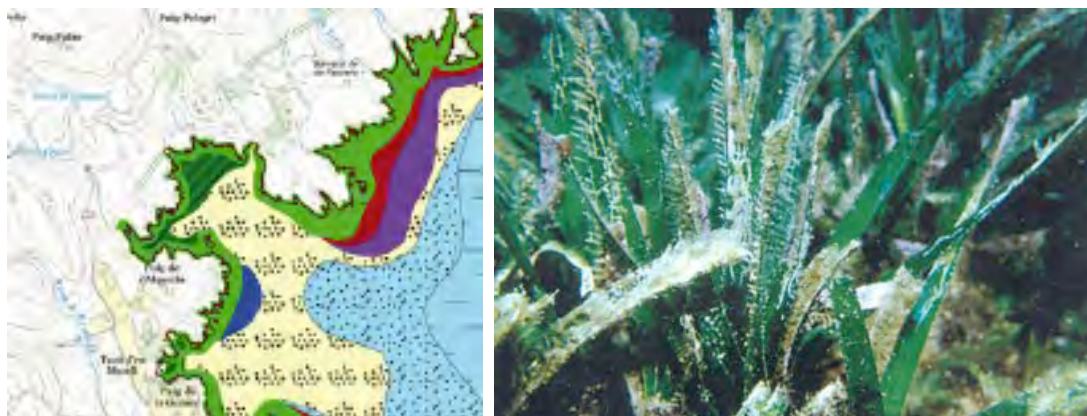


Fig. 5-21. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tono verde oscuro con trama se representan los fondos de *Posidonia oceanica* Dcha: Imagen submarina de esta comunidad.

Comunidades supralitorales y mediolitorales sobre sustrato rocoso

En determinados momentos la zona supralitoral puede estar salpicada por el agua de mar, mientras que la zona mediolitoral corresponde a la zona situada al nivel de las débiles mareas que se encuentran en el Mediterráneo y por tanto más humedecida por el agua de mar. Pese a ser dos bandas que apenas tienen un grosor apreciable, un buen número de comunidades animales y algales suelen disponerse en bandas (horizontes). En la zona norte del Cap de Creus encontramos probablemente la mejor representación de estas comunidades de toda Cataluña, pudiendo alcanzar alturas de hasta cuatro o cinco metros sobre el nivel del mar.

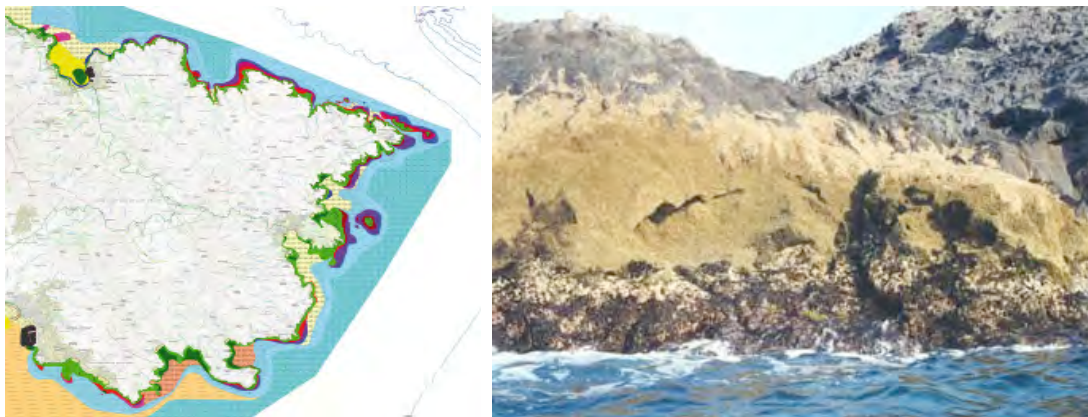


Fig. 5-22. Izda: Las comunidades supra y mediolitorales sobre sustrato rocoso aparecen a lo largo de toda la línea de costa. Dcha: Imagen de los ambientes que albergan estas comunidades.

Comunidades supralitorales: “el trottoir”

En las zonas mediolitorales en la que se dan condiciones de hidrodinamismo muy elevadas e inclinaciones sumamente verticales, se deposita un alga coralinácea, *Lithophyllum lichenoides*, la cual puede llegar a formar unas cornisas muy llamativas que recuerdan la disposición de las circunvoluciones del cerebro humano. La cornisa así estructurada tiene el nombre común de “trottoir” y alberga en su interior un gran número de organismos. A medida que los lugares son menos batidos y verticales, la cornisa pierde relevancia. Las formaciones de “trottoir” más aparentes se pueden observar en la zona norte del Cap de Creus, más expuesta a las duras condiciones del mar.

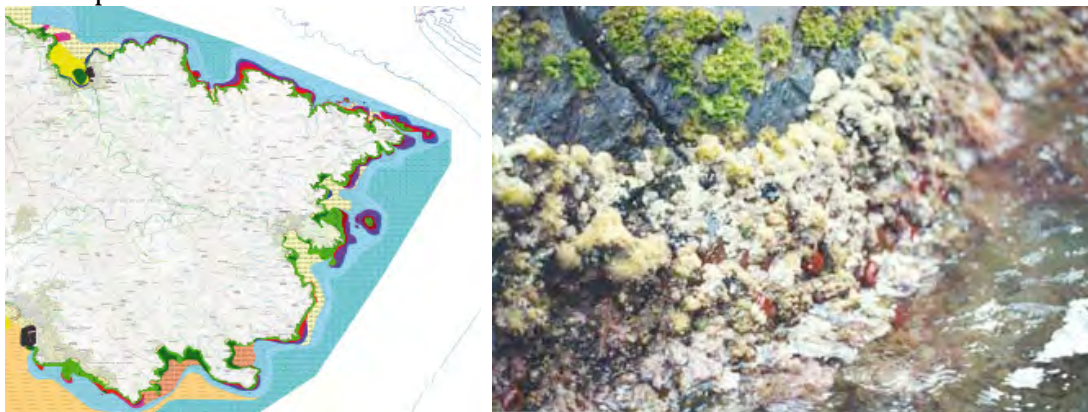


Fig. 5-23. Las comunidades de “trottoir” aparecen a lo largo de toda la línea de costa. Dcha: Imagen de este tipo de comunidades.

Comunidad de algas fotófilas

Por debajo del “trottoir” se entra en el dominio infralitoral, en permanente contacto con el agua de mar y con condiciones ecológicas propicias para comunidades algales. Un buen número de diferentes horizontes algales puede observarse desde los 0 a los 15-20m de profundidad, los cuales se estructuran en función de la irradiancia lumínica y de las condiciones hidrodinámicas, recibiendo la denominación de comunidades de algas fotófilas. Todos los fondos rocosos del Alt Empordà presentan un cinturón de algas fotófilas a su alrededor. En él, especies de los géneros *Corallina*, *Cystoseira*, *Asparagopsis*, *Halopteris*, *Dyctiota*, *Sphaerococcus*, entre otros, pueden verse muy bien representadas.

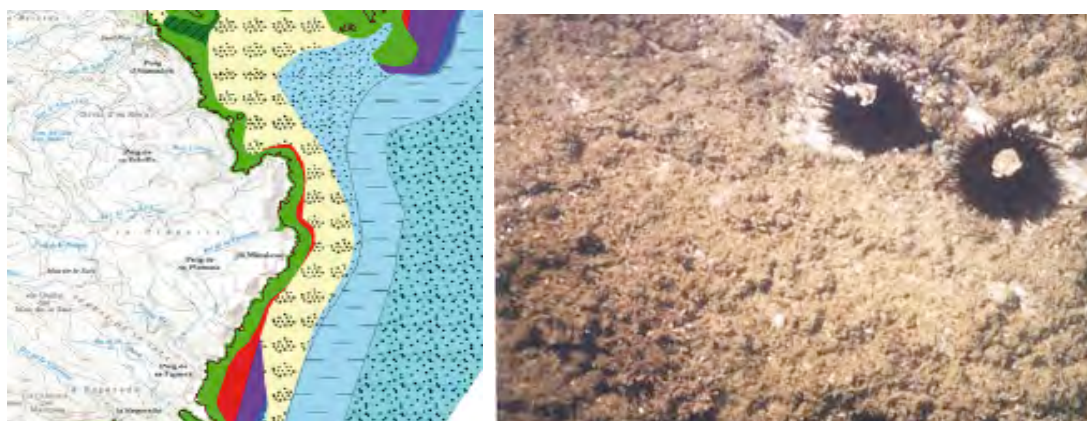


Fig. 5-24. (detalle de la Fig.23) Izda: En tono verde se representan las comunidades de algas fotófilas. Dcha: Imagen de este tipo de comunidades.

Comunidad del precoralígeno: algas esciáfilas

A mayor profundidad y en zonas de extraplomos, las comunidades algales cambian de aspecto y especies más adaptadas a menor luminosidad ganan en importancia junto con especies de algas calcáreas y determinados suspensívoros. Se entra en los dominios precoralígenos. Un primer precoralígeno típico es el formado por algas esciáfilas tales como *Halimeda tuna*, *Peyssonnelia* spp, *Mesophyllum lichenoides*, *Mesophyllum expansum*. No es el precoralígeno más abundante en el Cap de Creus. Sus extensiones más notables las podemos encontrar en la zona este del Cabo, por debajo del cinturón de algas fotófilas.



Fig. 5-25. (detalle de la Fig.23) Izda: En tono morado se representan las comunidades de algas esciáfilas. Dcha: Imagen de este tipo de comunidades.

Comunidad del precoralígeno: *Codium bursa*

Un tercer tipo de precoralígeno es aquel que se desarrolla sobre rocas con un elevado recubrimiento calcáreo y donde la presencia de algas pardas erectas y sobre todo del alga *Codium bursa* es notable. En este tipo de precoralígeno también podemos observar una notable presencia de fauna asociada aunque sin llegar a estar muy dominado por gorgonias. Las formaciones mejor estructuradas de este tipo de precoralígeno pueden observarse en la zona norte del Alt Empordà, especialmente en la zona entre el Port de la Selva y Portbou.



Fig. 5-26. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tono rosado se representa la comunidad de precoralígeno dominada por *Codium bursa*. Dcha: Imagen de este tipo de comunidades.

Comunidad del coralígeno de *Eunicella singularis*

En aquellos ambientes en los que se gana rápidamente en profundidad y aparecen paredes submarinas muy verticales, los cinturones fotófilos son sustituidos por una comunidad en la que sobre una base de algas calcáreas, determinadas especies de gorgonias adquieren una especial relevancia. De entre ellas, sobresale notablemente *Eunicella singularis*, una de las especies más abundantes en todo el Cap de Creus. El precoralígeno de *Eunicella singularis* es más abundante en la parte norte del Cap de Creus, donde suele alternar con zonas en las que la presencia de gorgonias es menor y otras algas esciáfilas adquieren una mayor importancia.

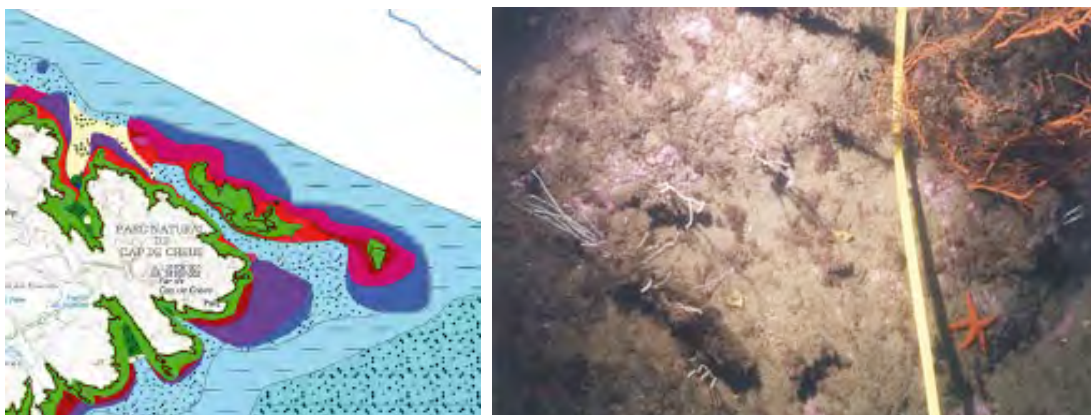


Fig. 5-27. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tono morado se representa la comunidad de precoralígeno de *Eunicella singularis*. Dcha: Imagen de este tipo de comunidades.

Comunidad del coralígeno de *Eunicella singularis* y *Axinella polypoides*

Por debajo de los 30m en sustrato rocoso, las condiciones de luz determinan que la dominancia algal erecta sea reemplazada por algas calcáreas y por suspensívoros promoviendo una estructura organogénica conocida como el coralígeno. En general encontramos el coralígeno de roca costera y el coralígeno de plataforma. Las gorgonias y algunas esponjas arborescentes dominan normalmente el paisaje de la primera de estas tipologías. El coralígeno de roca costera puede encontrarse en diferentes niveles batimétricos y según la especie que domina el paisaje podemos asociarlo a una facies o a otra. La presencia conjunta de *Eunicella singularis* y *Axinella polypoides* forma una unidad paisajística muy común en el Cap de Creus.



Fig. 5-28. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tono azul oscuro se representa la comunidad de coralígeno de *Eunicella singularis* y *Axinella polypoides*. Dcha: Imagen de este tipo de comunidades.

Comunidad del coralígeno de *Paramuricea clavata*

El coralígeno con *Paramuricea clavata*, probablemente el paisaje submarino más espectacular de todos los que se pueden encontrar en el Cap de Creus, es propio de lugares muy poco iluminados y sometidos a corrientes intensas, al mismo tiempo que favorecidos por importantes concentraciones de materia orgánica particulada. Se suele encontrar preferentemente en la zona Noreste del Cap de Creus, en las zonas más exteriores y más expuestas, a profundidades que se sitúan entre los 30 y los 45m.

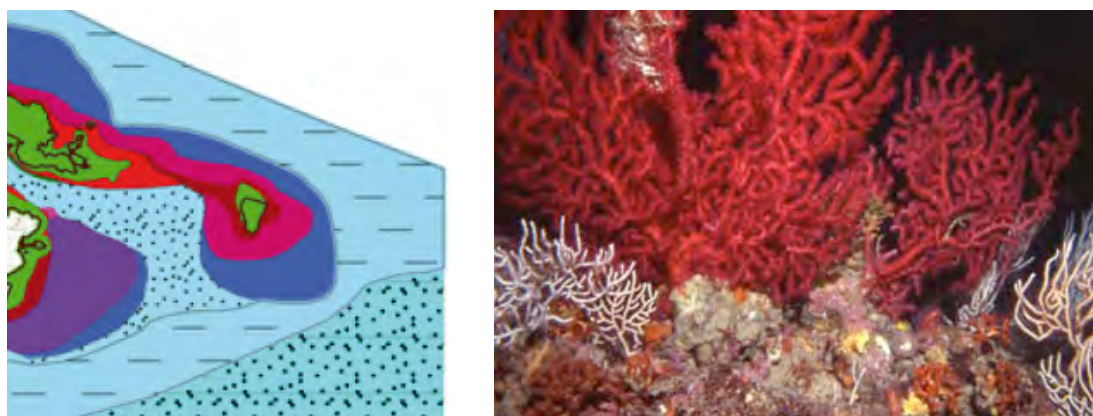


Fig. 5-29. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tono rojo se representa la comunidad de coralígeno de *Paramuricea clavata*. Dcha: Imagen de este tipo de comunidades.

Comunidad del coralígeno de plataforma

La otra gran tipología de coralígeno es el de plataforma, el cual se deposita sobre los fondos formando masas muy sólidas de concreciones calcáreas con multitud de canales y túneles. El coralígeno de plataforma presenta una diversidad espectacular, estando dominado por multitud de gorgonias, alcionarios, esponjas, briozoos y tunicados de diferentes formas y colores. El coralígeno de plataforma se observa a partir de los 40m de profundidad. Uno de los más vistosos puede apreciarse en la parte exterior de la Isla Massa d'Oros, desgraciadamente, en buena parte, fuera de los límites del Parque Natural, lo que hace que no esté amparado hasta la fecha por ninguna figura de protección.

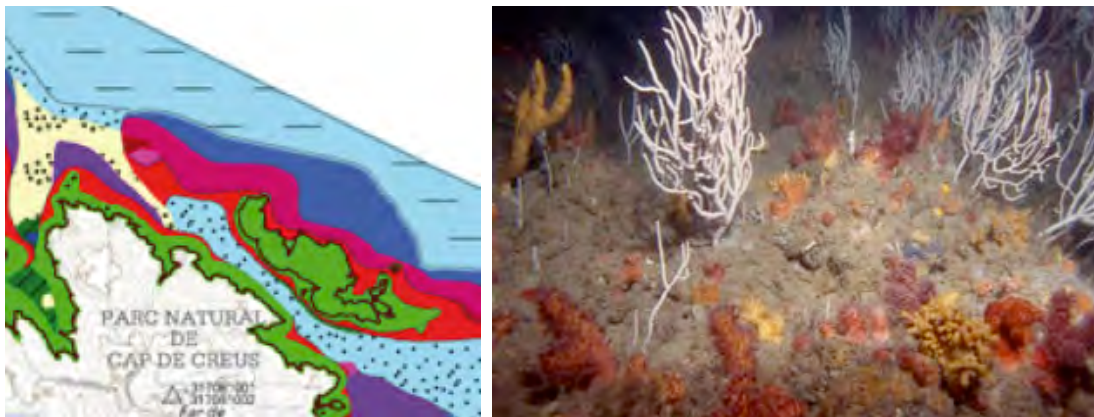


Fig. 5-30. (detalle de la Fig. 23) Izda: En tono azul oscuro se representa la comunidad de coralígeno de plataforma Dcha: Imagen de este tipo de comunidades.

Comunidad de roca costera: facies de cavidades

Entre el coralígeno de roca costera y el coralígeno de plataforma puede apreciarse una facies muy particular de coralígeno que está asociada a la presencia de pequeñas cuevas y cavidades. En dichas formaciones se pueden encontrar multitud de organismos que encuentran allí un buen refugio. Entre ellos el codiciado coral rojo (*Corallium rubrum*). Las comunidades coralígenas del Cap de Creus son más frecuentes a medida que avanzamos hacia su extremo más oriental, la presencia de zonas con esta facies particular sigue también dicha regla general.

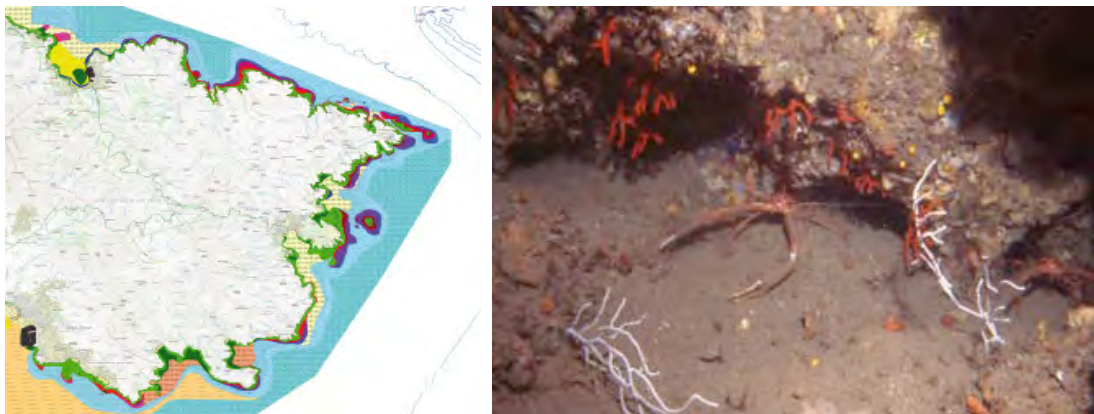


Fig. 5-31. (detalle de la Fig. 23) A lo largo de toda la costa se encuentran las comunidades de facies de cavidades Dcha: Imagen de este tipo de comunidades.

Comunidad de cascajo y cantos rodados

Aunque sin llegar a formar ningún tipo de comunidad en particular, los diferentes paisajes submarinos del Cap de Creus, con calas y torrenteras, determinan la acumulación de cascajo y/o cantos rodados en su relieve submarino. Sobre estas piedras pueden disponerse diferentes facies según lugar y profundidad, destacando así mismo la abundante y variada fauna infralapidícola asociada. Estas formaciones son más frecuentes en la zona norte del Cap de Creus, donde suelen estructurarse dentro de calas o en zonas expuestas por debajo de las facies fotófilas, antes de llegar al sustrato arenoso.



Fig. 5-32. (detalle de la Fig. 23) Izda: En azul claro, con trama punteada tenue, se representa la comunidad de cascajo y cantos rodados Dcha: Imagen de este tipo de comunidades.

Comunidades portuarias

Determinados ambientes alterados por la acción humana y dedicados a actividades portuarias o recreativas presentan en sus fondos facies particulares muy heterogéneas. El confinamiento de sus masas de agua determina una rápida sedimentación de partículas y un progresivo enfangamiento. Todo ello lleva pareja la presencia de diferentes facies que recrean las diferentes condiciones que en estos ambientes se dan. Los puertos y marinas de la zona están básicamente colonizados por facies fangosas. Los canales artificiales de Sta. Margarida presentan manchas de *Caulerpa prolifera*, y en otros casos, como en el caso del puerto de Portbou, un inicio de la sucesión biológica a estas condiciones.



Fig. 5-33. (detalle de la Fig. 23) Izda: En gris oscuro se representan las comunidades portuarias. Dcha: Imagen de este tipo de comunidades.

5.2.1.2 Distribución de las abundancias de gorgonias en la franja costera

La descripción y la determinación de las variaciones en el espacio de las abundancias de las especies es un elemento fundamental para el establecimiento de planes de gestión y de conservación. Entre las especies de invertebrados sésiles de las comunidades bentónicas costeras del Mar Mediterráneo, las gorgonias juegan un importante papel como especies constructoras del hábitat, contribuyendo de forma determinante a la biomasa, la complejidad estructural y a la biodiversidad de las comunidades bentónicas (Gili y Ros 1985).

Tres especies de gorgonias son las más abundantes en la franja costera del Mediterráneo occidental: *Eunicella singularis*, *Paramuricea clavata* y *Leptogorgia sarmentosa*. En la franja costera del Cap de Creus, *Eunicella singularis* resulta ser la especie más frecuente y más abundante, representando el 86,1% de todas las colonias de gorgonias observadas y estando presente en el 18,7% de los 2326 puntos de muestreo analizados en los 76 transectos de vídeo realizados con el robot submarino Phantom XTL a lo largo de la costa del Cap de Creus (Fig. 5-34).

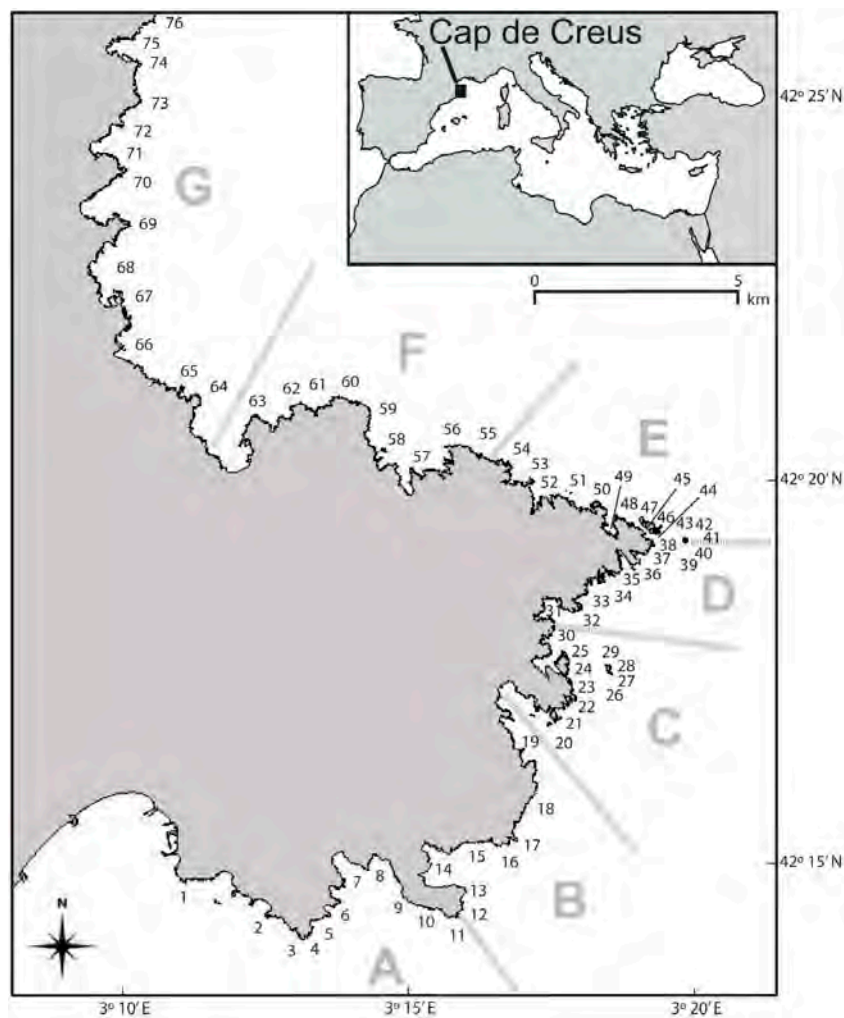


Fig. 5-34. Mapa del Cap de Creus con la posición de los transectos ROV (1 - 76) y la división de la costa en tramos (A - G).

Paramuricea clavata resulta ser la segunda especie en cuanto a frecuencia y abundancia, representando el 12,6% del total de las colonias de gorgonias observadas y estando presente en el 3,4% de los puntos de muestreo. Por último, *Leptogorgia sarmentosa* resulta ser la especie de gorgonia más escasa en la franja costera del Cap de Creus, donde representa el 1,3% de todas las colonias de gorgonias observadas, y se encuentra tan solo en el 2,2% de los puntos de muestreo (Gori et al. 2011). En la franja costera del cabo, *Eunicella singularis* es la especie de gorgonia que muestra las mayores densidades (hasta 37,0 col/m²), el doble de la densidad máxima observada para *Paramuricea clavata* (18,5 col/m²). *Leptogorgia sarmentosa* está presente en el área con valores de densidad mucho más bajos (0,5 - 1,5 col/m²) (Tabla 5-2) (Gori et al. 2011).

Tabla 5-2. Presencia y distribución espacial de las gorgonias por unidades de muestreo a lo largo de los tramos de costa del Cap de Creus.

Tramo de costa	Unidades de muestreo			Especies		Colonias		Densidad máxima (colonias m-2)	
	Número	con gorgonias	(%)	Número	(%)	Número	(%)		
A	411	20	(4,9)	<i>E. singularis</i>	14	(3,4)	109	(84,5)	20,5
				<i>P. clavata</i>	2	(0,5)	15	(11,6)	4,5
				<i>L. sarmentosa</i>	5	(1,2)	5	(3,9)	0,5
B	233	23	(9,9)	<i>E. singularis</i>	22	(9,4)	172	(99,4)	30,5
				<i>P. clavata</i>	0	(0,0)	0	(0,0)	0,0
				<i>L. sarmentosa</i>	1	(0,4)	1	(0,6)	0,5
C	332	68	(20,5)	<i>E. singularis</i>	53	(16,0)	206	(81,7)	15,0
				<i>P. clavata</i>	8	(2,4)	28	(11,1)	4,0
				<i>L. sarmentosa</i>	13	(3,9)	18	(7,1)	1,5
D	342	73	(21,3)	<i>E. singularis</i>	58	(17,0)	593	(86,6)	28,5
				<i>P. clavata</i>	11	(3,2)	67	(9,8)	10,0
				<i>L. sarmentosa</i>	20	(5,8)	25	(3,6)	1,5
E	403	128	(31,8)	<i>E. singularis</i>	120	(29,8)	1598	(81,4)	34,0
				<i>P. clavata</i>	39	(9,7)	360	(18,3)	17,5
				<i>L. sarmentosa</i>	5	(1,2)	5	(0,3)	0,5
F	236	54	(22,9)	<i>E. singularis</i>	51	(21,6)	794	(81,4)	30,0
				<i>P. clavata</i>	19	(8,1)	174	(17,8)	18,5
				<i>L. sarmentosa</i>	4	(1,7)	7	(0,7)	1,5
G	369	119	(32,2)	<i>E. singularis</i>	117	(31,7)	920	(99,7)	37,0
				<i>P. clavata</i>	0	(0,0)	0	(0,0)	0,0
				<i>L. sarmentosa</i>	3	(0,8)	3	(0,3)	0,5

La costa norte del Cap de Creus muestra la mayor presencia y las mayores abundancias de gorgonias (Fig. 5-35). *Eunicella singularis* es la única especie presente a lo largo de toda la costa, siendo más frecuente y abundante en la costa norte del cabo y en algunos sitios puntuales de la costa sur. Las colonias adultas de esta especie están ampliamente distribuidas, mientras que las colonias juveniles de la misma especie (colonias de entre 2 y 5cm de altura máxima y sin ramificaciones), están más concentradas en las zonas de altas densidades de colonias adultas. La distribución de *Paramuricea clavata* se concentra, también, en la costa norte del cabo, donde esta especie muestra sus mayores densidades, mientras que a lo largo de la costa sur y la costa este del cabo *Paramuricea clavata* está presente solo en algunos pocos sitios muy localizados. A diferencia de las primeras dos especies, *Leptogorgia sarmentosa* resulta más frecuente a lo

largo de la costa este del cabo, a pesar de poderse encontrar con colonias aisladas a lo largo de toda la franja costera del Cap de Creus (Gori et al. 2011).

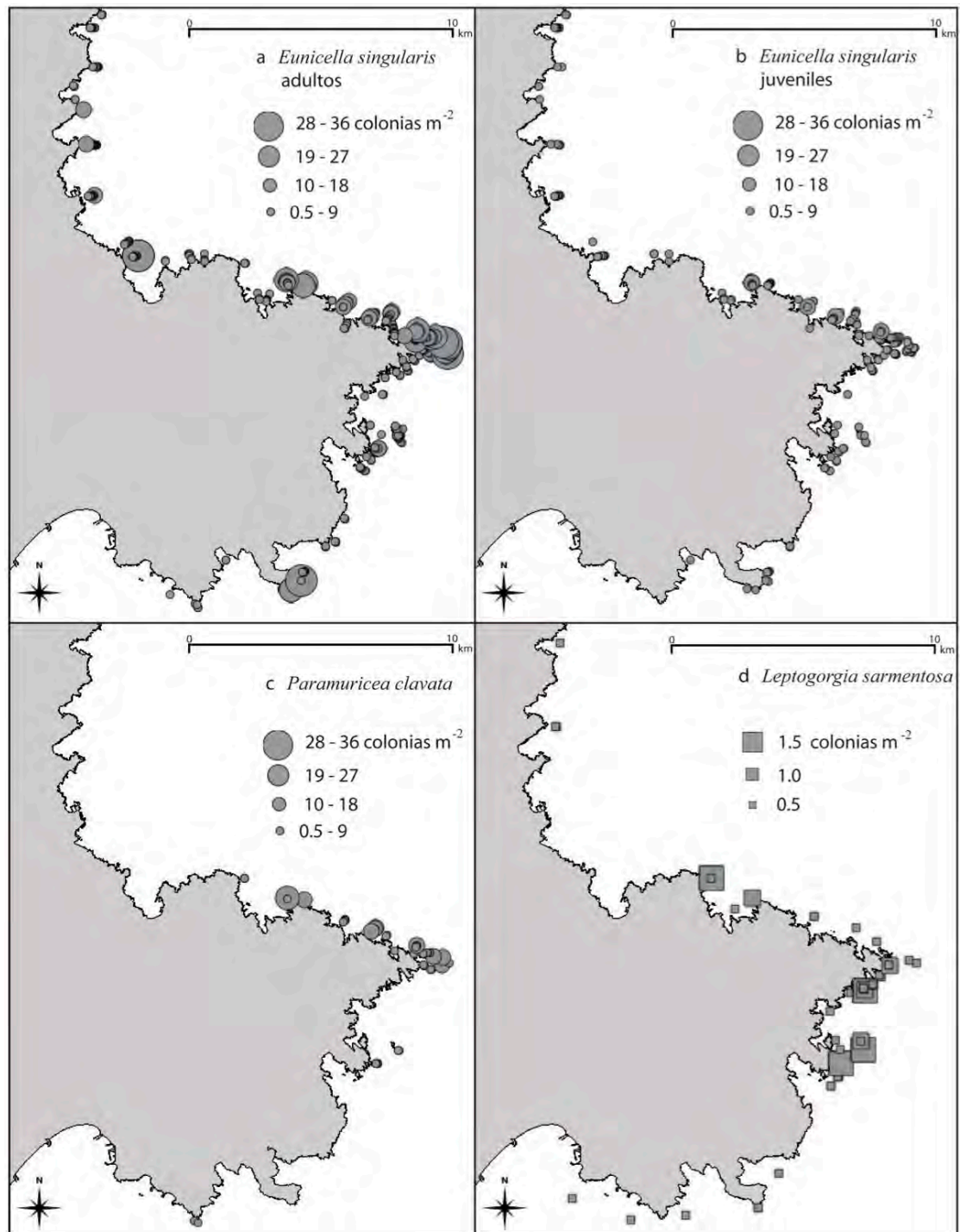


Fig. 5-35. Distribución espacial de las abundancias de las colonias adultas (a) y juveniles (b) de *Eunicella singularis*, *Paramuricea clavata* (c) y *Leptogorgia sarmentosa* (d).

La distribución batimétrica de *Eunicella singularis* en la franja costera del Cap de Creus va desde los 6 hasta los 67m, mostrando en la zona norte del cabo altas densidades desde la superficie hasta el fondo (Fig. 5-36 y Fig. 5-37). Esta especie está principalmente concentrada en la franja superficial en las zonas sur y este del Cap de Creus. Altas densidades de juveniles de *Eunicella singularis* se han encontrado en los mismos rangos batimétricos donde aparecen las mayores

densidades de las colonias adultas de la misma especie. La distribución batimétrica de *Paramuricea clavata* va desde los 15 hasta los 62m, estando especialmente restringida a la franja entre los 20 y los 50m donde esta especie muestra las mayores densidades en la costa norte del cabo (Fig. 5-38). *Leptogorgia sarmentosa* ha sido observada entre los 11 y los 61m de profundidad, siempre con muy baja frecuencia y muy bajas densidades (Fig. 5-39) (Gori et al. 2011).

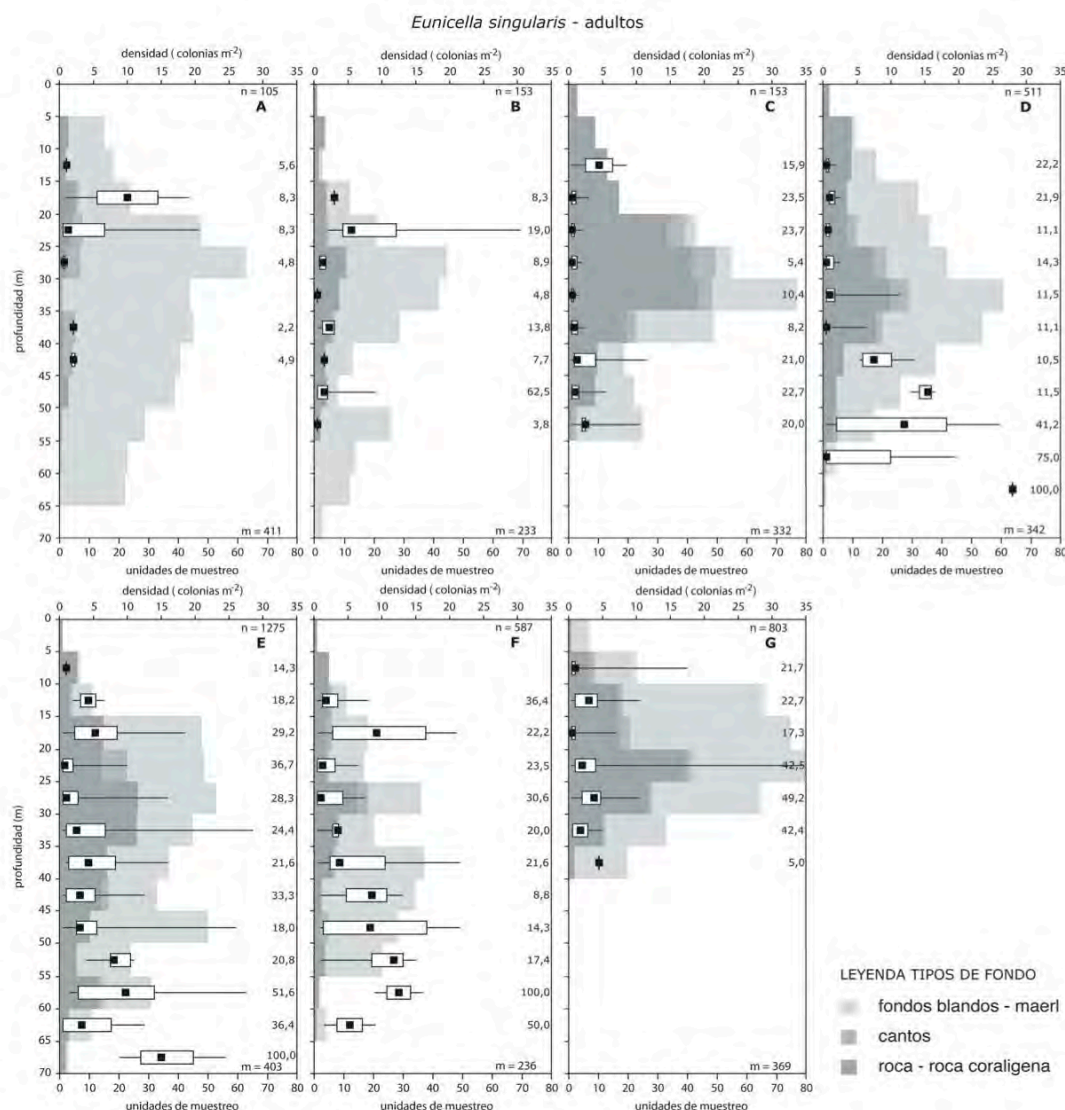


Fig. 5-36. Distribución batimétrica de las abundancias de las colonias adultas de *Eunicella singularis* en cada uno de los tramos de costa del Cap de Creus (A-G): los cuadrados negros indican el valor mediano, las cajas blancas indican el intervalo entre el primer y el tercer cuartil, y las líneas negras indican los valores mínimos y máximos. Los histogramas en gris representan el total de unidades de muestreo para cada tipo de fondo (véase leyenda) en cada intervalo batimétrico. Los números a la derecha indican el porcentaje de unidades de muestreo con presencia de la especie. El número total de colonias (n) y de unidades de muestreo (m) está indicado para cada tramo de costa.

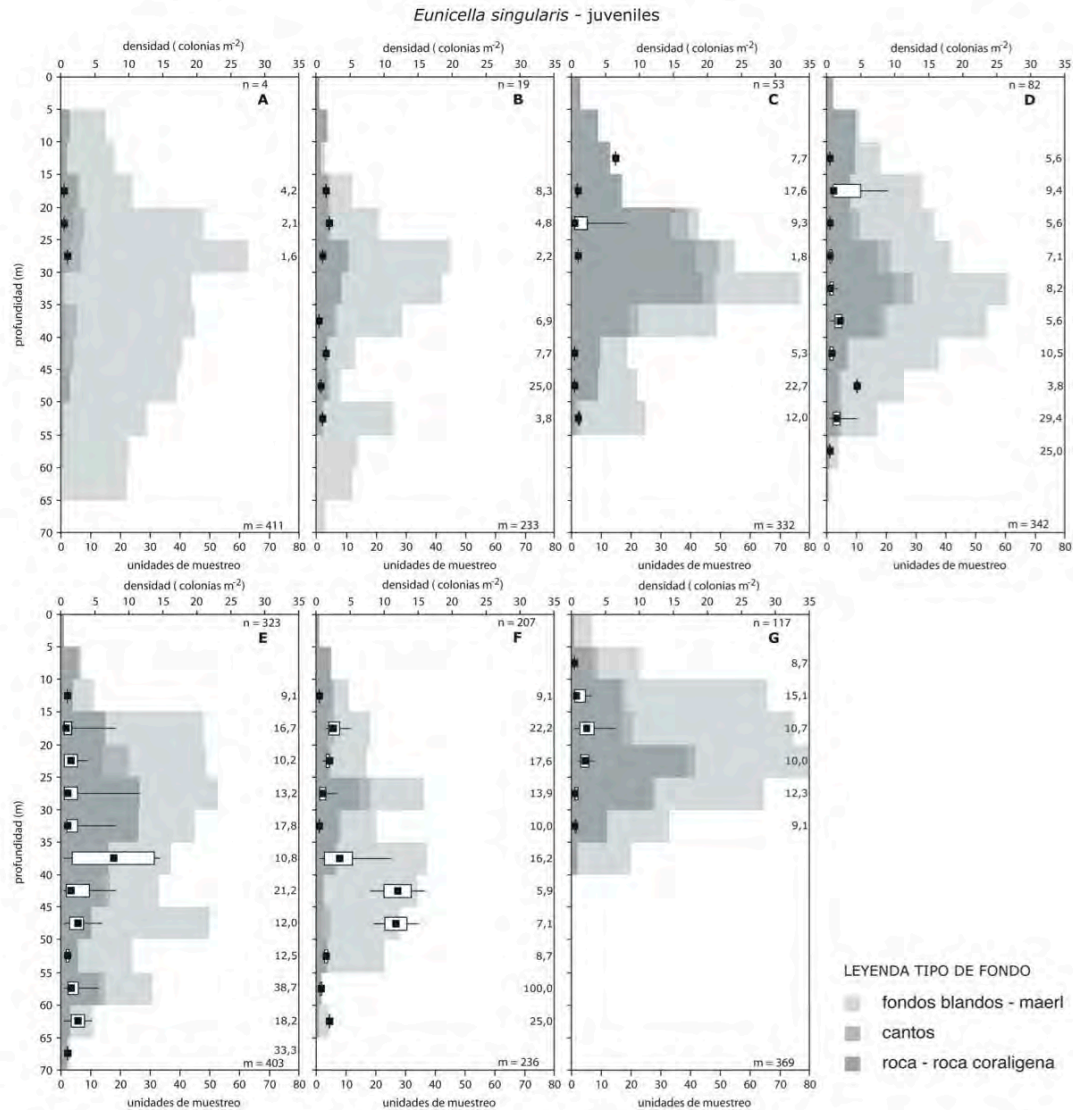


Fig. 5-37. Distribución batimétrica de las abundancias de las colonias juveniles de *Eunicella singularis* en cada uno de los tramos de costa del Cap de Creus (A-G): los cuadrados negros indican el valor mediano, las cajas blancas indican el intervalo entre el primer y el tercer cuartil, y las líneas negras indican los valores mínimos y máximos. Los histogramas en gris representan el total de unidades de muestreo para cada tipo de fondo (véase leyenda) en cada intervalo batimétrico. Los números a la derecha indican el porcentaje de unidades de muestreo con presencia de la especie. El número total de colonias (n) y de unidades de muestreo (m) se indican para cada tramo de costa.

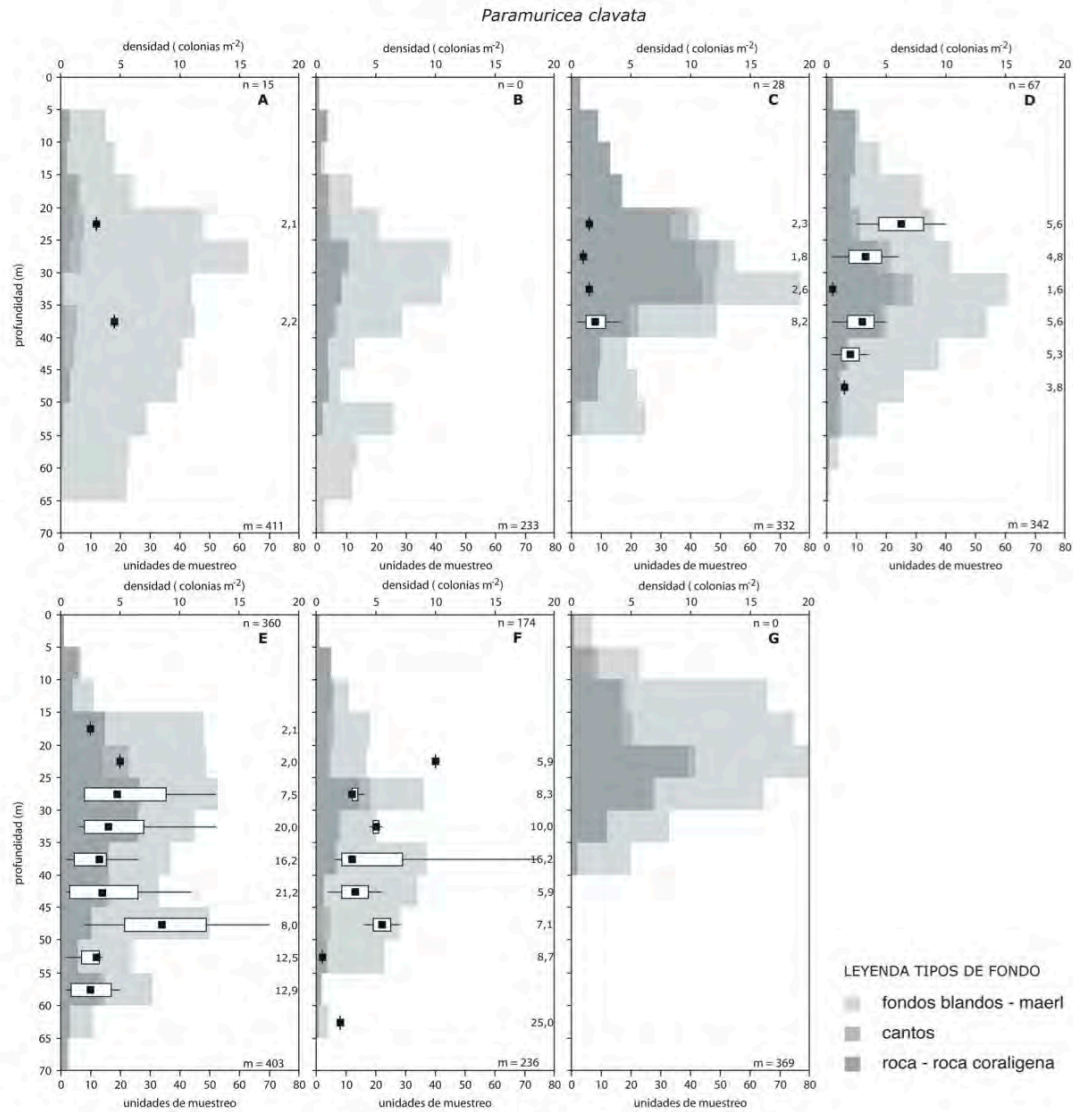


Fig. 5-38. Distribución batimétrica de las abundancias de las colonias de *Paramuricea clavata* en cada uno de los tramos de costa del Cap de Creus (A-G): los cuadrados negros indican el valor mediano, las cajas blancas indican el intervalo entre el primer y el tercer cuartil, y las líneas negras indican los valores mínimos y máximos. Los histogramas en gris representan el total de unidades de muestreo para cada tipo de fondo (véase leyenda) en cada intervalo batimétrico. Los números a la derecha indican el porcentaje de unidades de muestreo con presencia de la especie. El número total de colonias (n) y de unidades de muestreo (m) es indicado para cada tramo de costa.

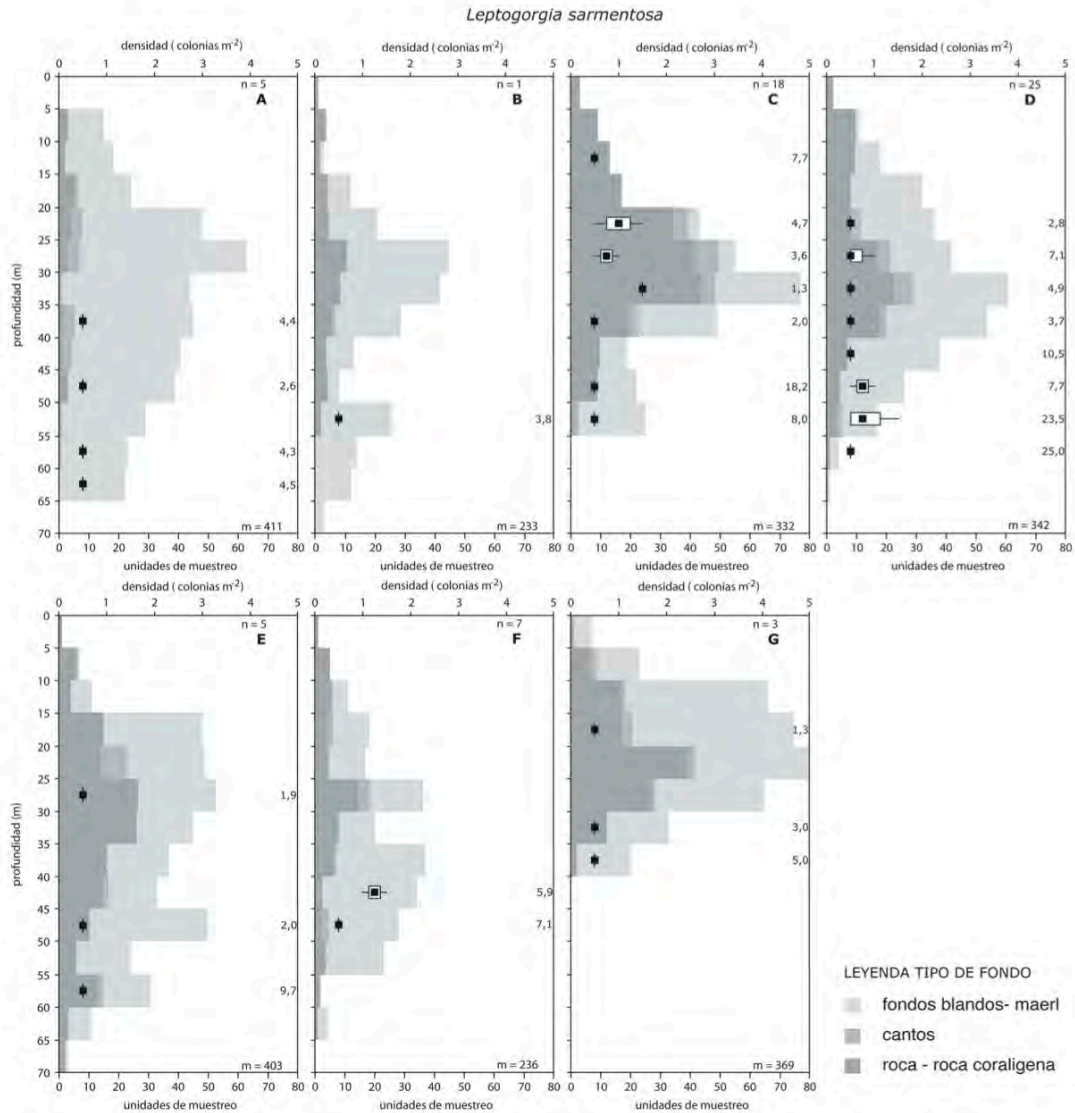


Fig. 5-39. Distribución batimétrica de las abundancias de las colonias de *Leptogorgia sarmentosa* en cada uno de los tramos de costa del Cap de Creus (A-G): los cuadrados negros indican el valor mediano, las cajas blancas indican el intervalo entre el primer y el tercer cuartil, y las líneas negras indican los valores mínimos y máximos. Los histogramas en gris representan el total de unidades de muestreo para cada tipo de fondo (véase leyenda) en cada intervalo batimétrico. Los números a la derecha indican el porcentaje de unidades de muestreo con presencia de la especie. El número total de colonias (n) y de unidades de muestreo (m) es indicado para cada tramo de costa.

Mirando a las relaciones entre la abundancia de estas tres especies de gorgonias y las principales variables ambientales en la franja costera del Cap de Creus, se ha observado que los primeros dos ejes de un Análisis de la Redundancia (RDA) explican el 12,8% de la varianza observada en las abundancias de las especies, resultando seis variables ambientales las más influyentes en determinar la distribución de estas especies (Fig. 5-40). La topología del fondo divide de forma clara a *Leptogorgia sarmentosa*, presente principalmente en fondos blandos y de maerl, de *Eunicella singularis*, que resulta asociada a fondos de roca. Por el contrario, la inclinación del substrato resulta el factor determinante para la presencia de *Paramuricea clavata*, que suele concentrar las mayores densidades en paredes rocosas verticales (Gori et al. 2011).

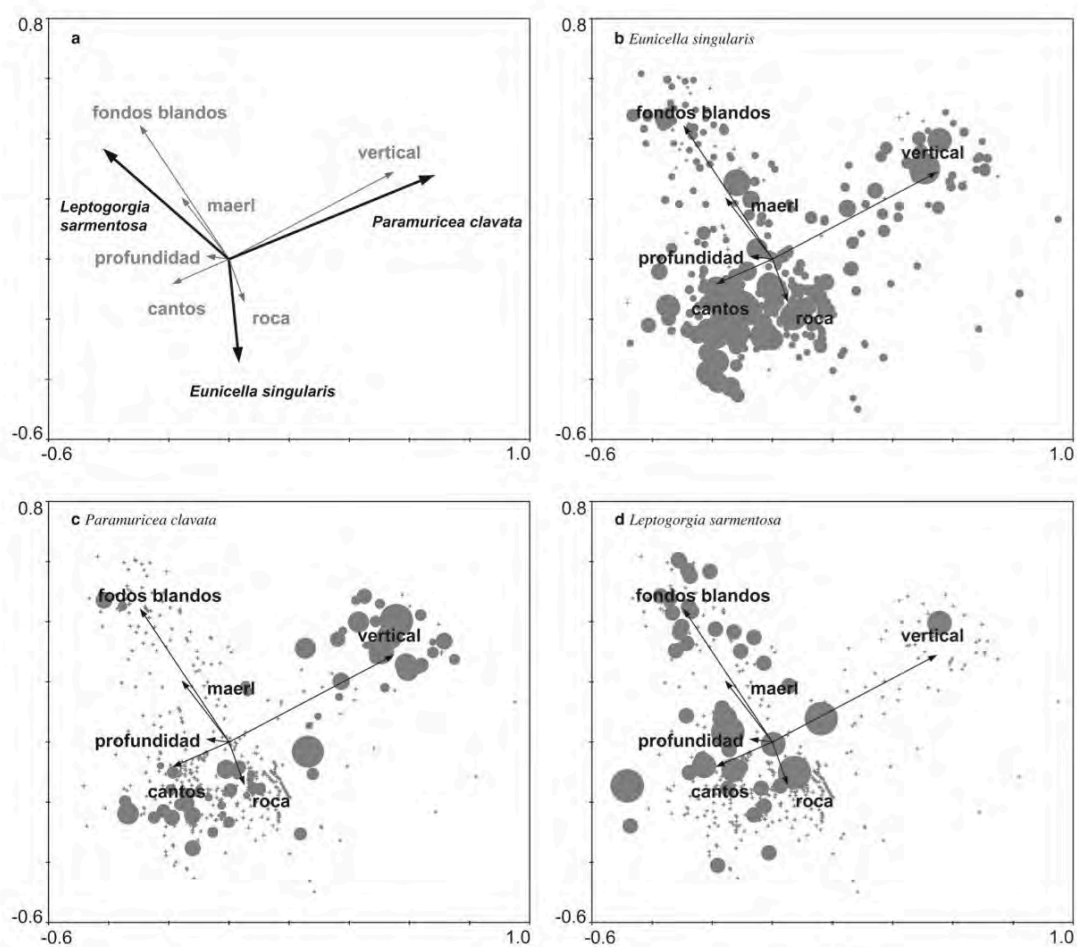


Fig. 5-40. Análisis parcial de las redundancias (RDA): (a) biplot que muestra la ordenación de las tres especies de gorgonias y los roles de las seis variables ambientales significativas; (b, c, d) gráficos de las abundancias de cada especie en el espacio bidimensional generado por el análisis parcial de las redundancias. Las cruces representan unidades de muestreo vacías, mientras que en las unidades de muestreo en que la especie es presente, el diámetro de los círculos es proporcional a la densidad de la especie (*Eunicella singularis*: 0,5–37 col/m²; *Paramuricea clavata*: 0,5–18,5 col/m²; *Leptogorgia sarmentosa*: 0,5–1,5 col/m²).

5.2.1.3 Distribución de las abundancias de *Alcyonium* en la franja costera

En las comunidades bentónicas de la franja costera del Mediterráneo occidental, son frecuentes dos especies de octocorales blandos pertenecientes al género *Alcyonium*. *Alcyonium acaule* es una especie característica de la comunidad del coralígeno donde es uno de los principales constituyentes del estrato erecto mediano; por el contrario, *Alcyonium palmatum* es una de las principales especies erectas de la comunidad de los fangos terrígenos costeros. Ambas son especies estructurales que contribuyen de forma determinante a la biomasa, la estructura y la biodiversidad de las comunidades bentónicas.

A lo largo de la franja costera del Cap de Creus, *Alcyonium acaule* resulta ser la más frecuente y abundante de las dos especies, representando el 82,4% del total de las colonias observadas, y estando presente en el 3,3% de los 4559 puntos de muestreo obtenidos a partir de los 76 transectos de vídeo realizados con el robot submarino Phanthom XTL a lo largo de la costa del Cap de Creus (Fig. 5-41). Por el contrario, *Alcyonium palmatum* representa el restante 17,6% del total de colonias observadas y se ha encontrado tan solo en el 1% de los puntos de muestreo. En la franja costera del cabo, *Alcyonium acaule* muestra densidades hasta 18,4 col/m², mientras que *Alcyonium palmatum* está presente con densidades menores, hasta un máximo de 11,6 col/m². En la costa norte del Cap de Creus se encuentra la mayor presencia y las mayores abundancias de *Alcyonium acaule*; esta especie está presente también en altas densidades en áreas de la costa este del cabo. *Alcyonium palmatum* se encuentra en bajas densidades en la franja litoral de todo el Cap de Creus, mientras presenta una mayor frecuencia y densidad alrededor de la Isla Messina (justo en el extremo este del Cabo) y al sur de ésta.

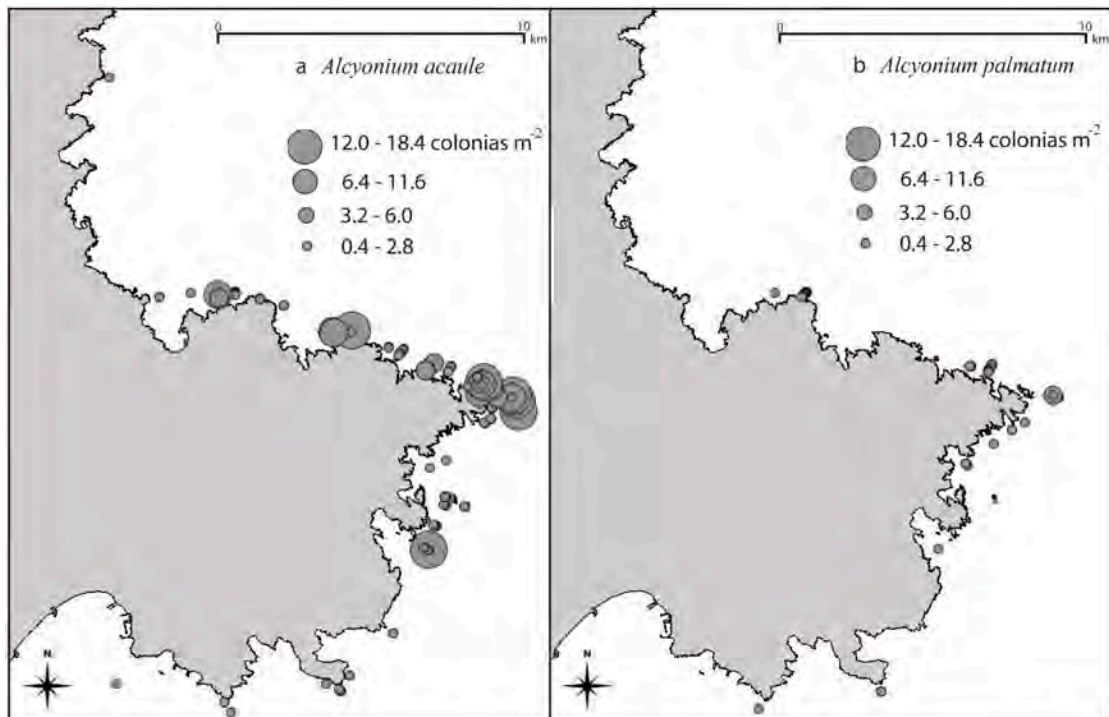


Fig. 5-41. Distribución espacial de las abundancias de las colonias de *Alcyonium acaule* (a), y *Alcyonium palmatum* (b).

La distribución batimétrica de *Alcyonium acaule* en la franja costera del Cap de Creus (Fig. 5-42) va desde los 16 hasta los 62,4m. En la costa norte esta especie es frecuente desde los 20 hasta los 60m de profundidad, mientras que en las otras zonas de la costa del Cap de Creus se encuentra principalmente entre los 25 y los 55m de profundidad. La distribución batimétrica de *Alcyonium palmatum* (Fig. 5-43) va desde los 27,9 hasta los 67m de profundidad. En las zonas alrededor de la Isla Messina, *Alcyonium palmatum* está presente con mayor frecuencia entre los 30 y los 55m de profundidad, y presenta mayores densidades por debajo de los 55m de profundidad.

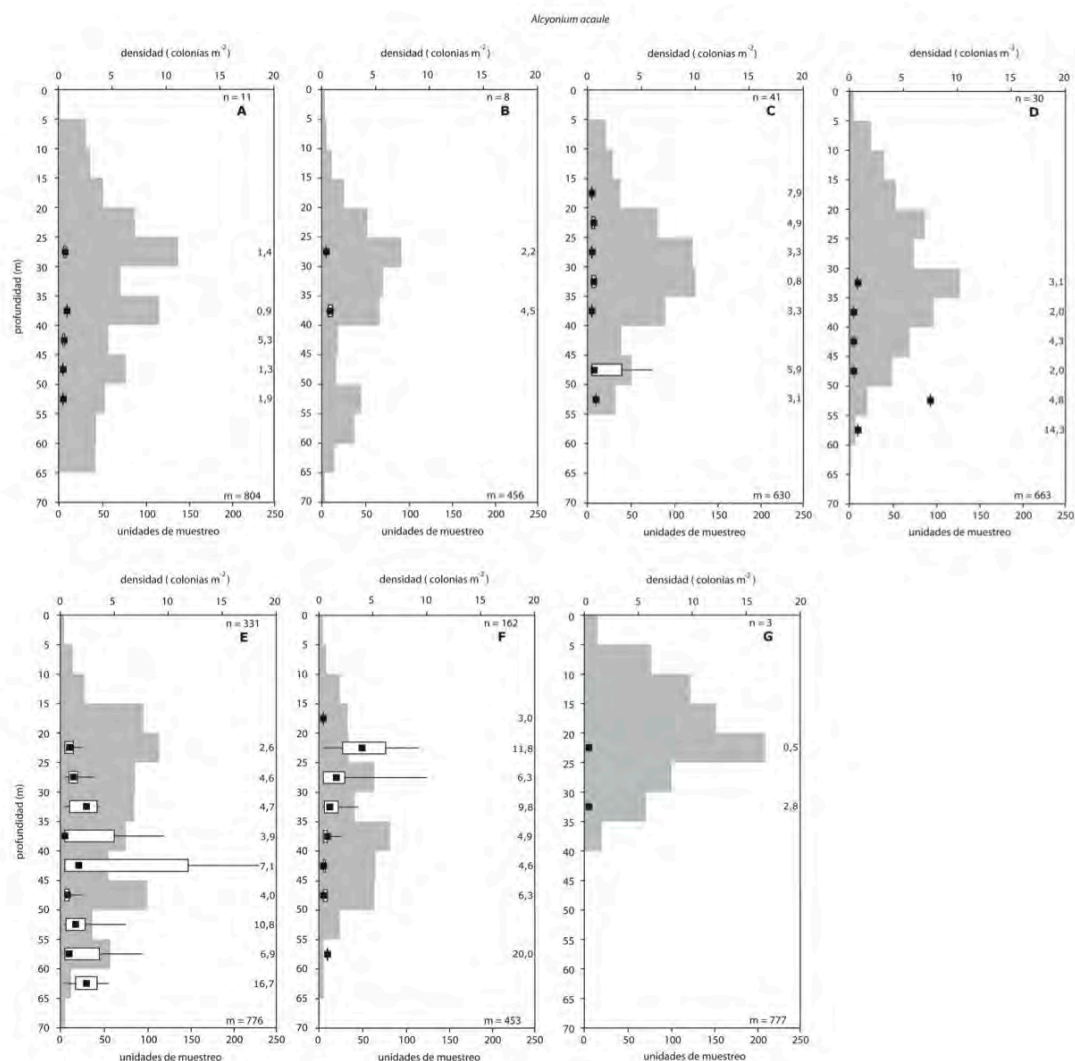


Fig. 5-42. Distribución batimétrica de las abundancias de las colonias de *Alcyonium acaule* en cada uno de los tramos de costa del Cap de Creus (A-G): los cuadrados negros indican el valor mediano, las cajas blancas indican el intervalo entre el primer y el tercer cuartil, y las líneas negras indican los valores mínimos y máximos. Los histogramas en gris representan el total de unidades de muestreo en cada intervalo batimétrico. Los números a la derecha indican el porcentaje de unidades de muestreo con presencia de la especie. El número total de colonias (n) y de unidades de muestreo (m) se indica para cada tramo de costa.

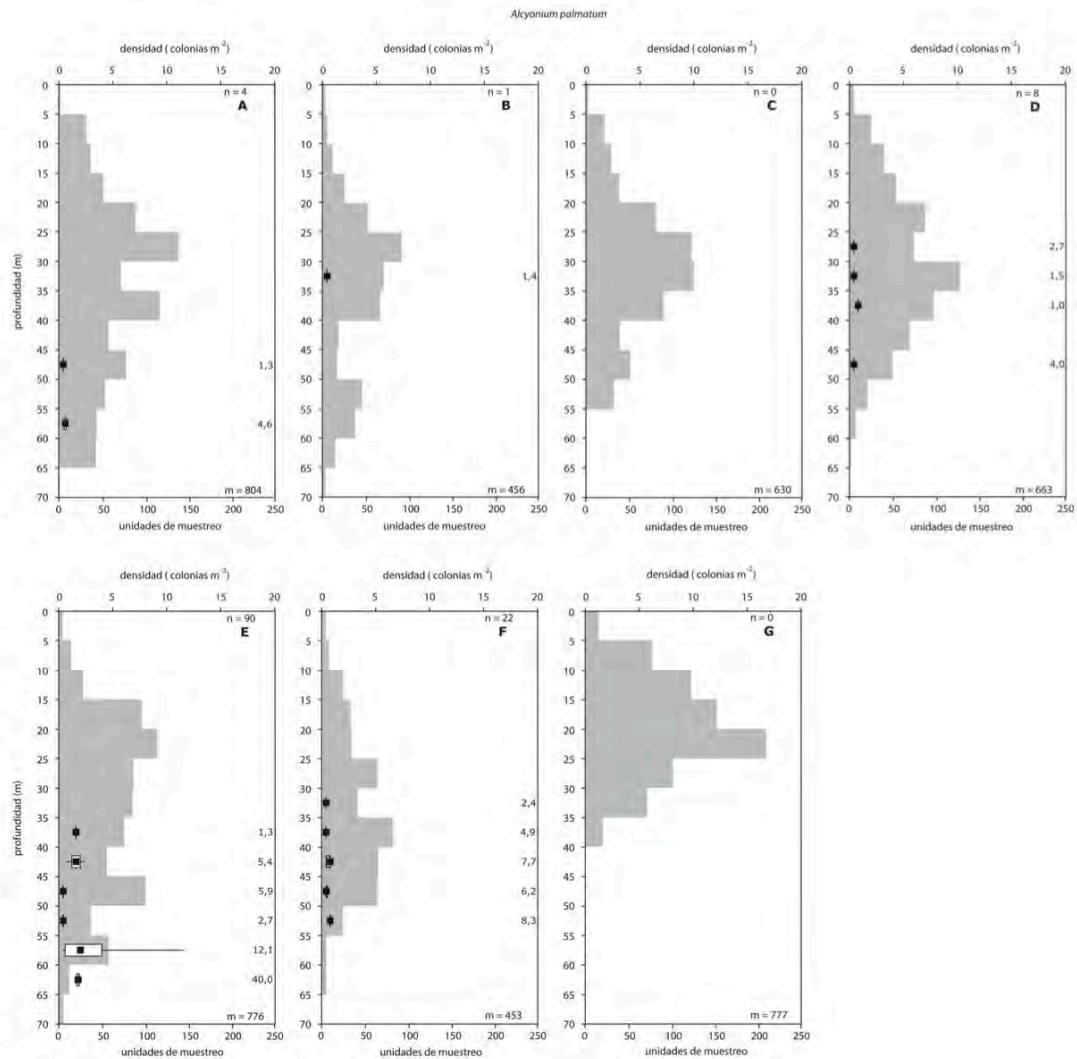


Fig. 5-43. Distribución batimétrica de las abundancias de las colonias de *Alcyonium palmatum* en cada uno de los tramos de costa del Cap de Creus (A-G): los cuadrados negros indican el valor mediano, las cajas blancas indican el intervalo entre el primer y el tercer cuartil, y las líneas negras indican los valores mínimos y máximos. Los histogramas en gris representan el total de unidades de muestreo en cada intervalo batimétrico. Los números a la derecha indican el porcentaje de unidades de muestreo con presencia de la especie. El número total de colonias (n) y de unidades de muestreo (m) se indica para cada tramo de costa.

5.2.1.4 Estructura de las poblaciones de la gorgonia *Eunicella singularis* en la franja costera

Las poblaciones de gorgonias localizadas a diferentes profundidades, experimentan condiciones ambientales muy diferentes porque en el Mediterráneo los factores ambientales más importantes varían significativamente con la profundidad. Los ambientes más superficiales están sujetos a un fuerte hidrodinamismo y están afectados principalmente por movimientos bidireccionales del agua (Riedl 1971, Hiscock 1983). Por el contrario, las franjas costeras más profundas se encuentran sujetas principalmente a movimientos unidireccionales del agua y están protegidas del impacto de las olas generadas por fuertes tormentas (Riedl 1971, Hiscock 1983, Bongaerts et al. 2010). La penetración de la luz disminuye exponencialmente con la profundidad, y durante el verano, la estratificación de la columna de agua

resulta en una masa de agua superficial más caliente y con menor materia particulada en suspensión respecto a las masas de agua localizadas por debajo de la termoclina. En general, la variabilidad ambiental es menor en la franja costera más profunda (Garrabou et al. 2002) porque la temperatura, la corriente y otros factores ambientales importantes son más constantes por debajo de la termoclina estival.

De la misma forma, las poblaciones de gorgonias localizadas a diferentes profundidades están sujetas a impactos antrópicos de distinta naturaleza e intensidad. Las poblaciones más superficiales sufren del efecto del turismo náutico (anclajes) y del submarinismo, y también son particularmente vulnerables a episodios de mortalidades masivas de invertebrados marinos causados por anomalías térmicas (Garrabou et al. 2009). Por el contrario, las poblaciones de gorgonias que viven a mayor profundidad están más protegidas frente a estos tipos de impactos antrópicos, estando más afectadas por los efectos de la pesca (palangres de fondo, trasmallos y pesca de arrastre). Estas diferencias en los impactos potenciales y en las características de los hábitat superficiales y profundos, pueden resultar en diferencias en las características de las poblaciones de gorgonias superficiales (que viven entre 10 y 25m de profundidad) y profundas (que viven entre 50-67m de profundidad) (Fig. 5-44).

