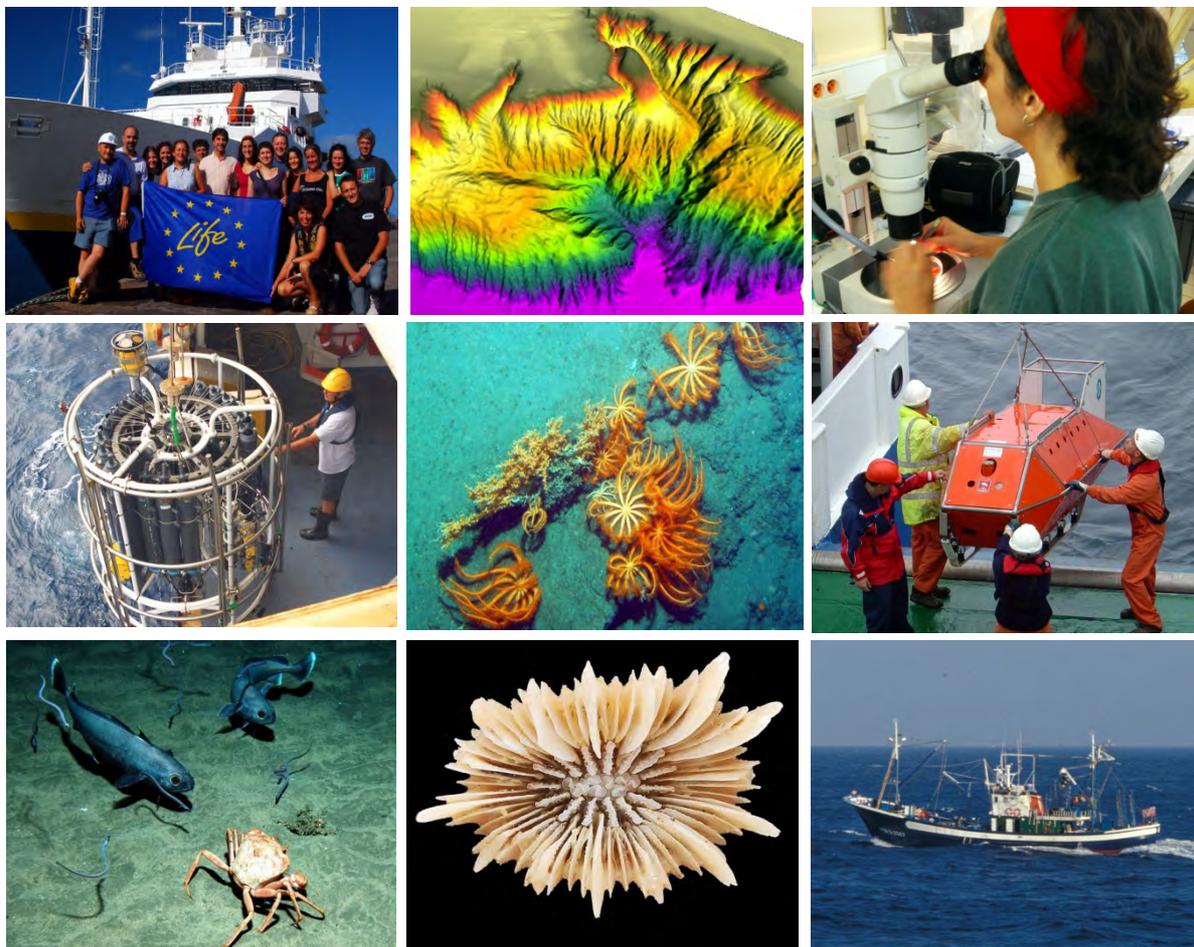


INVENTARIO Y DESIGNACIÓN DE LA RED NATURA 2000 EN ÁREAS MARINAS DEL ESTADO ESPAÑOL



CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DEL ÁREA MARINA DEL SISTEMA DE CAÑONES SUBMARINOS DE AVILÉS



Informe del Instituto Español de Oceanografía
Proyecto LIFE+ INDEMARES-Sistema de cañones de Avilés

Versión: 25 de Junio de 2014

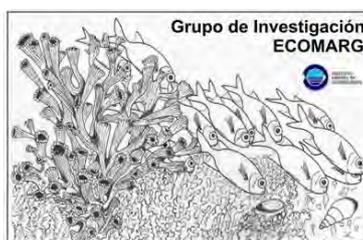
Informe elaborado por el Instituto Español de Oceanografía (Centros Oceanográficos de Santander, Gijón, La Coruña y Madrid) y el Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona

Proyecto LIFE+ INDEMARES - AVILES

Coordinación y edición: Francisco Sánchez Delgado

Autores:

Geomorfología: María Gómez-Ballesteros, María Druet, Jesús Rivera y Juan Acosta
SIG y cartografía: Ana García-Alegre, María Druet y Olvido Tello
Sedimentología: Santiago Parra, Antia Lourido y Juan Fernández Feijoo
Oceanografía: Cesar González-Pola, Angel Merino, Ignacio Reguera y Guillermo Díaz del Río
Producción primaria: Mikel Latasa y Renate Scharek
Comunidades endobentónicas: Santiago Parra y Antia Lourido
Comunidades epibentónicas: Javier Cristobo, Pilar Ríos y Alberto Serrano
Comunidades suprabentónicas: Inmaculada Frutos
Comunidades demersales: Alberto Serrano y Cristina Rodríguez-Cabello
Comunidades bentopelágicas: Joan E. Cartes (ICM-CSIC) y Vanessa Papiol (ICM-CSIC)
Relaciones tróficas: Izaskun Preciado
Actividades pesqueras: Antonio Punzón y Juan Carlos Arronte
Estudio de los hábitats: Francisco Sánchez, Ana García-Alegre y Alberto Serrano
Gestión de bases de datos: Ana García-Alegre y María Angeles Blanco



Asesores especialistas en taxonomía:

Cnidarios: Álvaro Altuna (INSUB)
Peces: Rafael Bañón (Xunta Galicia- UTPB)
Equinodermos: Eugenia Manjón (UMA)
Moluscos: Ángel Luque (UAM), Serge Gofas (UMA), Carmen Salas (UMA)
Poliquetos: Sergi Taboada (Universidad de Barcelona)
Briozoos: Javier Souto (Universidad de Viena)

Otros colaboradores de este proyecto:

Asistencia y diseño equipos electrónicos: Juan Manuel Rodríguez (Robótica Marina Santander)
Operadores ROV *Liropus 2000*: Empresa ACSM

Agradecimientos: Tripulaciones de los buques *Vizconde de Eza* (SGMar), *Thalassa* (IFREMER/IEO), *Ramón Margalef* (IEO), *Ángeles Alvariño* (IEO) y José Ignacio Díaz (Coordinador Equipamiento Científico del IEO). Araceli Muñoz-Recio (geología, TRAGSATEC).

Cita recomendada:

IEO, 2014. Caracterización ecológica del área marina del sistema de cañones submarinos de Avilés. Informe final área LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732). Instituto Español de Oceanografía. Coordinación: Fundación Biodiversidad, Madrid, 243 pág.

Índice

Resumen Ejecutivo	5
1. Introducción	
1.1. Introducción general	7
1.2. Localización del área de estudio	7
2. Marco jurídico del proyecto	
2.1. Directivas europeas (Directiva Hábitats 92/43/EEC y Directiva Aves 79/409/CEE)	8
2.2. Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y Zonas Especiales de Conservación (ZEC)	9
2.3. Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).	
2.4. Conservación de la red Natura 2000, vigilancia y seguimiento	
2.5. Corredores ecológicos y conectividad entre poblaciones	
2.6. Otras disposiciones aplicables a espacios de la red Natura 2000 y ZEPIM	
2.7. Convenios internacionales: el Convenio de Barcelona, OSPAR y otros instrumentos de conservación	10
2.8. Normativas del Estado Español	11
3. Estudios y proyectos coincidentes en el área de estudio	
3.1. Fuentes de información previa	12
3.2. Proyectos actuales en la zona	13
4. Metodologías y equipamientos de estudio	
4.1. Campañas Oceanográficas: recursos, diseño del muestreo y objetivos	15
4.2. Hidrografía y dinámica oceanográfica	19
4.3. Geomorfología y sedimentología	22
4.3.1. Métodos acústicos: sonda multihaz y sísmica de alta resolución	22
4.3.2. Sedimentología	33
4.4. Comunidades endobentónicas	35
4.5. Comunidades epibentónicas	36
4.5.1. Comunidades epibentónicas de fondos duros	36
4.5.2. Comunidades epibentónicas de fondos sedimentarios	41
4.6. Comunidades suprabentónicas	43
4.7. Comunidades demersales	45
4.8. Comunidades bentopelágicas	48
4.9. Pesquerías	50
4.9.1. Origen de los datos	50
4.9.2. Análisis del tipo de pesquerías	51
4.9.3. Análisis de distribución espacial del esfuerzo pesquero	52
4.10. Metodologías visuales y tratamiento de imágenes	56
4.10.1. ROV <i>Liropus 2000</i>	56
4.10.2. Trineo fotogrametría y vídeo	58
4.10.3. <i>Lander</i>	62
4.10.4. Tratamiento de imágenes	63
4.11. Identificación y clasificación de hábitats	66
4.12. Registro, almacenamiento y tratamiento de datos	69
5. Características físicas del área de estudio	
5.1. Hidrografía y dinámica oceanográfica	70
5.1.1. Características de las masas de agua	70
5.1.2. Dinámica oceanográfica	72
5.2. Geomorfología y sedimentología	76
5.2.1. Historia geológica	76
5.2.2. Morfología	77
5.2.3. Sedimentología	86
6. Características biológicas del área de estudio	
6.1. Descripción de la biodiversidad	92
6.1.1. Comunidades endobentónicas	93
6.1.2. Comunidades epibentónicas	102
6.1.3. Comunidades suprabentónicas	126
6.1.4. Comunidades demersales	130
6.1.5. Comunidades bentopelágicas	135



6.2. Resultados de estudios específicos de especies de interés	137
6.2.1. Especies vulnerables	137
6.2.1.1. Especies bentónicas	137
6.2.1.2. Elasmobranchios	138
6.2.1.3. Anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats y Convenios OSPAR	140
6.2.2. Especies de interés científico	141
7. Descripción y distribución de hábitats y especies de interés	145
7.1. Descripción y distribución espacial de los principales hábitats	146
7.1.1. Hábitats de fondos sedimentarios	146
7.1.2. Hábitats de fondos rocosos	155
8. Análisis de las presiones	
8.1. Breve descripción de las presiones detectadas en la zona	165
8.2. Actividades pesqueras	166
8.2.1. Descripción de las principales pesquerías y especies objetivo	167
8.2.1.1. Esfuerzo pesquero	169
8.2.1.2. Normativas de gestión actuales	170
8.2.2. Distribución espacial de las pesquerías	171
8.2.2.1. Distribución espacial por táctica pesquera (métier)	171
8.2.3. Descripción de las pesquerías artesanales	186
8.2.3.1. Características de la flota artesanal	187
8.2.3.2. Descripción de las pesquerías y especies objetivo	187
9. Modelización trofodinámica del ecosistema	
9.1. Hábitats alimenticios de los peces	199
9.2. Afinidades tróficas entre predadores	200
9.3. Modelización trofodinámica	202
10. Criterios para la designación del área marina protegida	
10.1. Hábitats de interés comunitario, hábitats vulnerables y hábitats esenciales	205
10.1.1. Hábitats del Anexo I de la Directiva de Hábitats presentes en la zona	205
10.1.2. Hábitats vulnerables no incluidos en la DH	211
10.1.3. Hábitats incluidos en las listas de OSPAR	211
10.1.4. Hábitats esenciales (EFH)	213
10.1.5. Problemas o amenazas en relación a los hábitats y las actuaciones que se llevan a cabo en la zona	215
10.2. Especies de interés comunitario, protegidas y/o vulnerables	216
10.3. Criterios ecológicos	219
10.3.1. Diversidad (especies y comunidades)	220
10.3.2. Conectividad y dependencia entre sistemas ecológicos	221
10.3.3. Representatividad	222
10.3.4. Sensibilidad	222
11. Recomendaciones para la zonificación y la gestión del LIC	224
12. Referencias bibliográficas	226
13. Producción científica asociada al proyecto	237
13.1. Publicaciones científicas	237
13.2. Comunicaciones a congresos	238
13.3. Presentaciones o conferencias públicas	241
13.4. Material divulgativo	243

ANEXOS

- I. Cartografía
- II. Tablas
- III. Inventario de especies de la zona

Resumen Ejecutivo

La región en donde se encuentra el Sistema de Cañones de Avilés (SCA) se localiza en el margen continental del norte de la península Ibérica, frente a la costa occidental de Asturias. Es una zona estructuralmente muy compleja en donde la plataforma continental del mar Cantábrico se encuentra profundamente modificada por la acción de la tectónica compresiva, presentando importantes elementos geomorfológicos, como son: tres grandes cañones submarinos (Avilés, El Corbiro y La Gaviera), una plataforma marginal (Canto Nuevo) y un alto estructural rocoso masivo (Agudo de Fuera). La plataforma continental, de borde muy irregular, tiene una anchura variable entre 12 y 40 km y presenta numerosos afloramientos rocosos y escaso recubrimiento sedimentario. En el talud continental se distinguen un talud superior (entre los 200 y 2000 m de profundidad) y un talud inferior de fuerte pendiente que finaliza de forma nítida a 4700 m en la llanura abisal del Golfo de Vizcaya. El cañón de Avilés comienza a 128 m de profundidad y tiene aproximadamente 75 km de longitud, con un perfil en forma de V y un fondo fundamentalmente sedimentario. En su cabecera presenta tres cambios bruscos de dirección (falla de Ventaniella) y su desembocadura a 4700 m es común para los tres cañones presentes en la zona. El cañón de El Corbiro tiene 23 km de longitud y perfil en V, con fondo sedimentario, mientras que el cañón de La Gaviera es de perfil en forma de U con uno de los flancos sedimentario y otro más rocoso, actuando como un cañón colgado y en su eje existen varios escarpes rocosos. Estos cañones submarinos juegan un importante papel como sistemas de alta producción biológica, debido a que actúan como mecanismos de transporte de sedimentos y materia orgánica desde la plataforma continental hasta las áreas profundas cuenca abisal del Golfo de Vizcaya.

Las masas de agua de la zona presentan la estructura en capas típica del Golfo de Vizcaya. En los niveles superficiales y hasta unos 200 m de profundidad se encuentra una capa de mezcla en interacción constante con la atmósfera. Por debajo aparecen las aguas centrales del Atlántico Noreste (ENACW) que alcanzan hasta los 500-600 m y a partir de aquí se detectan las aguas mediterráneas (MW), mas saladas, procedentes del golfo de Cádiz y cuyo núcleo se sitúa sobre los 1000 m. Existen en la zona procesos de afloramiento que inyectan aguas profundas ricas en nutrientes en la superficie favoreciendo la producción biológica. Al mismo tiempo la existencia de una topografía compleja interacciona con las corrientes incrementando localmente los procesos de producción y con ello la respuesta biológica. Las corrientes de mareas se intensifican particularmente en los cañones dando lugar a procesos de resuspensión de sedimentos que tienen importancia capital sobre la existencia de comunidades biológicas sésiles vulnerables, ya que facilitan su crecimiento contribuyendo a una mayor disponibilidad de alimento.

Las comunidades biológicas presentes en el SCA responden a las características de un ecosistema de aguas templadas con elevada producción biológica, debido a la presencia del afloramiento costero estival y la dinámica oceanográfica asociada al talud continental y los cañones. Al mismo tiempo, la existencia de una compleja geomorfología condiciona una amplia y variada representación de hábitats y especies. La biodiversidad en el SCA es muy elevada y se llevan inventariadas hasta la fecha más de 1300 especies sobre el fondo (sin incluir las pelágicas), algunas de ellas muy vulnerables, como son los corales, las esponjas y los tiburones de profundidad, y que se encuentran incluidas en diversas normativas de protección, si bien ocupan en general aguas muy profundas.

El único hábitat de la Directiva Hábitats presente en la zona es el "1170 Arrecifes". Se han identificado y cartografiado arrecifes bien estructurados por los corales *Lophelia pertusa* y *Madrepora oculata* en zonas concretas de la cabecera del cañón de Avilés y particularmente en el cañón de La Gaviera. Su presencia está relacionada con procesos de producción basados en la dinámica oceanográfica en combinación con resaltes rocosos y/o fuertes pendientes en sus flancos que limitan la sedimentación sobre las colonias y facilitan el asentamiento de las mismas. En algunas localizaciones del cañón de La Gaviera han generado montículos carbonatados de hasta 30 m de altura, con un arrecife mas desarrollado en sus cimas. El rango de profundidades de su distribución suele estar entre 700 y 1200 m, que se corresponde con la presencia del



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



agua mediterránea. En estos arrecifes se han descrito una gran diversidad de organismos, entre los que destacan corales negros (*Leiopathes* spp., *Stichopathes* spp.), esponjas de cristal (*Regradella phoenix* y *Aphrocallistes beatrix*), erizos (*Araeosoma fenestratum* y *Cidaris cidaris*), crustáceos (*Bathynectes maravigna* y *Chaceon affinis*), ceriantarios y anémonas (*Cerianthus lloiddii* y *Phelliactis hertwigi*) y peces como *Neocyttus helgae*, *Lepidion eques*, *Phycis blennoides*, *Trachyscorpia cristulata echinata* entre otras muchas especies típicas de los arrecifes de corales de aguas frías del Atlántico. Es el hábitat con mayor biodiversidad identificado en el SCA. Estos arrecifes de corales de aguas frías son hasta ahora los únicos descritos en la plataforma y talud de la península Ibérica y se encuentran en un relativo buen estado de conservación.

La alta productividad biológica asociada al SCA es responsable de la existencia de una abundante y variada flota pesquera en la zona. En la plataforma continental y comienzo del talud habitan multitud de especies de interés comercial que son objetivo de la flota, como la merluza, la bacaladilla, los rapés, los gallos, la cigala, el jurel, la caballa y la locha, entre otras muchas. Existen actualmente unos 280 barcos asturianos que faenan con las diversas modalidades de arrastre, palangre, enmalle, cerco y otros artes menores. La zona está sometida a numerosas normativas de gestión espacial (vedas) y por lo que la numerosa flota pesquera compite por un reducido espacio debido a que la plataforma continental es muy estrecha. La flota de arrastre opera principalmente en los fondos sedimentarios de la plataforma externa mientras que la flota artesanal, más selectiva, se concentra sobre afloramientos rocosos de la plataforma y en los fondos de gran pendiente del talud continental.

1. Introducción

1.1. Introducción general

La presencia de hábitats y especies incluidos en las directivas europeas (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992), establece la obligación para los estados miembros a seleccionar zonas representativas de estos valores en sus aguas, definir medidas de conservación y crear su red coherente de Áreas Marinas Protegidas (AMPs). En este contexto, el proyecto INDEMARES se inicia en el año 2009 con el objetivo de contribuir a la protección y uso sostenible de la biodiversidad en los mares españoles, y previas consultas a diversas instituciones científicas, se propusieron 10 zonas para iniciar los estudios dirigidos a identificar si sus características ambientales les hacia ser candidatas a formar parte de esta red de AMPs. Una de las zonas elegidas fue el cañón de Avilés.

Para evitar malentendidos, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el proyecto INDEMARES, utilizaremos en este documento el término “Sistema de Cañones de Avilés, SCA” cuando nos estemos refiriendo a la zona de estudio (que engloba tres grandes cañones submarinos) mientras que hablaremos de “cañón de Avilés” cuando la información aportada se refiera exclusivamente a este cañón.

1.2. Localización del área de estudio

La región en donde se encuentra el SCA se localiza en el margen continental del norte de la península Ibérica (Fig. 1.2.1), en el mar Cantábrico (Sur del Golfo de Vizcaya) y frente a la costa occidental de Asturias (Figura 1 del Anexo I: Cartografía).



Figura 1.2.1.- Localización del área de estudio.

Coordenadas del centro (en grados decimales)

Longitud: -6.10

Latitud: 43.87

Superficie (ha): 339.026,0

Superficie marina (%): 100%

Longitud (km): 80.4

2. Marco jurídico del proyecto

En la actualidad existe un gran abanico de Normativas, Convenios y Estrategias de Acción a nivel internacional y nacional que establecen la necesidad y la obligación de crear Áreas Marinas Protegidas con el objetivo de conservar y proteger la biodiversidad marina, los hábitats y las especies. Este apartado no pretende ser una revisión exhaustiva de la jurisprudencia ambiental de aplicación en el ámbito marino. Simplemente recoge la legislación actual relacionada con la protección de hábitats y especies presentes en el canal de Menorca y que, de alguna forma, marcarán las compromisos y necesidades en materia de conservación y gestión.

El proyecto LIFE+ INDEMARES “Inventario y Designación de la Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español” pretende contribuir a la aplicación de las Directivas Hábitats y Aves de la Unión Europea, centrándose en los hábitats y las especies que forman parte de los Anexos de ambas directivas. Así, en relación a estas dos directivas, el objetivo principal del proyecto es contribuir a la protección y uso sostenible de la biodiversidad en los mares españoles mediante la identificación de espacios de valor para la ampliación de la Red Natura 2000 marina en España. Además, la ampliación de la superficie de áreas marinas protegidas, que se conseguirá en el marco del proyecto, permitirá cumplir con los objetivos de conservación de hábitats y especies marcados en varios Convenios y Acuerdos Internacionales de los que España forma parte y en otras Normativas Estatales de reciente aplicación.

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

La Directiva Hábitats 92/43/EEC, relativa a la conservación de los hábitats y de las especies de flora y fauna silvestres, establece la obligación de designar espacios para garantizar o restablecer en un estado de conservación favorable los hábitats y las especies en su área de distribución natural, que constituyen la Red Natura 2000. Los Anexos I y II de la Directiva recogen los tipos de hábitats y las especies cuya conservación requiere la designación de Zonas Especiales de Conservación (ZEC). Algunos casos se definen como tipos de hábitats o de especies “prioritarios” (en peligro de desaparición). El Anexo III establece los criterios de selección de los lugares que pueden clasificarse como lugares de importancia comunitaria y designarse zonas especiales de conservación. Los Anexos IV y V enumeran respectivamente las especies animales y vegetales que requieren una protección estricta y aquellas cuya recogida y explotación pueden ser objeto de medidas de gestión. Su objetivo principal es la conservación de la biodiversidad, materializado a través de la creación de una red de Lugares de Interés Comunitario (LIC) hasta su transformación en ZEC.

La Directiva Aves 2009/147/EC, relativa a 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 aves de interés comunitario y de las especies migratorias, designados como Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Por lo tanto, el conjunto de LICs, ZECs y ZEPAs constituyen la Red Natura 2000, una red ecológica de áreas de conservación de la biodiversidad en la Unión Europea.

La Directiva 2008/56/CE, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva Marco sobre la Estrategia Marina), establece que los Estados Miembros deben adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un buen estado medioambiental del medio marino, a más tardar en el año 2020. Para esto, cada Estado miembro debe elaborar una estrategia marina para cada región o subregión marina (o subdivisión menor que cada estado pueda determinar). De acuerdo con esta directiva, los programas de medidas establecidos con arreglo al artículo 13 de la misma incluirán medidas de protección espacial, que contribuyan a la constitución de redes coherentes y representativas de zonas marinas protegidas y que cubran adecuadamente la diversidad de los ecosistemas que las componen. Esto



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



se aplicaría tanto a las áreas designadas ZECs y ZEPAs como a las zonas marinas protegidas que han sido acordadas por la Comunidad o los Estados miembros interesados, en el marco de los acuerdos internacionales o regionales de que sean Partes, como por ejemplo las ZEPIM, designadas en virtud del Convenio de Barcelona (ver apartado 2.1).

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

2.3. Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)

2.4. Conservación de la red Natura 2000, vigilancia y seguimiento

2.5. Corredores ecológicos y conectividad entre poblaciones

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

2.7. Convenios internacionales: Comisión OSPAR y otros instrumentos de conservación

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) de las Naciones Unidas (1992) o Convenio de Río, tiene entre sus principales objetivos la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos. Inicialmente el CDB no hacía referencia directamente a la biodiversidad marina y sus problemas relacionados. Esta deficiencia se solucionó con el Mandato de Yakarta de Diversidad Biológica Marina y Costera (1995). Posteriormente se adoptó el “Programa de Trabajo sobre biodiversidad marina y costera” (Decisión IV/5, 1998), cuyo objetivo principal era ayudar a aplicar dicho mandato. Este programa fue revisado y ampliado en 2004 y se creó el Programa de Trabajo Ampliado sobre Diversidad Biológica Marina y Costera. El programa estuvo vigente hasta 2010 y fue revisado este mismo año en la decima Conferencia de las Partes (COP) de Nagoya, aprobándose un nuevo texto de referencia (Decisión X/29) y estableciéndose el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica. El objetivo estratégico C de dicho Plan pretende mejorar la situación de la diversidad biológica salvaguardando los ecosistemas, las especies y la diversidad genética. Dentro de este objetivo, la Meta 11 de Aichi establece que *“para 2020, al menos el 10 por ciento de las zonas marinas y costeras, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se conservan por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y están integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios”*.

La Convención para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste o Convención OSPAR es el actual instrumento legislativo que regula la cooperación internacional en cuanto a la protección medioambiental en el Atlántico del Nordeste. Complementa y actualiza la Convención de Oslo de 1972 sobre vertidos al mar y la Convención de París de 1974 sobre contaminación marina de origen terrestre. El cumplimiento de lo estipulado bajo la convención es supervisado por la Comisión OSPAR, formada por representantes de los Gobiernos de los 15 países signatarios, y por representantes de la Comisión Europea en nombre de la Unión Europea.

Existen otros instrumentos internacionales de conservación de la biodiversidad que establecen la posibilidad, o incluso la obligación de declarar áreas protegidas. Entre otros hay que destacar la nueva Estrategia de Biodiversidad de la UE aprobada en 2011, que establece las bases políticas y acciones que se pondrán en marcha a nivel de la UE durante los próximos diez años. La estrategia tiene como objetivo principal para el 2020 detener la pérdida de biodiversidad y la degradación de los servicios ecosistémicos de la UE, y su restauración en la medida de lo posible, incrementando al mismo tiempo la contribución de la UE a la lucha contra la pérdida de biodiversidad mundial. A tal fin, la estrategia establece entre sus objetivos la plena aplicación de la normativa sobre protección de la naturaleza de la UE, de modo que se detenga el deterioro que sufre el estado de conservación de todas las especies y hábitats contemplados en la misma, y que se logre una mejora significativa y cuantificable de dicho estado, de modo que sea comparable con evaluaciones existentes. Entre las actuaciones específicas que se han identificado para lograr este objetivo se encuentra la de completar la implantación de la Red Natura 2000 y garantizar su buena gestión, en particular en el medio marino. Otros convenios a destacar son el Convenio de Berna relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural en Europa y el Convención de Bonn sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres y el Acuerdo sobre la Conservación de los Cetáceos del Mar Negro, el mar Mediterráneo y la zona Atlántica contigua (ACCOBAMS), firmado bajo los auspicios de la Convención de Bonn.

2.8. Normativas del Estado Español

La Ley 42/2007, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (PNyBD, BOE 299 14/12/2007) sustituye a la antigua Ley 4/89 de Conservación de los Espacios Naturales y la Flora y Fauna Silvestres y sus sucesivas reformas. Propuesta por el Ministerio de Medio Ambiente, asume los principios fundamentales del Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica e incorpora las dos directivas europeas fundamentales para la conservación de la naturaleza, Directivas Aves y Hábitats. En concreto, los Anexos I-VII de la ley PNyBD incorporan los Anexos de ambas directivas. Además, el Título II de la ley, recoge la catalogación y conservación de hábitats y espacios del patrimonio natural. Este Título también establece el régimen especial para la protección de los espacios naturales, con la incorporación específica de las **Áreas Marinas Protegidas**, y la creación de la **Red de Áreas Marinas Protegidas**, en línea con las directrices de la Unión Europea. Según esta Ley, tienen consideración de áreas protegidas por instrumentos internacionales todos aquellos espacios naturales formalmente designados de conformidad con lo dispuesto en los Convenios y Acuerdos internacionales de los que sea parte España, en particular: los Humedales de Importancia Internacional del Convenio de Ramsar; los sitios naturales de la Lista del Patrimonio Mundial de la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural; las áreas protegidas del Convenio OSPAR; las Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM) del Convenio de Barcelona; los Geoparques; las Reservas de la Biosfera en el marco del Programa MaB y las Reservas biogenéticas del Consejo de Europa. Además, la Ley insta a la realización de un Catálogo Nacional de Hábitats en Peligro, Especies de Protección Especial y un mayor conocimiento de estos, así como el desarrollo de un Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, siguiendo las pautas del Convenio de Biodiversidad de Río y de la legislación europea.

La Ley 41/2010, de protección del medio marino es la transposición a la normativa española de la Directiva Marco Europea sobre la Estrategia Marina. Esta Ley establece el régimen jurídico que rige la adopción de las medidas necesarias para lograr o mantener el **Buen Estado Ambiental del medio marino**, a través de su planificación, conservación, protección y mejora. Además, crea formalmente la **Red de Áreas Marinas Protegidas** y establece cuáles son sus objetivos, los espacios naturales que la conforman y los mecanismos para su designación y gestión.

3. Estudios y proyectos coincidentes en el área de estudio

3.1. Fuentes de información previa

El Instituto Español de Oceanografía (IEO) inició su serie anual de campañas de estimación de recursos pesqueros demersales en el Mar Cantábrico en 1983, permaneciendo hasta nuestros días. Debido a que en estas campañas estandarizadas se cuantifica toda la fauna que se captura con arte de arrastre, esto supone disponer de una serie histórica no interrumpida de 30 años de valiosa información sobre la abundancia y distribución espacial de las principales especies epibentónicas y demersales que habitan en los fondos sedimentarios de la plataforma continental (Olaso, 1990; Sánchez, 1993, Sánchez et al., 1995, 2002; Serrano et al., 2011). En estos estudios se incluye toda la zona de influencia del SCA (solo fondos sedimentarios), en un rango de profundidades entre 50 y 600 m, en donde se realizan todos los años unas 20 estaciones de muestreo biológico junto con estaciones hidrográficas y sedimentológicas para caracterizar las condiciones ambientales que pudieran influir sobre la distribución de las especies (Sánchez y Gil, 2000; Sánchez y Serrano, 2003). En los años 2001 y 2002, en el contexto del proyecto ECODEM del IEO, se realizaron estudios más completos de comunidades bentónicas utilizando un sistema de muestreo específico (bou de vara) y que permitieron identificar las principales comunidades epibentónicas de los fondos sedimentarios de la zona (Serrano et al., 2003; 2006).

Durante los años 1987 y 1988, y en el contexto del proyecto COCACE de la Universidad de Oviedo, se realizaron estudios con dragas del SCA y zonas adyacentes. Se han publicado diversos artículos relativos a tipos de fondo (Ocharan et al., 1989) y descripción de diversos grupos taxonómicos (Vernet y Anadón, 1991; Anadón, 1993, 1994; Álvarez-Claudio, 1988, 1994, 1995, 1996). Recientemente se analizó de una manera conjunta la base de datos de este proyecto para realizar una descripción de las comunidades macrobentónicas de la zona e identificar la distribución espacial de las mismas (Louzao et al., 2010). Basándose en la presencia de especies vulnerables, como los corales de aguas frías o las comunidades de pennatulas, en este estudio se proponen determinados límites para definir un Área Marina Protegida (AMP).

El Centro de Experimentación Pesquera (C.E.P.) de Gijón realizó unas campañas exploratorias con nasas y palangres de fondo en el cañón de Avilés durante el año 1988 con el objetivo de estimar los recursos pesqueros de aguas profundas. Se realizaron muestreos a profundidades considerables (hasta 3400 m) que permitieron disponer de una valiosa información sobre las particularidades de la fauna batial que habita en la zona. Destacan en estos estudios la abundancia de elasmobranchios de profundidad (9 especies) y la general disminución de la biomasa total del conjunto de especies con la profundidad (Alcázar et al., 1992).

Estudios de oceanografía durante el proyecto SEFOS del IEO describen las principales características de la circulación de las masas de agua y el impacto del cañón de Avilés sobre la circulación general del Mar Cantábrico (Ruiz-Villarreal et al, 2004).

Son de destacar igualmente estudios recientes que aportan una aproximación semi-cuantitativa a la distribución de las comunidades epibentónicas en determinados enclaves de la cabecera del cañón de Avilés (solo hasta 300 m de profundidad) y su composición específica a partir de imágenes analizadas procedentes de varios transectos de vídeo llevados a cabo por parte de la ONG OCEANA durante su campaña del Cantábrico realizada en el año 2008 (Oceana, 2009).

Existen algunos estudios en la zona referidos al ecosistema pelágico que no tendría sentido incluirlos en este informe, que está centrado principalmente en el ecosistema bentónico.

En términos generales, al comienzo del proyecto INDEMARES la información útil sobre la zona de los cañones submarinos de Avilés para los objetivos del mismo era muy escasa, salvo los ya citados del proyecto COCACE. Faltaba la información detallada sobre batimetría y características morfosedimentarias de la zona, imprescindibles para iniciar el plan de muestreos y poder posteriormente cartografiar la distribución de los hábitats y las comunidades biológicas que los ocupan. Al mismo tiempo, los conocimientos necesarios para

conocer los factores físicos que condicionan la producción del ecosistema bentónico eran desconocidos ya que todos los estudios oceanográficos se referían al ecosistema pelágico. En consecuencia, el punto de partida para obtener la información necesaria de esta zona y conocer su idoneidad para establecer posibles medidas de gestión como AMP era relativamente muy bajo en comparación con las otras nueve zonas del proyecto. Por este motivo, gran parte de la abundante información obtenida durante los últimos tres años, mediante cinco campañas de investigación del proyecto INDEMARES, se encuentra todavía en proceso de análisis por lo que este informe puede considerarse solo como un primer avance de los conocimientos sobre la zona.

3.2. Proyectos actuales en la zona

En el periodo 2011-2013, y aprobado en la convocatoria del Plan nacional I+D, se acometen diversos estudios del proyecto DOSMARES. El objetivo general de este proyecto es doble. En primer lugar, se trata de entender los efectos de las teleconexiones existentes entre el Mar Cantábrico y el Mar Mediterráneo nor-occidental y sus impactos sobre el ecosistema profundo, tanto pelágico como bentónico. Y en segundo lugar, conocer cómo la transferencia de la señal de los forzamientos externos hacia el ecosistema profundo determina la estructura de la comunidad y la dinámica de poblaciones, afectando así a los recursos vivos de mayor interés comercial. El proyecto se organizó en torno a tres Ejes de Actividad (1: Caracterización de forzamientos externos y condiciones abióticas; 2: Relación entre condiciones abióticas, poblaciones y recursos pelágicos y bentopelágicos; y 3: Relación entre condiciones abióticas, poblaciones y recursos bentónicos) e identifica dos áreas de trabajo: los cañones submarinos de Avilés y de Blanes, en el Cantábrico y en el Mediterráneo, respectivamente, y los taludes continentales adyacentes. Desde el punto de vista físico, se investigan sincrónicamente en ambas áreas el efecto de los forzamientos externos y las transferencias de materia y energía hacia el ecosistema profundo. Desde el punto de vista biológico, en el Cantábrico se priorizó la investigación del ecosistema pelágico y los recursos vivos asociados (incluyendo los bentopelágicos como la merluza), mientras que en el Mediterráneo se priorizará la investigación del ecosistema bentónico y los recursos vivos asociados. En 2011 se estableció una colaboración formal entre los proyectos INDEMARES y DOSMARES de tal forma que se han desplegado conjuntamente varias líneas de fondeo en la región utilizando material conjunto de los organismos y proyectos implicados.

La región de la cabecera del cañón de Avilés viene siendo muestreada desde principios de los 90 en el marco del programa de series temporales del IEO en colaboración con la Universidad de Oviedo (proyecto RADIALES <http://www.seriestemporales-ieo.com/>). En el año 2009 se obtuvo, en una convocatoria de ayudas para la adquisición de equipamiento científico-tecnológico específica del Principado de Asturias, financiación para una línea de fondeo para monitorización de corrientes e hidrografía en el talud continental en Asturias. El primer fondeo de la línea se realizó frente a Cabo Peñas en una de las campañas INDEMARES en 2010. La información proporcionada por la línea es de gran utilidad para los estudios en la región de los cañones.

En el año 2012 se obtuvo, por parte de uno de los participantes de INDEMARES, una beca del programa nacional "Estancias de movilidad de profesores e investigadores seniores en centros extranjeros de enseñanza superior e investigación, incluido el Programa Salvador de Madariaga". El objetivo de la estancia es el análisis, en el seno de un grupo experto, de información relacionada con la dinámica de marea interna y procesos de mezcla intensa recogida en la región del cañón de Avilés durante el proyecto. El proyecto de estancia, titulado "Marea interna, ondas internas y bores en el SCA. Estudio comparativo con las mareas internas y los procesos de mezcla turbulenta de la plataforma noroccidental Australiana." Se está realizando desde el 1 de julio de 2013 y su fecha de finalización es el 31 de diciembre próximo.

Proyecto MINIMOUND: *Using cold-water coral mini-mounds as analogue for giant mound growth: assessment of environmental drivers and anthropogenic impact.* Proyecto dirigido y financiado por la Universidad de Gent durante el periodo 2013-2016, y en el que colabora el grupo de Geología del IEO de Madrid. Está dirigido al estudio de la evolución de la vida en aguas profundas en un contexto de cambio



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



climático y medioambiental, con la perspectiva de comprender mejor la construcción de gigantescos montículos de corales de agua fría. Para alcanzar dichos objetivos se emplearán técnicas geológicas y geoquímicas.

4. Metodologías y equipamientos de estudio

4.1. Campañas Oceanográficas: recursos, diseño del muestreo y objetivos

Al diseñar la metodología de este proyecto se planificaron una serie de campañas en la zona dirigidas a dar respuesta a los principales objetivos propuestos. En principio se contaba con el nuevo buque regional del IEO *Ramón Margalef*, pero el retraso producido en su entrega por la quiebra del astillero alteró gravemente el plan original. Gracias a la valiosa participación de la Secretaría General del Mar (SGMar), con su buque *Vizconde de Eza*, y el sobre-esfuerzo del IEO en contratar el buque *Thalassa* (IFREMER / IEO), se pudo solventar este problema. Finalmente, y ya durante el último año de actividades de muestreo, se pudo contar *in extremis* con los nuevos buques *Ramón Margalef* y *Ángeles Alvariño*, todavía en fase de puesta a punto, que permitieron acceder a los ecosistemas vulnerables con las más avanzadas metodologías de muestreo (ROV *Liropus 2000*, posicionamiento dinámico con *follow-target* y posicionamiento USBL de vehículos submarinos, etc.).

La necesidad de disponer de información sobre las características batimétricas y geomorfológicas de la zona propuesta, para poder iniciar los estudios oceanográficos y biológicos adecuados, hizo imprescindible planificar una primera campaña dirigida principalmente a estudios geofísicos. Posteriormente se realizaron dos campañas multipropósito centradas en el estudio de las comunidades biológicas. Por último se abordó el estudio de los hábitats más vulnerables con metodologías no intrusivas. La Tabla 4.1.1 resume las características de las 5 campañas realizadas en la zona.

Tabla 4.1.1.- Características de las 5 campañas realizadas en el SCA.

Nombre	Fechas	Buque	Metodologías muestreo	Código
INDEMARES-AVILES 0410	Abril 2010	<i>Vizconde de Eza</i> (SGMar)	CM, TO, DF, DR, TF, AV, CE	A0410
INDEMARES 0710	Julio 2010	<i>Thalassa</i> (IFREMER/IEO)	DF, DR, TS, BT, GOC, TF, LA, WP2, CTD, RO, FO, AV	A0710
INDEMARES-AVILES 0511	Mayo 2011	<i>Vizconde de Eza</i> (SGMar)	CM, TO, DF, DR, TS, BT, GOC, WP2, TF, LA, CTD, AV	A0511
INDEMARES-AVILES 0412	Abril 2012	<i>Ramón Margalef</i> (IEO)	CM, TO, TF, ROV, CTD	A0412
INDEMARES-AVILES 0912	Sept. 2012	<i>Angeles Alvariño</i> (IEO)	CM, TO, DF, TF, ROV, CTD	A0912

Clave metodologías: CM: Cartografía multihaz, TO: TOPAS, DF: Draga de fango, DR: Draga de roca, TS: Trineo suprabentónico, BT: Bou de vara, GOC: Arrastre, WP2: Red de plancton, TF: Trineo fotogramétrico, ROV: Vehículo operado remotamente, LA: *Lander*, CTD: estaciones hidrografía, RO: Roseta, FO: Fondeos correntímetros y trampas, AV: Observación aves, CE: Observación cetáceos.

A continuación y de forma muy resumida se exponen los principales objetivos acometidos durante cada una de las campañas.

Del 19 de abril al 13 de mayo de 2010, se llevó a cabo la campaña INDEMARES-AVILÉS 0410, (A0410) a bordo del B/O *Vizconde de Eza* (SGMAR), con el objetivo de realizar los trabajos de toma de datos acústicos y de muestras que permitieron caracterizar con detalle el fondo marino del SCA. Los objetivos fueron el levantamiento batimétrico multihaz y reconocimiento sísmico de alta resolución (TOPAS) de la zona de estudio, así como la obtención de muestras de sedimentos y rocas del fondo marino. Además se iniciaron

los primeros muestreos de comunidades bentónicas sobre sustratos sedimentarios (endofauna) y rocosos (epifauna) y observaciones sobre la presencia de aves y cetáceos. Los objetivos concretos fueron:

- Elaboración de una carta batimétrica basada en datos multihaz con cobertura al 100% de las áreas propuestas.
- Obtener mapas de calidades de fondo basado en toma directa de muestras e interpretación de la reflectividad del fondo.
- Estudio microfisiográfico y morfológico de las zonas muestreadas.
- Estudio de la estratigrafía sísmica y estructura de los cañones.
- Estudios sedimentológicos: Potencial Redox, temperatura superficial, granulometrías, contenido orgánico, hidrocarburos y metales pesados.
- Primeros estudios de las comunidades endofaunales en sustratos blandos y epifaunales sobre sustrato rocoso.
- Identificación visual directa de hábitats y comunidades bentónicas mediante fotogrametría.
- Estudios de la comunidad de cetáceos (José Martínez Cedeira, CEMMA).
- Estudios de la comunidad de aves marinas (Álvaro Barros López, SEO-BirdLife).



Figura 4.1.1.- Participantes en la campaña INDEMARES 0710 y el B/O francés *Thalassa*.