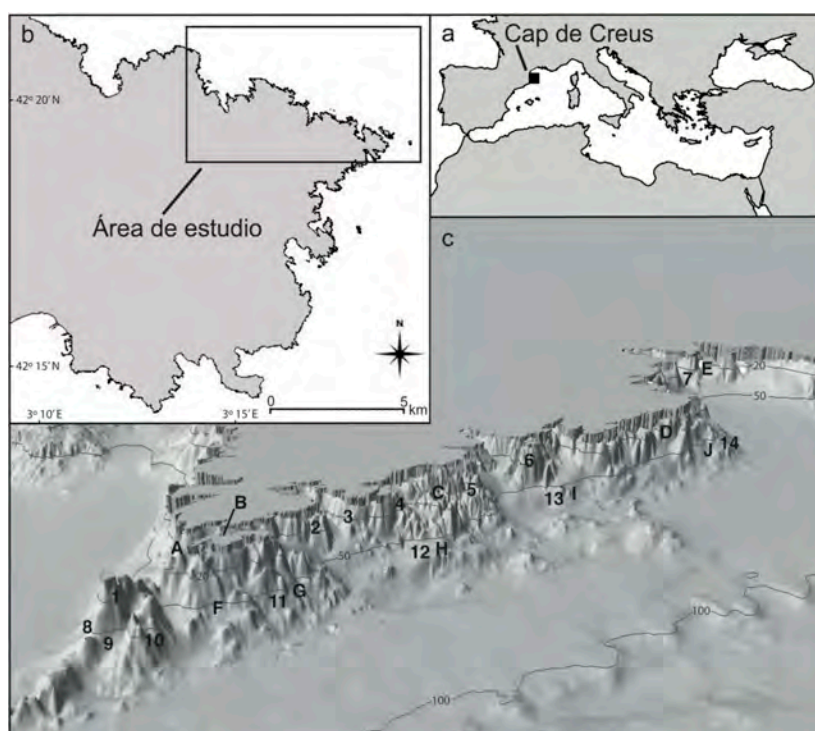


Fig. 5-44. Localización de los sitios de muestreo de la estructura de tallas (1-14) y de la estructura espacial (A-J) de poblaciones superficiales y profundas de la gorgonia *Eunicella singularis* a lo largo de la costa norte del Cap de Creus.

La estructura poblacional y espacial refleja la idoneidad y la estabilidad de un hábitat porque son el resultado de los factores que han afectado la supervivencia y el reclutamiento en un determinado hábitat por un periodo de tiempo igual a la longevidad de la población (Grigg 1975).

En la costa norte del Cap de Creus, las poblaciones de la gorgonia *Eunicella singularis* más superficiales presentan una altura máxima y mediana de las colonias ($10.2 \pm 7.1\text{cm}$ y 37cm) inferior respecto a las poblaciones más profundas ($12.5 \pm 7.3\text{cm}$ y 47cm). Además, la mayoría de las poblaciones más superficiales tienen una estructura poblacional dominada por colonias pequeñas ($< 10\text{cm}$ de altura máxima) y no reproductoras. Por el contrario, la mayoría de las poblaciones profundas tienen una estructura de población dominada por colonias de tamaño mediano y una mayor frecuencia de colonias de gran tamaño (Fig. 5-45). Finalmente, las poblaciones superficiales presentan un mayor porcentaje de colonias pequeñas (colonias de entre 2 y 5cm de altura máxima y sin ramificaciones) respecto a las poblaciones más profundas (Gori et al. 2011).

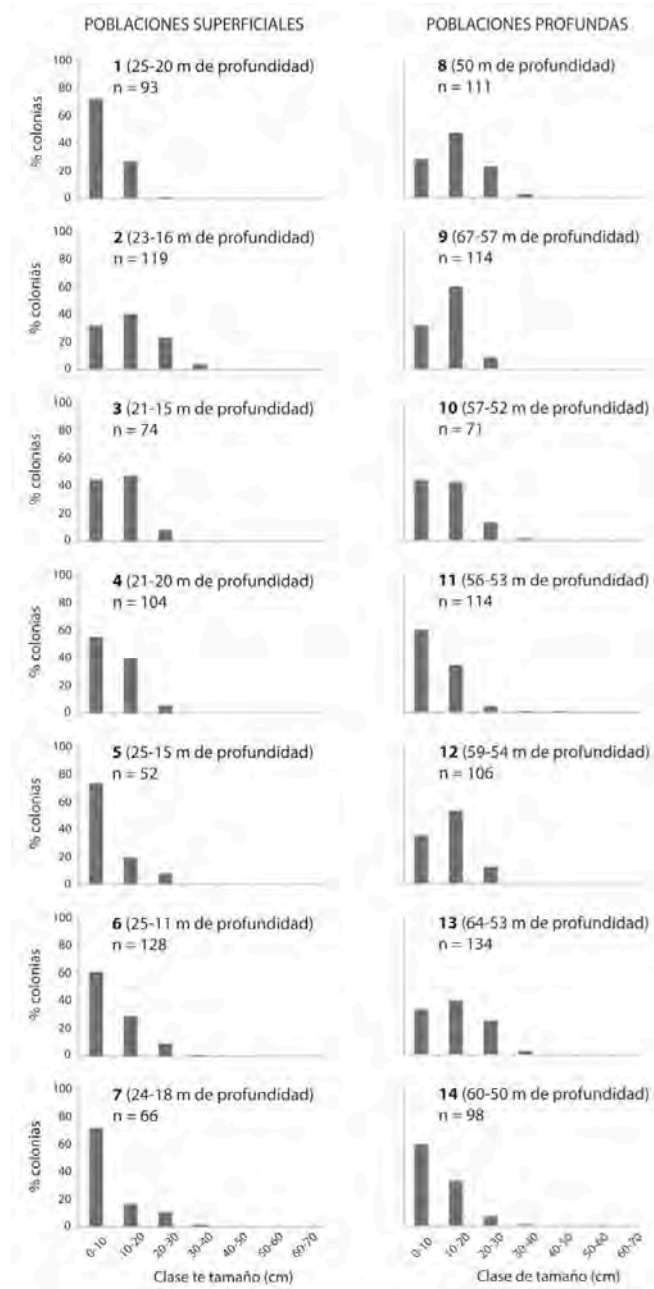


Fig. 5-45. Estructura de tallas de siete poblaciones superficiales (1-7) y siete poblaciones profundas (8-14) de *Eunicella singularis*. Los valores de profundidad estudiada están indicados entre paréntesis y el número total de colonias (n) está indicado para cada población.

La ocupación del sustrato y la densidad mediana de las colonias es mayor en las poblaciones profundas respecto a las más superficiales (Fig. 5-46). Junto con los resultados de la estructura demográfica, esto sugiere que las poblaciones profundas se encuentran en un estado de mayor madurez respecto a las poblaciones más superficiales, probablemente por haber tenido el tiempo suficiente de desarrollarse y ocupar de forma más continua el sustrato disponible.

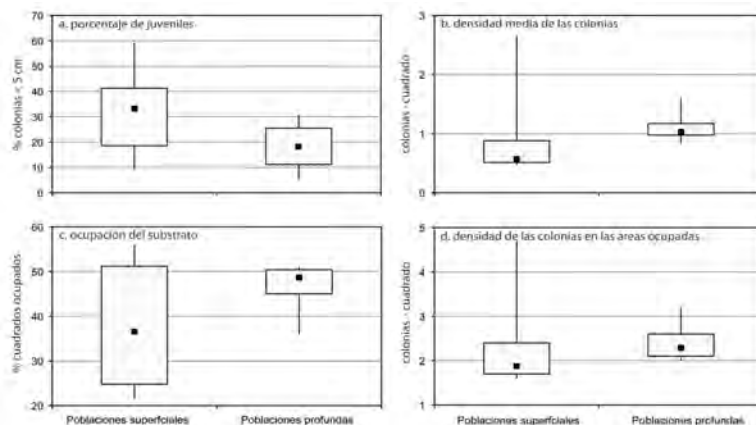


Fig. 5-46. Comparación entre poblaciones superficiales y profundas de *Eunicella singularis*. Los cuadrados negros indican el valor mediano, las cajas blancas indican el intervalo entre el primer y el tercer cuartil, y las líneas negras indican los valores mínimos y máximos.

5.2.1.5 Ciclo reproductor y bioquímico de las poblaciones de la gorgonia *Eunicella singularis* en la franja costera

Con el objetivo de investigar el posible papel que las poblaciones de gorgonias más profundas pueden jugar en la dinámica meta-poblacional de la especie y en la colonización o recolonización de las zonas más superficiales, se está estudiando el ciclo de la composición bioquímica y el ciclo reproductor de dos poblaciones de la gorgonia *Eunicella singularis* situadas respectivamente a 20 y a 60m de profundidad. Los primeros resultados muestran que el ciclo bioquímico evidencia una mayor variabilidad estacional de las proteínas en ambas poblaciones, mientras que la variabilidad estacional de los lípidos resulta ser mayor en la población superficial respecto de la población más profunda (Fig. 5-47).

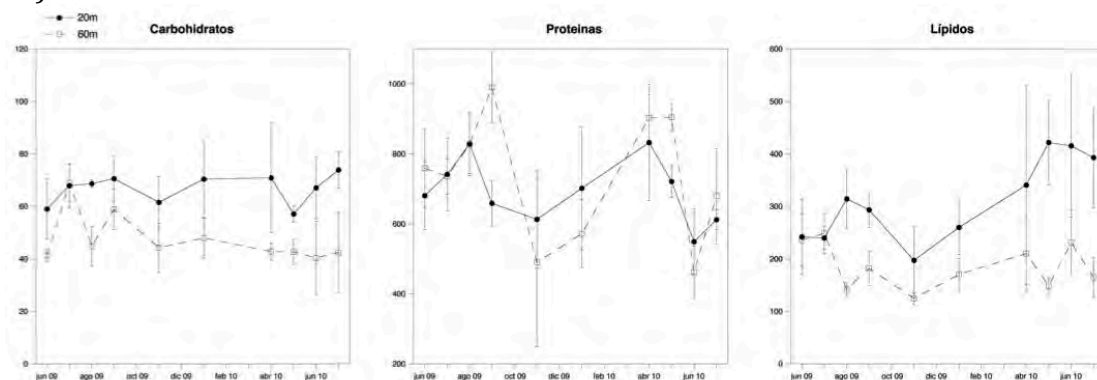


Fig. 5-47. Variación de la composición bioquímica de las colonias de *Eunicella singularis* en una población superficial (20m de profundidad) y una población profunda (60m de profundidad) de la franja costera del Cap de Creus.

5.2.2 Plataforma continental

A partir de la revisión de la bibliografía existente, y de las prospecciones realizadas a lo largo de las campañas en que se han empleado ROVs y submarino (ver sección 1.3 Tabla 1-1), se han podido caracterizar varias áreas tanto de la plataforma continental, como de la cabecera del cañón. Todas ellas se sitúan entre aproximadamente los 100 y como máximo 400 metros de profundidad. La Fig. 5-48 muestra el primer mapa bionómico de la zona, que fue realizado por Desbruyères et al. (1972-1973). La Fig. 5-49 presenta el mapa resultado de aunar la información ya existente y la obtenida a partir de los estudios realizados en los últimos 7 años. La lista de las especies registradas hasta la fecha para estas zonas forma parte del ANEXO I, al final de este informe.

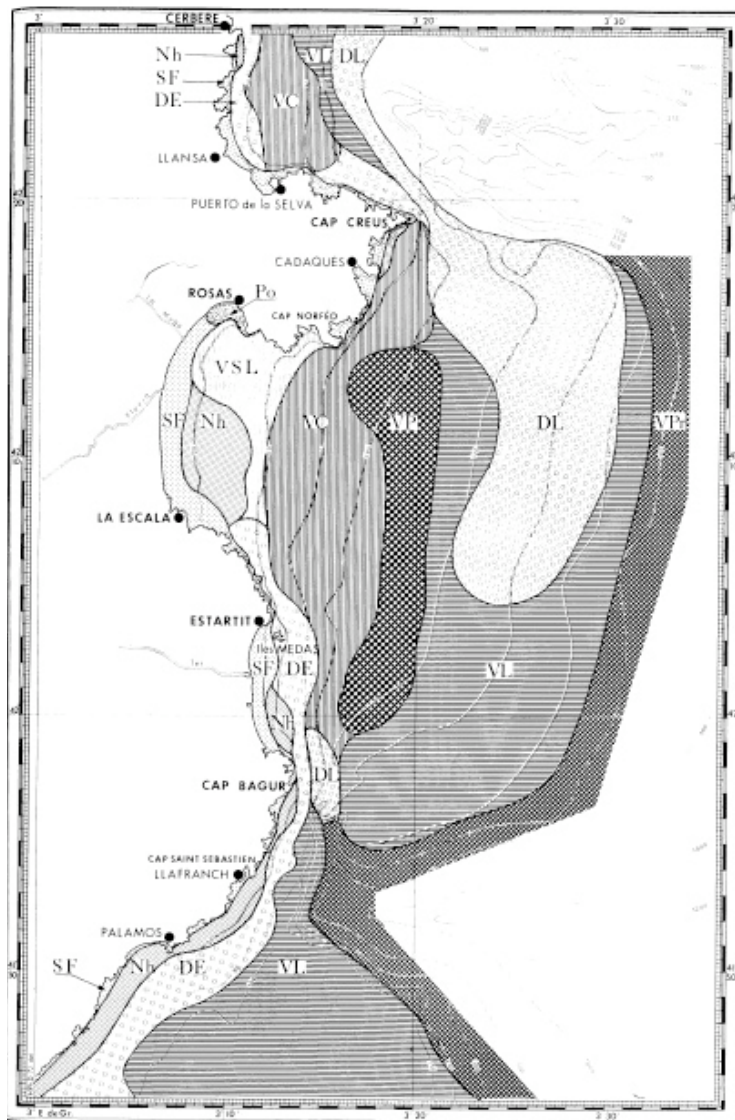


Fig. 5-48. Mapa de comunidades de la zona norte de la costa catalana elaborado por Desbruyères et al. (1972-73). (SF comunidad de arenas finas, Nh comunidad de arenas fangosas de transición, VSL comunidad de fangos arenosos litorales, VL fangos litorales, VC comunidad de fangos costeros, VP arenas finas o gruesas, DE detrítico costero con fangos, DL detrítico costero).

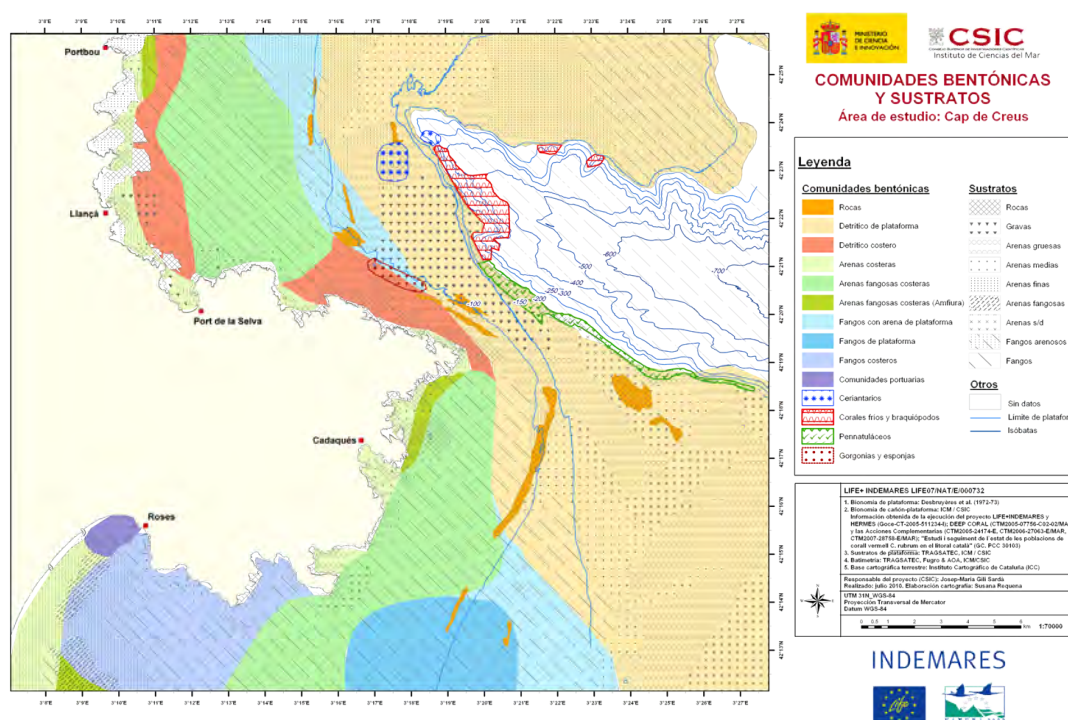


Fig. 5-49. Mapa actualizado de las comunidades de plataforma y cañón del Cap de Creus. La confección del mapa parte de numerosas fuentes, tanto bibliográficas como de los resultados generados por diversos proyectos de investigación, los cuales figuran en el cajetín del mapa. Una réplica de este mapa en tamaño DIN A 4 y desplegable se pueden encontrar al final de este informe.

5.2.2.1 Comunidades de fondos de plataforma

Fondos ampliamente extendidos a lo largo de toda la plataforma continental, incluso en la zona más estrecha situada entre la costa norte y del cañón del Cap de Creus. En esta última zona se encuentran fondos detríticos a partir de 60m de profundidad y alcanzan hasta los 120–200m. Se trata de las comunidades más diversificadas, tanto en endofauna como epifauna y macrofauna. El sustrato está dominado por restos detríticos como conchas de moluscos y restos de esqueletos calcáreos de briozoos, con un porcentaje de alrededor del 50% de limo. Las zonas más alejadas de la costa y especialmente, cerca del cañón tienen un porcentaje de limo inferior al 20% debido al efecto de las corrientes. A pesar de la presencia de restos organogénicos, la riqueza de poliquetos y moluscos bivalvos destaca en todas las facies. Dominan especies como la ofiura *Amphiura filiformis*, los moluscos *Venus ovata*, *V. gallina* y *Mactra corallina*, además del crustáceo *Diogenes pugilator*.

Se distinguen tres tipos de comunidades, 1) las comunidades de fangos de arena de plataforma que son comunidades de transición entre los fangos de la plataforma y las comunidades propiamente detríticas, 2) las comunidades de fangos de plataforma que son comunidades de transición entre las arenas fangosas costeras y las de plataforma, 3) las comunidades de fangos detríticos que están localizadas en la zona media de la plataforma, con sedimentos parcialmente enfangados y las situadas al final de la plataforma con sedimentos de cascajo bastante limpios de limo, justo al inicio del talud continental. Estas últimas se corresponden con los fondos detríticos de mar abierto.

Comunidades de fangos de arena de plataforma

Fondos ampliamente distribuidos en la zona norte y sur del Cap de Creus, a más de 80m de profundidad y caracterizados por una composición de más del 50% de sedimentos finos y una mezcla de arena con restos detríticos. Es una comunidad de transición entre los fangos de la plataforma y las comunidades propiamente detríticas. Se localiza en una franja al norte del Cap de Creus, alrededor de los 100m de profundidad y en una zona más amplia en la parte sur, alrededor de los fondos detríticos (Fig. 5-49). Esta comunidad es parecida a la comunidad descrita como fangos de arena litoral, pero con un componente mucho mayor de especies del circalitoral. Dominan las especies de poliquetos sedentarios como *Tharyx heterochaeta*, *Terebelides stroemi* y *Sternaspis scutata*, además de equinodermos como *Oestergenía digitata*. Un aspecto importante de esta comunidad es la presencia de una variada macrofauna, con agrupaciones de pennatuláceos como *Pteroeides spinosum*, alcionarios como *Alcyonium palmatum* además de la presencia de equinodermos del género *Oncus*.

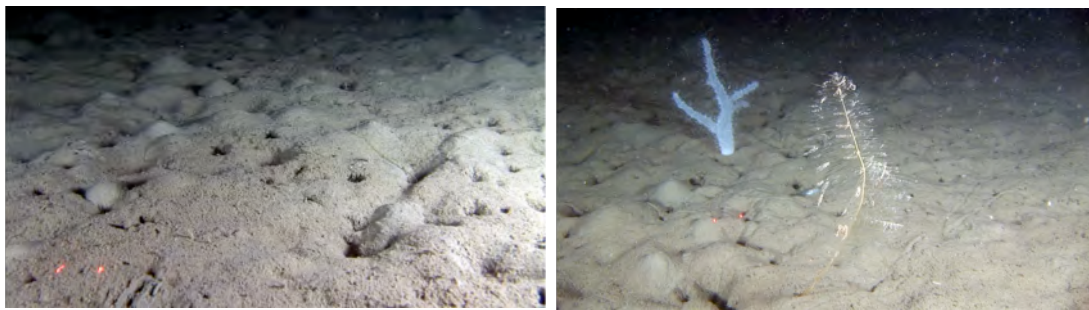


Fig. 5-50. Izda: detalles de las comunidades de fangos de arena de la plataforma. Dcha: detalle de *Alcyonium palmatum* i *Cladocarpus* sp.

Comunidades de fangos de plataforma

Fondos situados al sur del Cap de Creus, entre 60 y 120m de profundidad (Fig. 5-49). Se localizan en la vertical hacia mar abierto del Cap Norfeu y se extienden hacia el sur por la Bahía de Roses. El sustrato es de más del 75% de limo formado por aportes terrígenos y con una rica fauna dominada por poliquetos y moluscos, como *Nucula sulcata*, que viven enterrados en el sedimento. Es una comunidad de transición entre las arenas fangosas costeras y las de plataforma, pero no se desarrolla en las zonas estrechas de la plataforma. No se ha observado un componente faunístico de especies de la macrofauna, quizás por el hecho de ser fondos habitualmente objeto de la pesca de arrastre.



Fig. 5-51. Detalles de las comunidades de fangos de plataforma. Izda: *Pennaula phosphorea* y Dcha: *Funiculina quadrangularis*.

Comunidades de detrítico de plataforma (Fig. 5-49)

La dominancia de macrofauna sésil permite diferenciar las facies que se describen a continuación.

1. Comunidades de fangos detríticos de plataforma: facies de pennatuláceos y alcionarios

Estos fondos se localizan en el centro de la plataforma continental y se extienden hasta casi el límite de la misma, entre 100 y 130m de profundidad. Se encuentran preferentemente en la zona norte cerca de la cabecera del cañón y se caracterizan por la dominancia de poblaciones de *Pennatula rubra*, *P. spinosum*, *A. palmatum* y *Cavernularia pusilla*. La densidad de cada especie es muy variable y generalmente un par de especies dominan sobre el resto, alternándose a muy poca distancia.

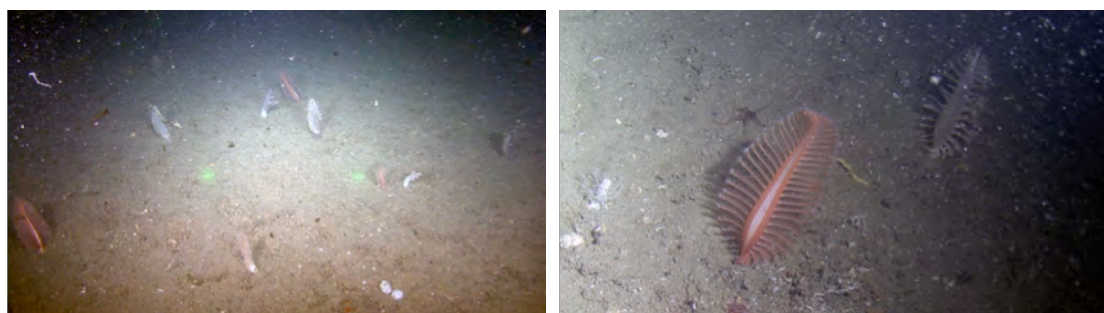


Fig. 5-52. Diferentes aspectos de las facies de pennatuláceos y alcionarios.

2. Comunidades de fangos detríticos de plataforma: facies de crinoideos

Comunidades parecidas a las anteriores, localizadas en la zona norte del centro de la plataforma continental, sin llegar al límite de la misma, entre 80 y 100m de profundidad. Se trata de fondos detríticos con aportes de fango de plataforma en los que domina preferentemente el crinoideo *Leptometra phalangium*. A diferencia de la facies de pennatuláceos y alcionarios, éstas son muy escasas y tan solo algunas colonias de *P. rubra* y *A. palmatum* coexisten con los crinoideos. Los crinoideos forman enjambres de individuos contínuos pero no muy densos y es frecuente encontrar asociados a los mismos pequeños peces o crustáceos.

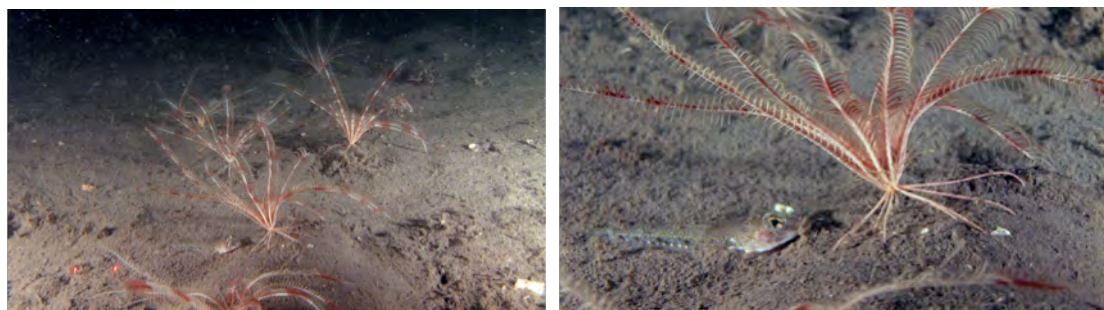


Fig. 5-53. Diferentes aspectos de las facies crinoideos.

3. Comunidades de fangos detríticos de plataforma: facies de ofiuroides

Estas comunidades se encuentran más bien en la zona sur de la zona media de la plataforma y se caracterizan por un porcentaje menor de fangos y uno mayor de arena y cascajo. Se caracterizan por una densidad muy alta de ofiuroides, especialmente de la especie *Ophiothrix quinquemaculata* que casi monopoliza el sustrato e incluso se extiende sobre pequeños salientes rocosos. Aparecen de forma ocasional ejemplares de otras especies de la macrofauna como pennatuláceos, alcionarios, erizos y holoturias.

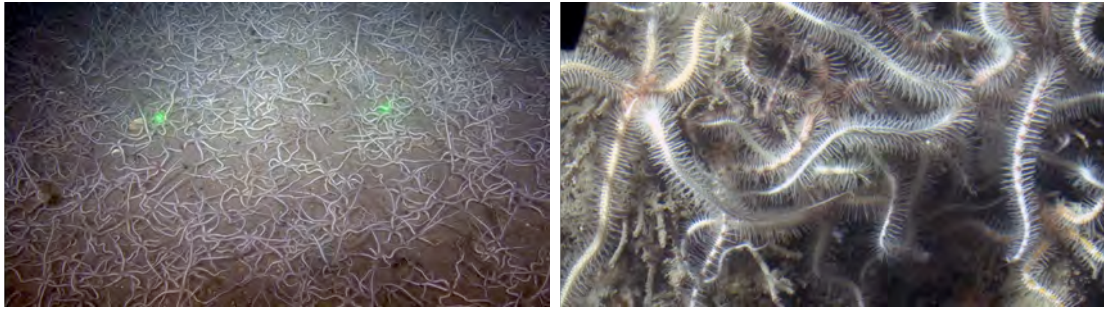


Fig. 5-54. Diferentes aspectos de las facies ofiuroides.

4. Comunidades de fangos detríticos de plataforma: facies de gorgonias

Estas facies aparecen en fondos detríticos con fangos finos que se alternan con salientes rocosos, en los que dominan las gorgonias del género *Eunicella* y esponjas del género *Axinella*. Acompañan a estas especies *Paralcyonium spinulosum* y *Epizoanthus* sp. hidrozooos del género *Nemertesia*, briozoos como *Reteporella* sp., además de ofiuras del género *Ophiotrix*. En las zonas rocosas, tanto en barras como en bloques, se pueden encontrar especies habituales del coralígeno de plataforma. Estas facies se encuentran sobre todo en la zona más estrecha de la plataforma, desde la Massa d'Oros hasta la pared sur del cañón. En las zonas mejor conservadas, las colonias de gorgonias están acompañadas por concreciones calcáreas de poliquetos serpúlidos y praderas de briozoos.

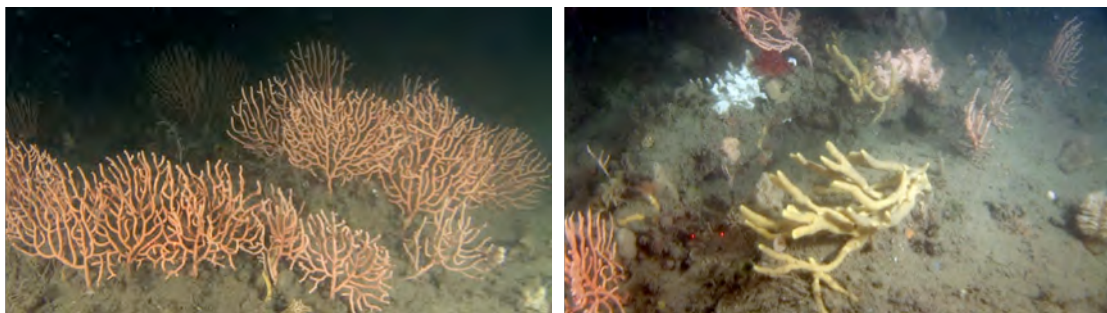


Fig. 5-55. Diferentes aspectos de las facies de gorgonias de los fangos detríticos de plataforma.

5. Comunidades de fangos detríticos de plataforma: facies de equinodermos y ceriantarios

Fondos con clara dominancia de restos organogénicos formados por conchas de moluscos y otros esqueletos calcáreos situados en zonas de ligera pendiente en las partes más profundas de la plataforma. Se extienden a lo largo de la plataforma situada a ambos lados del cañón y hacia el sur por la parte amplia de la plataforma situada al sur del Cap de Creus. Esta parte de la plataforma, alejada

del cañón, se encuentra más empobrecida, lo cual puede deberse (1) a la actividad mayor en esta zona de los barcos de pesca de arrastre, o (2) a la inestabilidad del sustrato compuesto fundamentalmente por restos de conchas de bivalvos (cascajo) y detritus. A todo ello, se añade la inclinación del mismo, que hace difícil la colonización y permanencia de especies sésiles que se fijan a la capa superficial. Por el contrario, organismos como los ceriantarios (especialmente *Cerianthus membranaceus*) que penetran a gran profundidad dentro del sustrato, son los que caracterizan este tipo de fondos. Otras especies que caracterizan esta zona son los erizos *Echinus melo*, *E. acutus* y *Cidaris cidaris* además de ejemplares de *Bonellia viridis*. Las agrupaciones son de densidades muy variables y generalmente los elementos dominantes no forman densas agregaciones. Es una comunidad con un componente detrítico muy importante y en la que se puede encontrar, asociadas a las especies mencionadas, colonias de alcionarios, pennatuláceos y esponjas de manera aislada.

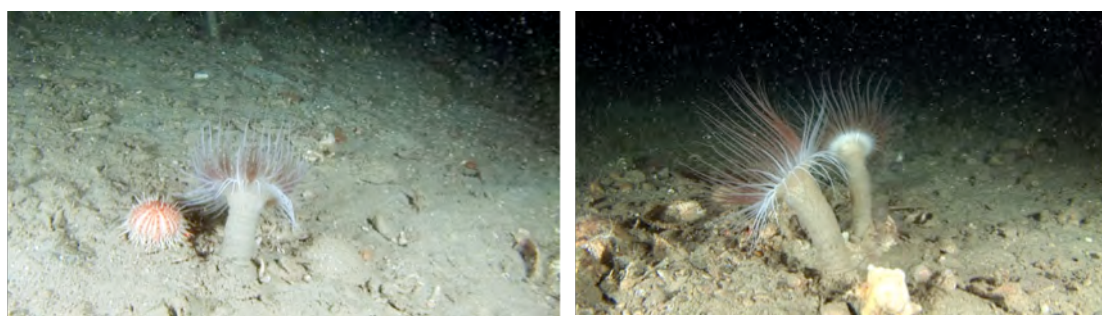


Fig. 5-56. Diferentes aspectos de las facies de ceriantarios y equinodermos de fangos detríticos de plataforma.

6. Comunidades de fondos detríticos del final de la plataforma

Comunidades de fondos detríticos con bajo porcentaje de limos, situados justo en el cambio de pendiente al final de la plataforma continental y el inicio del talud, que en esta zona coincide con el cañón submarino. Se trata de un sustrato con una gran cantidad de restos organógenos sobre los que crecen colonias de hidrozoos como *Lytocarpia myriophyllum* y *Nemertesia antennina*, además de algunas especies de ofiuras y moluscos gasterópodos. Son apreciables algunos individuos aislados de *C. cidaris* y braquiópodos. En zonas como la cabecera del cañón, la separación con los fondos de pennatuláceos y alcionarios no está muy bien delimitada y se pueden encontrar individuos de estos grupos de manera aislada en la zona de pendiente, de la misma forma que algún ceriantario. La principal diferencia de esta comunidad frente a la comunidad de la zona media de la plataforma y de la parte alta del talud continental (dentro del cañón submarino) radica en la inestabilidad del sustrato por la pendiente y las corrientes, que limitan la posibilidad de asentamiento de especies sésiles con una tasa de residencia más alta que las mencionadas, además de las especies con movilidad como los erizos.

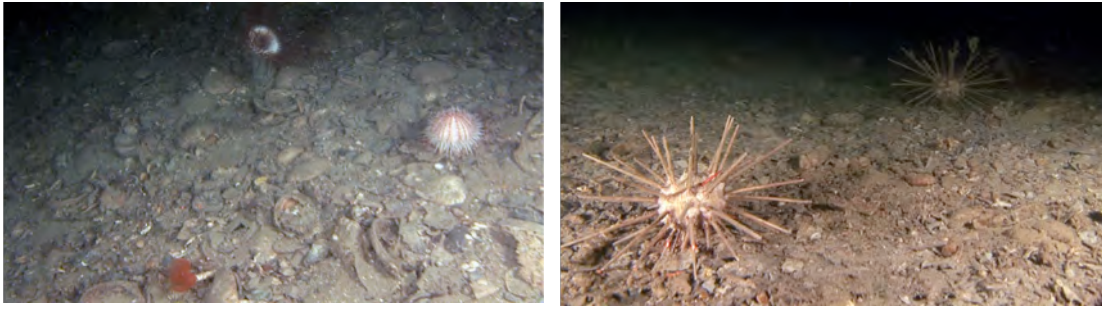


Fig. 5-57. Diferentes aspectos de las facies de hidrozooos de fondos detríticos del final de la plataforma.

7. Comunidades de fondos detríticos del final de la plataforma: zonas rocosas

Comunidades dominadas por la presencia de masas rocosas no muy elevadas, colonizadas por una rica fauna de organismos sésiles entre los que dominan las esponjas. Se conoce como la comunidad de la “roca de mar abierto” en la que se pueden encontrar una gran variedad de especies sésiles. Dominan las esponjas como *Poecillastra compressa* y *Phakellia ventilabrum*, además de colonias de *Eunicella* sp., *Alcyonium acaule* y una gran diversidad de hidrozooos y briozoos. En zonas rocosas bien conservadas se encuentra una mezcla de especies tanto de zonas profundas de la plataforma como de las comunidades del coralígeno de plataforma como *Parazoanthus axinellae* o *Dysidea tufa*.

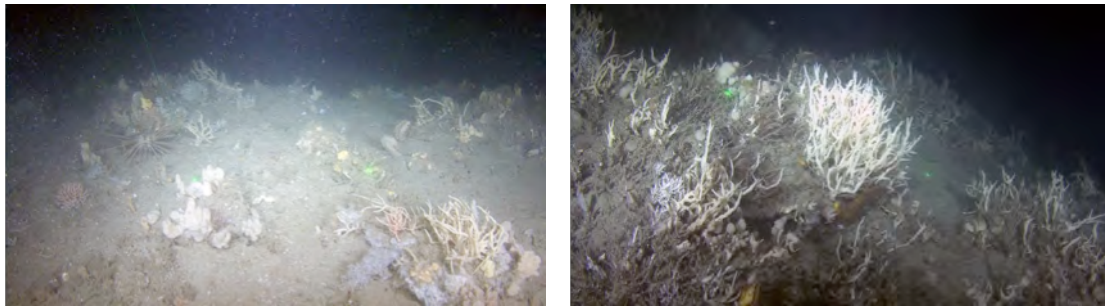


Fig. 5-58. Diferentes aspectos de las facies de esponjas de fondos detríticos del final de la plataforma.

5.2.2.2 Estructura espacial de las comunidades bentónicas más importantes de la plataforma continental del Cap de Creus

La megafauna bentónica crea complejas estructuras biológicas tridimensionales que favorecen unos altos índices de biodiversidad gracias al aumento de la heterogeneidad espacial que producen. La mayoría de las especies bioconstructoras que habitan en los fondos blandos de la plataforma continental son filtradores sésiles que forman densas comunidades multi-específicas, donde destacan las gorgonias de aguas profundas, los alcionarios, las plumas de mar o los crinoideos. Estas comunidades desempeñan funciones ecológicas fundamentales en términos de producción secundaria, ciclo de nutrientes, oxigenación, estabilidad del sedimento y eliminación de partículas contaminantes de la columna de agua (Snelgrove 1988), además de proporcionar un sustrato idóneo para la fijación de otras especies y refugio para organismos pequeños y larvas (Buhl-Mortensen et al. 2010).

La densidad y distribución espacial de las principales especies megabentónicas que coexisten en la plataforma continental del Cap de Creus se ha examinado utilizando métodos de estadística espacial y SIG, creando así un conocimiento base imprescindible para la construcción de mapas de distribución que permitan gestionar con precisión el área marina protegida del Cap de Creus. Un total de 20 transectos de vídeo han sido analizados cuantitativamente (Fig. 5–59), cubriendo una superficie superior a los 3.000m² y que corresponde a más de 11.000 metros lineales (Tabla 5–3).

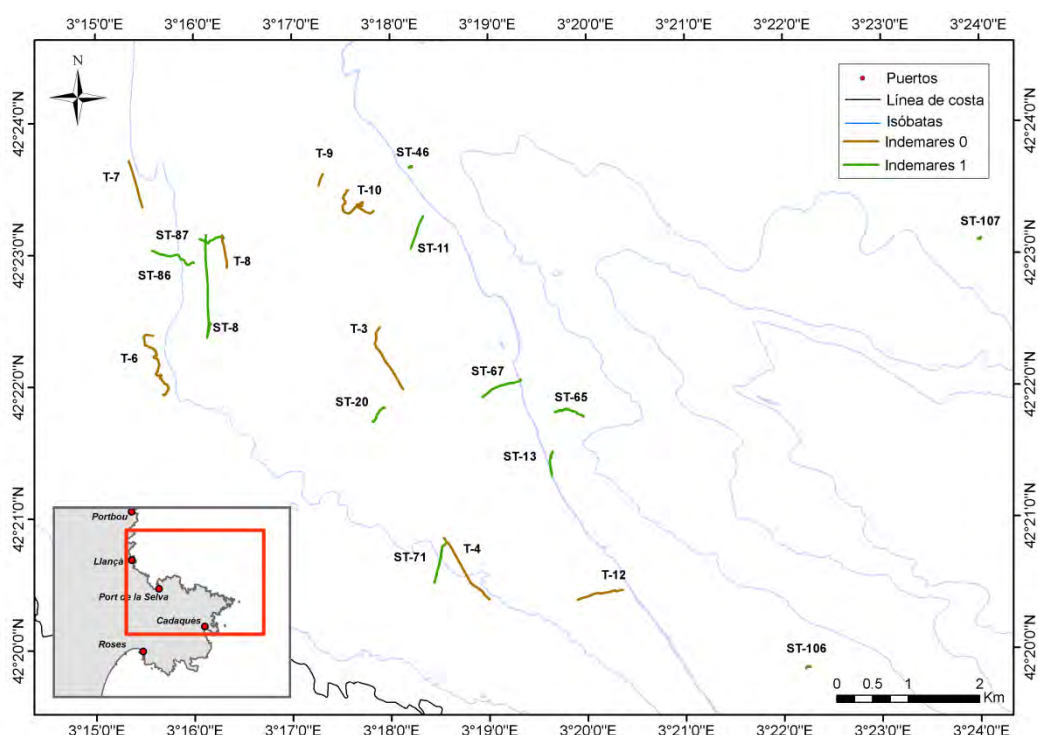


Fig. 5–59. Localización de los transectos de vídeo analizados (rango batimétrico 90-170m). Se realizaron un total de 33 transectos de vídeo, 12 con el ROV Bleeper EVO en la campaña INDEMARES 0, y 21 en la campaña INDEMARES 1 utilizando el vehículo NEMO ROV. Los transectos analizados fueron seleccionados después de descartar las secuencias no válidas.

Tabla 5-3. Características principales de los 20 transectos analizados.

Campaña	Transecto	Profundidad (m, inicio-final)	Duración total (min)	Longitud total (m)	Área total (m ²)	Longitud analizada (m)	Área analizada (m ²)
INDEMARES 0	T3	110 - 110	63	1027.7	153.9	830	124.5
INDEMARES 0	T4	117 - 99	60	1099.5	165	730	109.5
INDEMARES 0	T6	100 - 100	60	1348.3	202.5	930	139.5
INDEMARES 0	T7	99 - 100	49	675.7	202.5	660	198
INDEMARES 0	T8	103 - 104	45	474.7	143.7	470	141
INDEMARES 0	T9	108 - 108	25	173.2	52.2	160	48
INDEMARES 0	T10	116 - 117	60	1156.8	347.7	470	141
INDEMARES 0	T12	110 - 117	33	674.9	202.5	390	117
INDEMARES 1	ST8	101 - 99	49	1741.3	522.39	1740	522
INDEMARES 1	ST11	113 - 108	29	503.6	151.09	500	150
INDEMARES 1	ST13	108 - 107	32	435.7	130.70	430	129
INDEMARES 1	ST20	104 - 107	47	421.1	126.33	410	123
INDEMARES 1	ST46	143 - 140	23	348.2	104.46	340	102
INDEMARES 1	ST65	168 - 159	60	695.6	208.67	560	168
INDEMARES 1	ST67	119 - 113	59	671.7	201.52	670	201
INDEMARES 1	ST71	108 - 92	55	836.0	250.81	770	231
INDEMARES 1	ST86	98 - 98	68	699.9	209.97	460	138
INDEMARES 1	ST87	101 - 99	44	504.3	151.29	460	138
INDEMARES 1	ST106	147 - 144	18	287.9	86.37	240	72
INDEMARES 1	ST107	135 - 135	19	215.9	64.77	100	30

14950 invertebrados bentónicos fueron identificados en los transectos de vídeo, correspondientes a 36 grupos taxonómicos diferentes. Entre ellos, 7 poliquetos, 18 cnidarios y 10 equinodermos, el resto siendo esponjas, ascidias, equiuros y bivalvos. Todos los individuos fueron identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible, excepto esponjas y ascidias (aún pendientes de identificación). Debido a su pequeño tamaño, otros grupos observados como briozoos y algunos hidrozoos no se han tenido en cuenta en los análisis para evitar subestimar su abundancia. Los transectos T6 y T8 presentaron las densidades totales más altas, 10,98 y 11,85 ind/m² respectivamente, mientras que los transectos ST106 y ST107 presentaron los valores más bajos, 0,68 y 0,2 ind/m². Las especies más abundantes observadas son suspensívoros, cuya dieta consiste básicamente en aprovechar la materia particulada en suspensión transportada por las corrientes o proveniente de zonas menos profundas. Estas especies representan más del 90% del total de individuos identificados. El grupo más evidente de la megafauna son los poliquetos, que representan el 45% del total de organismos identificados. Los pennatuláceos y los alcionarios fueron los grupos más frecuentes en la mayoría de los transectos analizados. La especie más abundante es un poliqueto (*Polychaete* sp.1, pendiente aún de identificación, Fig. 5-60) (6731 individuos en 3022m²). Otras especies abundantes observadas son los pennatuláceos *Pteroeides spinosum*, *Pennatula rubra* y *Cavernularia pusilla*, los corales blandos *Alcyonium palmatum* y *Paralcyonium spinulosum* y el coral duro *Caryophyllia smithii*, el ceriantario *Cerianthus membranaceus*, la gorgonia *Eunicella* sp., los poliquetos *Lanice conchilega* y *Serpulidae* sp.1, así como los equinodermos *Leptometra phalangium* y *Echinus acutus* (Fig. 5-60).

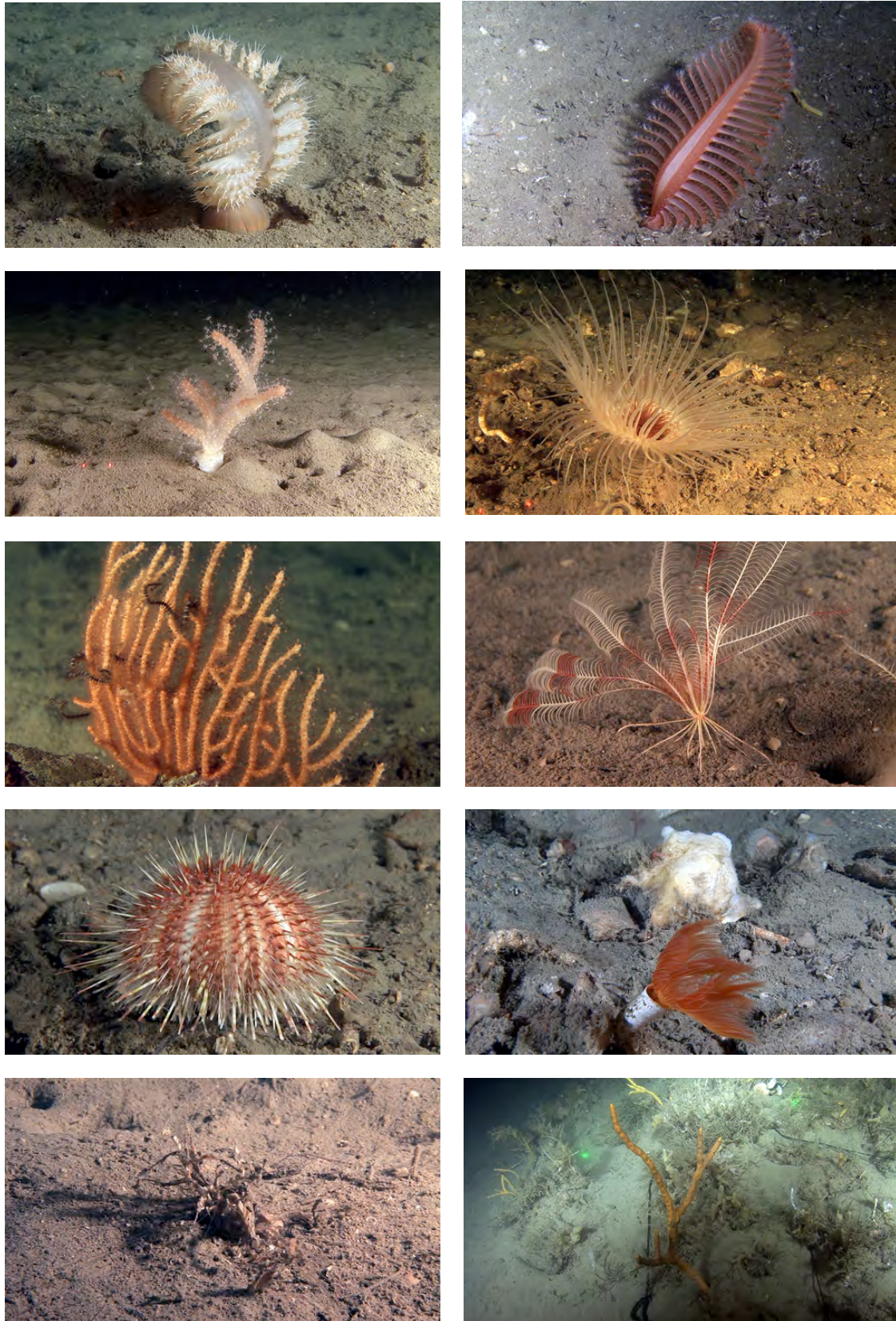


Fig. 5–60. Especies representativas observadas en la plataforma continental. De izquierda a derecha y de arriba abajo: *Pteroeides spinosum*, *Pennatula rubra*, *Alcyonium palmatum*, *Cerianthus membranaceus*, *Eunicella* sp., *Leptometra phalangium*, *Echinus acutus*, *Serpulidae* sp.1, *Polychaete* sp.1 y *Esponja* sp.1, estas últimas tres especie aún por determinar taxonómicamente.

Densidad de las especies de megafauna en la plataforma continental

El análisis de 20 transectos de vídeo ha proporcionado los primeros datos cuantitativos sobre distribución y densidad de los 36 taxones identificados en la plataforma continental. La densidad promedio de las especies más abundantes consideradas ha sido calculada para cada uno de los transectos analizados (Tabla 5-4, Tabla 5-5).

Tabla 5-4. Densidades promedio \pm SD (valor máximo local) para las especies más abundantes calculadas en parcelas de 3m², transectos correspondientes a la campaña INDEMARES 0.

	T3	T4	T6	T7	T8	T9	T10	T12
<i>Pteroeides spinosum</i>	2,87 \pm 1,92 (9,33)	1,66 \pm 0,97 (4)	1,47 \pm 1,30 (6,67)	0,45 \pm 0,21 (1,33)	0,70 \pm 0,37 (1,67)	1,57 \pm 1,06 (4,33)	0,52 \pm 0,24 (1,33)	1,17 \pm 0,64 (2,67)
<i>Pennatula rubra</i>	0,67 (0,67)	0,67 (0,67)	0,71 \pm 0,17 (1,33)	0,38 \pm 0,12 (0,67)	0,43 \pm 0,16 (0,67)	0,67 (0,67)	0,33 (0,33)	
<i>Alcyonium palmatum</i>	0,82 \pm 0,37 (2)	2,21 \pm 1,59 (6,67)	1,16 \pm 0,74 (4)	0,40 \pm 0,15 (1)	0,54 \pm 0,25 (1)	0,39 \pm 0,14 (0,67)	0,41 \pm 0,14 (0,67)	0,55 \pm 0,33 (1,33)
<i>Cavernularia pusilla</i>	1,68 \pm 1,37 (7,33)		0,80 \pm 0,32 (2)	0,39 \pm 0,20 (1)	0,81 \pm 0,93 (3,33)	2,45 \pm 1,48 (5)	0,50 \pm 0,30 (1,33)	
<i>Paralcyonium spinulosum</i>	1,81 \pm 1,62 (5,33)	2,40 \pm 1,85 (7,33)					0,67 (0,67)	1,10 \pm 0,50 (1,67)
<i>Lanice conchilega</i>			10,32 \pm 11,37 (37,33)	0,50 \pm 0,24 (0,67)	0,78 \pm 0,90 (4,33)	0,33 (0,33)		1,50 \pm 1,44 (4,67)
<i>Polychaete sp1.</i>			4 \pm 3,51 (14)	0,33 (0,33)	3,54 \pm 4,17 (14,67)	0,42 \pm 0,17 (0,67)		3,45 \pm 2,60 (9,33)
<i>Leptometra phalangium</i>			0,67 (0,67)	0,33 (0,33)	6,44 \pm 4,76 (17,67)			
<i>Eunicella sp.</i>	1,49 \pm 1,40 (6)	2,93 \pm 2,41 (12,67)						0,56 \pm 0,30 (1)
<i>Epizoanthus sp.</i>	2,22 \pm 2,14 (4,67)	1,73 \pm 1,42 (5,33)						
<i>Caryophyllia smithii</i>			0,67 (0,67)		0,48 \pm 0,23 (1)		0,33 (0,33)	
<i>Serpulidae sp1.</i>	1,09 \pm 0,68 (2,67)							0,97 \pm 0,75 (3)

Tabla 5-5. Densidades promedio \pm SD (valor máximo local) para las especies más abundantes calculadas en parcelas de 3m², transectos correspondientes a la campaña INDEMARES 1.

	ST8	ST11	ST13	ST20	ST46	ST65	ST67	ST71	ST86	ST87
<i>Pteroeides spinosum</i>	0,71 \pm 0,44 (2,33)		0,33 (0,33)			0,33 (0,33)	0,69 \pm 0,39 (2)	0,43 \pm 0,17 (1)	1 \pm 0,60 (2,67)	0,37 \pm 0,11 (0,67)
<i>Pennatula rubra</i>	0,58 \pm 0,36 (1,67)								0,76 \pm 0,23 (1,33)	0,39 \pm 0,12 (0,66)
<i>Alcyonium palmatum</i>	1,36 \pm 0,91 (4,33)	0,43 \pm 0,21 (1)		0,79 \pm 0,46 (2)				1,33 \pm 1,22 (6,67)	0,77 \pm 0,46 (2)	0,64 \pm 0,29 (1,33)
<i>Cavernularia pusilla</i>	0,49 \pm 0,28 (1,33)								0,5 \pm 0,167 (0,67)	0,33 (0,33)
<i>Paralcyonium spinulosum</i>	2,5 \pm 1,167 (3,67)			0,67 \pm 0,33 (1)			1 \pm 0,53 (1,67)	1,15 \pm 0,59 (2,33)		
<i>Lanice conchilega</i>	0,5 \pm 0,17 (0,67)									
<i>Polychaete sp1.</i>	3,08 \pm 2,65 (12,33)						0,82 \pm 0,45 (1,67)		8,42 \pm 5,41 (19)	6,32 \pm 3,62 (19,33)
<i>Leptometra phalangium</i>	3,65 \pm 2,80 (8,33)								0,33 (0,33)	4,95 \pm 3,76 (14)
<i>Eunicella sp.</i>	0,42 \pm 0,14 (0,67)			1,06 \pm 0,87 (3,33)				3,36 \pm 2,18 (8,67)		
<i>Epizoanthus sp.</i>							1 \pm 0,27 (1,33)	1,51 \pm 1,32 (5,67)		
<i>Caryophyllia smithii</i>	0,42 \pm 0,14 (0,67)	0,5 \pm 0,20 (1)	0,37 \pm 0,11 (0,67)	0,55 \pm 0,37 (1,33)					0,35 \pm 0,07 (0,67)	0,45 \pm 0,20 (1)
<i>Serpulidae sp1</i>		0,80 \pm 0,49 (2)	1,22 \pm 0,75 (3)	0,75 \pm 0,27 (1)	0,79 \pm 0,52 (2)	2,20 \pm 1,48 (7)	0,94 \pm 0,57 (2,67)	0,57 \pm 0,29 (1,33)	0,33 (0,33)	0,47 \pm 0,22 (1)

De forma general, se puede observar que *P. spinosum* y *A. palmatum* son las especies más conspicuas, encontrándose en gran parte de los puntos de muestreo con densidades promedio alrededor de 1 ind/m², aunque pueden presentar densidades máximas de hasta 5 ind/m².

C. pusilla, una especie que se consideraba endémica del Mediterráneo, también se ha encontrado en gran parte de la zona estudiada, aunque su densidad no es tan alta como las dos anteriores. Esta especie es predominante en el transecto T9, con densidades medias por encima de los 2 ind/m² en la mayor parte del transecto. A pesar que estos valores pueden parecer elevados, se conoce que esta especie puede llegar a colonizar vastas áreas adquiriendo densidades altísimas, como es el caso del Atlántico Norte donde se han encontrado poblaciones en profundidades intermedias (45-65m) con densidades de hasta 70 ind/m² (Altuna et al. 2006).

La gorgonia *Eunicella* sp. se encuentra distribuida en un área menor, pero con densidades promedio de 1 y 3 ind/m². Estos valores indican comunidades con un estado de conservación razonable, llegando en ciertas zonas a presentar poblaciones formadas por hasta 12 ind/m². Este es también el caso del crinoideo *L. phalangium*, que aparece con densidades relativamente altas en 3 transectos. Esta población alcanza densidades de hasta 17 ind/m², aunque sus valores promedio son proporcionalmente menores, entre los 3 y los 6 ind/m². A pesar de ello, estas densidades deben ser consideradas normales para poblaciones bien desarrolladas de este crinoideo, conocidas por ser un indicador de zonas altamente productivas que sostienen gran biomasa de peces bentopelágicos y reclutas (Colloca et al. 2004).

Los dos poliquetos más abundantes en el área de estudio, *L. conchilega* y *Polychaete* sp.1, también muestran una distribución fuertemente heterogénea, apareciendo de forma conjunta en gran parte de los transectos analizados, donde han sido observados con unas densidades relativamente altas. Es conocida la capacidad de *L. conchilega* para formar agrupaciones muy densas de individuos, como es el caso de las densidades registradas en las costas del norte de Francia, donde se han observado agrupaciones locales de hasta 8000 ind/m² (Rabaut et al 2008). En la plataforma del Cap de Creus se han podido observar algunos puntos con densidades relativamente altas, adquiriendo valores alrededor de los 35 ind/m². A pesar de estos picos de densidad, el poliqueto *Polychaete* sp.1 es el que presenta valores promedio más altos en la mayoría de los casos, estando presente en muchas más zonas que *L. conchilega*.

Distribución de las abundancias de las especies de la megafauna en la plataforma continental

Con la intención de comprender la variabilidad espacial en la distribución y abundancia de las especies bentónicas más representativas en una escala de miles de metros, se ha representado sobre mapas georeferenciados y utilizando herramientas de estadística espacial la distribución de abundancias para las principales especies megabentónicas (de Fig. 5-61 a Fig. 5-64).

De forma general, podemos observar como todas las especies analizadas tienen una distribución fuertemente heterogénea a nivel regional. El pennatuláceo *P. spinosum* se puede considerar la especie de la megafauna más ampliamente distribuida a lo largo de la plataforma continental entre las costas del Cap de Creus y el cañón submarino, presentándose con densidades por encima de los 2 ind/m² en una gran parte de las zonas muestreadas. Este patrón parece repetirse para el coral blando *A. palmatum*, que es la especie megabentónica más cosmopolita de la plataforma continental juntamente con *P. spinosum*. Con distribuciones parecidas aparecieron los pennatuláceos *P. rubra* y *C. pusilla*, presentes en un área relativamente amplia a pesar de que sus valores de densidad fueron ligeramente inferiores.

A diferencia de estos 4 casos, las otras especies de la megafauna dominante muestran unos patrones de distribución mucho más restringidos. La distribución de *P. spinulosum* y de *Eunicella* sp. se encuentra limitada a la región más al sur de la zona estudiada. En la región batimétrica de los 100m de profundidad, la comunidad dominada por gorgonias parece encontrarse relativamente bien desarrollada, con densidades de *Eunicella* sp. por encima de los 3 ind/m² en la mayoría de los casos.

Por otro lado, las dos principales especies de poliquetos excavadores representadas, *L. conchilega* y *Polychaete* sp.1, además del crinoideo *L. phalangium*, muestran también una distribución espacial restringida, en este caso a la zona noroeste, la más alejada del cañón. Las densidades de estos organismos presentan valores bastante elevados en comparación con el resto de especies analizadas, indicando la existencia de agregaciones locales que gozan de un buen estado de conservación. Es significativo destacar la presencia de zonas en la plataforma continental donde aún se pueden encontrar poblaciones de *L. phalangium* con densidades por encima de los 9 ind/m², especialmente si tenemos en cuenta la importancia que tienen estos organismos para favorecer unas altas tasas de reclutamiento larvario y el desarrollo de especies ícticas.

Finalmente, cabe destacar la presencia muy localizada de *E. acutus* y *C. membranaceus* en zonas cercanas al cañón submarino, mayoritariamente por debajo de la cota batimétrica de los 120m de profundidad. Estas dos especies se encuentran en densidades muy bajas, en la mayoría de los casos con valores por debajo de 1 ind/m², a pesar de encontrarse acompañadas por muy pocas especies.

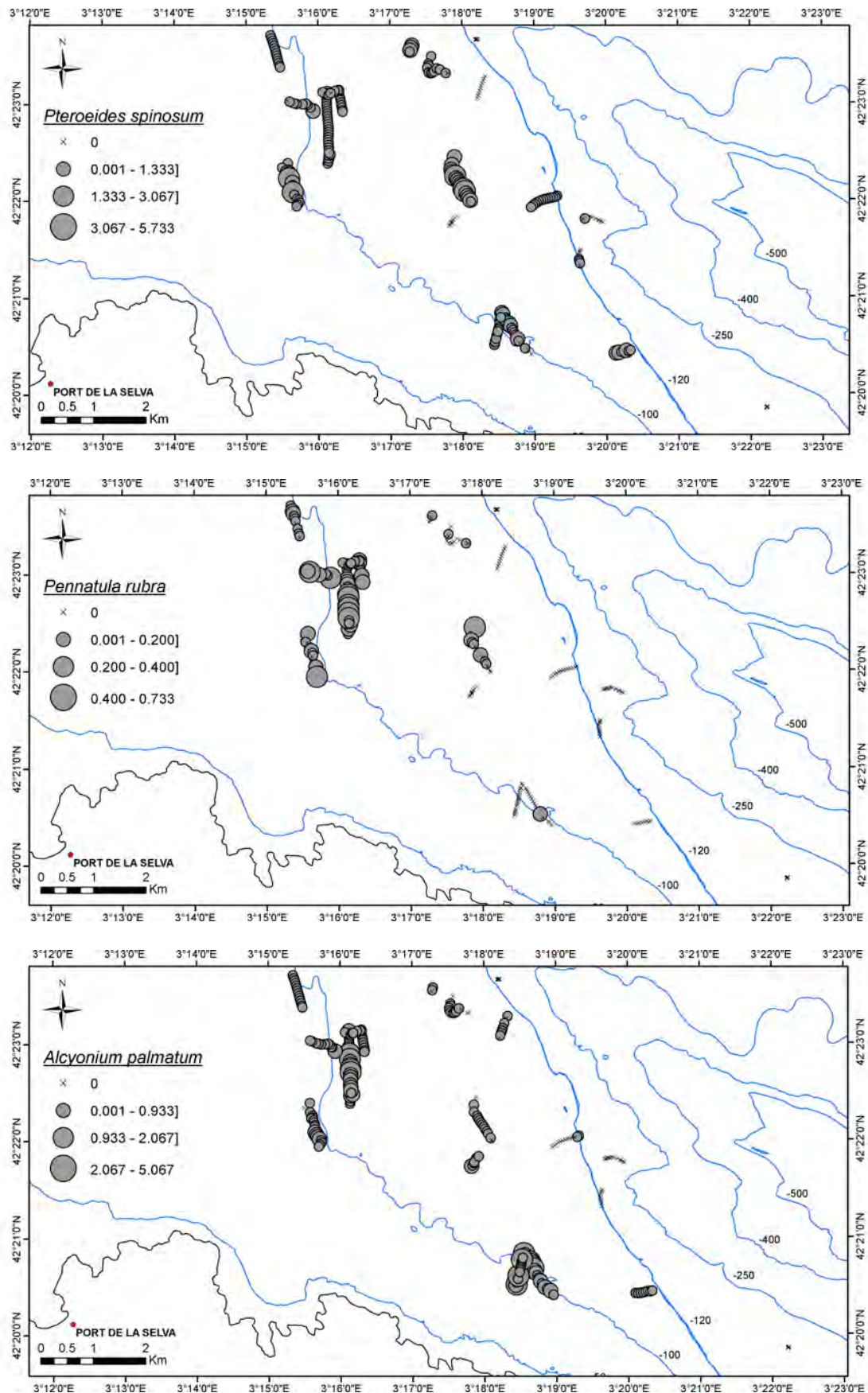


Fig. 5-61. Distribución de densidades (ind/m²) en parcelas rectangulares de 50m de longitud para *Pteroeides spinosum*, *Pennatula rubra* y *Alcyonium palmatum* en los 20 transectos analizados.

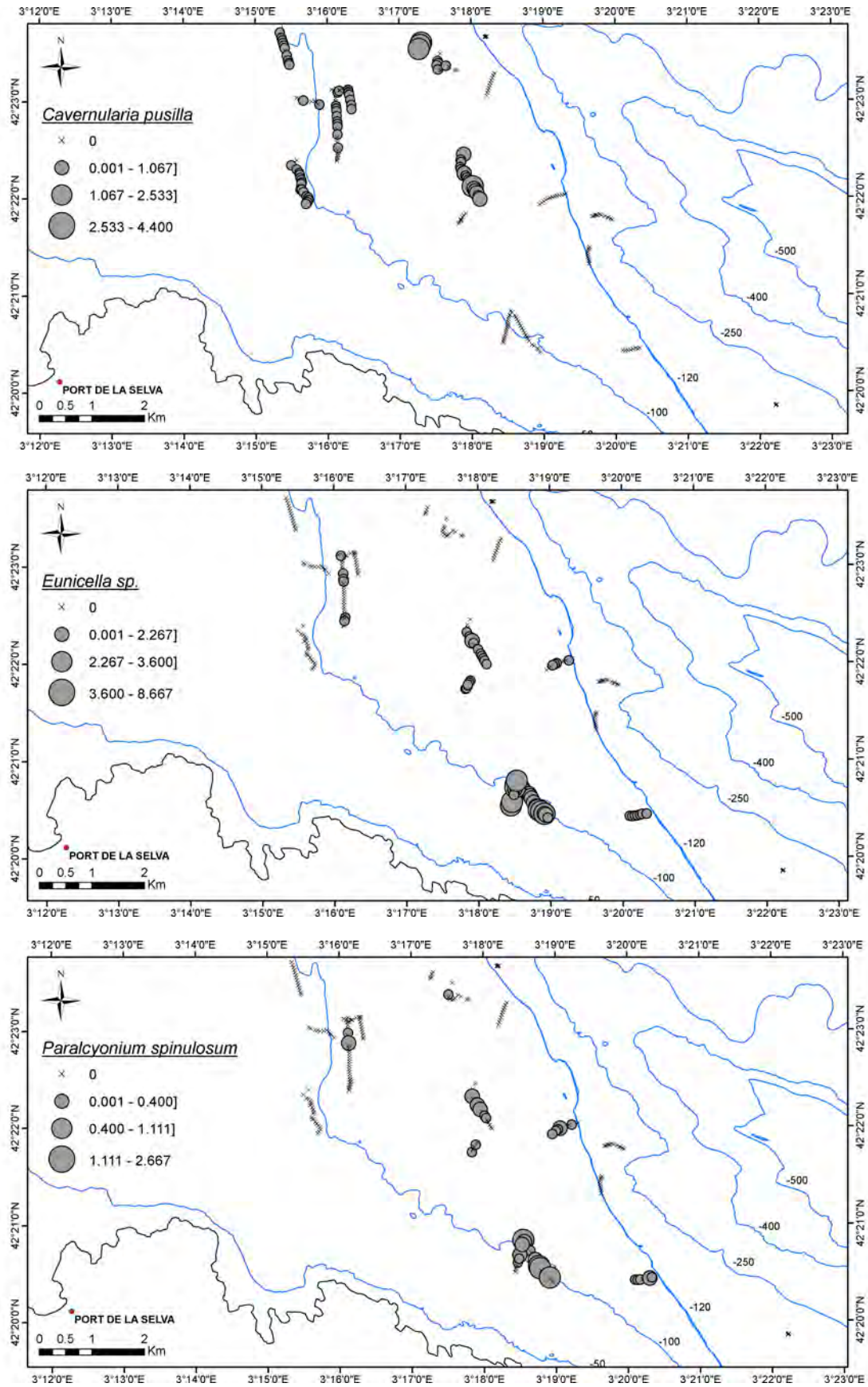


Fig. 5-62. Distribución de densidades (ind/m²) en parcelas rectangulares de 50m de longitud para *Cavernularia pusilla*, *Eunicella sp.* y *Paralcyonium spinulosum* en los 20 transectos analizados.

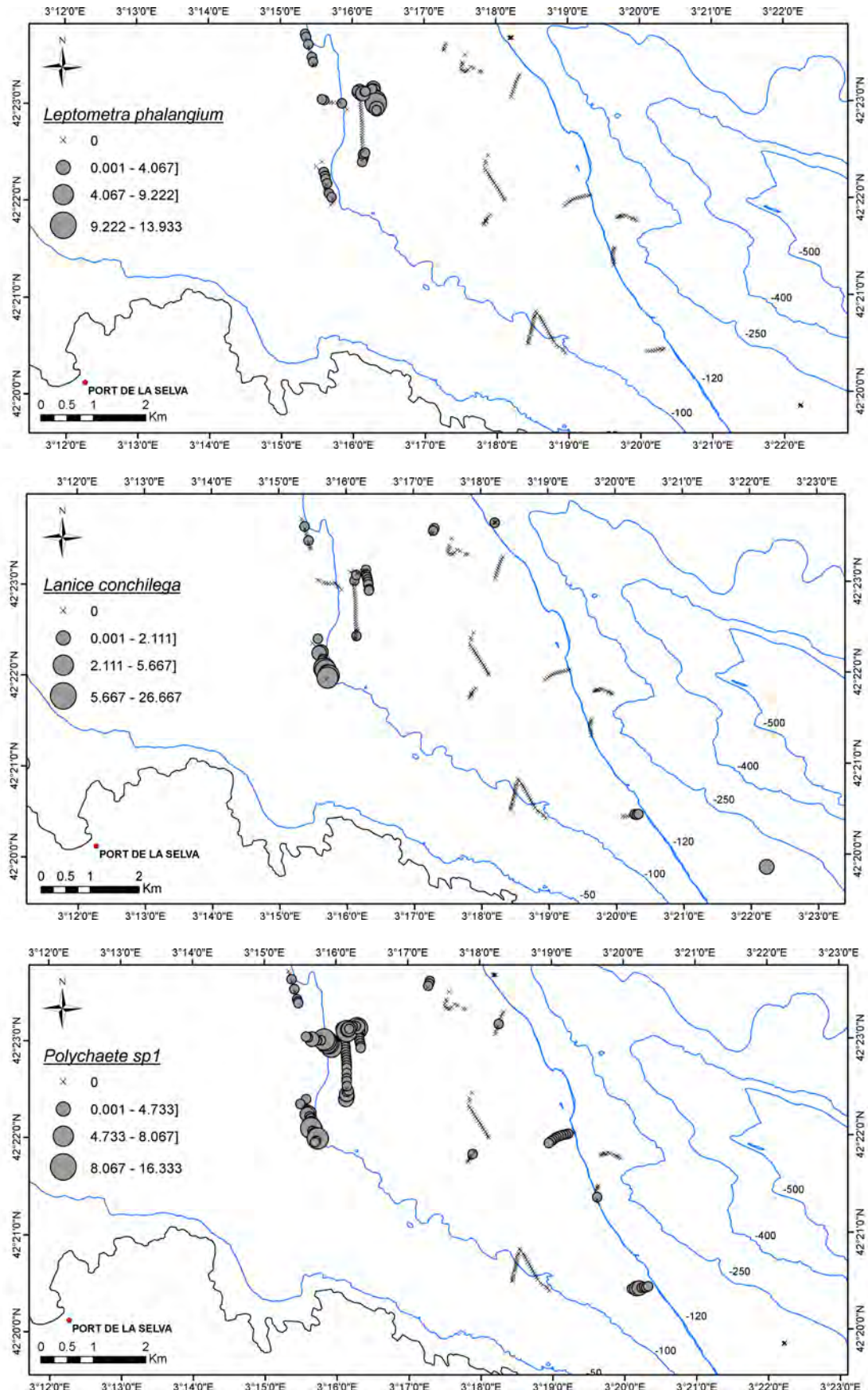


Fig. 5-63. Distribución de densidades (ind/m²) en parcelas rectangulares de 50m de longitud para *Leptometra phalangium*, *Lanice conchilega* y *Polychaete sp.1* en los 20 transectos analizados.

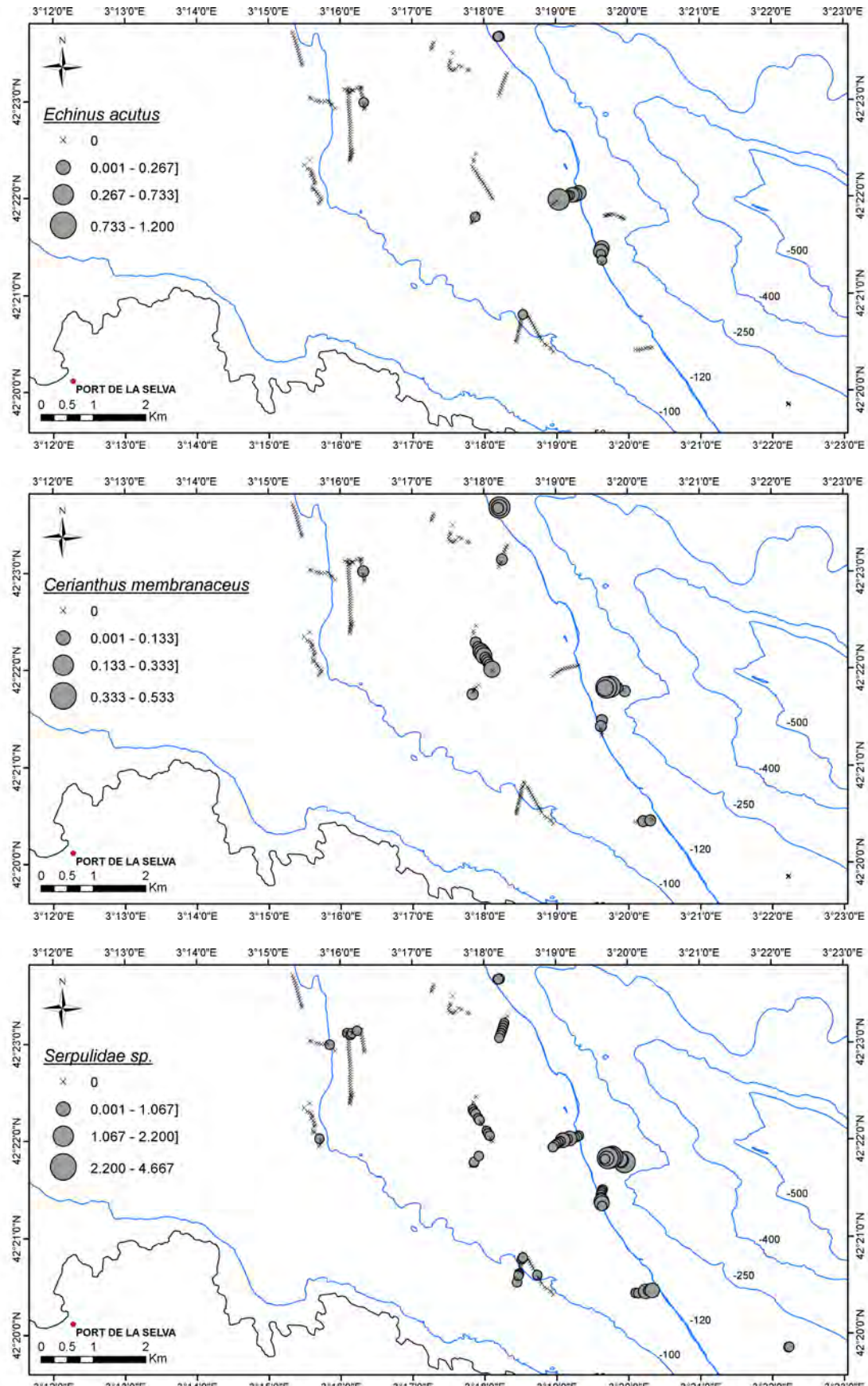


Fig. 5-64. Distribución de densidades (ind/m²) en parcelas rectangulares de 50m de longitud para *Echinus acutus*, *Cerianthus membranaceus* y *Serpulidae sp.1* en los 20 transectos analizados.