Del 16 de julio al 26 de agosto de 2010, se llevó a cabo la campaña INDEMARES 0710 (A0710), a bordo del B/O *Thalassa* (IFREMER-IEO), incluyendo los estudios en el SCA y en el banco de Galicia (Fig. 4.1.1). La campaña tuvo 4 partes y las dos primeras se realizaron en la zona de los cañones, entre el 16 de julio y el 5 de agosto (código A0710). El objetivo general fue el estudio de la estructura y dinámica de los

ecosistemas profundos mediante una aproximación multidisciplinar (Sánchez et al., 2011). En este sentido incluyeron actividades dirigidas a:

- Levantamiento de la línea de correntímetros y trampa de sedimentos fondeada en la cuenca interna de El Cachucho en Julio de 2009 para su recolocación en la zona del cañón de La Gavierra.
- Fondeos de tres líneas de correntímetros y trampas de sedimentos en el cañón de La Gavierra para conocer la dinámica estacional de la zona.
- Dinámica y características de las masas de agua.
- Estudios sobre la distribución de los hábitats y sus características mediante fotogrametría y vídeo HD.
- Estimación de la abundancia y distribución espacial de las comunidades endobentónicas, epibentónicas, suprabentónicas y demersales de los hábitats sedimentarios.
- Estimación de la abundancia y distribución espacial de las comunidades epibentónicas de los hábitats rocosos.
- Ecología trófica de peces y crustáceos.
- Estudios de acoplamiento bento-pelágico mediante muestreos con red WP2.
- Caracterización biogeoquímica y abundancia de plancton de las capas superficiales.
- Presencia de poblaciones de aves marinas (Albert Cama, SEO-Birdlife).

Del 1 al 20 de mayo de 2011, se llevó a cabo la campaña INDEMARES-AVILÉS 0511 (A0511), a bordo del B/O *Vizconde de Eza* (SGMar). El objetivo general fue el estudio de la estructura y dinámica de los ecosistemas profundos del sistema de cañones submarinos de Avilés. En este sentido se incluyeron actividades dirigidas a:

- Estudio microfisiográfico y morfológico de zonas concretas del cañón.
- Estudio de la estratigrafía sísmica y estructura de los cañones.
- Estudios sedimentológicos: Potencial Redox, temperatura superficial, granulometrías, contenido orgánico, hidrocarburos y metales pesados.
- Estudios sobre la distribución de los hábitats y sus características ambientales mediante fotogrametría y vídeo HD.
- Estimación de la abundancia y distribución espacial de las comunidades endobentónicas, epibentónicas, suprabentónicas y demersales de los hábitats sedimentarios.
- Estimación de la abundancia y distribución espacial de las comunidades epibentónicas de los hábitats rocosos.
- Ecología trófica de peces.
- Dinámica y características de las masas de agua en la zona de estudio.



Figura 4.1.2.- Los dos nuevos buques regionales del IEO, *Ramón Margalef* y *Angeles Alvariño*.

Durante 2012 se realizaron dos campañas, INDEMARES-AVILÉS 0412 (A0412) e INDEMARES-AVILÉS 0912 (A0912), a bordo de los nuevos buques regionales del IEO *Ramón Margalef* y *Angeles Alvariño* respectivamente (Fig. 4.1.2), cofinanciados por fondos FEDER. Durante estas dos campañas se plantearon actividades dirigidas al estudio de los hábitats estructuralmente más complejos (paredes verticales, afloramientos rocosos y pináculos carbonatados) y vulnerables, mediante avanzados vehículos submarinos de observación directa (ROV *Liropus 2000* y trineos de fotogrametría *Politolana* y *TFS-2*). Se completó la información geomorfológica sobre los fondos de zonas concretas mediante sonda multihaz y TOPAS y se continuaron los estudios de las variables ambientales más relacionadas con la caracterización de hábitats y comunidades biológicas. En este sentido se incluyeron actividades dirigidas a:

- Estudio microfisiográfico y morfológico de zonas concretas de los cañones de La Gavieta, El Corbiro y la cabecera del cañón de Avilés. Estratigrafía sísmica de los *mounds* (pináculos carbonatados) con TOPAS.
- Estimación de la distribución espacial de los hábitats de fondos duros y sus características ambientales.
- Estimación de la abundancia y distribución espacial de las comunidades epibentónicas de los hábitats rocosos con especial dedicación a los arrecifes de corales de aguas frías (Hábitat 1170 de la Directiva Europea con prioridades de conservación).
- Dinámica y caracterización de las masas de agua en los ejes de los cañones.
- Recuperación del fondeo F1 y del *lander* (solo en campaña A0412).

4.2. Hidrografía y dinámica oceanográfica

Las condiciones ambientales son un factor determinante sobre las características de los hábitats bentónicos, permitiendo o no la existencia de ecosistemas específicos. Por ello, el estudio de la dinámica oceanográfica de las zonas objetivo se consideró desde un primer momento como una parte fundamental de los proyectos en curso. En todas las campañas anteriormente referidas excepto la A0410 se realizaron actividades encaminadas a investigar tanto las propiedades de las masas de agua como la circulación y la dinámica en la zona de interés. Existen informes específicos sobre los trabajos realizados en cada campaña; en esta memoria se presenta tan sólo un resumen.

Desde el punto de vista de la oceanografía física, el objetivo fijado al comienzo de los programas de muestreo fue obtener una descripción lo más precisa y detallada posible de las condiciones ambientales en la región del SCA, especialmente en las áreas donde fuesen apareciendo comunidades biológicas relevantes. La oceanografía física se basa fundamentalmente en dos tipos de medidas; las propiedades hidrográficas y químicas de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto etc.) y las corrientes marinas. Ambas están relacionadas y retroalimentadas puesto que las anomalías de densidad determinan una parte importante de los campos de corrientes y las corrientes transportan aguas con diferentes características. En el contexto del presente proyecto tanto las condiciones hidrográficas como las corrientes contribuyen a establecer una situación favorable o desfavorable o incluso incompatible con determinadas especies/comunidades.

Tanto las condiciones hidrográficas como las corrientes varían en distintas escalas temporales y espaciales, por lo que son necesarias distintas estrategias de muestreo en función del proceso que se quiera estudiar. A lo largo del proyecto se han realizado muestreos hidrográficos sinópticos para obtener información sobre la estructura de los campos mesoescalares asociados al cañón, se han desplegado líneas de fondeo para obtener información de la variabilidad estacional y/o anual y se ha realizado experimentos específicos de corta duración pero muy alta resolución temporal para describir procesos de mezcla intensa y violenta asociados a hábitats específicos.

La campaña A0710 fue la más larga e intensiva. Se realizaron actividades en el banco “El Cachucho”, en el SCA y en el banco de Galicia permaneciendo en la zona de los cañones submarinos entre el 19 de julio y el 4 de agosto de 2010. Durante ese periodo se realizó el despliegue de 3 líneas de fondeo y se hicieron perfiles hidrográficos y de corrientes. Además se hicieron las primeras medidas de dinámica con alta resolución temporal cerca de fondo (correntómetro adosado a un *lander*). Las 3 líneas de fondeos se situaron a lo largo del eje del cañón de La Gavierna justo al norte del Cabo Peñas (Fig. 4.2.1). El fondeo más externo (F3) pertenece al programa de monitorización del IEO-Principado de Asturias y su fondeo se repite desde entonces en la misma posición con el objetivo de obtener una serie temporales del corrientes en el talud. Dicho fondeo está dotado de un perfilador de corrientes por efecto Doppler (ADCP) de 75 kHz y cuatro correntómetros. Los dos fondeos interiores estaban dotados respectivamente de 3 correntómetros (F2) y 2 correntómetros combinados con dos trampas de sedimento (F1). La recogida de los fondeos se realizó en agosto de 2011, no recuperándose el fondeo de cabecera (F1).

El muestreo hidrográfico durante la campaña A0710 se realizó por medio de una batisonda hidrográfica (CTD) dotada de sensores externos de oxígeno disuelto, fluorescencia de clorofila y transmitancia. Dicha roseta iba adosada a una roseta oceanográfica con 24 botellas Niskin para recoger muestras de agua y a una pareja de perfiladores de corriente Doppler (ADCP) de 300 kHz funcionando en modo LADCP. Se realizaron 70 estaciones cubriendo una malla de mesoescala (5 X 5 nm) sobre la zona de influencia del cañón y además se hicieron cortes de alta resolución en los ejes del cañón de Avilés y de “La Gavierna”. También se tomaron muestras de agua para análisis de nutrientes y contenido en clorofila.

En la campaña A0511 se estableció como objetivo la identificación de los procesos físicos que generan resuspensión de los sedimentos del fondo e incrementan la producción en el ecosistema bentónico. Estos procesos ocurren con violencia en intervalos de tiempo muy cortos y en relación con fases específicas de la

propagación de la marea y con el campo de ondas internas, formando frentes o 'bores'. Con este objetivo se diseñó un sistema basado en fondeos de un *lander* dotado de los equipos necesarios para caracterizar estos procesos. En concreto, disponía de un correntómetro Doppler Aquadop para la medición precisa de corrientes próximas al fondo, un ADCP destinado a medir la estructura del campo de velocidades decenas de metros sobre el fondo (incluyendo las velocidades verticales asociadas a eventos intensos violentos) así como el contenido de partículas en suspensión (a partir del backscatter). Por último incluyó una cadena de 12 sensores de temperatura de alta precisión para determinar la existencia de inversiones térmicas ligadas a tales procesos (que indican desestabilización de la columna de agua). Se realizó un muestreo en el cañón de Avilés y otro en La Gavierna con éxito. Un tercer fondeo en La Gavierna finalizó con la pérdida del *lander* por rotura del cabo principal. Al margen de los *landers*, en la campaña A0511 se replicó de forma reducida el muestreo hidrográfico de mesoescala con batisonda.

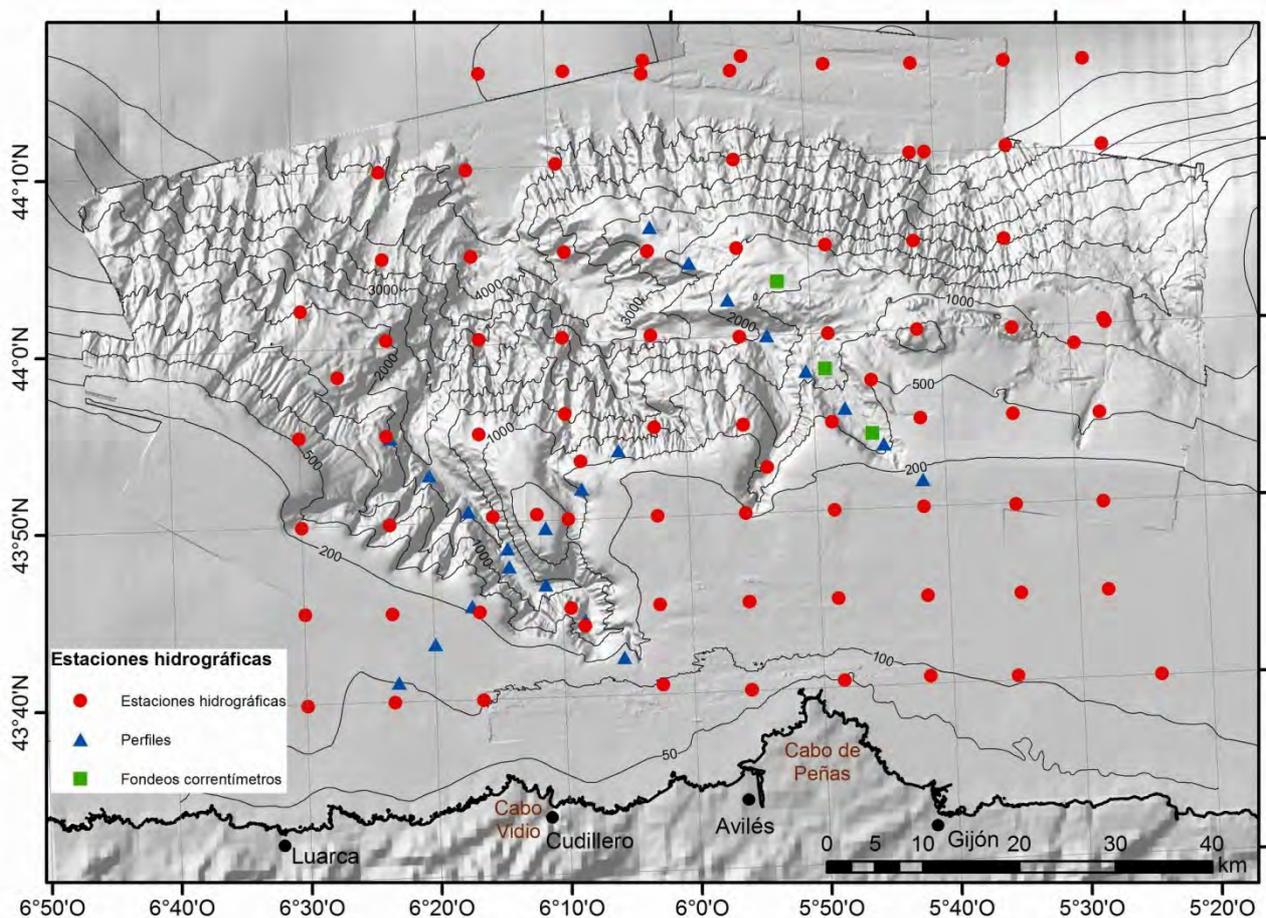


Figura 4.2.1.- Posiciones de las estaciones hidrográficas (en rojo), perfiles sobre los cañones (en azul) y fondeos de correntímetros y trampas de sedimento (en verde) durante la campaña A0710.

Las campañas A0412 y A0912 se plantearon con el objetivo prioritario de hacer exploraciones con ROV y trineos de fotogrametría durante el mayor tiempo posible, siempre que las condiciones meteorológicas lo permitiesen. Las operaciones incluían el intento de recuperación de los equipos perdidos en el cañón de La Gavierna en 2011 (*lander* y línea de fondeo con trampas de sedimento). Por tanto, con respecto a la hidrografía y dinámica se plantearon objetivos modestos y supeditados a la disponibilidad de tiempo. Con el fin de determinar hasta que altura se aprecia distorsión del campo termohalino, se realizaron en ambas campañas CTDs yo-yos en las posiciones aproximadas de *landers*. El procedimiento de muestreo fue subir y



bajar el CTD de forma continua entre unos 50 metros de profundidad y el fondo durante unas cuatro horas, comenzando una hora después de la pleamar (unas dos horas antes de la hora esperada de llegada del bore a esa posición) y terminando 1 hora antes de la bajamar. En ambas campañas se realizaron además perfiles hidrográficos específicos en el cañón de Avilés para identificar masas de agua altamente modificadas en la cabecera de dicho cañón y comprobar su posible origen en relación a la mezcla mecánica intensificada debida a la interacción de las corrientes de marea con la topografía local. En la campaña A0912 se pudo disponer como novedad de un sistema de medición de corrientes por efecto Doppler a partir del buque en marcha (*Vessel Mount Acoustic Doppler Current Profiles VMADCP*, modelo *Ocean Surveyor 150 kHz*). Por ello se realizaron cortes transversales para determinación de corrientes con VMADCP en la cabecera de los cañones de La Gavieta, el Corbiro y Avilés.

En la Fig. 4.2.1 se muestran las posiciones de fondeos, estaciones hidrográficas y perfiles durante la campaña A0710. Las posiciones de los fondeos con el *lander* se observan en la Fig. 4.10.9.



Figura 4.2.2. Recuperando la roseta de 24 botellas desde el pórtico de hidrografía del B/O *Thalassa* durante la campaña INDEMARES 0710.

4.3. Geomorfología y sedimentología

Como parte del estudio geológico del área de trabajo, se han elaborado un análisis de la geomorfología y del tipo de fondo a partir del análisis de los datos acústicos registrados con ecosonda multihaz (batimetría y reflectividad del fondo) y sonda paramétrica TOPAS. Para completar este estudio, se ha dispuesto del análisis sedimentológico de numerosas muestras adquiridas durante las campañas. El conocimiento de la morfología y la calidad del fondo han sido decisivos en la selección de puntos de muestreo biológico y para la realización de la cartografía bionómica.

4.3.1. Métodos acústicos: sonda multihaz y sísmica de alta resolución

Los datos batimétricos empleados en el presente estudio proceden de varias campañas geofísicas y oceanográficas (Tabla 4.1.1). Durante el desarrollo de este proyecto se han procesado datos de ecosonda multihaz y sísmica paramétrica de alta resolución (TOPAS) adquiridos durante las campañas A0410, A0511, A0412 y A0912.

4.3.1.1. Ecosondas multihaz

Las ecosondas son instrumentos de investigación oceanográfica empleados para obtener datos batimétricos de alta resolución y, simultáneamente, valores de reflectividad acústica del fondo oceánico. El funcionamiento de las ecosondas se basa en la emisión de un número variable de haces acústicos, que al alcanzar el fondo marino son reflejados y devueltos a la superficie, donde son recibidos por los transductores instalados en el barco. A partir de la medida del tiempo que han tardado los haces de sonido en recorrer la distancia que separa al barco del fondo del mar, y de la corrección del perfil de velocidad de propagación del sonido en la columna de agua, se puede calcular la profundidad a la que se encuentra el fondo en el área que se va cubriendo en cada derrota del barco (Fig. 4.3.1).

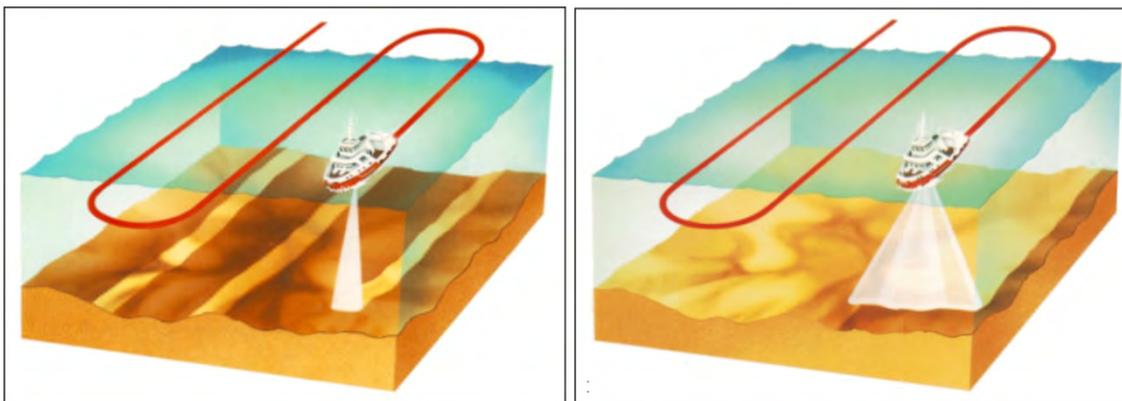


Figura 4.3.1.- Imagen ilustrativa de la cobertura que ofrecen las ecosondas monohaz (izquierda) y multihaz (derecha).

Las ecosondas monohaz están diseñadas para realizar una detección y seguimiento del fondo marino con gran precisión en la vertical del barco, de modo que sólo se obtienen datos a lo largo de las derrotas seguidas por el mismo (Fig. 4.3.1, izquierda). En el caso de las ecosondas multihaz, la emisión de múltiples haces de sonido con un ángulo variable hace posible cubrir una franja de fondo oceánico de anchura variable y dependiente del ángulo de apertura de los haces y de la profundidad a la que se encuentra el fondo. Así,

empleando un espaciado entre líneas de navegación adecuado, es posible obtener una cobertura del fondo oceánico del 100%, no siendo necesario el realizar interpolaciones (Fig. 4.3.1, derecha).

El diseño de un levantamiento sistemático de batimetría multihaz depende, en primer lugar, de la profundidad de las aguas en que se va a trabajar, de modo que en aguas menos profundas se requerirá un espaciado menor entre las derrotas a seguir por el barco y, por tanto, mayor tiempo de utilización del barco que si se trata de las mismo tamaño de superficie a cubrir pero de mayor profundidad (Fig. 4.3.2).

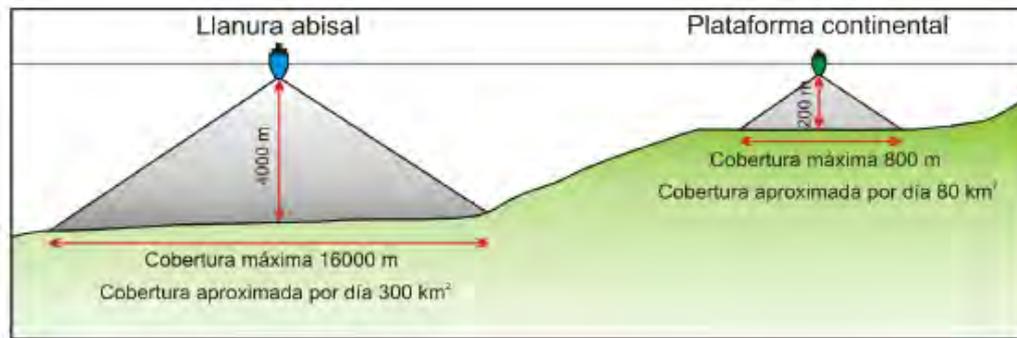


Figura 4.3.2.- Esquema de la cobertura de los haces de las ecosondas multihaz en función de la profundidad del fondo marino.

Las aplicaciones informáticas que se emplean durante la adquisición de los datos multihaz, permiten visualizar en tiempo real los datos que se van adquiriendo y controlar diferentes parámetros que influyen en la calidad de los datos (Fig. 4.3.3). Con ello, se pretende obtener la cobertura máxima con los haces de los que dispone la ecosonda, espaciados de forma equidistante en cada configuración, dando como resultado una cobertura máxima sobre el fondo oceánico de hasta 5 veces la profundidad de la lámina de agua, dependiendo del modelo de ecosonda y de la profundidad.

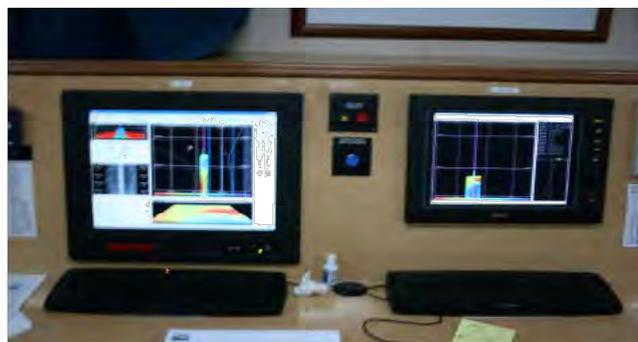


Figura 4.3.3.- Puesto de trabajo para la visualización y el control de la adquisición de datos multihaz mediante la aplicación informática SIS.

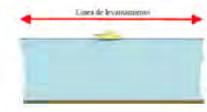
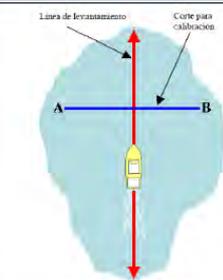
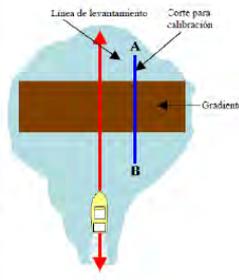
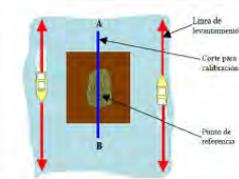
Llamamos reflectividad a la cantidad de energía con que los haces de sonido emitidos, en este caso por la ecosonda multihaz, y devueltos a la superficie tras reflejarse en el fondo oceánico. La reflectividad es un proceso difuso y débil si lo comparamos con la reflexión acústica *normal*. Depende de la interacción de la energía del eco con la textura y las características del fondo oceánico, de modo que la intensidad del eco reflejado será función de la rugosidad del fondo y de su ángulo de incidencia. Cuanto más rugoso es el fondo oceánico, mayor es la reflectividad, y más oscuro será el tono en el registro. Fondos con afloramientos rocosos, gravas, lechos de conchas, etc., producen una buena reflectividad. Por otra parte, cuando la pendiente del fondo es abrupta, también aumenta su reflectividad.

De forma simultánea a la adquisición de datos batimétricos, la ecosonda multihaz toma información de la reflectividad del fondo oceánico, que es incorporada a los archivos brutos que ésta registra a razón de un valor de reflectividad por cada haz de sonido. Esta información puede ser utilizada para la clasificación de fondos, pero para ello la adquisición de los datos y el procesado de los mismos deben estar muy bien definidos. Durante la adquisición de los datos con la ecosonda multihaz, hay que tener especial cuidado cuando se pretende hacer un análisis de los datos de reflectividad, ya que los cambios en la ganancia pueden dar como resultado cambios en la energía reflejada en el mosaico final, de modo que se deben evitar en la medida de lo posible.

Antes de comenzar cualquier levantamiento sistemático de batimetría, es necesario calibrar las sondas para identificar y cuantificar los errores sistemáticos que degradan las mediciones de profundidad y que serán compensados mediante un proceso de calibración.

La fuente de errores más importante de las cuales hay que obtener valores de compensación (calibración) y procedimiento para ello se ofrecen en la Tabla 4.3.1.

Tabla 4.3.1.- Procedimiento utilizado para la calibración de la ecosonda multihaz (Gómez-Ballesteros, 2013)

Fuentes de Errores	Procedimiento de Calibración	Vista Transversal	Vista en Planta
Desviación por balanceo	Se hacen dos líneas en una misma dirección y en sentidos opuestos sobre fondo plano como mínimo de 1 milla, a una velocidad no superior a 8 nudos, con máximo ritmo de disparo en fondos mayores a 1500 mts		
Desviación por cabezada y Retardo de tiempo de sistema de posicionamiento	Se hacen dos líneas en la misma dirección y en sentidos opuestos a velocidades distintas (diferencia 5 nudos) sobre fondo con una pendiente de entre 10° a 20°, tan regular como sea posible y perpendicular a los veniles, será necesario algún elemento topográfico destacado siempre que sea barrido por el haz central. La línea será de al menos 1 milla, a ritmo máximo de disparo sobre fondo superior a 1500 mts		
Desviación por orientación (giro)	Se hacen dos pares de líneas paralelas en sentidos opuestos a cada lado de un accidente batimétrico (bajo) con un solape del 15 % aproximadamente		

De este modo, durante las diferentes campañas realizadas dentro del proyecto, previo a la adquisición de datos con ecosonda multihaz se procedió a calibrar la misma. Para ello, se diseña un proyecto de líneas

de levantamiento que es necesario realizar para obtener datos para calcular los valores de calibración. Previo a este proceso, es necesario obtener un perfil de velocidad del sonido en el agua, a realizar en la zona de calibración y hasta la máxima profundidad de trabajo, con la total seguridad de que es correcto, e introducirlo para su aplicación.

Los requisitos de procesado son limitados puesto que hay correcciones que se han aplicado directamente durante la adquisición. Se usa el procesado de los datos batimétricos para, a la vez, eliminar haces erróneos antes de procesar el mosaico de reflectividad. Para obtener mejores resultados, la información de reflectividad debe ser corregida en aspectos como la pauta de los haces, la pendiente del fondo marino y artefactos dependientes de la frecuencia de trabajo de la ecosonda. Esto se suele corregir internamente durante la adquisición de los datos por parte de la ecosonda, pero hay aplicaciones informáticas que permiten hacer correcciones de post-procesado. De cualquier modo, aunque la reflectividad registrada por las ecosondas multihaz modernas ha mejorado bastante, sigue sin alcanzar la calidad de la reflectividad que se registra con un sónar de barrido lateral.

Es muy importante durante la realización del levantamiento batimétrico tener un buen conocimiento del perfil de velocidad de propagación del sonido en la columna de agua. Así, para la adquisición de datos batimétricos durante las campañas se obtuvieron perfiles de la variación de velocidad con la profundidad cada pocos días de navegación con un sondador *SVplus* (Fig. 4.3.4.A). Este sondador se encuentra conectado a un ordenador que recoge los datos a medida que el sensor desciende. Posteriormente, los valores de velocidad del sonido se convierten en profundidades, para lo cual se emplea como valor medio de la salinidad del agua el obtenido por el termosalinógrafo. Los valores obtenidos por el sensor de velocidad de superficie instalado en el barco y la sonda *SVplus* se complementan en las áreas de grandes profundidades con la base mundial Levitus (Levitus, 1982). Los perfiles de velocidad obtenidos (Fig. 4.3.4.B) se transmiten a las ecosondas y éstas los utilizan en tiempo real para introducir las oportunas correcciones a la profundidad medida.

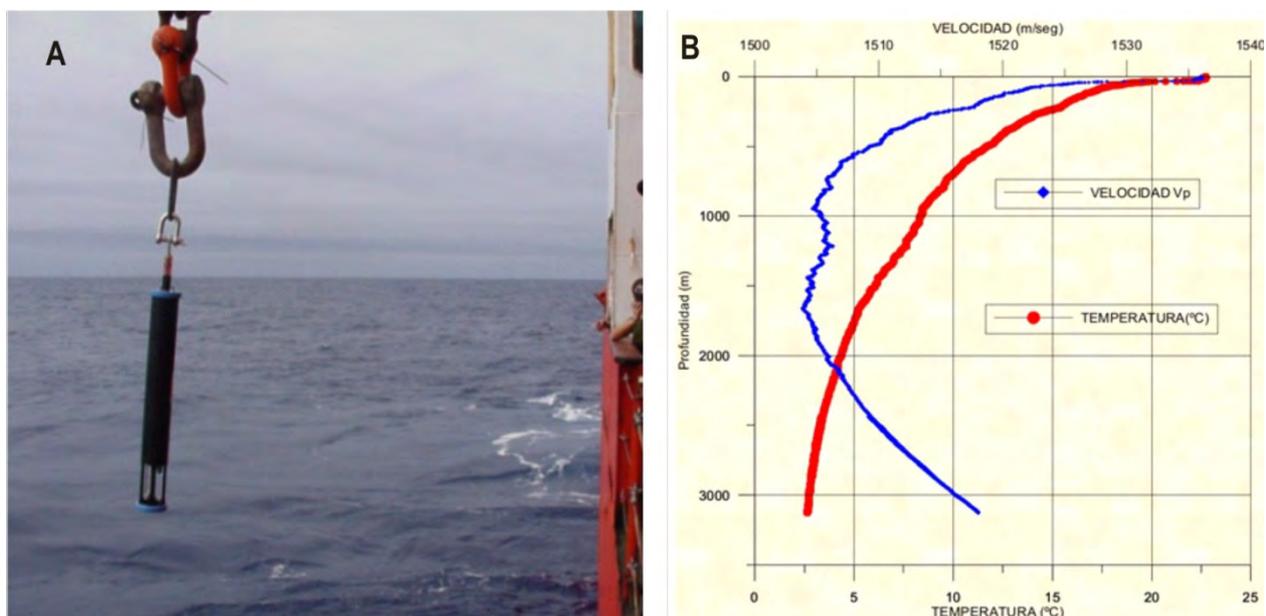


Figura 4.3.4.- A. Sensor de la sonda SVplus. B. Curva de velocidad de sonido y temperatura en la columna de agua.

La ecosonda multihaz empleada para obtener el primer modelo digital del terreno fue la instalada en el B/O *Vizconde de Eza*: Ecosonda *Kongsberg-Simrad* modelo EM-300 con una frecuencia de transmisión de 30

kHz (hasta 5000 m). Los datos batimétricos adquiridos en contexto de este proyecto han sido procesados con la aplicación informática *Caris Hips V.7.1*. El procesado de los datos multihaz consta principalmente de tres pasos fundamentales: corrección de sondas, limpieza y chequeo de las sondas y visualización de las mismas.

La secuencia sintetizada del proceso ha sido la siguiente:

FLUJO DE TRABAJO EN HIPS

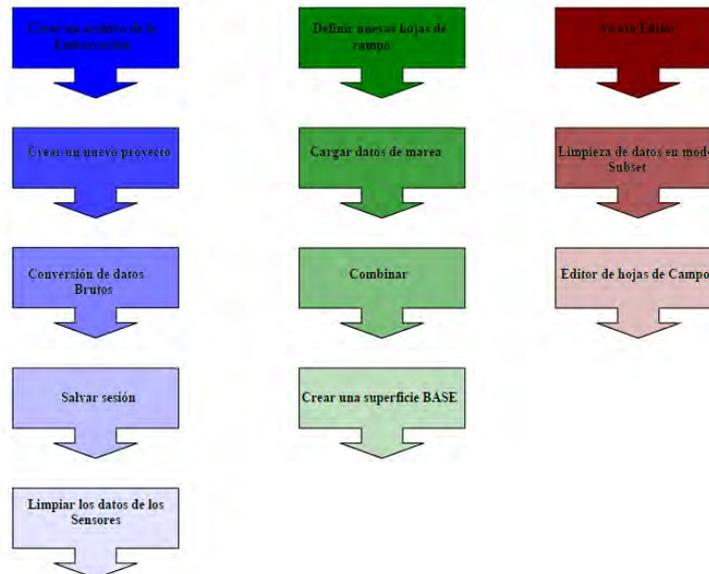


Figura 4.3.5.- Flujo de trabajo en el entorno de *Caris HIPS and SIPS* para el procesado de las sondas obtenidas con ecosonda multihaz.

- **Importación y conversión:** Importación de los datos brutos (incluidos los datos de posición y del sensor de movimiento del barco) y conversión al formato de archivos del programa. Los datos brutos son convertidos a HDCS_Data (sistema de limpieza de datos hidrográficos).
- **Correcciones:** Si fuera necesario, se corrige el perfil de velocidad del sonido en el agua (las ecosondas de la marca Kongsberg-Simrad lo incorporan ya en el archivo bruto de adquisición). Asimismo, se realiza también la incorporación de la información de mareas para corregir las sondas a un nivel del mar estándar (se cargan los datos de marea desde una o más estaciones de marea). Antes de poder abrir las sondas para proceder a su procesado manual, estas deben de estar georeferenciadas, por tanto todas las líneas abiertas en el proyecto de procesado en Caris tienen que haber son combinadas (merge).
- **Limpiar datos de los sensores:** Los datos de los sensores de movimiento de la embarcación, ya sean de navegación, cabeceo balanceo u ola son limpiados de manera individual mediante una inspección visual, para identificar y eliminar cualquier lectura inválida.
- **Limpieza de los datos en modo Swath Editor:** Visualizar y editar los datos de los bins como líneas de sondaje (perfiles) de cada archivo de línea por separado para su procesado manual. Se editan las líneas valiéndose de diferentes vistas que proporciona el editor que nos permitirá seleccionar, rechazar, buscar y aceptar sondas o haces.
- **Limpieza de datos en el modo Subset:** Editar directamente las sondas georeferenciadas en varias líneas simultáneamente, para realizar la limpieza de subconjuntos de datos (procedentes de archivos de líneas adyacentes). La edición del modo Subset se refiere al proceso de subdividir el levantamiento por áreas y examinar todas las sondas dentro de cada área.

Para el procesado manual de las sondas erróneas (debidas, por ejemplo, a ruidos, burbujas de aire en el agua...), tanto de bandas de sondaje como de subconjuntos de datos, *Caris Hips* ofrece una interfaz que permite la visualización de subconjuntos de datos en 2D y 3D, lo que es muy útil para controlar la calidad de los datos y que el solape entre líneas adyacentes sea correcto (Figs. 4.3.6 y 4.3.7). También se pueden realizar procesados automáticos mediante la aplicación de filtros. Los métodos de filtrado son numerosos y pueden ser más o menos complicados. Los más simples filtran profundidades máximas y mínimas, estrechan las bandas de sondaje (los haces extremos suelen ser los más ruidosos) o emplean algoritmos un poco más avanzados, como los de cálculo de pendiente entre sondas adyacentes. Los filtros más modernos realizan cálculos estadísticos complejos, pero el procesado y chequeo manual sigue siendo necesario a pesar del alto grado de sofisticación de estos filtros.

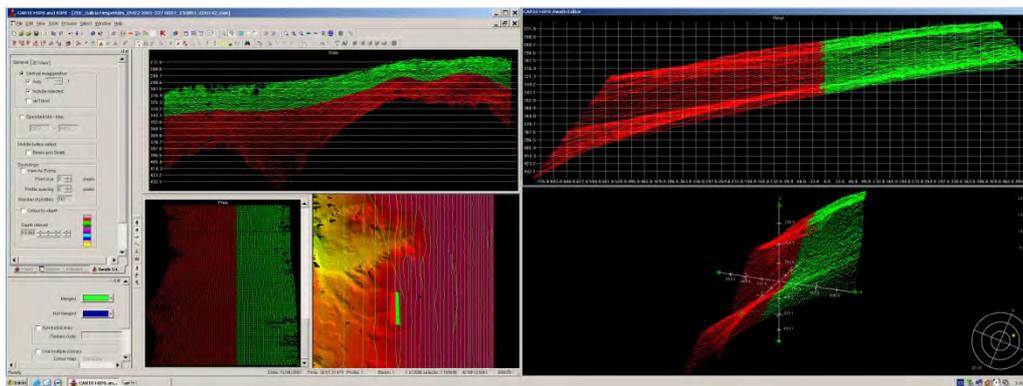


Figura 4.3.6.- Interfaz que ofrece la aplicación informática *Caris HIPS and SIPS* para la limpieza de las sondas obtenidas con ecosonda multihaz, a través del editor de bandas de sondaje.

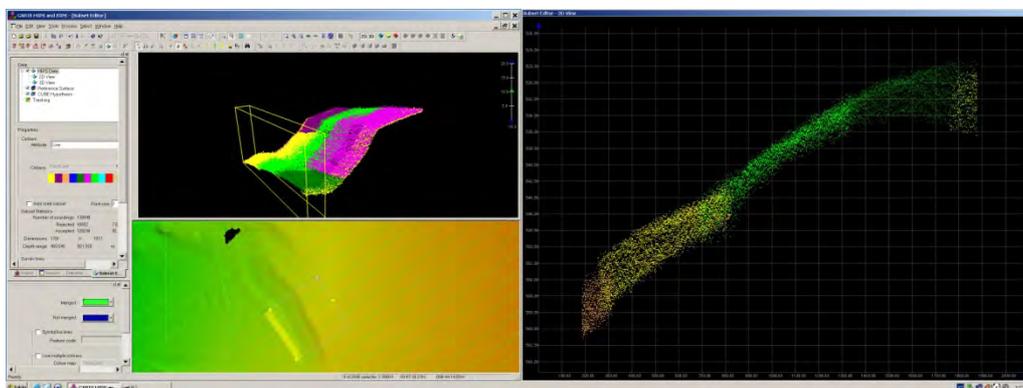


Figura 4.3.7.- Interfaz que ofrece la aplicación informática *Caris HIPS and SIPS* para la limpieza de las sondas obtenidas con ecosonda multihaz, en este caso, a través del editor de subconjuntos de datos, especialmente indicado para el control del solape entre líneas.

Edición de Hojas de Campo: El Editor de Hoja de Campo es una herramienta de *Hips* cuya misión es la creación de productos o Mapas *Caris* a partir de los datos de sondas limpias (registros x,y,z y de reflectividad) resultantes del procesado, que se pueden emplear para visualizar e interpretar los datos batimétricos mediante la construcción de modelos digitales del terreno (MDT) y mosaicos de reflectividad. En este punto, se realizan cálculos de paso de malla, filtrado y suavizado de los datos. Una vez realizados los MDT, de éstos se pueden extraer modelos derivados de ellos. En esta fase se pueden poner de manifiesto algunos errores en el procesado anterior de los datos, por lo que se realizan nuevamente procesados no



automáticos y se vuelven a representar los datos. Este proceso iterativo se prolonga hasta que la calidad de los resultados permite considerarlos como definitivos.

Con los resultados definitivos, se pueden utilizar otros modos de visualización del MDT, como mapas de isobatas, diagramas tridimensionales, mapas de pendientes, modelos de sombras, etc. mediante la utilización de diferentes softwares como *Fledermaus* o ArcGIS. El procedimiento seguido en la adquisición y procesado de los datos batimétricos multihaz, hasta la obtención de los productos finales, se sintetiza en la Fig. 4.3.8.

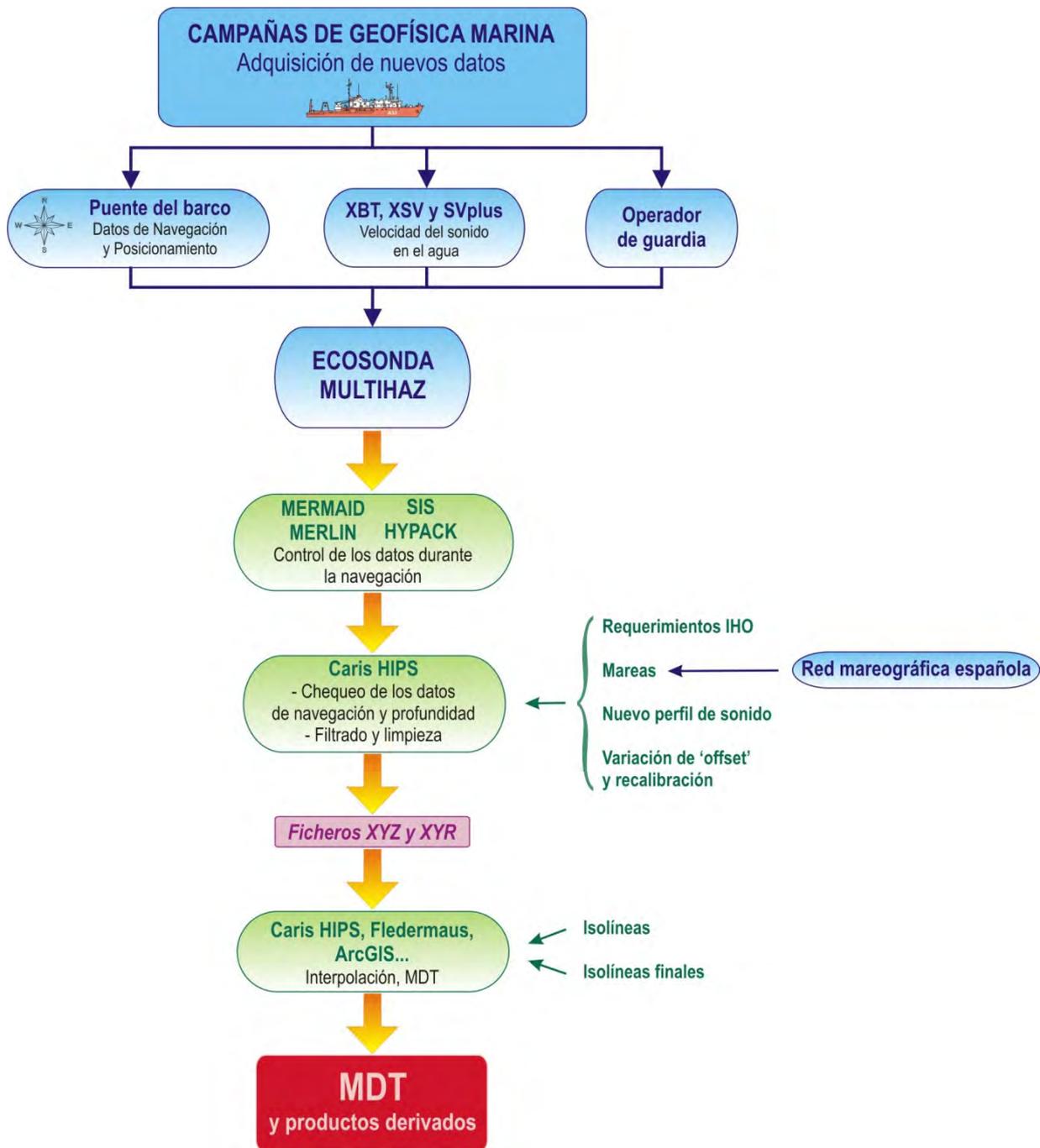


Figura 4.3.8.- Procedimiento seguido en la adquisición y el procesado de los datos batimétricos.