Análisis de la estructura de las comunidades de la plataforma continental

De acuerdo con la literatura publicada, los biótopos de la plataforma continental del Mediterráneo occidental están principalmente compuestos por sedimentos terrígenos finos y productos biogénicos gruesos, que se mezclan en proporciones distintas en función de la tasa de sedimentación y las corrientes predominantes. La biota característica circalitoral se distribuye a lo largo de la parte inferior de la plataforma en consonancia con la composición de los fondos marinos, creando diferentes asociaciones caracterizadas por una composición de especies bien definida (Pérès, 1985).

En base a los resultados publicados en estudios precedentes (Desbruyères et al. 1972-1973; Gili et al. 1987), las 20 inmersiones de ROV analizadas para este trabajo se realizaron en un área que corresponde a la comunidad de fangos detríticos. Como se puede observar en la Fig. 5-65, el tamaño del grano del sedimento es un factor relevante a la hora de explicar las diferencias observadas en la composición específica de la comunidad. En este caso, el MDS determina tres grupos diferentes de especies dentro del conjunto de muestras, pudiéndose vincular cada uno de ellos a algunas facies ya descritas con anterioridad.

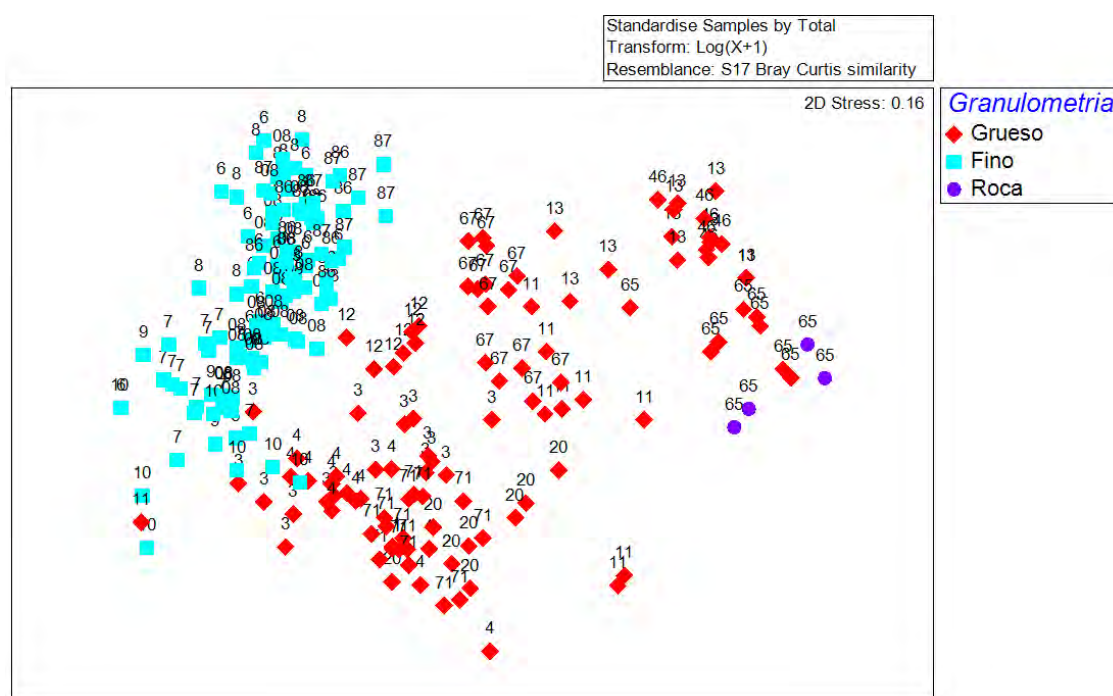


Fig. 5-65. Ordenación bidimensional MDS a partir de las densidades obtenidas para cada especie en 219 unidades de muestreo, correspondientes a parcelas de 50 metros de largo ($50 \times 0,3 = 15\text{m}^2$ de superficie). Los transectos ST106 y ST107 fueron eliminados del análisis para mejorar su interpretación, dadas las bajas densidades que presentaban.

Cada uno de los tres grupos observados en la representación del análisis MDS presenta un conjunto de especies características asociadas, las cuales se muestran en la Tabla 5-6, así como su contribución porcentual.

El grupo de grano fino consiste en 106 unidades de muestreo, derivadas principalmente de los transectos T6, T7, T8, T9, T10, ST8 y ST87. Este grupo está

caracterizado por las especies *Polychaete* sp.1, *A. palmatum*, *P. spinosum*, *P. rubra* y *C. pusilla*, con un porcentaje de similitud superior al 50%. Este grupo se puede relacionar directamente con la facies de pennatuláceos y alcionarios y la facies de crinoideos descritas anteriormente (sección 5.2.2.1).

El grupo de grano grueso consiste en 109 unidades de muestreo derivadas principalmente de los transectos T3, T4, T12, ST11, ST13, ST20, ST46, ST65 y ST67. Este grupo está caracterizado por las especies *Eunicella* sp., *P. spinulosum*, esponjas, *P. spinosum*, *A. palmatum*, *C. membranaceus*, *E. acutus* y *Serpulidae* sp1. Este grupo se puede relacionar directamente con dos de las facies descritas para esta comunidad, la facies de gorgonias, donde son dominantes *Eunicella* sp., *P. spinulosum* y las esponjas y la facies de ceriantarios y equinodermos, donde destacan *C. membranaceus* y *E. acutus*.

El grupo con fondo de roca aparece en tan solo 4 unidades de muestreo, derivadas únicamente de parte del transecto ST65. Este grupo se encuentra caracterizado por las especies *Serpulidae* sp.1 y *Holothuria* sp., así como por grupos algo más genéricos como esponjas incrustantes y bivalvos. A pesar del bajo número de muestras analizado, este grupo presenta un índice de similitud muy elevado.

Tabla 5–6. Resultados del análisis SIMPER. Representación de las especies características de cada uno de los tres grupos definidos en el MDS y sus contribuciones porcentuales a la similitud del grupo. Las especies se encuentran ordenadas de forma decreciente por sus porcentajes de contribución.

Grupo: Fino		Grupo: Grueso		Grupo: Roca	
Similitud media: 51.14		Similitud media: 31.94		Similitud media: 78.38	
Especies	%Acum	Especies	%Acum	Especies	%Acum
<i>Polychaete</i> sp. 1	28.44	<i>Serpulidae</i> sp.1	24.24	<i>Serpulidae</i> sp.1	31.95
<i>Alcyonium palmatum</i>	56.28	Esponjas	41.31	Esponjas incrustantes	60.21
<i>Pteroeides spinosum</i>	79.25	<i>Pteroeides spinosum</i>	58	Bivalvia	79.59
<i>Pennatula rubra</i>	89.79	<i>Alcyonium palmatum</i>	71.54	<i>Holothuria</i> sp.	95.68
<i>Cavernularia pusilla</i>	93.36	<i>Eunicella</i> sp.	83.44		
		<i>Paralcyonium spinulosum</i>	86.36		
		<i>Cerianthus membranaceus</i>	88.93		
		<i>Echinus acutus</i>	91.06		

Estos resultados indican que muchas zonas de la plataforma continental del Cap de Creus se encuentran en un buen estado de conservación, ya que las comunidades dominantes siguen siendo las mismas a las descritas hace más de 25 años, algunas de las cuales muestran una alta diversidad con un gran número de especies asociadas.

5.2.2.3 Cuantificación de las tasas de crecimiento de las poblaciones de gorgonias de la plataforma continental del Cap de Creus

Con la finalidad de cuantificar la tasa de crecimiento y, por consiguiente, el potencial de recuperación de las poblaciones de la gorgonia *Eunicella* sp. localizadas en la plataforma continental frente a las costas del Cap de Creus, se está llevando a cabo un experimento con colonias de esta especie en la zona de acuarios del Institut de Ciències del Mar de Barcelona. Durante la campaña INDEMARES 2 realizada en el mes de junio de 2010 se recolectaron, mediante el brazo hidráulico del submarino tripulado JAGO, un total de 12 colonias adultas de una población estable distribuida en la plataforma continental más allá de los 95 m de profundidad (Fig. 5-66).

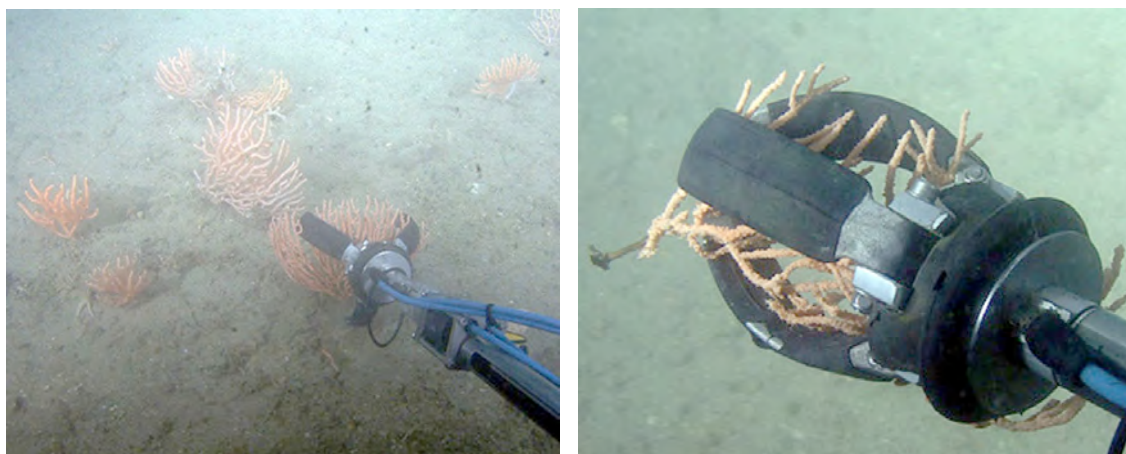


Fig. 5-66. Detalle de la recolección de colonias adultas de *Eunicella* sp. durante la campaña INDEMARES 2.

Las gorgonias recolectadas se mantuvieron vivas en un sistema de acuarios construido específicamente para esta finalidad a bordo del buque oceanográfico B/O García de Cid hasta su posterior traslado a los acuarios del Institut de Ciències del Mar de Barcelona. Para llevar a cabo el experimento, se construyó un sistema de acuarios exclusivamente diseñado para el mantenimiento de estas gorgonias bajo condiciones controladas lo más parecidas posibles a las naturales, separando las diferentes colonias bajo dos tratamientos de alimentación distintos (Fig. 5-67).

Desde el inicio del experimento en julio de 2010 y a intervalos regulares desde entonces, se efectúan medidas del peso de cada una de las colonias mantenidas en los acuarios experimentales, a la vez que se calcula su tasa de crecimiento lineal a partir de fotografías tomadas también para dichos intervalos (Fig. 5-68) El experimento sigue en curso y hasta la fecha de hoy se ha observado una tasa de incremento de peso media de $0,167 \pm 0,14$ mg/día por individuo (Fig. 5-66).



Fig. 5-67. Detalle del sistema de acuarios construido específicamente para este estudio y detalle de ejemplares de *Eunicella* sp. en los tanques de experimentación.



Fig. 5-68. Detalle de diferentes ejemplares fotografiados para el estudio del crecimiento lineal de las colonias de *Eunicella* sp.

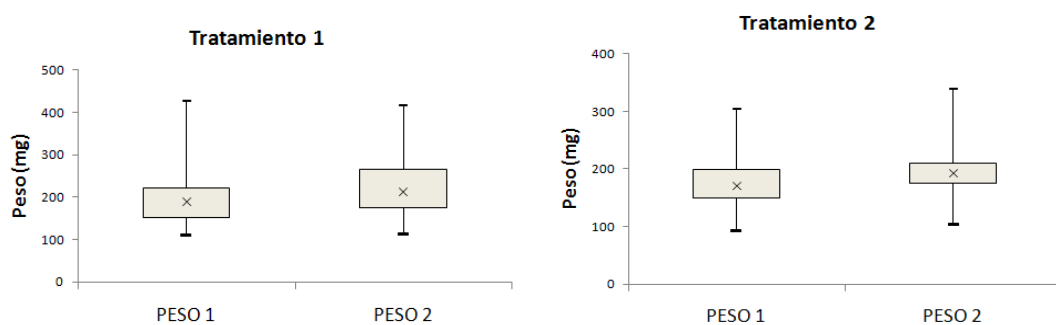


Fig. 5-69. Incremento de peso (Media \pm SD) de las colonias de *Eunicella* sp. para cada uno de los dos tratamientos de alimentación aplicados en este experimento.

5.2.3 Cañón submarino del Cap de Creus

El estudio del cañón se realizó empleando la batimetría cortesía de Fugro Survey, AOA Geophysics y Universitat de Barcelona. Las exploraciones del fondo empleando Sonar de Barrido Lateral (Side Scan Sonar, SSS) han sido prometedoras dado que esta metodología puede ser muy adecuada para poder explorar superficies mayores que con ROVs y sumergibles tripulados, pudiendo identificar mediante las imágenes (según la reflectividad de las mismas) superficies potencialmente cubiertas por comunidades de coral.

Las comunidades que aquí se describen han sido identificadas mediante el empleo de ROVs y del submarino tripulado JAGO, y corresponden como anteriormente ya se ha mencionado a la franja de profundidad comprendida entre los 150 y los 400 metros, en algunos casos a profundidades algo menores (desde aproximadamente 100m). Dado que en numerosas zonas, especialmente en terrazas en las que la pendiente no era muy abrupta, investigadas dentro del cañón, se documentaron sustratos de características muy semejantes a los de la plataforma, con el mismo tipo de comunidades; esto hace referencia especialmente a los fondos blandos (arenas fangosas, fondos detríticos, fangos...) existentes también en el cañón. Por ello, las comunidades que son similares en sus características a las de plataforma, tan solo serán brevemente descritas y acompañándas en algunos casos de una representación gráfica idealizada que muestra, en forma de cadena y de forma sucinta, el aspecto de las mismas.

5.2.3.1 Comunidades bentónicas

Las comunidades bentónicas cartografiadas hasta la fecha en el cañón se muestran en la Fig. 5-49 (sección 5.2.2). En los párrafos siguientes se describen brevemente las mismas. La descripción se basa en las previas de Pérès y Piccard (1964) y de Desbruyères (1972-73). Las dos comunidades que se describen a continuación se sitúan en dos niveles (pisos) distintos según los trabajos mencionados y se han explicado con más detalle en la parte de las comunidades de plataforma. Los fondos detríticos se corresponden con el nivel circalitoral mientras que las comunidades de corales de aguas frías se sitúan en el nivel batial. El cambio de pendiente al final de la plataforma y el inicio del talud representa el cambio entre ambos niveles (pisos) y ambas comunidades que se describen en este apartado.

Comunidades de fondos detríticos de mar abierto (pennatuláceos y alcionáceos)

Son fondos de limo con restos organogénicos no muy abundantes y con evidencia de organismos bioturbadores. La macrofauna dominante la conforman las poblaciones de *Pteroides spinulosum* y *Cavernularia pusilla* acompañadas a veces de ejemplares del alcionario *Alcyonium palmatum*. Se han identificado dos tipos fundamentales de comunidades dominadas por pennatuláceos: las que muestran una dominancia compartida entre pennatuláceos y ceriantarios, y las que muestran una dominancia compartida entre pennatuláceos e hidrozoos. Las Fig. 5-70 y Fig. 5-71 muestran el aspecto de las mismas. En ambos tipos de comunidades destaca también la presencia frecuente de esponjas.

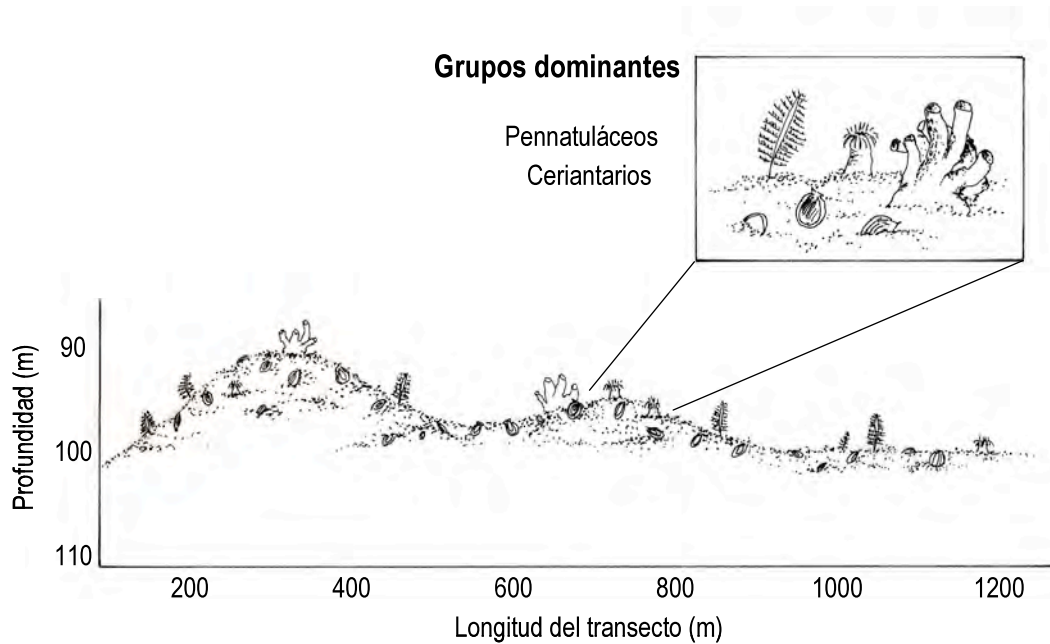


Fig. 5-70. Comunidad en el interior del cañón dominada por pennatuláceos y ceriantarios. Las esponjas son también frecuentes en estas comunidades.

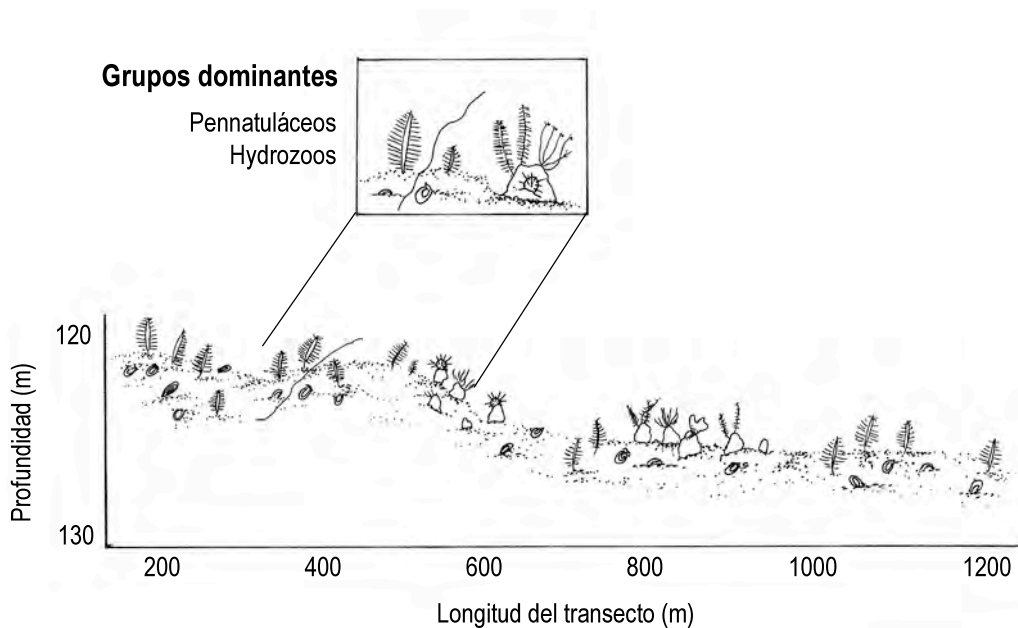


Fig. 5-71. Comunidad en el interior del cañón dominada por pennatuláceos e hidrozooos. La línea sinuosa representada simboliza los restos de líneas de palangres, muy frecuentes en todo el cañón del Cap de Creus.

Comunidades de corales blancos (corales profundos, corales de aguas frías)

Son comunidades de fondos rocosos dominados por bloques de piedra o paredes verticales. La Fig. 5-72 muestra las localizaciones de este tipo de comunidades (círculos blancos), en las áreas exploradas a lo largo de las campañas realizadas

hasta ahora con ROVs y el submarino tripulado JAGO. Las comunidades dominadas por corales blancos se caracterizan por presentar: (1) distribución parcheada, (2) poblaciones de corales en diferente estado de desarrollo, (3) elevada diversidad de la fauna acompañante comparada con la de los enclaves dominados por sustratos predominantemente blandos.

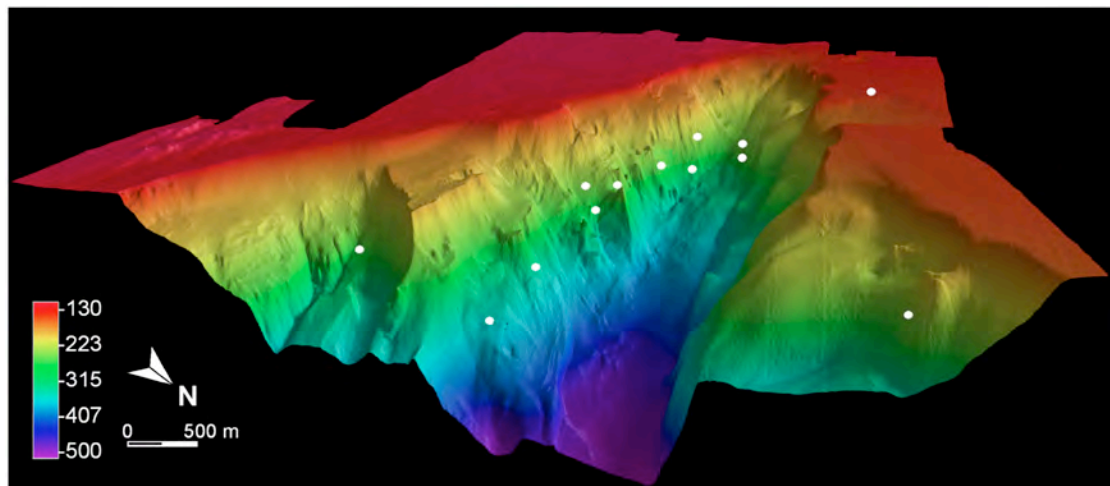


Fig. 5-72. Localizaciones en las áreas exploradas del cañón del Cap de Creus, de las comunidades de corales profundos en los que la especie más abundante es el coral blanco *Madrepora oculata* (Orejas et al. 2009).

En la Fig. 5-73 se muestra una imagen que representa uno de los transectos analizados en el cañón. Esta imagen puede ser considerada como una representación “tipo” del aspecto que muestran las comunidades dominadas por coral blanco en zonas de bloques rocosos. Dado lo parcheado del sustrato, en este tipo de ambientes aparecen mezclas varias de las comunidades que se han descrito en los apartados anteriores, apareciendo las zonas con mayor abundancia de fondos blandos, como es el caso de la zona comprendida, por ejemplo, entre los 2400 y 3000 metros recorridos del transecto, donde abundan los ceriantarios.

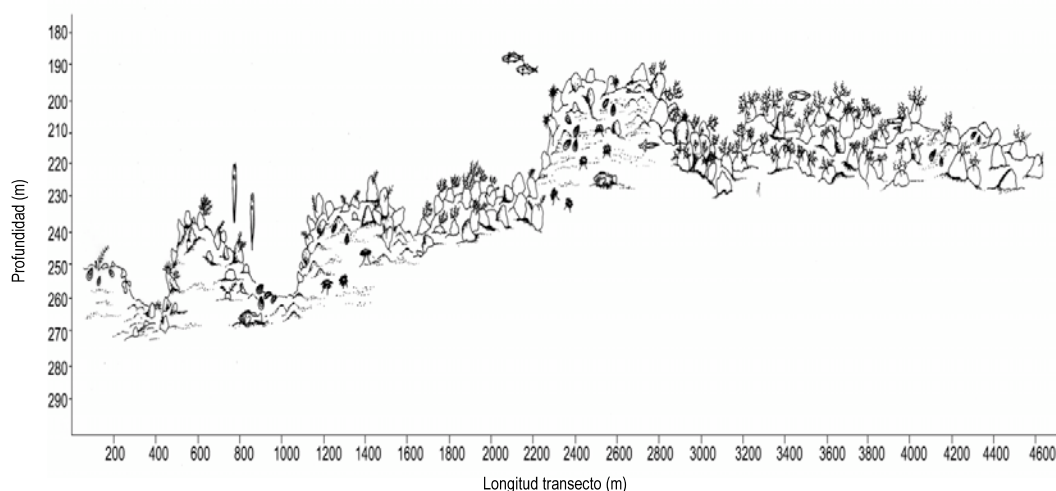


Fig. 5-73. Representación de un transecto dentro del cañón en el que aparece un mosaico de sustratos y, por tanto, de la fauna dominante en cada caso. En las zonas de sustrato blando se observa dominancia de ceriantarios mientras que en las de sustrato rocoso dominan los corales de profundidad y los erizos del género *Cidaris*.

Cuatro son las especies de corales de aguas frías presentes en las zonas hasta ahora prospectadas de la cabecera del cañón del Cap de Creus: *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa*, *Dendrophyllia cornigera* y *Desmophyllum dianthus*. De las cuatro, la especie dominante es *M. oculata*, mientras que *L. pertusa* se encuentra sólo de forma aislada. *D. cornigera* aparece bien de forma aislada o formando pequeños grupos, y el coral solitario *D. dianthus* aparece también de forma parcheada. En los siguientes párrafos se presenta la información obtenida hasta ahora sobre patrones de abundancia y distribución de las tres primeras especies de escleractinias mencionadas, *D. dianthus* presenta un tamaño demasiado reducido como para poder cuantificar su densidad y estudiar su distribución a través de las imágenes de vídeo.

5.2.3.2 Diversidad específica de las comunidades dominadas por corales fríos

La fauna acompañante presente en las comunidades del coral blanco *Madrepora oculata* están dominadas por varios grupos: los braquiópodos (especialmente las especies *Mergelia truncata* y *Gryphus vitreus*, ver Fig. 5-74, los poliquetos (p.e. *Sabella pavonina*), las esponjas -especialmente las de tipo incrustante son abundantes también en estas comunidades con un gran número de especies-, así como los cnidarios que presentan una gran diversidad específica en la zona. Los briozoos están representados también por un gran número de especies. En la tabla del ANEXO I está relacionada la lista completa de especies determinadas hasta la fecha en estas comunidades. La lista comprende, como se ha mencionado anteriormente, tanto las especies determinadas a lo largo de las campañas mencionadas en la Tabla 1-1 en la franja litoral, plataforma y cañón submarino, como las documentadas por otros autores en la bibliografía.

Dada la dificultad de prospectar en el cañón, el número de muestras obtenidas hasta la fecha es muy limitado, y a partir de las imágenes no es posible, en la mayoría de los casos determinar especies. Sin embargo las imágenes obtenidas, así como las muestras analizadas hasta ahora indican un alto grado de recubrimiento de los substratos rocosos y elevada diversidad específica. Estas observaciones se ven corroboradas por trabajos realizados en otras áreas en que se ha demostrado la alta diversidad específica de las comunidades dominadas por corales de profundidad en comparación con áreas cercanas sin presencia de dichos organismos (e.g. Henry y Roberts 2007).

En lo que se refiere a los grupos funcionales, los suspensívoros bentónicos son los organismos dominantes en la comunidad. Por un lado los activos, como los braquiópodos, que como se acaba de mencionar muy dominantes, y por otro los poliquetos, esponjas y briozoos. Dentro de los pasivos dominan los cnidarios representados por varias especies de corales “verdaderos” (hexacorales), así como gorgonias, actinias, ceriantarios, pennatuláceos e hidrozoos, que también están presentes en estas comunidades.

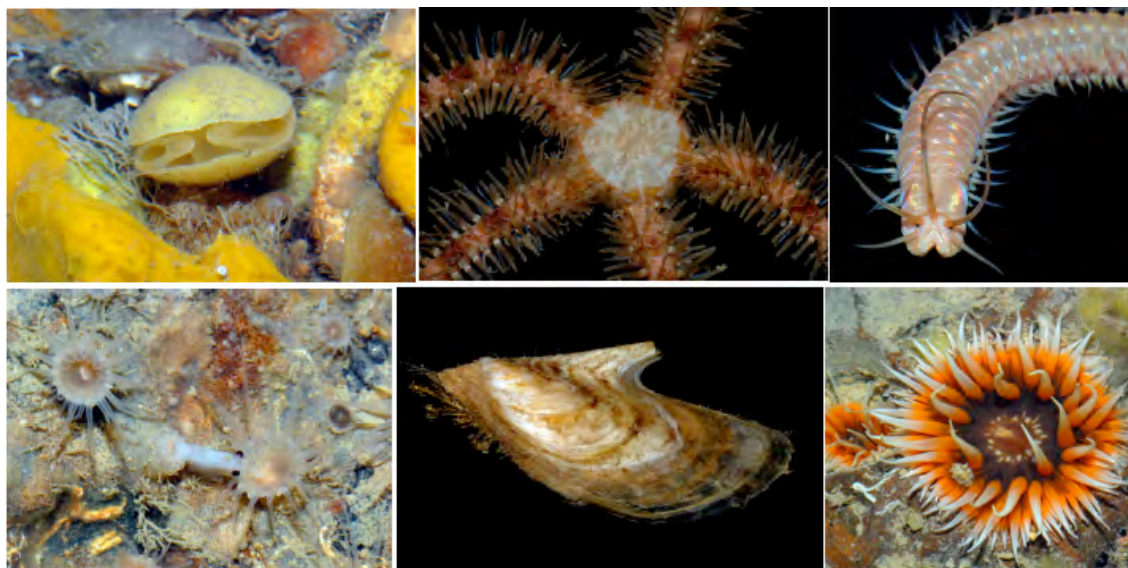


Fig. 5-74. Algunos de los organismos de la fauna acompañante de las comunidades de *Madrepora oculata*. De izquierda a derecha y de arriba abajo el braquiópodo *Gryphus vitreus*, la ofiura *Ophiotrix fragilis*, el poliqueto *Eunice norvegica*, el antozoo *Epizoanthus* sp., el bivalvo *Pteria hirundo* y el antozoo *Sagartia elegans*.

5.2.3.3 Distribución de las abundancias de corales de aguas frías en el cañón submarino

De los 22 sitios explorados con ROVs y el submarino JAGO en el cañón del Cap de Creus, se ha observado la presencia de corales de aguas frías en el 68% de éstos (Fig. 5-72), mayoritariamente en el flanco sur del cañón entre los 180 y los 300m de profundidad. La Fig. 5-75 muestra el resultado del análisis de 3 de los 10 transectos realizados con el submarino JAGO en el cañón. A lo largo de estos transectos se ha observado un total de 528 colonias de coral, siendo *Madrepora oculata* la especie más frecuente, representando el 93,7% de las colonias en el cañón (Orejas et al. 2009). Por el contrario *Lophelia pertusa* y *Dendrophyllia cornigera* son mucho menos frecuentes, representando respectivamente el 1,7% y el 4,6% del total de las colonias observadas. *M. oculata* muestra densidades entre las $0,11 \pm 0,44$ y las $0,30 \pm 0,44$ colonias/m², con un valor máximo de 10,67 colonias/m². La densidad de *D. cornigera* en el cañón es más baja, siendo de $0,01 \pm 0,09$ colonias/m², con un valor máximo de 1,33 colonias/m². Por último, *L. pertusa* presenta las densidades más bajas variando entre $0,002 \pm 0,035$ y $0,01 \pm 0,08$ colonias/m², con un valor máximo observado de 1,33 colonias/m² (Fig. 5-75) (Orejas et al. 2009). Las colonias de *M. oculata* presentan una distribución agregada que resulta en la formación de parches, observados a lo largo de los transectos de vídeos analizados (Orejas et al. 2009). La dominancia de *M. oculata* en el cañón del Cap de Creus se ha observado en otras zonas del Mediterráneo (Freiwald et al. 2009). El aspecto que presenta un parche bien desarrollado de *M. oculata* en el cañón de Cap de Creus es el que muestra la Fig. 5-76.

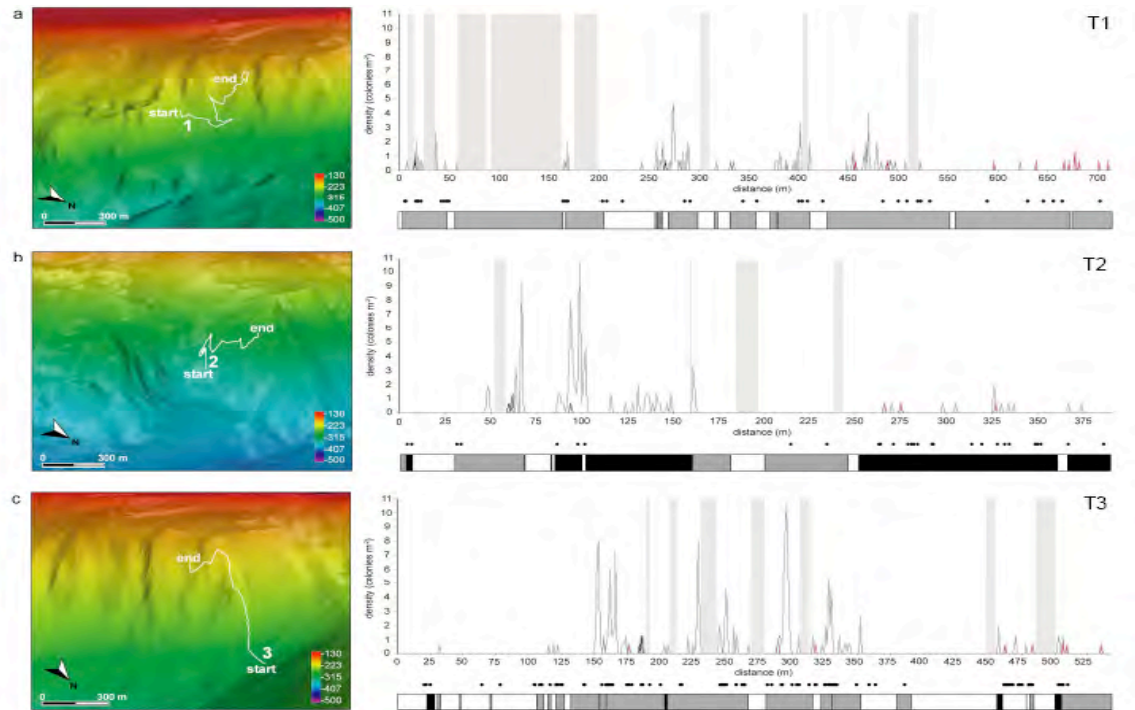


Fig. 5-75. Patrón de distribución a lo largo de tres transectos de vídeo (T1, T2, T3) realizados con el sumergible JAGO. Las imágenes en color representan la situación de los transectos en el flanco sur del cañón, las gráficas representan las densidades (colonias/m²) de *Madrepora oculata* (en gris), *Lophelia pertusa* (en negro) y *Dendrophyllia cornigera* (en rojo). Los círculos negros representan los restos de líneas de palangre encontrados a lo largo del recorrido del transecto. La barra bajo la gráfica representa los diferentes tipos de sustrato: blanco (sustrato blando), gris (sustrato rocoso), negro (paredes de roca verticales). Las bandas grises en la gráfica representan fragmentos de vídeo que no han podido ser analizados (calidad de imagen deficiente, lejanía del sumergible del fondo) (Orejas et al. 2009).

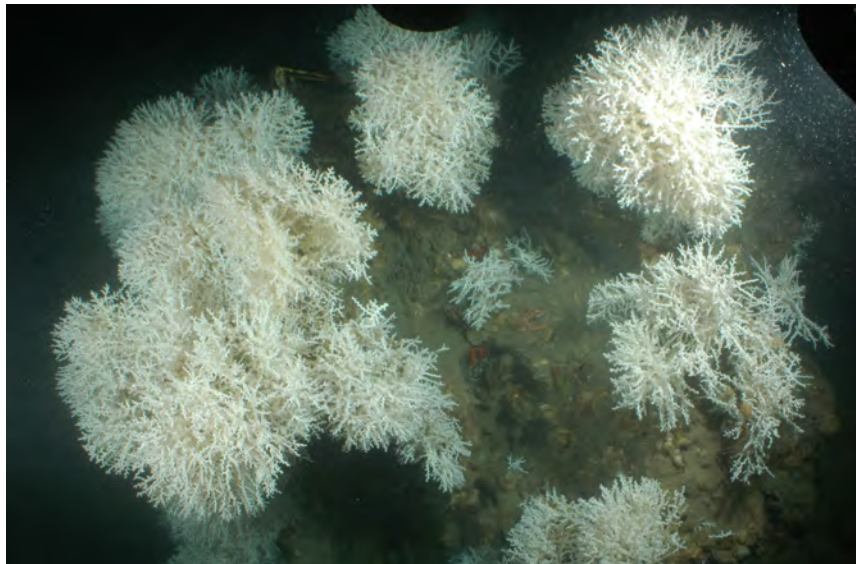


Fig. 5-76. Colonias de *Madrepora oculata* en el flanco sur del cañón del Cap de Creus. La imagen se tomó desde el interior del sumergible JAGO (IFM/GEOMAR) a 200 metros de profundidad. Esta imagen muestra una población bien desarrollada, con colonias maduras pero también jóvenes (ver centro de la imagen) lo cual indica una población en buen estado que presenta reclutamiento.

Las densidades elevadas pueden poner de manifiesto poblaciones que están recuperándose, mientras que las que presentan bajas densidades pueden ser restos de poblaciones que fueron más florecientes en el pasado o de poblaciones muy incipientes, cuyo futuro resulta incierto y solo observaciones continuadas permitirán conocer la evolución de las mismas. Sin embargo, la información con la que contamos actualmente impide realizar cualquier tipo de estudio demográfico. Datos sobre las densidades registradas para *M. oculata*, *L. pertusa* y *D. cornigera* se relacionan en la Tabla 5-9. Por otro lado, la presencia de *L. pertusa*, otra especie de coral blanco, es remarcable por su baja densidad en el cañón del Cap de Creus y las diferentes tallas que presentan las escasas colonias registradas durante las filmaciones, si bien en la mayoría de los casos se trataba de colonias de pequeño tamaño (Fig. 5-77). *L. pertusa* es la especie de coral blanco más abundante en la mayoría de los arrecifes profundos de las aguas europeas atlánticas, presentando en éstas elevadas densidades. En el Mediterráneo, por el contrario, parece distribuirse de forma esporádica y con densidades muy bajas. Este hecho ha sido constatado tanto para aguas españolas como para aguas italianas.

Tabla 5-7. Densidades en col/m² (Media ± SD/ max) de las tres especies estudiadas de corales profundos en el Cap de Creus en los tres transectos analizados (Orejas et al. 2009).

Especies	T 1	T 2	T 3
<i>Madrepora oculata</i>	0.11 ± 0.44 / 4.67	0.23 ± 0.99 / 10.67	0.30 ± 1.14 / 10.67
<i>Lophelia pertusa</i>	0.002 ± 0.035 / 0.67	0.01 ± 0.08 / 1.33	0.004 ± 0.06 / 1.33
<i>Dendrophyllia cornigera</i>	0.01 ± 0.09 / 1.33	0.01 ± 0.06 / 0.67	0.01 ± 0.09 / 0.67



Fig. 5-77. Ejemplar de *Lophelia pertusa* en las paredes del cañón del Cap de Creus. Las colonias de esta especie documentadas en el cañón siempre se han encontrado aisladas.

La distribución batimétrica de las colonias de *Madrepora oculata* en el cañón del Cap de Creus comprende la franja que se extiende desde los 180 hasta los 320m de profundidad (Fig. 5-78a). Por el contrario, las pocas colonias observadas de *Lophelia pertusa* están localizadas mayoritariamente entre los 220 y los 320m de profundidad (Fig. 5-78b). Por último las colonias de *Dendrophyllia cornigera* se distribuyen en el cañón entre los 180 y los 320m de profundidad, localizándose la mayoría de las colonias observadas entorno a los 200m de profundidad (Fig. 5-78c).

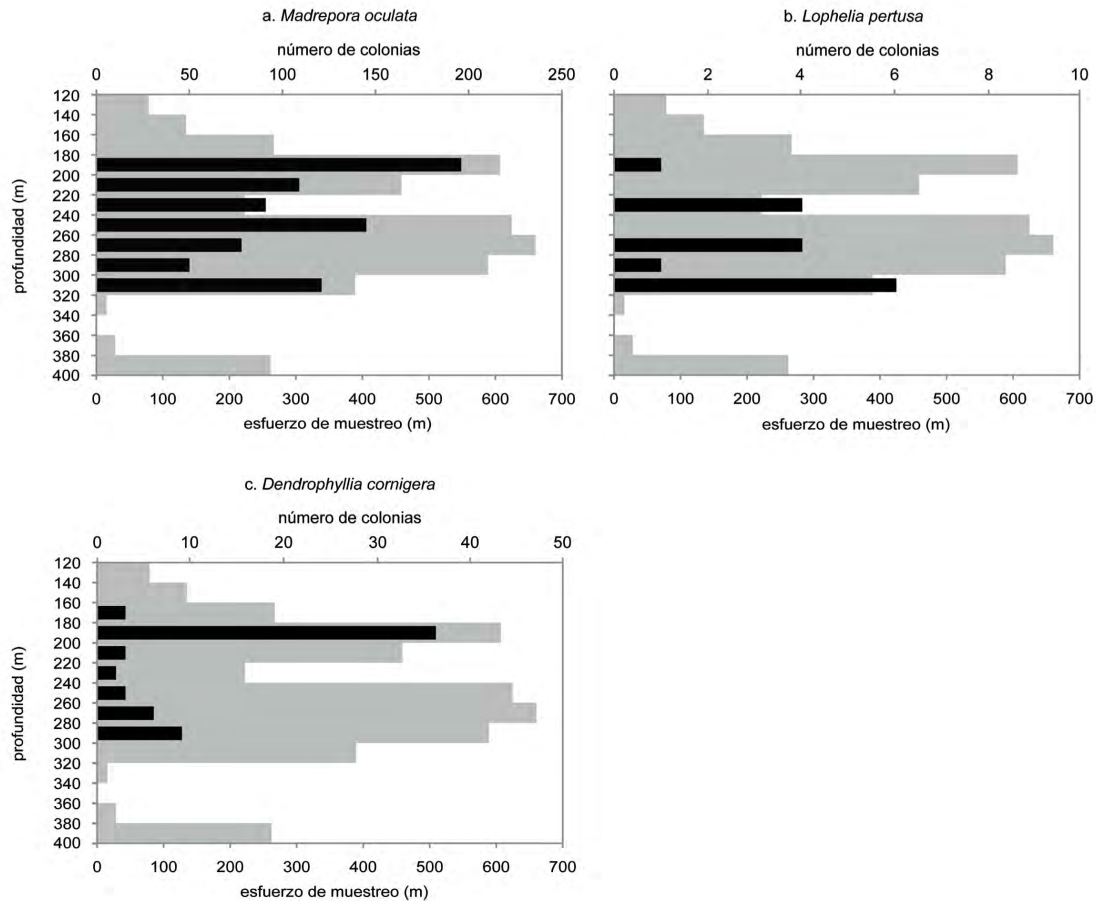


Fig. 5-78. Distribución batimétrica de las tres especies de corales de agua fría en el cañón. Las barras en negro indican el número de colonias por intervalo batimétrico. Las barras en gris indican el esfuerzo de muestreo por intervalo batimétrico, calculado por metros lineales recorridos.

D. cornigera es la tercera especie que se ha registrado con mayor frecuencia en el cañón (Fig. 5-78). Aparece casi siempre aislada o en pequeños grupos y parece ser más tolerante respecto a las condiciones ambientales reinantes que *Madrepora* y *Lophelia*, ya que aparece, por ejemplo, en lugares donde se observan mayores niveles de sedimentación, lo que hace pensar que esta especie sobrevive mejor en zonas con regímenes más sedimentarios que no las otras dos. Otra especie de coral destacable que habita en estas comunidades es el coral rojo (*Corallium rubrum*) (Fig. 5-78), que ha sido también observado en diferentes localizaciones, de forma esporádica y con colonias aisladas (Rossi et al. 2008).

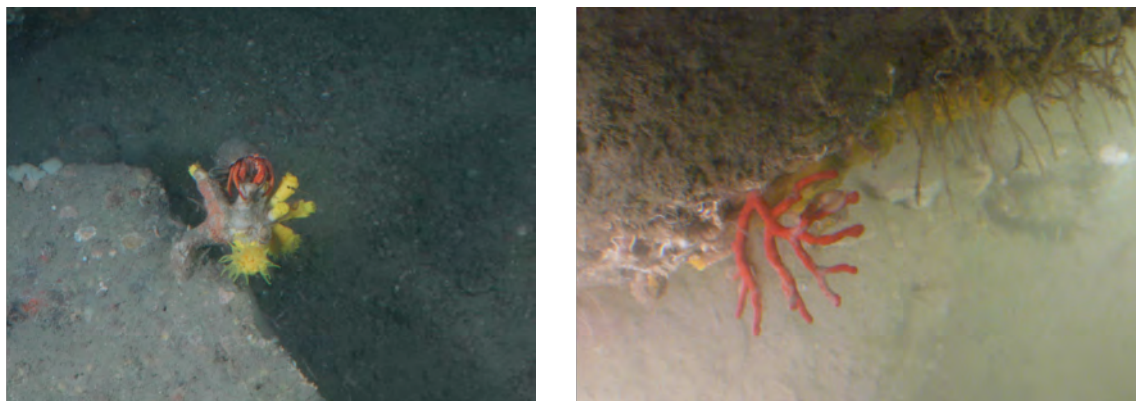


Fig. 5-79. Dcha: colonia aislada de coral rojo (*Corallium rubrum*) en un saledizo en el cañón del Cap de Creus a aproximadamente 250m de profundidad. Izda: colonia aislada de *Dendrophyllia conigera*. Sobre ella se encuentra un cangrejo ermitaño.

5.2.3.4 Estructura y plasticidad morfológica de las poblaciones de corales de aguas frías en el cañón submarino

Las poblaciones de *Madrepora oculata* hasta ahora exploradas (Fig. 5-80), presentan diferencias tanto en el tamaño como en la forma de las colonias que las conforman.

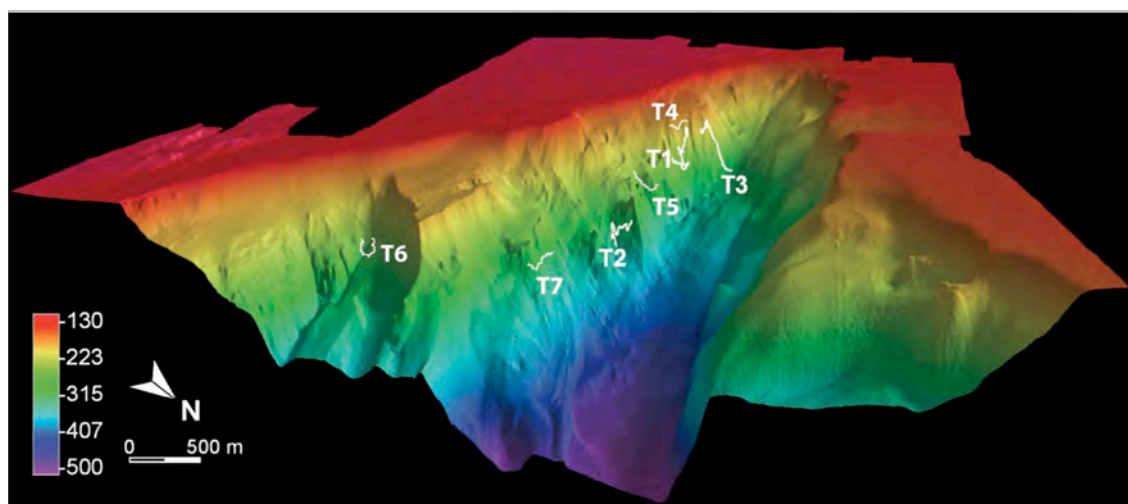


Fig. 5-80. Posición de los transectos analizados para el estudio de la estructura poblacional y la plasticidad morfológica de *Madrepora oculata* en el cañón del Cap de Creus.

La mayoría de las poblaciones están dominadas por colonias de tamaño mediano o grande. Colonias de tamaño excepcionalmente grande se han observado en tres poblaciones, estando significativamente representadas sólo en una de ellas (T3) (Fig. 5-81). La presencia de colonias de pequeño tamaño resulta muy variable entre poblaciones, siendo superior al 20% sólo en dos de ellas (T2 y T6) (Fig. 5-81). Con el fin de simplificar las diferentes situaciones observadas en el cañón del Cap de Creus, resumiremos éstas en tres: (1) poblaciones que presentan densidades elevadas y colonias de todas las categorías de tamaño establecidas (T1, T3, T4); estas poblaciones ponen de manifiesto una situación de alto dinamismo, ya que la observación de organismos de diferentes clases de talla es probablemente indicativo de renovación de la población; (2) poblaciones donde no hay colonias muy grandes y donde, además, están muy poco representadas las

colonias pequeñas. Este tipo de población pone de manifiesto una situación de posible regresión (T5 y T7). (3) Por último, poblaciones dominadas por colonias grandes o medianas y en las que las colonias muy grandes están ausentes pero hay un elevado número de colonias pequeñas (T2 y T6). La constitución de estas poblaciones puede indicar un elevado potencial de recuperación, debido a la presencia de un alto número de colonias pequeñas.

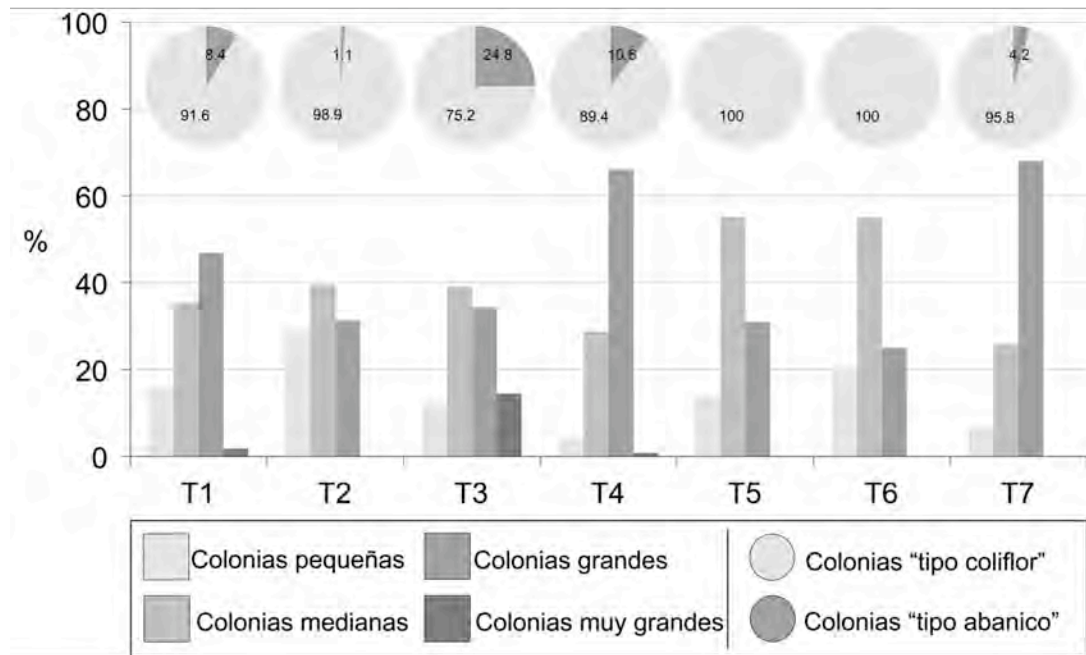


Fig. 5-81. Estructura de tallas de las siete poblaciones analizadas de *Madrepora oculata* en el cañón del Cap de Creus. Los histogramas presentan el porcentaje de colonias de diferentes tamaños, mientras que los gráficos tipo tarta presentan el porcentaje de colonias de los dos morfotipos definidos (véase leyenda).

La mayoría de las colonias de *M. oculata* observadas en el cañón presentan una morfología tipo "coliflor", desarrollándose las ramas del coral en tres dimensiones. Un pequeño porcentaje muy variable entre poblaciones presenta colonias que se desarrollan mayoritariamente en un solo plano, las denominadas tipo "abanico" (Fig. 5-81). Las colonias de *M. oculata* se desarrollan mayoritariamente en paredes rocosas verticales. El resto de colonias se localizan bien sobre rocas o en extraplomos (Fig. 5-82). Las colonias, tanto de tamaño mediano como de tamaño grande, localizadas en los extraplomos, son las que presentan el morfotipo "abanico" (Fig. 5-83); esta morfología está probablemente determinada por los patrones de corrientes bidireccionales que favorecen el desarrollo de las colonias en un plano, como adaptación para maximizar la filtración de partículas transportadas por la corriente. Por el contrario, la morfología "coliflor" de las colonias que se encuentran tanto sobre rocas como en paredes verticales parece sugerir pautas de corrientes multidireccionales en estas localizaciones.

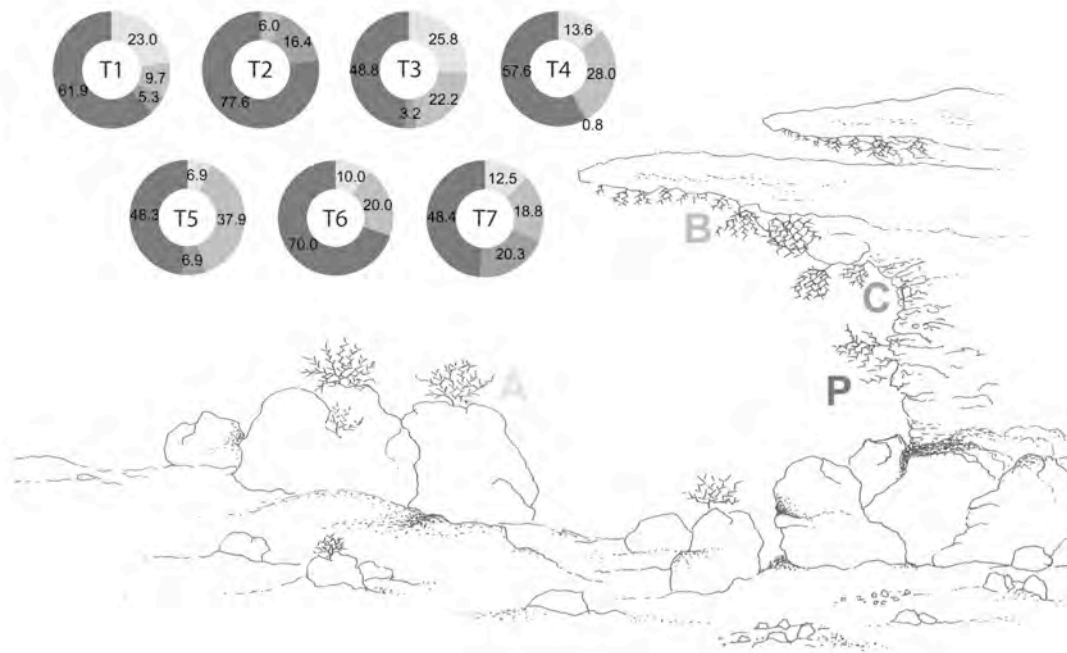


Fig. 5-82. Disposición de las colonias de *Madrepora oculata* en las siete poblaciones estudiadas del cañón submarino del Cap de Creus (T1 - T7). Las tonalidades de grises indican, de más tenue a más oscura: (A) colonias posicionadas sobre rocas, (B) colonias posicionadas en extraplomos rocosos, (C) colonias posicionadas bajo sobresalientes de roca, (P) colonias posicionadas en paredes verticales.

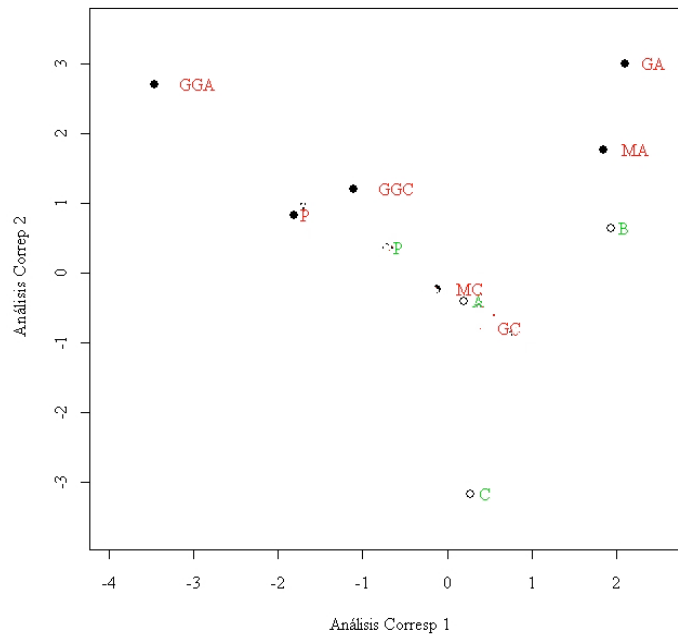


Fig. 5-83. Análisis de correspondencia que evidencia la asociación de las colonias medianas y grandes con morfotipo "abanico" (MA y GA) con el posicionamiento bajo los sobresalientes rocosos (O). Por el contrario, las colonias medianas y grandes con morfotipo "coliflor" (MC y GC) están asociadas con posicionamiento sobre rocas (A), y parcialmente en paredes verticales (W).

5.2.3.5 Tasas de crecimiento de las cuatro especies de corales profundos mayoritarias en el cañón del Cap de Creus

En colaboración con el Centre Scientifique de Monaco (CSR) se ha llevado a cabo, en acuarios, estudios de crecimiento de 4 de las especies de coral registradas en el cañón del Cap de Creus (Orejas et al. enviado). Los estudios se han realizado empleando el método del “buoyant weight” (Jokiel 1978) para *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa*, *Dendrophyllia cornigera* y *Desmophyllum dianthus* (las cuatro especies se muestran en la Fig. 5–84), y también midiendo la extensión linear de las ramas de *M. oculata* y *L. pertusa*. Este último método solo se pudo aplicar a estas dos especies dado que *D. dianthus* es un coral solitario, y el crecimiento extremadamente tridimensional de *D. cornigera* impidió realizar mediciones en un solo plano.

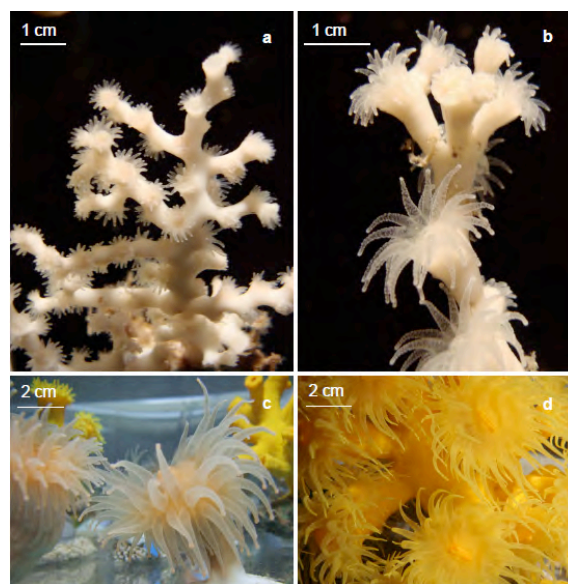


Fig. 5–84. Las cuatro especies de corales profundos de las cuales se estudió su crecimiento: a) *Madrepora oculata*, b) *Lophelia pertusa*, c) *Desmophyllum dianthus* y d) *Dendrophyllia cornigera*

La Fig. 5–85 muestra la variabilidad interespecífica, así como la intraespecífica, dadas las elevadas desviaciones estándar que se observan para todas las especies.

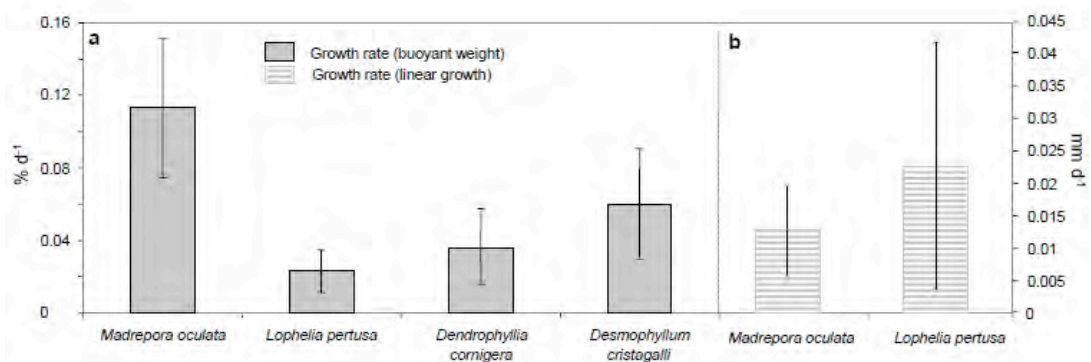


Fig. 5–85. a) % de crecimiento diario de las cuatro especies de coral, resultados obtenidos mediante el método del buoyant weight. b) crecimiento diario (en mm) obtenido a partir de las mediciones de extensión linear de las ramas de *M. oculata* y *L. pertusa*.

M. oculata muestra las tasas de crecimiento mayores. Dado lo poco que se conoce de la biología de las especies objeto de estudio, no es fácil encontrar explicaciones claras para esta tendencia. Sin embargo, el hecho que este estudio se realizara en condiciones experimentales controladas, siendo éstas las mismas para las cuatro especies, las diferencias observadas parecen ser debidas a la diferente fisiología de cada una de las especies. Así mismo, estudios previos (paleontológicos) parecen apuntar a una posible tolerancia térmica mayor por parte de *M. oculata* comparada con, por ejemplo, *L. pertusa* (Wienberg et al. 2009), lo cual podría hacer pensar en una mejor adaptación por parte de *Madrepora* a las condiciones más “cálidas” del Mediterráneo, en comparación con otras especies. La Fig. 5-86 muestra en forma muy gráfica el resultado del estudio del crecimiento de *Madrepora oculata* mediante la toma de medidas de la extensión linear de sus ramas. Se puede observar tanto la extensión de las ramas como la adición de nuevos pólipos a las ramas y recubriendo la base artificial en que se sustenta la colonia.



Fig. 5-86. Seguimiento del crecimiento de una colonia de *M. oculata* a lo largo de 2 años.

Por otro lado, se han llevado a cabo investigaciones paralelas también en condiciones controladas de acuario con el fin de comparar el crecimiento de la especie mayoritaria en el Cap de Creus (*M. oculata*) con el de especies de corales tropicales (Orejas et al. enviado). Estos resultados han puesto de manifiesto que, si bien la tendencia general es la de un crecimiento más lento de *M. oculata*, la especie *Galaxea fascicularis* mostró tasas de crecimiento semejantes a las de *Madrepora*, lo cual pone de manifiesto que no es una afirmación generalizable.

5.2.3.6 Tasas de captura de las cuatro especies de corales profundos mayoritarias en el cañón

Al igual que el trabajo presentado en el apartado 5.2.3.5, se realizaron en colaboración con el Centre Scientifique de Monaco (CSR) experimentos de alimentación con las 4 especies de coral registradas de forma mayoritaria en el cañón del Cap de Creus (Tsounis et al. 2010). Las cuatro especies fueron mantenidas en acuario bajo condiciones constantes de temperatura y flujo de corriente, y alimentadas con nauplios y adultos de *Artemia salina*. Los resultados obtenidos se muestran en la Fig. 5-87, donde puede observarse que *Lophelia pertusa* presentó las tasas de captura más elevadas para los dos tipos de presa ofrecidas, mientras que *M. oculata* presentó las más bajas.

Un resultado a destacar es, que teniendo en cuenta las tasas de captura y su conversión a valores de carbono, ambas tasas resultan encontrarse en el rango de los observados para especies tropicales. Ello apunta a que las tasas de captura de los corales de profundidad parecen encontrarse en niveles comparables con los de zonas tropicales, a pesar de la carencia de zooxantelas.

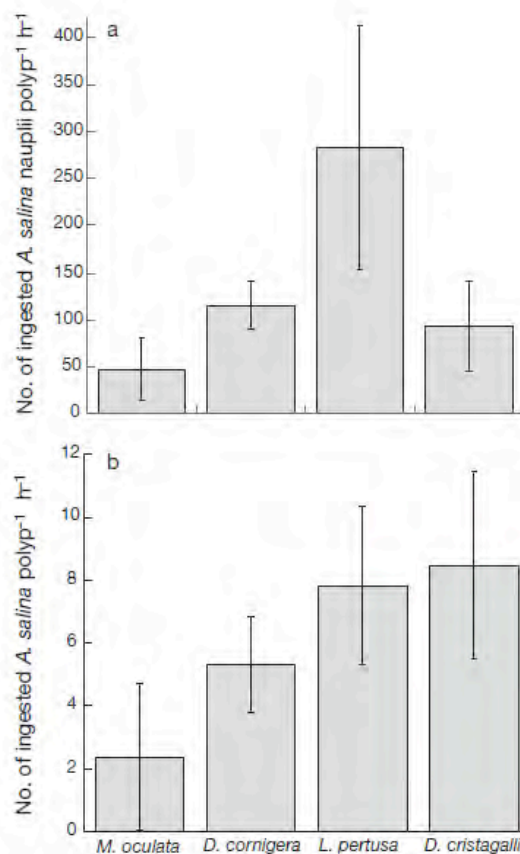


Fig. 5-87. Tasas de captura (expresadas como media \pm desviación estándar) de nauplios y adultos de *Artemia salina* para las cuatro especies de corales.

5.3 Ictiofauna

Los resultados que aquí se presentan han sido elaborados a partir del procesamiento de imágenes de vídeo. Todos ellos forman parte de una publicación que se está elaborando actualmente (De Lucia et al. en preparación). La determinación de la ictiofauna a partir del material existente hasta ahora ha sido concluida, y en las siguientes páginas se presenta un resumen de los resultados más destacables de esta parte del estudio. Hasta ahora se han documentado 174 especies ícticas (159 oteictios y 15 condriictios) (ANEXO I). Las especies más observadas durante los muestreos realizados con ROVs y el sumergible JAGO fueron *Helicolenus dactylopterus* (Scorpaenidae), *Trisopterus luscus* (Gadidae) y *Trachurus sp.* (Carangidae), siendo también abundantes la brótola de fango (*Phycis phycis*) y el pez sable (*Lepidopus caudatus*) (Fig. 5-88).



Fig. 5-88. Dos de las especies de peces del cañón más frecuentes; Izda: brótola de fango (*Phycis phycis*); Dcha: pez sable (*Lepidopus caudatus*)

La Fig. 5-89 presenta el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') para la ictiofauna del cañón. Los valores próximos a cero indican que las especies que se encuentran en las muestras analizadas son las mismas, lo cual implica que la diversidad de especies entre 300 y 400m disminuye considerablemente, mientras que los valores cercanos a 4,6 indican que el número de individuos muestreados se distribuye de forma homogénea entre las especies que aparecen en las muestras: ello implica que el intervalo de profundidades entre los 200 y 300m muestra una elevada diversidad de especies.

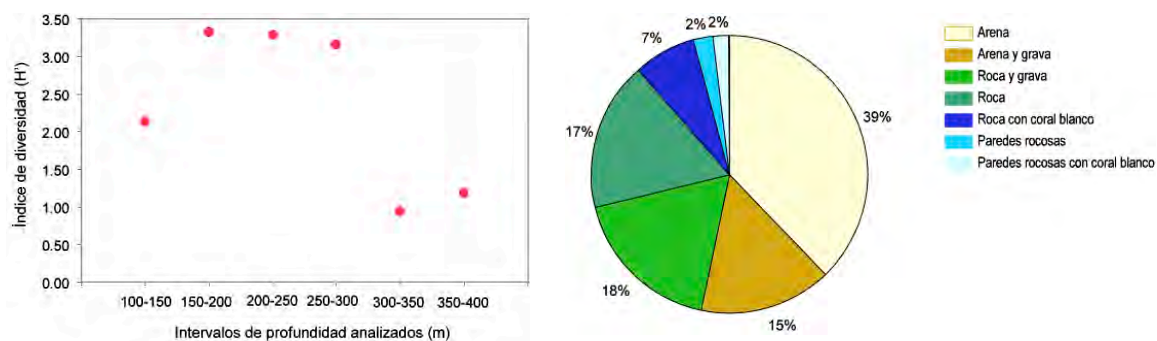


Fig. 5-89. Izda: Índice de diversidad Shannon-Weaver (H') para la ictiofauna del cañón submarino del Cap de Creus. Dcha: Porcentaje de especies ícticas asociadas a los diferentes tipos de sustrato en el cañón del Cap de Creus

Existe una clara asociación de las especies ícticas documentadas en el cañón (siempre considerando los organismos adultos) con los diferentes tipos de sustrato presentes. La Fig. 5-89 presenta dicha distribución porcentual respecto al sustrato. Así mismo, el análisis multidimensional realizado ofrece una clara separación entre especies asociadas a sustratos rocosos, y especies que aparecen en sustratos blandos y sustratos blandos con pequeñas rocas (Fig. 5-90).

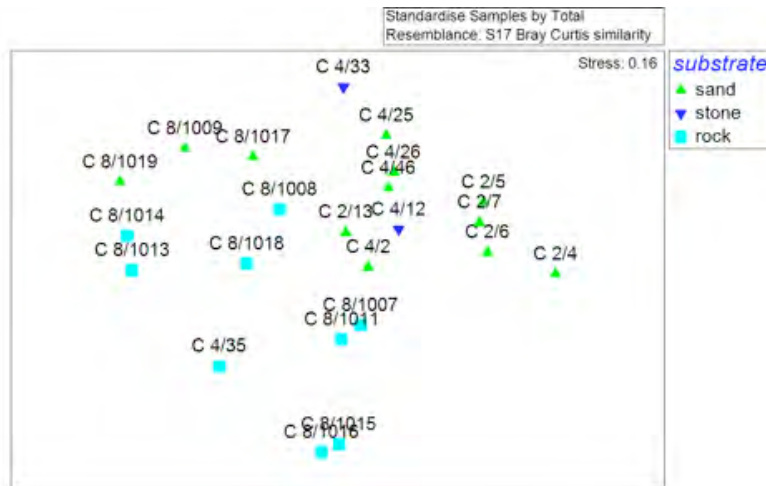


Fig. 5-90. Análisis multidimensional de la ictiofauna del cañón en relación al tipo de sustrato. Se observa una separación clara entre las especies asociadas a sustratos rocosos y las asociadas a sustratos blandos y sustratos blandos con pequeñas rocas

La distribución en relación a la profundidades también varía para las diferentes especies. La Fig. 5-91 muestra la ictiofauna de la cabecera del cañón entre los 150 y los 300 metros de profundidad. Como ya se mostró en la Fig. 5-89, la diversidad de especies es mayor entre los aproximadamente 200 y 250 metros de profundidad.