Además de los datos de profundidad, se adquirieron y procesaron datos de reflectividad del fondo marino a razón de un valor de reflectividad por cada sonda, cuyos datos nos permitirán construir un mosaico de calidades de fondo a través de las medidas de reflectividad obtenidas de la ecosonda multihaz y del análisis sedimentológico realizado de las muestras de dragado del fondo. El backscatter o reflectividad del fondo es la proporción de energía devuelta que previamente emite una ecosonda multihaz. Es una capacidad que incluyen los sondadores beamforming a partir de los diseños comerciales de finales de los años 90, y desde entonces, ha sido objeto de estudio el desarrollo de algoritmos cada vez más robustos para, a través de este valor asociado a cada haz, medir indirectamente la calidad del fondo marino. El problema de asociar la reflectividad medida a la calidad del fondo es que parte de ella también depende de otros factores no directamente relacionados con esta variable, como son: el sondador utilizado, los parámetros concretos (potencia y ancho del pulso), la dirección y ángulo de incidencia del haz, la densidad del agua o las variaciones en la pendiente del fondo. Pero la reflectividad depende en gran medida del tamaño y las características físicas de los sedimentos, que sí están directamente relacionados con la calidad del fondo. Todos estos factores, tanto los relacionados con la calidad del fondo como los que no lo están, son los que se han tenido en cuenta para desarrollar los diversos algoritmos de análisis de reflectividad de los distintos software hidrográficos, entre ellos el Geocoder con el que han sido procesado los datos para la construcción de mosaicos.

El Geocoder es un algoritmo de procesado que corrige tres bloques de factores no relacionados con la calidad del fondo:

- Factores radiométricos: íntimamente relacionados con la frecuencia de la ecosonda, corrigen fundamentalmente los errores de imagen relacionados con la absorción y la dispersión en la columna de agua. Por tanto, se conseguirán mejores resultados cuanto mejor perfil de velocidad del sonido y valor de salinidad incorporemos a la ecosonda.
- Factores geométricos: relacionados con la dirección y el ángulo de incidencia del haz. El perfil de velocidad del sonido también juega aquí un papel fundamental.
- Factores de mezclado de mosaico: relacionado con los algoritmos a aplicar en las zonas de solape para la formación de la imagen.

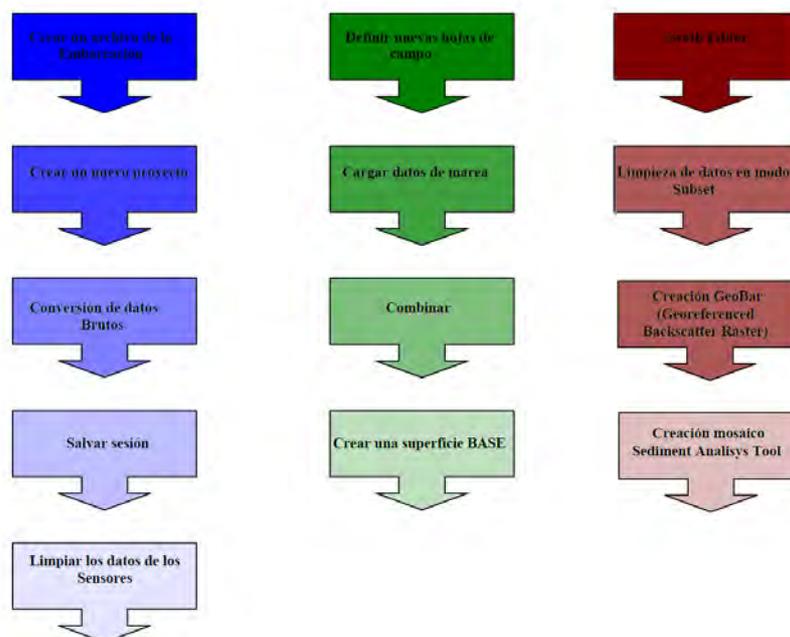


Figura 4.3.9.- Flujo de trabajo en el entorno de *Caris HIPS and SIPS* para el procesado de la reflectividad obtenida con ecosonda multihaz.

El objetivo de aplicar este algoritmo es la generación de un mosaico básico a partir de unos valores originales de reflectividad extraídos con Geocoder mediante un proceso automático, de este modo, se puede hacer una primera división aproximada de calidades de fondo con un resultado visual que, combinado con la batimetría, permite determinar las calidades de fondo hasta donde la resolución de los equipos de posición y sonda usados en los levantamientos permita. Su resultado es visual, e inicialmente no se acompañará de un análisis de sedimentos. Los resultados de los análisis sedimentológicos de las muestras tomadas, permiten realizar un estudio más exhaustivo de las calidades de fondo, analizando los distintos tipos de arena, fango, roca o presencia de algas, por ejemplo, para la realización del Mapa de Calidades de Fondo (Fig. 2 del Anexo I).

La secuencia para la creación de los mosaicos básicos de reflectividad es la siguiente:

- Las líneas de batimetría a partir de las cuales se va a trazar el mosaico básico deben estar procesadas al menos en modo línea, mezcladas con archivo de mareas aplicado.
- Previamente se realizará una superficie base batimétrica con la resolución establecida en las normas de procesado para la profundidad correspondiente, que complementará al mosaico para su análisis visual y comparación.
- Creación del mosaico: Una vez creados los GeoBar (*Georeferenced Backscatter Raster*) mediante el Editor de Mosaico se seleccionan las líneas a partir de las cual elaboraremos el mosaico de reflectividad (Fig. 4.3.10).

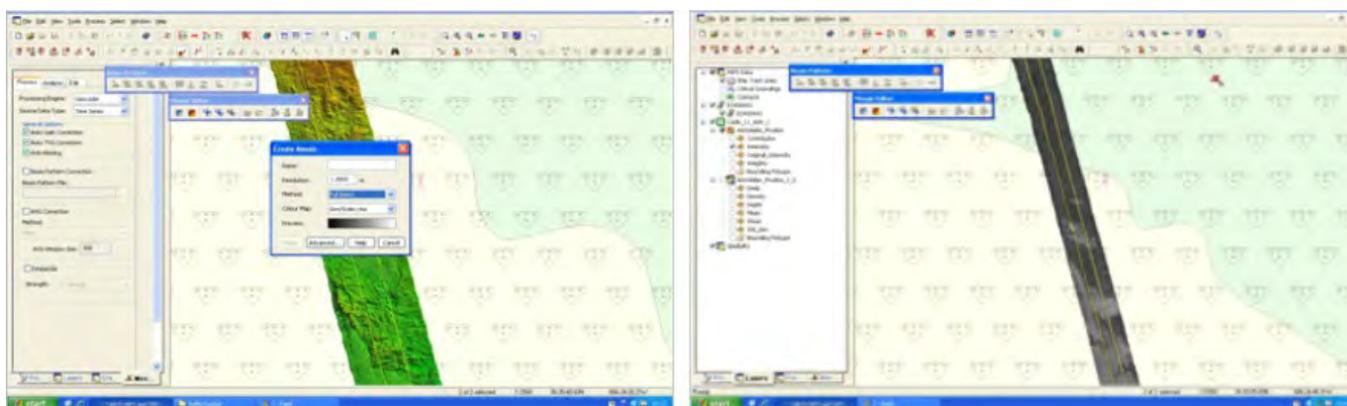


Figura 4.3.10.- Interfaz que ofrece la aplicación informática *Caris HIPS and SIPS* para creación de un mosaico de reflectividad con el módulo Geocoder.

Aunque los resultados del mosaico básico son para análisis visual, se podrían proponer como primera aproximación orientativa tres grupos de tipo de fondo dependiendo de los valores de salida de reflectividad del Geocoder con el método expuesto (Tabla 4.3.2).

Tabla 4.3.2.- Diferentes tipos de fondo en función del rango de reflectividad.

Desde -7 db. hasta -18 db.	ROCA/GRAVA
Desde -19 db. hasta -32 db.	ARENAS
Desde -33 db. hasta -45 db.	FANGOS

El modelo digital del terreno de la región del SCA que se muestra en la Fig. 2 del Anexo I, ha sido construido a partir de los datos batimétricos de ecosonda multihaz cuya procedencia se ha explicado en este

apartado. Para unir los datos batimétricos de diferentes campañas en una malla única se ha utilizado la aplicación de ArcGIS Raster Mosaic realizando un grid a un paso de malla de 75 m.

4.3.1.2. Sísmica de alta resolución (TOPAS)

La sonda paramétrica TOPAS (*Topographic Parametric Seismic System*, de Konsberg-Simrad) surgió en la década del 1970 a partir de la aplicación del efecto paramétrico a la emisión y recepción de señales sísmicas de alta frecuencia. Se trata de un sistema que permite obtener registros del subsuelo marino de forma continua y con muy alta resolución, con penetración en los niveles sedimentarios superficiales.

Las sondas paramétricas se basan en la generación de ondas acústicas de baja frecuencia relativa a través de la interacción no lineal, en los primeros metros de la columna de agua, de dos haces de sonido de alta frecuencia. Es lo que se denomina efecto paramétrico (Fig. 4.3.11). Estos dos haces de baja frecuencia están separados entre sí por un incremento de frecuencia próximo a la frecuencia primaria media. La interacción entre estos dos haces acústicos da lugar a dos frecuencias secundarias que son la suma y la diferencia, respectivamente, de las frecuencias primarias generadas por el emisor. La señal resultante tiene una banda de frecuencias relativamente amplia y un perfil de haces estrecho (próximo a las señales de alta frecuencia transmitidas por los transductores) sin lóbulos laterales, que aumenta la resolución del sistema. Todo esto hace que la resolución espacial en los perfiles de sedimento sea muy elevada. Los haces estrechos también dan como resultado unos niveles de reverberación bajo y, por tanto, mayor capacidad de penetración de la señal.

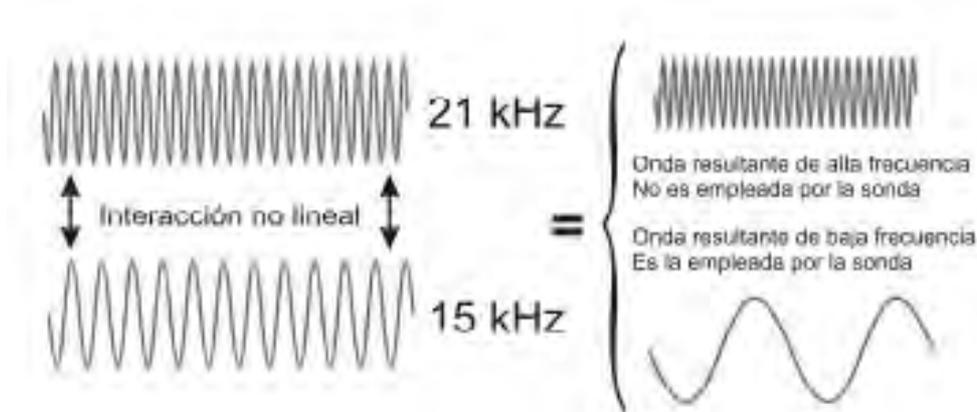


Figura 4.3.11- Esquema ilustrativo de la generación del efecto paramétrico.

Los datos de sísmica de alta resolución empleados en este estudio son los obtenidos durante las campañas A0410 y A0511 con una sonda TOPAS PS-018, que emplea frecuencias primarias centradas en 16 y 20 kHz. Las frecuencias secundarias resultantes son la suma, con una frecuencia de 33 kHz, y la diferencia, que es la que se utiliza para prospección y que oscila entre 0,5 y 4 kHz. La frecuencia que se emplea generalmente es de 3,5 kHz. El equipo permite variar el modo de emisión de los trenes de ondas (modos *burst*, *ricker* o *chirp*) dependiendo del medio en que se trabaja y el objetivo de la prospección. Este equipo combina una muy buena penetración con una muy alta resolución.

El eco o señal recibida se amplifica, digitaliza y procesa en tiempo real. La sonda TOPAS está estabilizada electrónicamente para los movimientos de cabeceo, balanceo y serpenteo del buque. Para el procesado de los datos, la aplicación informática permite el uso de funciones de filtrado (generalmente de paso de banda), ganancias, deconvolución, etc. El registro se realiza digitalmente en dos tipos de formato: *.raw y *.seg.

El modo de disparo empleado por defecto durante la adquisición ha sido el *chirp*, con una cadencia de emisión de la señal controlada por la unidad de sincronía que evita interferencias entre las diferentes sondas



que van funcionando a la vez, en este caso la TOPAS, la ecosonda multihaz y la ecosonda monohaz. Con esta configuración, la resolución vertical máxima es de 0.2 ms, y la horizontal de hasta 0.3 m. La capacidad máxima de penetración en el subsuelo, variable según el tipo de material, es de 150 m (Fig. 4.3.12).

En este trabajo, después de evaluar la calidad de la información adquirida, hemos utilizado los registros de la señal pre-procesada, seleccionando aquellos que, para los objetivos de este proyecto, hemos considerado de mayor utilidad.

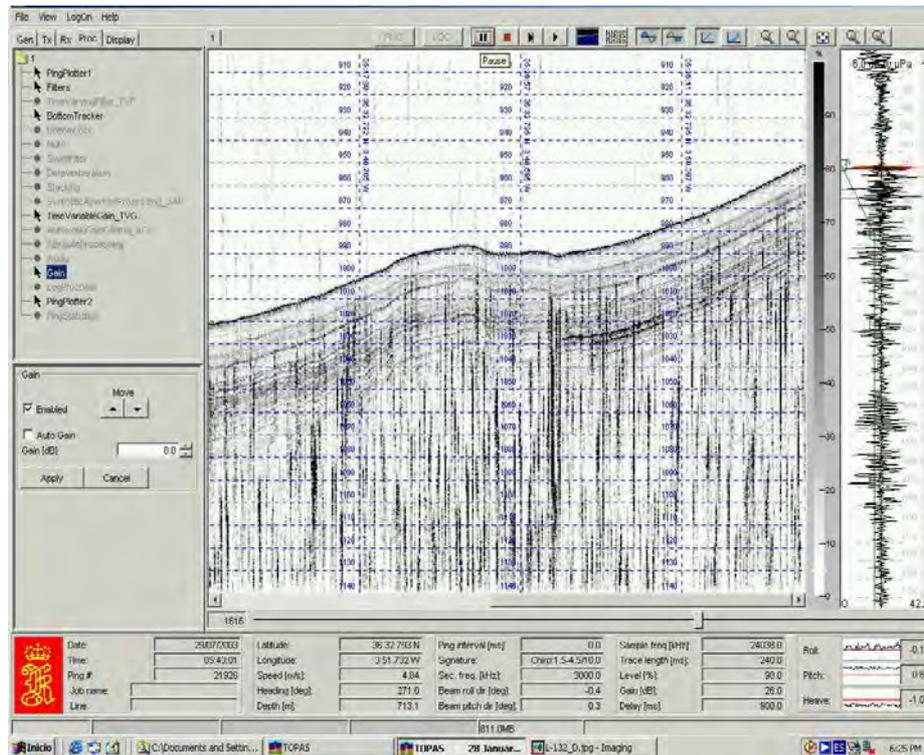


Figura 4.3.12- Interfaz de la aplicación informática para la adquisición y procesado de datos sísmicos con el perfilador paramétrico TOPAS PS-018.

4.3.2. Sedimentología

Las estaciones de muestreo destinadas al estudio de los sedimentos presente en los fondos del SCA (así como para el estudio de las comunidades macroinfaunales) se seleccionaron previa confirmación de la presencia de tipos sedimentarios blandos a partir de valores bajos de reflectividad procedentes de la información proporcionada por la ecosonda multihaz. Durante las campañas llevadas a cabo se utilizó una draga *mesobox corer* tipo *Ulsner* con una superficie de muestreo de 0.090 m², fabricada en hierro galvanizado con partes móviles en acero inoxidable y con un peso aproximado de una tonelada (Fig. 4.3.13).



Figura 4.3.13.- Draga *mesobox corer* a bordo, recuperación de la draga y preparación de muestras.

Se recogieron muestras para realizar el análisis granulométrico del sedimento así como para estimar su contenido orgánico, siendo todas las muestras congeladas a bordo hasta su posterior procesamiento. Además, en una submuestra se midió el potencial Redox del sedimento, que se realizó por medio de un electrodo Redox combinado y un pHmetro portátil. Se hicieron medidas a tres niveles del sedimento: 0, 3 y 6 cm de profundidad.

Una vez en el laboratorio, el análisis granulométrico se realizó siguiendo el método recomendado por Buchanan (1984), que consiste en una combinación de tamizado en seco de la fracción gruesa (> 62 µm) y de sedimentación a 20 °C de la fracción fina (< 62 µm) en columna de agua destilada. El contenido de materia orgánica del sedimento se calculó como la pérdida porcentual en peso por calcinación de la muestra a 500 °C durante 24 horas, después de secarla a 100 °C durante el mismo tiempo. Para cada estación se realizaron 4 réplicas, tomándose el valor medio como representativo de esa estación. La utilización de la draga *mesobox corer* implica la utilización de los equipos de posicionamiento dinámico para evitar desplazamientos del barco durante el dragado en el punto elegido.

Durante las campañas llevadas a cabo se realizaron 57 muestreos con *mesobox-corer* (Fig. 4.3.14) en un rango de profundidades de 83 a 1881 m y que han sido utilizados para la cartografía de los tipos de fondos sedimentarios.

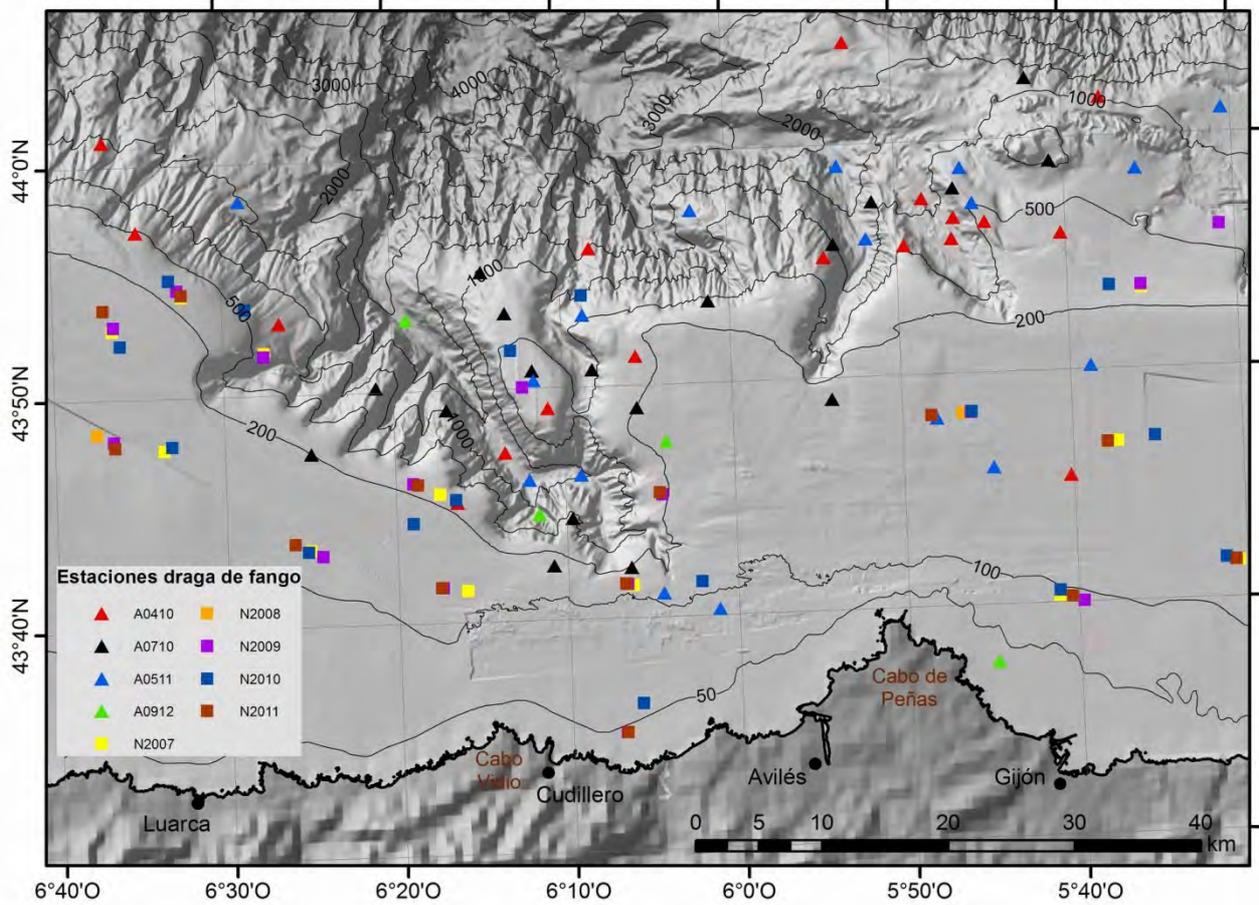


Figura 4.3.14.- Situación de los muestreos con draga de fango efectuados durante las campañas INDEMARES (triángulos) y las campañas DEMERSALES del proyecto ERDEM (cuadrados).

4.4. Comunidades endobentónicas

Las muestras para el estudio de las comunidades macroinfaunales se recogieron con una draga *mesobox corer* tipo *Ulsner* (junto con las muestras destinadas al estudio de los sedimentos). El muestreo con draga de fango es el recomendado para el estudio de las comunidades macroinfaunales de fondos blandos ya que la muestra de sedimento es recogida prácticamente sin que se altere su estructura vertical.

Las muestras para el estudio faunístico se tamizaron a bordo con una malla de 0.5 mm y el material recogido en el tamiz se fijó con formol al 8 % neutralizado con bórax (previamente anestesiado con cloruro magnésico), al que se le había añadido Rosa de Bengala para facilitar la separación de los organismos en el laboratorio. En una fracción de la muestra de 0.0175 m² se realizó un muestreo en varios niveles diferentes de profundidad (0 - 5, 5 - 10, 10 - 15 y > 15 cm) para determinar la distribución vertical de la infauna en el sedimento.

Una vez en el laboratorio, las muestras fueron lavadas para retirar el formol presente y, a continuación, se procedió a separar los organismos del sedimento. Los organismos fueron identificados y conservados en tubos con etanol al 70%.

Para el estudio de la infauna, se analizaron un total de 38 estaciones de 83 a 1881 metros de profundidad (Tabla 1 del Anexo II y Fig. 4.4.1).

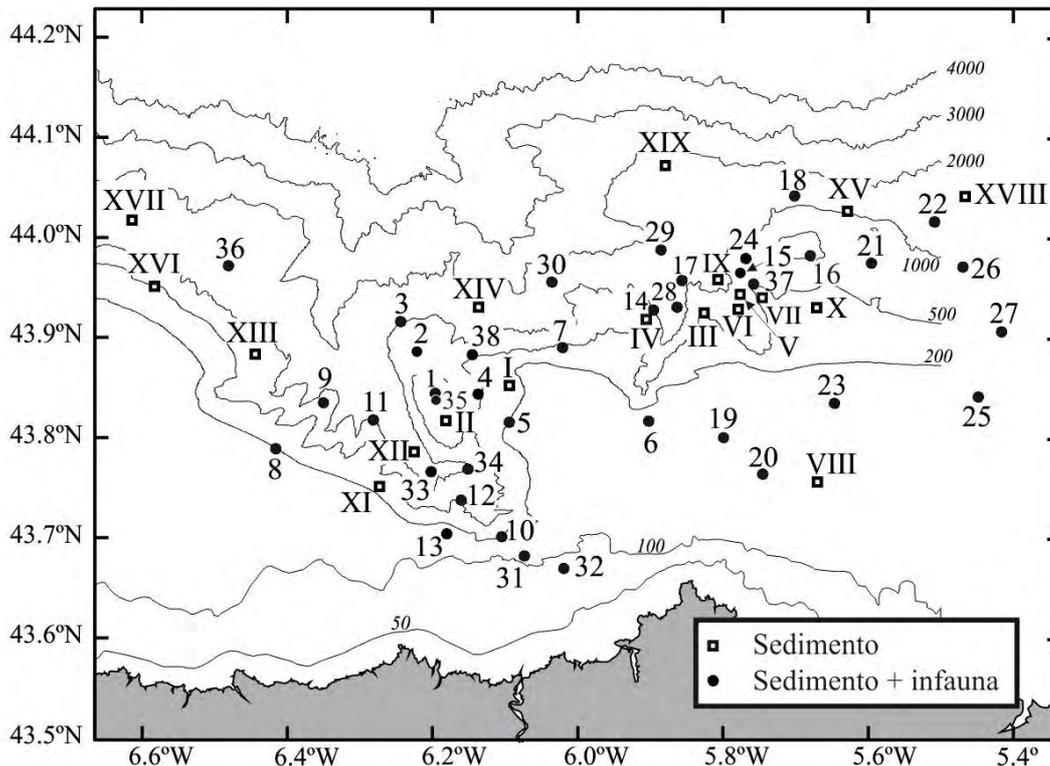


Figura 4.4.1.- Situación de los 38 muestreos con draga de fango utilizados en los estudios de infauna. Las estaciones en números romanos solo se utilizaron para sedimentología.

4.5. Comunidades epibentónicas

4.5.1. Comunidades epibentónicas de fondos duros

El uso de dragas de roca permite la obtención de muestras de sustratos duros y sedimentos semiconsolidados. Este tipo de instrumentación se incluye dentro de los métodos indirectos que permiten obtener datos sobre el fondo marino por medio de un contacto físico con él. Se emplean en zonas donde se prevé la existencia de afloramientos rocosos. En este proyecto se han podido hacer muestreos más efectivos y dirigidos a enclaves en los que se presumía la existencia de fondos duros gracias al conocimiento cartográfico previo proporcionado por la ecosonda multihaz.

En el desarrollo del proyecto INDEMARES-AVILÉS, se ha realizado un enorme esfuerzo de muestreo para cartografiar los fondos duros dado que es en ellos donde se localizan una gran parte de los hábitats vulnerables que se pretendía localizar y estudiar. Así, se han realizado un total de 51 dragados con esta técnica en toda la zona entre los 54 y los 2291 metros de profundidad, lo que nos ha permitido recolectar más de 4000 muestras pertenecientes a la mayor parte de los Filos de invertebrados (Fig. 4.5.1 y Tabla 2 del Anexo II). Este muestreo se ha dirigido al estudio de las comunidades epibentónicas de fondos rocosos y de las estructuras biógenas (organismos bioconstructores de arrecifes de aguas frías).

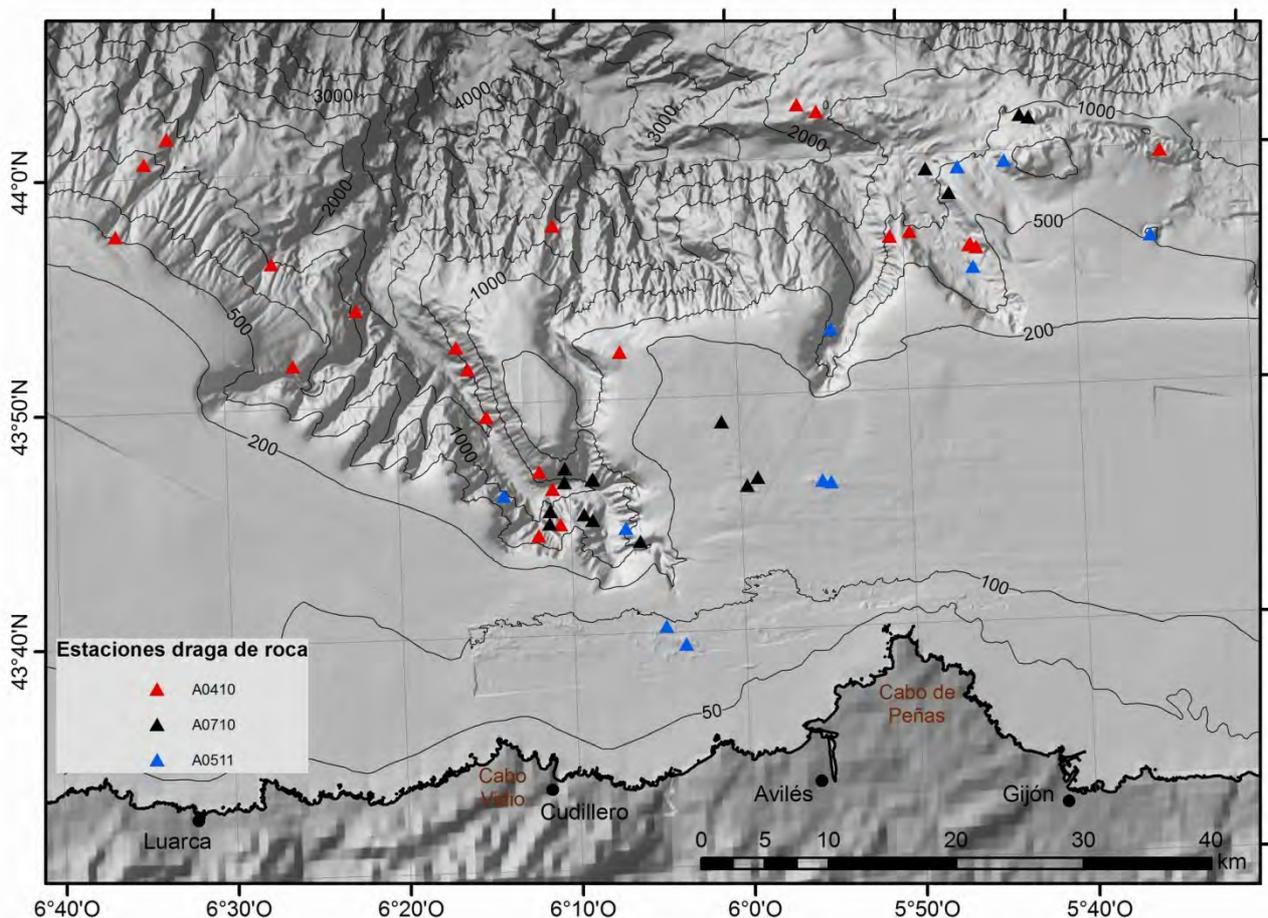


Figura 4.5.1.- Situación de los muestreos con draga de roca efectuados durante las campañas INDEMARES.

Se realizaron arrastres de una duración variable según la complejidad estructural de la zona pero que en general eran de corta duración para minimizar el impacto sobre los fondos y al mismo tiempo conseguir unas muestras que son imprescindibles para caracterizarlos. El uso de modernos sistemas de muestreo,



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



como los vehículos submarinos (ROVs), son de gran utilidad y complementan en gran medida la información obtenida por métodos indirectos como las dragas pero no pueden sustituir la información que proporcionan las primeras ya que se necesita disponer de los ejemplares en el laboratorio para proceder a su correcta identificación. Por otro lado muchas de las muestras son inconspicuas y son de difícil acceso y recolección por medio de los brazos articulados del ROV.

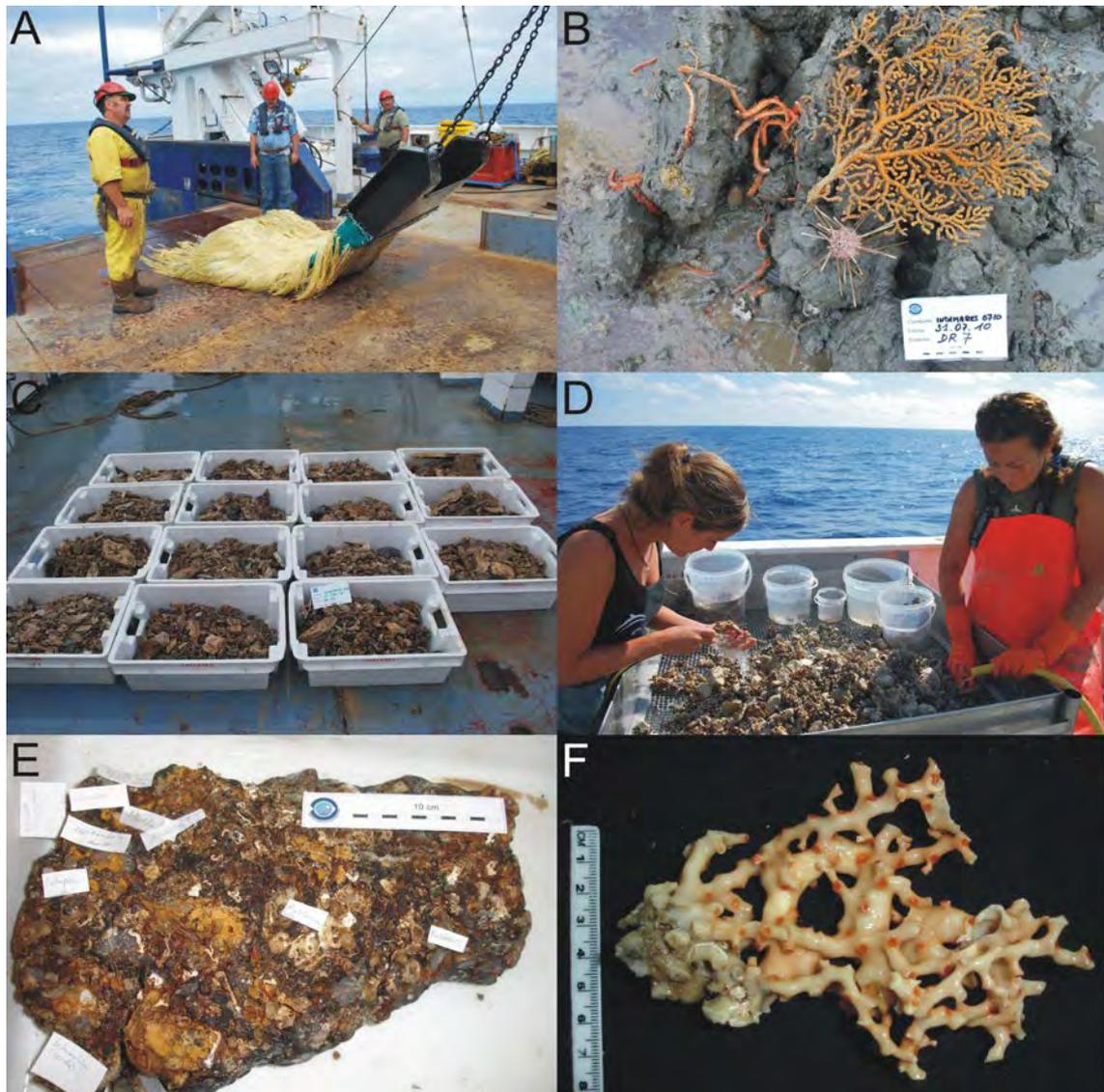


Figura 4.5.2.- Muestreo mediante draga de roca. A. Draga de roca izada en la cubierta a bordo del B/O Thalassa. B. Fotografía del estado de la muestra al llegar a superficie. C. Distribución del volumen total de la muestra en cajas para su procesado. D. Lavado, tamizado y separación in situ de los ejemplares E. Muestreo minucioso de cada individuo adherido a las rocas. F. Fotografiado individual de cada ejemplar recolectado.

Las dragas de roca está formada por una estructura metálica rectangular, unida a una red que va protegida por unas bases de cuero, goma o parpalla (cabos sintéticos de protección) o una combinación de ambas; en cualquier caso se trataba de poner por fuera de la red un material de sacrificio que impidiera el deterioro y enganche de la red al rozar contra las rocas. Al desplazarse arrastrando sobre el fondo marino, la boca metálica rectangular, rompe fragmentos de roca que son depositados en el interior de la red y recogidos posteriormente en superficie al izar la draga. Para el arrastre de la draga de roca se empleó la maquinilla de

pesca. La velocidad de arrastre debe ser lo más baja posible, entre 1 y 3 nudos como máximo. El uso de una cadena pesada delante de la draga está totalmente desaconsejado por el deterioro adicional que produce en la muestra. La draga empleada en las diferentes campañas del proyecto INDEMARES en el sistema de cañones de Avilés, presentaba unas dimensiones de 0.8 m de ancho y 0.3 m de altura, con un tamaño de malla de 10.0 mm. El material recogido se procesó a bordo, siendo el desglose de tareas el siguiente (Fig. 4.5.2):

- Triado: separación manual de todos los organismos epibentónicos de las rocas y bioconstrucciones (separación manual con la ayuda de una torre de tamizado para la fracción más pequeña). Los ejemplares más pequeños fueron emplazados en bandejas para su posterior identificación.
- Pre-identificación a bordo hasta el nivel taxonómico más bajo posible.
- El material biológico seleccionado fue fotografiado, anestesiado mediante diferentes técnicas según el grupo zoológico, fijado y conservado en etanol al 70% o en una solución tamponada con formaldehído al 4% de agua de mar, para su posterior estudio en el laboratorio.

El procesado de las muestras ha requerido un tratamiento mucho más laborioso para la identificación de la fauna bentónica. Cada grupo zoológico exige unas técnicas de estudio específicas que requieren preparaciones dedicadas como métodos histológicos o el uso de herramientas adicionales como el microscopio electrónico de barrido o incluso identificaciones mediante marcadores genéticos. En este sentido y a modo de ejemplo describiremos el procesado de uno de los grupos más abundante, junto con los Cnidarios: el Phylum Porifera.

4.5.1.1. Técnicas de estudio del filo Porifera

Metodología para la extracción espículas y su observación con microscopio óptico

Para realizar este estudio es imprescindible aislar las espículas del resto de la materia orgánica y obtener una preparación permanente con los elementos esqueléticos minerales. Para ello se toma un pequeño fragmento de las zonas más representativas de la esponja, se coloca sobre un portaobjetos y se añaden una o dos gotas de ácido nítrico. Se lleva el portaobjetos, con la ayuda de unas pinzas de madera, a la llama de un mechero hasta que el ácido entra en ebullición, lo que conlleva la descomposición de la materia orgánica. En caso necesario se añade más ácido si la materia orgánica no está totalmente descompuesta y el ácido se ha evaporado. Una vez eliminada toda la materia orgánica se añade a la muestra y sobre el portaobjetos unas gotas de alcohol etílico de 96° y se lleva de nuevo a la llama del mechero con el fin de deshidratar debidamente la muestra. Por último se añaden unas gotas de líquido de montaje, en este caso Araldite, y se cubren las espículas con un cubreobjetos. Para que el Araldite se solidifique con mayor rapidez se introduce la preparación en una estufa a 60° C durante un tiempo de 24 a 48 h. Cada portaobjetos se identifica con una etiqueta en la que se rotula el código del ejemplar al que pertenece la preparación. En el caso de las esponjas de la Clase Calcarea se utiliza hipoclorito sódico en lugar de ácido nítrico, ya que el ácido destruye las estructuras calcáreas.

Metodología de estudio de la disposición esquelética

Para observar la disposición esquelética, puede hacerse en algunos casos cortando a mano secciones finas de un ejemplar mediante un bisturí o una cuchilla; a continuación se introduce durante 5 minutos en alcohol absoluto y seguidamente en xileno, montándose por último en un portaobjetos. Sin embargo, esta tarea no es nada fácil cuando se trata de esponjas de poca consistencia o disponemos de muestras muy pequeñas, en cuyo caso procederemos del modo siguiente, que es válido para todo tipo de ejemplares: La esponja debe estar en alcohol de 70° que es su medio de conservación habitual. Se toma una porción y se sumerge en alcohol de 96° durante 60 minutos. A continuación 60 minutos en alcohol etílico absoluto y 12 horas, como mínimo en alcohol butílico. Seguidamente se le dan tres baños de parafina líquida de 3 horas cada uno, cambiándola cada vez de recipiente. Terminado este proceso, se realiza la inclusión en parafina,



para lo cual es práctico utilizar un recipiente cóncavo, que debe humedecerse ligeramente para facilitar la extracción del bloque de parafina al solidificarse. En este recipiente se añade la parafina líquida y a continuación la muestra de esponja en la posición deseada para realizar cortes paralelos y transversales a su superficie. En este momento se puede introducir una etiqueta para identificar el ejemplar. Cuando la parafina se solidifica se sumerge lentamente en agua. Al cabo de 5 minutos se puede sacar el bloque de parafina y se procede a realizar los cortes de la esponja, que se pueden hacer por medio de una cuchilla, un bisturí, o un microtomo si los cortes debieran ser más finos. Sobre un porta se depositan unas gotas de cola de carpintero mezcladas con agua; se colocan los cortes y se dejan secar a 50°C durante 24 horas. Después de esto, los portas se sumergen en dos baños de tolueno durante 15 minutos cada uno para disolver la parafina y por último, se montan y etiquetan las preparaciones.

Técnica de Microscopía electrónica

El Microscopio Electrónico de Barrido (SEM en la terminología inglesa) es una herramienta que cada vez tiene más uso en la identificación de los poríferos. Ya que permite la observación detallada de las espículas, sobre todo las de pequeño tamaño (microscleras), menores de 100 μm , que se escapan a la resolución del microscopio óptico convencional. Para la obtención de micrografías electrónicas debemos procurar que los elementos esqueléticos estén completamente limpios de materia orgánica, para lo cual el método más apropiado es el siguiente: Se toma un fragmento de esponja y se introduce dentro de un tubo de ensayo al que se le añaden 2 ó 3 cm^3 de ácido nítrico. Se lleva el tubo sobre la llama de un mechero hasta que el ácido hierva, haciendo que toda la materia orgánica se descomponga. Se deja enfriar el tubo y a continuación se llena con agua destilada y se agita para lavar las espículas. Una vez sedimentadas las espículas después del primer lavado, se retira el agua sobrante con cuidado. Esta operación se puede realizar una o dos veces más para eliminar todo el ácido nítrico y los posibles restos de materia orgánica. Después del último lavado se añade a las espículas alcohol absoluto. Se dejan sedimentar y se retira el alcohol sobrante. Es conveniente no utilizar pegatinas de carbono para fijar directamente las espículas al portaobjetos, ya que el alcohol absoluto diluye parcialmente el carbono, quedando las espículas enmascaradas. Por ello sobre la pegatina es conveniente colocar un cubreobjetos circular de vidrio. Sobre este se verterán unas gotas de alcohol absoluto con espículas y se deshidratará la muestra introduciéndola en una estufa a 60° C durante una hora aproximadamente. Por último, se le somete a un proceso de metalización recubriéndola con una capa fina de Oro o Platino.

Métodos bibliográficos

El reconocimiento de las especies exige para cada grupo zoológico un extenso dominio de la bibliografía publicada hasta la fecha prácticamente desde los tiempos de Linneo y los primeros naturalistas, pasando por las grandes campañas oceanográficas. Las herramientas electrónicas actuales como internet y el acceso a revistas electrónicas facilitan el trabajo pero muchas publicaciones antiguas no están todavía disponibles teniendo que ser consultadas o fotocopiadas en Museos de Historia Natural. Esto incrementa en gran medida el tiempo que tiene que dedicar un especialista para identificar cada ejemplar. Cada experto en taxonomía participante en el proyecto dispone de los trabajos necesarios de su grupo zoológico.