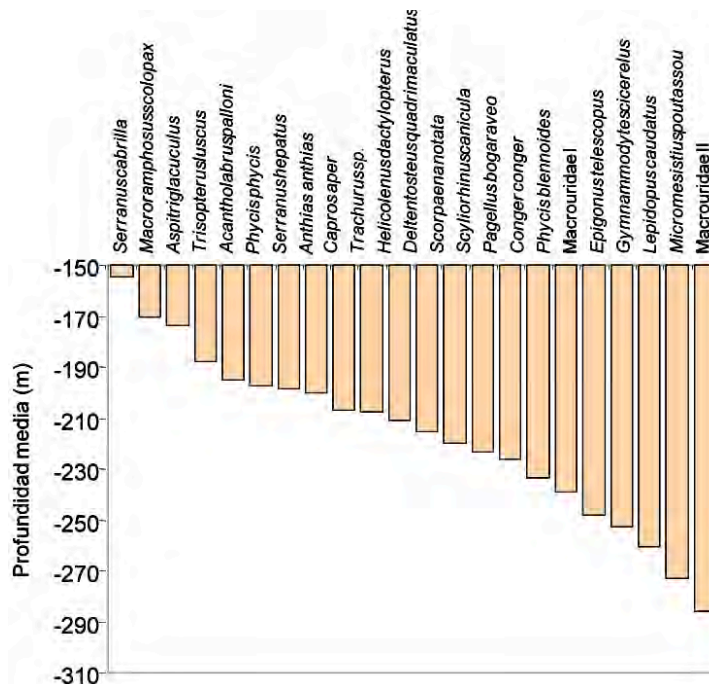


Fig. 5-91. Distribución de las especies en la cabecera del cañón del Cap de Creus. Las profundidades analizadas se encuentran en el rango de los 150 hasta los 300 metros.

5.4 Cetáceos

La información presentada en este apartado procede en su mayor parte del volumen editado por Raga y Pantoja (2004). Entre los trabajos presentados en dicho volumen, se presentan datos para todo el sector norte del Mediterráneo español, es decir, Cataluña y Baleares, por lo que la información que aquí se presenta corresponde a toda la zona (obsérvese que los mapas que se incluyen en este informe comprenden todo ese área y téngase en cuenta que los valores de densidad que se ofrecen son valores medios también para todo el área de estudio). La información ofrecida aquí responde a datos del 2004, actualmente se está trabajando en el marco del proyecto LIFE+ INDEMARES para completar esta información obteniendo además datos específicos sobre el área del Cap de Creus por lo que en poco meses se contará con una información más completa y actualizada de la zona de trabajo que nos ocupa en este informe.

5.4.1 Presencia de cetáceos en el área de estudio (Cataluña y Baleares)

El Golfo de León es una de las áreas con mayor población de cetáceos del noroeste Mediterráneo y del Mediterráneo Ibérico. Ello se debe a las características oceanográficas del Golfo de León y a la elevada productividad del mismo. Su peculiar relieve submarino, surcado por cañones, conforma un hábitat con características propicias para la presencia de cetáceos. La lista completa de las especies documentadas en la zona forma parte de la tabla del ANEXO I.

En el área que nos ocupa, las especies más típicas son el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), el delfín mular (*Tursiops truncatus*, Fig. 5-92), el delfín de Risso (*Grampus griseus*), el calderón común (*Globicephala melas*), y el rorcual común (*Balaenoptera physalus*). La mayoría de estas especies se encuentran más allá de la cota batimétrica de los 200m de profundidad.



Fig. 5-92. Grupo de delfines mulares fotografiados en el área de trabajo durante la campaña INDEMARES 1 realizada en septiembre del 2009.

La plataforma continental presenta poblaciones reducidas de delfines mular y listado, y avistamientos esporádicos de rorcual común. La elevada actividad antropogénica (tanto pesquera como turística) de dicha plataforma influye en densidades bajas de cetáceos.

A partir de la información existente sobre avistamientos (Fig. 5-93) y de los varamientos registrados en el periodo comprendido entre los años 1980 y 2002 (Gazo et al. 2004 en Raga y Pantoja 2004), la especie más abundante (teniendo en cuenta los tres sectores de la costa catalana: norte, centro y sur) es el delfín listado, el cual presenta mayor presencia en aguas profundas. La población de esta especie fue estimada en 117000 individuos en 1991 (Forcada et al. 2004). La epizootia que en el año 1990 afectó a esta especie se reflejó en un 84% de varamientos en la década de los 90, mientras que en la de los 80 este número era del 65% (Aguilar y Raga 1993).

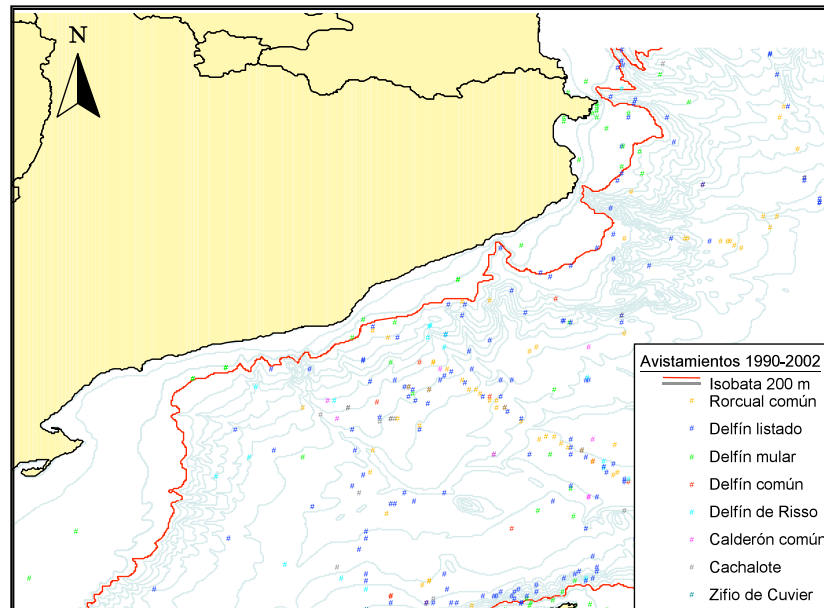


Fig. 5-93. Avistamientos totales en Cataluña desde el año 1990 al 2002 (Fuente: Gazo et al. 2004).

El delfín mular aparece en zonas cercanas a la costa (Fig. 5-94), especialmente en el área de trabajo que nos ocupa: el Cap de Creus, donde localmente es abundante. En la zona norte de Cataluña se han observado los grupos más numerosos de esta especie en aguas que superan los 100m de profundidad (la cifra máxima correspondió a un grupo de 25 individuos localizado en una zona de 400m de profundidad y a 15 millas náuticas del Cap de Creus).

El delfín de Risso y el calderón (Fig. 5-94 y Fig. 5-95) son poco frecuentes en la zona y solo se han hecho avistamientos en aguas abiertas (talud continental). Los escasos varamientos registrados también ponen de manifiesto la escasa presencia de ambas especies en las costas catalanas.

El rorcual común es la segunda especie más abundante en el área (Fig. 5-95). Si bien su presencia en el área es permanente, la densidad aumenta cuando se produce la migración primaveral hacia las zonas de alimentación (situadas principalmente en el Santuario para Cetáceos del Mediterráneo en el Mar de Liguria).

Los avistamientos en el área de estudio se limitan a las zonas norte y centro de Cataluña, en zonas de profundidades elevadas ya que evitan las plataformas

continentales en sus movimientos migratorios. Las investigaciones genéticas llevadas a cabo hasta la fecha indican que la población mediterránea de rorcual se mantiene independiente de la atlántica con bajas tasas de intercambio (Palsbøll et al. 2004).

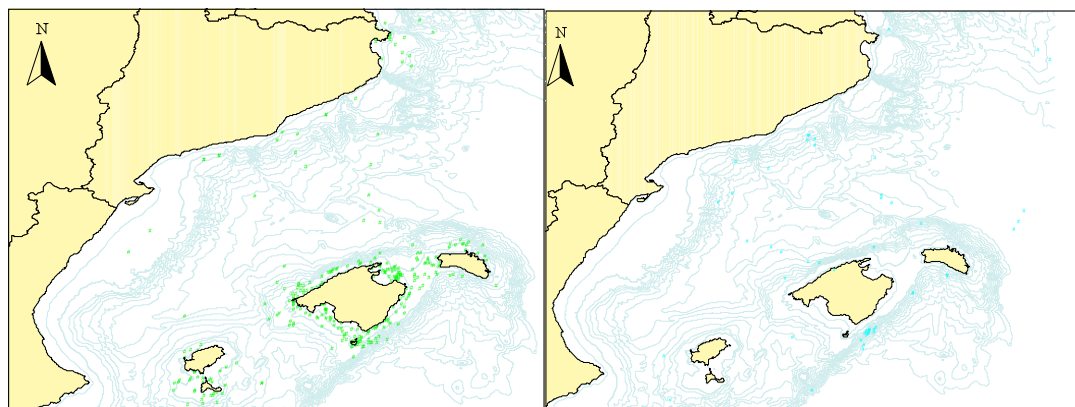


Fig. 5-94. Izda: avistamientos de delfín mular (*Tursiops truncatus*) desde 1990 (Fuente: Gazo et al. 2004). Dcha: avistamientos de delfín de Risso (*Grampus griseus*) desde 1990 (Fuente: Gazo et al. 2004).

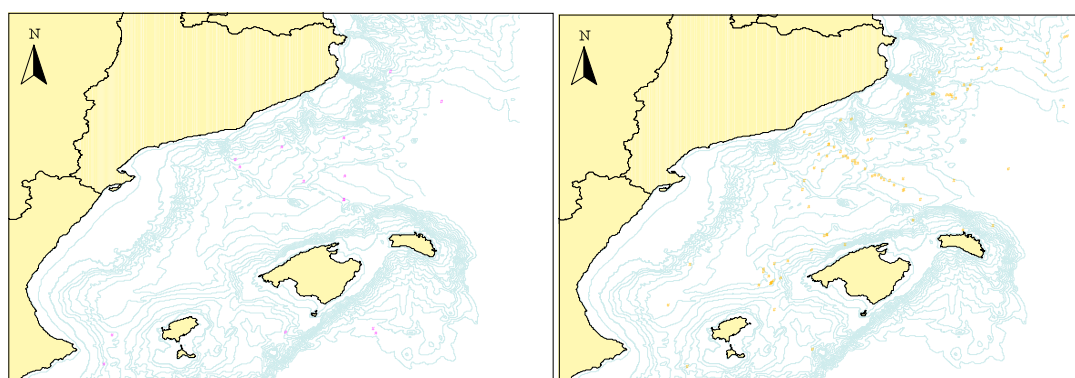


Fig. 5-95. Izda: avistamientos de calderón común (*Globicephala melas*) desde 1990 en el sector norte. Dcha: avistamientos de rorcual común (*Balaenoptera physalus*) desde 1990 (Fuente: Gazo et al. 2004).

5.4.2 Densidad y abundancia de cetáceos en el área de estudio (Cataluña y Baleares)

Dentro del área de trabajo las únicas especies con un número suficiente de avistamientos para poder hacer estimas sobre abundancia y densidad fueron los delfines mular y listado. Se presentan solo estos datos ya que los avistamientos de delfín de Risso y delfín común no permitieron realizar estimas. Los avistamientos correspondientes a las especies menos abundantes sí que se emplearon para estimar la “probabilidad de detección de cetáceos”.

5.4.2.1 Distribución y tamaños de grupo del delfín mular

Los delfines mulares se encontraron en grupos de menos de 10 individuos y distribuidos en las zonas sur, centro y norte del mediterráneo catalán. En general los grupos se encontraban en zonas de profundidades menores de 500m y la

mayoría de avistamientos correspondían a zonas de más de 150m. Esta especie muestra preferencia en esta área por la plataforma continental.

El tamaño medio de grupo fue de 7 individuos, siendo la mayoría de grupos de entre 1 y 12 individuos, aunque la distribución de tamaños de grupo es muy asimétrica al haberse registrado algunos grupos con hasta 30 individuos. Los grupos mayores parecen encontrarse en aguas de la plataforma continental a mayores profundidades, lo cual resulta consistente con la mayor eficiencia de agregarse en grupos grandes para explotar los recursos alimenticios en aguas oceánicas. En zonas costeras con recursos alimenticios más escasos pero espacialmente más localizados y predecibles, los grupos serían de menor tamaño.

5.4.2.2 Distribución y tamaños de grupo del delfín listado

Los delfines listados se encontraron en grupos de unos 20 individuos, distribuidos por todo el área de estudio. La mayoría de grupos se encontraron en zonas de profundidades medias, especialmente en el talud continental y en general en profundidades superiores a los 200 metros, con la mayoría de avistamientos entre los 400 y 500m. La distribución mostrada en relación con el gradiente de profundidad indica una preferencia de la especie por las aguas de relieve submarino accidentado, preferentemente donde la plataforma continental desciende a grandes profundidades. Este patrón muestra por tanto la preferencia de esta especie por aguas más oceánicas, más allá de la plataforma continental, aunque no necesariamente alejadas de la costa, ya que en áreas como la del Cap de Creus, el talud continental se encuentra próximo a la costa. El tamaño de grupo medio fue de 22 individuos. La mayor parte de grupos fueron de entre 1 y 20 animales, aunque también se encontraron varios grupos de más de 30 ejemplares. El tamaño máximo encontrado fue de 65 delfines. La mayoría de grupos se encontraron en las aguas del sudoeste de la zona muestreada.

5.5 Aves

El área del Cap de Creus ha sido de interés para la ornitología desde mediados del siglo pasado, de cuando datan las primeras observaciones documentadas de naturalistas y ornitólogos. Muestra de este interés es que en 1978 se realizase una primera campaña de 31 días en la que se efectuó el seguimiento ornitológico de la migración desde la punta del Cap de Creus y en la que se detectó el paso de algunas especies que no se han vuelto a confirmar (Feliú, P. 2010). En cualquier caso, esta información histórica tiene un gran valor para el estudio ornitológico del Cap de Creus y hacen de él probablemente el parque área natural de Catalunya que cuenta con el registro histórico fiable más largo. La evolución histórica de la avifauna de la zona queda recogida en el libro *Anuari ornitològic del Parc Natural del Cap de Creus 1950-2000* (Feliú, 2010) y presentado al cierre de la redacción de este informe.

Por otra parte, cada año en el mes de enero se realiza un censo de aves acuáticas invernantes coordinado por el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya y la Dirección del Parque Natural cuyos resultados son publicados por el CAE (Comité Avifaunístico Ampurdanés) y editados por la Dirección del Parc Natural del Cap de Creus. Los diferentes anuarios pueden descargarse de la web www.comiteempordanes.org.

Respecto a las aves marinas cabe señalar como resultado preliminar del censo del año 2011 que tanto la pardela mediterránea (*Puffinus yelkouan*) como la pardela balear (*P. mauretanicus*) son especies de especial interés en la zona con una población conjunta que ronda los 1 000 individuos. Ambas especies están recogidas en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, la primera como "Casi amenazada" y la segunda como "Críticamente amenazada" siendo esta la especie de ave marina con mayor riesgo de extinción en Europa. También cuenta con cinco parejas de cormorán moñudo del Mediterráneo (*Phalacrocorax aristotelis*). Estas tres especies se encuentran en los anexos de la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (PNyBD). El alcatraz común (*Sula bassana*), el alca común (*Alca torda*) son junto con las anteriores, algunas de las presencias más destacadas (Feliú, 2010).

Por el interés que tiene la zona para las aves marinas ha sido propuesta como IBA marina por la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife) en el inventario de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España (Arcos et al. 2009). Una IBA (Important Bird Area, Área Importante para las Aves) es un área identificada por BirdLife International como globalmente importante para la conservación de las especies de aves. Asimismo está siendo propuesta como posible ZEPa (Zonas de especial protección para las aves, ver apartado 2.3 de este informe). El inventario compila información de diversas fuentes -entre ellas los censos anuales que se realizan en el Parque Natural así como censos específicos coordinados por SEO/BirdLife.

Esta IBA (de 1061km² de extensión y con profundidades comprendidas entre los 0 y los 1000 metros) cubre el área que se muestra en la Fig. 5-96, incluyendo

completamente la plataforma continental que rodea el Cap de Creus, así como la cabecera del cañón.

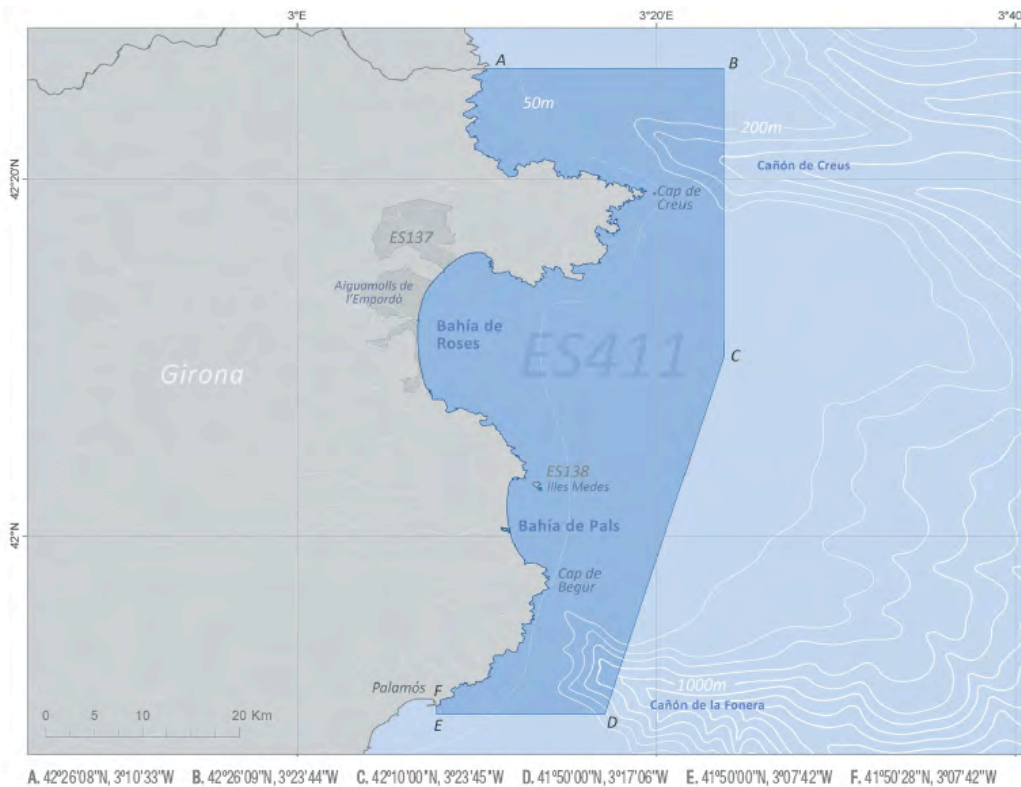


Fig. 5-96. Localización (en azul oscuro) de la IBA ES 411 "Mar de L'Empordá" (Fuente: Arcos et al. 2009).

Se trata de una importante zona de alimentación para la pardela mediterránea (*P. yelkouan*) (que encuentra en estas aguas su principal área de alimentación en España) y la pardela balear (*P. mauritanicus*) (tanto en época de reproducción como de invernada) (Fig. 5-97). Esta IBA también acoge la mayor población reproductora de cormorán moñudo (*P. aristotelis*) del Mediterráneo ibérico (Fig. 5-97).

Las densidades más elevadas de pardela balear se observan durante el periodo reproductor, durante el cual hacen uso de toda la plataforma continental. En invierno esta especie es más gregaria y costera, formando frecuentemente grupos mixtos con la pardela mediterránea. Esta última es más abundante en los meses de otoño e invierno, superando las estimas los 2000 ejemplares de media, si bien se han llegado a contar hasta 12000 ejemplares en un solo día desde el Cap de Creus. Estas elevadas cifras convierten esta zona en la más importante del España para esta pardela, siendo la única IBA española que cumple criterios numéricos de forma regular (Arcos et al. 2009).

El cormorán moñudo cuenta en esta IBA con la mayor concentración de ejemplares reproductores de la costa Mediterránea peninsular. Nidificante escaso pero regular en la actualidad en el Cap Norfeu (1 pareja en 2001, 2 en 2005, 3 en 2006 y 4-5 parejas en 2010) (Feliú, 2010). Las Illes Medes y el Cap de Begur son los principales núcleos reproductores de esta especie. Las zonas de alimentación se encuentran en aguas someras, teniendo especial importancia la

bahía de Pals. Los números máximos para esta especie (con hasta cerca de 200 ejemplares censados en la IBA), tienen lugar en agosto y septiembre cuando la población local se ve reforzada con la llegada de ejemplares jóvenes procedentes de las islas Baleares (Arcos et al. 2009)

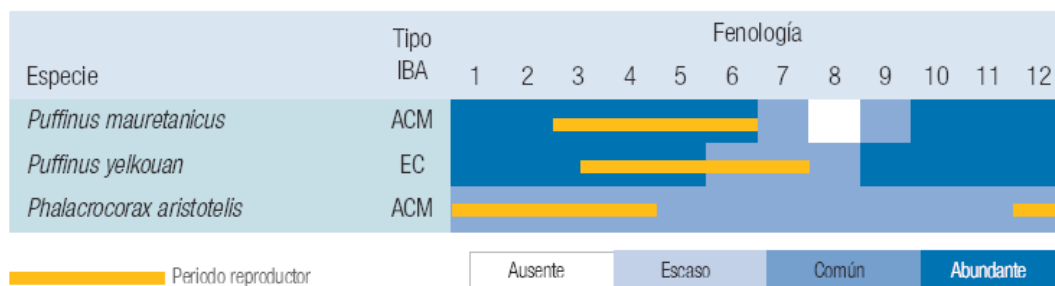


Fig. 5-97. Tipo IBA: ACM: área de concentración en el mar, EC: extensión a colonias de cría (Fuente: Arcos et al. 2009).

En cuanto a otras especies, tanto la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) como el paiño europeo (*Hydrobates pelagicus*) son frecuentes en la IBA en verano (Fig. 5-98). La pardela cenicienta, claramente asociada al tránsito de las barcas de arrastre (Feliú, 2010), se distribuye por la plataforma continental y el paiño se encuentra principalmente asociado a los cañones submarinos. Varias especies migran atravesando esta IBA, entre ellas destaca en primavera por su abundancia la gaviota enana (*Larus minutus*). Por último, cabe destacar las bahías de Pals y Roses como uno de los mejores lugares en España para la invernada del colimbo ártico (*Gavia arctica*) que muestra una presencia regular con algunas docenas de ejemplares (Arcos et al. 2009).



Fig. 5-98. *Calonectris diomedea* fotografiada en el área de trabajo durante la campaña realizada en septiembre del 2009 (Foto: Beneharo Rodríguez, SEO).

6. Clasificación EUNIS de los hábitats descritos en la franja litoral, plataforma continental y cañón submarino del Cap de Creus

A continuación se presenta la clasificación según el sistema EUNIS de los hábitats descritos en la zona de estudio (Tabla 6-1). No todos los hábitats descritos en este informe tienen una correspondencia en la clasificación EUNIS debido principalmente a la falta de definición de dichas comunidades en el listado EUNIS, y a la falta de descripciones de los hábitats mediterráneos. Se han enumerado así los códigos más precisos posibles (ultimo nivel jerárquico más viable). El presente estudio y posteriores investigaciones contribuirán a completar esta información.

Tabla 6-1. Clasificación EUNIS de los hábitats descritos en la zona de estudio.

Código EUNIS	EUNIS Habitat Description
A1.13	Mediterranean communities of upper mediolittoral rock
A1.141	Association with <i>Lithophyllum lichenoides</i> (entablature with <i>L.tortuosum</i>) Trottoir
A1.23	Mediterranean communities of lower mediolittoral rock moderately exposed to wave action
A3.23**	Mediterranean communities of infralittoral algae moderately exposed to wave action
A3.33**	Mediterranean submerged fucoids, green or red seaweeds on full salinity infralittoral rock
A4.2**	Atlantic and Mediterranean moderate energy circalittoral rock
A4.266	Association with <i>Mesophyllum lichenoides</i>
A4.267	Algal bioconcretion with <i>Lithophyllum frondosum</i> and <i>Halimeda tuna</i>
A4.269**	Facies with <i>Eunicella cavolinii</i>
A4.26A	Facies with <i>Eunicella singularis</i>
A4.26B	Facies with <i>Paramuricea clavata</i>
A4.26C**	Facies with <i>Parazoanthus axinellae</i>
A4.26D	Coralligenous platforms
A4.322**	Facies with <i>Lophogorgia (Leptogorgia) sarmentosa</i>
A4.713	Caves and overhangs with <i>Corallium rubrum</i>
A5.13	Infralittoral coarse sediment + <i>Echinocardium</i>
A5.145	<i>Branchiostoma lanceolatum</i> in circalittoral coarse sand with shell gravel
A5.244	<i>Spisula subtruncata</i> and <i>Nephtys hombergii</i> in shallow muddy sand
A5.28	Mediterranean communities of superficial muddy sands
A5.35	Circalittoral sandy mud
A5.37	Deep circalittoral mud
A5.38	Mediterranean communities of muddy detritic bottoms
A5.381	Facies with <i>Ophiothrix quinquemaculata</i>
A5.39	Mediterranean communities of muddy detritic bottoms/of coastal terrigenous
A5.393	Facies of sticky muds with <i>Alcyonium palmatum</i> and <i>Stichopus regalis</i>
A5.46	Mediterranean communities of coastal detritic bottoms
A5.47	Mediterranean communities of shelf-edge detritic
A5.472	Facies with <i>Leptometra phalangium</i>
A5.51	Maerl beds
A5.513	<i>Lithothamnion corallioides</i> maerl beds on infralittoral muddy gravel
A5.531	<i>Cymodocea</i> beds
A5.5313	Mediterranean <i>Cymodocea</i> beds
A5.535	<i>Posidonia</i> beds
A5.5351	Ecomorphosis of striped <i>Posidonia oceanica</i> meadows
A5.5354	Association with <i>Caulerpa prolifera</i> on <i>Posidonia</i> beds
A6.61	Communities of deep-sea corals
*	Comunidades de fondos blandos de arenas finas (facies de transición)
*	Comunidades del precoralígeno: <i>Codium bursa</i>
*	Comunidades del coralígeno de <i>Eunicella singularis</i> y <i>Axinella polypoides</i>
*	Comunidades de cascajo y cantos rodados
*	Comunidades de fangos detríticos de plataforma: facies de gorgonias
*	Comunidades de fangos detríticos de plataforma: facies de equinodermos y ceriantarios
*	Comunidades de fondos detríticos del final de la plataforma: zonas rocosas "Roca de mar abierto"
*	Comunidades de fangos detríticos demar abierto: facies de pennatuláceos y alcionarios

* Comunidades que no se han definido en EUNIS

** Comunidades que no se han descrito en detalle en el presente informe pero que aparecen en la zona de estudio

7. Evidencias de la influencia antropogénica en la zona costera, plataforma y cañón del Cap de Creus

7.1 Análisis de imágenes obtenidas mediante ROV y sumergible

7.1.1 Zona costera y plataforma

La plataforma continental que une el cañón del Cap de Creus con la costa ha sido una de las zonas con mayor tráfico marítimo de la costa norte de la Península Ibérica. Es una vía de comunicación entre las zonas pobladas e industriales del sur de Francia, como el puerto de Marsella con el litoral español, especialmente hacia el puerto de Barcelona. Además del impacto que producen las actividades pesqueras (ver sección 7.2) en la zona costera catalana las actividades náuticas se han incrementado hasta el punto que la frecuentación sobre la zona de las 2 a 5 millas de la costa es muy alta comparada con otras zonas del Mediterráneo. A esta actividad hay que sumar las actividades lúdicas concentradas mayoritariamente en los meses de verano. Así, las embarcaciones deportivas han incrementado la pesca no profesional hasta el punto de tener una importante repercusión sobre el sistema biológico (impacto en zonas costeras: Lloret y Riera 2008). No hay que olvidar también que la plataforma continental es la zona de desagüe y vertido de casi todos los colectores procedentes de depuradoras o directamente de municipios que hoy en día cubren casi toda la línea de costa peninsular.

El estudio mediante ROVs de la plataforma continental ha permitido identificar marcas en el lecho marino originadas por el raspado de las redes de pesca de arrastre. Se distinguen hasta tres tipos de marcas: (1) muy profundas que han dejado hendiduras de más de 30cm de ancho y de profundidad variable (Fig. 7-1), (2) otras más superficiales pero evidentes (Fig. 7-1) y (3) aquellas que pueden clasificarse como marcas antiguas y que han sido parcialmente cubiertas por los aportes sedimentarios (Fig. 7-1). Este último tipo de marcas parecen más frecuentes en la plataforma situada al sur del Cap de Creus, a unas dos millas hacia mar abierto y al sur de la pared del cañón. En este área hay zonas que presentan el aspecto de sedimentos apelmazados o aplastados debido posiblemente al continuo trasiego de los artes de arrastre.

Se ha evaluado gráficamente el impacto que tiene la pesca de arrastre sobre las comunidades bentónicas de la plataforma a partir de las marcas de tipo 1 y 2 observadas en los transectos de vídeo analizados (Campañas INDEMARES 0 y 1, ver sección 1.3, Tabla 1-1)(Fig. 7-1). Se ha podido observar que en zonas alteradas por el uso de artes de pesca comercial, el número de especies de la megafauna registrado se encuentra reducido a valores relativamente bajos. La mayor parte de estas marcas han sido registradas en zonas de fondos blandos (Fig. 7-2).

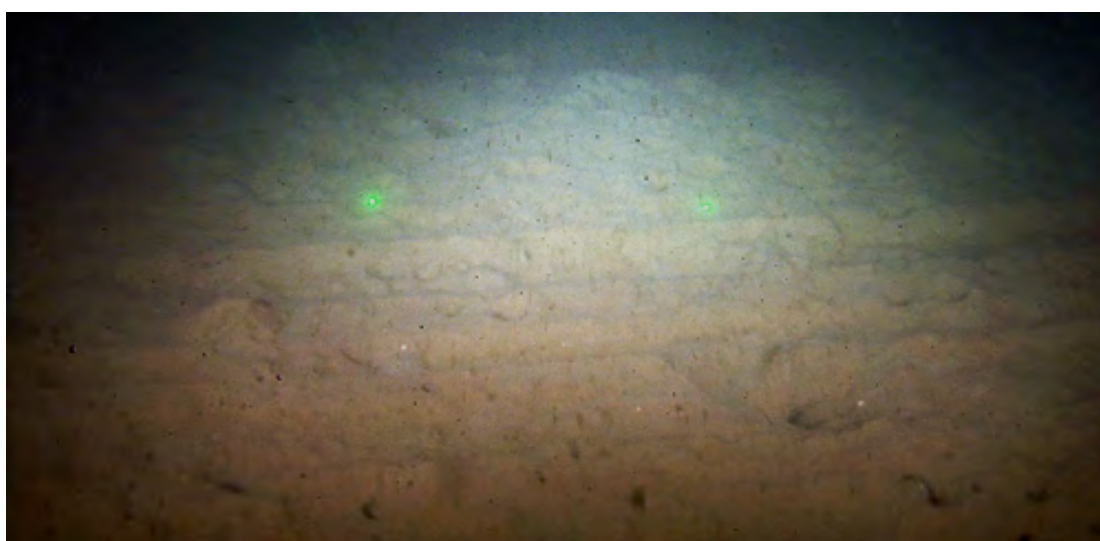
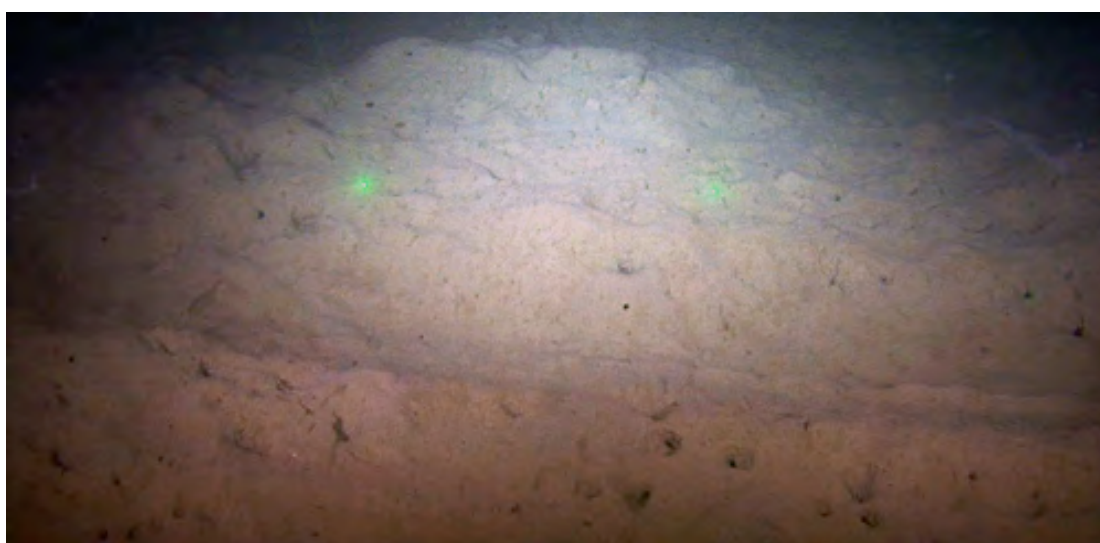


Fig. 7-1. Detalle de las marcas de arrastre observadas en las imágenes de vídeo. De arriba abajo, ejemplos de marcas clasificadas como Tipo 1 (muy profundas), Tipo 2 (superficiales evidentes) y Tipo 3 (marcas antiguas parcialmente cubiertas por sedimentos).

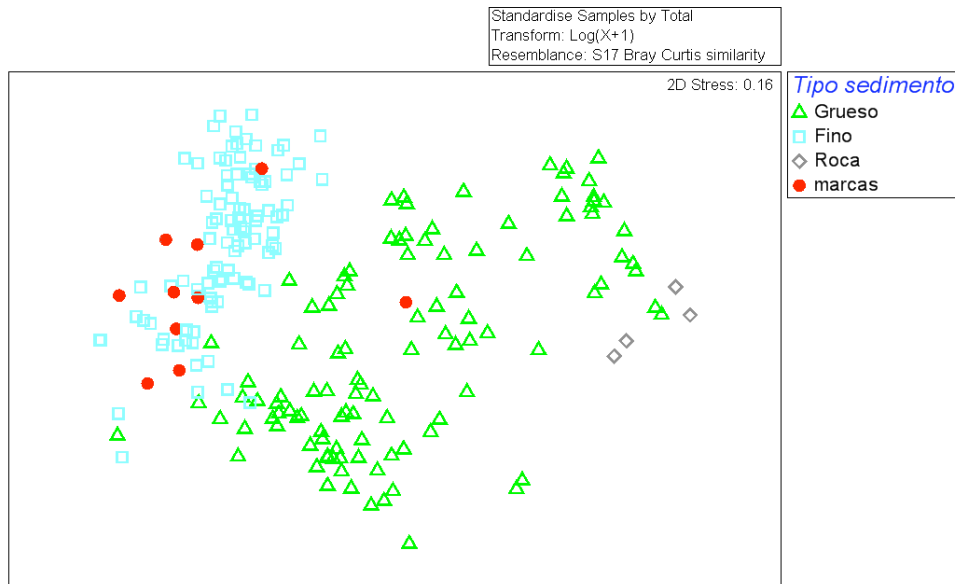


Fig. 7-2. Representación bidimensional del análisis MDS, donde se aprecia la presencia de marcas dejadas por la pesca de arrastre en zonas dominadas por sedimentos finos.

El número de marcas observado en el total de los transectos de vídeo es relativamente pequeño. Sin embargo, corresponden a un 8,5% del área de vídeo analizada con fondos de sedimento fino (ver detalles en sección 5.2.2.2)(Fig. 7-2). Este resultado puede estar relacionado con el hecho de que existe una gran diferencia entre el tiempo necesario para que una comunidad perturbada se recupere y la desaparición de las marcas debido a procesos de sedimentación o a la actividad de organismos excavadores. Estudios previos han demostrado que existe una fuerte relación entre la estructura de las comunidades bentónicas y la actividad pesquera. La mayoría de las diferencias encontradas entre los sitios afectados por la pesca y los sitios no alterados se deben principalmente a un cambio de los organismos de la epifauna dominantes y a una reducción de la diversidad (De Juan, 2007). Por ello, aquellas unidades muestrales donde no se han observado marcas de arrastre pueden también haber sufrido alteraciones físicas en los últimos años, a pesar de que no sean evidentes en las grabaciones de vídeo actuales.

En las zonas de la plataforma estudiadas también se han observado de forma ocasional restos de líneas de palangre abandonados en el fondo aunque en menor densidad que en el cañón (ver sección 5.2.3.3). La presencia de líneas de palangre abandonadas se concentra en las zonas de bloques rocosos. Otros artes abandonados, trasmallos y otras redes se encuentran de forma más ocasional. La Fig. 7-3 muestra varias de estas situaciones en las zonas de trabajo en que se han realizado muestreos.

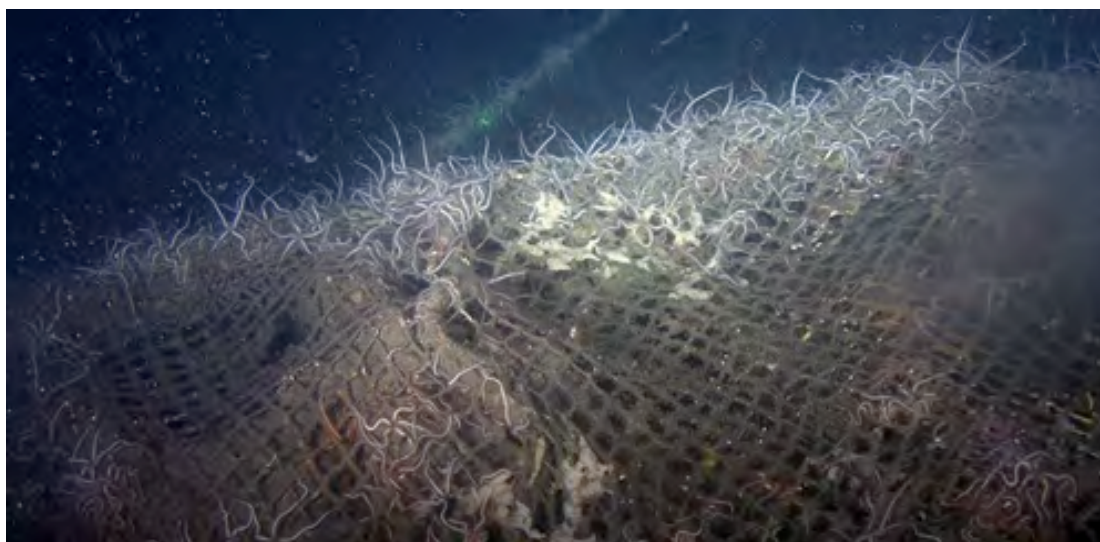


Fig. 7-3. Ejemplos de artes de pesca abandonados en la plataforma continental del Cap de Creus. De arriba abajo, una red de pesca de arrastre, red a la deriva con capacidad de seguir pescando y un trasmallo enganchado en el fondo.

En la zona más alejada de la plataforma, al sur del cañón, se pueden observar escombros. Estos restos no son muy frecuentes en la zona media de la plataforma aunque son algo más habituales en la zona lejana, hacia los 150m de profundidad (Fig. 7-4).



Fig. 7-4. Escombros encontrados en la zona más alejada de la plataforma continental al sur del cañón. Izda: Detalle de bolsa de plástico. Dcha: Detalle de una botella.

En el extremo sur de la pared del cañón y encima de la plataforma se han observado restos de organismos procedentes de las comunidades de corales de aguas frías situadas en la parte alta del cañón o quizás fuera del cañón, en la zona denominada como “barana” o “cantil”. Por la disposición de estos restos sobre el sedimento y su estado deteriorado, son muy probablemente restos dejados por el tránsito de alguna de las redes de arrastre (Fig. 7-5).



Fig. 7-5. Fondos del final de la plataforma muy cerca de la pared sur del cañón en la que se aprecian restos de corales blancos y esponjas que parecen proceder de rocas próximas al cañón y que han sido probablemente esparcidos por el movimiento de un arte de arrastre.

7.1.2 Cañón del Cap de Creus

7.1.2.1 Palangre de fondo

El arte de pesca más empleado en el cañón ha sido y es actualmente el palangre de fondo. La orografía del cañón ha impedido la entrada de redes de arrastre en el mismo, siendo ésta una de las razones de su relativamente buen estado de conservación. Sin embargo, los efectos de la intensa pesca con palangre de fondo se han hecho patentes en diversas zonas del cañón. Durante las campañas oceanográficas realizadas en la zona de estudio se han documentado restos de palangres en numerosas zonas (Fig. 7-6).



Fig. 7-6. Imágenes de las comunidades de corales fríos del cañón del Cap de Creus en las que se muestra la presencia de restos de líneas de palangre.

Las paredes verticales pueden verse especialmente afectadas por este arte de pesca, ya que la recogida del arte en estas zonas puede suponer la destrucción de las colonias de corales blancos que crecen en estas paredes de forma perpendicular a las mismas. El fondeo del palangre conlleva además el riesgo de que los pesos y anzuelos queden anclados en el fondo, y si esto ocurre, en la mayoría de los casos, las artes de pesca se abandonan. En las investigaciones realizadas en el cañón del Cap de Creus se ha realizado un estudio cuantitativo sobre la presencia de líneas de palangre, habiéndose registrado hasta un máximo de una línea cada 4,5 metros lineares recorridos (Tabla 7-1) (Orejas et al. 2009). El palangre ha sido reconocido recientemente a nivel internacional como una amenaza para las delicadas poblaciones de corales profundos (Lumsden 2007).

Tabla 7-1. Número y densidad de palangres observados a lo largo de 7 transectos efectuados en el cañón del Cap de Creus con el submarino JAGO. Para localizar la posición de cada transecto, véase la Fig. 5-72 apartado cañón.

Transecto	Fecha	Largo (m)	Profundidad (m)	Palangres de fondo	
				(numero)	(densidad por m linear)
T1	10-09-07	712	207-156	43	0,06
T2	13-09-07	388	306-285	33	0,09
T3	15-09-07	543	295-256	121	0,22
T4	09-09-07	637	186-190	35	0,05
T5	12-09-07	475	252-260	18	0,04
T6	14-09-07	642	235-235	48	0,07
T7	15-09-07	343	285-150	50	0,15

7.1.2.2 Contaminantes

El grupo de investigación del CID (CSIC), dirigido por el profesor Joan Grimalt, investiga la presencia de contaminantes y concentraciones de los mismos en diversos cañones del Golfo de León, entre ellos el del Cap de Creus. Los resultados preliminares presentados por este grupo de trabajo en el marco del proyecto europeo HERMES, ponen de manifiesto la acumulación de PCBs y DDTs en el lecho del mismo. Paralelamente a esta constatación, también se ha observado una acumulación de marcadores de producción primaria. Ambos hechos, la acumulación de PCBs y DDTs (respecto a los PCBs, se ha encontrado un punto a 1000 m de profundidad con elevados valores de acumulación de estos compuestos, dos veces más elevado que las concentraciones detectadas en el delta del Ródano), parecen estar ligados tanto a los fenómenos de cascada (descritos en el apartado 3.2 de este informe) como a los procesos de formación de agua profunda en el Mediterráneo.

7.1.2.3 Registros Arqueológicos

Otro aspecto de la influencia antropogénica sobre el fondo corresponde al elevado número de ánforas (Fig. 7-7) que se han detectado durante las filmaciones submarinas. Se trata de restos de pecios procedentes del siglo I D.C. La presencia de estos registros va en consonancia con la historia de la zona, por tratarse Empúries de uno de los puertos más importantes del Mediterráneo durante varios siglos. Este hallazgo es además una muestra clara de la influencia humana en los fondos marinos del Mediterráneo desde hace siglos.

La presencia de pecios en la zona, más que un impacto, es un factor añadido para su conservación. Algunos de los hallazgos arqueológicos recientes tienen un importante papel ecológico ya que el hecho de encontrarlos e identificarlos nos permite datar la edad de las comunidades o tener una información aproximada de eventos sedimentarios en las paredes del cañón. Por ejemplo, se han encontrado ánforas romanas de finales del siglo I DC con escasa colonización en las cornisas del cañón. Este hecho indica que se producen procesos periódicos de sedimentación y que el sedimento las recubre para después desplazarse en forma de alud, volviendo a dejarlas al descubierto, de manera que las ánforas no llegan nunca a terminar de colonizarse por fauna incrustante.



Fig. 7-7. Ánforas filmadas en el cañón del Cap de Creus (Siglo I D.C).

7.2 Análisis de las actividades pesqueras

7.2.1 Pesca artesanal

7.2.1.1 Origen y tratamiento de datos para la evaluación espacial de la pesca artesanal

La información presentada de la pesca artesanal en el Cap de Creus proviene de los cuestionarios realizados a pescadores (entrevistas con los responsables de las cofradías de pescadores y con los pescadores de los principales métiers) de toda Cataluña entre Diciembre del 2000 y Marzo del 2001 por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y de acuerdo con la metodología de evaluación de las pesquerías (Rocha et al. 2004, Forcada et al. 2010).

Para enmarcar el área de interés con la información disponible se ha diseñado una malla con celdas de 500x500m (0.25km²) acorde con el "Pan-European Standard" de usos múltiples (EEA 2008, INSPIRE 2009). El resultado es una malla con 4581 celdas cubriendo una superficie total de 1145,25km². La metodología para el tratamiento de la información ha sido usada en otros estudios en el mapeo de comunidades de aves (Requena Moreno 2009, Carboneras y Requena Moreno 2010). El sistema de coordenadas de referencia utilizado ha sido el Universal Transverse Mercator (UTM) de la zona 31, usando el Sistema Geodético Mundial (WGS) para almacenamiento y análisis de datos.

Estructura de los datos: Componentes de *métier*

El Mediterráneo se caracteriza por una elevada diversidad de artes de pesca y especies objetivo. La flota de los países Mediterráneos pertenecientes a la Unión Europea está representada en un 80% por la pesca artesanal (COM 2002). Este sector está caracterizado por ser principalmente costero, por la presencia de embarcaciones con un tamaño máximo de 12m y por poseer un capital de inversión pequeño (Colloca et al. 2004). La pesca artesanal ha sido definida mediante el concepto de *métier* que combina arte de pesca, especie objetivo, zona geográfica de pesca y estacionalidad (Coppola 2006). Es por ello que la información por *métiers*, abarcando la tradición local, se considera más precisa a la hora de distribuir el campo de actividad y evaluar la influencia potencial de cada tipo de arte.

Las actividades de la pesca artesanal en el Cap de Creus están principalmente caracterizadas por el trabajo diario, asegurando a los pescadores la vuelta a casa después de la jornada laboral. Las primeras explotaciones pesqueras organizadas en el área del Cap de Creus datan del año 812 (Bas et al. 1955). A pesar de que se alternen las especies objetivo según la estación y de la existencia de vedas temporales, la pesca se ejerce durante todo el año siempre que el tiempo lo permita. El conocimiento local de los pescadores, considerando el comportamiento de las especies y su abundancia a lo largo del año, determina tal estacionalidad (Stelzenmüller et al. 2007). Los pescadores tienden a poner de manifiesto que no tienen caladeros específicos, sino que son las condiciones ambientales o las experiencias de días previos son las que determinan su destino.

Para evaluar el impacto potencial de la actividad pesquera se analizan a continuación los componentes que conforman un *métier*: Zona de pesca, Sustrato de pesca, Puerto de pesca, Especies objetivo, Estación de pesca y Artes de pesca

Zona de pesca: se ha definido como el principal intervalo de profundidad en que el *métier* es practicado y acorde con la batimetría. Se definen así 6 intervalos: aguas costeras (0-50m), intervalo medio-costero (50-75m), intervalo medio (75-100m), intervalo medio-profundo (100-150), aguas profundas (150-250) y aguas profundas del cañón (>250) (Fig. 7-8). Las aguas de intervalo medio-profundo representan la parte más abundante (42%); seguidamente, las aguas de intervalo medio y las costeras representan un 17% y 19% respectivamente. En un porcentaje menor siguen las aguas compartidas entre el intervalo medio-costero (9%), las aguas profundas (5%) y las aguas profundas del cañón (8%). Las especies que se encuentran en profundidades desde 100m hasta aguas profundas se consideran especies de intervalo amplio.

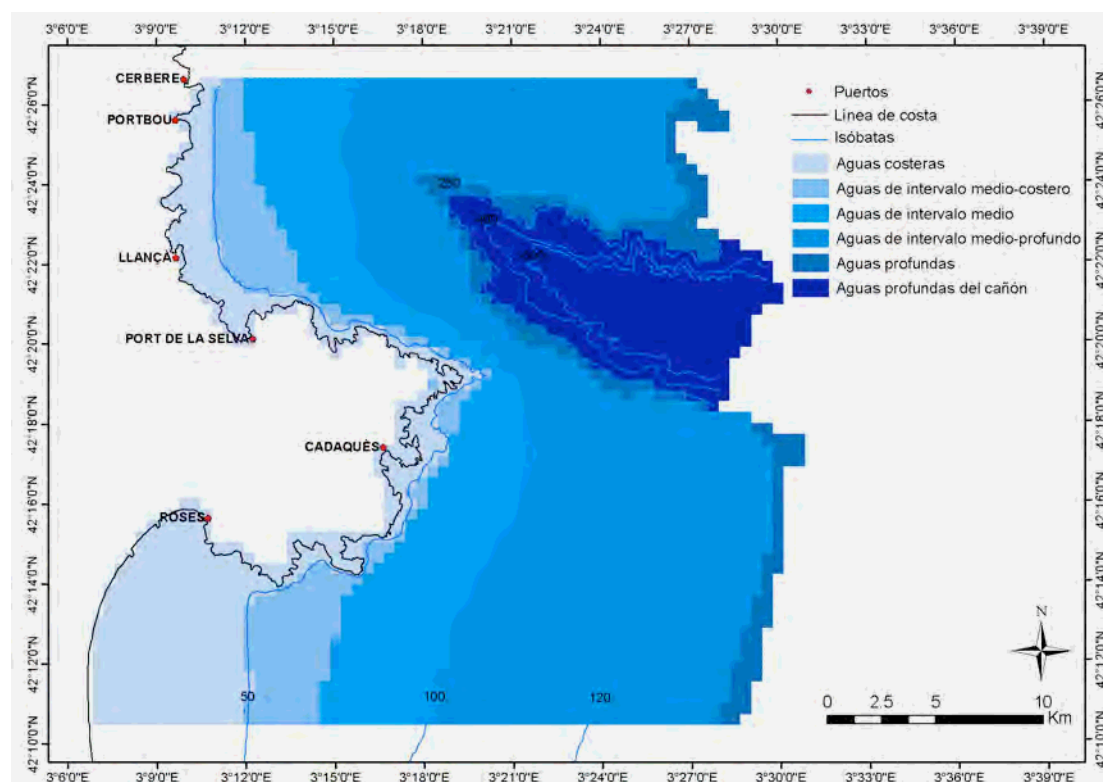


Fig. 7-8. Zonas de pesca definidas por intervalos de profundidad.

Sustrato de pesca: se refiere a la naturaleza del fondo del mar. Se han definido 6 tipos de sustrato: arena, arena con fango, fango con arena, fango, roca y grava acorde con la caracterización del tipo de sustrato de la zona. En casos de solapamiento de dos o más tipos de sustrato ha prevalecido aquel con mayor superficie de cobertura (Fig. 7-9). Los fondos arenosos predominan en casi un 46% si bien encontramos arena también en otros fondos designados como arenas con fango y fango con arenas, que representan respectivamente un 2% y un 16%. El siguiente sustrato más abundante está compuesto por fango cubriendo un 22%, seguido de fondos de roca en un 11% y de grava en un 4%. Esta caracterización es importante ya que representa la heterogeneidad espacial

para cada uno de los principales artes de pesca considerados en este estudio acorde con la granulometría del sustrato.

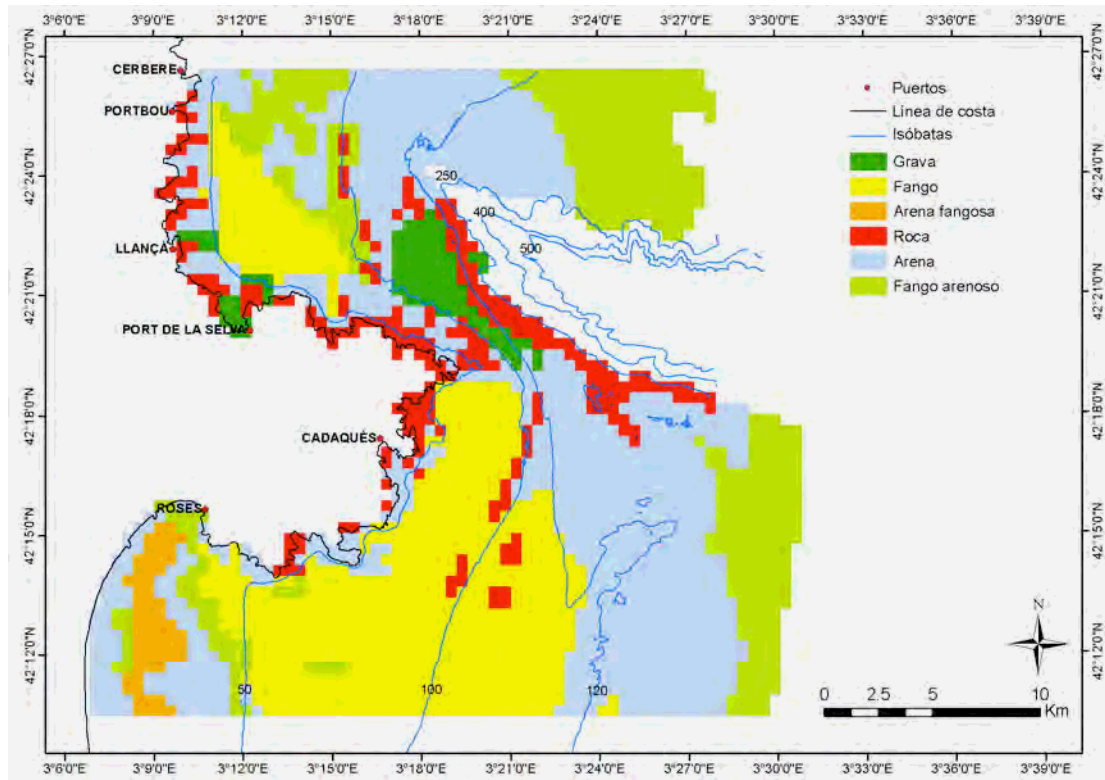


Fig. 7-9. Tipos de sustrato considerados acorde con la granulometría del sustrato

Puerto de pesca: aquellos localizados alrededor de la zona del Cap de Creus con suficientes datos para analizar sus unidades operativas de pesca artesanal. Estos son: Port de la Selva, Llançà, Cadaqués, Roses, L'Escala y L'Estartit. Es importante destacar que cuatro de las seis localidades ofrecen lonja (Llançà, Port de la Selva, Roses y L'Escala).

Especies objetivo: aquellas especies capturadas por los pescadores usando artes de pesca muy selectivos. No obstante, en las capturas se pueden obtener simultáneamente más de una especie objetivo. Se ha considerado hasta seis el número de especies obtenidas por cada métier específico, clasificándolas en especie objetivo y especies asociadas o bien secundarias. Las especies obtenidas están enumeradas en la Tabla 7-2.

Cabe destacar la presencia de especies protegidas de interés nacional para su conservación enumeradas en el Convenio de Barcelona (Anexos II y III) como *Homarus gammarus* (bogavante), *Palinurus elephas* (langosta), *Corallium rubrum* (coral rojo) (incluido también en las Directivas europeas de la Red Natura 2000 (Directiva Hábitats 92/43/EEC: Anexo V) y la Ley de Patrimonio Natural 42/2007 (Anexo VI)), *Epinephelus marginatus* (mero) y *Paracentrotus lividus* (erizo de mar).

Tabla 7-2. Lista de especies objetivo y especies secundarias para los diferentes artes de pesca

	Trasmallos	Redes de enmalle	Red de enmalle-trasmallo	Palangres	Palangres de fondo	Nasas	Mariscadores	Líneas de mano y cañas	Dragas mecanizadas
<i>Palinurus elephas</i>	✓								
<i>Homarus gammarus</i>	✓								
<i>Lophius piscatorius</i>	✓								
<i>Trisopterus minutus</i>	✓	✓		✓					
<i>Scorpaena scrofa</i>	✓								
Fam. Soleidae	✓								
<i>Psetta maxima</i>	✓								
<i>Lithognathus mormyrus</i>	✓								
<i>Citharus linguatula</i>	✓	✓							
Fam. Mullidae	✓	✓							
<i>Pagellus acarne</i>	✓	✓		✓					
<i>Sepia officinalis</i>	✓				✓				
<i>Spicara smaris</i>	✓								
<i>Scorpaena</i> spp.	✓								
<i>Sarda sarda</i>		✓	✓						
<i>Diplodus sargus</i>		✓		✓					
<i>Sparus aurata</i>		✓		✓					
<i>Atherina boyeri</i>		✓							
<i>Merluccius merluccius</i>		✓		✓	✓				
<i>Scomber scombrus</i>		✓							
<i>Scyliorhinus canicula</i>		✓							
<i>Trachurus trachurus</i>		✓							
<i>Pagellus erythrinus</i>		✓		✓					
<i>Dicentrarchus labrax</i>		✓		✓					
<i>Seriola dumerili</i>		✓							
<i>Lichia amia</i>			✓						
<i>Dentex dentex</i>				✓					
<i>Diplodus cervinus</i>				✓					
<i>Diplodus vulgaris</i>				✓					
<i>Pagrus pagrus</i>				✓					
<i>Conger conger</i>				✓	✓	✓			
<i>Epinephelus guaza</i>				✓					
<i>Phycis phycis</i>				✓					
<i>Lepidopus caudatus</i>				✓	✓				
<i>Polyprion americanus</i>				✓					
<i>Raja asterias</i>				✓					
<i>Pomatomus saltatrix</i>				✓					
<i>Pagellus bogaraveo</i>					✓				
Fam. Triglidae					✓				
<i>Octopus vulgaris</i>						✓			
<i>Paracentrotus lividus</i>							✓		
<i>Mytilus galloprovincialis</i>							✓		
<i>Corallium rubrum</i>							✓		
<i>Nereis</i> spp.							✓		
<i>Loligo vulgaris</i>								✓	
<i>Gymnammodytes cicerellus</i>									✓
<i>Donax trunculus</i>									✓
<i>Acanthocardia tuberculata</i>									✓
<i>Chamelea gallina</i>									✓
<i>Callista chione</i>									✓

Estación de pesca: se ha definido como el principal periodo del año en que un métier es practicado en una zona particular de pesca para una especie determinada. Ha sido expresada según los meses en que se practica dicha actividad asignando valores de 0 (sin actividad) o 1 (con actividad), de enero a diciembre. Se ha observado que las actividades de pesca ocurren durante todo el

año (Fig. 7-10). La intensidad de la estacionalidad puede ser mayor o menor, según el arte de pesca utilizado, debido a las vedas temporales a lo largo del año para ciertas especies objetivo. Los meses de marzo y junio parecen ser los meses en que se practican más métiers con más de un 60% de actividad. No obstante, no se puede extrapolar que estos son los meses con capturas más elevadas. Por otro lado, agosto, septiembre y los meses de invierno mostraron porcentajes ligeramente menores, alrededor del 50%, lo que supone una disminución de métiers en uso.

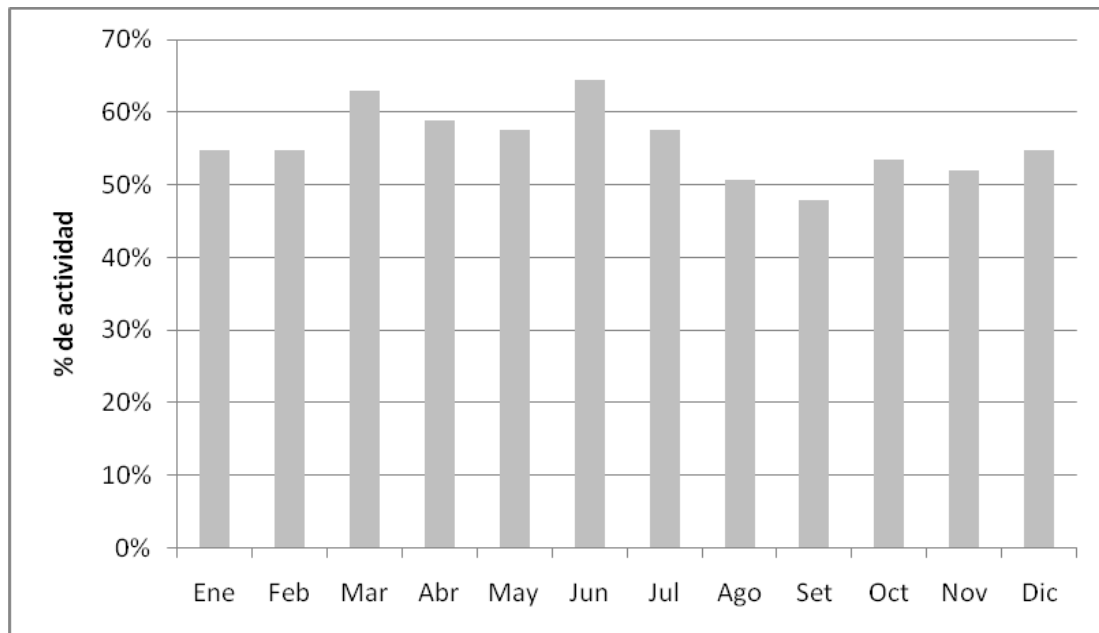


Fig. 7-10. Porcentaje anual de la actividad pesquera (datos FAO)

En la Tabla 7-3 se muestra la especificidad mensual de los métiers para cada tipo de arte. Los artes menores tienden a presentar más vedas estacionales; buen ejemplo de ello son las nasas, ausentes en agosto y septiembre coincidiendo con los periodos de reproducción de sus principales especies objetivo (*Octopus vulgaris* y *Sepia officinalis*), cuando parece fijarse una veda temporal. El uso combinado de redes de enmalle con trasmallo muestra una clara sensibilidad por los meses de invierno. Los artes de pesca más abundantes (el trasmallo, red de enmalle y el palangre de superficie) muestran una mayor selectividad por una especie objetivo y comprenden un mayor número de especies. El caso del palangre de fondo fue una excepción, donde principalmente se capturó *Merluccius merluccius* durante todo el año, además de *Pagellus bogaraveo* en la estación de invierno. La pesca de ciertas especies es específica del tipo de arte (i.e. *Palinurus elephas* capturada solamente por trasmallos o *Octopus vulgaris* por nasas), mientras otras podrían considerarse como especies compartidas al ser capturadas por diferentes artes (i.e. *Merluccius merluccius*).

Tabla 7-3. Especificidad mensual de los métiers para cada tipo de arte.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Trasmallos												
<i>Scorpaena</i> spp.												
F. Mullidae												
<i>Palinurus elephas</i>												
F. Soleidae												
<i>Sepia officinalis</i>												
Redes de enmalle												
<i>Sarda sarda</i>												
<i>Diplodus sargus</i>												
F. Mullidae												
<i>Merluccius merluccius</i>												
<i>Pagellus acarne</i>												
<i>Atherina boyeri</i>												
<i>Pagellus erythrinus</i>												
Red de enmalle-trasmallo												
<i>Sarda sarda</i>												
Nasas												
<i>Octopus vulgaris</i>												
<i>Sepia officinalis</i>												
Palangres												
<i>Sparus aurata</i>												
<i>Diplodus sargus</i>												
<i>Conger conger</i>												
<i>Pagellus erythrinus</i>												
<i>Phycis blennoides</i>												
<i>Merluccius merluccius</i>												
<i>Dicentrarchus labrax</i>												
Palangres de fondo												
<i>Merluccius merluccius</i>												
<i>Pagellus bogaraveo</i>												
Mariscadores												
<i>Paracentrotus lividus</i>												
<i>Mytilus galloprovincialis</i>												
<i>Corallium rubrum</i>												
<i>Nereis</i> spp.												
Líneas de mano y cañas												
<i>Loligo vulgaris</i>												
Dragas mecanizadas												
<i>Gymnammodytes cicerellus</i>												
<i>Donax trunculus</i>												
<i>Acanthocardia tuberculata</i>												

Artes de pesca: cada arte de pesca ha sido descrito según la clasificación de la FAO (FAO 1990) (Tabla 7-4)

Tabla 7-4. Nomenclatura de los artes de pesca según FAO (FAO 1990) y porcentaje de cada tipo de arte en el área de estudio

Clasificación de la FAO	Nomenclatura de los artes de pesca regionales	%
Trammel nets	Trasmallos	32
Gillnets	Redes de enmalle	26
Set Longlines	Palangrillos, Palangres de fondo	26, 36
Combined Gillnets-Trammel nets	Redes de enmalle-trasmallo	4
Pots	Nasas	10
Miscellaneous gears	Mariscadores	6
Handline and pole-lines	Líneas de mano y cañas	7
Boat dredges	Dragas mecanizadas	4

El porcentaje de cobertura de cada tipo de arte operando en el área del Cap de Creus está representado en la Tabla 7-4. El resultado de la distribución espacial por puerto para cada tipo de arte se puede ver gráficamente en la Fig. 7-11. Los trasmallos y las redes de enmalle actúan en la mayoría de los puertos, mientras que los palangres son característicos de ciertos puertos; por ejemplo, el palangre de fondo es operado sólo en el puerto de Llançà. En el puerto de Cadaqués, conocido ahora por haber perdido prácticamente su tradición pesquera, representaba una gran variedad de artes de pesca en el momento de la toma de datos. Esta división por puertos tiene más interés para la actividad de los artes menores ya que éstos operan en un radio de acción mucho menor, más cercano a la costa.

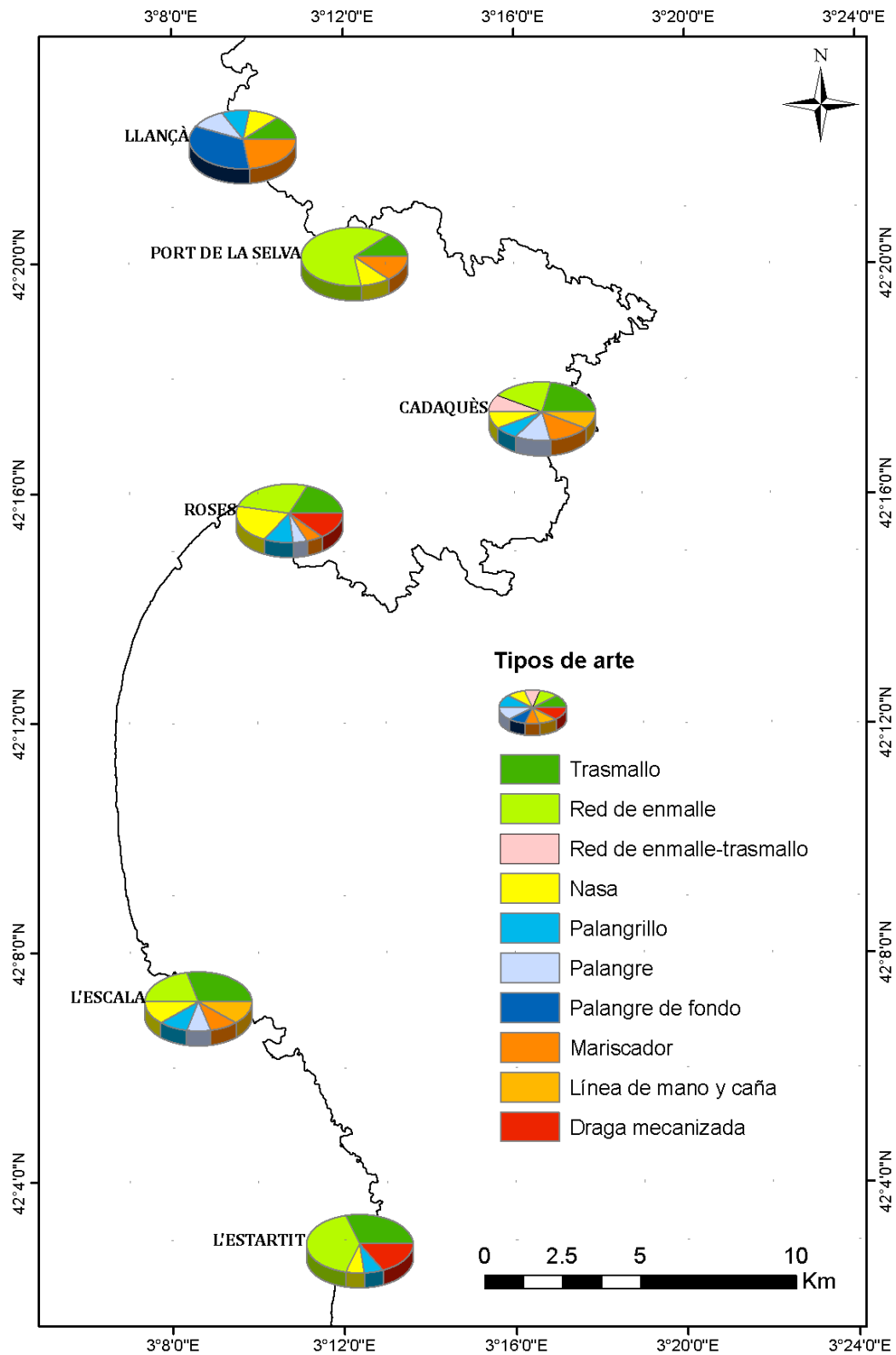


Fig. 7-11. Composición de los artes de pesca por puerto

7.2.1.2 Análisis de la distribución espacial de la actividad pesquera

Se han considerado 4 artes de pesca principales: palangre de fondo, red de enmalle, trasmallo y palangre de superficie para la evaluación espacial de la pesca en el Cap de Creus. Se han agrupado como artes menores aquellos con un

rango de acción más limitado y cercano a la costa (nasas, líneas de mano y caña, dragas mecanizadas y combinación de redes de enmalle con trasmallo). Para evaluar la distribución espacial de la pesca se han combinado los diferentes artes de pesca con la zona de pesca y el tipo de sustrato.

La distribución del esfuerzo pesquero del área de estudio para el palangre de superficie, el trasmallo y el palangre de fondo se muestran en tamaño DINA4 y desplegable al final de este informe.

Zonas de pesca y arte de pesca: mediante la combinación de los artes de pesca y la profundidad de las aguas se han estimado las principales zonas de pesca. El palangre de fondo actúa principalmente en aguas de intervalo medio, medio-profundo, en aguas profundas y aguas profundas del cañón (Fig. 7-12). Los palangres de superficie (Fig. 7-13) cubren preferentemente los intervalos de aguas costeras aunque también pueden actuar de forma ocasional a cualquier profundidad. Esta ambigüedad se debe probablemente a la falta de detalle al clasificar el uso de palangres en las encuestas, en que ocasionalmente se incluía bajo el mismo nombre ambos palangres, tanto el de superficie como el de profundidad. Las redes de enmalle y los trasmallos operan en aguas costeras, de intervalo medio e intervalo medio-profundo (Fig. 7-14 y Fig. 7-15). Los artes menores operan exclusivamente en aguas costeras (Fig. 7-16).

Tipo de sustrato y artes de pesca: se han combinado los diferentes artes con el tipo de sustrato (granulometría) para mostrar la preferencia de sustrato de los diferentes artes de pesca. Así, el palangre de fondo opera principalmente en fondos de arena y fondos de fango arenoso (Fig. 7-17). El palangre de superficie actúa principalmente en fondos arenosos y rocosos y en menor proporción sobre fondos de grava y fango (Fig. 7-18). Las redes de enmalle muestran preferencia por los fondos de fango arenoso y fondos de arena cercanos a la costa y en menor medida sobre fondos fangosos (Fig. 7-19). Los trasmallos operan prácticamente en todos los sustratos con excepción de fondos de arena fangosa (Fig. 7-20). Observamos que aquellos sustratos con menos presencia aparecen totalmente cubiertos por al menos un arte. Los fondos más extensos en superficie como los de arena y fango presentan también zonas sin actividad.