Identificación

En cualquier caso es imprescindible disponer de toda la literatura existente de cada especie partiendo de la descripción original con la que fue descrita y la información posterior adicional disponible. En ellas aparecen los caracteres taxonómicos que la diferencian unas especies de otras próximas incluyendo dibujos fotografías de su habitus, esqueleto, caracteres morfológicos distintivos, fotografías de microscopio electrónico, etc. Si nuestros ejemplares coinciden fielmente con estas descripciones la identificación es aceptada con distinciones particulares o modificaciones dentro de la especie. En caso contrario se valorará si puede tratarse de una especie nueva para la ciencia.



Bases de datos

Cada ejemplar, cada muestra con su correspondiente etiqueta es guardada en las colecciones mediante un método de conservación adecuado para cada filo zoológico. Los datos correspondientes a su localización, fecha y hora, coordenadas, profundidad, datos ecológicos, parámetros físicos, sedimentos, así como su clasificación en Filo / Clase / Orden / Familia / Género / Especie o sus taxones superiores o inferiores, son ordenados en base de datos que pueden facilitar una información muy valiosa para caracterizar fondos, estudiar impactos, comprobar el efecto reserva y ver el estado de los ecosistemas a lo largo del tiempo. Cualquier sistema de monitoreo tiene que partir de un conocimiento inicial de la zona por lo que el estudio se completa con la realización de la base de datos de estas muestras.



Figura 4.5.3.- Técnicas de estudio. A. Laboratorio en el B/O Miguel Oliver. B. Traslado de las muestras al laboratorio húmedo del Centro Oceanográfico. C. Clasificación y preparación del material. D. Preparación de Técnicas específicas de laboratorio. E. Metodología de estudio de la disposición esquelética de Poríferos. F. Clasificación y conservación en laboratorio de distintas especies de Asteroideos. G. Microscopio Electrónico de barrido de la Universidad de Oviedo empleado para el estudio de las muestras. H. Fotografía de espículas de esponjas realizadas mediante microscopía electrónica.

4.5.2. Comunidades epibentónicas de fondos sedimentarios

Los muestreos realizados con un bou de vara (o *beam trawl*) estaban dirigidos a invertebrados epibentónicos y pequeños peces (o juveniles) de fondos sedimentarios. Este pequeño arte de pesca fue diseñado en el IEO de Santander, con ayuda de la Escuela Náutico Pesquera de Pasajes, para el proyecto de financiación externa ECODEM, siendo posteriormente adoptado, debido a su excelente rendimiento, en otros proyectos y zonas de estudio. Supone una alternativa más robusta a la draga tipo Agasiz. Tiene una abertura horizontal de 350 cm y una abertura vertical de 65 cm y dispone de una luz de malla de 10 mm (Fig 4.5.4). El área media barrida por lance fue de 3571 m². Posee un burlón muy delgado y pesado (discos de plomo), que trabaja enterrado en el sedimento, por lo que obtiene una muestra bastante representativa de las comunidades epibentónicas. El arte se posiciona en el fondo mediante un sistema de sensores Scanmar, que en tiempo real informa sobre la profundidad y distancia al fondo. Una vez estabilizado en el fondo se realiza un arrastre efectivo de 15 minutos de duración manteniéndose una velocidad constante de 2.0 nudos.

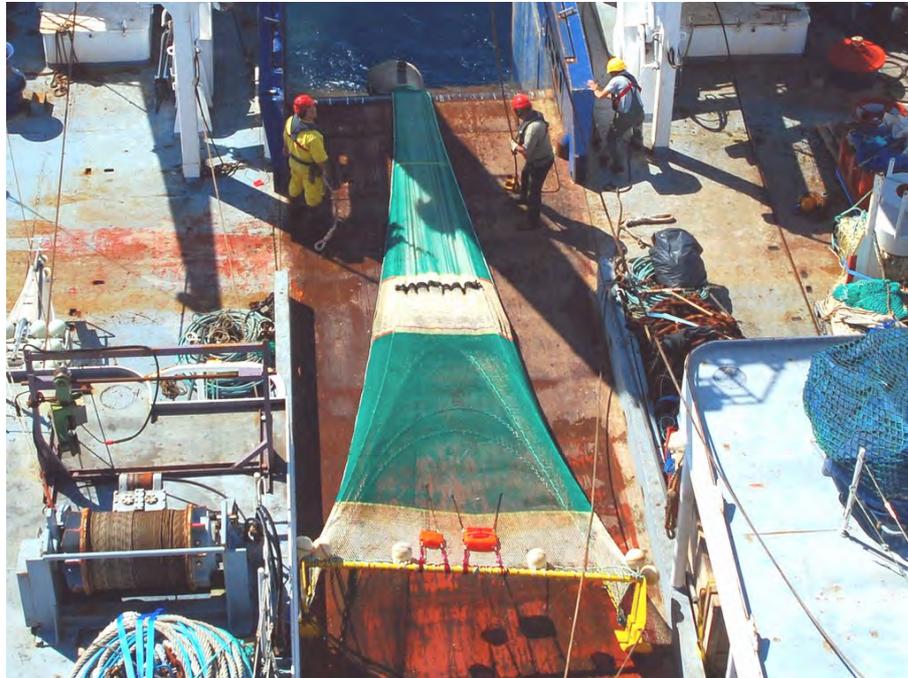


Figura 4.5.4.- Recuperando el bou de vara a bordo del B/O *Thalassa* durante la campaña INDEMARES 0710. Se pueden observar los sensores Scanmar en la parte superior del aparejo para monitorizar la unidad de muestreo.

La metodología a bordo es similar a la de la draga de roca y consiste en fotografía previa de la muestra, separación de los ejemplares al nivel taxonómico más bajo, cuantificación por especies en número y peso, fotografía de los ejemplares de mayor interés, y conservación de ejemplares por identificar o para colección.

Durante la campaña A0710 se realizaron 8 arrastres entre los 290 y los 1015 m de profundidad y durante la campaña A0511 se realizaron 7 arrastres entre los 300 y los 1500 m de profundidad (Fig. 4.5.5 y Tabla 3 del Anexo II).

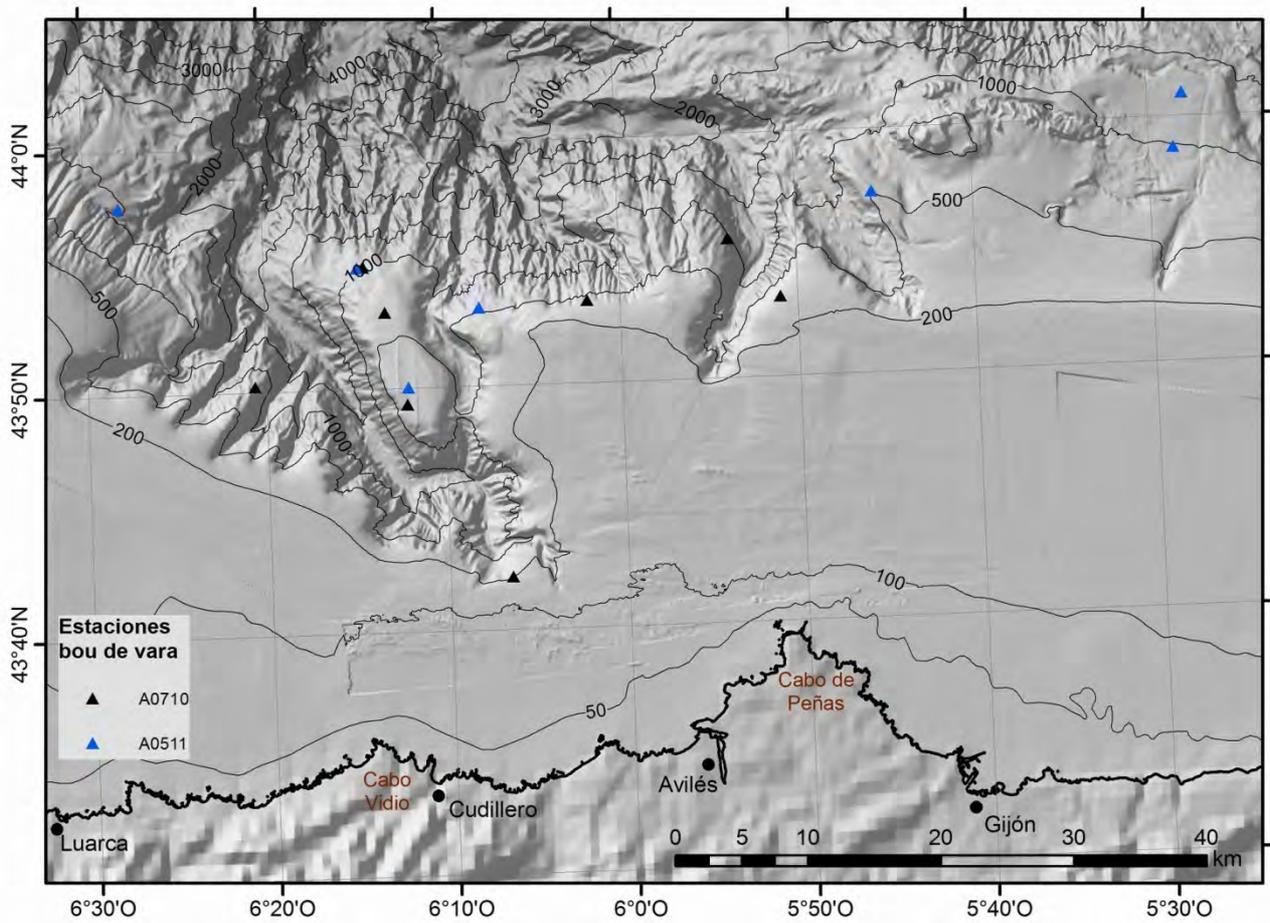


Figura 4.5.5.- Situación de los muestreos con bou de vara efectuados en el SCA durante las campañas INDEMARES.

4.6. Comunidades suprabentónicas

El suprabentos está constituido por organismos con grandes capacidades natatorias (principalmente crustáceos peracáridos), que habitan en la capa de agua por encima del fondo marino. Para el estudio de las comunidades suprabentónicas se utilizó un trineo suprabentónico diseñado en el IEO de La Coruña (Fig. 4.6.1.A). Este trineo está equipado con 2 redes (luz de malla de 0.5 mm) superpuestas de manera que, en cada arrastre, se muestrean simultáneamente dos capas de agua por encima del fondo: una entre los 0–65 cm y otra entre los 65–90 cm. Este sistema de muestreo presenta un sistema de apertura y cierre automático por contacto con el sustrato, que impide la captura de organismos tanto en el ascenso como en el descenso del trineo a través de la columna de agua y permite así, que el muestreo sea efectivo en la capa de agua inmediatamente sobre el fondo (Frutos, 2006). Además, en la boca de la red superior se sitúa un flujómetro (tipo TSK) que permite la estimación tanto del volumen de agua filtrada por cada red, como la superficie del fondo muestreada por el trineo. De esta manera, estos crustáceos, de gran importancia como fuente alimenticia para los depredadores bentónico-demersales, pueden ser muestreados cuantitativamente.

Todos los muestreos se realizaron durante el día (Tabla 4 del Anexo II). La velocidad del trineo durante el muestreo es de 1.5 nudos y la duración del arrastre sobre el fondo fue de dos minutos. Una vez el trineo llega a cubierta se lavan las redes, se recupera la muestra de los colectores y se fija en formol al 4% para su posterior estudio en el laboratorio.



Figura 4.6.1.- Los dos tipos de trineos suprabentónicos utilizados en las campañas INDEMARES. Izquierda: campaña INDEMARES-AVILÉS 0710; derecha: campaña INDEMARES-AVILÉS 0511. Los sensores Scanmar (profundidad y distancia al fondo) se sitúan en la parte superior delantera del trineo.

Durante las campañas INDEMARES se recogieron muestras de suprabentos en un total de 13 estaciones situadas entre los 207 y los 1480 m de profundidad (Fig. 4.6.2). En la campaña INDEMARES-AVILÉS 0710 se realizaron ocho arrastres localizados entre los 207 y los 997 m de profundidad. De ellos, seis fueron válidos. En la estación situada en la zona denominada La Canaleta, situada entre al Canto Nuevo y la plataforma continental, el trineo quedó enganchado en el fondo durante el proceso de la virada y se rompió el cable de kevlar. Aunque se intentó recuperar con el arte de pesca, no se tuvo éxito, quedando en el fondo a 550 m de profundidad. Para poder trabajar en la campaña INDEMARES-AVILÉS 0511 se construyó un nuevo trineo de mayor tamaño, en el que se realizaron ligeros cambios de diseño intentando aumentar su eficacia y estabilidad trabajando en fondos profundos (Fig. 4.6.1.B). En esta segunda campaña se realizaron ocho arrastres situados entre los 368 y los 1480 m de profundidad, de los que uno fue nulo.

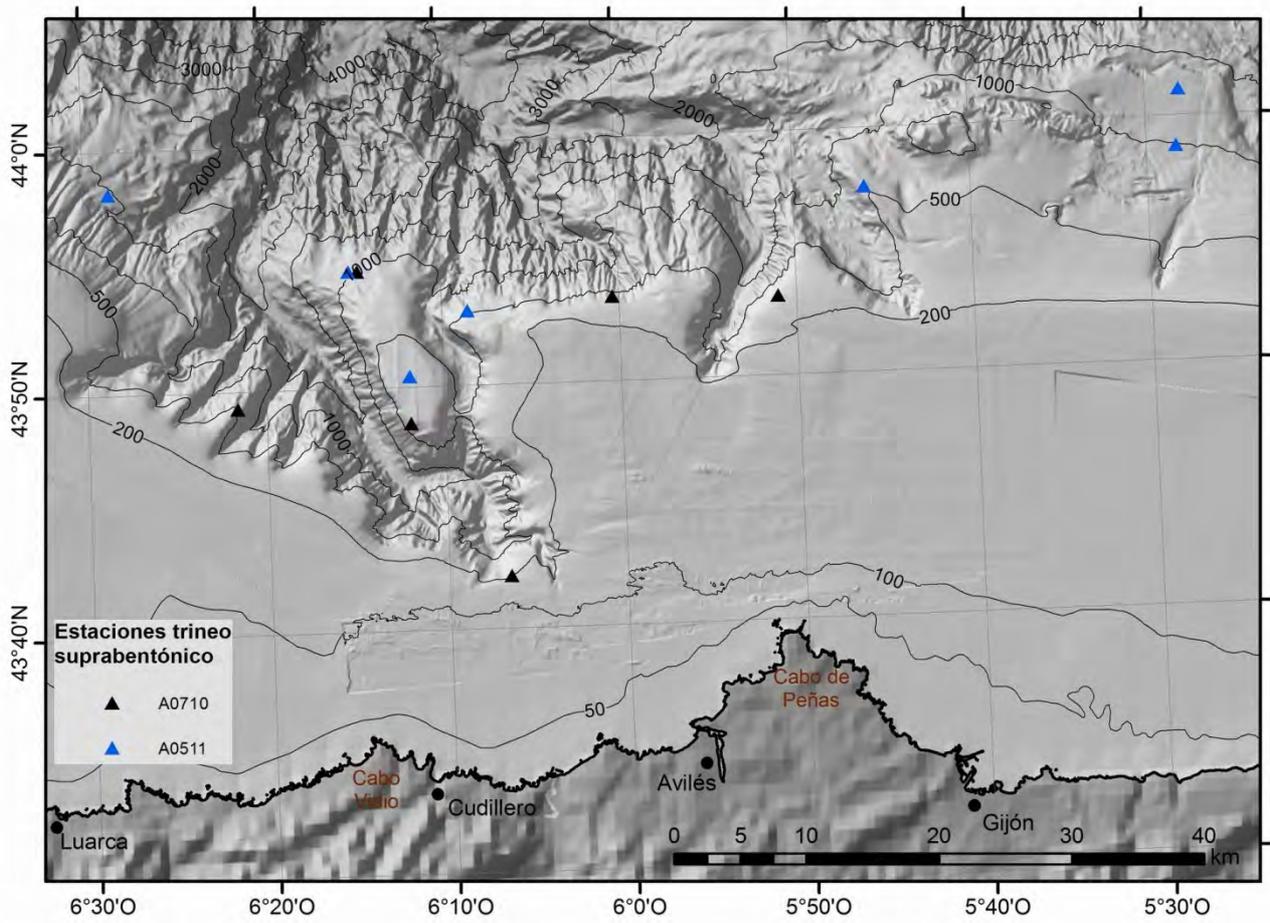


Figura 4.6.2.- Situación de los muestreos con trineo suprabentónico efectuados durante las campañas INDEMARES.

4.7. Comunidades demersales

4.7.1 Estaciones de muestreo

Para el estudio de la fauna demersal de fondos sedimentarios se utilizó un aparejo de arrastre con puertas tipo GOC-73, arte estándar de las campañas de evaluación de recursos pesqueros que se realizan en el Mediterráneo (MEDITS, 2007), así como en los estudios de seguimiento del banco El Cachucho (proyecto ECOMARG 2), recientemente nominada como Área Marina Protegida, modificado para poder trabajar en grandes profundidades (flotadores de alta presión en la visera). El diámetro de la malla del copo de la red es de 10 mm y la duración de cada pesca fue de 30 minutos. La abertura vertical media del arte fue de 2.68 ± 0.12 y la horizontal 19.44 ± 0.59 m dando como resultado un área media barrida por lance de 56617 m^2 . Para incluir en este estudio las comunidades presentes en la plataforma continental del SCA se utilizaron también los lances realizados en 2010 y 2011 en las campañas DEMERSALES del proyecto ERDEM (Evaluación de Recursos Demersales) del IEO. El arte utilizado fue un tipo boca clásico con 10 mm de malla en el copo y la duración de cada pesca fue de 30 minutos. La abertura vertical media del arte fue de 2.28 ± 0.05 y la horizontal 18.13 ± 0.72 m dando como resultado un área media barrida por lance de 53060 m^2 . Este tipo de muestreos con artes de arrastre están dirigidos a obtener información de las comunidades demersales (principalmente peces y cefalópodos) de fondos sedimentarios y facilitar especímenes para los estudios de alimentación. La metodología a bordo es la misma que la descrita para el bou de vara. Durante la campaña A0710 se realizaron 9 arrastres entre 194 y 1258 m y durante la campaña A0511 se realizaron 7 arrastres entre 350 y 1500 m (Figura 4.7.1 y Tabla 5 del Anexo II). El rango batimétrico de las dos campañas DEMERSALES en la zona fue de 50 a 600 m.

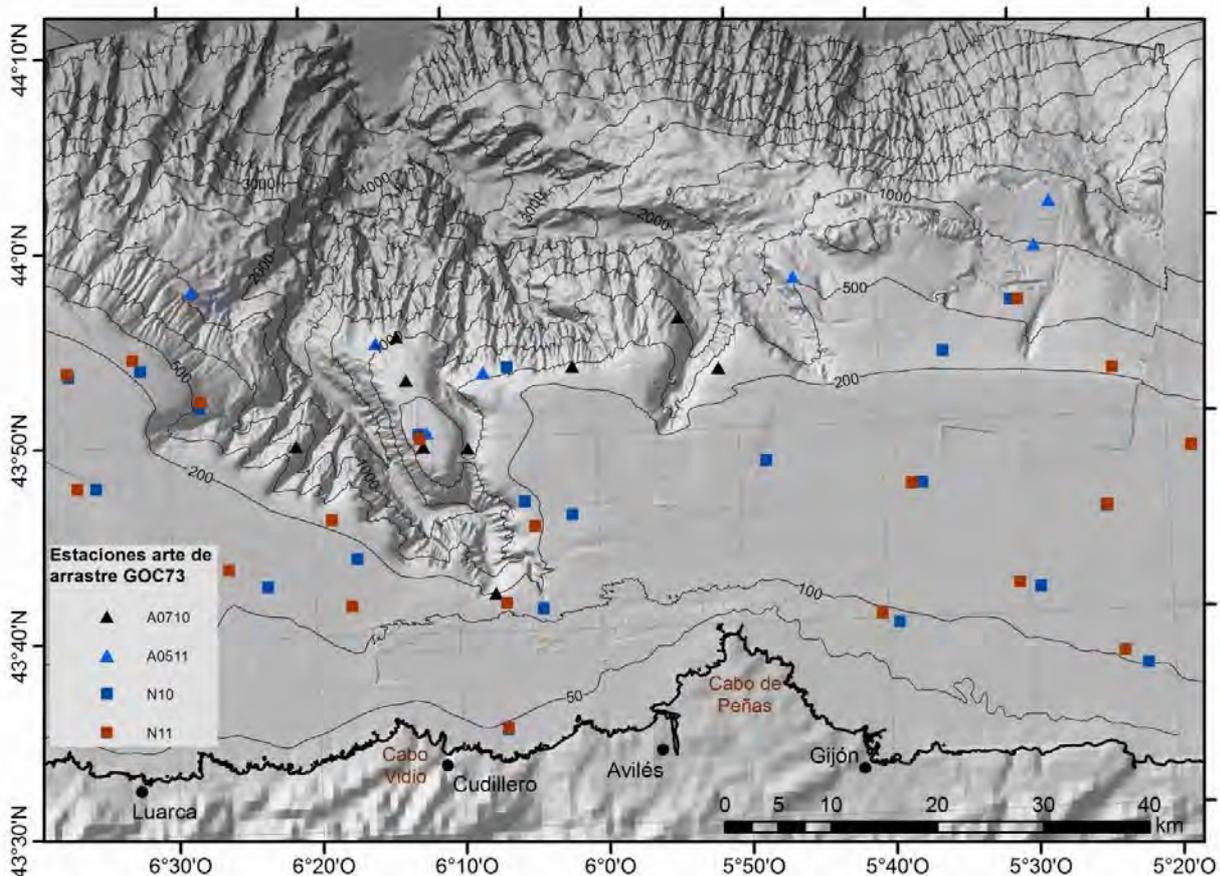


Figura 4.7.1.- Situación de los muestreos con arte de arrastre GOC-73 efectuados durante las campañas INDEMARES (triángulos) y los muestreos con arte de arrastre boca 44/60 efectuados durante las campañas DEMERSALES del proyecto ERDEM (cuadrados).