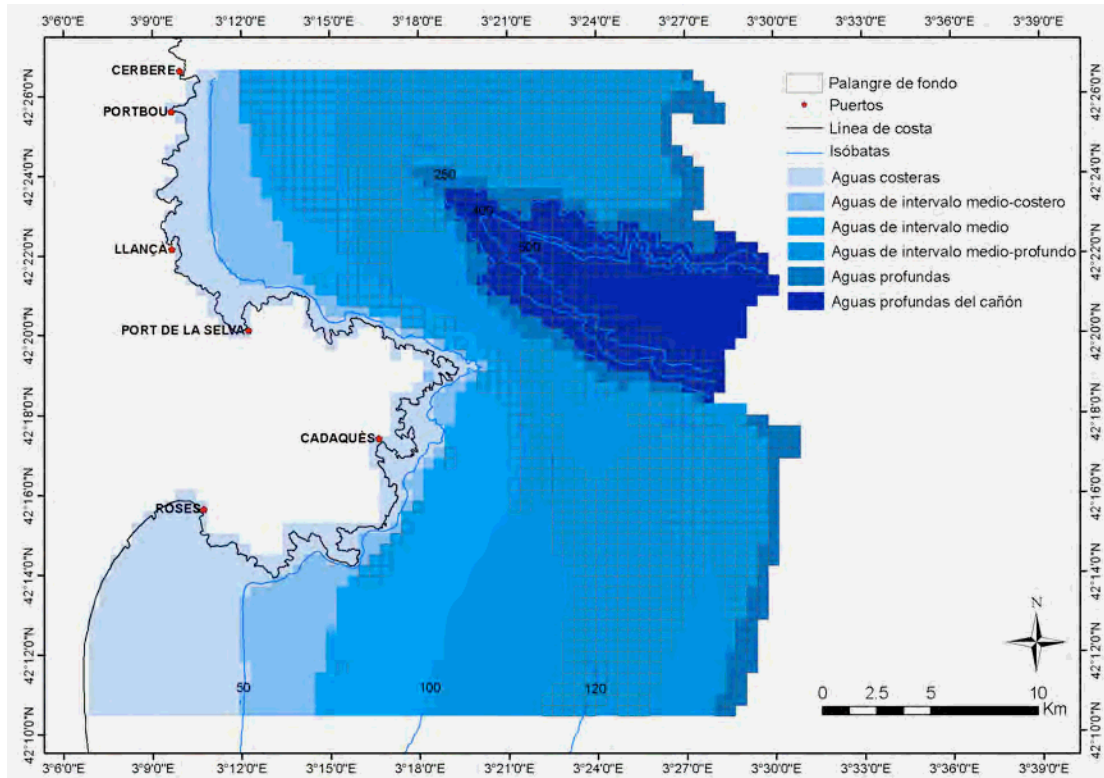


Fig. 7-12. Distribución de la pesca de palangre de fondo por zona de pesca.

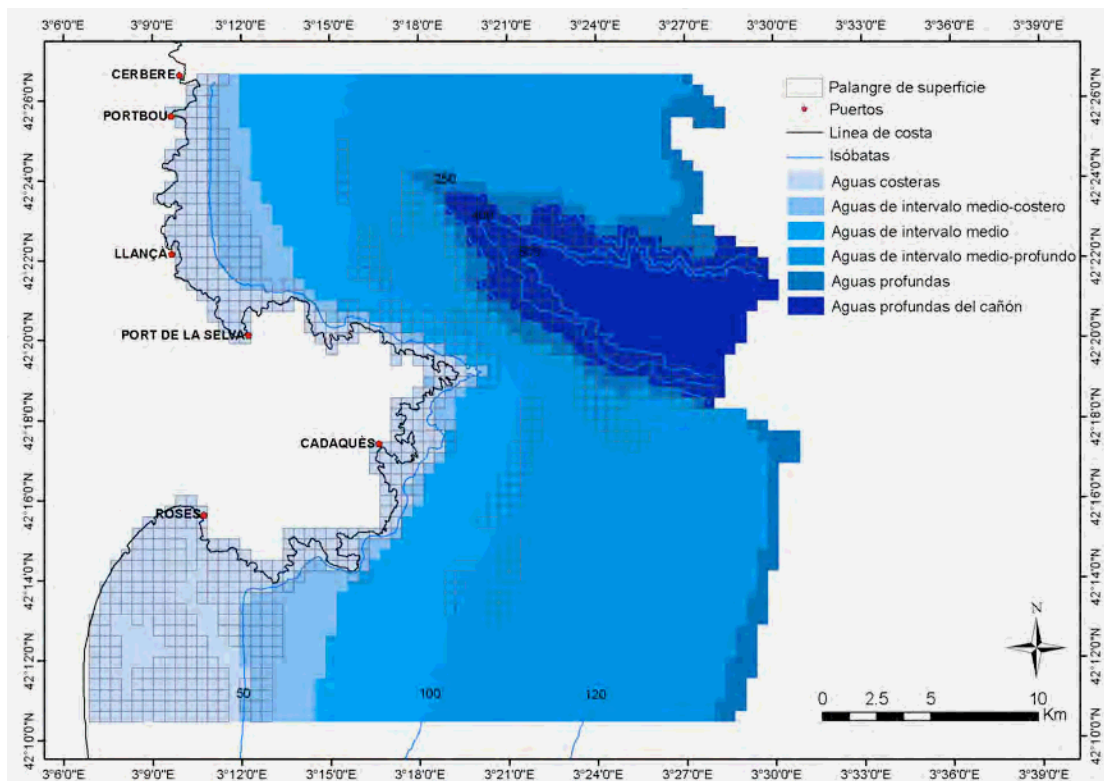


Fig. 7-13. Distribución de la pesca de palangre de superficie por zona de pesca.

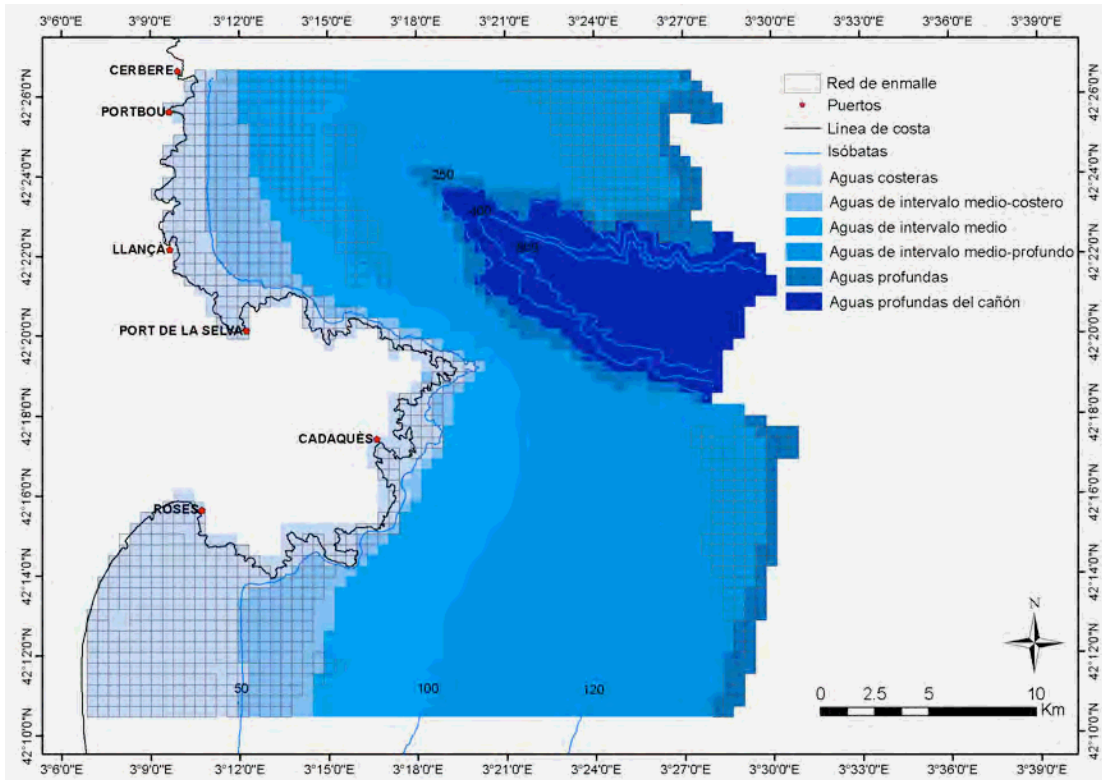


Fig. 7-14. Distribución de la pesca de red de enmalle por zona de pesca.

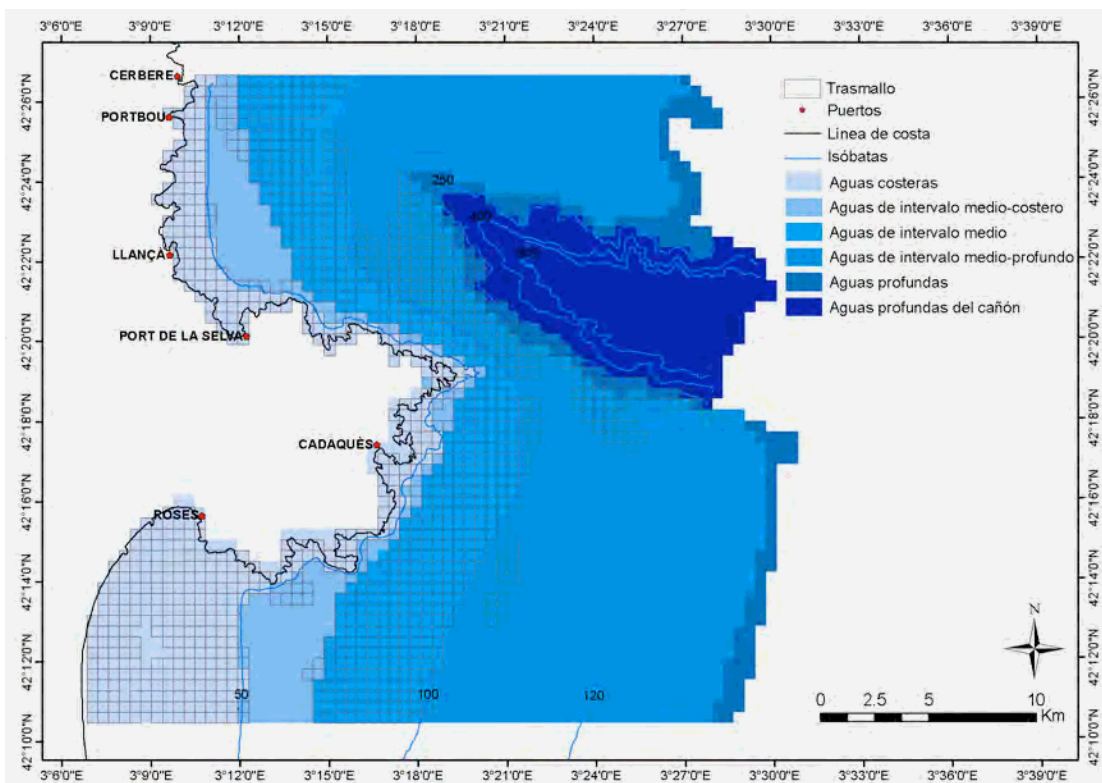


Fig. 7-15. Distribución de la pesca de trasmallo por zona de pesca.

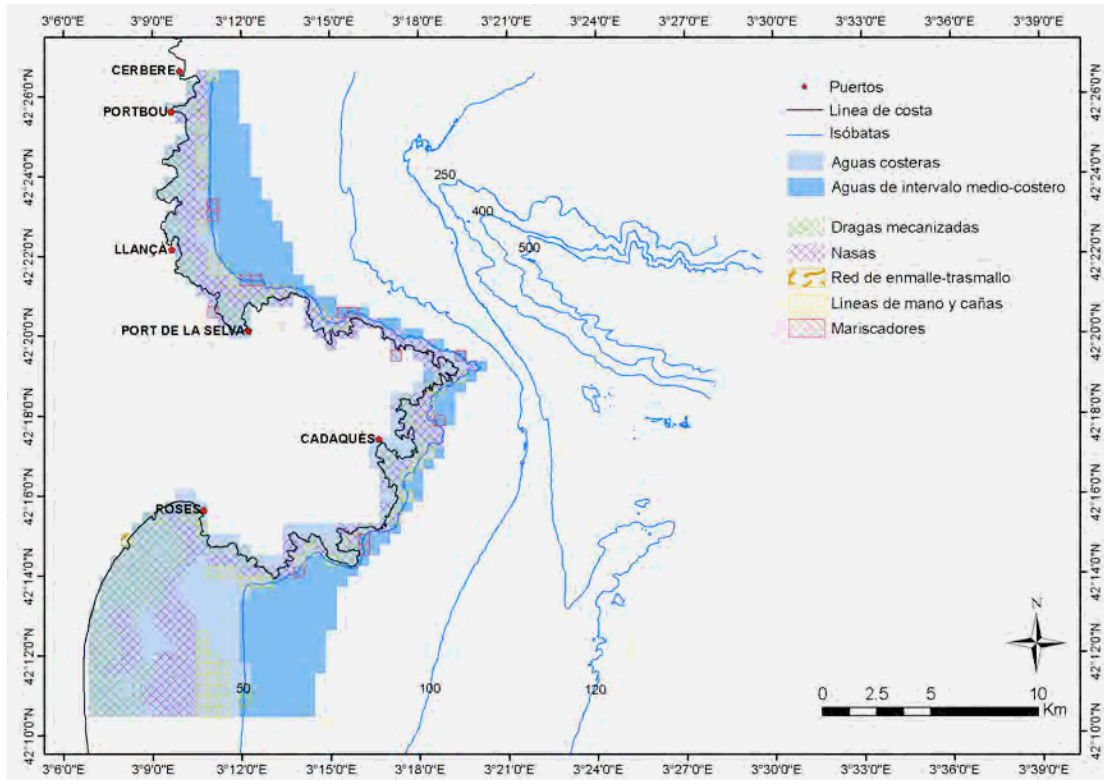


Fig. 7-16. Distribución de la pesca de los artes menores por zona de pesca.

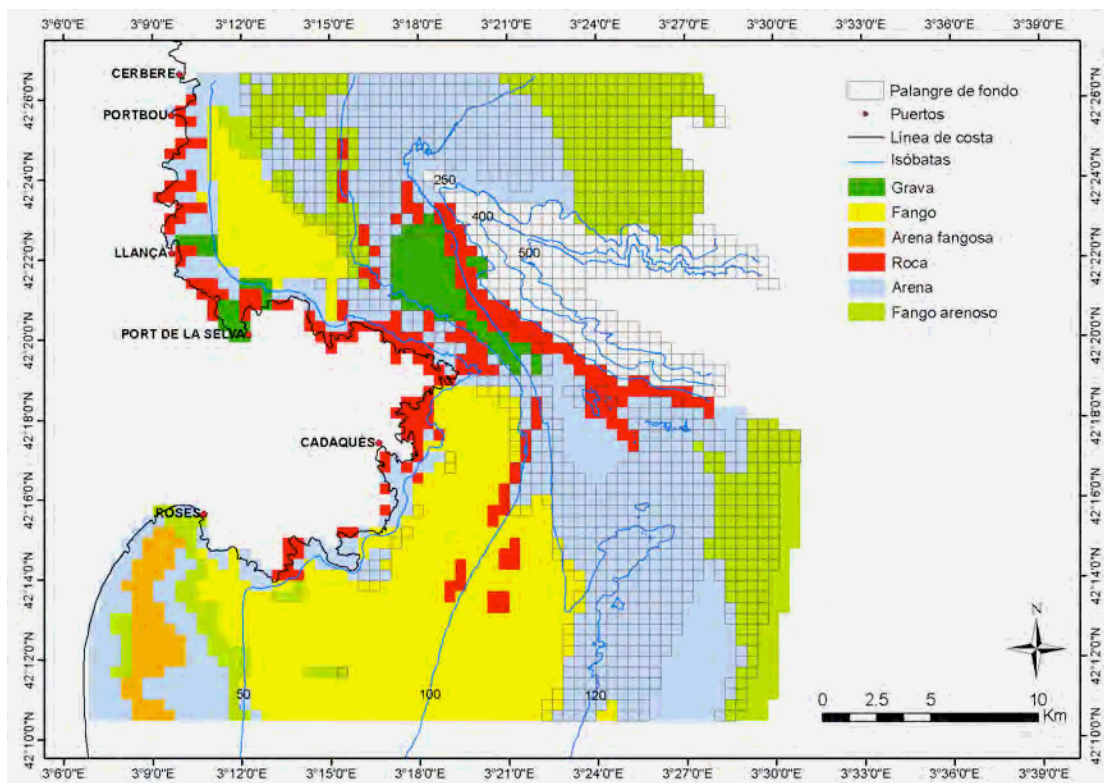


Fig. 7-17. Distribución de la pesca de palangre de fondo sobre tipo de sustrato.

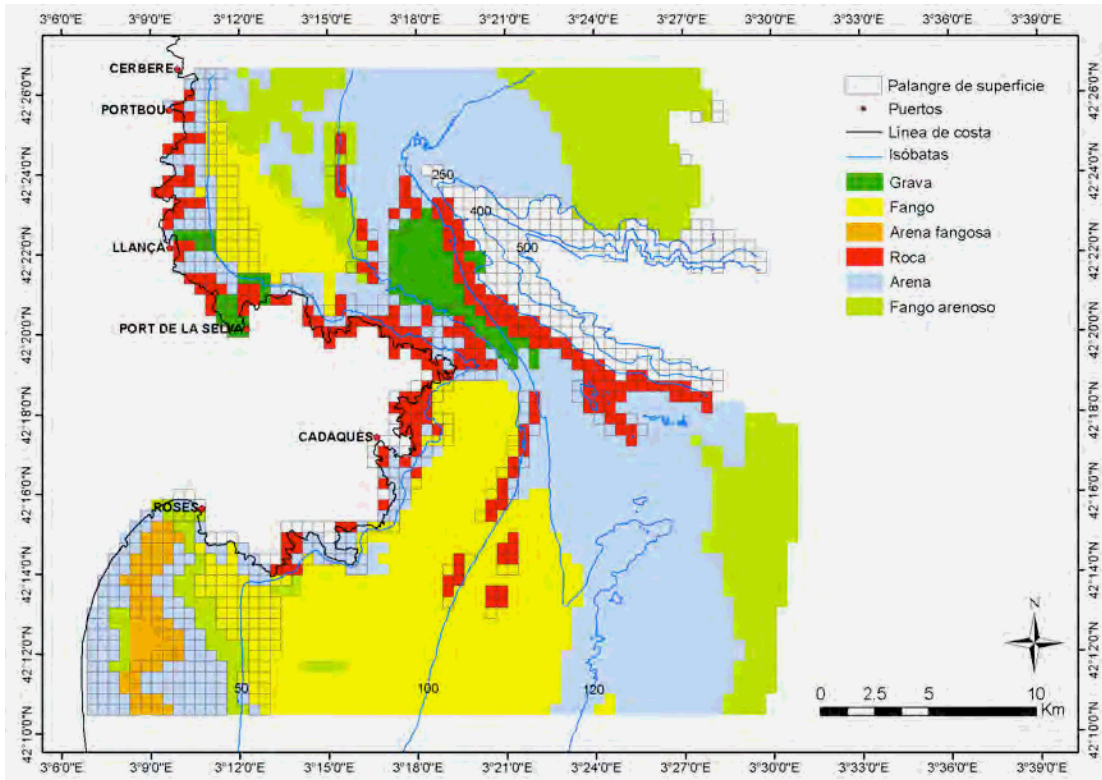


Fig. 7-18. Distribución de la pesca de palangre de superficie sobre tipo de sustrato.

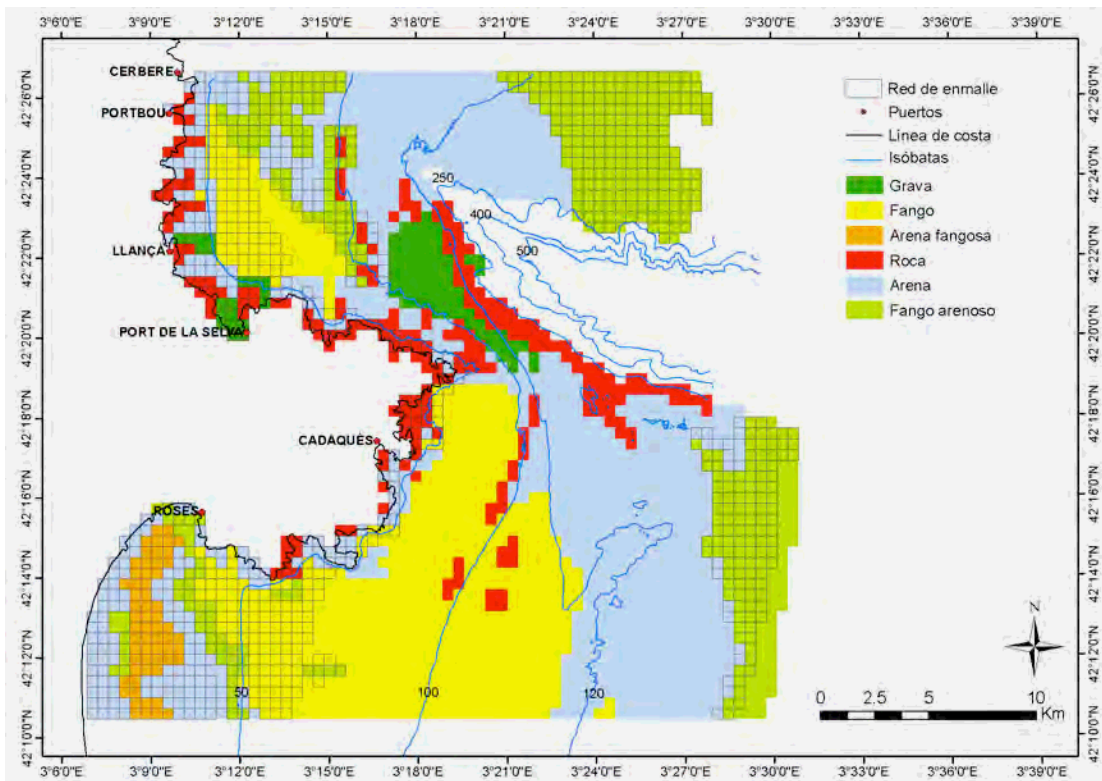


Fig. 7-19. Distribución de la pesca con red de enmalle sobre tipo de sustrato.

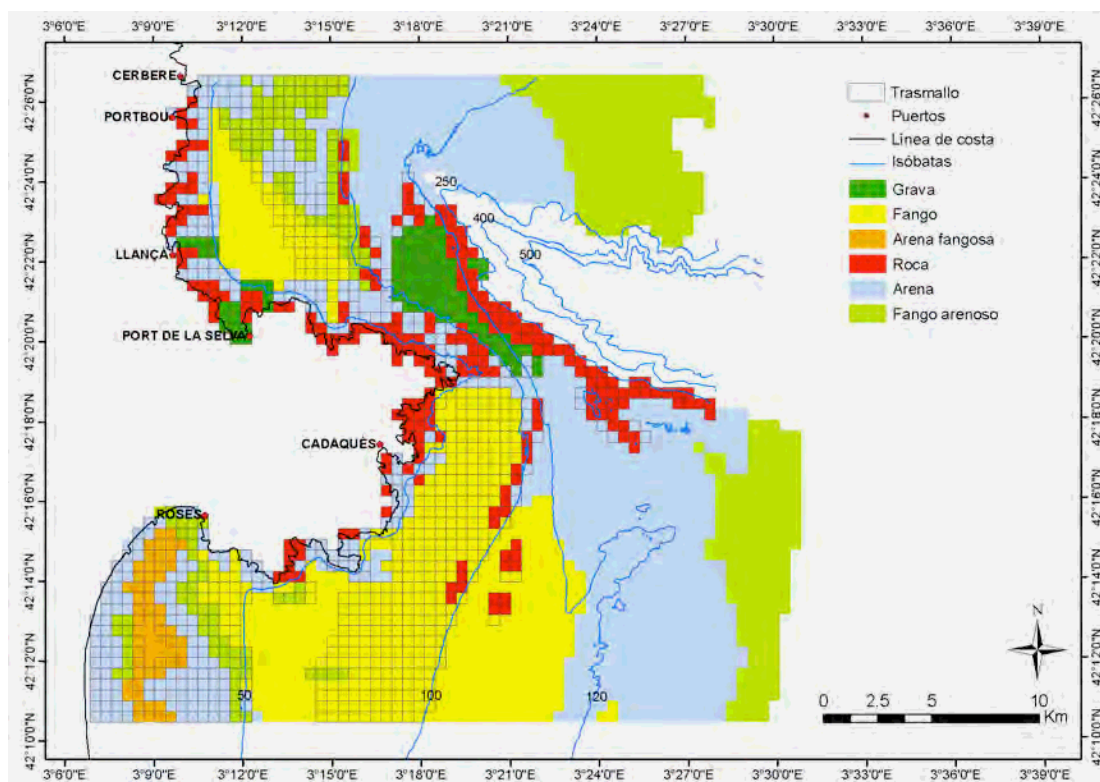


Fig. 7-20. Distribución de la pesca de trasmallo sobre tipo de sustrato.

7.2.1.3 Grado de impacto

Para el análisis preliminar de la evaluación del grado de impacto sobre las comunidades se ha combinado la información derivada de la distribución de los artes de pesca (según el grado de solapamiento) y el tipo de comunidades en el área de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES. El valor de solapamiento se ha definido como la coincidencia espacial de dos o más artes de pesca (excluyendo los artes menores) (Fig. 7-21). Los valores asignados oscilan del 0 al 4 según la coexistencia física de los principales tipos de arte. La ausencia de artes de pesca en una zona obtiene el valor de 0; áreas donde actúa tan solo un tipo de arte obtienen el valor de 1, y así sucesivamente. En este caso, el valor máximo obtenido ha sido de 3, indicando que en ninguna zona concurren los cuatro artes de pesca principales. El porcentaje de cobertura de un o ningún arte alcanza un 60%, la coincidencia de 2 artes corresponde a un 29% mientras que solamente en un 11% interactúan 3 artes. La figura resultante refleja las limitaciones de la coexistencia de ciertos tipos de pesca, siendo un ejemplo de ello los trasmallos y los palangres que, debido a la incompatibilidad de sus métodos de pesca, apenas coinciden en el espacio.

Se han resaltado las comunidades más bien conservadas en el área de estudio, contenidas principalmente en el corredor (parte más estrecha de la plataforma entre el cañón y la costa del Cap de Creus) (i.e. corales de agua fría, braquiópodos, ceriantarios, pennatuláceos, gorgonias, esponjas y hábitats de detrítico costero) (Fig. 7-22). Cuando se comparan los mapas de bionomía y valor de solapamiento, se observa una relación entre las comunidades mejor conservadas y el grado de incidencia de actividades pesqueras. Así, áreas con alto interés ecológico coinciden con aquellas con un menor solapamiento de

artes de pesca, con valores que oscilan del 0 al 2. La existencia de solapamiento espacial refleja una sobrecarga en el ecosistema así como un empobrecimiento del fondo del mar y pone de manifiesto el grado de impacto que los artes de pesca ejercen sobre los hábitats.

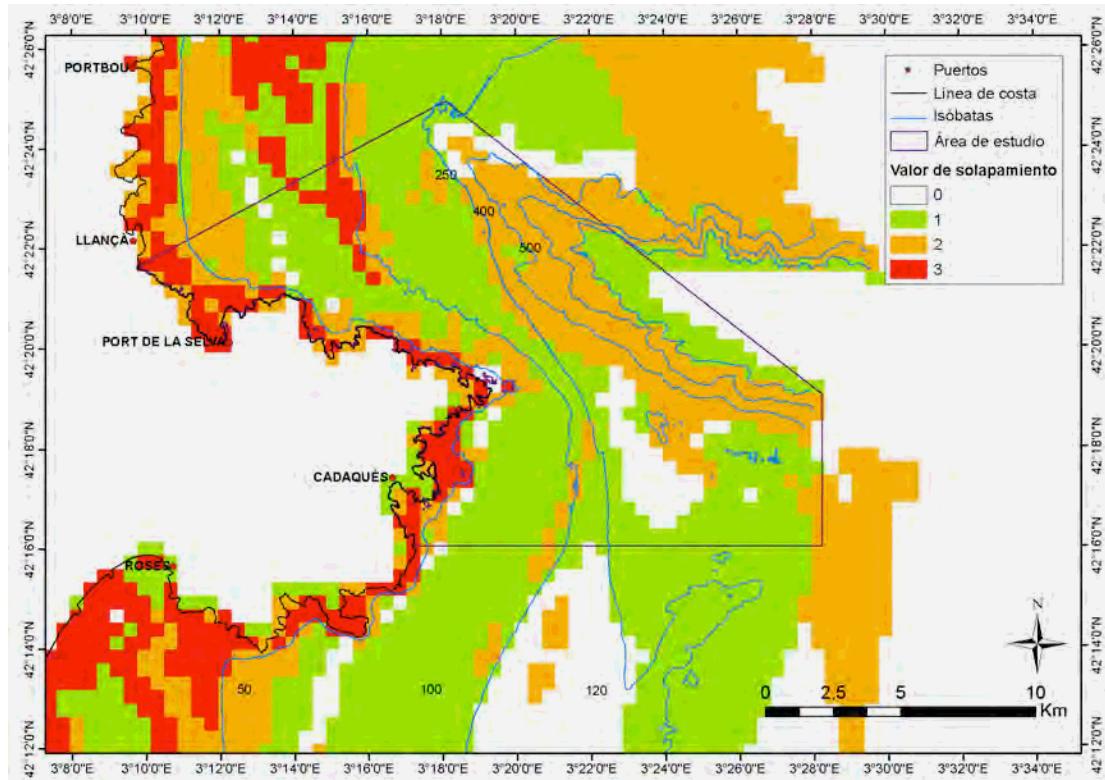


Fig. 7-21. Valor de solapamiento en el área de estudio del Cap de Creus.

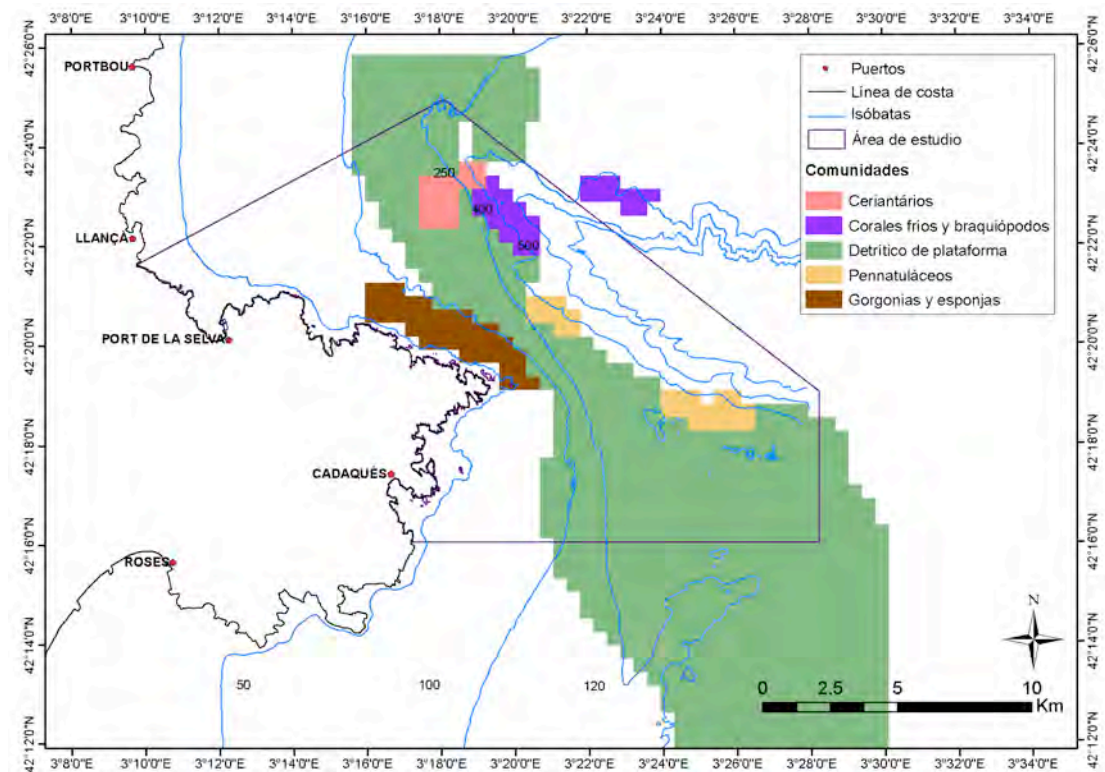


Fig. 7-22. Representación de las comunidades más emblemáticas en el área de estudio.

7.2.2 Pesca de arrastre

7.2.2.1 Origen y tratamiento de datos para la valoración de la pesca de arrastre

Los datos utilizados para el examen preliminar de la distribución espacial y temporal de la pesca de arrastre provienen de los datos obtenidos de los Sistemas de Seguimiento de Buques Pesqueros (VMS) (también conocidos como las cajas azules) proporcionados por la Secretaría General del Mar. Los datos examinados corresponden a los datos de posición de los buques de pesca del año 2002.

A través del análisis de VMS es posible atribuir al esfuerzo pesquero los cambios de hábitat y de las comunidades que conforman el bentos en una escala espacio-temporal y permiten medir gradientes de perturbación con una precisión adecuada (Kaiser et al. 2000). Mediante la integración tanto del conocimiento del tipo de hábitat como de su derivada sensibilidad, estas tecnologías pueden asistir a la hora de designar áreas para la conservación marina con la finalidad de proteger tanto poblaciones objetivo y no objetivo, como hábitats (Witt y Godley 2007). Los datos obtenidos de los VMS se plantean como una herramienta primordial para cuantificar y gestionar las alteraciones producidas en el ecosistema (Witt y Godley 2007).

El objetivo de este análisis preliminar es la visualización del alcance de la pesca de arrastre a nivel espacial y temporal y la influencia potencial sobre las comunidades bentónicas. El tratamiento de los datos de las VMS es estrictamente descriptivo y está en proceso de desarrollo. El análisis formal de los datos se llevará a cabo a partir de este estudio exploratorio. Los datos han sido previamente seleccionados en función del rango de velocidad de pesca estimada (de 2 a 5 nudos) y el tiempo de actuación (aproximadamente más de 20 min) para cada embarcación identificada con un código. Esta valoración del tiempo de actividad pretende ofrecer una mejor distribución de la presencia de la pesca de arrastre en la zona.

7.2.2.2 Distribución espacial y temporal de la pesca de arrastre

La distribución espacial y estacional de la pesca de arrastre en el área de estudio del Cap de Creus, se muestra en la Fig. 7-23 (una réplica de este mapa en tamaño DIN A4 y desplegable se pueden encontrar al final de este informe). La representación de los datos obtenidos sugiere una preferencia de la flota de arrastre sobre ciertas zonas. Comparando esta repartición de la flota con el tipo de sustrato (Fig. 7-24) se observa que las zonas con sustrato arenoso prácticamente carecen de actividad pesquera. Por otro lado, zonas próximas a la costa caracterizadas como fondos fangosos presentan una gran actividad de la pesca. No obstante, la parte del cañón del Cap de Creus así como la parte superior a éste, predominada por fondos de fango arenoso, presentan una elevada aglomeración de datos en determinadas estaciones del año.

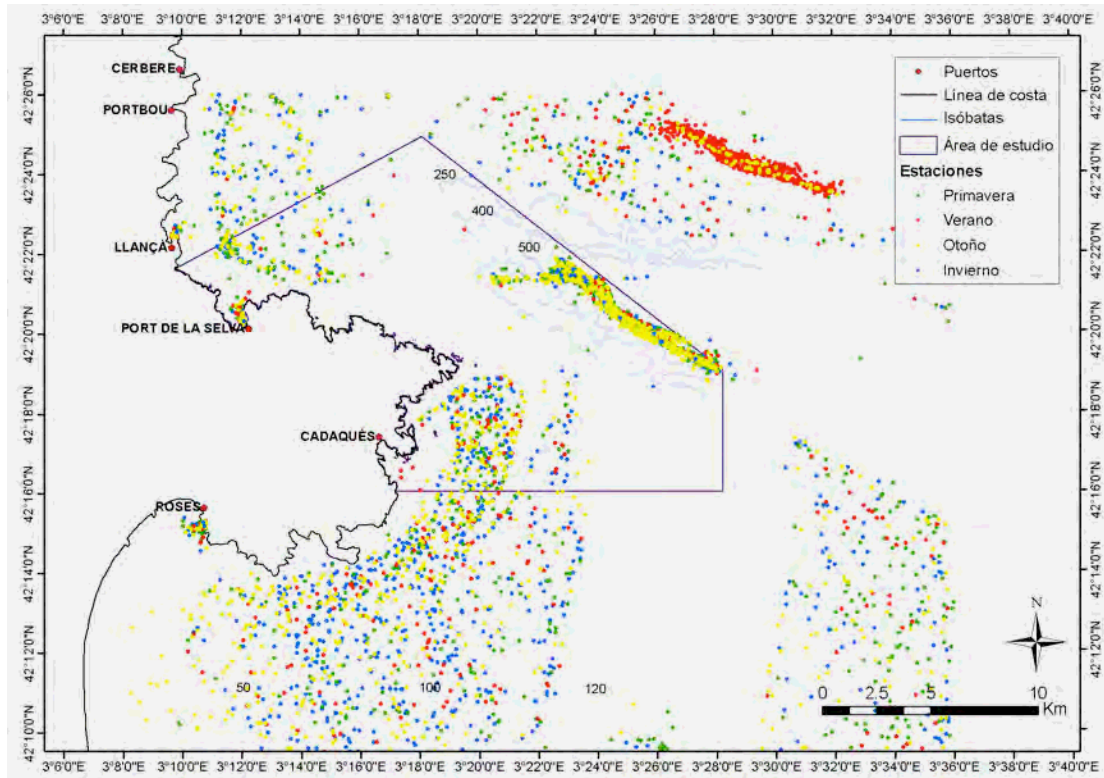


Fig. 7-23. Presencia de pesca de arrastre combinando los datos de todas las estaciones del año.

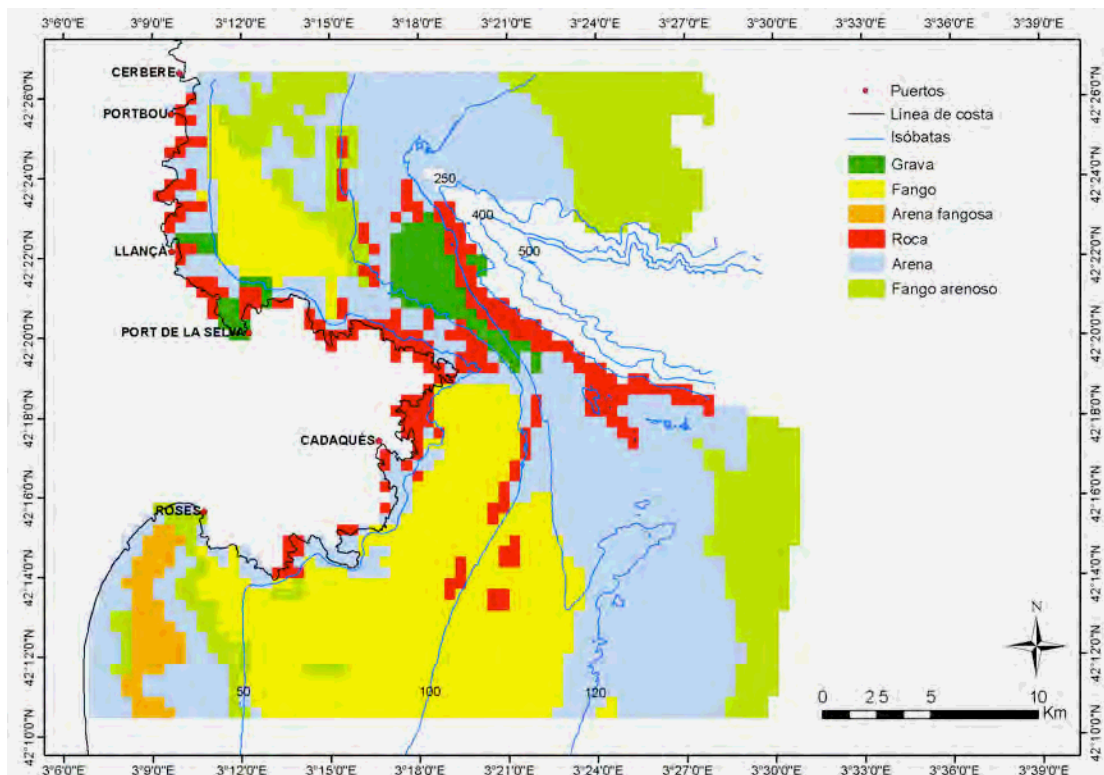


Fig. 7-24. Tipos de sustrato considerados acorde con la granulometría del sustrato.

Una representación detallada de la distribución de la pesca de arrastre por estaciones conjuntamente con las comunidades bentónicas mejor conservadas (como establecido en el apartado 7.2.1.3 Fig. 7-22) se muestra en las Fig. 7-25 a

Fig. 7-28. En todos los casos cabe destacar la alta concentración de datos en la zona litoral debido probablemente a la entrada y salida de embarcaciones de los puertos de origen. En primavera, otoño e invierno se observa una concentración de las embarcaciones en el flanco sur del cañón. En verano, la mayor presión se ejerce en la zona nordeste del cañón, fuera de la zona de estudio. En todas las estaciones se observa una presión moderada en la zona inferior al cabo del Cap de Creus y en menor medida en la zona norte delante del puerto de Port de la Selva. Por otro lado, hay que destacar la ausencia de embarcaciones en la zona del corredor (parte más estrecha de la plataforma entre el cañón y la costa del Cap de Creus), principalmente sobre comunidades del detrítico de plataforma, donde se observa una alta heterogeneidad de sustratos y se sitúan las comunidades más emblemáticas.

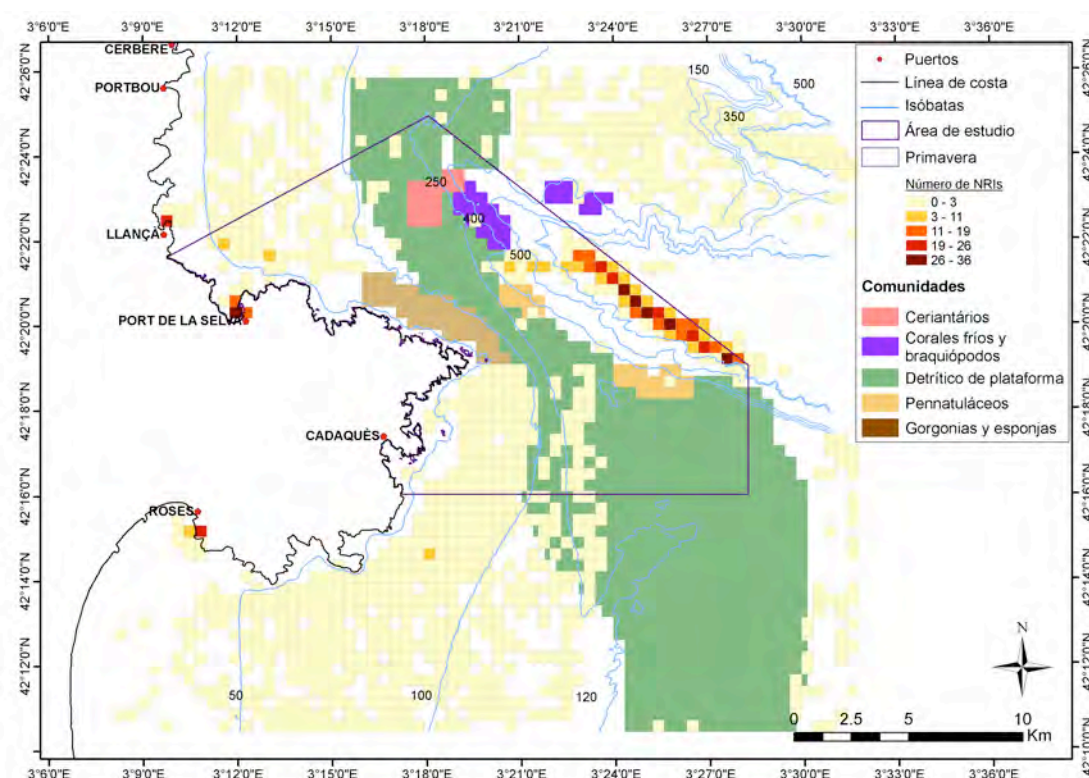


Fig. 7-25. Presencia de pesca de arrastre en primavera sobre las comunidades bentónicas más emblemáticas.

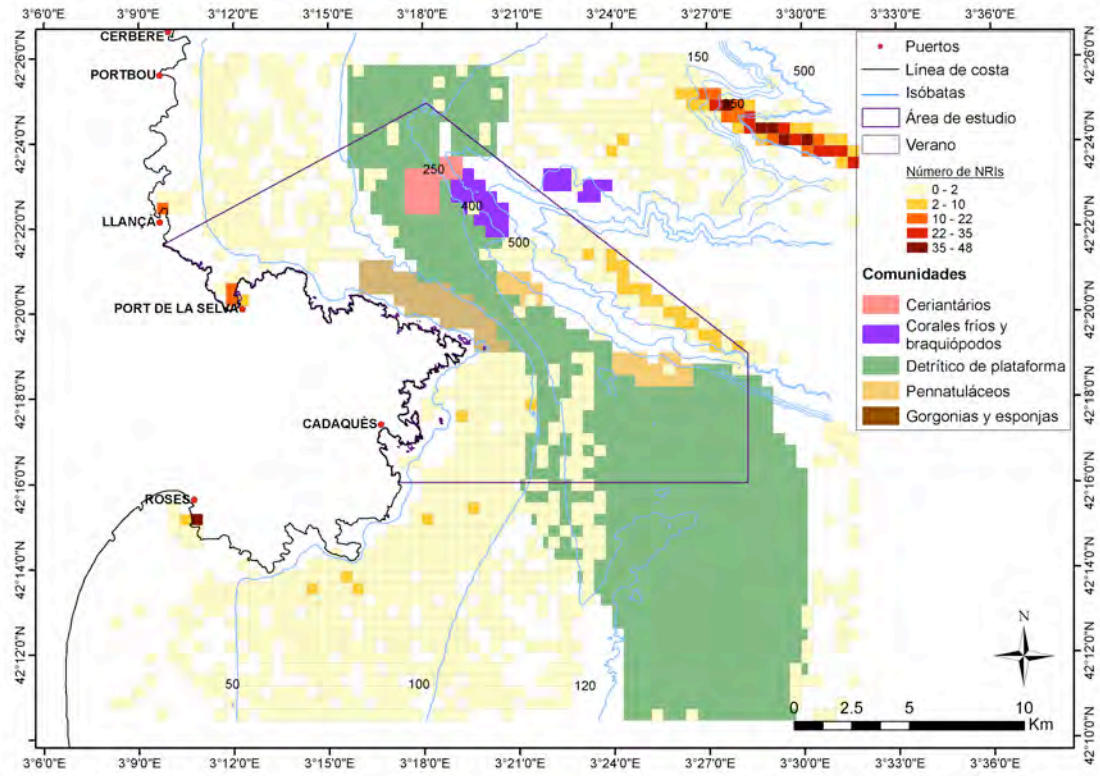


Fig. 7-26. Presencia de pesca de arrastre en verano sobre las comunidades bentónicas más emblemáticas.

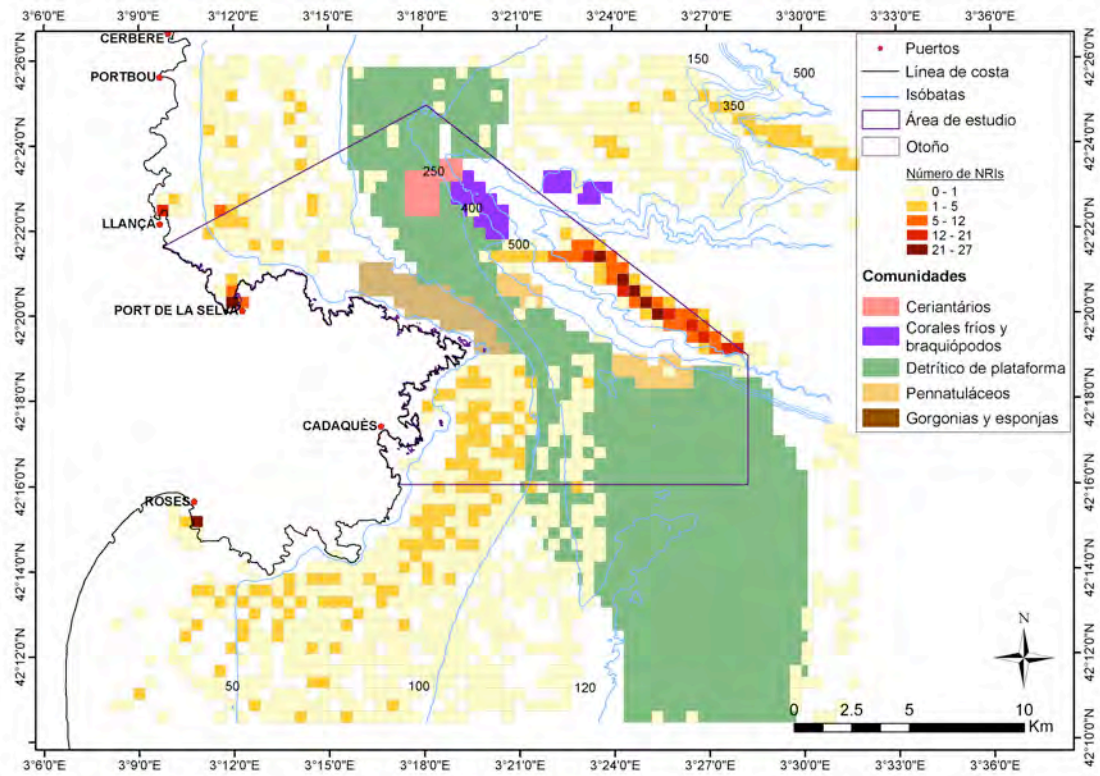


Fig. 7-27. Presencia de pesca de arrastre en otoño sobre las comunidades bentónicas más emblemáticas.

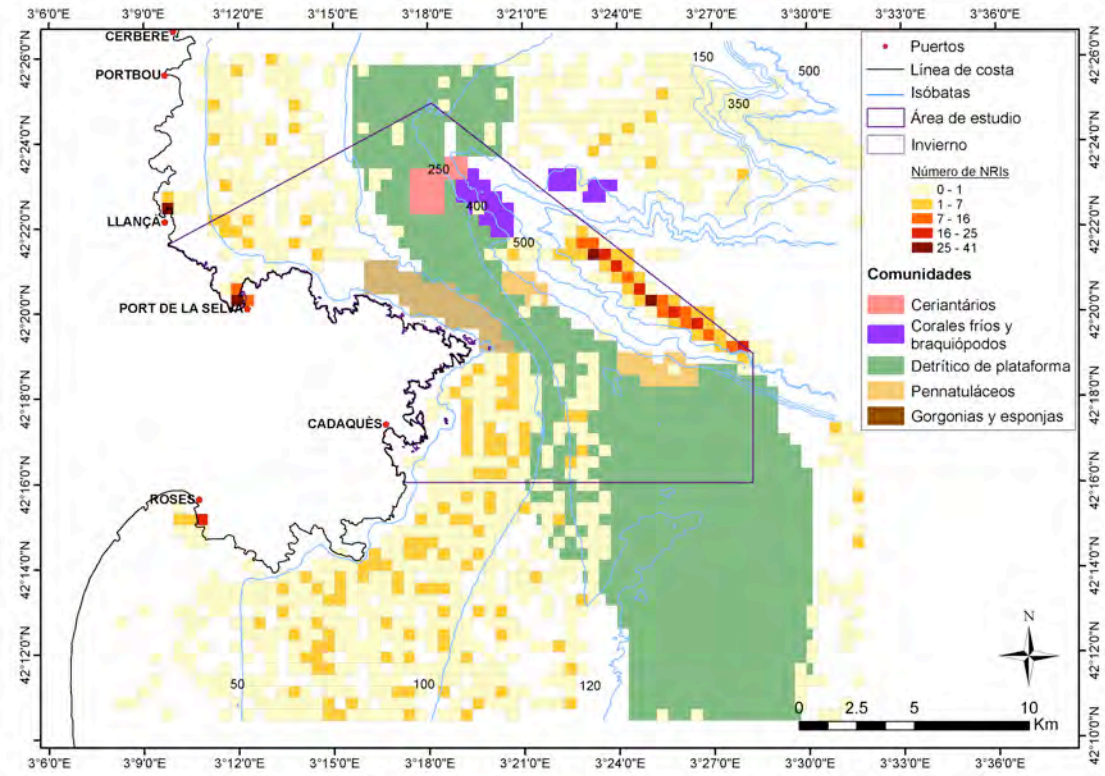


Fig. 7-28. Presencia de pesca de arrastre en invierno sobre las comunidades bentónicas más emblemáticas.

7.2.2.3 Estudios de impacto de la pesca de arrastre

La evaluación del impacto de la pesca sobre las comunidades bentónicas muestra como en zonas con actividad pesquera disminuye la presencia de especies en diversas comunidades sedentarias, tales como briozoos, pennatuláceos, esponjas y corales blandos (McConnaughey et al. 2000). Los efectos varían según las características del ciclo de vida de las especies. Organismos con un ciclo de vida largo y de crecimiento lento como esponjas y gorgonias dominan en ecosistemas bentónicos (Watling y Norse 1998) y presentan una respuesta diferente a la epifauna móvil; mientras los primeros se vuelven más vulnerables, el aumento de carroñeros móviles y de detritívoros es favorecido por el incremento de materia orgánica disponible en el sedimento (Kaiser et al. 2000).

Estudios de seguimiento han mostrado cambios en las comunidades bentónicas en aquellos hábitats del fondo del mar que presentan un esfuerzo pesquero elevado (Kaiser 2000). La complejidad de estos ecosistemas bentónicos, después de un período de monitoreo de diez años, mostraba indicios de degradación donde la fauna emergente parecía haber sido sustituida por infauna. Cambios en la composición funcional de los ecosistemas bentónicos debido a las actividades de arrastre pueden tener un efecto en el funcionamiento de los ecosistemas costeros (Tillin et al. 2006). El aumento de extensas áreas y la disminución de las poblaciones e individuos bentónicos tales como anémonas, briozoos, esponjas, corales, pennatuláceos, braquiópodos, equinodermos, gorgonias o bivalvos, pueden alterar la hidrodinámica del fondo del mar influenciando el flujo de comida y larvas en ambos niveles, vertical y horizontal (Thrush et al. 1998). Los efectos de la pesca de arrastre también pueden alterar la abundancia de bioturbadores, así como también el flujo de nutrientes entre agua y sedimento (Olsgard et al. 2008).

Las alteraciones debidas a la pesca tienen un efecto crónico a lo largo del tiempo y resultan en una alteración de las comunidades bentónicas y hábitats según la intensidad de la actividad (Thrush et al. 1998, Kaiser et al. 2000, 2002, Micheli et al. 2004). Esta alteración crónica física conlleva una lenta recuperación de las comunidades bentónicas afectadas (Hiddink et al. 2006a). Los sucesos de alteración local influyen de manera importante la biodiversidad de los hábitats bentónicos marinos, especialmente cuando se excede el tiempo natural de recuperación (Thrush y Dayton 2002). Los efectos de los artes de pesca de fondo sobre hábitats complejos y fauna asociada son comparables a la tala forestal, con el consiguiente empobrecimiento de los fondos que deja tras ello (Watling y Norse 1998) y suponen una gran amenaza para la diversidad biológica y sostenibilidad económica llevando a una pérdida de hábitats naturales en los ecosistemas marinos y a su funcionamiento (Thrush y Dayton 2002).

7.2.3 Consideraciones para medidas de gestión

Las principales propuestas de gestión para prevenir la pérdida de biodiversidad y la dependencia de la pesca sobre los fondos bentónicos se resumen en el trabajo publicado por Watling & Norse (1998). Estas medidas integran la reducción del daño económico de la industria pesquera a corto plazo.

- Uso del **principio de precaución** en la gestión para **limitar el uso de artes de pesca** en ecosistemas bentónicos complejos. Conociendo la caracterización del tipo de hábitat y su composición, algunas **restricciones** podrían plantearse para preservar aquellas comunidades más emblemáticas. Esto implicaría **vedas o bien espaciales o bien estacionales**, que deberían ser consideradas caso por caso teniendo en cuenta tanto la dinámica de la pesca como la biología de las especies objetivo a proteger (Dinmore et al. 2003). La presión pesquera coincide con importantes períodos del ciclo de vida de las especies objetivos (i.e. desove) con el consecuente impacto en las poblaciones (Tzanatos et al. 2006). Para proteger especies móviles y también sus hábitats se debería ir más allá, identificando no solo zonas de cría y desove, sino además aquellas zonas que comprenden otros estadios del ciclo vital de las especies, como lugares de refugio o de búsqueda de alimento (Kaiser et al. 2002). Para una óptima recuperación del bentos, las vedas estacionales deberían ir acompañadas de una reducción del esfuerzo pesquero global (De Juan 2007), de lo contrario podría repercutir en un aumento de la mortalidad en las inmediaciones de áreas cerradas temporalmente como consecuencia del desplazamiento de la pesca a áreas sin restricciones.
- **Adecuar el tipo de arte según la vulnerabilidad del fondo** del mar a las perturbaciones, minimizando de esta manera los impactos a largo plazo; dando preferencia a unos artes frente a otros según el tipo de fondo, manteniendo así la diversidad y la producción pesquera. La **partición de las actividades pesqueras** es una aproximación efectiva para la conservación del hábitat. Las áreas usadas exclusivamente por un único arte (i.e. parcelación) o bien las áreas compartidas estacionalmente por 2 ó más participantes (i.e. considerando el comportamiento de las especies) parece que funcionan y evitan un conflicto entre los distintos sectores (Kaiser et al. 2002).
- Establecer **zonas prohibidas al arrastre** a lo largo de la plataforma continental y talud para permitir la recuperación de zonas donde las comunidades dañadas ya se han puesto de manifiesto. Para el restablecimiento de comunidades bentónicas se necesitan periodos de recuperación de entre 3 meses hasta unas pocas décadas (Kaiser et al. 2002).
- **Educar al público** sobre la naturaleza y biodiversidad del fondo del mar y **promover la pesca sostenible** de las poblaciones actuales con fines de recuperación. La sensibilización del público indirectamente asistiría en el cumplimiento de las decisiones de gestión con propósitos de conservación (Badalamenti et al. 2000).

- Garantizar **oportunidades alternativas a la pesca** que puedan influir en la elaboración de las políticas relativas a los recursos marinos. Tomando en consideración que todos podemos considerarnos como parte implicada del mar que nos rodea, preocupados por la integridad de la biodiversidad biológica, intereses más allá de los del sector pesquero deberían ser considerados en la gestión de los recursos del mar. Los beneficios de reducir la presión pesquera generan, a medio plazo, fuentes alternativas de ingresos (por ejemplo el turismo) y un beneficio tangible en términos de excedente como resultado de la recuperación del hábitat. El enriquecimiento biológico de caladeros adyacentes puede ocurrir debido al movimiento densidad-dependiente de especies, asegurando una exportación de biomasa en términos de reclutamiento de huevos y larvas así como una emigración de adultos (Goñi et al. 2010).

Una gestión de la pesca adaptada al ecosistema mejora la manera en que estos ecosistemas responden a estrategias pesqueras alternativas (Gell & Roberts 2003, Kaiser et al. 2002, Pikitch et al. 2004). Para ello, es necesario la incorporación en la gestión de objetivos de pesca y de conservación del hábitat (Kaiser et al. 2002).

La selectividad de los artes de pesca y la toma de medidas de protección resulta en una recuperación de especies así como en un beneficio tangible en términos de excedente (spillover) para la comunidad pesquera (Forcada et al. 2009, Stobart et al. 2009, Goñi et al. 2010). Las restricciones de ciertos artes en relación a medidas de gestión para una explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mediterráneo está contenida en la Regulación del Consejo (EEC) No 1967/2006¹ de la Unión Europea.

¹ Corrigendum to Council Regulation (EC) No 1967/2006 of 21 December 2006 concerning management measures for the sustainable exploitation of fishery resources in the Mediterranean Sea, amending Regulation (ECC) No 2847/93 and repealing Regulation (EC) No 1626/94

8. Conclusiones y valoración de los criterios de designación como área marina protegida

8.1 Hábitats esenciales para poblaciones ícticas y hábitats vulnerables

La clasificación de hábitats esenciales para especies ícticas responde a zonas necesarias para el mantenimiento de la población, por tratarse de zonas de refugio, así como de cría o “nursery” para los alevines y juveniles de dichas especies. La zona del Cap de Creus, y en general el Golfo de León son zonas conocidas por su importancia para las poblaciones de dos especies pelágicas: la anchoa (*Engraulis encrasicolus*) y la sardina (*Sardina pilchardus*). Dichas especies muestran preferencia por profundidades por encima de los 100 metros, por lo cual su presencia en la zona estaría más ligada a las zonas costeras y de plataforma poco profunda. En lo que respecta a las especies de peces demersales, se han detectado en la zona al menos dos tipos de hábitats de los considerados como “hábitats esenciales”. Esta afirmación se apoya en la literatura existente, así como en los resultados obtenidos en los estudios realizados en la zona desde el 2003. Así mismo, las praderas de *Posidonia oceanica* y los arrecifes de profundidad se encuentran incluidos en las listas de hábitats de interés comunitario de la Ley de Patrimonio Natural y NATURA 2000.

8.1.1 Comunidades de plataforma dominadas por el crinoideo *Leptometra phalangium* (Essential Fish Habitat, EFH)

Se han identificado diversos enclaves en la plataforma continental con presencia de extensiones considerables de este organismo (Fig. 8-1). El papel de estos campos de crinoideos como lugar de refugio de diversas especies de peces, crustáceos y cefalópodos es muy importante, así como lugar de cría de muchas de ellas (Colloca et al. 2004). Se desarrollan en zonas sedimentarias costeras, con corrientes de fondo frecuentes que evitan una excesiva sedimentación y con un sustrato de origen organógeno como el detrítico de plataforma con una composición de aproximadamente un 50% de sedimento fino.

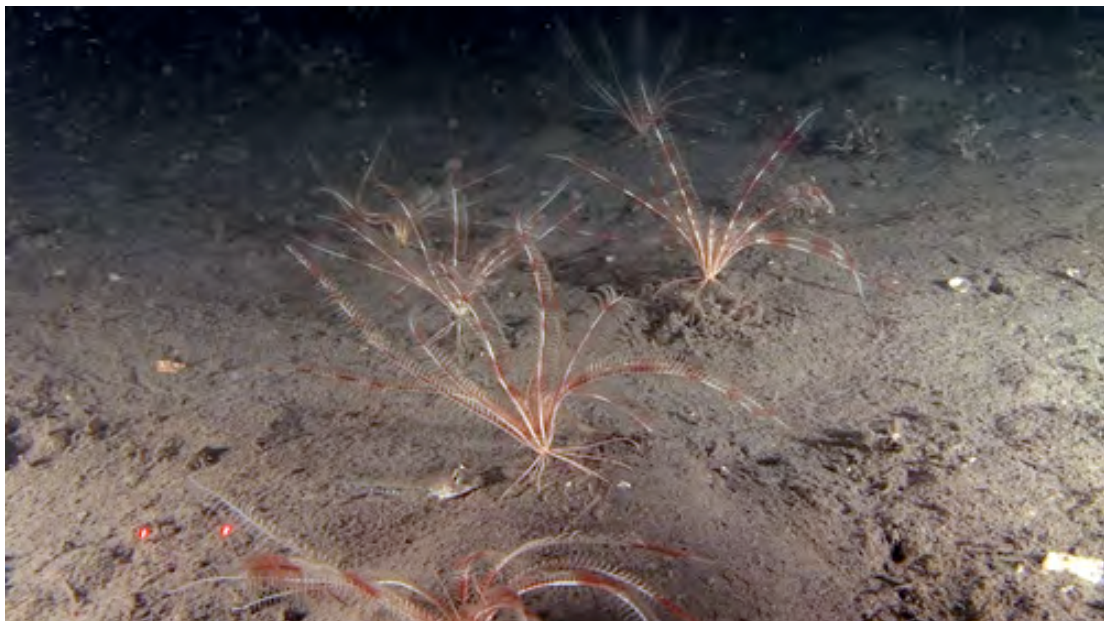


Fig. 8-1. Campo de *Leptometra phalangium* en la plataforma del Cap de Creus a 103 metros de profundidad.

8.1.2 Comunidades de plataforma dominadas por gorgonias (Essential Fish Habitat, EFH)

Existen diferentes zonas en la plataforma continental en las que hay barras o rocas aisladas en medio de un fondo mixto detrítico y sedimentario con fangos y arenas finas. Sobre cualquier presencia de rocas, aunque sean de pequeño tamaño, se desarrollan campos de gorgonias dominadas por la gorgonia blanca *Eunicella singularis*, pero con presencia también de *Eunicella cavolini* y otra especie del género *Eunicella*, aún por determinar, que domina en las zonas más profundas, a partir de los 70m de profundidad (Fig. 8-2). Acompañan a las gorgonias una variedad de organismos sésiles como alcionarios y esponjas, especialmente la esponja *Axinella polypoides*. Asociadas a estos enclaves se encuentran bastantes especies de peces y crustáceos que transitan por la zona media profunda de la plataforma.

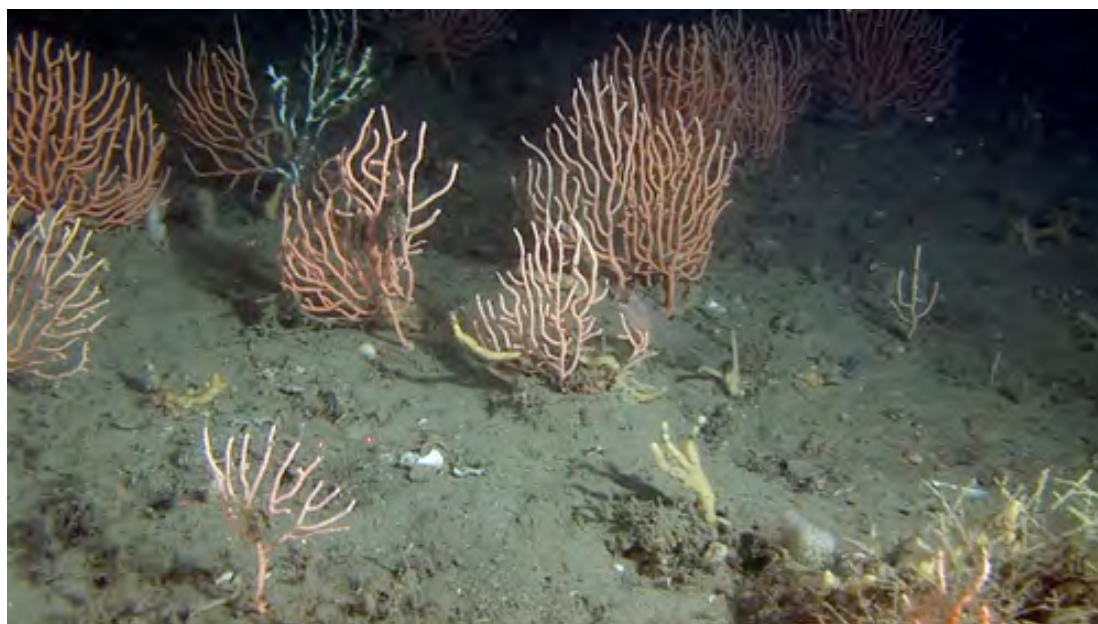


Fig. 8-2. Comunidad dominada por la gorgonia *Eunicella* sp. en la plataforma del Cap de Creus.

8.1.3 Comunidades costeras dominadas por *Posidonia oceanica*. Hábitat de interés comunitario

En varios enclaves costeros del Cap de Creus se encuentran comunidades dominadas por la fanerógama *Posidonia oceanica*. (Fig. 8-3). Este tipo de hábitat está considerado de interés comunitario tanto en Natura 2000 como en la Ley de patrimonio natural bajo el epígrafe de “Praderas de *Posidonia*”. La importancia ecológica del mismo es indiscutible: además de proteger la línea de costa de la erosión, estos ecosistemas ofrecen alimento, refugio y lugar de cría a numerosas especies tanto ícticas como de invertebrados. En el mapa de las comunidades de plataforma y cañón se encuentran representadas las localizaciones donde aún perviven praderas de *Posidonia oceanica*.



Fig. 8-3. Pradera de *Posidonia oceanica* en el Cap de Creus.

8.1.4 Comunidades del final de la plataforma continental, conocido como fondos detríticos y roca de mar abierto. Hábitat de interés comunitario

Estas comunidades (Fig. 8-4) se desarrollan en las zonas rocosas del final de la plataforma continental y cerca del inicio del talud, en la zona alta de la pared sur del cañón submarino. Se trata de un sustrato rocoso que emerge de la zona sedimentaria de alrededor y que nunca se colmata de sedimento debido a las fuertes corrientes cercanas al fondo. Este tipo de hábitat está considerado de interés comunitario tanto en Natura 2000 como en la Ley de patrimonio natural bajo el epígrafe de “Arrecifes”.



Fig. 8-4. Comunidad dominada por esponjas del género *Dysidea* y gorgonias.

Las especies dominantes en estas comunidades son bancos de esponjas entre las que dominan, *Poecillastra compressa*, *Haliclona* sp., *Axinella polypoides* y *Phakellia ventilabrum*. Asociada a estos prados de esponjas se encuentra una rica fauna de briozoos, alcionarios, hidrozoos, ascidias y holoturias además de crustáceos y peces que encuentran refugio temporal y alimento. Al igual que las comunidades de corales y gorgonias, los fondos de esponjas son comunidades sensibles debido a la lentitud de crecimiento de las especies dominantes. También tienen una vital importancia ecológica como zonas de guardería de fases larvarias y juveniles de todo tipo de especies, entre ellas algunas de gran interés pesquero.

8.1.5 Comunidades del cañón dominadas por la especie de coral *Madrepora oculata*. Hábitat de interés comunitario

En el flanco sur del cañón del Cap de Creus se encuentran diversas zonas de sustrato rocoso y paredes verticales dominadas por las comunidades de corales de aguas frías como *Madrepora oculata* (Fig. 8-5) y con presencia de otras especies, especialmente *Lophelia pertusa* y *Dendrophyllia cornigera*. Hay algunos enclaves de estas comunidades en la pared norte del cañón pero escasamente desarrolladas. Este tipo de hábitat está considerado de interés comunitario tanto en Natura 2000 como en la Ley de patrimonio natural bajo el epígrafe de "Arrecifes". Dichas comunidades presentan también densidades elevadas de braquiópodos (especialmente *Gryphus vitreus*), así como acumulaciones de crinoideos. Dentro del grupo de los equinodermos, son también muy abundantes en estas zonas ejemplares de *Cidaris cidaris*, y en menor medida de *Echinus melo*. Estas zonas presentan, así mismo, una elevada diversidad de especies de esponjas, briozoos, moluscos y poliquetos.

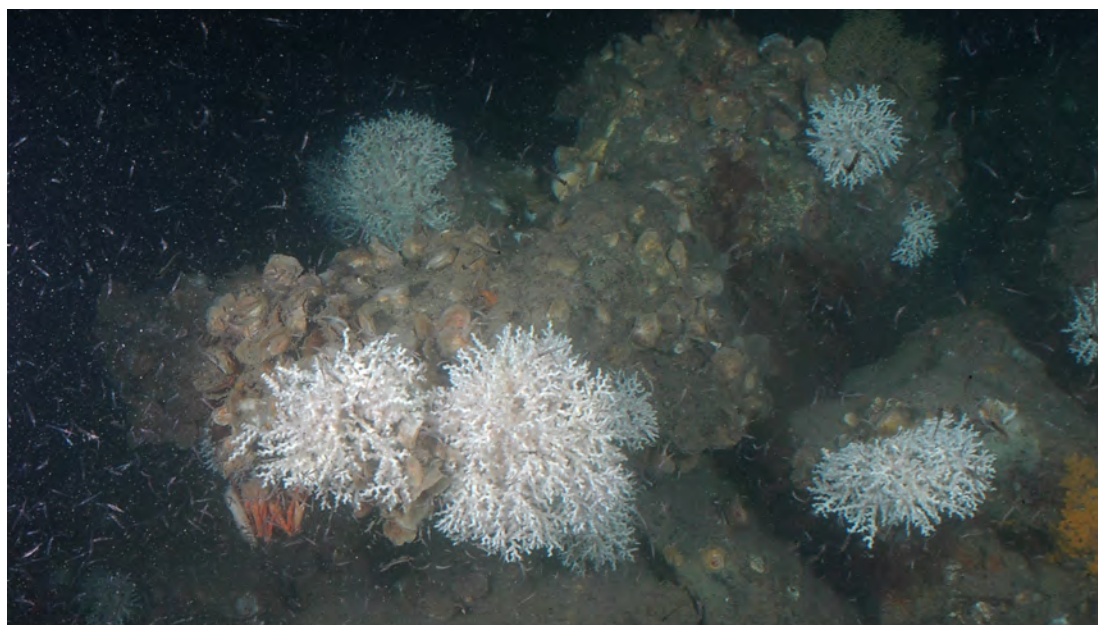


Fig. 8-5. Comunidad dominada por el coral de aguas frías *Madrepora oculata*.

En lo que respecta la fauna de invertebrados móviles cabe destacar la presencia de langosta (*Palinurus elephas*) en varios de los enclaves investigados, lo cual hace destacable esta comunidad como hábitat esencial para esta especie. Entre las especies ícticas cabe destacar el registro de larvas de merluza (*Merlucius*

merlucius) en la zona así como de adultos, especialmente de las especies *Helicolenus dactylopterus*, *Trisopterus luscus* y *Trachurus* spp. En las zonas dominadas por corales se ha constatado la presencia de especies que temporalmente habitan las plataformas y las zonas costeras y que visitan este hábitat para alimentarse o durante el periodo reproductor.

8.1.6 Arrecifes de poliquetos. Hábitat nuevo

Uno de los últimos aspectos que se ha observado y que confiere un alto valor ambiental a la zona del Cap de Creus ha sido la localización de estructuras subfósiles en la zona alta de la pared sur del cañón (Fig. 8-6 y Fig. 8-10). Estas estructuras corresponden posiblemente a arrecifes de poliquetos que se desarrollaron en la línea costera cuando el nivel del mar Mediterráneo se situaba durante la última glaciación a unos 120-150m por debajo del nivel actual. Este hallazgo puede ayudarnos a comprender la dinámica oceanográfica a larga escala de la zona, y cómo ha cambiado el régimen de corrientes y los procesos sedimentarios. El hecho de que estas estructuras se hallen cerca de una zona de pequeñas montañas sobre el final de la plataforma (Fig. 8-11), probablemente ha impedido la actividad pesquera de arrastre, explicando en parte que se hayan podido conservar. También el régimen de corrientes fuertes en la zona ha contribuido a su conservación impidiendo su colmatación con sedimentos. Ambos fenómenos pueden explicar la no localización hasta ahora de estas evidencias del pasado, al menos en las costas españolas. Este patrimonio del pasado es motivo evidente para justificar la protección de la zona. En la actualidad se están datando los restos calcáreos recogidos durante la campaña para confirmar su edad y la magnitud del hallazgo.



Fig. 8-6. Estructura de concrecionamiento calcáreo localizada en la parte alta de la pared sur del cañón del Cap de Creus. Parece ser un arrecife subfósil que se correspondería con el nivel del mar hace unos 12000 años en el Mediterráneo.

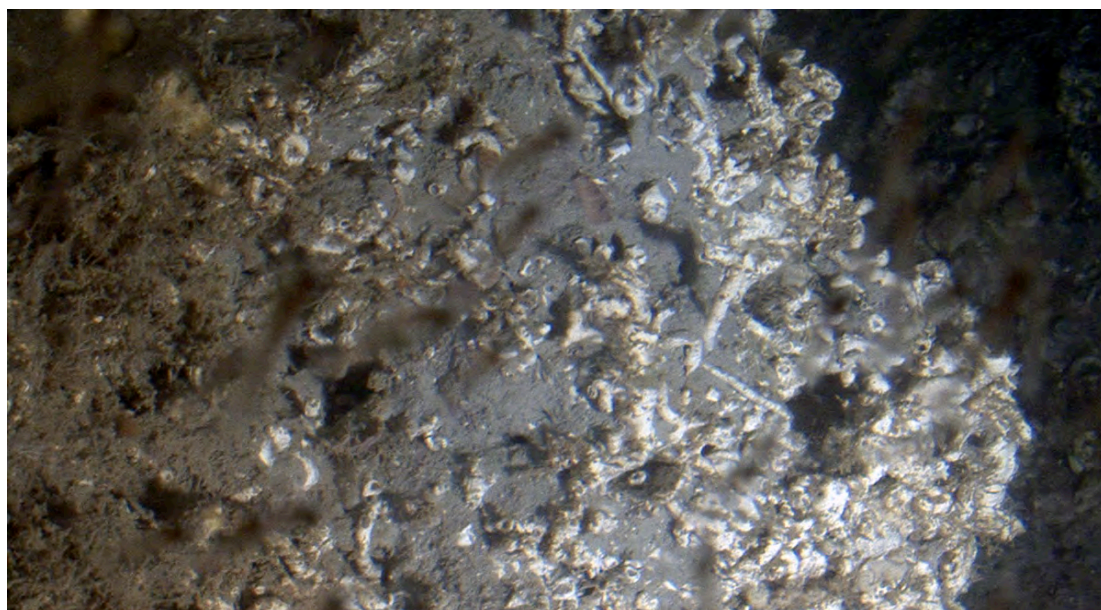


Fig. 8-7. Visión de cerca de una de las masas del arrecife de poliquetos subfósil donde se aprecia la colmatación parcial por el sedimento.

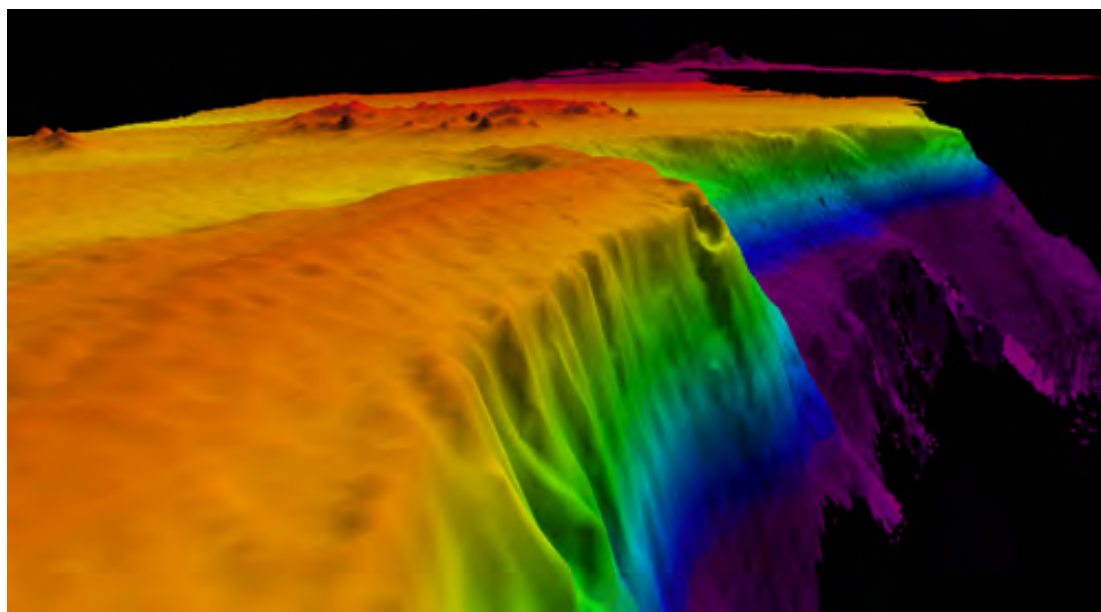


Fig. 8-8. Imagen topográfica de la zona donde se ha localizado el arrecife de poliquetos subfósil en el cañón del Cap de Creus.

8.2 Alta diversidad biológica natural

En la actualidad se han censado unas 1740 especies (ANEXO I) entre las citadas en la literatura y las identificadas durante el estudio para elaborar este informe. Entre estas últimas hay algunos grupos que precisan de un estudio taxonómico a mayor profundidad. Entre los grupos mejor conocidos se encuentran las algas, los moluscos, los poliquetos y los peces. De grupos como los cnidarios, crustáceos, equinodermos y briozoos se dispone de un buen inventario, si bien aún queda trabajo para completar una lista definitiva debido a la dificultad en la determinación de algunos ejemplares. Además hay que resaltar la dificultad que presenta muestrear en estas zonas, especialmente en el cañón submarino. En el caso de otros grupos como las esponjas y las ascidias aún no se ha completado su estudio taxonómico definitivo por las mismas razones mencionadas anteriormente. De otros grupos, como es el caso de la meiofauna se dispone de escasa información, siendo este un caso generalizado para todo el Mediterráneo. La continuación en la determinación taxonómica de todos los ejemplares recolectados y sobre todo la búsqueda exhaustiva de literatura considerada de difícil acceso (como Tesis Doctorales o informes) podría dar lugar al censo de unas 2000 especies, lo que representaría una cuarta parte de todas las conocidas en el Mediterráneo (Bianchi y Morri 2000). Las especies censadas en la zona comprenden especies autóctonas, de las comunidades de la zona y especies de paso, como algunas planctónicas y nectónicas que habitan en la zona de manera estacional, aunque recurrentes a lo largo de distintos años.

La zona presenta no sólo una alta diversidad específica (diversidad α), sino también una elevada diversidad de hábitats (diversidad γ), incluyendo desde fondos sedimentarios y detríticos de diferente naturaleza hasta comunidades coralígenas de profundidad, que tienen su continuidad en comunidades del talud continental (apartado 5.2 de este informe).

En la zona costera, hasta unos 80m de profundidad, hay una pauta de distribución de las comunidades marcada por la orientación de la costa. En la costa norte, más afectada por los vientos de origen norte, la pendiente es más pronunciada y las comunidades a modo de cinturones se suceden rápidamente. Al disponer de menor espacio, las comunidades de algas fotófilas o incluso las de precoralígeno son menos extensas que en la costa este y sur del Cap de Creus. Las comunidades coralígenas son muy conspicuas en las paredes verticales de la costa norte y en las zonas de cabos de la zona este. En las pendientes más suaves de la zona este, especialmente en las bahías protegidas de los vientos y corrientes del norte, las comunidades fotófilas y los bloques disponen de mayor espacio y alcanzan una mayor extensión. En la zona sur del Cap de Creus dominan las comunidades de fondos blandos, especialmente los fondos de arenas fangosas litorales, y escasean los lugares donde se instalan las comunidades coralígenas.

En la zona de la plataforma se observa un patrón de distribución espacial parecido al costero. En la plataforma al norte del Cap de Creus dominan los fondos con un porcentaje elevado de finos, tanto en la zona cercana a la costa como en la zona media. Cerca de la cabecera del cañón dominan los fondos detríticos de plataforma, en los que se encuentran algunos enclaves rocosos. En

la zona más estrecha de la plataforma, entre La Massa d'Oros y la pared sur del cañón se juntan los fondos detríticos costeros con los de plataforma y se establece una zona de máxima diversidad. Esta zona coincide con la zona de mayor velocidad de las corrientes dominantes, que se proyectan hacia la zona este y sur de la plataforma coincidiendo con la extensión hacia el sur de los fondos de detrítico de plataforma. En la zona sureste del Cap de Creus, la plataforma se ensancha y los fondos de dominancia de limos ocupan la mayor parte de la misma, desde los 20 hasta los 120m de profundidad. Una visión del mapa de comunidades en la zona (Fig.5-49) permite confirmar una riqueza y variedad de comunidades muy elevada.

A una distancia de unas diez millas se pasa de fondos costeros mediolitorales, atravesando una gran variedad de cinturones y comunidades de plataforma, hasta los fondos rocosos del final de la plataforma, como son las rocas de mar abierto y las paredes del cañón submarino, además de comunidades de fangos profundos a más de 1000m de profundidad. Varios de los hábitats descritos para las zonas de plataforma adyacentes al Cap de Creus tienen continuidad en las paredes de la cabecera del cañón, tal es el caso de 1) fangos arenosos, 2) detrítico arenoso y 3) cascajo con cantos rodados. Los hábitats de coralígeno y pre-coralígeno (Fig. 8-9) encuentran su continuidad en otras formaciones de sustrato duro, caracterizadas principalmente por el coral de aguas frías *Madrepora oculata*, y que conforman las comunidades de bancos de coral de profundidad. Los regímenes de corrientes y procesos sedimentarios que varían a pequeña escala, con corrientes más intensas y sedimentación escasa en la cara norte del Cabo e inversas condiciones en el sur, contribuyen a la elevada heterogeneidad espacial y a la separación de hábitats; en el caso del cañón, esta diversidad de hábitats viene marcada especialmente por el carácter fundamentalmente erosivo del flanco sur del cañón y elevadas velocidades de la corriente.

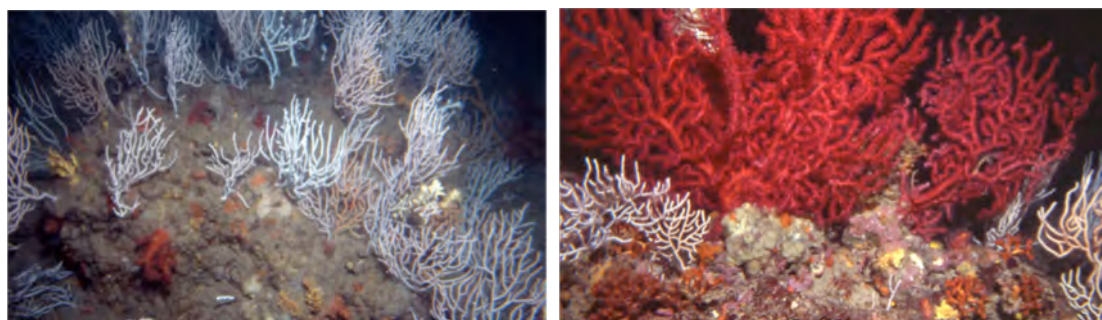


Fig. 8-9. Izda: Comunidad del coralígeno dominada por gorgonias de la especie *Eunicella singularis* al final de la zona rocosa costera a unos 70m de profundidad. Dcha: Comunidad del coralígeno dominada por gorgonias de la especie *Paramuricea clavata* cerca de la costa, a unos 40m de profundidad.

8.3 Representatividad

La variedad geomorfológica del Cap de Creus (la zona norte y este presentan escarpadas paredes verticales rocosas, acantilados sumergidos y fuertes pendientes y la parte sur pendientes suaves asociadas a una bahía con fondos sedimentarios y de pendiente suave) junto con su oceanografía (ambos aspectos se tratan en detalle en los capítulos 3 y 4 de este informe) hacen de esta zona un enclave representativo. Es destacable la gran variedad de ecosistemas presentes en un área relativamente reducida, pues se encuentran representados numerosos ecosistemas litorales, así como de plataforma-talud y por último comunidades de cañones submarinos, entre los cuales el cañón del Cap de Creus es el último de un complejo sistema que se extiende a lo largo del Golfo de León. La elevada diversidad, tanto específica (α), como de hábitats (γ) descrita en el apartado anterior, hace de la zona un caso destacable en el Mediterráneo. Además, a lo largo de la costa y de la plataforma se han observado enclaves que albergan representantes de casi todos los tipos de comunidades que aparecen en el área de estudio, comunidades que son típicamente mediterráneas, hecho que pone de manifiesto la representatividad de la zona.

Por otro lado, el cañón del Cap de Creus es uno de los escasos enclaves conocidos en el Mediterráneo que alberga comunidades de corales de aguas frías. La información existente procedente de trabajos de los años 50-60 y algunos posteriores en otras zonas del Mediterráneo, describen muy superficialmente características de los bancos de corales que coinciden con los estudiados en el Cap de Creus. Muchos de estos bancos han desaparecido o están en un estado muy precario de conservación. Las comunidades de la zona estudiada son, según la información con la que contamos, las mejor conservadas de las que se tiene noticia hasta la fecha, y representan un ejemplo único de comunidades relictas de lo que en tiempos pasados debieron ser comunidades florecientes, ampliamente distribuidas en varios enclaves del Mediterráneo. Estas comunidades son, por tanto representativas, tanto por su composición como por su carácter relicto. Las investigaciones que se están desarrollando desde hace algo más de un año en colaboración con la Agencia de Áreas Marinas Protegidas francesa (Agence des Aires Marines Protégées, AAMP) está mostrando otros ejemplos de comunidades relictas de corales de profundidad en el cañón de Lacaze-Duthiers, que forma parte del mismo sistema de cañones submarinos del Golfo de León, lo cual pone de manifiesto el papel representativo del área de estudio y especialmente del cañón del Cap de Creus, en el Mediterráneo Occidental.

Otras de las comunidades que se encuentran en el área marina del Cap de Creus y que se conocen como representativas de las zonas profundas de las plataformas continentales son los fondos detríticos de mar abierto o también de roca de mar abierto. Estas zonas han sido objeto de destrucción por la pesca de arrastre en muchas áreas del Mediterráneo, pero aún están presentes en el Cap de Creus justo al final de la plataforma. En conjunto, las comunidades bentónicas del Cap de Creus, recogen una diversidad y variedad de comunidades, tanto habituales como peculiares del Mediterráneo occidental (Pérès y Picard 1964, Ros et al. 1985) hecho que confirma y refuerza la representatividad y la singularidad de la zona en el marco del Mar Mediterráneo.

8.4 Sensibilidad

En las plataformas continentales se concentran la mayor densidad de organismos y comunidades fruto de los procesos de fertilización procedentes de los continentes, así como de las especiales condiciones hidrodinámicas que se aprecian en forma de estructuras permanentes o semi-permanentes, que ayudan a la concentración de biomasa y biodiversidad (Levin y Dayton 2009). Entre las especies que proliferan en las plataformas continentales se encuentran la mayoría de las especies de interés pesquero, tanto de peces como de crustáceos. La abundancia de recursos y la proximidad de muchas de estas zonas de la plataforma a los puertos de origen de la flota que explota estos recursos, ha dado lugar a que las plataformas continentales sean también las zonas más afectadas por la actuación del hombre (Thrush y Dayton 2002). Entre las actividades que causan más problemas y degradación del sistema se sitúa la pesca de arrastre. Hoy en día podríamos decir que no existe casi ni un kilómetro cuadrado de plataforma que no haya recibido la visita de una red de arrastre. Es pues la zona de plataforma continental una, por no decir la que más, zona de alta sensibilidad frente a las actividades antropogénicas.

La zona del Cap de Creus no es diferente del resto de áreas costeras y de plataforma del Mediterráneo y de otros mares y océanos. En la zona costera, a partir de la declaración en el 1998 de la misma como Parque Natural, se regularon las actividades pesqueras, turísticas y náuticas; sin embargo, la elevada frecuentación de la zona, especialmente durante los meses de verano, la escasa vigilancia dadas las dificultades de supervisar todo el área del parque y el número de agentes disponible, así como la carencia de un plan de usos dado que aún no ha sido aprobado, no han facilitado que las medidas de gestión se hayan hecho realmente patentes (Lloret y Riera 2008). Esta situación general ha dificultado la visibilidad y conocimiento de las medidas de protección además de verse reflejadas a nivel social. Las comunidades más sensibles en la zona costera serían, además de las coralígenas por el mismo motivo que las de plataforma, las de fanerógamas, en concreto las dominadas por *Posidonia oceanica*. Estas se sitúan, además, en las bahías y zonas de anclaje de embarcaciones, lo que las hace especialmente sensibles.

Como se ha explicado en el apartado 7 de este informe, los efectos de las actividades antropogénicas son evidentes en la zona, especialmente en algunas partes de la plataforma. Durante los estudios realizados por el grupo de trabajo de ecología bentónica del ICM y CEAB (CSIC) en la plataforma, se han detectado algunas comunidades de fondos blandos de gran interés ecológico como son las dominadas por crinoideos (Fig. 8-10) y las dominadas por pennatuláceos (Fig. 8-11). Estas comunidades (de las cuales se ha explicado con detalle su importancia en el apartado 5 de este informe) son especialmente sensibles a cualquier arte de pesca de arrastre de fondo, ya que estos organismos no tienen mecanismos para evitar ser arrancados del mismo, además de presentar una lenta capacidad de recuperación. A lo largo de la plataforma también se encuentran comunidades de gorgonias, esponjas y corales (cerca del cañón) que tienen una tasa de recuperación baja debido a su lento crecimiento y reducida tasa de reclutamiento.



Fig. 8-10. Comunidad de plataforma dominada por crinoideos del género *Leptometra* de especial valor ecológico.



Fig. 8-11. Comunidad de plataforma dominada por pennatuláceos y de especial sensibilidad frente a las actividades de arrastre de fondo.

Las comunidades de corales profundos (Fig. 8-12) son sistemas frágiles tanto por la propia naturaleza de los corales (esqueleto de carbonato cálcico y delicada estructura) como por la edad de la misma comunidad. Los corales son semejantes a “árboles petrificados”, su dureza los hace resistentes ante las corrientes marinas, pero esta misma dureza los hace muy sensibles a golpes bruscos como los causados por los cables de los palangres, impacto de redes de pesca o impactos de bloques que se desplazan. Una vez que las colonias se desprenden del sustrato duro en el que viven ancladas, no pueden sobrevivir, ya que caen al fondo sobre el cual continuamente está sedimentando material: estos organismos son muy sensibles a la deposición de sedimento. El hecho de ser

sésiles implica que no pueden escapar a la deposición del mismo y una vez recubiertas las colonias por sedimento mueren. Por ello, la sensibilidad de estos sistemas ante impactos antropogénicos es muy elevada. De hecho, las tasas de crecimiento de los corales fríos del cañón del Cap de Creus oscilan entre 15-17mm por año para *Lophelia pertusa* y 3-18mm por año para *Madrepora oculata* (Orejas et al. 2007), lo que implica que tienen que pasar décadas hasta que las colonias alcancen el tamaño mínimo para poderse reproducir. Por ello, los primeros años de vida de un coral suponen la exposición del mismo a los avatares de la variabilidad ambiental, como son principalmente los procesos de sedimentación. Cuanto más grandes y densas sean las poblaciones (lo que equivale a más maduras), más posibilidades tienen de sobrevivir, ya que un mayor número de colonias supone más garantías para la reproducción, así como la supervivencia, frente a episodios de mortalidad parcial de la población debidos a depredación, enfermedades o fragmentación.

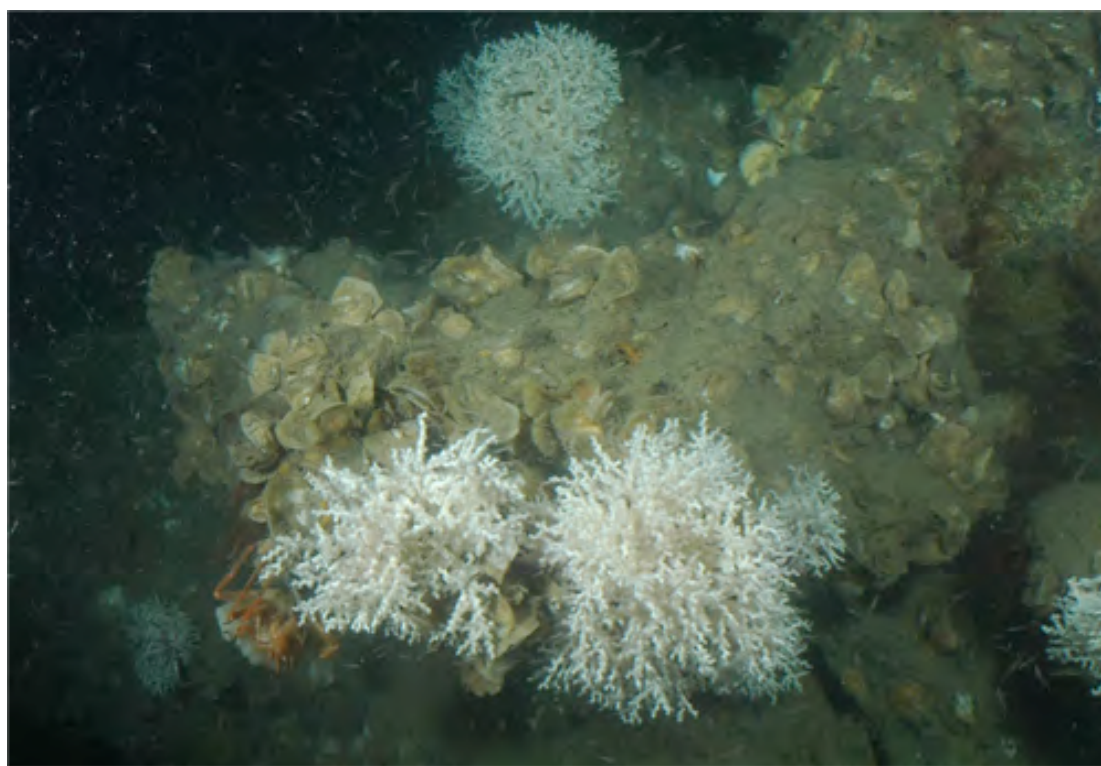


Fig. 8-12. Comunidad de corales fríos dominada por *Madrepora oculata* en el interior del cañón submarino del Cap de Creus.

8.5 Evaluación del estado de fragilidad

Para evaluar del estado de fragilidad de la zona de estudio se ha elaborado una matriz con los hábitats y especies descritos previamente y los factores de riesgo potenciales (basados en Bianchi, 2007 y Lloret y Riera, 2008). Se incluyen específicamente las especies de interés para su conservación cubiertos por las disposiciones de las Directivas europeas de la Red Natura 2000 (Directiva Hábitats 92/43/EEC: Anexo I, II, IV y V) y Directiva Aves 79/409/CEE: Anexo I y II/2); la Ley de Patrimonio Natural 42/2007 (Anexo II,IV,V,VI); el Convenio de Barcelona (Plan de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA: Anexo II y III); el Convenio CITES (Apéndice I y II); y especies y hábitats descritos en EUNIS (incluyendo además hábitats identificados durante el presente estudio pero que no están enumerados en EUNIS). La enumeración de hábitats y especies que los caracterizan no es exhaustivo, y su presencia en las listas está condicionado a su conocimiento y presencia en la zona del Cap de Creus.

El proceso de evaluación de los factores de riesgo tiene como objetivo final integrar la información que se deriva de los hábitats y de las especies características presentes en el área de estudio y su respectivo interés ecológico y/o económico y de su sensibilidad frente a futuras perturbaciones en base a su estado de conservación actual. Para ello, hemos atribuido un grado de sensibilidad cualitativa (con cuatro grados de vulnerabilidad) a los factores de riesgo existentes. Esta valoración pretende dar una visión integral de las amenazas que pueden incidir negativamente sobre los hábitats y especies de la zona. La vulnerabilidad obtenida para los hábitats y especies nos indica cuáles son los ecosistemas más frágiles y cuan expuestos están a las alteraciones de origen antrópico y/o ambiental. Este tipo de información consideramos que es esencial para la planificación de actividades de monitoreo y seguimiento posteriores a los estudios realizados y que sirvan para proponer acciones de protección eficaces.

Los factores de riesgo que se han considerado son:

- 1) **Cambio Climático:** Acidificación (efecto potencial de la reducción del pH) e incremento de la Temperatura.
- 2) **Catástrofes naturales:** destrucción de hábitats por causas naturales como el azote de los temporales característicos de la zona
- 3) **Pesca:** Palangre (de superficie y de fondo), Trasmallo (y emmalles), Arrastre, Pesca de coral rojo, Nasas, Pesca recreativa
- 4) **Efectos indirectos:** Artes abandonados (daños físicos producidos a organismos por artes de pesca abandonados) e incremento de la turbidez y de sedimento (como consecuencia de las redes de arrastre o de aportes sedimentarios de origen diverso).
- 5) **Polución:** Química (residuos de embarcaciones, puertos, y vertidos en general), Orgánica (eutrofización por vertidos urbanos), Carburantes (derivados de la navegación de embarcaciones de transporte y cruceros)
- 6) **Turismo:** Anclajes (daños producidos por el anclaje de embarcaciones de recreo), Submarinismo, y Baño
- 7) **Otros:** Acuicultura, Especies invasoras

La pesca, principalmente la pesca de arrastre, seguido del palangre y los trasmallos, y el incremento de la temperatura son las principales amenazas identificadas. Otras amenazas importantes incluyen los efectos indirectos de la pesca por artes abandonados y la contaminación.

8.5.1 Especies

Los resultados de la evaluación de los factores de riesgo se muestran en la Tabla 8-1. La principal amenaza sobre las especies ícticas identificadas en el cañón (a partir de las imágenes de vídeo) es la pesca artesanal y comercial (pesca de arrastre, palangres, trasmallos), seguida por la pesca recreativa. Otro factor de riesgo potencial es el cambio climático, especialmente el incremento de la temperatura que favorece la introducción en la zona de especies habituales de aguas cálidas que, además, desplazan a las autóctonas con el importante efecto sobre el equilibrio ecológico de la zona que esto ocasiona. Entre las especies más vulnerables observadas en los transectos de vídeo realizados en el cañón, *Serranus cabrilla* y *Serranus hepatus* aparecen como ejemplos de especies que tienen un alto riesgo con las condiciones actuales de explotación y conservación. En las tablas adjuntas se visualiza que la mayor parte de las especies con conocido valor ecológico y socioeconómico de la zona tienen un grado de fragilidad entre moderado y alto.

Las especies de corales más vulnerables son *Cladocora caespitosa* en zonas litorales (aunque no es una especie abundante actualmente en la zona), *Madrepora oculata* y *Lophelia pertusa*. Las especies de corales son particularmente vulnerables al cambio climático, que implica la acidificación de las aguas y un incremento de la temperatura. Otras amenazas que afectan a los corales son la pesca de arrastre y el efecto de los palangres de fondo y además, tanto de forma directa como indirecta, por incremento de la turbidez, y por efecto de los artes de pesca abandonados.

Entre las especies incluidas en el convenio de Barcelona cabe destacar:

1) *Posidonia oceanica*, *Zostera noltii*, *Cystoseira mediterranea* y *Cystoseira spinosa*. Estas especies son vulnerables al incremento de turbidez por catástrofes naturales, el incremento de temperatura y la contaminación. Otras amenazas sobre estas especies son las especies invasoras

2) *Corallium rubrum*, *Lithophaga lithophaga* y *Pinna nobilis*. Estas especies son especialmente vulnerables al cambio climático (acidificación, temperatura e incremento de la turbidez o de sedimento) y a las actividades recreativas como el submarinismo. Estas especies son además muy vulnerables a la pesca recreativa y profesional

3) los crustáceos *Maja squinado*, *Palinurus elephas*, *Scyllarides latus*, y las especies ícticas *Epinephelus marginatus*, *Sciaena umbra*. Estas especies son principalmente vulnerables a la pesca (palangre, trasmallo, arrastre, nasas) e indirectamente por artes de pesca abandonados.

Tabla 8-1. Evaluación de los factores de riesgo potenciales de las especies valoradas.

Especies	Nombre común	Cambio Climático		Catástrofes Naturales	Pesca							Efectos indirectos		Polución			Turismo			Otros	
		Acidificación	Temperatura		Palangre	Trasmallo	Arrastre	Pesca Coral	Nasas	Recreativa	Artes abandonados	Turbidez y Sedimentación	Química	Orgánica	Carburantes	Anciajes	Submarinismo	Baño	Acuicultura	Especies invasoras	
Pisces (características en el cañón)																					
<i>Serranus cabrilla</i>	Cabrilla																				
<i>Macroramphosus scolopax</i>	Trompetero																				
<i>Aspitrigla cuculus</i>	Arete																				
<i>Trisopterus luscus</i>	Faneca																				
<i>Acanthalabrus palloni</i>	Tordo de fondo																				
<i>Phycis phycis</i>	Brótola de roca																				
<i>Serranus hepatus</i>	merillo																				
<i>Anthias anthias</i>	Tres colas																				
<i>Capros aper</i>	Ochavo																				
<i>Trachurus sp.</i>																					
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	Gallineta																				
<i>Delentosteus quadrimaculatus</i>	Gobio de 4 manchas																				
<i>Scorpaena natata</i>	Cabracho																				
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Pintarroja																				
<i>Pagellus bogaraveo</i>	Besugo																				
<i>Conger conger</i>	Congrio común																				
<i>Phycis blennoides</i>	Brótola de fango																				
<i>Macrouridae I</i>																					
<i>Epigonus telescopus</i>	Boca negra																				
<i>Gymnammodytes cicerelus</i>	Salton																				
<i>Lepidopus caudatus</i>	Pez cinto																				
<i>Micromesistius poutassou</i>	Bacaladilla																				
<i>Macrouridae II</i>																					
Especies incluidas en CITES																					
<i>Cetorhinus maximus</i>	Tiburón peregrino																				
<i>Antipathes subpinnata</i>	Corales negros																				
<i>Balanophyllia europaea</i>	Madrépura solitaria																				
<i>Balanophyllia regia</i>	Coral taza																				
<i>Caryophyllia inornata</i>	Coral clavel																				
<i>Caryophyllia smithii</i>	Clavel de mar																				
<i>Cladocora caespitosa</i>	Madrépura mediterránea																				
<i>Dendrophyllia cornigera</i>	Coral árbol																				
<i>Desmophyllum dianthus</i>	Coral árbol																				
<i>Hoplalgia durotrix</i>																					
<i>Lophelia pertusa</i>	Coral de cristal																				
<i>Madracis pharensis</i>	Coral dedo																				
<i>Madrepora oculata</i>	Madrépura blanca																				
<i>Paracyathus pulchellus</i>	-																				
<i>Polycyathus muelleriae</i>	Coral taza																				
Especies incluidas en el Convenio de Barcelona																					
<i>Posidonia oceanica</i>	-																				
<i>Zostera noltii</i>	Seba																				
<i>Cystoseira mediterranea</i>	-																				
<i>Cystoseira spinosa</i>	-																				
<i>Corallium rubrum</i>	Coral rojo																				
<i>Echinodermata</i>																					
<i>Paracentrotus lividus</i>	Erizo de mar común																				
<i>Lithophaga lithophaga *</i>	Dátil de mar																				
<i>Pinna nobilis</i>	Nácar																				
<i>Homarus gammarus</i>	Bogavante																				
<i>Maja squinado</i>	Centollo																				
<i>Palinurus elephas</i>	Langosta																				
<i>Scyllarides latus</i>	Cigarrón/Cigarra de mar																				
<i>Scyllarus arctus</i>	Santiaguíño																				
<i>Scyllarus pygmaeus</i>	Cigarra pequeña																				
<i>Alosa alosa</i>	Sábalo común																				
<i>Cetorhinus maximus</i>	Marrajo gigante/peregrino																				
<i>Epinephelus marginatus</i>	Mero moreno																				
<i>Hippocampus ramulosus</i>	Caballito de mar común																				
<i>Prionace glauca</i>	Tiburón azul/tintorera																				
<i>Sciaena umbra</i>	Corvallo/Corvinata																				
<i>Thunnus thynnus</i>	Atún rojo																				
<i>Caretta caretta *</i>	Tortuga boba																				
<i>Chelonia mydas *</i>	Tortuga verde																				
<i>Dermochelys coriacea *</i>	Tortuga laúd																				
<i>Calonectris diomedea</i>	Pardela cenicienta																				
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Paño común																				
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	cormorán moñudo																				
<i>Puffinus puffinus (P. yelkouan)</i>	pardela mediterranea																				
<i>Balaenoptera physalus *</i>	Rorcual común																				
<i>Stenella coeruleoalba</i>	delfín listado																				
<i>Tursiops truncatus</i>	delfín mular																				
<i>Globicephala melas</i>	Calderón común																				
<i>Grampus griseus</i>	Calderón gris																				
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote																				

bajo medio alto muy alto

8.5.2 Comunidades

Los resultados de la evaluación de los factores de riesgo para las diferentes comunidades se muestran en la Tabla 8-2. Las comunidades de fondos blandos de arenas litorales y de fondos detríticos costeros están principalmente amenazadas por la pesca y la polución. Los efectos del turismo, anclajes, submarinismo y baño tienen también un efecto importante sobre estas comunidades, seguido de los efectos potenciales del cambio climático (acidificación y temperatura). Las comunidades más vulnerables son las comunidades de arenas detríticas con Maerl y las praderas de Posidonia oceanica.

Las comunidades supra y medio litorales sobre sustrato rocoso, el “trottoir” y de algas fotófilas están principalmente amenazadas por la polución y el efecto potencial de la acidificación y el aumento de la temperatura. Las comunidades del precoralígeno y del coralígeno son también vulnerables a los efectos potenciales del cambio climático y principalmente a la pesca, además de las actividades recreativas como el submarinismo.

Las comunidades de plataforma y del cañón presentan menor número de factores de riesgo que las comunidades más superficiales. Estos tipos de comunidades están principalmente amenazadas por la pesca de arrastre y los palangres de fondo, además de los efectos de los artes abandonados y el incremento de la turbidez.

8.6 Naturalidad

A diferencia de otras zonas de la costa mediterránea catalana y española, la costa y la plataforma del Cap de Creus se han conservado en gran parte debido a su relieve escarpado de difícil acceso, así como por una climatología adversa bien conocida desde hace centurias. Al mismo tiempo, los núcleos urbanos situados en su costa son de dimensiones moderadas, con una población residente sensiblemente menor que en otras áreas. Estas poblaciones multiplican su población en verano, de manera que la actividad sobre el área marina es marcadamente inferior el resto del año. Estas peculiaridades marcadas por su orografía, climatología y características urbanísticas han contribuido de manera sensible a la conservación natural del sistema del Cap de Creus. La figura de Parque Natural de la zona más costera del Cap de Creus (ver mapa DINA A4 y desplegables al final de este informe) ha contribuido sin duda a la preservación de la misma.

En lo que respecta al cañón submarino, gracias a la protección natural ofrecida por la abrupta topografía del cañón del Cap de Creus, que ha impedido la entrada de las redes de arrastre en el mismo, las comunidades de coral blanco aparecen en varios de los enclaves prospectados en un buen estado de conservación. A partir de los estudios realizados hasta la fecha, especialmente los de distribución y demografía, podemos concluir que varios de los enclaves prospectados albergan poblaciones en un buen estado de conservación al presentar tamaños considerables y estructuras demográficas que albergan variadas clases de tallas (indicativo de una población dinámica, al haberse encontrado organismos jóvenes en las mismas). En general cabe destacar que en toda la zona existen parches de diferentes tipos de comunidades en buen estado de conservación, (como se ha detallado a lo largo de este informe), lo cual lleva a valorar como “bueno” el estado de naturalidad de diversos sitios dentro del área de trabajo. Esto lleva a considerar que una vez protegida la zona, podría tener lugar la recuperación de los hábitats degradados por efecto de la actividad humana y la ampliación del área de colonización y cobertura de aquellos que prácticamente han desaparecido. Este potencial de recuperación parte del hecho de que las zonas aún conservadas son las que cabría encontrar en los fondos del Cap de Creus por sus características geográficas, geomorfológicas y oceanográficas. Este componente de naturalidad es un valor añadido al patrimonio natural del área.

8.7 Potencial de restauración

Los estudios llevados a cabo hasta ahora relativos al resultado de la protección del área costera desde 1998 son limitados (Zabala et al. 2002, Ballesteros et al. 2009). Sin embargo, la opinión de diferentes colectivos de la zona, la mayoría dedicados a la industria turística, remarcan el efecto positivo de la protección; esto se ha puesto de manifiesto en los foros de opinión de los medios de comunicación (radio y prensa escrita) en los que se ha debatido este tema. Lamentablemente, existen escasas evidencias objetivas de esta mejora y ello se debe a la escasez de trabajos de monitoreo y seguimiento de las comunidades marinas. Quizás las evidencias más significativas del potencial de recuperación del sistema las podemos encontrar en los estudios que se están haciendo en la actualidad en la zona costera (estudio sobre la densidad y ciclo reproductor de diferentes especies de invertebrados marinos como erizos, gorgonias, corales etc. a lo largo del gradiente de protección del Parque Natural del Cap de Creus, y en la plataforma continental).

En los estudios de la plataforma, y como se ha mencionado anteriormente, se ha constatado un número elevado de reclutas, colonias de pequeño tamaño y en general poblaciones con una estructura demográfica variada, alrededor de los bancos o poblaciones de gorgonias y pennatuláceos de la plataforma. La propia productividad de la zona, la densidad en algunos casos notoria de algunas de las poblaciones de la plataforma y la evidencia de la presencia de reclutas, hace intuir que la capacidad de recuperación de los fondos de la plataforma puede ser elevada, especialmente a partir de los parches o núcleos bien conservados y con presencia de reclutas, como el ejemplo mostrado en la Fig. 8-13. Es evidente que esta potencialidad debe ir acompañada de una protección integral de algunas de estas zonas. La necesidad evidente de un programa de seguimiento del estado y cambio de los ecosistemas naturales después de partir de un punto como el que se ha generado en este informe, podrá demostrar las previsiones expuestas.

Las comunidades de la plataforma se han observado bien desarrolladas e incluso en un estado de conservación notable en la zona localizada desde la zona costera del norte del Cap de Creus hasta la pared sur del cañón, ocupando un área de unos 180km². Una de las medidas que probablemente contribuiría a la restauración de estas comunidades sería la instalación en la zona comprendida entre la costa noreste y la pared sur del cañón de bloques de roca procedentes de la zona costera. El fin de la instalación de estos bloques sería evitar la entrada de los arrastreros en la zona, es decir, establecer una barrera física que evite así la realización de actividades extractivas o la alteración del fondo marino en estas zonas para potenciar su recuperación.

En las zonas menos protegidas del cañón, las más cercanas a la plataforma, se observan restos de lo que fueron comunidades de coral blanco, lo cual se puede suponer por la composición de la fauna acompañante, así como por la presencia de algunas colonias aisladas, que han sobrevivido al impacto de la pesca. Un cese de las actividades pesqueras en estas zonas podría contribuir a la recuperación de las comunidades de coral blanco en estas áreas. Uno de los objetivos de los estudios actuales es conocer en detalle la estructura demográfica de las poblaciones de corales blancos, sus tasas de crecimiento, así como su ciclo

reproductor, con el fin de definir tasas potenciales de recuperación de las diversas especies de corales blancos. La localización de poblaciones con una estructura demográfica “completa” (es decir, con organismos de diversas clases de talla), permitiría (como se ha comentado en el apartado 8.6) apuntar a una probable recuperación de las poblaciones alrededor del núcleo generador, semejante a lo que ocurre en los bosques terrestres. Estas posibilidades de recuperación serán reales si se reduce la actividad pesquera del palangre así como otras actividades extractivas.

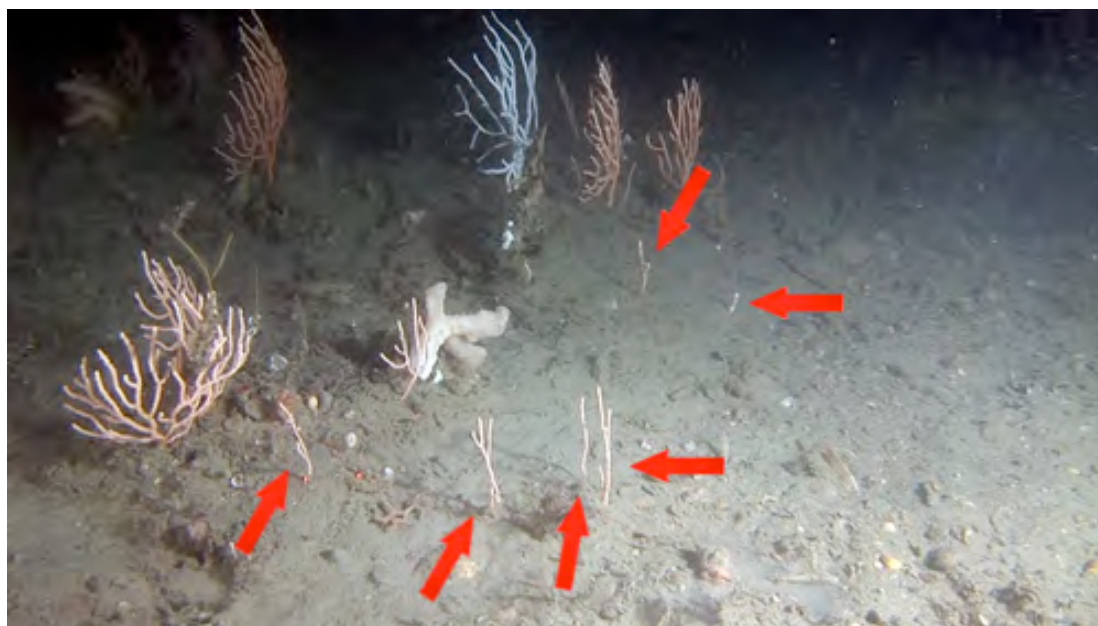


Fig. 8-13. Población de gorgonias de plataforma entre las que se puede visualizar (marcadas con señales rojas) colonias jóvenes y reclutas.

8.8 Grado de aceptación

La experiencia previa sobre la aceptación por parte de los entes sociales de la zona del Parque Natural marítimo-terrestre, especialmente la zona costera, es positiva. Aunque no hay un plan de usos aprobado, la preservación de la zona ha incrementado el interés de muchos colectivos involucrados en la industria del turismo. Si bien algunos de los colectivos implicados (i.e. las cofradías de pescadores) no se han visto afectados aún por las medidas costeras (sólo el 10% del actual parque natural del Cap de Creus es reserva integral, mientras que en el resto de zonas se permite la actividad de la pesca artesanal), cabe esperar una aceptación generalizada. Esta opinión se basa en la experiencia recogida después de asistir a reuniones, mesas redondas y conferencias sobre el área marina en las que hemos asistido (p.e. mesa redonda de Catalunya Ràdio, conferencias y mesas redondas en Palamós, así como conversaciones mantenidas con personas de administraciones locales (Victoria Riera, Directora del Parc Natural del Cap de Creus), de entidades académicas (Josep Lloret, Univ. de Girona y Parc Natural del Cap de Creus), cofradías de pescadores (Antonio Abad Mallol, Presidente de las cofradías de Girona) así como representantes del Foro Social de Girona).

Existe un gran desconocimiento de lo que representa un área marina protegida y especialmente sobre áreas marinas protegidas que incluyan la gestión de sus recursos. Cuando se habla de "protección", la primera percepción por parte de muchos colectivos es la de "prohibición". Se ignora casi por completo lo que representa realmente la creación de un área marina protegida gestionada, que incluya un plan de usos de sus recursos naturales y del patrimonio natural que pertenece a toda la sociedad y no a un solo colectivo concreto, como podrían ser los pescadores o las industrias náuticas.

Es fundamental para la aceptación del área marina protegida y las medidas de gestión que se decida adoptar en la misma que exista una información adecuada y veraz sobre lo que realmente es un área marina protegida, lo que supone la gestión de la misma (tanto de sus recursos como del espacio natural que ocupa), y que las medidas que se tomen para su gestión sean consensuadas entre los principales colectivos involucrados en la misma. Así mismo, es importante ser realista y explicar que los beneficios de la declaración de un área marina protegida (que incluya la gestión del uso de sus recursos no serán a corto plazo, pero sí notorios a medio y largo plazo. Para conseguirlo, se requerirá que todos los colectivos cedan en algunos aspectos en beneficio del éxito global del proyecto. Una información clara y veraz, así como el diálogo continuo entre todos los colectivos, como creemos que ya se está haciendo desde el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino mediante la Secretaría General del Mar, contribuirá a una mejor aceptación de este tipo de figuras de protección.

8.9 Potencial para el éxito de las medidas de gestión

La gestión de los ecosistemas marinos debe partir de una visión integrada de los mismos. Esta aproximación requiere que las medidas de gestión incorporen todos los elementos del ecosistema y todos los niveles de complejidad contenidos en el mismo: desde las especies, poblaciones y comunidades, pasando por los factores ambientales y contando con los usuarios (colectivos humanos). Para que sea realista esta aproximación, es necesario que los espacios protegidos tengan una dimensión suficientemente extensa en la que puedan tener lugar todos los procesos del sistema, a diferentes escalas: macro, meso y microescala (corrientes, aportes continentales, procesos sedimentarios, ecología de poblaciones, metapoblaciones, ciclos de vida, etc.). Si la zona protegida es suficientemente amplia y representativa, el plan de gestión y usos podrá contemplar las necesidades tanto del propio ecosistema como de los colectivos de usuarios que son, de hecho, otra parte del ecosistema. Así se podrán dictar normativas de protección en zonas determinadas que requieran una protección estricta (como sería el caso de las zonas del cañón submarino que albergan comunidades de corales fríos, o las zonas de plataforma con hábitats esenciales caracterizados por la presencia de crionoideos y pennatuláceos, comunidades de coralígeno, así como las zonas costeras dominadas por praderas de fanerógamas marinas), mientras que habrá zonas amplias donde las actividades pesqueras y extractivas puedan seguir sus operaciones bajo un plan de gestión acorde con la legislación propia de espacios naturales protegidos. En el ámbito de estas dimensiones las posibilidades de éxito serán realmente amplias.

En España se cuenta ya con ejemplos de la efectividad del funcionamiento de las áreas marinas protegidas gestionadas, como es el caso de algunas reservas marinas de pesca; ejemplos clave son la Reserva Marina de Os Miñarzos (Costa da Morte, Galicia), así como la de la Isla de Tabarca en el Mediterráneo. En el caso de zonas profundas, España cuenta con el Área Marina de El banco de LeDanois (Cachuco), la cual está en la red OSPAR aunque no tiene aún de un plan de gestión aprobado y consensuado con los usuarios de la zona.

En el caso del Cap de Creus y para que de las medidas de gestión sean realmente eficaces es necesaria una negociación previa con todos los usuarios potenciales, una estrecha colaboración con la Generalitat de Catalunya que tiene las competencias de la zona litoral y una actividad de información sobre lo que representa la creación del área marina protegida para toda la sociedad. Hay que actuar con total transparencia y hacer pedagogía de los beneficios que realmente aporta la protección de una zona determina con un alto valor ecológico, natural y económico. Como se ha mencionado antes, hay que insistir en un mensaje que explique bien que proteger no es sinónimo de prohibir si no que implica cambiar la gestión para que el patrimonio no se pierda y que el sistema sea sostenible.

8.10 Daño potencial ocasionado por la acción de actividades humanas

En el apartado 7 se han detallado muchos aspectos del estado de afectación de la zona costera y de la plataforma debido sobre todo a las actividades pesqueras o extractivas. La continuación de estas actividades comportaría un deterioro aún mayor sobre las áreas costeras y sobre todo en la plataforma ya que esta no está amparada por ninguna figura de protección como es, sin embargo, el caso de la costa.

El incremento de la actividad turística durante los meses de verano puede suponer una seria amenaza, especialmente en las zonas costeras y de plataforma somera. En este apartado se incluyen la pesca recreativa, la navegación deportiva (especialmente los anclajes) y las actividades subacuáticas (muy especialmente la pesca submarina). Otros aspectos a tener en cuenta como posibles amenazas son los vertidos de residuos de los núcleos urbanos (que no pasan siempre por sistemas de depuración) y los posibles daños causados por accidentes de buques o naves que transportan por la zona sustancias tóxicas o potencialmente contaminantes. Todas estas actividades, especialmente las relacionadas con el turismo, han sido bastante estudiadas (Lloret y Riera 2008) y se dispone de un buen bagaje para la negociación y el diseño de un buen plan de gestión.

Existen evidencias mostradas en las imágenes presentadas a lo largo de este informe, del impacto de las actividades pesqueras en las comunidades de coral blanco del cañón del Cap de Creus (apartado 7). En las zonas de plataforma ha sido la actividad de las redes de arrastre la que ha ocasionado el deterioro y en muchos casos la casi completa desaparición de este tipo de sistemas (ejemplos se muestran en el apartado 7.1.1). Dentro del cañón han sido (y siguen siendo en la actualidad) los palangres los responsables del deterioro de las mismas (apartado 7.1.2.1). Se ha cuantificado a partir de las filmaciones obtenidas en a campaña realizada en septiembre del 2007, el número de líneas de palangres depositadas en el fondo y paredes del cañón, alcanzando un máximo de casi 1 línea de palangre por cada 4 metros recorridos (Orejas et al. en prensa). El efecto de las mismas en las comunidades de coral se traduce tanto en la pesca fantasma como en el efecto de la recogida del arte, especialmente en zonas como la que se muestra en la Fig. 8-14, que pone de manifiesto gráficamente lo que sucede si una línea de palangre es recuperada cerca de una de estas paredes, muy abundantes en el cañón, y donde se desarrollan las comunidades de corales blancos.

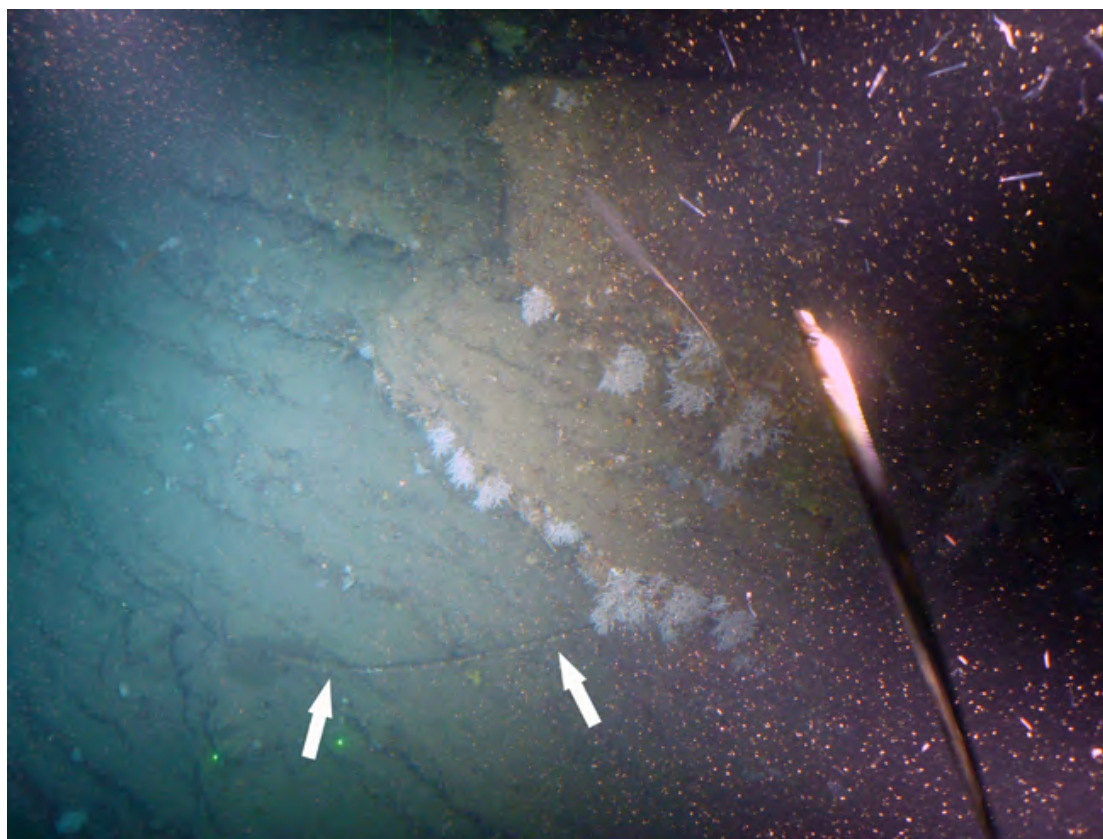


Fig. 8-14. Paredes verticales del interior del cañón del Cap de Creus donde se observan las colonias de corales blancos así como una línea de palangre (señalada con las flechas blancas). La recogida del arte en enclaves como este puede suponer la destrucción de poblaciones enteras de corales de profundidad.

8.11 Valor científico

El valor científico de la zona de estudio y de las comunidades que allí habitan es indiscutible. Consideramos que el presente informe habla por sí mismo en este aspecto, y las numerosas colaboraciones internacionales ya establecidas en el marco de esta zona geográfica son también un claro indicador de ello. Tratando de resumir el valor científico de la zona que nos ocupa, mencionamos a continuación una serie de temas de investigación que consideramos de gran importancia; varios de ellos se están estudiando actualmente y algunos otros se pueden estudiar en los próximos años, dando así una idea del potencial que tiene el Cap de Creus para desarrollar proyectos de investigación novedosos, bien sobre las comunidades de corales profundos del cañón como las comunidades que encontramos en la plataforma y la zona costera.

Una comunidad que ha despertado el interés de un amplio colectivo de investigadores, tanto en el Mediterráneo como en el resto de océanos, durante los últimos 10 años es la comunidad de corales de aguas frías. El estado de conservación, la amplitud de su presencia y su distribución, los aspectos ecológicos, biológicos, fisiológicos y genéticos, su papel ecológico como zonas de guardería y su función clave en los ciclos biogeoquímicos son temas de alto interés que se pueden desarrollar de forma especial en la zona gracias al conocimiento actual y al obtenido en estudios previos.

La riqueza de especies y de poblaciones que se ha observado asociada a las comunidades de fondo, conocidas como comunidades de zonas de interfase, representa un campo muy poco explorado en ecología marina. El conocimiento previo que se tiene de la zona, tanto de la costa como de la plataforma y el talud continental (corales blancos) permite que estudios sobre estas comunidades sean un reto científico de primer orden, bien desde el punto de vista ecológico como metodológico y tecnológico.

La zona del Cap de Creus presenta una elevada productividad y unas características hidrográficas especiales, convirtiéndola en un lugar ideal para desarrollar estudios sobre la biogeoquímica, la bioquímica y la productividad de los ecosistemas de la columna de agua. El conocimiento previo adquirido también permite profundizar en aspectos sobre el acoplamiento existente entre los procesos de la columna y la biodiversidad de las comunidades bentónicas. Estudios sobre los procesos relacionados con el aporte de materia orgánica al fondo y sobre cómo las comunidades bentónicas retornan al sistema planctónico un conjunto de nutrientes orgánicos e inorgánicos parecen ser de gran importancia, además de presentarse como investigaciones muy novedosas en el campo de la ecología marina. Este tipo de estudios ofrece una visión ecosistémica que permita mejorar la gestión de los espacios protegidos.

La elevada diversidad de la zona es un aspecto que merece ser analizado y estudiado con mayor detalle. Se debe hacer especial énfasis en los grupos de los que no se dispone de mucha información. Así mismo, es de gran interés la fauna que vive en el sedimento, y muy particularmente la meiofauna. Otros grupos que muestran un especial interés son los que gracias a los registros con imágenes y videos, se ha podido observar sus estructuras tanto a nivel de individuo como de

colonia y población (i.e. poliquetos de fondo sedimentarios y comunidades de zooplancton gelatinoso asociadas a las paredes del cañón).

El estudio de la relación entre la actividad pesquera y el estado de conservación de las comunidades de fondo, conocido como huella pesquera, ha aportado un bagaje que merece ser explotado y estudiado con mayor detalle. La gran ventaja de disponer de algunos núcleos de comunidades bentónicas en buen estado de desarrollo y conservación, que se corresponden con zonas con una menor presión pesquera, lleva a plantear estudios de seguimiento. Así, se puede llegar a demostrar que las zonas más alteradas pueden, con el tiempo, acercarse en términos de biodiversidad y estructura a las zonas mejor preservadas. La posibilidad de plantear un estudio de este tipo es casi única en el Mediterráneo y es importante resaltar el alto valor científico y de conservación que tiene. En este sentido, estos estudios plantean la posibilidad de desarrollar una aproximación metodológica que permita analizar científicamente la viabilidad de los artes de pesca artesanal en la zona, potenciando así un uso sostenible de los mismos.

Por otro lado, los estudios que se han llevado a cabo para confeccionar este informe han puesto de manifiesto el papel que tienen las plataformas continentales como corredores biológicos, es decir, la importancia que tiene la conexión biológica entre la zona costera, la plataforma y el cañón submarino. Este papel ecológico se basa en la importancia de la zona por su estructura geomorfológica, climatológica y oceanográfica y será motivo de estudio en los próximos años.

La posibilidad de trasladar al medio natural los resultados y la experiencia que se obtenga de experimentos de laboratorio basados en el crecimiento y la reproducción de algunas especies de gorgonias y corales debe también considerarse como un aspecto de alto interés científico. Las tasas de crecimiento que se obtengan pueden ser un indicador del potencial de recuperación natural que pueden tener los núcleos de biodiversidad existentes en la plataforma si no existen perturbaciones.

Por último, otro de los grandes valores científicos que tiene la zona del Cap de Creus es su conocimiento previo evidenciado por los estudios anteriores recogidos en este informe y el nuevo conseguido durante la elaboración del mismo. A diferencia de muchas otras zonas del Mediterráneo, el Cap de Creus dispone de estudios oceanográficos, geomorfológicos, biogeoquímicos, biológicos y ecológicos además de históricos y de impacto de las actividades humanas. Esta situación es excepcional en el Mediterráneo y permite plantear nuevos estudios partiendo de un bagaje extraordinario. Es el lugar ideal para plantear un estudio de seguimiento o monitoreo para conocer la evolución de las comunidades y los ecosistemas, además de la recuperación de sus recursos naturales. Estamos, pues, ante un área que podrá convertirse en un ejemplo piloto para muchas otras áreas sobre las que se plantee su conservación y protección.

9. Literatura citada y consultada para la realización de este informe

La bibliografía aquí citada comprende tanto la empleada para la realización del texto de este informe como la bibliografía consultada para la confección de la lista de especies que se presenta en el ANEXO I.

- Abelló P, Carbonell A, Torres P (2002) Biogeography of epibenthic crustaceans on the shelf and upper slope off the Iberian Peninsula Mediterranean coasts: implications for the establishment of natural management areas. *Sci Mar* 66 (Suppl. 2): 183-198
- Abelló P, Valladares FJ, Castellón A (1988) Analysis of the structure of decapod off the Catalan coasts (North-West Mediterranean). *Mar Biol* 98: 39-49
- Aguilar A, Raga JA (1993) The striped dolphin epizootic in the Mediterranean Sea. *Ambio* 22 (8): 524-528
- Altuna A, Aguirrezabalaga F, Martínez J (2006). An exceptional occurrence of *Cavernularia pusilla* (Anthozoa: Pennatulacea) off the Basque coast (south-east Bay of Biscay, north-eastern Atlantic). *Biodiversity records. JMBA* 2.
- Arcos JM, Bécares J, Rodríguez B, Ruiz A (2009) Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España. LIFE04NAT/ES/000049-Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife). Madrid. <http://www.seo.org/avesmarinas/flash.html>
- Arnau P, Liqueste C, Canals M (2004) River mouth plume events and their dispersal in the Northwestern Mediterranean Sea. *Oceanography* 17: 23-31
- Badalamenti F, Ramos AA, Voultziadou E, Sánchez-Lizaso JL, D'Anna G, Pipitone C, Mas J, Ruiz Fernández JA, Whitmarsh D, Riggio S (2000) Cultural and socio-economic impacts of Mediterranean marine protected areas. *Environmental Conservation* 27(2):110-125.
- Ballesteros E, García-Rubies A, Mariani S, Coma R, Díaz D, Zabala M, Hereu B (2009) Seguiment de l'area protegida de les Illes Medes, la Costa del Montgrí i del Parc Natural de Cap de Creus. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge. 110p
- Ballesteros E, Romero J (1988) Zonation patterns in tideless environments (Northwestern Mediterranean): looking for discontinuities in species distribution. *Invest Pesq* 52: 595-616
- Ballesteros M (2007) Lista actualizada de los opisthobranchios (Mollusca: Gastropoda: Opisthobranchia) de las costas catalanas *Spira* 2(3): 163-188
- Bas C, Morales E, Rubió M (1955) La Pesca en España I: Cataluña, Vol. Instituto de Investigaciones Pesqueras, Barcelona
- Béthoux JP, Durrieu de Madron X, Nyffeler F, Taillez D (2002) Deep water in the western Mediterranean: peculiar 1999 and 2000 characteristics, shelf formation hypothesis, variability since 1970 and geochemical inferences. *J Mar Syst* 33-34: 117-131

- Bianchi CN, Morri C (2000) Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin* 40: 367–376
- Bianchi, C.N. (2007) Dalla cartografia bionomica alla cartografia territoriale, ovvero dalla conoscenza alla gestione delle aree marine protette. *Biol. Mar. Mediterr.*, 14(2): 22-51
- Bird Life 2009. Species fact sheets.
<http://www.birdlife.org/datazone/species/index.html>.
- Bongaerts P, Ridgway T, Sampayo EM, Hoegh-Guldberg O (2010) Assessing the 'deep reef refugia' hypothesis: focus on caribbean reefs. *Coral Reefs* 29: 309-327
- Buhl-Mortensen L, Vanreusel A, Gooday AJ, Levin LA, Priede IG, Buhl-Mortensen P, Gheerardyn H, King NJ, Raes M (2010) Biological structures as a source of habitat heterogeneity and biodiversity on the deep ocean margins. *Marine Ecology* 31: 21–50
- Calbet A, Garrido S, Saiz E, Alcaraz M, Duarte C (2001). Annual zooplankton succession in coastal NW Mediterranean waters: the importance of the smaller size fractions. *Journal of Plankton Research* 23: 319–331
- Canals M (1985) Estructura sedimentaria y evolución morfológica del talud y el glacis continentales del Golfo de León: fenómenos de desestabilización de la cobertera sedimentaria plio-cuaternaria. Ph.D. Thesis, Univ. Barcelona, 618 pp
- Canals M, Puig P, Durrieu de Madron X, Heussner S, Palanques A, Fabres J (2006) Flushing submarine canyons. *Nature* 444: 354-357
- Carboneras C, Requena Moreno S (2010) GIS mapping seabird distribution - A Pan-Mediterranean Perspective Proceedings of the CIESM 38 Congress, Venice, Italy
- Carlier A, Le Guilloux E, Olu K, Sarrazin J, Mastrototaro F, Taviani M, Clavier J (2009) Trophic relationships in a deep Mediterranean cold-water coral bank (Santa Maria di Leuca, Ionian Sea). *Mar Ecol Prog Ser* 397: 125–137
- Clarke A, Tyler PA (2008) Adult Antarctic krill feeding at abyssal depths. *Current Biology* 18(4): 282-285
- Colloca F, Carpentieri P, Balestri E, Ardizzone GD (2004) A critical habitat for Mediterranean fish resources: shale-break areas with *Leptometra phalangium* (Echinodermata: Crinoidea) *Mar Biol* 145: 1129-1142
- Colloca F, Crespi V, Cerasi S, Coppola SR (2004) Structure and evolution of the artisanal fishery in a southern Italian coastal area. *Fisheries Research* 69:359-369. doi:10.1016/j.fishres.2004.06.014
- COM (2002) 535 final. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament laying down a Community Action Plan for the conservation and sustainable exploitation of fisheries resources in the Mediterranean Sea under the Common Fisheries, Brussels
- Convenio sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), Washington, 3 de marzo de 1973. Instrumento de

- adhesión de España de 16 de mayo de 1986 (BOE de 30 de julio de 1986 y 10 de agosto de 1991). Apéndices I, II y III en vigor a partir del 22 de mayo de 2009. <http://www.cites.org/esp/index.shtml>.
- Coppola (2006) Inventory of artisanal fisheries communities in the central and western Mediterranean. In: Department FF (ed) Studies and Reviews General Fisheries Commission for the Mediterranean 77
- De Juan S (2007) Effects of commercial trawling activities on benthic communities from the NW Mediterranean Sea. University of Barcelona
- De Lucia GA, Gori A, Orejas C, Puig-Martí P, Gili JM (en prep.) Ichthyofauna diversity and distribution in the Cap de Creus Canyon (North-western Mediterranean) from video transects
- DeGeest A (2005) Cap de Creus canyon: a link between shelf and slope sediment dispersal systems in the western Gulf Lions, France. Texas A & M University, 88pp.
- DeGeest AL, Mullenbach BL, Puig P, Nittrouer CA, Drexler TM, Durrieu de Madron X, Orange DL (2008) Sediment accumulation in the western Gulf of Lions, France: The role of Cap de Creus Canyon in linking shelf and slope sediment dispersal systems. *Continental Shelf Research* 28: 2031-1047
- Desbruyeres D, Guille A, Ramos J (1972-1973) Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane espagnole *Vie et Milieu* 23: 335-363
- Desbruyères D, Guille A, Ramos J (1972-1973). Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane espagnole. *Vie et Milieu* 23: 335-363
- Dinmore TA, Duplisea DE, Rackham BD, Maxwell DL, Jennings S (2003) Impact of a large-scale area closure on patterns of fishing disturbance and the consequences for benthic communities. *ICES Journal of Marine Science* 60:371-380. doi:10.1016/S1054-3139(03)00010-9
- Duineveld GCA, Lavaleye MSS, Berghuis EM (2004) Particle flux and food supply to a seamount cold-water coral community (Galicia Bank, NW Spain). *Mar Ecol Prog Ser* 277:13-23
- Durrieu de Madron X, Abassi A, Heussner S, Monaco A, Aloisi JC, Radakovitch O, Giresse P, Buscail R, Kerherve P (2000) Particulate matter and organic carbon budgets for the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *Oceanologica Acta* 23 (6): 717-730
- EEA (2008) Guide to geographic data and maps, version 3. In: Agency EE (ed)
- Emig C, García-Carrascosa MA (1991) Distribution of *Gryphus vitreus* (Born, 1778) (Brachiopoda) on transect P2 (Continental margin, French Mediterranean coast) investigated by submersible. *Sci Mar* 55 (2): 385-388
- Ercilla, G., Diaz, J.L., Alonso, B. and Farrán, M., (1995). Late Pleistocene-Holocene sedimentary evolution of the northern Catalonia continental shelf (northwestern Mediterranean Sea). *Continental Shelf Research* 15, 1435-1451.
- Estournel C, Durrieu De Madron X, Marsaleix P, Auclair F, Julliand C, Vehil R (2003) Observations and modelisation of the winter coastal oceanic circulation

- in the Gulf of Lions under wind conditions influenced by the continental orography (FETCH experiment). *J Geoph Res* 108, C3
- Estrada M (1982) Phytoplankton of the Western Mediterranean at the Beginning of Autumn. *Int Revue ges Hydrobiol* 67(4): 517-532
- Estrada M (1996) Primary production in the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina* 60: 55-64
- FAO (1990) Fisheries Technical Paper. Definition and classification of fishing gear categories. In: FAO (ed) 222, Rome
- Feliú P (2010) Anuari Ornitològic del Parc Natural de Cap de Creus 1950-2000. Parc Natural de Cap de Creus. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
- Fernández de Puellas ML, Pinot JM Valencia J (2003) Seasonal and interannual variability of zooplankton community in waters off Mallorca island (Balearic Sea, Western Mediterranean): 1994–1999. *Oceanol. Acta* 26: 673–686
- Font J (1987) Nuevos aspectos del estudio de la circulación marina en el Mediterráneo noroccidental. *Informes Técnicos de Investigación Pesquera* 141: 3-28.
- Font J, Salat J, Tintoré J (1988) Permanent features of the circulation in the Catalan Sea. *Oceanologica Acta* 9: 51-57
- Forcada A, Valle C, Sánchez-Lizaso JL, Bayle-Sempere JT, Corsi F (2010) Structure and spatio-temporal dynamics of artisanal fisheries around a Mediterranean marine protected area. *ICES Journal of Marine Science* 67:191-203. doi:10.1093/icesjms/fsp234
- Forcada A, Valle CB, Patrick, Criquet G, Cadiou G, Lenfant P, Sánchez-Lizaso JL (2009) Effects of habitat on spillover from marine protected areas to artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 379:197-211. doi:10.3354/meps07892
- Forcada J, Gazo M, Aguilar A, Gonzalvo J, Fernández-Contreras M (2004) Bottlenose dolphin abundance in the NW Mediterranean: addressing heterogeneity in distribution. *Mar Ecol Progr Ser* 275: 275-287
- Freiwald A (2002) Reef-forming cold-water corals. In: Wefer G, Billett D, Hebbeln D, Jørgensen BB, Schlüter M, van Weering TCE (eds) *Ocean margin systems*. Springer, Heidelberg, p 365–385
- Freiwald A, Beuck L, Rüggeberg A, Taviani M, Hebbeln D and R/V METEOR M70-1 Participants (2009) The white coral community in the Central Mediterranean Sea revealed by ROV surveys. *Oceanography* 22: 36–52
- Garrabou J, Ballesteros E, Zabala M (2002) Structure and dynamics of north-western Mediterranean rocky benthic communities along a depth gradient. *Estuar Coast Shelf S* 55: 493-508
- Garrabou J, Coma R, Chevaldonné P, Cigliano M, Diaz D, Harmelin JG, Gambi MC, Kersting DK, Lejeune C, Linares C, Marschal C, Pérez T, Ribes M, Romano JC, Teixido N, Serrano E, Torrents O, Zabala M, Zuberer F, Cerrano CA (2009)

- Mass mortality in NW Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Global Change Biol* 15:1090–1103
- Gazo M, Forcada J, Aguilar A, Fernández-Contreras MM, Borell A, Gonzalvo J, Tornero V (2004) Sector Norte (Cataluña e Islas Baleares), en “Proyecto Mediterráneo. Zonas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo español” (Raga JA, Pantoja J, eds), pp. 15-65
- Gell FR, Roberts CM (2003) Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Ecology and Evolution* 18:448-455. doi:10.1016/S0169-5347(03)00189-7
- Gili JM (1986) Estudio sistemático y faunístico de los cnidarios de la costa catalana. Tesis doctoral. inédita, Universidad de Barcelona: 1-565
- Gili JM, Bouillon J, Pagès F, Palanques A, Puig P (1999) Submarine canyons as habitat of singular plankton populations: three new deep-sea hydromedusae in the western Mediterranean. *Zool J Linn Soc* 125 (3): 313-329
- Gili JM, Castelló G (1985) Hidropólipos de la costa norte del cabo de Creus (NE Cataluña). *Misc Zool* 9: 7-24
- Gili JM, Ros J (1985) Study and cartography of the benthic communities of Medes Islands (NE Spain). *PSZNI Mar Ecol* 6:219-238
- Gili JM, Ros J D, Pagès F (1987) Types of bottoms and benthic Cnidaria from the trawling grounds (littoral and bathyal) off Catalonia (NE Spain). *Vie et Milieu* 37(2): 85-98
- Goñi R, Hilborn R, Díaz D, Mallol S, Adlerstein S (2010) Net contribution of spillover from a marine reserve to fishery catches. *Marine Ecology Progress Series* 400:233-243. doi:10.3354/meps08419
- Gori A, Rossi S, Berganzo E, Pretus JL, Dale MRT, Gili JM (2011) Spatial distribution patterns of the gorgonians *Eunicella singularis*, *Paramuricea clavata*, and *Leptogorgia sarmentosa* (Cape of Creus, Northwestern Mediterranean Sea). *Mar Biol* 158:143–158
- Grigg RW (1975) Age structure of a longevous coral: a relative index of habitat suitability and stability. *Am Nat* 109:647-657
- Guille A (1965) Exploration en soucoupe plongeante Cousteau de l'entrée nord-est de la baie de Rosas (Espagne). *Bull. Inst. Océanogr.* 65, nº 1357, 12p
- Gutt J, Siegel V (1994) Benthopelagic aggregations of krill (*Euphausia superba*) on the deeper shelf of the Weddell Sea (Antarctic) *Deep Sea Res Part I* 41 (1): 169-178
- Hall-Spencer J, Allain V, Fosså JH (2002) Trawling damage to Northeast Atlantic ancient coral reefs. *Proc. R. Soc. Lond. B* 269: 507-511
- Henry LA, Roberts JM (2007) Biodiversity and ecological composition of macrobenthos on cold-water coral mounds and adjacent off-mound habitat in the bathyal Porcupine Seabight, NE Atlantic. *Deep-Sea Res I* 54:654–672
- Hiddink JG, Jennings S, Kaiser MJ (2006a) Recovery status as an indicator of the large scale ecological impact of bottom trawling. *Ecosystems* 9:1190-1199.

- INSPIRE (2009) D2.8.I.2 INSPIRE Specification on *Geographical Grid Systems - Guidelines*. INSPIRE Thematic Working Group *Coordinate reference systems and Geographical grid Systems*
- IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 February 2011
- Jimeno A, Turon X (1995) Gammaridea and Caprellidea of the Northeast
- Jimeno A, Turon X (1995) Gammaridea and Caprellidea of the Northeast coast of Spain: ecological distribution on different types of substrata. *Polskie Archiwum Hydrobiologie* 42: 495-516
- Jokiel RL, Maragos JE, Franzisket L (1978) Coral growth: buoyant weight technique. *Monogr Oceanogr Methodol (UNESCO)* 5: 529-542
- Kaiser MJ, Collie JS, Hall SJ, Jennings S, Poiner IR (2002) Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries* 3:114-136.
- Kaiser MJ, Spence FE, Hart PJB (2000) Fishing-Gear Restrictions and Conservation of Benthic Habitat Complexity. *Conservation Biology* 14:1512-1525.
- Kiriakoulakis K, Fisher E, Wolff GA, Friewald A, Grehan A, Roberts JM (2005) Lipids and nitrogen isotopes of two deep-water corals from the North-East Atlantic: initial results and implications for their nutrition. In: Friewald A, Roberts JM (eds) *Cold-water corals and ecosystems*. Springer, Berlin, p 715-729
- Kovalev AV, Mazzocchi MG, Kideys AE, Toklu B, Skryabin VA (2003) Seasonal changes in the composition and abundance of zooplankton in the seas of the Mediterranean Basin. *Turk J Zool* 27: 205-219
- Lefevre D, Minas HJ, Minas M, Robinson PJ, Williams PJ, Woodward EM (1997) Review of gross community production, primary production, net community production and dark community respiration in the Gulf of Lions. *Deep-Sea Res Part II*, 44: 801-832
- Levin LA, Dayton PK (2009) Ecological theory and continental margins: where shallow meets deep. *Trends Ecol Evo.* 24: 606-617
- Linares C (2006) Population ecology and conservation of long-lived marine species: the red gorgonian *Paramuricea clavata*. Ph.D. thesis, University of Barcelona
- Lloret J, Riera V (2008) Evolution of a Mediterranean coastal zone: Human impacts of the marine environment of Cape Creus. *Environm Manag* 42: 977-988
- Lloret, J and Riera, V. (2008) Evolution of a Mediterranean coastal zone: human impacts on the marine environment of Cape Creus. *Environmental Management* 42:977-988
- Lumsden SE, Hourigan TF, Bruckner AW, Dorr G (2007) The state of cold-water corals ecosystems of the United States. Tech Memo CRCP-3, NOAA, Silver Spring, MD

- McConnaughey RA, Mier KL, Dew CB (2000) An examination of chronic trawling effects on soft-bottom benthos of the eastern Bering Sea. *ICES Journal of Marine Science* 57:1377-1388. doi:10.1006/jmsc.2000.0906
- Micheli F, Halpern BS, Botsford LW, Warner RR (2004) Trajectories and correlates of community change in no-take marine reserves. *Ecological Applications* 14(6):1709-1723.
- Millot C (1981) La dynamique marine du plateau continental du Golfe du Lion. Thèse d'Etat Paris-6 and Museum National d'Histoire Naturelle, 52p
- Monaco A, Durrieu de Madron X, Radakovitch O, Heussner S, Carbonne J. (1999) Origin and variability of downward biogeochemical fluxes on the Rhône continental margin (NW mediterranean). *Deep-Sea Res I*, 46: 1483-1511
- Mortensen PB, Hovland MT, Fossa JH, Furevik DM (2001) Distribution , abundance and size of *Lophelia pertusa* coral reefs in mid-Norway in relation to seabed characteristics. *J Mar Biol Ass UK* 81: 581-597
- of fish larvae in the NW Mediterranean
- Olsgard F, Schaanning MT, Widdicombre S, Kendall MA, Austen MC (2008) Effects of bottom trawling on ecosystem functioning. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 366:123-133.
- Orejas C, Ferrier-Pagès C, Reynaud S, Tsounis G, Allemand D, Gili JM (enviado) Experimental measurement of growth rates in tropical and cold water scleractinian corals. *Coral Reefs*
- Orejas C, Gori A, Gili JM (2007) Growth rates of live *Lophelia pertusa* and *Madrepora oculata* from the Mediterranean Sea maintained in aquaria *Coral Reefs* 27: 255
- Orejas C, Gori A, Lo Iacono C, Puig P, Gili JM, Dale MRT (2009) Cold-water corals in the Cap de Creus canyon, northwestern Mediterranean: spatial distribution, density and anthropogenic impact. *Mar Ecol Progr Ser* 397: 37-51
- Orejas C, Gori A, Lo Iacono C, Puig P, Gili JM, Dale MRT (en prensa) Cold-water corals in the Cap de Creus canyon northwestern Mediterranean: spatial distribution, density and anthropogenic impact . *Mar Ecol Progr Ser* doi: 10.3354/meps08314
- Palanques A, Durrieu de Madron X, Puig P, Fabres J and others (2006) Suspended sediment fluxes and transport processes in the Gula of Lions submarine canyons. The role of storms and dense water cascading. *Mar Geol* 234: 43-61
- Palanques A, García-Ladona E, Gomis D, Martín J, Marcos M, Pascual A, Emelianov M, Puig P, Guillén J, Gili JM, Tintoré J, Jordi A, Basterretxea G, Font J, Segura M, Blasco D, Monserrat S, Ruiz S, Pagès F (2005) A Multidisciplinary Program to study the dynamics and the ecology of a Northwestern Mediterranean submarine canyon: The Palamós Canyon. *Progr Oceanogr* 66: 89-119
- Palsbøll PJ, Bérubé M, Aguilar A, Notarbartolo di Sciara G, Nielsen R (2004) Discerning between recurrent gene flow and recent divergence under a finite-site mutation model applied to North Atlantic and Mediterranean Sea fin whale (*Balaenoptera physalus*) populations. *Evolution* 58(3): 670-675

- Pérès JM (1985) History of the Mediterranean biota and the colonization of the depths. En: Margalef, R. (ed.) Key environments. Western Mediterranean. Pergamon Press, Oxford, pp. 198-233
- Pérès JM, Picard J (1964) Nouveau Manuel de bionomie benthonique de la Mer Méditerranée. Rec Trav Sta Mar Endoume. 31 (47): 1-137
- Physical and biological processes controlling the distribution
- Pikitch EK, Santora C, Babcock EA, Bakun A, Bonfil R, Conover DO, Dayton P, Doukakis P, Fluharty D, Heneman B, Houde ED, Link J, Livingston PA, Mangel M, McAllister MK, Pope J, Sainsbury KJ (2004) Ecosystem-Based Fishery Management. Science 305:346-347.
- Rabaut M, Braeckman U, Hendrickx F, Vincx M, Degraer S (2008) Experimental beam-trawling in *Lanice conchilega* reefs: Impact on the associated fauna. Fisheries Research 90: 209-216
- Raga JA, Pantoja J (2004) Proyecto Mediterráneo. Zonas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo español. Naturaleza y Parques Nacionales. Serie técnica. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección general para la biodiversidad p. 220
- Requena Moreno S (2009) Georeference compilation of information for the identification of possible SPAMI's in the Mediterranean areas beyond national jurisdiction. Contract N°33/2009. Regional Activity Center for Specially Protected Areas (RAC/SPA), Tunis, p 48
- Reyss D (1971) Les canyons sous-marins de la mer catalane, le rech du Cap et le rech Lacaxe-Duthiers. III. Les peuplements de la macrofaune benthique. Vie et Milieu 22(2): SerB: 529-613
- Ribes T, Gracia MP (1991) Foraminíferos des herbiers de posidonies de la Méditerranée occidentale. Vie et Milieu 41 (2-3): 117-126
- Rocha F, Gracia J, González ÁF, Jardón CM, Guerra Á (2004) Reliability of a model based on a short fishery statistics survey: application to the Northeast Atlantic monkfish fishery. ICES Journal of Marine Science 61:25-34. doi:10.1016/j.icesjms.2003.10.006
- Ros JD, Romero J, Ballesteros E, Gili J-M (1985) Diving in Blue Water. The Benthos. In: Western Mediterranean. (R. Margalef, ed.). Pergamon Press, Oxford, pp. 233-295
- Ros JD, Romero J, Ballesteros E, Gili JM (1985) Diving in Blue Water. The Benthos. In: The Western Mediterranean (R. Margalef, ed.), Pergamon Press, Oxford pp: 233-295.
- Rossi S, Tsounis G, Orejas C, Padrón T, Gili JM, Teixidó N, Gutt J (2008) Survey of deep-dwelling red coral (*Corallium rubrum*) populations at Cap de Creus (NW Mediterranean) Marine Biology 151: 1069-1076
- Sabatés A, Olivar MP, Salat J, Palomera I, Alemany F (2007). Physical and biological processes controlling the distribution of fish larvae in the NW Mediterranean. Progr. Oceanogr. 74: 355-376

- Salat J (1996) Review of hydrographic environmental factors that may influence anchovy habitats in northwestern Mediterranean. *Sci Mar* 60: 21-32
- Sardá R, Rossi S, Martí X, Gili JM (enviado) Marine Benthic cartography of the NE Catalan Coast (Mediterranean Sea). *Sci Mar*
- Scotto di Carlo, B and Ianora A (1983) Standing stocks and species composition of Mediterranean zooplankton. *UNESCO Rep. Mar. Sci.* 20, 59–69.
- Segura-Noguera M (2007) Relationship between the distribution of nutrients and dissolved oxygen and the elemental composition of phytoplankton in the Catalan Sea (NW Mediterranean). Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona
- Siokou-Frangou I, Christaki U, Mazzocchi MG, Montresor M, Ribera d'Alcalá M, Vaqué D, Zingone, A (2010). Plankton in the open Mediterranean Sea: a review. *Biogeosciences*, 7: 1543–1586
- Snelgrove PVR (1998) The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. *Biodiversity and Conservation* 7: 1123-1132
- Soyer J (1971) Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. V. Densités et biomasses du méiobenthos. *Vie et Milieu* 22(2): SerB: 351-424
- Stelzenmüller V, Maynou F, Martín P (2007) Spatial assessment of benefits of a coastal Mediterranean Marine Protected Area. *Biological Conservation* 136:571-583. doi:10.1016/j.biocon.2007.01.002
- Stobart B, Warwick R, González C, Mallol S, Díaz D, Reñones O, Goñi R (2009) Long-term and spillover effects of a marine protected area on an exploited fish community. *Marine Ecology Progress Series* 384:47-60. doi:10.3354/meps08007
- Tarling GA, Matthews JBL, David P, Guerin O, Buchholz F (2001) The swarm dynamics of northern krill (*Meganyctiphanes norvegica*) and pteropods (cavolina inflexa) during vertical migration in the Ligurian Sea observed by acoustic Doppler current profiler. *Deep-Sea Res I* 48: 1671-1686
- Thornes J, López-Bermúdez F, Woodward J (2009) Hydrology, River Regimes, In: *The Physical Geography of the Mediterranean* (J. Woodward, ed.), Oxford University Press, Oxford, pp. 229-253
- Thrush SF, Dayton PK (2002) Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: Implications for marine biodiversity. *Ann Rev Ecol Syst* 33: 449-473
- Thrush SF, Hewitt JE, Cummings VJ, Dayton PK, Cryer M, Turner J, Funnell GA, Budd RG, Milburn CJ, Wilkinson MR (1998) Disturbance of the marine benthic habitat by commercial fishing: Impacts at the scale of the fishery. *Ecological Applications* 8(3):866-879.
- Tillin HM, Hiddink JG, Jennings S, Kaiser MJ (2006) Chronic bottom trawling alters the functional composition of benthic invertebrate communities on a sea-basin scale. *Marine Ecology Progress Series* 318:31-45.

- Tsounis G, Orejas C, Reynaud S, Gili JM, Allemand D, Ferrier-Pagès C (2010) Prey-capture rates in four Mediterranean cold water corals. *Mar Ecol Prog Ser* 398: 149–155, 2010
- Tudela S, Palomera I (1995) Diel feeding intensity and daily ration in the anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Northwest Mediterranean Sea during the spawning period, *Mar. Ecol.-Progr. Ser.*, 129: 55–61
- Turon X (1985) Ascidiias del Cabo de Creus (Costa NE española). *Miscel.lània Zoològica* 9 : 265-271
- Turon X (1988) Ascidiias de los caladeros de arrastre de las costas catalanas (NE España). *Investigacion Pesquera* 52: 467-481
- Tzanatos E, Somarakis S, Tserpes G, Koutsikopoulos C (2006) Identifying and classifying small-scale fisheries métiers in the Mediterranean: A case study in the Patraikos Gulf, Greece. *Fisheries Research* 81:158-168. doi:10.1016/j.fishres.2006.07.007
- Ulses C, Estournel C, Bonnin J, Durrieu de Marron X, Marsaleix P (2008) Impact of storms and dense water cascading on shelf-slope exchanges in the Gulf of Lion (NW Mediterranean). *J Geophys Res* 113, C02010: 1-18
- UNEP-WCMC. 12 November, 2009. UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species
- Vicente N (1964) Gasteropodes opisthobranches recoltés enplongée du Cap de Creus (Costa Brava). *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume*, 50: 219-225
- Vidal de la Blache P (1895) La topographie sous-marine de la région de Cap de Creus. *Annales de Géographie*. 4 (16) : 373-375
- VVAA (1973-75) "Estudio ecológico de las comunidades bentónicas de sustratos duros de la zona superior de la plataforma continental mediterránea española. I y II." Memoria beca-programa Fundación Juan March, 2 vols., 582 págs. Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona
- Watling L, Norse EA (1998) Disturbance of the Seabed by Mobile Fishing Gear: A Comparison to Forest Clearcutting. *Conservation Biology* 12 (6):1180-1197.
- Wienberg C, Hebbeln D, Fink HG, Mienis F, Dorschel B, Vertino A, Lopez Correa M, Freiwald A (2009) Scleractinian cold-water corals in the Gulf of Cádiz – first clues about their spatial and temporal distribution. *Deep-Sea Res I* 56: 1873-1893
- Witt MJ, Godley BJ (2007) A Step Towards Seascape Scale Conservation: Using Vessel Monitoring Systems (VMS) to Map Fishing Activity. *PLoS ONE* 2(10):e11111. doi:10.1371/journal.pone.0001111
- WWF/ADENA (2009) Estudio socioeconómico de la zona del cañón del Cap de Creus para el establecimiento de un área marina protegida (AMP) Informe realizado por Abel Mourelo López (CS3 000012) 61p
- Zabala M, Maluquer P, Harmelin JG (1993) Epibiotic bryozoans on deep-water scleractinian corals from Catalanian slope (western Mediterranean, Sapin, France). *SciMar* 57: 65-78

Zabala M, Mas G, Romero J, Ros JD, Linares C, Diaz D (2002) Estudi per a l'establiment de diverses capacitats de càrrega sobre el Patrimoni Natural Submergit del Parc Natural de Cap de Creus. Estudi tècnic. Conveni Dep. Medi Ambient i Fundació Bosch i Gimpera, Universitat de Barcelona. 189 pp.

10. Publicaciones científicas y de divulgación científica realizadas hasta ahora en el marco de esta investigación

- Gili JM, Orejas C, Madurell T, Gori A (2010) “Els organismes dels canyons submarins”, en *Fauna i flora*. Suplement de la Història Natural dels Països Catalans. Barcelona: Enciclopèdia Catalana p173-175
- Gili JM, Pagès F, Madurell T (2010) “Meduses dels canyons submarins, en *Fauna i flora*. Suplement de la Història Natural dels Països Catalans. Barcelona: Enciclopèdia Catalana p176-178
- Gili JM, Gori A, Orejas C, Madurell T, Requena S (2010) Les comunitats de coralls al canó de Cap de Creus. *Annals Insitut d'Estudis Empordanesos* 169-182
- Gori A, Olariaga A, Orejas C, Rossi S, Quesada S, Valentin A, Bosch I, Turró J, Mestre M, Sanz JL, Teixidó J, Gili JM (2009) Bleeper-EVO: an easy handle ROV for benthic study. *Oceanography* 22: 75
- Gori A, de Lucia A, Sabatés A, Madurell T, Orejas C, Gili JM (2009) Els boscos de coralls: un refugi per a peixos singular i amenaçat. *Pesca Mar* 8: 7-8
- Gori A, Rossi S, Berganzo E, Pretus JL, Dale MRT, Gili JM (2010) Spatial distribution patterns of the gorgonians *Eunicella singularis*, *Paramuricea clavata*, and *Leptogorgia sarmentosa* (Cape of Creus, Northwestern Mediterranean Sea). *Marine Biology* DOI 10.1007/s00227-010-1548-8
- Lo Iacono C, Orejas C, Gori A, Gili JM, Requena S, Puig P, Ribó M. Habitats of the Cap de Creus continental shelf and Cap de Creus canyon, north-western Mediterranean. In: *GeoHab global atlas* (Harris P, Baker E, eds). *En prensa*
- Olariaga A, Gori A, Orejas C, Gili JM (2009) Development of an autonomous aquaria system for maintaining deep corals. *Oceanography* 22 (1): 128-129
- Orejas C, Gori A, Gili JM (2007) Corales fríos. *Investigación y Ciencia* 369: 32-33
- Orejas C, Gori A, Gili JM (2007) Growth rates of live *Lophelia pertusa* and *Madrepora oculata* from the Mediterranean Sea maintained in aquaria *Coral Reefs* 27: 255
- Orejas C (2008) Coralls profunds: per què hem d' estudiar-los? per què hem de protegir-los? *Omnis Cel.lula* 16: 8
- Orejas C, Gili JM (2008) Las comunidades de corales blancos del cañón submarino de Cabo de Creus. *Ambienta*, 82: 51-56
- Orejas C, López-González PJ (2009) The architects of our oceans: sea fans and corals-Los arquitectos de nuestros mares: bosques de gorgonias y formaciones coralinas Ministerio de Medio Ambiente, rural y marino. Secretaría general del mar. Dirección general de sostenibilidad de la costa y el mar. P 255-272
- Orejas C, Gori A, Lo Iacono C, Puig P, Gili JM, Dale MRT (2009) Cold-water corals in the Cap de Creus canyon northwestern Mediterranean: spatial distribution, density and anthropogenic impact . *Mar Ecol Progr Ser* 397: 37-51
- Rossi S, Tsounis G, Orejas C, Padrón T, Gili JM, Teixidó N, Gutt J (2008) Survey of deep-dwelling red coral (*Corallium rubrum*) populations at Cap de Creus (NW Mediterranean) *Marine Biology* 151: 1069-1076

Sardá F (2010) "Poliquets dels canyons submarins" en *Fauna i flora*. Suplement de la Història Natural dels Països Catalans. Barcelona: Enciclopèdia Catalana p178

Tsounis G, Orejas C, Reynaud S, Gili JM, Allemand D, Ferrier-Pagès C (2010) Capture rates by four Mediterranean Deep Corals. *Mar Ecol Progr Ser* 398: 149-155

Trabajos en fase de revisión

Orejas C, Ferrier-Pagès C, Reynaud S, Gori A, Beraud E, Tsounis G, Allemand D, Gili JM Long-term growth rate measurements of four Mediterranean cold water coral species (*Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa*, *Desmophyllum dianthus* and *Dendrophyllia cornigera*) maintained in aquaria. *Mar Ecol Prog Ser* (enviado)

Orejas C, Ferrier-Pagès C, Reynaud S, Tsounis G, Allemand D, Gili JM Experimental comparison of skeletal growth rates in the cold water coral *Madrepora oculata* Linnaeus, 1758 and three tropical scleractinian corals. *JEMBE* (enviado)

11. Proyectos en el marco de los cuales se lleva a cabo esta investigación

PROYECTO: "Inventariación y designación de la Red Natura 2000 en áreas marinas del Estado español" (LIFE+INDEMARES)

ENTIDAD FINANCIADORA: Unión Europea

DURACION: 1.01.2009-31.12.2013

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Fundación Biodiversidad (coordinación)

PROYECTO: "Hotspot Ecosystem Research and Man's Impact in European Seas" (HERMIONE)

ENTIDAD FINANCIADORA: Unión Europea

DURACION: 1.04.2005-31.06-2009

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Dr. P.P.E. Weaver (coordinador del proyecto, GB)

PROYECTO: "Caracterización de las comunidades de corales profundos del cañón submarino del Cap de Creus"

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia. Programa Acciones Complementarias CTM2007-28758-E/MAR

DURACION: 25.08.2007-31.03.2008

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Dr. Covadonga Orejas Saco del Valle

PROYECTO: "Estudio multidisciplinar de las comunidades bentónicas dominadas por suspensívoros del margen de la plataforma continental mediterránea" (DEEP CORAL)

ENTIDAD FINANCIADORA:CTM2005-07756-C02-01 Ministerio de Educación y Ciencia

DURACION: 31.12.2005-31.12.2008

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Dr. Josep Maria Gili

PROYECTO: "Hotspot Ecosystem Research on the Margins of European Seas (HERMES)" FP6-2003-Global-2. Specific Targeted Research Project

ENTIDAD FINANCIADORA: UE, VI Programa Marco (GOCE-CT-2005-511234-I)

DURACION: 01.04.2005-31.12.2009

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Dr. P.P.E. Weaver (coordinador del proyecto)
Dr. Josep Maria Gili y Albert Palanques (partner español)

PROYECTO: "Pirineus Mediterranis: La muntanya que uneix". INTERREG

ENTIDAD FINANCIADORA: Generalitat de Catalunya y la Región Languedoc Roussillon. Participación del CSIC como partner directo del CNRS.

DURACION 1.01.2003-1.01.2004

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Rafael Sardá (CEAB, CSIC) y Josep-Maria Gili (ICM, CSIC).

PROYECTO: "Estudi i seguiment de l'estat de les poblacions de corall vermell (*Corallium rubrum*) en el litoral català".

ENTIDAD FINANCIADORA: Direcció General de Pesca, Generalitat de Catalunya (PCC 30103)

DURACION: 1.11.2001-31.12.2003

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Josep-Maria Gili (ICM, CSIC).

12. Presentaciones a congresos y públicas

Congresos

Orejas C, Gori A, Last K, Roberts M (2010). Capture rates of *Lophelia pertusa* on living zooplankton under different current speed regimes. Comunicación. Congreso 10th Euro ISRS, Wageningen, Holanda

Gori A, Orejas C, Martins M, Marti-Puig P, lo Iacono C, Requena S, Madurell T, Gili JM (2010). Cold-water corals in the Cap de Creus canyon, NW Mediterranean: bathymetrical distribution, size structure, and morphological plasticity. Comunicación. Congreso 10th Euro ISRS, Wageningen, Holanda

Naumann MS, Orejas C, Wild C, Ferrier-Pagès Ch (2010). Zooplankton feeding provides essential energy to key physiological processes in the cold water coral *Desmophyllum dianthus*. Póster. Congreso 10th Euro ISRS, Wageningen, Holanda

Orejas C (2010). Papel ecológico de los ecosistemas bentónicos profundos. Las comunidades de corales de profundidad. Comunicación invitada. Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA 10), Madrid, España

Orejas C, Ferrier-Pagès C, Reynaud S, Tsounis G, Gori A, Allemand D, Gili JM, Sánchez F, Serrano A (2010). Cold-water corals research in the lab and in the field: (1) growth rates of four CWC species maintained in aquaria, (2) new research areas: the Galicia Bank and the Avilés canyon (Atlantic and Cantabrian Sea), a scientific and methodological approach. Comunicación. Congreso HERMIONE First Annual Meeting, Attard, Malta

Gori A, Rossi S, Berganzo E, Pretus JL, Dale MRT, Gili JM (2009). Spatial distribution patterns in the gorgonians *Eunicella singularis*, *Paramuricea clavata* and *Leptogorgia sarmentosa* (Cape of Creus, Northwestern Mediterranean Sea). Comunicación. Congreso 44th European Marine Biology Symposium, Liverpool, Inglaterra

Gori A, Rossi S, Berganzo E, Dale MRT, Gili JM (2009). Aggregation patterns in the Mediterranean gorgonian *Eunicella singularis*. Póster. Congreso 44th European Marine Biology Symposium, Liverpool, Inglaterra

Orejas C, Gori A, Puig P, Lo Iacono C, Martins M, Gili JM, Dale MRT (2009). Spatial distribution of *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa* and *Dendrophyllia cornigera* in the Cap de Creus canyon (North-western Mediterranean) obtained from video transects. Póster. Congreso 44th European Marine Biology Symposium, Liverpool, Inglaterra

Orejas C, Gori A, Madurell T, Puig P, Lo Iacono C, Gili JM (2009). Spatial distribution and demography of the *Madrepora oculata* populations in the Cap de Creus Canyon (Northwestern Mediterranean). Comunicación. Congreso HERMES Final Meeting 2009, Faro, Portugal

Orejas C, Ferrier-Pagès C, Reynaud S, Tsounis G, Allemand D, Gili JM (2009). Growth rates of a Mediterranean Deep Coral vs. some tropical species. Deep coral grows faster than thought. Póster. Congreso HERMES Final Meeting 2009, Faro, Portugal

De Lucia AG, Gori A, Orejas C, Marti-Puig P, Gili JM (2008). Ichthyofauna diversity and distribution in the Cap de Creus Canyon (Northwestern Mediterranean) from video transects. Póster. Congreso Deep Sea Coral Symposium 2008 (ISDSC), Wellington, Nueva Zelanda

Madurell T, Venus M., Kremers A, Sabatés A, Orejas C, Gili JM (2008). Diversity and seasonal distribution of near-bed associated zooplankton to cold-water corals in the Cap de Creus canyon (NorthWestern Mediterranean). Póster. Congreso Deep Sea Coral Symposium 2008 (ISDSC), Wellington, Nueva Zelanda

Orejas C, Gori A, Puig P, Gili JM (2008). Habitat features, spatial distribution and demography of the *Madrepora oculata* populations in the Cap de Creus Canyon (Northwestern Mediterranean). Comunicación. Congreso Deep Sea Coral Symposium 2008 (ISDSC), Wellington, Nueva Zelanda

Maier C, Hegeman J, Weinbauer MG, Orejas C, Vendrell B, Taviani M, Gattuso JP (2008). Calcification rates of cold water corals from Mingulay (NE Atlantic), Skagerrak (North Sea) and the Mediterranean Sea and response to rise in PCO₂ and temperature. Póster. Congreso Deep Sea Coral Symposium 2008 (ISDSC), Wellington, Nueva Zelanda

Orejas C, Lo Iacono C, Gori A, Gili JM, Puig P (2008). Detection and Characterization of Deep-coral Banks in the Cap de Creus Canyon (North western Mediterranean) Using Visual and Acoustic Methods. Póster. Congreso American Geophysical Union (AGU), Viena, Austria

Orejas C, Gori A, Gili JM, Martí P, Puig P, Lo Iacono C (2008). Progress in the work on distribution, description and quantification of the *Madrepora oculata* communities of the Cap de Creus Canyon (NW Mediterranean). Comunicación. Congreso HERMES Annual Meeting, Faro, Portugal

Orejas C, Gori A, Gili JM (2008). Growth rates of live *Lophelia pertusa* and *Madrepora oculata* from the Mediterranean Sea maintained in aquaria. Póster. Congreso HERMES Annual Meeting, Faro, Portugal

Gili JM, Orejas C, Venus M (2008). Occurrence of krill swarms in the Cap de Creus canyon by 250 m depth: “manna” for deep corals communities. Póster. Congreso HERMES Annual Meeting, Faro, Portugal

Orejas C (2008). Coral biology and reproduction. Comunicación invitada. Congreso TRACES Workshop, Faro, Portugal

Orejas C, Gili JM, Ríos B, Gori A, Cartes JE, Sabatés A (2007). Several features of water column in the Cap de Creus canyon (north-western Mediterranean)

through the seasons, a first approach to the planktonic communities close to the sea floor and some paintbrushes on the benthic communities. Comunicación. Congreso HERMES Annual Meeting, Faro, Portugal

Orejas C, Gili JM, Puig P, Rossi S, Gori A (2006). Benthic communities in the Cap de Creus canyon (North-western Mediterranean): the dense alive coral banks of *Madrepora oculata* in Cap de Creus canyon. Comunicación. Congreso IX International Society for Reef Studies (ISRS), Bremen, Germany

Orejas C, Gili JM, Puig P, Rossi S, Gori A, López-González PJ, Teixido N (2006). Comunidades bentónicas en el cañón del Cap de Creus (Noroeste Mediterráneo): presencia de comunidades densa del coral blanco *Madrepora oculata*. Comunicación. Congreso XIV Symposium Ibérico de Estudios de Biología Marina (SIEBM), Barcelona, Spain

Rossi S, Tsounis G, Padrón T, Gili JM, Teixido N, Orejas C, Gutt J (2006). Prospección de poblaciones profundas de coral rojo (*Corallium rubrum*) con ROV (Remotely Operated Vehicle): distribución y demografía de una especie sobre explotada. Comunicación invitada. Congreso XIV Symposium Ibérico de Estudios de Biología Marina (SIEBM), Barcelona, Spain

Orejas C, Gili JM (2006). Els bancs de corall blanc a les parets al rec de Cap de Creus: una comunitat marina relict. Comunicación invitada. Congreso Jornades del Medi Natural de Cap de Creus, Figueres, Spain

Orejas C, Gili JM, Teixido N, Puig P, Cartes J, Sabatés A, Canals M (2006). Patterns of distribution and some data on abundance of dense alive coral banks of *Madrepora oculata* in Cap de Creus canyon (North-western Mediterranean). Comunicación. Congreso HERMES Annual Meeting, Mallorca, Spain

Orejas C, Gili JM, Rossi S, López-González, PJ (2003). The deep coral banks in the Mediterranean submarine canyons: an unexplored nursery habitat for commercial species. Póster. Congreso 2nd. International Symposium on deep-Sea Corals, Erlangen, Alemania

Comunicaciones públicas

- Mesa redonda Catalunya Radio (Girona) sobre la reserva de Cap de Creus. Mayo 2009
- La gran reserva marina del Cap de Creus. V Jornades d'Ecologia Marina i Medi Ambient de Palafrugell. Associació Una Nova Terra. Palafrugell 04/04/2009
- El conocimiento científico de las áreas marinas de interés ecológico. Ciclo: La formación y la investigación en la gobernanza de mares y costas. Un caso práctico: el proyecto INDEMARES. La gobernanza de los ecosistemas costero marinos: situación y perspectivas. Fundación Biodiversidad, Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca 17/07/2009
- Artículos en El País, El Mundo, El Punt, Diari de Girona
- Monográfico Informe Semanal (TVE 1) y Monográfico en Thalassa (TV3)

ANEXO I

A continuación se presenta la lista de especies registradas hasta la fecha en la zona de trabajo. Esta lista ha sido elaborada a partir de información bibliográfica y de las investigaciones llevadas a cabo en la zona por los investigadores del Institut de Ciències del Mar (ICM) y el Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB).

ANIMALIA	
Phylum	Especie
Annelida	<i>Acanthicolepis asperrima</i>
	<i>Acanthicolepis cousteau</i>
	<i>Aglaophamus agilis</i>
	<i>Aglaophamus sp.</i>
	<i>Amaeana trilobata</i>
	<i>Amage adspersa</i>
	<i>Amage gallasii</i>
	<i>Ammotrypane aulogaster</i>
	<i>Ampharete acutifrons</i>
	<i>Ampharete grubei</i>
	<i>Amphicteis gunneri</i>
	<i>Amphictene auricoma</i>
	<i>Amphiglena mediterranea</i>
	<i>Amphitrite cirrata</i>
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>
	<i>Ancistrosyllis hamata</i>
	<i>Aonides oxycephala</i>
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>
	<i>Aphrodita aculeata</i>
	<i>Apistobanchus tullbergi</i>
	<i>Apomatus ampulliferus</i>
	<i>Arabella geniculata</i>
	<i>Aricidea (Acmira) assimilis</i>
	<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>
	<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>
	<i>Aricidea (Allia) monicae</i>
	<i>Aricidea (Allia) roberti</i>
	<i>Aricidea (Aricidea) pseudoarticulata</i>
	<i>Aricidea annae</i>
	<i>Aricidea claudiae</i>
	<i>Aricidea simonae</i>
	<i>Aricidea sp.</i>
	<i>Aricidea suecica meridionalis</i>
	<i>Armandia sp.</i>
	<i>Asychis biceps</i>
	<i>Asychis gotoi</i>
	<i>Auchenoplax crinita</i>
	<i>Brada villosa</i>
	<i>Branchiomaldane sp.</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Branchiomma bombyx</i>
	<i>Brania arminii</i>
	<i>Capitomastus minima</i>
	<i>Caulleriella bioculata</i>
	<i>Caulleriella killariensis</i>
	<i>Ceratonereis (Composetia) costae</i>
	<i>Chaetopterus varieopedatus</i>
	<i>Chaetozone caputesocis</i>
	<i>Chloeia venusta</i>
	<i>Chone acustica</i>
	<i>Chone collaris</i>
	<i>Chone duneri</i>
	<i>Chrysopetalum debile</i>
	<i>Cirratulus cirratus</i>
	<i>Cirrophorus branchiatus</i>
	<i>Cirrophorus lyriformis</i>
	<i>Clymenura clypeata</i>
	<i>Clymenura tenuis</i>
	<i>Cossura soyeri</i>
	<i>Cossura sp.</i>
	<i>Dasybranchus caducus</i>
	<i>Dasybranchus gajolae</i>
	<i>Diplocirrus glaucus</i>
	<i>Dipolydora quadrilobata</i>
	<i>Ditrupa arietina</i>
	<i>Dodecaceria concharum</i>
	<i>Dorvillea rudolphi</i>
	<i>Drilonereis filum</i>
	<i>Elicodasia mirabilis</i>
	<i>Enapteris euchaeta</i>
	<i>Euchone rosea</i>
	<i>Euchone sp.</i>
	<i>Euclymene oerstedii</i>
	<i>Euclymene robusta</i>
	<i>Eulalia bilineata</i>
	<i>Eulalia viridis</i>
	<i>Eunice aphroditois</i>
	<i>Eunice floridana</i>
	<i>Eunice harassii</i>
	<i>Eunice norvegica</i>
	<i>Eunice oerstedii</i>
	<i>Eunice pennata</i>
	<i>Eunice torquata</i>
	<i>Eunice vittata</i>
	<i>Eupanthalis kinbergi</i>
	<i>Euphrosine armadillo</i>
	<i>Euphrosine foliosa</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Eupolymnia nebulosa</i>
	<i>Eupolymnia nesidensis</i>
	<i>Exogone (Exogone) naidina</i>
	<i>Exogone (Exogone) verugera</i>
	<i>Exogone (Parexogone) cognettii</i>
	<i>Exogone (Parexogone) gambiae</i>
	<i>Filograna implexa</i>
	<i>Galathowenia oculata</i>
	<i>Glycera alba</i>
	<i>Glycera capitata</i>
	<i>Glycera convoluta</i>
	<i>Glycera lapidum</i>
	<i>Glycera rouxi</i>
	<i>Glycera tessellata</i>
	<i>Glycera unicornis</i>
	<i>Glycinde nordmanni</i>
	<i>Goniada maculata</i>
	<i>Gyptis propinqua</i>
	<i>Haplosyllis spongicola</i>
	<i>Harmothoe antilopes</i>
	<i>Harmothoe extenuata</i>
	<i>Harmothoe (Evarne) impar</i>
	<i>Harmothoe longisetis</i>
	<i>Harmothoe spinifera</i>
	<i>Hyalinoecia bilineata</i>
	<i>Hyalinoecia fauveli</i>
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>
	<i>Jasmineira elegans</i>
	<i>Kefersteinia cirrata</i>
	<i>Labioleanira yhleni</i>
	<i>Lagisca drachi</i>
	<i>Lanice conchilega</i>
	<i>Leocrates atlanticus</i>
	<i>Lepidonotus clava</i>
	<i>Levinsenia gracilis</i>
	<i>Levinsenia sp.</i>
	<i>Lumbrineris fragilis</i>
	<i>Lumbrineris impatiens</i>
	<i>Lumbrineris latreilli</i>
	<i>Lysidice ninetta</i>
	<i>Macellicephala (Sinantenna) arctica</i>
	<i>Macellicephala mirabilis</i>
	<i>Magelona sp.</i>
	<i>Magelona wilsoni</i>
	<i>Maldane glebifex</i>
	<i>Malmgreniella castanea</i>
	<i>Marphysa bellii</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Marphysa fallax</i>
	<i>Mediomastus fragilis</i>
	<i>Melinna cristata</i>
	<i>Melinna palmata</i>
	<i>Mesochaetopterus sp.</i>
	<i>Monticellina dorsobranchialis</i>
	<i>Myrianida prolifera</i>
	<i>Myxicola sp.</i>
	<i>Nematonereis hebes</i>
	<i>Neoleanira tetragona</i>
	<i>Nephtys hombergii</i>
	<i>Nephtys incisa</i>
	<i>Nephtys paradoxa</i>
	<i>Nereis rava</i>
	<i>Nereis zonata</i>
	<i>Nicomache (Loxochona) trispinata</i>
	<i>Notomastus latericius</i>
	<i>Notomastus profundus</i>
	<i>Onuphis eremita</i>
	<i>Onuphis quadricuspis</i>
	<i>Panthalis oerstedii</i>
	<i>Paradoneis armata</i>
	<i>Paradoneis lyra</i>
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>
	<i>Paraonides sp.</i>
	<i>Parapionosyllis brevicirra</i>
	<i>Parapionosyllis minuta</i>
	<i>Paraprionospio pinnata</i>
	<i>Paraprionospio sp.</i>
	<i>Pareurythoe borealis</i>
	<i>Pectinaria sp.</i>
	<i>Peresiella clymenoides</i>
	<i>Perinereis cultrifera</i>
	<i>Phyllochaetopterus socialis</i>
	<i>Phyllodoce mucosa</i>
	<i>Phyllodoce nanas</i>
	<i>Pista cristata</i>
	<i>Platynereis dumerili</i>
	<i>Poecilochaetous serpens</i>
	<i>Praxillella affinis</i>
	<i>Prionospio (Prionospio) dubia</i>
	<i>Prionospio (Prionospio) steenstrupi</i>
	<i>Prionospio cirrifera</i>
	<i>Prionospio fallax</i>
	<i>Prionospio sp.</i>
	<i>Prosphaerosyllis campoyi</i>
	<i>Protodorvillea kefersteini</i>

ANIMALIA**Phylum****Especie**

Protula sp.
Sabella pavonina
Sabella spallanzanii
Salmacina dysteri
Scalibregma inflatum
Schistomeringos neglecta
Schistomeringos rudolphii
Scolelepis (Scolelepis) foliosa
Scoletoma emandibulata mabiti
Serpula vermicularis
Sphaerosyllis hystrix
Sphaerosyllis pirifera
Sphaerosyllis taylori
Spio filicornis
Spiophanes bombyx
Spiophanes kroyeri
Spirorbis corrugatus
Spirorbis spp.
Sternaspis scutata
Sthenelais boa
Syllis alternata
Syllis amica
Syllis armillaris
Syllis garciai
Syllis gracilis
Syllis krohni
Syllis prolifera
Syllis variegata
Syllis vittata
Terebellides stroemi
Tharyx multibranchiis
Tomopteris (Johnstonella) helgolandica
Trypanosyllis (Trypanosyllis) coeliaca
Trypanosyllis zebra

Arthropoda Crustacea

Decapoda

Acanthephyra eximia
Acanthephyra pelagica
Achaeus cranchii
Aegaeon cataphractus
Aegaeon lacazei
Alpheus dentipes
Alpheus glaber
Alpheus macrocheles
Anamathia rissoana
Anapagurus bicorniger
Anapagurus breviaculeatus

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Anapagurus chiroacanthus</i>
	<i>Anapagurus laevis</i>
	<i>Aristaeomorpha foliacea</i>
	<i>Aristeus antennatus</i>
	<i>Atelecyclus rotundatus</i>
	<i>Athanas nitescens</i>
	<i>Axius stiryinchus</i>
	<i>Calappa granulata</i>
	<i>Calcinus tubularis</i>
	<i>Callianassa laticauda</i>
	<i>Callianassa subterranea</i>
	<i>Callianassa truncata</i>
	<i>Callianassa tyrrhena</i>
	<i>Calocaris macandreae</i>
	<i>Cestopagurus timidus</i>
	<i>Chlorotocus crassicornis</i>
	<i>Clibanarius erythropus</i>
	<i>Cymonomus granulatus</i>
	<i>Dardanus arrosor</i>
	<i>Dardanus calidus</i>
	<i>Derilambrus angulifrons</i>
	<i>Diogenes pugilator</i>
	<i>Dromia personata</i>
	<i>Ebalia deshayesi</i>
	<i>Ebalia edwardsii</i>
	<i>Ebalia granulosa</i>
	<i>Ebalia tuberosa</i>
	<i>Eriphia spinifrons</i>
	<i>Eriphia verrucosa</i>
	<i>Ethusa mascarone</i>
	<i>Eurynome aspera</i>
	<i>Eupagurus (prideaxi)</i>
	<i>Galathea bolivari</i>
	<i>Galathea dispersa</i>
	<i>Galathea intermedia</i>
	<i>Galathea squamifera</i>
	<i>Gennadas elegans</i>
	<i>Geryon longipes</i>
	<i>Goneplax rhomboides</i>
	<i>Homarus gammarus</i>
	<i>Homola barbata</i>
	<i>Ilia nucleus</i>
	<i>Inachus communissimus</i>
	<i>Inachus dorsettensis</i>
	<i>Inachus phalangium</i>
	<i>Jaxea nocturna</i>
	<i>Ligur ensiferus</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Liocarcinus arcuatus</i>
	<i>Liocarcinus depurator</i>
	<i>Liocarcinus (pusillus)</i>
	<i>Liocarcinus vernalis</i>
	<i>Lissa chiragra</i>
	<i>Lysmata seticaudata</i>
	<i>Macropipus tuberculatus</i>
	<i>Macropodia longipes</i>
	<i>Macropodia longirostris</i>
	<i>Macropodia rostrata</i>
	<i>Maja crispata</i>
	<i>Medorippe lanata</i>
	<i>Melicertus kerathurus</i>
	<i>Monodaeus couchii</i>
	<i>Munida intermedia</i>
	<i>Munida rutilanti</i>
	<i>Munida sarsi</i>
	<i>Munida tenuimana</i>
	<i>Nematopagurus longicornis</i>
	<i>Nephrops norvegicus</i>
	<i>Nepinnotheres pinnotheres</i>
	<i>Paguristes eremita</i>
	<i>Pagurus alatus</i>
	<i>Pagurus anachoretus</i>
	<i>Pagurus cuanensis</i>
	<i>Pagurus excavatus</i>
	<i>Pagurus prideaux</i>
	<i>Palaemon serratus</i>
	<i>Palinurus elephas</i>
	<i>Palinurus mauritanicus</i>
	<i>Pandalina brevirostris</i>
	<i>Pandalina profunda</i>
	<i>Parapenaeus longirostris</i>
	<i>Paromola cuvieri</i>
	<i>Parthenopoides massena</i>
	<i>Pasiphaea multidentata</i>
	<i>Pasiphaea sivado</i>
	<i>Periclimenes granulatus</i>
	<i>Philocheras bispinosus</i>
	<i>Philocheras echinulatus</i>
	<i>Philocheras monacanthus</i>
	<i>Pilumnus hirtellus</i>
	<i>Pilumnus spinifer</i>
	<i>Pilumnus villosissimus</i>
	<i>Pinnotheres pisum</i>
	<i>Pisa armata</i>
	<i>Pisa nodipes</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Pisa tetraodon</i>
	<i>Pisidia longicornis</i>
	<i>Plesionika acanthonotus</i>
	<i>Plesionika antigai</i>
	<i>Plesionika edwardsii</i>
	<i>Plesionika gigliolii</i>
	<i>Plesionika heterocarpus</i>
	<i>Plesionika martia</i>
	<i>Plesionika narval</i>
	<i>Polycheles typhlops</i>
	<i>Pontocaris lacazei</i>
	<i>Pontophilus norvegicus</i>
	<i>Pontophilus spinosus</i>
	<i>Porcellana platycheles</i>
	<i>Processa canaliculata</i>
	<i>Processa edulis</i>
	<i>Processa nouveli</i>
	<i>Richardina fredericii</i>
	<i>Scyllarides latus</i>
	<i>Scyllarus arctus</i>
	<i>Sergestes arachnipodus</i>
	<i>Sergestes arcticus</i>
	<i>Sergestes robustus</i>
	<i>Sirpus zariquieyi</i>
	<i>Solenocera membranacea</i>
	<i>Spinolambrus macrochelos</i>
	<i>Upogebia pusilla</i>
	<i>Upogebia stellata</i>
Euphausiacea	<i>Euphausia brevis</i>
	<i>Euphausia hemigibba</i>
	<i>Euphausia krohnii</i>
	<i>Meganyctiphanes norvegica</i>
	<i>Nematoscelis atlantica</i>
	<i>Nematoscelis megalops</i>
	<i>Nyctiphanes couchii</i>
	<i>Stylocheiron longicorne</i>
	<i>Stylocheiron suhmi</i>
	<i>Thysanoessa gregaria</i>
	<i>Thysanopoda aequalis</i>
Amphipoda	<i>Abludomelita gladiosa</i>
	<i>Ampelisca brevicornis</i>
	<i>Ampelisca diadema</i>
	<i>Ampelisca gibba</i>
	<i>Ampelisca rubella</i>
	<i>Ampelisca serraticaudata</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Ampelisca spinimana</i>
	<i>Ampelisca spinipes</i>
	<i>Ampelisca tenuicornis</i>
	<i>Amphilocheus neapolitanus</i>
	<i>Amphilocheus picadurus</i>
	<i>Amphithyrus sculpturatus</i>
	<i>Ampithoe ferox</i>
	<i>Ampithoe helleri</i>
	<i>Ampithoe ramondi</i>
	<i>Ampithoe riedli</i>
	<i>Anchylomera blossevillei</i>
	<i>Aora spinicornis</i>
	<i>Aora typica</i>
	<i>Apherusa bispinosa</i>
	<i>Apherusa chiereghinii</i>
	<i>Atylus guttatus</i>
	<i>Atylus swammerdami</i>
	<i>Autonoe rubromaculatus</i>
	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>
	<i>Brachyscelus cruscolum</i>
	<i>Caprella acanthifera</i>
	<i>Caprella discrepans</i>
	<i>Caprella equilibra</i>
	<i>Caprella grandimana</i>
	<i>Caprella hirsuta</i>
	<i>Colomastix pusilla</i>
	<i>Cressa cristata</i>
	<i>Cressa dubia</i>
	<i>Cressa mediterranea</i>
	<i>Deutella shieckei</i>
	<i>Dexamine spiniventris</i>
	<i>Dexamine spinosa</i>
	<i>Dexamine thea</i>
	<i>Dulichlopsis nordlandica</i>
	<i>Elasmopus rapax</i>
	<i>Elasmopus vachoni</i>
	<i>Erichtonius brasiliensis</i>
	<i>Erichtonius punctatus</i>
	<i>Eupronoe minuta</i>
	<i>Eusirus longipes</i>
	<i>Gammaropsis maculata</i>
	<i>Gitana sarsi</i>
	<i>Haploops dellavallei</i>
	<i>Hyale camptonyx</i>
	<i>Hyale perieri</i>
	<i>Hyale schmidti</i>
	<i>Hyperioides longipes</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Hyeroche medusarum</i>
	<i>Iphimedia minuta</i>
	<i>Iphimedia serratipes</i>
	<i>Ischyrocerus inexpectatus</i>
	<i>Jassa falcata</i>
	<i>Jassa marmorata</i>
	<i>Jassa ocia</i>
	<i>Jassa pusilla</i>
	<i>Lembos websteri</i>
	<i>Leptocheirus bispinosus</i>
	<i>Leucothoe incisa</i>
	<i>Leucothoe spinicarpa</i>
	<i>Liljeborgia dellavallei</i>
	<i>Liljeborgia brevicornis</i>
	<i>Lycaea pachypoda</i>
	<i>Lysianassa ceratina</i>
	<i>Lysianassa pilicornis</i>
	<i>Maera grossimana</i>
	<i>Maera inaequipes</i>
	<i>Medicorophium runcicorne</i>
	<i>Melita palmata</i>
	<i>Melphidippella macra</i>
	<i>Microdeutopus algicola</i>
	<i>Microdeutopus anomalus</i>
	<i>Microdeutopus cumbrensis</i>
	<i>Microdeutopus damnoniensis</i>
	<i>Microdeutopus similis</i>
	<i>Monocorophium sextonae</i>
	<i>Monoculodes acutipes</i>
	<i>Monoculodes griseus</i>
	<i>Orchomene humilis</i>
	<i>Peltocoxa gibbosa</i>
	<i>Peltocoxa marioni</i>
	<i>Pereionotus testudo</i>
	<i>Phitisica marina</i>
	<i>Phronima sedentaria</i>
	<i>Phrosina semilunata</i>
	<i>Podocerus variegatus</i>
	<i>Pseudoprotella phasma</i>
	<i>Scina borealis</i>
	<i>Scina crassicornis</i>
	<i>Stegocephaloides christianiensis</i>
	<i>Stenothoe dollfusi</i>
	<i>Stenothoe monoculoides</i>
	<i>Stenothoe tergestina</i>
	<i>Tetrathyrus forcipatus</i>
	<i>Tritaeta gibbosa</i>

ANIMALIA	
Phylum	Especie
	<i>Vibilia armata</i>
	<i>Vibilia viatrix</i>
	<i>Westwoodilla caecula</i>
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>
Cumacea	<i>Bodotria scorpioides</i>
	<i>Diastylodes bacescoi</i>
	<i>Diastylis doryphora</i>
	<i>Diastylis rugosa</i>
	<i>Diastylodes serratus</i>
	<i>Diastylis tumida</i>
	<i>Eudorella truncatula</i>
	<i>Iphinoe serrata</i>
	<i>Leucon (Epileucon) longirostris</i>
	<i>Leucon (Crymoleucon) macrorhinus</i>
	<i>Leucon mediterraneus</i>
	<i>Leucon (Macrauloleucon) siphonatus</i>
	<i>Procampylaspis bacescoi</i>
	<i>Udorella truncatula</i>
Isopoda	<i>Dynamene bidentata</i>
	<i>Ligia italica</i>
	<i>Natatolana borealis</i>
	<i>Uromunna sp.</i>
Lophogastrida	<i>Lophogaster typicus</i>
Mysida	<i>Anchialina agilis</i>
	<i>Boreomysis arctica</i>
	<i>Erythrops sp.</i>
	<i>Haplostylus normani</i>
	<i>Hemimysis lamornae</i>
	<i>Leptomysis gracilis</i>
	<i>Leptomysis sp.</i>
	<i>Lophogaster typicus</i>
	<i>Parerythrops obesa</i>
	<i>Pseudomma nanum</i>
	<i>Siriella norvegica</i>
Tanaidacea	<i>Apseudes grossimanus</i>
	<i>Apseudes spinosus</i>
	<i>Apseudes sp.</i>
	<i>Leptochelia savignyi</i>
	<i>Periocolodes longimanus</i>
	<i>Tanais dulongii</i>
Stomatopoda	<i>Rissoides pallidus</i>

ANIMALIA**Phylum****Especie**

Phylum	Especie
	<i>Squilla mantis</i>
Copepoda	<i>Acartia (Acartia) danae</i> <i>Acartia (Acartiura) clausi</i> <i>Acartia (Acartia) negligens</i> <i>Acartia sp.</i> <i>Aetideopsis armatus</i> <i>Aetideus armatus</i> <i>Amallothrix sp.</i> <i>Arietellus setosus</i> <i>Augaptilus sp.</i> <i>Calanus helgolandicus</i> <i>Calocalanus contractus</i> <i>Calocalanus equalicauda</i> <i>Calocalanus neptunus</i> <i>Calocalanus pavo</i> <i>Calocalanus plumulosus</i> <i>Calocalanus styliremis</i> <i>Candacia armata</i> <i>Candacia ethiopica</i> <i>Candacia pachydactyla</i> <i>Candacia simplex</i> <i>Candacia sp.</i> <i>Candacia tenuimana</i> <i>Centropages kroyeri</i> <i>Centropages sp.</i> <i>Centropages typicus</i> <i>Centropages violaceus</i> <i>Chiridius nasutus</i> <i>Chiridius poppei</i> <i>Clausocalanus sp.</i> <i>Clytemnestra rostarta</i> <i>Conaea rapax</i> <i>Copilia mediterranea</i> <i>Copilia quadrata</i> <i>Copilia sp.</i> <i>Copilia vitrea</i> <i>Corycaeus anglicus</i> <i>Corycaeus clausi</i> <i>Corycaeus flaccus</i> <i>Corycaeus furcifer</i> <i>Corycaeus giesbrechti</i> <i>Corycaeus latus</i> <i>Corycaeus lautus</i> <i>Corycaeus limbatus</i> <i>Corycaeus ovalis</i> <i>Corycaeus sp.</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Ctenocalanus vanus</i>
	<i>Diaixis hibernica</i>
	<i>Ditrichocorycaeus brehmi</i>
	<i>Euaetideus giesbrechti</i>
	<i>Euaugaptilus sp.</i>
	<i>Euchaeta marina</i>
	<i>Euchaeta sp.</i>
	<i>Euchirella messinensis messinensis</i>
	<i>Euchirella sp.</i>
	<i>Euterpina acutifrons</i>
	<i>Farranula rostrata</i>
	<i>Gaetanus kruppai</i>
	<i>Gaetanus minor</i>
	<i>Gaetanus sp.</i>
	<i>Haloptilus acutifrons</i>
	<i>Haloptilus longicornis</i>
	<i>Haloptilus sp.</i>
	<i>Haloptilus spiniceps</i>
	<i>Heterorhabdus abyssalis</i>
	<i>Heterorhabdus papilliger</i>
	<i>Heterorhabdus sp.</i>
	<i>Heterorhabdus spinifrons</i>
	<i>Isias clavipes</i>
	<i>Labidocera wollastoni</i>
	<i>Lubbockia aculeata</i>
	<i>Lubbockia squillimana</i>
	<i>Lucicutia clausii</i>
	<i>Lucicutia curta</i>
	<i>Lucicutia flavicornis</i>
	<i>Macrosetella gracilis</i>
	<i>Mecynocera clausi</i>
	<i>Mesocalanus tenuicornis</i>
	<i>Microsetella norvegica</i>
	<i>Microsetella rosea</i>
	<i>Miracia minor</i>
	<i>Monacilla typica</i>
	<i>Monothula subtilis</i>
	<i>Nannocalanus minor</i>
	<i>Neocalanus gracilis</i>
	<i>Neomormonilla minor</i>
	<i>Oithona helgolandica</i>
	<i>Oithona nana</i>
	<i>Oithona plumifera</i>
	<i>Oithona sp.</i>
	<i>Oncaea curta</i>
	<i>Oncaea media</i>
	<i>Oncaea mediterranea</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Oncaea ornata</i>
	<i>Oncaea sp.</i>
	<i>Oncaea venusta</i>
	<i>Onchocalanus trigoniceps</i>
	<i>Paracalanus nanus</i>
	<i>Paracalanus parvus</i>
	<i>Paracalanus pygmaeus</i>
	<i>Paraeuchaeta acuta</i>
	<i>Paraeuchaeta pubera</i>
	<i>Pareucalanus attenuatus</i>
	<i>Phaenna spinifera</i>
	<i>Pleuromamma abdominalis</i>
	<i>Pleuromamma borealis</i>
	<i>Pleuromamma gracilis gracilis</i>
	<i>Pleuromamma robusta</i>
	<i>Pleuromamma sp.</i>
	<i>Rhincalanus nasutus</i>
	<i>Sapphirina angusta</i>
	<i>Sapphirina intestinata</i>
	<i>Sapphirina nigromaculata</i>
	<i>Sapphirina ovatolanceolata</i>
	<i>Sapphirina sp.</i>
	<i>Scaphocalanus curtus</i>
	<i>Scaphocalanus magnus</i>
	<i>Scolecithricella abyssalis</i>
	<i>Scolecithricella dentata</i>
	<i>Scolecithricella sp.</i>
	<i>Scolecithricella vittata</i>
	<i>Spinocalanus abyssalis</i>
	<i>Spinocalanus magnus</i>
	<i>Spinocalanus sp.</i>
	<i>Spinocalanus spinosus</i>
	<i>Subeucalanus crassus</i>
	<i>Subeucalanus monachus</i>
	<i>Temeropia mayumbaensis</i>
	<i>Temora stylifera</i>
	<i>Temorites brevis</i>
	<i>Triconia conifera</i>
	<i>Triconia minuta</i>
	<i>Vetoria granulosa</i>
	<i>Vetoria parva</i>
Thecostraca (cirripeda)	<i>Balanus perforatus</i>
	<i>Chthamalus montagui</i>
	<i>Chthamalus stellatus</i>
	<i>Euraphia depressa</i>
	<i>Scalpellum scalpellum</i>

ANIMALIA**Phylum** **Especie**

	Ostracoda	<i>Conchoecia sp.</i> <i>Disconchoecia elegans</i> <i>Mikroconchoecia curta</i> <i>Porroecia sp.</i>
Brachiopoda		<i>Endeis charybdaea</i> <i>Gryphus vitreus</i> <i>Novocrania anomala</i> <i>Terebratulina retusa</i>
Pignogonida		<i>Megerlia truncata</i>
Bryozoa		<i>Adeonella calveti</i> <i>Aetea anguina</i> <i>Aetea sica</i> <i>Aetea truncata</i> <i>Alcyonidium cellarioides</i> <i>Amathia lendigera</i> <i>Amphiblestrum minax</i> <i>Annectocyma major</i> <i>Annectocyma tubulosa</i> <i>Arthropoma ceciliai</i> <i>Beania hirtissima</i> <i>Beania mirabilis</i> <i>Beania robusta</i> <i>Bowerbankia gracilis</i> <i>Buffonellaria divergens</i> <i>Bugula fulva</i> <i>Buskea dichotoma</i> <i>Buskea nitida</i> <i>Caberea boryi</i> <i>Callopora dumerilii</i> <i>Callopora lineata</i> <i>Cardioecia watersi</i> <i>Cellaria fistulosa</i> <i>Cellaria salicornioides</i> <i>Cellaria sinuosa</i> <i>Celleporina caminata</i> <i>Celleporina lucida</i> <i>Celleporina tubulosa</i> <i>Chartella papyrea</i> <i>Chlidonia pyriformis</i> <i>Chorizopora brongniarti</i> <i>Crisia eburnea</i> <i>Crisia fistulosa</i> <i>Crisia ramosa</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Crisidia cornuta</i>
	<i>Cryptosula pallasiana</i>
	<i>Diporula verrucosa</i>
	<i>Disporella hispida</i>
	<i>Electra posidoniae</i>
	<i>Enthalophoroecia deflexa</i>
	<i>Enthalophoroecia gracilis</i>
	<i>Enthalophoroecia robusta</i>
	<i>Epistomia bursaria</i>
	<i>Escharella acuta</i>
	<i>Escharella immersa</i>
	<i>Escharella variolosa</i>
	<i>Escharella ventricosa</i>
	<i>Escharina dutertrei</i>
	<i>Escharina hyndmanii</i>
	<i>Escharina vulgaris</i>
	<i>Escharoides coccinea</i>
	<i>Escharoides mamillata</i>
	<i>Exidmonea triforis</i>
	<i>Fenestrulina joannae</i>
	<i>Fenestrulina malusii</i>
	<i>Figularia figularis</i>
	<i>Fron dipora verrucosa</i>
	<i>Hincksina flustroides</i>
	<i>Hincksinoflustra octodon</i>
	<i>Hippothoa flagellum</i>
	<i>Lagenipora sp.</i>
	<i>Margaretta cereoides</i>
	<i>Membraniporella nitida</i>
	<i>Metroperiella lepralioides</i>
	<i>Micropora coriacea</i>
	<i>Microporella ciliata</i>
	<i>Microporella pseudomarsupiata</i>
	<i>Myriapora truncata</i>
	<i>Nolella dilatata</i>
	<i>Omalosecosa ramulosa</i>
	<i>Onychocella marioni</i>
	<i>Palmicellaria n.sp,</i>
	<i>Parasmittina trispinosa</i>
	<i>Patinella radiata</i>
	<i>Pentapora fascialis</i>
	<i>Pherusella tubulosa</i>
	<i>Phylactellipora eximia</i>
	<i>Plagioecia dorsalis</i>
	<i>Prenantia cheilostoma</i>
	<i>Prenantia inerma</i>
	<i>Puellina arrecta</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Puellina cassidainsis</i>
	<i>Puellina gattyae</i>
	<i>Puellina hincksi</i>
	<i>Puellina innominata</i>
	<i>Puellina radiata</i>
	<i>Reptadeonella violacea</i>
	<i>Reteporella couchii</i>
	<i>Reteporella grimaldii</i>
	<i>Savignyella lafontii</i>
	<i>Schizobrachiella sanguinea</i>
	<i>Schizomavella auriculata</i>
	<i>Schizomavella cornuta</i>
	<i>Schizomavella discoidea</i>
	<i>Schizomavella linearis</i>
	<i>Schizomavella neptunii</i>
	<i>Schizomavella rudis</i>
	<i>Schizoporella mutabilis</i>
	<i>Schizotheca fissa</i>
	<i>Scruparia ambigua</i>
	<i>Scrupocellaria delilii</i>
	<i>Scrupocellaria macrorhynca</i>
	<i>Scrupocellaria maderensis</i>
	<i>Scrupocellaria reptans</i>
	<i>Scrupocellaria scrupea</i>
	<i>Setosellina (capriensis)</i>
	<i>Smittina cervicornis</i>
	<i>Smittina landsborovii</i>
	<i>Smittoidea crystallina</i>
	<i>Smittoidea marmorea</i>
	<i>Smittoidea ophidiana</i>
	<i>Smittoidea reticulata</i>
	<i>Spiralaria gregaria</i>
	<i>Synnotum aegyptiacum</i>
	<i>Tervia irregularis</i>
	<i>Tubulipora liliacea</i>
	<i>Tubulipora notomale</i>
	<i>Tubulipora phalangea</i>
	<i>Turbicellepora avicularis</i>
	<i>Turbicellepora coronopus</i>
	<i>Valkeria uva</i>
Chaetognatha	<i>Sagitta enflata</i>
	<i>Sagitta bipunctata</i>
	<i>Sagitta lyra</i>
	<i>Sagitta serratodentata</i>
	<i>Sagitta setosa</i>
Chordata	

ANIMALIA

Phylum	Especie
Cephalochordata	<i>Branchiostoma lanceolatum</i>
Vertebrata Osteichthyes	<i>Alosa alosa</i> <i>Anthias anthias</i> <i>Antonogadus megalokynodon</i> <i>Arctozenus risso</i> <i>Argentina sphyraena</i> <i>Argyropelecus hemigymnus</i> <i>Arnoglossus imperialis</i> <i>Arnoglossus laterna</i> <i>Arnoglossus thori</i> <i>Aspitrigla cuculus</i> <i>Aspitrigla obscura</i> <i>Auxis rochei rochei</i> <i>Bathysolea profundicola</i> <i>Belone sp.</i> <i>Benthoosema glaciale</i> <i>Blennius ocellaris</i> <i>Boops boops</i> <i>Bothus podas</i> <i>Buglossidium luteum</i> <i>Callionymus maculatus</i> <i>Callionymus phaeton</i> <i>Callionymus risso</i> <i>Callionymus sp.</i> <i>Capros aper</i> <i>Cepola macrophthalma</i> <i>Ceratoscopelus maderensis</i> <i>Chauliodus sloani</i> <i>Chelidonichthys cuculus</i> <i>Chelon labrosus</i> <i>Chlorophthalmus agassizi</i> <i>Chromis chromis</i> <i>Citharus linguatula</i> <i>Citharus macrolepidotus</i> <i>Coelorhynchus coelorhynchus</i> <i>Conger conger</i> <i>Coris julis</i> <i>Crystallogobius linearis</i> <i>Ctenolabrus rupestris</i> <i>Cyclothone braueri</i> <i>Dactylopterus volitans</i> <i>Dalophis imberbis</i> <i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> <i>Dentex dentex</i> <i>Dicentrarchus labrax</i> <i>Diplodus annularis</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Diplodus cervinus</i>
	<i>Diplodus puntazzo</i>
	<i>Diplodus sargus sargus</i>
	<i>Diplodus vulgaris</i>
	<i>Echiodon dentatus</i>
	<i>Engraulis encrasicolus</i>
	<i>Epigonus denticulatus</i>
	<i>Epigonus telescopus</i>
	<i>Epinephelus marginatus</i>
	<i>Eutrigla gurnardus</i>
	<i>Gadiculus argenteus</i>
	<i>Gnathophis mystax</i>
	<i>Gobius auratus</i>
	<i>Gobius cobitis</i>
	<i>Gobius cruentatus</i>
	<i>Gobius niger</i>
	<i>Gymnamodytes cicereus</i>
	<i>Gymnamodytes semisquamatus</i>
	<i>Helicolenus dactylopterus</i>
	<i>Hippocampus ramulosus (guttulatus)</i>
	<i>Hymenocephalus italicus</i>
	<i>Labrus merula</i>
	<i>Labrus viridis</i>
	<i>Lampanyctus crocodilus</i>
	<i>Lepidion lepidion</i>
	<i>Lepidopus caudatus</i>
	<i>Lepidorhombus boscii</i>
	<i>Lepidotrigla cavillone</i>
	<i>Lesueurigobius friesii</i>
	<i>Lithognathus mormyrus</i>
	<i>Lophius budegassa</i>
	<i>Lophius piscatorius</i>
	<i>Macroramphosus scolopax</i>
	<i>Maurolicus muelleri</i>
	<i>Merluccius merluccius</i>
	<i>Microchirus (Microchirus) variegatus</i>
	<i>Micromesistius poutassou</i>
	<i>Mola mola</i>
	<i>Molva dypterygia</i>
	<i>Molva macrophthalma</i>
	<i>Mora moro</i>
	<i>Mullus barbatus</i>
	<i>Mullus surmuletus</i>
	<i>Muraena helena</i>
	<i>Myctophidae sp.</i>
	<i>Myctophum punctatum</i>
	<i>Nezumia aequalis</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Notacanthus bonapartei</i>
	<i>Notoscopelus elongatus</i>
	<i>Ophichthus rufus</i>
	<i>Pagellus acarne</i>
	<i>Pagellus bogaraveo</i>
	<i>Pagellus erythrinus</i>
	<i>Pagrus pagrus</i>
	<i>Parablennius gattorugine</i>
	<i>Parablennius pilicornis</i>
	<i>Peristedion cataphractum</i>
	<i>Phycis blennoides</i>
	<i>Phycis phycis</i>
	<i>Pomatochistus spp.</i>
	<i>Pomatomus saltatrix</i>
	<i>Puntazzo puntazzo</i>
	<i>Sarda sarda</i>
	<i>Sardina pilchardus</i>
	<i>Sardinella sp.</i>
	<i>Sarpa salpa</i>
	<i>Sciaena umbra</i>
	<i>Scomber scombrus</i>
	<i>Scorpaena elongata</i>
	<i>Scorpaena loppei</i>
	<i>Scorpaena notata</i>
	<i>Scorpaena porcus</i>
	<i>Scorpaena scrofa</i>
	<i>Serranus cabrilla</i>
	<i>Serranus hepatus</i>
	<i>Serranus scriba</i>
	<i>Solea vulgaris vulgaris</i>
	<i>Sparidae sp.</i>
	<i>Sparus aurata</i>
	<i>Sparus pagrus</i>
	<i>Sphyraena sphyraena</i>
	<i>Spicara maena flexuosa</i>
	<i>Spicara smaris</i>
	<i>Spondylosoma cantharus</i>
	<i>Sprattus sprattus</i>
	<i>Stomias boa</i>
	<i>Symbolophorus veranyi</i>
	<i>Symphodus (Crenilabrus) roissali</i>
	<i>Symphodus (Symphodus) rostratus</i>
	<i>Symphodus cinereus</i>
	<i>Symphodus mediterraneus</i>
	<i>Symphodus melanocercus</i>
	<i>Symphodus ocellatus</i>
	<i>Symphodus tinca</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
---------------	----------------

	<i>Symphurus ligulatus</i>
	<i>Symphurus nigrescens</i>
	<i>Syngnathus acus</i>
	<i>Syngnathus typhle</i>
	<i>Synodus saurus</i>
	<i>Thalassoma pavo</i>
	<i>Thunnus thynnus</i>
	<i>Trachinus draco</i>
	<i>Trachurus mediterraneus</i>
	<i>Trachurus trachurus</i>
	<i>Trachyrhynchus trachyrhynchus</i>
	<i>Trachyrincus scabrus</i>
	<i>Trigla lucerna</i>
	<i>Trigla lyra</i>
	<i>Trigloporus lastoviza</i>
	<i>Tripterygion tripteronotus</i>
	<i>Trisopterus minutus capelanus</i>
	<i>Uranoscopus scaber</i>
	<i>Vinciguerria sp.</i>
	<i>Zeus faber</i>

Vertebrata Chondrichthyes	<i>Centrophorus granulosus</i>
	<i>Cetorhinus maximus</i>
	<i>Chimaera monstrosa</i>
	<i>Dalatias licha</i>
	<i>Dasyatis pastinaca</i>
	<i>Dipturus oxyrinchus</i>
	<i>Etmopterus spinax</i>
	<i>Galeus melastomus</i>
	<i>Mustelus mustelus</i>
	<i>Myliobatis aquila</i>
	<i>Oxynotus centrina</i>
	<i>Prionace glauca</i>
	<i>Raja asterias</i>
	<i>Raja clavata</i>
	<i>Raja miraletus</i>
	<i>Scyliorhinus canicula</i>
	<i>Scyliorhinus stellaris</i>
	<i>Squalus acanthias</i>
	<i>Torpedo marmorata</i>
	<i>Torpedo torpedo</i>

Vertebrata Mammalia	<i>Balaenoptera physalus</i>
	<i>Globicephala melas</i>
	<i>Grampus griseus</i>
	<i>Physeter macrocephalus</i>
	<i>Stenella coeruleoalba</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Tursiops truncatus</i>
Vertebrata Aves	<i>Alca torda</i> <i>Catharacta skua</i> <i>Calonectris diomedea</i> <i>Chroicocephalus ridibundus</i> <i>Fratercula arctica</i> <i>Hydrobates pelagicus</i> <i>Larus argentatus</i> <i>Larus audouinii</i> <i>Larus michahellis</i> <i>Morus bassanus</i> <i>Phalacrocorax aristotelis</i> <i>Phalacrocorax carbo</i> <i>Puffinus mauretanicus</i> <i>Puffinus yelkouan</i> <i>Stercorarius pomarinus</i>
Vertebrata Reptilia	<i>Caretta caretta</i> <i>Chelonia mydas</i> <i>Dermochelys coriacea</i>
Tunicata Ascidiacea	<i>Aplidium caeruleum</i> <i>Aplidium densum</i> <i>Aplidium elegans</i> <i>Aplidium pallidum</i> <i>Ascidia mentula</i> <i>Botryllus schlosseri</i> <i>Ciona intestinalis</i> <i>Clavelina lepadiformis</i> <i>Diazona violacea</i> <i>Didemnum coriaceum</i> <i>Didemnum protectum</i> <i>Diplosoma spongiforme</i> <i>Distomus variolosus</i> <i>Eudistoma magnum</i> <i>Eudistoma tridentatum</i> <i>Halocynthia papillosa</i> <i>Lissoclinum perforatum</i> <i>Microcosmus claudicans</i> <i>Microcosmus sabatieri</i> <i>Microcosmus savignyi</i> <i>Microcosmus vulgaris</i> <i>Phallusia fumigata</i> <i>Phallusia mammillata</i> <i>Polycarpa fibrosa</i> <i>Polycarpa gracilis</i>

ANIMALIA		
Phylum		Especie
		<i>Polycarpa mamillaris</i>
		<i>Polysyncraton lacazei</i>
		<i>Pyura microcosmus</i>
		<i>Pyura squamulosa</i>
		<i>Styela canopus</i>
		<i>Thalia democratica</i>
Cnidaria		
	Hydrozoa	<i>Abylopsis tetragona</i>
		<i>Agalma elegans</i>
		<i>Aglaophenia elongata</i>
		<i>Aglaophenia harpago</i>
		<i>Aglaophenia kirchenpaleri</i>
		<i>Aglaophenia octodonta</i>
		<i>Aglaophenia pluma</i>
		<i>Aglaophenia tubiformis</i>
		<i>Aglaura hemistoma</i>
		<i>Amphinema dinema</i>
		<i>Antenella secundaria</i>
		<i>Bougainvillia ramosa</i>
		<i>Campanularia assymetrica</i>
		<i>Campanularia hemisphaerica</i>
		<i>Campanularia hincksii</i>
		<i>Campanularia raridentata</i>
		<i>Chelophydrozoaes appendiculata</i>
		<i>Cladocarpus sp.</i>
		<i>Clava multicornis</i>
		<i>Clytia hemisphaerica</i>
		<i>Clytia linearis</i>
		<i>Cordylophora pusilla</i>
		<i>Dynamena cavolini</i>
		<i>Dynamena cornicina</i>
		<i>Ectopleura dumortieri</i>
		<i>Eirene viridula</i>
		<i>Eudendrium capillare</i>
		<i>Eudendrium carneum</i>
		<i>Eudendrium motzkossowskae</i>
		<i>Eudendrium racemosum</i>
		<i>Eudendrium ramosum</i>
		<i>Eudoxoides spiralis</i>
		<i>Eugymnanthea inquilina</i>
		<i>Euphydrozoasa aurata</i>
		<i>Eutima gegenbauri</i>
		<i>Forskalia edwardsi</i>
		<i>Gonothyraea loveni</i>
		<i>Halecium halecinum</i>
		<i>Halecium labrosum</i>
		<i>Halecium lankesteri</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Halecium mediterraneum</i>
	<i>Halecium petrosum</i>
	<i>Halecium tenellum</i>
	<i>Halitemma rubrum</i>
	<i>Halopteris catharina</i>
	<i>Hebella (anthohebella) parasitica</i>
	<i>Hebella scandens</i>
	<i>Helgicirra schulzei</i>
	<i>Hydrodendron mirabilis</i>
	<i>Kirchenpaueria pinnata</i>
	<i>Lafoea dumosa</i>
	<i>Laodicea undulata</i>
	<i>Laomedea angulata</i>
	<i>Lensia conoidea</i>
	<i>Lensia meteori</i>
	<i>Lensia subtilis</i>
	<i>Leuckartiara octona</i>
	<i>Lizzia blondina</i>
	<i>Lovenella clausa</i>
	<i>Muggiaea atlantica</i>
	<i>Muggiaea kochi</i>
	<i>Myrionema magnussii</i>
	<i>Nanomia bijuga</i>
	<i>Nemertesia antennina</i>
	<i>Nemertesia ramosa</i>
	<i>Obelia bidentata</i>
	<i>Obelia dichotoma</i>
	<i>Obelia geniculata</i>
	<i>Orthopyxis crenata</i>
	<i>Orthopyxis integra</i>
	<i>Persa incolorata</i>
	<i>Phialella quadrata</i>
	<i>Physalia physalis</i>
	<i>Plumularia obliqua</i>
	<i>Plumularia obliqua posidoniae</i>
	<i>Plumularia setacea</i>
	<i>Podocoryna minima</i>
	<i>Podocoryna minuta</i>
	<i>Podocoryne carnea</i>
	<i>Rhopalonema velatum</i>
	<i>Scandia gigas</i>
	<i>Schizotricha frutescens</i>
	<i>Sertularella crassicalis</i>
	<i>Sertularella ellisi</i>
	<i>Sertularella fusiformis</i>
	<i>Sertularella gaudichaudi</i>
	<i>Sertularella gayi</i>

ANIMALIA	
Phylum	Especie
	<i>Sertularella mediterranea</i>
	<i>Sertularella polyzonias</i>
	<i>Sertularella polyzonias mediterranea</i>
	<i>Sertularia distans</i>
	<i>Sertularia perpusilla</i>
	<i>Solmaris flavescens</i>
	<i>Solmundella bitentaculata</i>
	<i>Stylactis inermis</i>
	<i>Synthecium evansi</i>
	<i>Thecocarpus myryophyllum</i>
	<i>Thecocaulus diaphanus</i>
	<i>Tubularia larynx</i>
	<i>Velella velella</i>
	<i>Ventromma halecioides</i>
Anthozoa Octocorallia	<i>Alcyonium acaule</i>
	<i>Alcyonium palmatum</i>
	<i>Cavernularia pusilla</i>
	<i>Clavularia ochracea</i>
	<i>Corallium rubrum</i>
	<i>Cornularia cornucopiae</i>
	<i>Eunicella cavolinii</i>
	<i>Eunicella singularis</i>
	<i>Eunicella stricta</i>
	<i>Eunicella verrucosa</i>
	<i>Eunicella sp.</i>
	<i>Funiculina quadrangularis</i>
	<i>Isidella elongata</i>
	<i>Kophobelemnion leucharti</i>
	<i>Leptogorgia sarmentosa</i>
	<i>Lophogorgia ceratophyta</i>
	<i>Maasella edwardsi</i>
	<i>Paralcyonium spinulosum</i>
	<i>Paramuricea clavata</i>
	<i>Paramuricea macrospina</i>
	<i>Parerythropodium coralloides</i>
	<i>Pennatula phosphorea</i>
	<i>Pennatula rubra</i>
	<i>Pteroeides griseum</i>
	<i>Pteroeides spinosum</i>
	<i>Rolandia coralloides</i>
	<i>Rolandia rosea</i>
	<i>Sarcodictyon catenatum</i>
	<i>Scleranthelia cf. microsclera</i>
	<i>Veretillum cynomorium</i>
	<i>Virgularia mirabilis</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
Anthozoa Hexacorallia	<i>Actinia cari</i> <i>Actinauge richardi</i> <i>Actinia equina</i> <i>Adamsia carciniopados</i> <i>Adamsia palliata</i> <i>Aiptasia diaphana</i> <i>Aiptasia mutabilis</i> <i>Alicia mirabilis</i> <i>Amphianthus dohrni</i> <i>Anemonia sulcata</i> <i>Antipathes fragilis</i> <i>Antipathes subpinnata</i> <i>Arachnanthus sp.</i> <i>Astroides calycularis</i> <i>Balanophyllia europaea</i> <i>Balanophyllia regia</i> <i>Bunodactis verrucosa</i> <i>Bunodeopsis strumosa</i> <i>Calliactis parasitica</i> <i>Caryophyllia inornata</i> <i>Caryophyllia smithii</i> <i>Cereus sp.</i> <i>Cerianthus membranaceus</i> <i>Cladocora caespitosa</i> <i>Corynactis viridis</i> <i>Cribrinopsis crassa</i> <i>Dendrophyllia cornigera</i> <i>Desmophyllum cristagalli</i> <i>Eloactis (mazeli)</i> <i>Epizoanthus arenaceus</i> <i>Epizoanthus incrustans</i> <i>Hoplangia durotrix</i> <i>Ilyanthus (diaphanus)</i> <i>Leptosamnia pruvoti</i> <i>Lophelia pertusa</i> <i>Madracis pharensis</i> <i>Madrepora oculata</i> <i>Monomyces pygmaea</i> <i>Paracyathus pulchellus</i> <i>Parazoanthus axinellae</i> <i>Polycyathus muelleriae</i> <i>Sagartia elegans</i> <i>Stephanoscyphus simplex</i>
Scyphozoa	<i>Aurelia aurita</i> <i>Chrysaora hysoscella</i> <i>Cotylorhiza tuberculata</i>

ANIMALIA		
Phylum		Especie
		<i>Pelagia noctiluca</i>
		<i>Rhizostoma pulmo</i>
		<i>Stephanoscyphus eumedusoides</i>
Ctenophora		<i>Beroe ovata</i>
Echinodermata		
	Asteroidea	<i>Anseropoda placenta</i>
		<i>Astropecten aranciacus</i>
		<i>Astropecten irregularis</i>
		<i>Chaetaster longipes</i>
		<i>Echinaster (Echinaster) sepositus</i>
		<i>Hacelia attenuata</i>
		<i>Hymenodiscus coronata</i>
		<i>Luidia ciliaris</i>
		<i>Ophidiaster ophidianus</i>
	Crinoidea	<i>Antedon mediterranea</i>
		<i>Brissus unicolor</i>
		<i>Leptometra phalangium</i>
	Echinoidea	<i>Arbacia lixula</i>
		<i>Brissopsis lyrifera</i>
		<i>Cidaris cidaris</i>
		<i>Echinocardium flavescens</i>
		<i>Echinocyamus pusillus</i>
		<i>Echinus acutus</i>
		<i>Echinus melo</i>
		<i>Paracentrotus lividus</i>
		<i>Spatangus purpureus</i>
		<i>Sphaerechinus granularis</i>
	Holothuroidea	<i>Holothuria (forskali)</i>
		<i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i>
		<i>Holothuria (tubulosa)</i>
		<i>Mesothuria (Allantis) intestinalis</i>
		<i>Molpadia musculus</i>
		<i>Oncus planci</i>
		<i>Paracucumaria hyndmani</i>
		<i>Parastichopus regalis</i>
		<i>Phyllophorus (Phyllonovus) urna</i>
		<i>Thyone fusus</i>
	Ophiuroidea	<i>Amphilepis norvegica</i>
		<i>Amphipholis squamata</i>
		<i>Amphiura (Amphiura) grandisquama</i>
		<i>Amphiura (Ophiopeltis) securigera</i>

ANIMALIA

Phylum		Especie
		<i>Amphiura cherbonnieri</i>
		<i>Amphiura chiajei</i>
		<i>Amphiura delamarei</i>
		<i>Amphiura filiformis</i>
		<i>Chaetaster longipes</i>
		<i>Ophiacantha setosa</i>
		<i>Ophiothrix fragilis</i>
		<i>Ophiothrix quinquemaculata</i>
		<i>Ophiura texturata</i>
Echiura		
	Echiuroidea	<i>Bonellia viridis</i>
Entoprocta		<i>Pedicellina cernua</i>
Mollusca		
	Bivalvia	<i>Abra alba</i>
		<i>Abra longicallus</i>
		<i>Abra prismatica</i>
		<i>Acanthocardia aculeta</i>
		<i>Acanthocardia echinata</i>
		<i>Acanthocardia tuberculata</i>
		<i>Aequipecten opercularis</i>
		<i>Arca noae</i>
		<i>Arca tetragona</i>
		<i>Astarte fusca</i>
		<i>Astarte sulcata</i>
		<i>Atrina pectinata</i>
		<i>Bathyarca pectunculoides</i>
		<i>Bathyarca philippiana</i>
		<i>Chlamys varia</i>
		<i>Corbula gibba</i>
		<i>Cultellus tenuis</i>
		<i>Donacilla cornea</i>
		<i>Dosinia lupinus</i>
		<i>Fimbria fimbriata</i>
		<i>Hiatella arctica</i>
		<i>Isocardia cor</i>
		<i>Laevicardium oblongum</i>
		<i>Lasaea adansoni</i>
		<i>Lima hians</i>
		<i>Lithophaga lithophaga</i>
		<i>Lucinella divaricata</i>
		<i>Macra corallina</i>
		<i>Mirtea spinifera</i>
		<i>Modiolula phaseolina</i>
		<i>Modiolus barbatus</i>
		<i>Monia squama</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Musculus costulatus</i>
	<i>Musculus (Modiolarca) subpictus</i>
	<i>Mytilaster minimus</i>
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
	<i>Neopycnodonte cochlear</i>
	<i>Nucula nitidosa</i>
	<i>Nucula nucleus</i>
	<i>Nucula sulcata</i>
	<i>Nuculana fragilis</i>
	<i>Ostrea edulis</i>
	<i>Papillicardium papillosum</i>
	<i>Parvicardium exiguum</i>
	<i>Pecten jacobaeus</i>
	<i>Pinna nobilis</i>
	<i>Pitar rudis</i>
	<i>Pseudamussium sulcatum</i>
	<i>Pteria hirundo</i>
	<i>Spondylus gussonii</i>
	<i>Striarca lactea</i>
	<i>Tellina fabula</i>
	<i>Timoclea ovata</i>
	<i>Venerupis sp.</i>
	<i>Venus casina</i>
	<i>Venus verrucosa</i>
	<i>Vermetus sp.</i>
Cephalopoda	<i>Alloteuthis media</i>
	<i>Alloteuthis subulata</i>
	<i>Bathypolipus sponsalis</i>
	<i>Eledone cirrhosa</i>
	<i>Eledone moschata</i>
	<i>Loligo vulgaris</i>
	<i>Neorossia caroli</i>
	<i>Octopus salutii</i>
	<i>Octopus vulgaris</i>
	<i>Ommastrephes bartramii</i>
	<i>Pteroctopus tetracirrus</i>
	<i>Rossia macrosoma</i>
	<i>Sepia elegans</i>
	<i>Sepia officinalis</i>
	<i>Sepia orbignyana</i>
	<i>Sepietta oweniana</i>
	<i>Todarodes sagittatus</i>
Gastropoda	<i>Alvania lineata</i>
	<i>Aplysia punctata</i>
	<i>Aporrhais serresianus</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Berthella stellata</i>
	<i>Bittium reticulatum</i>
	<i>Bolma rugosa</i>
	<i>Bosellia mimetica</i>
	<i>Buccinum undatum</i>
	<i>Calliostoma laugieri</i>
	<i>Calyptrea chinensis</i>
	<i>Cavolinia inflexa</i>
	<i>Chauvetia sp.</i>
	<i>Chromodoris krohni</i>
	<i>Chromodoris luteorosea</i>
	<i>Columbella rustica</i>
	<i>Coryphella pedata</i>
	<i>Cratena peregrina</i>
	<i>Creseis sp.</i>
	<i>Cuthona miniostrata</i>
	<i>Cymbulia peronii</i>
	<i>Danilia tinei</i>
	<i>Diodora graeca</i>
	<i>Diodora sp.</i>
	<i>Discodoris atromaculata</i>
	<i>Discodoris rosi</i>
	<i>Dondice banyulensis</i>
	<i>Doridoidea sp.</i>
	<i>Doto coronata</i>
	<i>Euspira catena</i>
	<i>Facelina auriculata</i>
	<i>Facelinopsis marioni</i>
	<i>Fissurella nubecula</i>
	<i>Flabellina affinis</i>
	<i>Flabellina babai</i>
	<i>Flabellina ischitana</i>
	<i>Gastropteron rubrum</i>
	<i>Gibberula miliaria</i>
	<i>Gibbula fanulum</i>
	<i>Hadriana craticulata</i>
	<i>Hypselodoris fontandraui</i>
	<i>Hypselodoris picta</i>
	<i>Hypselodoris tricolor</i>
	<i>Janolus cristatus</i>
	<i>Jujubinus gravinae</i>
	<i>Limacina inflata</i>
	<i>Marionia blainvillea</i>
	<i>Melanella alba</i>
	<i>Melarhappe neritoides</i>
	<i>Mitrella scripta</i>
	<i>Mitromorpha olivoidea</i>

ANIMALIA

Phylum	Especie
	<i>Muricopsis (Muricopsis) cristatus</i>
	<i>Nassarius incrassatus</i>
	<i>Nassarius reticulatus</i>
	<i>Ocinebrina aciculata</i>
	<i>Ocinebrina edwardsi</i>
	<i>Odostomia sp.</i>
	<i>Paradoris indecora</i>
	<i>Patella caerulea</i>
	<i>Patella rustica</i>
	<i>Patella ulyssiponensis</i>
	<i>Peltodoris atromaculata</i>
	<i>Phorcus richardi</i>
	<i>Phyllidia flava</i>
	<i>Pollia dorbignyi</i>
	<i>Ranella olearium</i>
	<i>Raphitoma concinna</i>
	<i>Raphitoma linearis</i>
	<i>Rissoa guerini</i>
	<i>Rissoa variabilis</i>
	<i>Rissoa violacea</i>
	<i>Rissoina bruguieri</i>
	<i>Scaphander lignarius</i>
	<i>Thuridilla hopei</i>
	<i>Triphora perversa</i>
	<i>Trochocochle (Monodonta) turbinata</i>
	<i>Turritella communis</i>
	<i>Tylodina perversa</i>
	<i>Xenophora (Xenophora) crispa</i>
Polyplacophora	<i>Acanthochitona fascicularis</i>
	<i>Chiton corallinus</i>
	<i>Chiton (Rhyssoplax) olivaceus</i>
	<i>Hanleya hanleyi</i>
	<i>Lepidopleurus cajetanus</i>
Scaphopoda	<i>Antalis agilis</i>
	<i>Antalis inaequicostata</i>
	<i>Dentalium dentalis</i>
	<i>Entalina tetragona</i>
	<i>Pulsellum lofotense</i>
Porifera	<i>Acanthella acuta</i>
	<i>Aplysina aerophoba</i>
	<i>Axinella damicornis</i>
	<i>Axinella polypoides</i>
	<i>Axinella rugosa</i>
	<i>Axinella verrucosa</i>

CHROMISTA

Phylum	Especie
	<i>Bubaris vermiculata</i>
	<i>Calyx nicaeensis</i>
	<i>Chondrosia reniformis</i>
	<i>Ciocalypta penicillus</i>
	<i>Clathrina coriacea</i>
	<i>Cliona viridis</i>
	<i>Craniella cranium</i>
	<i>Crella (Yvesia) rosea</i>
	<i>Crella elegans</i>
	<i>Desmacella inornata</i>
	<i>Eurypon clavatum</i>
	<i>Eurypon coronula</i>
	<i>Geodia sp.</i>
	<i>Hemimycale columella</i>
	<i>Hippospongia sp.</i>
	<i>Hymenaphia stellifera</i>
	<i>Hymedesmia (Hymedesmia) versicolor</i>
	<i>Jaspis johnstoni</i>
	<i>Leucandra aspera</i>
	<i>Leucosolenia variabilis</i>
	<i>Myxilla sp.</i>
	<i>Petrosia (Petrosia) ficiformis</i>
	<i>Phakellia ventilabrum</i>
	<i>Poecillastra compressa</i>
	<i>Polymastia mamillaris</i>
	<i>Rhizaxinella gracilis</i>
	<i>Rhizaxinella pyrifer</i>
	<i>Sarcotragus fasciculatus</i>
	<i>Sarcotragus spinosulus</i>
	<i>Spirastrella cunctatrix</i>
	<i>Spongia (Spongia) virgultosa</i>
	<i>Suberites carnosus</i>
	<i>Sycon ciliatum</i>
	<i>Sycon humboldti</i>
	<i>Sycon raphanus</i>
	<i>Thenea muricata</i>
	<i>Tethya aurantium</i>
Sipuncula	<i>Aspidosiphon muelleri</i>
	<i>Golfingia (Golfingia) elongata</i>
	<i>Nephasoma (Nephasoma) minutum</i>
	<i>Phascolion strombus</i>

CHROMISTA*Acinetospora crinita**Amphora sp.*

CHROMISTA

Phylum	Especie
	<i>Chaetoceros affinis</i>
	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
	<i>Chaetoceros didymus</i>
	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>
	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>
	<i>Chaetoceros socialis</i>
	<i>Chaetoceros sp.</i>
	<i>Cladosiphon irregularis</i>
	<i>Cladostephus spongiosus f. verticillatus</i>
	<i>Colpomenia sinuosa</i>
	<i>Cutleria adspersa</i>
	<i>Cutleria multifida</i>
	<i>Cylindrotheca closterium</i>
	<i>Cystoseira compressa</i>
	<i>Cystoseira mediterranea</i>
	<i>Cystoseira opuntioides</i>
	<i>Cystoseira spinosa</i>
	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>
	<i>Dictyota dichotoma</i>
	<i>Dictyota dichotoma var. intricata</i>
	<i>Dictyota linearis</i>
	<i>Dictyota spiralis</i>
	<i>Ectocarpus (siliculosus)</i>
	<i>Feldmannia caespitula</i>
	<i>Feldmannia globifera</i>
	<i>Feldmannia irregularis</i>
	<i>Giffordia mitchelliae</i>
	<i>Giraudia sphaclarioides</i>
	<i>Guinardia delicatula</i>
	<i>Guinardia flaccida</i>
	<i>Guinardia striata</i>
	<i>Halopteris filicina</i>
	<i>Herponema solitarium</i>
	<i>Leptocylindrus danicus</i>
	<i>Myriactula sp.</i>
	<i>Navicula sp.</i>
	<i>Nereia filiformis</i>
	<i>Padina pavonica</i>
	<i>Pleurosigma sp.</i>
	<i>Proboscia alata</i>
	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>
	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>
	<i>Ralfsia verrucosa</i>
	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
	<i>Sargassum sp.</i>
	<i>Scytosiphon lomentaria</i>

CHROMISTA

Phylum	Especie
	<i>Sphacelaria cirrosa</i>
	<i>Sporochnus pedunculatus</i>
	<i>Stypocaulon scoparium</i>
	<i>Stypocaulon scoparium</i>
	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>
	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
	<i>Thalassiosira rotula</i>
	<i>Thalassiosira sp.</i>
	<i>Thalassiothrix mediterranea</i>

FUNGI

	<i>Pyrenocollema halodytes</i>
	<i>Verrucaria amphibia</i>

MONERA

	<i>Planktothrix planctonica</i>
--	---------------------------------

PLANTAE

Chlorophyta	<i>Acetabularia acetabulum</i>
	<i>Acrochaete viridis</i>
	<i>Blidingia chadefaudii</i>
	<i>Bryopsis duplex</i>
	<i>Bryopsis muscosa</i>
	<i>Chaetomorpha capillaris</i>
	<i>Chaetomorpha linum</i>
	<i>Cladophora albida</i>
	<i>Cladophora pellucida</i>
	<i>Cladophora prolifera</i>
	<i>Cladophora sp.</i>
	<i>Codium bursa</i>
	<i>Derbesia tenuissima</i>
	<i>Flabellia petiolata</i>
	<i>Halimeda tuna</i>
	<i>Ulva compressa</i>
	<i>Ulva rigida</i>
	<i>Valonia macrophysa</i>
	<i>Valonia utricularis</i>
Rhodophyta	<i>Acrochaetium duboscqii</i>
	<i>Acrochaetium mediterraneum</i>
	<i>Acrochaetium microscopicum</i>
	<i>Acrochaetium secundatum</i>
	<i>Acrosymphyton purpuriferum</i>
	<i>Aglaothamnion caudatum</i>
	<i>Amphiroa cryptarthrodia</i>
	<i>Amphiroa rigida</i>
	<i>Antithamnion cruciatum</i>

PLANTAE

Phylum	Especie
	<i>Antithamnionella elegans</i>
	<i>Apoglossum ruscifolium</i>
	<i>Asparagopsis armata</i>
	<i>Audouinella</i> sp.
	<i>Boergeseniella deludens</i>
	<i>Boergeseniella fruticulosa</i>
	<i>Callithamnion corymbosum</i>
	<i>Callithamnion granulatum</i>
	<i>Callithamnion tetragonum</i>
	<i>Calosiphonia vermicularis</i>
	<i>Ceramium ciliatum</i>
	<i>Ceramium ciliatum</i> var. <i>robustum</i>
	<i>Ceramium circinatum</i>
	<i>Ceramium codii</i>
	<i>Ceramium echionotum</i>
	<i>Ceramium gracillimum</i>
	<i>Ceramium tenuicorne</i>
	<i>Ceramium virgatum</i>
	<i>Champia parvula</i>
	<i>Chondracanthus acicularis</i>
	<i>Chondria boryana</i>
	<i>Choreonema thuretii</i>
	<i>Chylocladia verticillata</i>
	<i>Colaconema daviesii</i>
	<i>Corallina elongata</i>
	<i>Corallina officinalis</i>
	<i>Crouania attenuata</i>
	<i>Cryptonemia lomation</i>
	<i>Cryptopleura ramosa</i>
	<i>Dasya corymbifera</i>
	<i>Dasya hutchinsiae</i>
	<i>Erythrotrichia obscura</i>
	<i>Eupogodon planus</i>
	<i>Gastroclonium clavatum</i>
	<i>Gayliella flaccida</i>
	<i>Gelidium pusillum</i>
	<i>Gracilaria gracilis</i>
	<i>Griffithsia schousboei</i>
	<i>Gymnothamnion</i> sp.
	<i>Herposiphonia secunda</i>
	<i>Herposiphonia secunda</i> f. <i>tenella</i>
	<i>Hydrolithon farinosum</i>
	<i>Jania longifurca</i>
	<i>Jania rubens</i>
	<i>Laurencia obtusa</i>
	<i>Liagora viscida</i>
	<i>Lithophyllum byssoides</i>

PLANTAE

Phylum	Especie
	<i>Lithophyllum corallinae</i>
	<i>Lithophyllum frondosum f. cabiochae</i>
	<i>Lithophyllum incrustans</i>
	<i>Lithophyllum orbiculatum</i>
	<i>Lithophyllum pustulatum</i>
	<i>Lithophyllum tortuosum</i>
	<i>Lithothamnion corallioides</i>
	<i>Lomentaria clavellosa</i>
	<i>Mesophyllum expansum</i>
	<i>Mesophyllum lichenoides</i>
	<i>Monosporus pedicellatus</i>
	<i>Monosporus pedicellatus var. tenuis</i>
	<i>Myriogramme minuta</i>
	<i>Nemalion helminthoides</i>
	<i>Osmundaria volubilis</i>
	<i>Osmundea pinnatifida</i>
	<i>Peyssonnelia armorica</i>
	<i>Peyssonnelia coriacea</i>
	<i>Peyssonnelia polymorpha</i>
	<i>Peyssonnelia rosa-marina</i>
	<i>Peyssonnelia squamaria</i>
	<i>Phyllophora crispa</i>
	<i>Phymatolithon calcareum</i>
	<i>Plocamium cartilagineum</i>
	<i>Pneophyllum fragile</i>
	<i>Polysiphonia denudata</i>
	<i>Polysiphonia elongata</i>
	<i>Polysiphonia furcellata</i>
	<i>Polysiphonia mottei</i>
	<i>Polysiphonia opaca</i>
	<i>Polysiphonia sertularioides</i>
	<i>Polysiphonia sp.</i>
	<i>Polysiphonia subulata</i>
	<i>Pseudocrouania ischiana</i>
	<i>Pterocladia melanoidea</i>
	<i>Pterosiphonia parasitica</i>
	<i>Rhodophyllis divaricata</i>
	<i>Rhodymenia ardissoni</i>
	<i>Rissoella verruculosa</i>
	<i>Sahlingia subintegra</i>
	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>
	<i>Sporochnus pedunculatus</i>
	<i>Stylonema alsidii</i>
	<i>Wrangelia penicillata</i>
Angiospermophyta	<i>Cymodocea nodosa</i>
	<i>Posidonia oceanica</i>

PLANTAE

Phylum	Especie
	<i>Zostera (Zosterella) noltii</i>

PROCTISTA

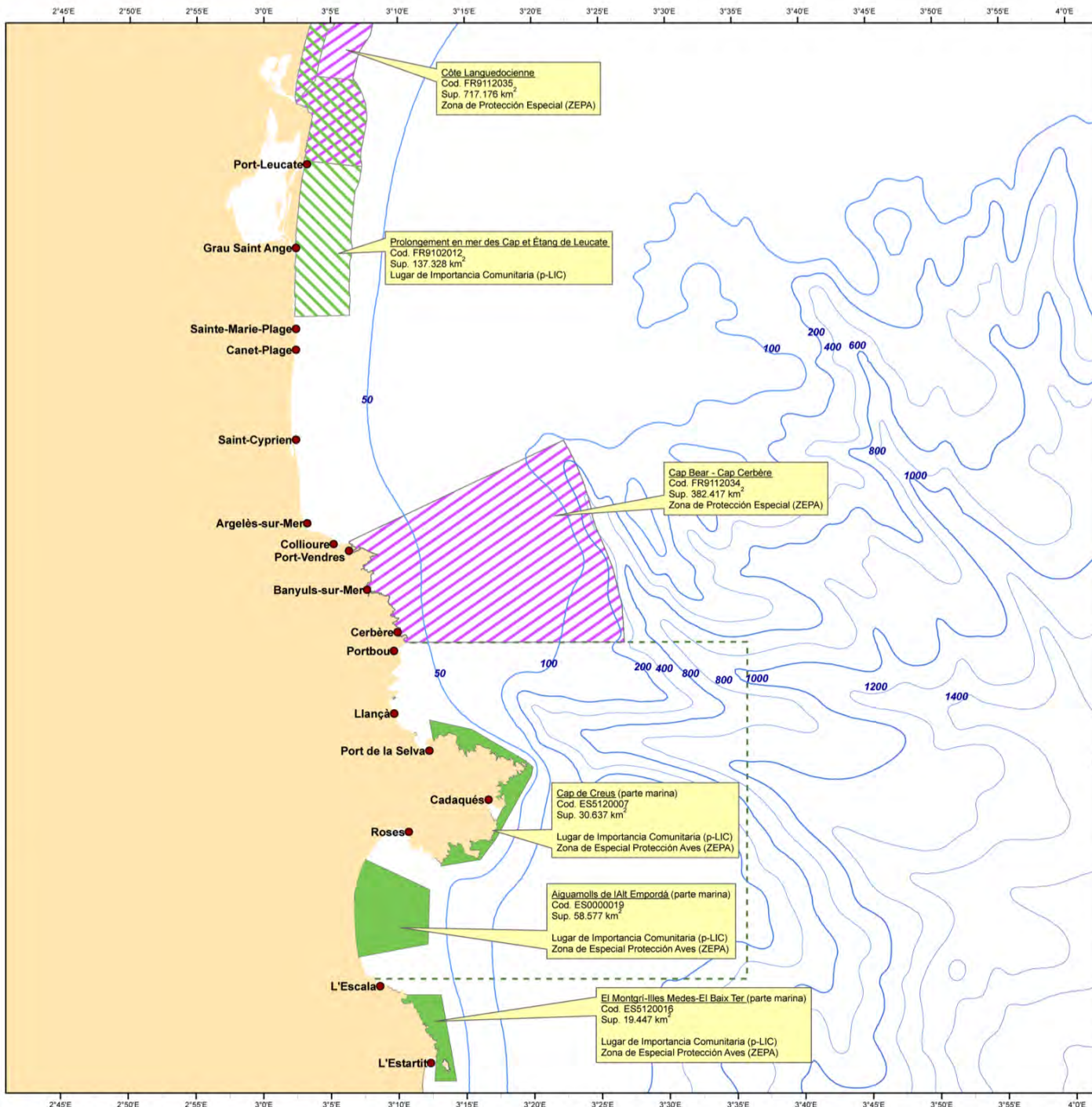
Dinophyceae	<i>Ceratium furca</i> <i>Ceratium fusus</i> <i>Cochlodinium sp.</i> <i>Dinophysis sacculus</i> <i>Dinophysis sp.</i> <i>Diplopsalopsis bomba</i> <i>Gonyaulax scrippsae</i> <i>Gymnodinium sp.</i> <i>Gyrodinium sp.</i> <i>Noctiluca scintillans</i> <i>Oxytoxum scolopax</i> <i>Peridinium sp.</i> <i>Prorocentrum compressum</i> <i>Prorocentrum sp.</i> <i>Scripsiella trochoidea</i> <i>Thoracosphaera heimii</i>
Prymnesiophyceae	<i>Calyptrosphaera sp.</i> <i>Coronosphaera mediterranea</i> <i>Discosphaera sp.</i> <i>Emiliana huxleyi</i> <i>Helicosphaera carteri var. carteri</i> <i>Sphaerocalyptra sp.</i> <i>Syracosphaera pulchra</i> <i>Umbilicosphaera sibogae</i>
Foraminifera	<i>(Astrononion cf. Siderobottomi)</i> <i>Adelosina cliarensis</i> <i>Adelosina pulchella</i> <i>Affinetrina planciana</i> <i>Ammonia beccari</i> <i>Asterigerinata mamilla</i> <i>Bolivina sp.</i> <i>Cibicides refulgens</i> <i>Cyclogyra (Cornuspira) carinata</i> <i>Discorbinella bertheloti</i> <i>Discorbis (mira)</i> <i>Discorbis (obtus)</i> <i>Discorbis (opercularis)</i> <i>Elphidium advenum</i> <i>Elphidium complanatum</i> <i>Elphidium crispum</i> <i>Elphidium macellum</i> <i>Elphidium maioricensis</i>

PROCTISTA

Phylum	Especie
	<i>Elphidium silvestrii</i>
	<i>Eponides repandus</i>
	<i>Fischerina (striata)</i>
	<i>Fischerina sp.</i>
	<i>Glabratella (patelliformis)</i>
	<i>Globigerina sp.</i>
	<i>Globulina gibba</i>
	<i>Haplophragmoides canariensis</i>
	<i>Lachlanella undulata</i>
	<i>Lobatula lobatula</i>
	<i>Massilina secans</i>
	<i>Melonis barleeanus</i>
	<i>Miliolinella labiosa</i>
	<i>Nubecularia (massutiniana)</i>
	<i>Nubecularia lucifuga</i>
	<i>Orbulina universa</i>
	<i>Patellina sp.</i>
	<i>Peneroplis pertusus</i>
	<i>Peneroplis planatus</i>
	<i>Planogypsina acervalis</i>
	<i>Planorbulina mediterraneensis</i>
	<i>Planorbulina variabilis</i>
	<i>Quinqueloculina (cf. duthiersi)</i>
	<i>Quinqueloculina (colomi)</i>
	<i>Quinqueloculina (dubia)</i>
	<i>Quinqueloculina (duthiersi)</i>
	<i>Quinqueloculina (juleana)</i>
	<i>Quinqueloculina (laticolles)</i>
	<i>Quinqueloculina (rotunda)</i>
	<i>Quinqueloculina agglutinans</i>
	<i>Quinqueloculina atlantica</i>
	<i>Quinqueloculina berthelotiana</i>
	<i>Quinqueloculina bradyana</i>
	<i>Quinqueloculina costata</i>
	<i>Quinqueloculina disparilis</i>
	<i>Quinqueloculina irregularis</i>
	<i>Quinqueloculina laevigata</i>
	<i>Quinqueloculina lucida</i>
	<i>Quinqueloculina osinclinatum</i>
	<i>Quinqueloculina parvula</i>
	<i>Quinqueloculina quadrata</i>
	<i>Quinqueloculina reticulata</i>
	<i>Quinqueloculina rugosa</i>
	<i>Quinqueloculina seminula</i>
	<i>Quinqueloculina stelligera</i>
	<i>Quinqueloculina striata</i>
	<i>Quinqueloculina ungeriana</i>

PROCTISTA

Phylum	Especie
	<i>Quinqueloculina vulgaris</i>
	<i>Rosalina globularis</i>
	<i>Rosalina valvulata</i>
	<i>Sigmoilinita costata</i>
	<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>
	<i>Siphonaptera aspera</i>
	<i>Spiroloculina (scita)</i>
	<i>Spiroloculina cymbium</i>
	<i>Spiroloculina depressa</i>
	<i>Spiroloculina excavata</i>
	<i>Spiroplectammina sagittula</i>
	<i>Textularia agglutinans</i>
	<i>Textularia pseudogramen</i>
	<i>Trifarina bradyi</i>
	<i>Triloculina adriatica</i>
	<i>Triloculina plicata</i>
	<i>Triloculina rotunda</i>
	<i>Triloculina (semicostata)</i>
	<i>Triloculina sidebottomi</i>
	<i>Triloculina suborbicularis</i>
	<i>Triloculina trigonula</i>
	<i>Vertebralina striata</i>



ÁREAS RED NATURA 2000

Área de estudio: Cap de Creus

Leyenda

Áreas Red Natura 2000 (España)*

- Terrestre
- Marina

Áreas Red Natura 2000 (Francia)

- Directiva Hábitats, p-LIC (marino)
- Directiva Aves, ZEPA (marina)

Área de estudio Cap de Creus

- Isóbatas
- Línea de costa

* La Red Natura 2000 se constituye tanto por las zonas declaradas en cumplimiento de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) que incorpora los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) propuestos (p-LIC), como por las de la Directiva de Aves (79/409/CEE) actualmente sustituida por la Directiva 2009/147/EC* que incorpora las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Su aplicación en España es de obligado cumplimiento a partir de la trasposición e incorporación a nuestro ordenamiento jurídico mediante la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (PNyBD), que deroga y sustituye a la Ley 4/1989, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.

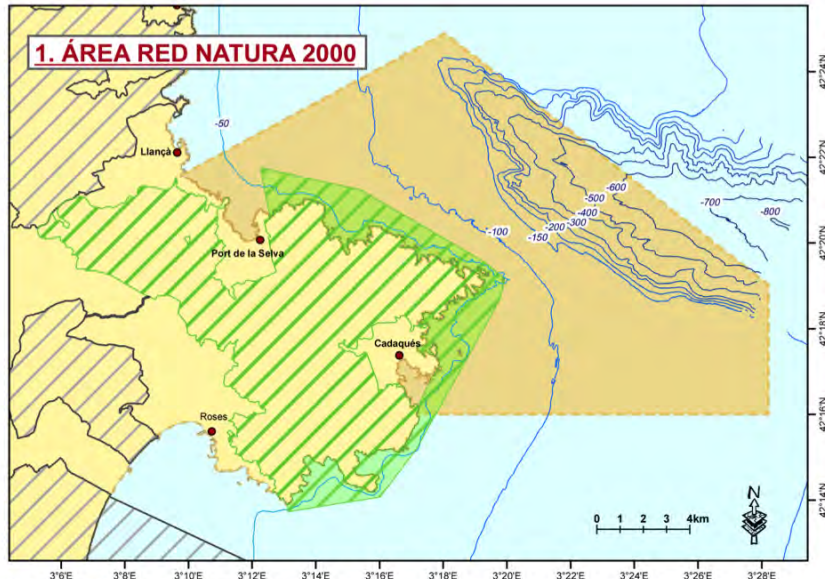
En el caso de las áreas del litoral que se presentan en este mapa para el norte de Girona, ambas declaraciones son coincidentes (propuesta 2009, DMAH).

	LIFE+ INDEMARES LIFE07/NAT/E/000732
	1. Red Natura 2000: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural, y Marino; Generalitat de Catalunya, Dpto. de Medio Ambiente y Vivienda; Agence des Aires Marines Protégées (Francia) 2. Área de estudio: Grupo de Ecología Bentónica del Instituto de Ciencias del Mar (ICM/CSIC) 3. Batimetría: GEBCO
	Responsable del proyecto (CSIC): Josep-Maria Gili Sardà Realizado: marzo 2010. Elaboración cartográfica: Susana Requena
UTM 31N_WGS-84 Proyección Transversal de Mercator Datum WGS-84	

INDEMARES

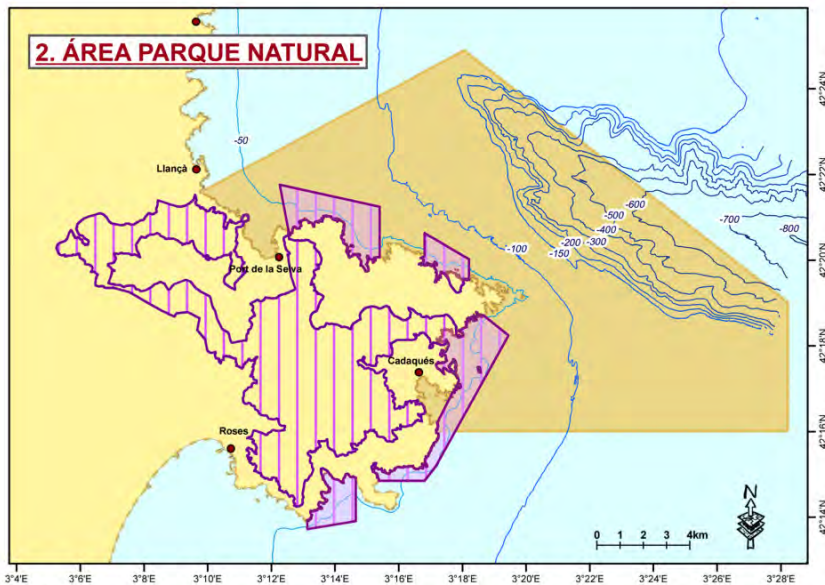


FIGURAS DE PROTECCIÓN
Área de estudio: Cap de Creus



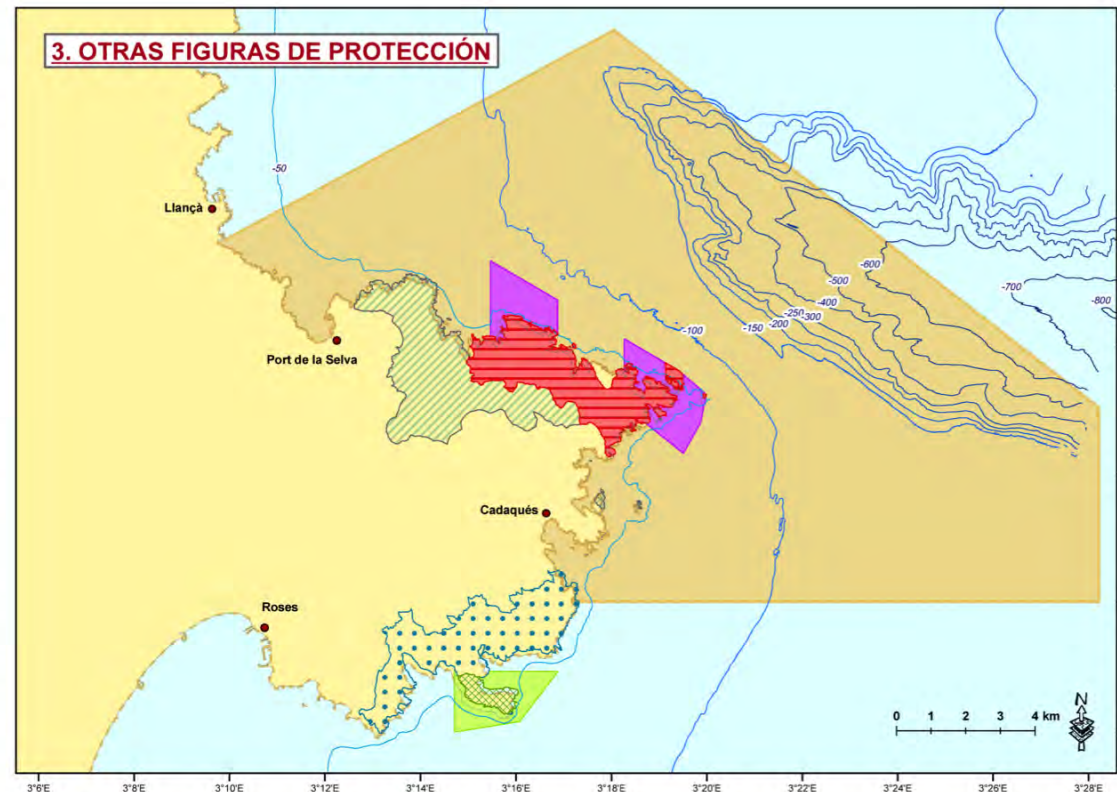
MAPA 1. Sitios Red Natura 2000

- Sitios RN2000 (p-LIC y ZEPA)
- Cap de Creus (ES5120007)
- Área marina del sitio ES5120007 (Cap de Creus)
- Ámbito del estudio del CSIC en el Life+ INDEMARES
- Puertos
- Isóbatas



MAPA 2. Parque natural de Cap de Creus

- Parque natural de Cap de Creus
- Parque natural de Cap de Creus (área marina)
- Ámbito del estudio del CSIC en el Life+ INDEMARES
- Puertos
- Isóbatas

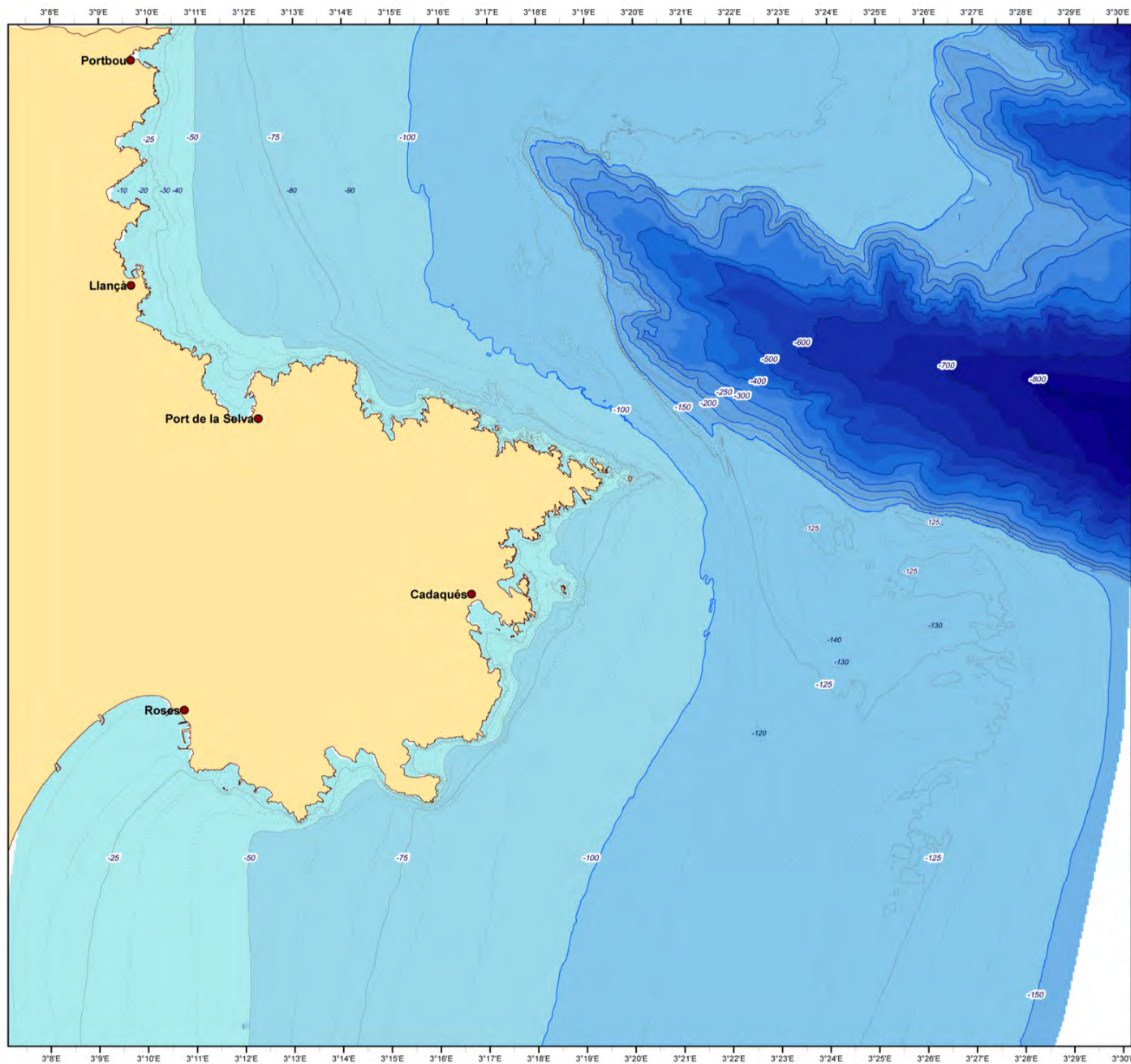


MAPA 3. OTRAS FIGURAS DE PROTECCIÓN

MAPA 3. Otras figuras de protección

- Área terrestre**
 - Reserva natural integral del Cap de Creus
 - Reserva natural integral del Cap de Norfeu
 - Paraje natural de interés nacional de Cap Gros-Cap de Creus
 - Paraje natural de interés nacional del Cap de Norfeu
- Área marina**
 - Reserva natural integral del Cap de Creus
 - Reserva natural parcial del Cap de Norfeu
 - Reserva natural parcial de Cap Gros-Cap de Creus
- Ámbito del estudio del CSIC en el Life+ INDEMARES
- Puertos
- Isóbatas

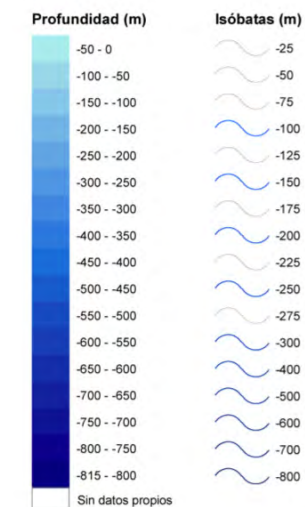
LIFE+ INDEMARES LIFE07/NAT/E/000732
1. Red Natura 2000: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural, y Marino; Generalitat de Catalunya, Dpto. de Medio Ambiente y Vivienda
2. Otras figuras de protección: Generalitat de Catalunya, Dpto. de Medio Ambiente y Vivienda
3. Batimetría: SGM-TRAGSATEC, Fugro-AOA, ICM / CSIC
4. Área de estudio: Grupo de Ecología Bentónica del Instituto de Ciencias del Mar (ICM/CSIC)
Responsable del proyecto (CSIC): Josep-Maria Gili Sardà
Realizado: marzo 2010. Elaboración cartografía: Susana Requena
UTM 31N_WGS-84. Proyección Transversal de Mercator, Datum WGS-84



BATIMETRÍA

Área de estudio: Cap de Creus

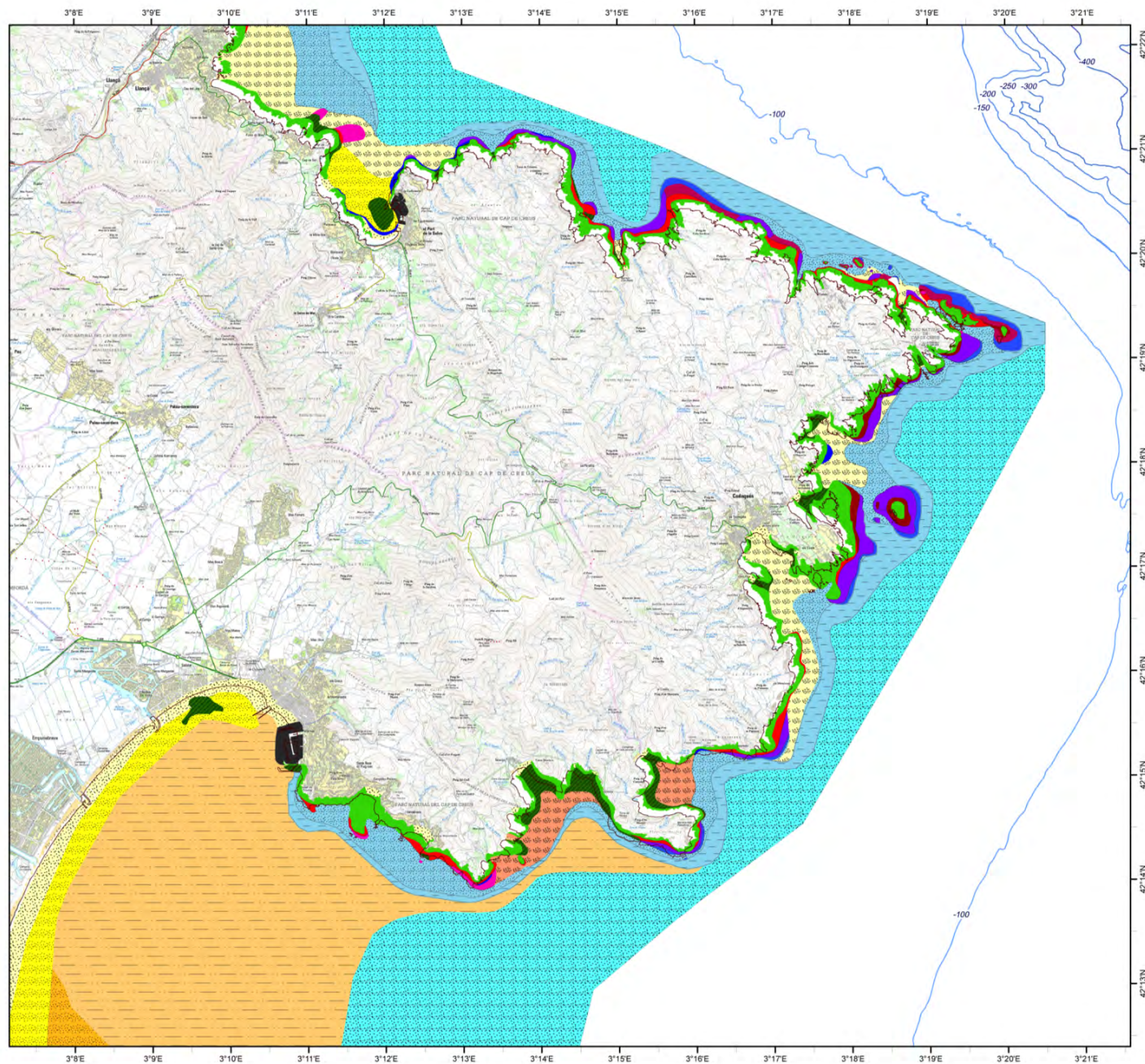
Leyenda



	LIFE+ INDEMARES LIFE07/NAT/E/000732
	Campañas INDEMARES-1, INDEMARES-2 y otras.
	1. Batimetría: Batimetría: Secretaría General del Mar (MIMAM), Fugro Survey Ltd. & AOA, UTM/ICM/CSIC (Lo Iacono, C; Prades, J; Ribó, M)
	2. Base topográfica terrestre: Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC)
	Responsable del proyecto (CSIC): Josep-Maria Gili Sardà Realizado: enero 2011. Elaboración cartografía: Susana Requena
	UTM 31N, WGS-84 Proyección Transversal de Mercator Datum WGS-84
	1:80000

INDEMARES





BIONOMÍA BENTÓNICA LITORAL

Área de estudio: Cap de Creus

Leyenda

COMUNIDADES BENTÓNICAS

- | | | | |
|--|-----------------------------------|--|------------------------------------|
| | Arenas de playa | | Precoraligeno con <i>Codium</i> |
| | Arenas finas litorales | | Precoraligeno con <i>Eunicella</i> |
| | Arenas finas de transición | | Precoraligeno de algas esciáfilas |
| | Arenas gruesas | | Coraligeno de plataforma |
| | Arenas medias y gruesas litorales | | Coraligeno con <i>Axinella</i> |
| | Arenas fangosas litorales | | Coraligeno con <i>Paramuricea</i> |
| | Fangos costeros arenosos | | Comunidades de algas fotófilas |
| | Detrítico litoral enfangado | | Praderas de <i>Posidonia</i> |
| | Detrítico litoral arenoso | | Fondos de cascajo |
| | Línea de costa | | Comunidades de puertos |
| | | | Isóbatas |

LIFE+ INDEMARES LIFE07/NAT/E/000732

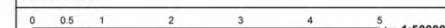
1. Bionomía del litoral:
R. Sardà (CEBAS/CSIC), S. Rossi (UAB) y J.M. Gili (ICM/CSIC).
Información obtenida en el proyecto "Pirineus Mediterranis: La muntanya que uneix". INTERREG IIIA4, Euroregió Pirineus Mediterrània

2. Batimetría: TRAGSATEC, Fugro & AOA, ICM/CSIC

3. Base cartográfica terrestre: Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC)

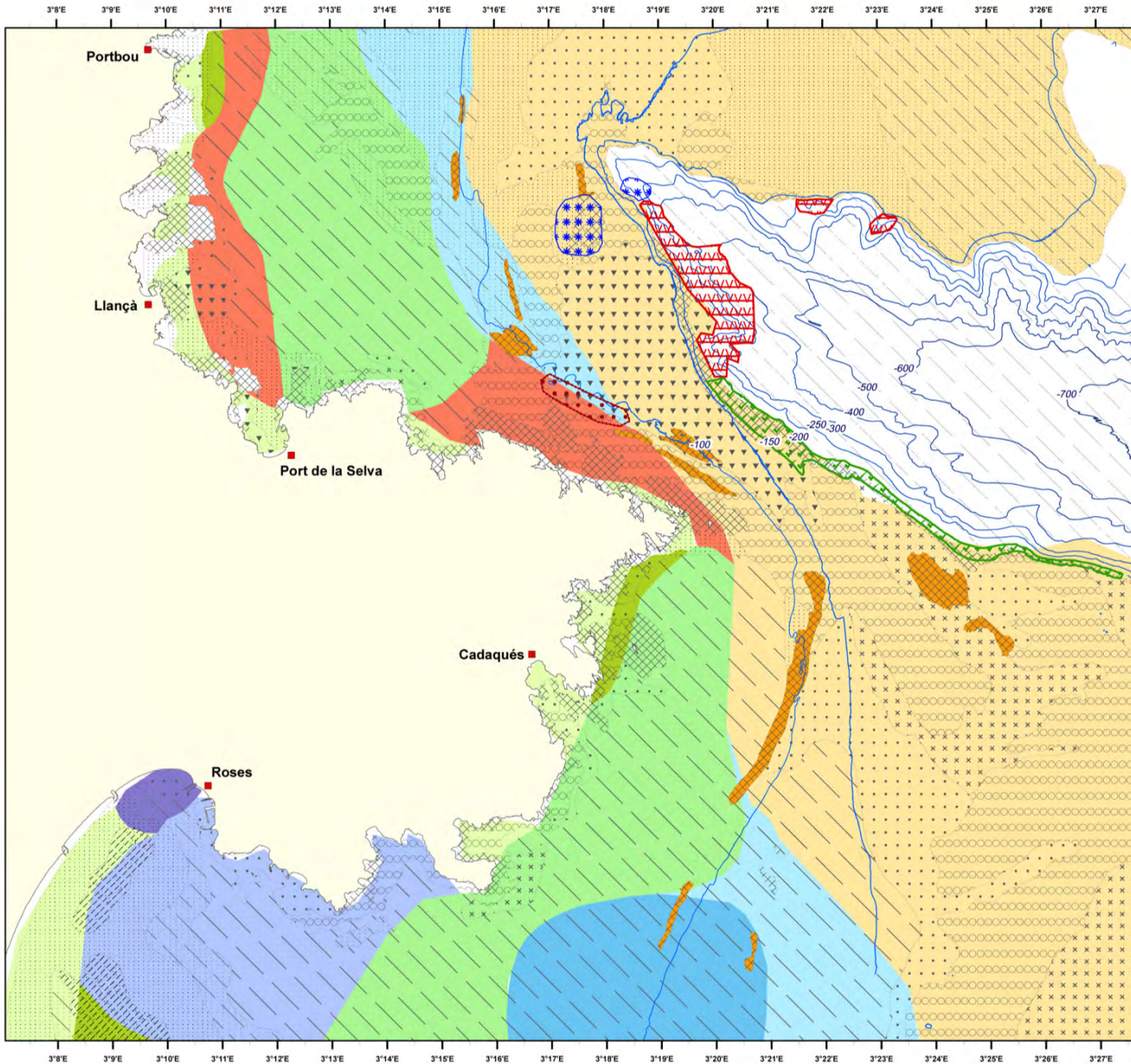
Responsable del proyecto (CSIC): Josep-Maria Gili Sardà
Realizado: octubre 2009. Elaboración cartografía: Susana Requena

UTM 31N_WGS-84
Proyección Transversal de Mercator
Datum WGS-84



INDEMARES





COMUNIDADES BENTÓNICAS Y SUSTRATOS

Área de estudio: Cap de Creus

Leyenda

Comunidades bentónicas		Sustratos	
	Rocas		Rocas
	Detrítico de plataforma		Gravas
	Detrítico costero		Arenas gruesas
	Arenas costeras		Arenas medias
	Arenas fangosas costeras		Arenas finas
	Arenas fangosas costeras (Amfiuma)		Arenas fangosas
	Fangos con arena de plataforma		Arenas s/d
	Fangos de plataforma		Fangos arenosos
	Fangos costeros		Fangos
	Comunidades portuarias		
	Ceriantarios		Sin datos
	Corales fríos y braquiópodos		Límite de plataforma
	Pennatuláceos		Isóbatas
	Gorgonias y esponjas		

LIFE+ INDEMARES LIFE07/NAT/E/000732

- Bionomía de plataforma: Desbruyères et al. (1972-73)
- Bionomía de cañón-plataforma: ICM / CSIC
- Información obtenida de la ejecución del proyecto LIFE+INDEMARES y HERMES (Gacc-CT-2005-511234-I); DEEP CORAL (CTM2005-07756-C02-02/MAR) y las Acciones Complementarias (CTM2005-24174-E, CTM2006-27063-E/MAR, CTM2007-28758-E/MAR); "Estudi i seguiment de l'estat de les poblacions de corall vermell C. rubrum en el litoral català" (GC. PCC 30103)
- Batimetria: TRAGSATEC, Fugro & AOA, ICM/CSIC
- Base cartográfica terrestre: Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC)

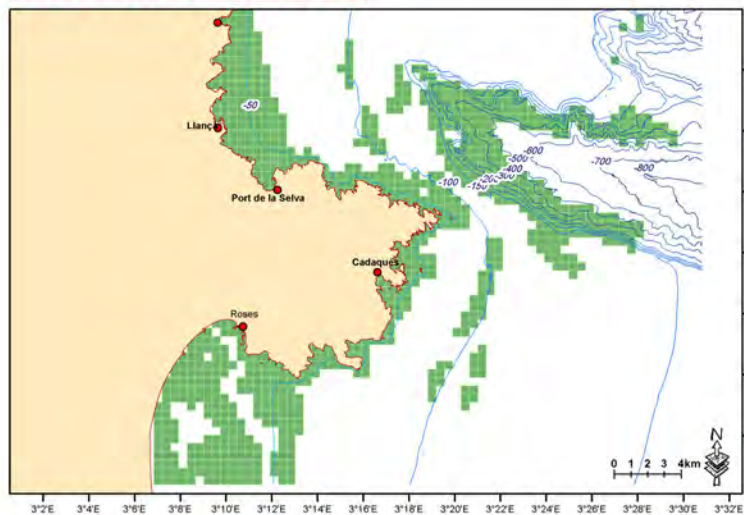
Responsable del proyecto (CSIC): Josep-Maria Gill Sardà
 Realizado: julio 2010. Elaboración cartografía: Susana Requena

UTM 31N_WGS-84
 Proyección Transversal de Mercator
 Datum WGS-84

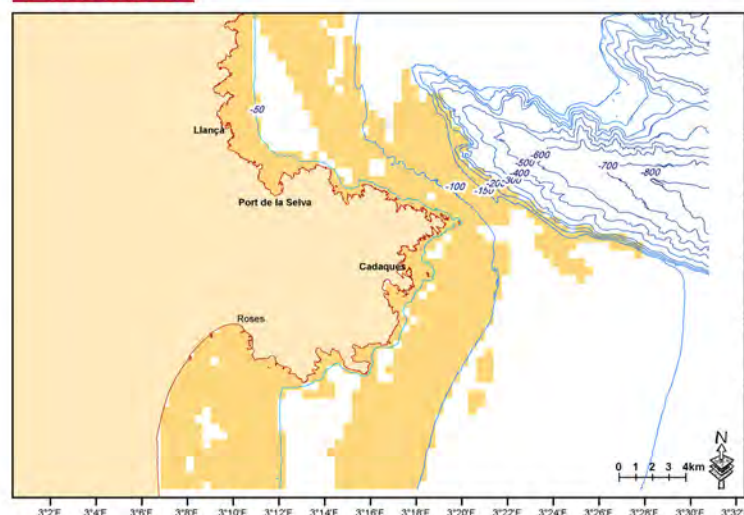
INDEMARES



1. PALANGRE DE SUPERFICIE



2. TRASMALLO



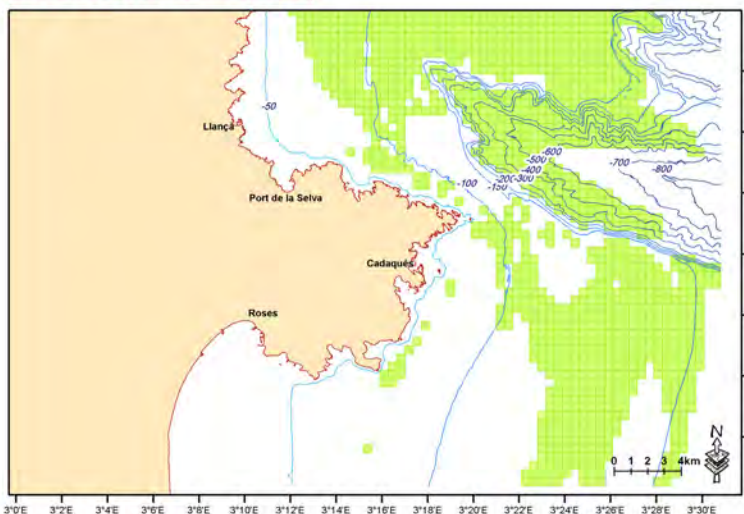
DISTRIBUCIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO

Área de estudio: Cap de Creus

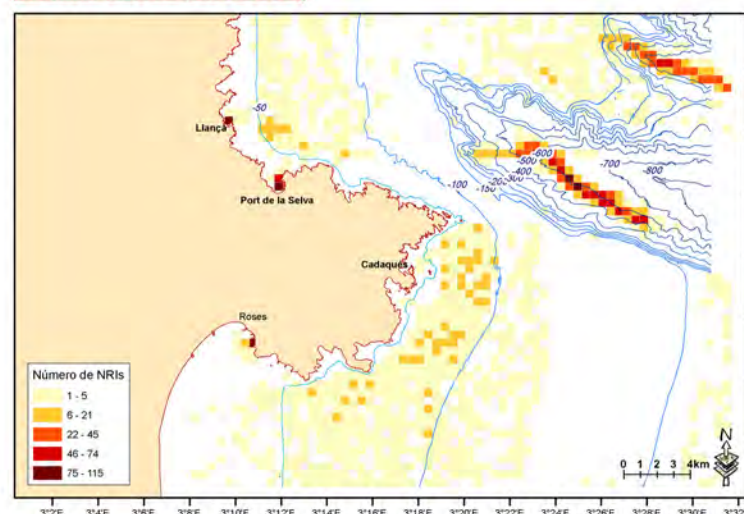
Leyenda

- Puertos
- Isóbatas
- Palangre de superficie
- Trasmallo
- Palangre de fondo
- Arrastre

3. PALANGRE DE FONDO



4. ARRASTRE (año 2002)



LIFE+ INDEMARES LIFE07/NAT/E/000732

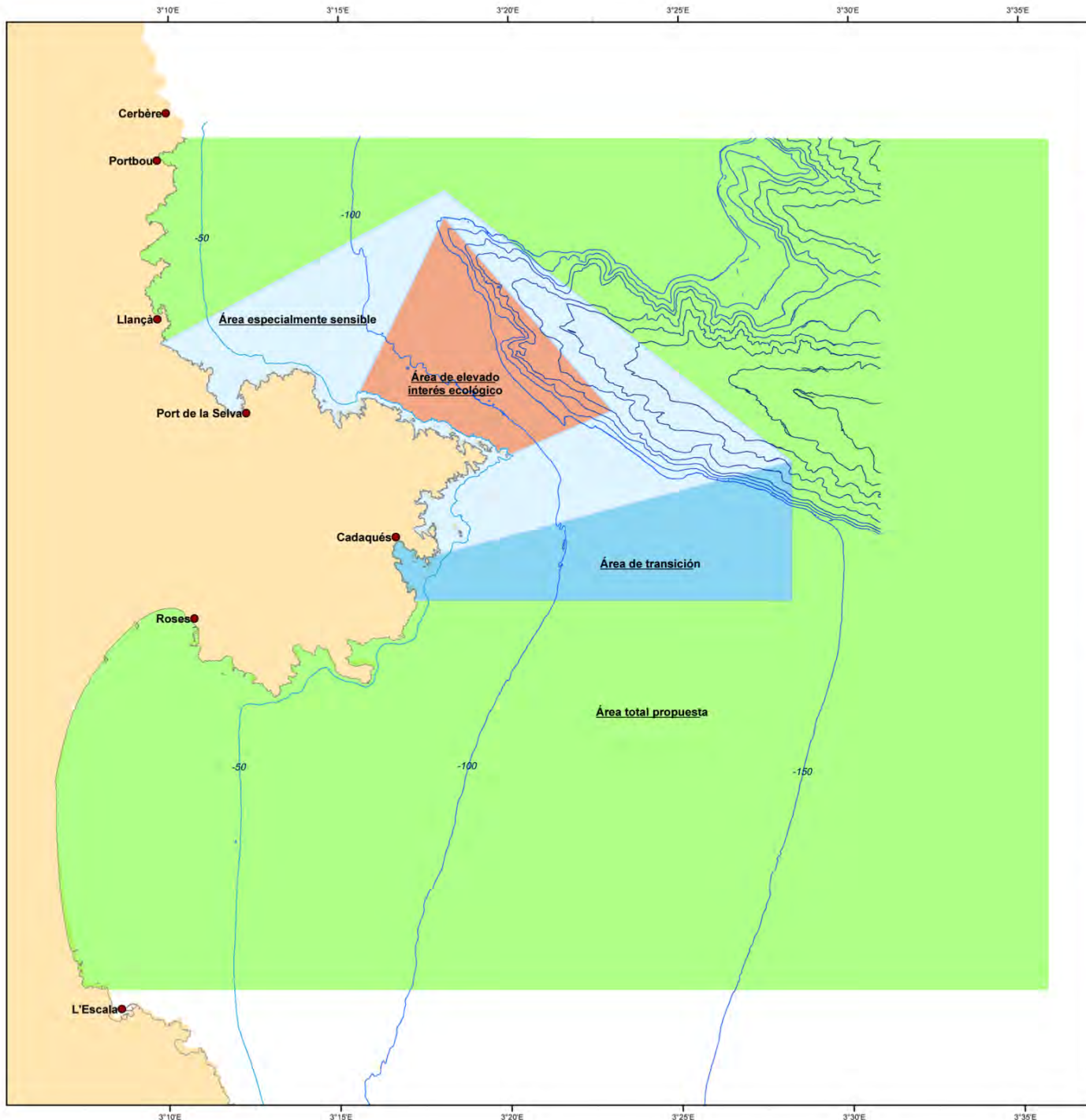
1. Artes de Pesca: Purroy, A. *et al.* (2010). Spatial assessment and impact of artisanal fisheries' activity in Cap de Creus. 15-22. "Geographic technologies applied to Marine Spatial Planning and Integrated Coastal Zone Management"
2. Arrastre: Datos de VMS facilitados por la Secretaría General del Mar (MARM). Localizaciones de VMS, año 2002
3. Batimetría: SGM-TRAGSATEC, Fugro-AOA, CSIC / ICM

Responsable del proyecto (CSIC): Josep-Maria Gili Sardà
Realizado: enero 2010. Elaboración cartografía: Ariadna Purroy y Susana Requena

UTM 31N_WGS-84
Proyección Transversal de Mercator
Datum WGS-84

INDEMARES





PROPUESTA DE ZONAS DE GESTIÓN

Área de estudio: Cap de Creus

Leyenda

Áreas p-LIC Cap de Creus (propuesta CSIC)

- Área total propuesta
- Área de elevado interés ecológico
- Área de especial interés ecológico
- Área de transición
- Puertos
- Isóbatas
- Línea de costa

** La Red Natura 2000 se constituye tanto por las zonas declaradas en cumplimiento de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) que incorpora los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) propuestos (p-LIC), como por las de la Directiva de Aves (79/409/CEE) -actualmente sustituida por la Directiva 2009/147/EC- que incorpora las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Su aplicación en España es de obligado cumplimiento a partir de la trasposición e incorporación a nuestro ordenamiento jurídico mediante la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (PNBD), que deroga y sustituye a la Ley 4/1989, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.*

	LIFE+ INDEMARES LIFE07/NAT/E/000732
	1. Zonificación: Grupo de Ecología Bentónica del Instituto de Ciencias del Mar (ICM/CSIC). 2. Batimetría: Secretaría General del Mar (MIMAM), Fugro Survey Ltd. & AOA, ICM/UTM/CSIC 3. Base topográfica terrestre: Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC)
	Responsable del proyecto (CSIC): Josep-Maria Gili Sardà Realizado: enero 2011. Elaboración cartografía: Susana Requena
UTM 31N WGS-84 Proyección Transversal de Mercator Datum WGS-84	

INDEMARES