4.7.2. Estudios de alimentación

Los datos analizados en el presente informe provienen de las campañas que se llevaron a cabo en el SCA en 2010 (A0710) y 2011 (A0511). En cada lance, las especies de peces y elasmobranquios se separaban e identificaban. La mayoría de las veces, los ejemplares eran diseccionados a bordo y se analizaba el contenido estomacal, sin embargo en algunos casos los ejemplares se congelaron y analizaron en el laboratorio. De cada ejemplar se obtenían los siguientes datos: talla, peso, sexo, estado de madurez. Para el análisis del contenido estomacal se obtenía el volumen total del estómago mediante un trofómetro (Olaso, 1990) y a continuación se separaban las presas y se identificaban. Para el estudio de la dieta se asigna un porcentaje a cada presa para posteriormente calcular el volumen que ocupa cada una. Siempre que fue posible se obtuvo la talla de la presa (en el caso de peces y algunos crustáceos). Cuando este proceso se hacía en el laboratorio, se obtenía el peso del bolo alimenticio (en una balanza de precisión) en lugar del volumen. Las presas fueron identificadas a nivel de especie siempre que fue posible.

Para caracterizar las afinidades tróficas entre las diferentes especies de peces y elasmobranquios en función de sus dietas se ha empleado un análisis de clasificación jerárquica. Solo se han tenido en cuenta aquellas especies con un número mínimo de 9 contenidos estomacales con alimento. A partir de la matriz base de abundancia en volumen de predador vs taxones presa se aplica el índice de similaridad de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957). El sistema de agregación empleado ha sido el UPGMA (*Unweighted Pair Group Method Average*) (Clifford & Stephenson, 1975). Previo al análisis, se emplea la transformación de la raíz cuarta. Para determinar los principales taxones presa responsables de la similaridad dentro de los grupos resultantes de cluster (similaridad intragrupo), se ha empleado el análisis SIMPER (*Similarity Percentage*). Asimismo, se ha efectuado un análisis MDS para analizar espacialmente el resultado del cluster. Todos los cálculos se han efectuado empleando el programa estadístico PRIMER (Clarke y Warwick, 1994).

Se han analizado un total de 416 contenidos estomacales pertenecientes a 29 especies de peces y elasmobranquios (Tabla 4.7.1).

Tabla 4.7.1.- Lista de las 29 especies de peces y elasmobranquios analizadas en el SCA. Número total de estómagos vacíos, llenos y regurgitados. Rangos de talla = Longitud total (LT, cm), Nt = número total de estómagos analizados, Prof = rango de profundidad (m).

	Rango de talla	Vacíos	Llenos	Regurgitados	Nt	Profundidad
<i>Alepocephalus bairdii</i>	59-73	7	2	0	9	1000
<i>Alepocephalus rostratus</i>	39-55	14	6	0	14	1050
<i>Aphanopus carbo</i>	103-103	0	0	1	1	1000
<i>Centroscymnus coelolepis</i>	71-113	1	2	0	3	1500
<i>Coelorinchus caelorhincus</i>	18-34	0	3	0	3	300-600
<i>Conger conger</i>	41-74	9	5	0	14	190-350
<i>Coryphaenoides rupestris</i>	11-17	0	4	0	4	900
<i>Deania calcea</i>	69-88	4	5	0	9	1000-1500
<i>Etmopterus princeps</i>	53-72	10	5	0	15	1500
<i>Galeus melastomus</i>	18-73	2	50	0	52	300-1000
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	15-25	4	16	0	20	190-600
<i>Hoplostethus mediterraneus</i>	15-27	4	9	0	13	650-900
<i>Lepidion eques</i>	20-30	5	9	2	16	550-1000
<i>Lepidorhombus boscii</i>	10-31	12	18	0	30	190-600
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	11-42	2	6	0	8	190-350
<i>Lophius budegassa</i>	45-54	3	0	0	3	290
<i>Lophius piscatorius</i>	39-116	7	1	0	8	190-500
<i>Malacocephalus laevis</i>	5-7	0	9	1	10	290
<i>Merluccius merluccius</i>	10-56	0	7	4	11	190-290
<i>Micromesistius poutassou</i>	13-39	10	17	0	27	290-670
<i>Molva macrophthalma</i>	52-91	0	2	1	3	390-550
<i>Mullus surmuletus</i>	28-32	0	3	0	3	190
<i>Nezumia aequalis</i>	2-32	0	41	1	42	550-1000
<i>Phycis blennoides</i>	11-35	0	17	5	22	290-550
<i>Scyliorhinus canicula</i>	24-60	2	24	0	26	190-390
<i>Scymnodon ringens</i>	54-101	4	2	0	6	1000
<i>Trachyrincus scabrus</i>	17-23	2	5	0	7	550-1000
<i>Trachyscorpia cristulata</i>	18-55	28	6	0	34	670-1050
<i>Trigla lyra</i>	21-24	2	1	0	3	290-350

4.8. Comunidades bentopelágicas

Estas comunidades son responsables de buena parte de la transferencia energética en el dominio bentopelágico o demersal, como se evidencia en la dieta de muchos peces de profundidad (e.g. *Alepocephalidae*, *Mora moro*, *Galeus melastomus*). Sin embargo, los muestreos directos son aun muy escasos. Para evidenciar la importancia de este acoplamiento bentopelágico durante la campaña A0710 se muestreó con una red de plancton tipo WP2 (Fig. 4.8.1.A), de 1 m² de abertura y 0.5 mm de malla, que captura zooplancton sobre un nivel determinado de la columna de agua, en este caso cercano al fondo marino, al estar dotada de un sistema de apertura-cierre mecánico (1000-DT *Double-trip close-open-close mechanism* de *General Oceanics*). La red se arrastra a una velocidad de 1.5-2 nudos, acorde con sus dimensiones y luz de malla. Está dotada además de un flujómetro (2030 *standard General Oceanics*) para obtener el volumen de agua filtrada utilizando los factores de conversión facilitados por *General Oceanics*. Gracias a la utilización de sensores que permiten obtener la distancia al fondo y/o superficie (sistemas SCANMAR, o I.T.I. de Simrad) acoplados al depresor de la red, especialmente diseñado para esta maniobra, puede operarse cerca del fondo conociendo la distancia a la que la red WP2 captura el zooplancton y calculando su densidad. Este sistema ha permitido obtener muestras horizontales de plancton bentopelágico cerca del fondo (entre 8-40 m sobre el fondo en esta campaña) en donde se encuentra durante el día buena parte de la *Deep Scattering Layer*, recurso trófico explotado por distintas especies de predadores demersales. En la campaña A0710 se realizaron muestreos con este sistema de un tiempo efectivo de arrastre (entre apertura-cierre de la red por mensajeros) de unos 10 minutos de duración y sobre las mismas estaciones multipropósito para los demás compartimentos (infauna, epifauna, suprabentos, etc.).



Figura 4.8.1. A) Detalle de la red WP2 y B) del sistema de posicionamiento basado en sensores Scanmar.

La WP2 se mantiene a la distancia adecuada sobre el fondo durante toda la maniobra gracias a la utilización de sensores de profundidad SCANMAR, que indican la distancia de la red a superficie y al fondo, montados sobre un soporte de diseño especial ubicado en el extremo del cable largado (Fig. 4.8.1B). El dispositivo es sencillo pero efectivo, se orienta con el rumbo del barco mediante una aleta. Maniobrando desde bordo con el cable largado y la velocidad del barco se mantenía la red cerca del fondo para capturar macroplancton bentopelágico.

El sistema puede considerarse como un muestreo estandarizado habiéndose utilizado, desde 1996 en distintas campañas, primero en el Mediterráneo (Catalunya, Baleares) y en el Atlántico (banco Le Danois - El Cachucho), cañón de Avilés, banco de Galicia, Canarias) siempre con el mismo equipo y características de muestreo básicas (luz de malla, abertura de boca, velocidad de arrastre de 1.5-2 nudos), con resultados publicados en no menos de 5 artículos científicos internacionales. Esta estandarización permitirá futuros análisis comparativos de la composición y biomasa del zooplancton de interfase integrando todas las zonas citadas.

En el SCA se realizaron 7 estaciones con la WP2 durante la campaña INDEMARES-AVILES 0710, la más somera a 218 m y la más profunda a 1020 (Fig. 4.8.2 y Tabla 6 del Anexo II).

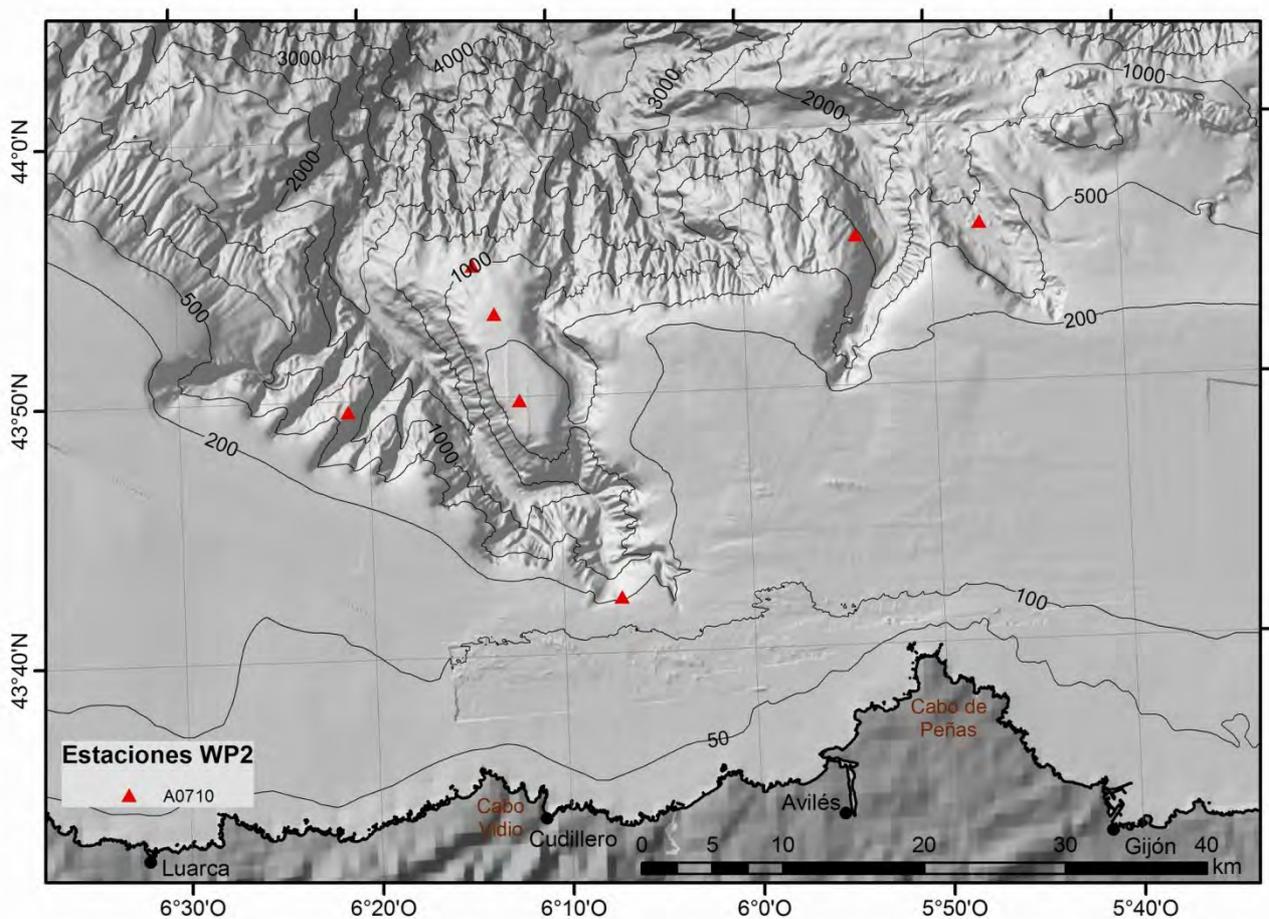


Figura 4.8.2.- Situación de los muestreos con red WP2 efectuados durante la campaña INDEMARES 0710.

Las muestras se sometieron al tratamiento habitual:

- Separación por taxones, en determinados casos se identificaron los taxones hasta nivel específico.
- Contaje y pesado (peso húmedo tras eliminar el agua de la muestra con papel secante) para cada taxon. No se utilizó peso seco para evitar destruir la muestra. Se utilizaron alicuotas (c. 1/3 de la muestra) para valorar algunos taxones compuestos por animales muy pequeños y numerosos, caso de los copépodos.

4.9. Pesquerías

Para el análisis de la actividad pesquera en la zona de estudio se ha dividido la flota dos tipos: flota industrial y artesanal. Esta clasificación se ha realizado en función de la información disponible de cada una de ellas y como consecuencia de ello de los tipos de muestreo y análisis a realizar para obtener lo que era el principal objetivo de esta tarea, obtener la huella pesquera de cada una de las actividades pesqueras que se realizan en la zona de influencia del sistema de cañones de Avilés. Las pesquerías que hemos denominado "Industriales" serían aquellas de las que disponemos información "directa" de su distribución espacial, mientras que de las flotas "artesanales" debemos inferir su distribución espacial de forma indirecta (muestreo, encuestas, etc).

A lo largo del informe emplearemos indistintamente las expresiones "Táctica Pesquera" (TP) o *métier*, con ellas nos referimos a un grupo de barcos que trabaja con el mismo aparejo de pesca, actúa en una misma zona geográfica durante una misma época del año y tiene la misma especie o grupo de especies objetivo. En nuestro caso es frecuente que flotas de las que hemos denominado "Industriales" desarrollen actividades similares a las "artesanales", es decir que trabajen con aparejos iguales o similares, tengan las mismas zonas de trabajo y tengan las mismas especies objetivo. Esto suele ocurrir en las flotas que trabajan con aparejos de enmalle, de palangre y de línea de mano. En estos casos para tener una distribución espacial más precisa podremos asumir la distribución espacial de las flotas "industriales" como una aproximación a la distribución espacial de la flota "artesanal".

La información de capturas y esfuerzo nominal procede de los diarios de pesca. En los diarios de pesca esta información es asignada a un rectángulo estadístico de una dimensión de 1° de longitud y .5° de latitud. El SCA se encuadra dentro de los rectángulos estadísticos 16E3 y 16E4 (Fig. 4.9.1). El área de ambos es superior al área de estudio, por lo que las referencias que hagamos a capturas y esfuerzos nominales no corresponderán al área de estudio.

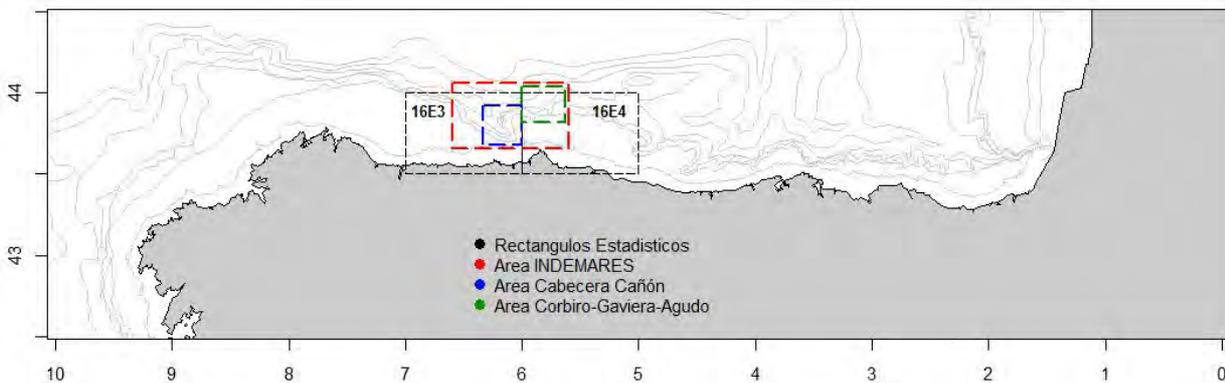


Figura 4.9.1.- Áreas de estudio en el proyecto INDEMARES y rectángulos estadísticos en la zona del SCA.

4.9.1. Origen de los datos

4.9.1.1. Flota industrial

Para obtener la caracterización y análisis de la flota industrial que opera en la zona de influencia del SCA se han utilizado los datos procedentes de los Diarios de Pesca y de los Sistemas de Localización de Buques (SLB), más conocido como VMS (*Vessel Monitoring by Satellite*) o Cajas Azules. Los diarios de pesca son obligatorios en aguas de la Unión Europea para todas las embarcaciones mayores de 10 metros desde 1985 (EC, 1993). En los diarios de pesca cada embarcación diariamente tiene la obligación indicar el aparejo de pesca con el que está trabajando, las capturas por especie, y la zona de trabajo (rectángulo ICES).

En el caso de los dispositivos para el Seguimiento de Buques (SLB), los reglamentos ORDEN ARM/3238/2008 de 5 de noviembre y el REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) N° 404/2011 DE LA COMISIÓN de 8 de abril de 2011 obliga a que todas las embarcaciones superiores a 15 metros lleven a bordo SLB. Cada embarcación emite cada dos horas (mínimo legal a la que están obligados a emitir) la siguiente información:

- Identificación de la embarcación (pudiéndoles asignar el arte con el que está censado)
- Fecha y hora
- La posición en latitud y longitud, con un error de menos de 100 m cada señal queda registrada
- Velocidad instantánea
- Rumbo
- y si está Activo (realizando pesca) o No.

4.9.1.2. Flota artesanal

Para el análisis de la flota artesanal se han utilizado las notas de venta correspondientes al Principado de Asturias y facilitadas por la Jefatura del Área de Pesca del IEO. A diferencia de los libros de pesca, no existe ninguna referencia geográfica de dónde se han realizado las capturas, pero se puede hacer una aproximación a través de encuestas y reuniones con la flota. La información que proporcionan las notas de venta es la siguiente:

- Identificación de la embarcación (Código de Barco del MAGRAMA)
- Fecha de desembarco
- Puerto de desembarco
- Fecha de venta
- Puerto de venta
- Código AL3 de la FAO
- Nombre de la especie (ya sea en latín o el común)
- Kilos vendidos
- Presentación (Eviscerado/Entero)
- Precio de venta

Con el código identificador del barco, el censo de la flota del año 2012 facilitado por el MAGRAMA y las entrevistas a la flota, es posible asignar un arte a cada barco. En el caso del censo de “Artes menores”, las embarcaciones incluidas en el, pueden cambiar de arte de pesca a lo largo del año. Por ello, es habitual que una misma embarcación aparezca en distintos métiers en el mismo año.

Con el fin de evitar solapamientos con la otra aproximación a las pesquerías del SCA, se van a utilizar solo los datos de barcos que no están obligados a rellenar los libros de pesca. Por lo tanto, los datos georreferenciados proceden de aquellos barcos de los que se dispone información de las descargas únicamente a través de las notas de venta.

4.9.2. Análisis del tipo de pesquerías

4.9.2.1. Flota industrial

Para la identificación de las tácticas pesqueras por tipo de aparejo de pesca se ha empleado una técnica de ordenación y una técnica de clasificación. La primera se utiliza para evaluar las distintas asociaciones entre variables (especies) que nos caracterizan las mareas (casos) (Gordon, 1999, García *et al.*, 2006), es decir, cómo las variables determinan la afinidad entre las distintas mareas. El análisis de ordenación nos ayudará igualmente a explicar la direccionalidad de las mareas en función de la distribución espacial de

las variables (especies) utilizadas. Además nos ayudará a interpretar el resultado final obtenido con la técnica de clasificación empleada para asignar cada marea a un tipo de pesquería. En el caso en el que la estructura encontrada sea débil podrá servir de apoyo para decidir la configuración final (Struyf *et al.*, 1996). Y la técnica de clasificación nos permitirá asignar cada día de pesca a una táctica pesquera.

Para elegir la técnica de ordenación adecuada, análisis de correspondencias (AC) (Hair *et al.*, 1999; Joraisti & Lizosain, 2000) o análisis de componentes principales (PCA) (Jolliffe, 2002), se realizó un Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill & Gauch, 1980) para determinar si la respuesta de las muestras (mareas) a las variables (especies) es lineal o unimodal.

Para la clasificación de las mareas se ha empleado la técnica de cluster no jerárquica, típica dentro de la minería de datos, CLARA (Clustering Large Applications) especialmente diseñada para matrices de grandes dimensiones (Kaufman & Rousseeuw, 1986). Esta técnica está basada en el método de partición en k-medioídes (Partition Around Medoids, PAM). Como coeficiente de disimilaridad para la construcción de la matriz de entrada se ha utilizado la distancia Euclídea.

Para la elección del número de conglomerados (k) se utilizó la anchura de la silueta (Silhouette Width, SW) (Rousseeuw, 1987, Handle *et al.*, 2005ab). Esta técnica puede ser empleada independientemente del algoritmo de cluster y la medida de disimilitud empleada (Pollard & van der Laan, 2005).

Según Struyf *et al.* (1996) se establecen cuatro niveles para el Coeficiente Global de la Silueta:

- 0.71-1: La estructura es consistente.
- 0.51-0.70: Se ha encontrado una estructura razonable.
- 0.26-0.50: La estructura hallada es débil, podría ser artificial, por lo que se debe apoyar en alguna otra metodología.
- <0.26: No hay que tener en cuenta la estructura.

4.9.2.2. Flota artesanal

Para la clasificación de las mareas de la flota artesanal, se utilizaron las mismas técnicas de clúster no jerárquico utilizadas en el caso de la pesca industrial.

4.9.3. Análisis de distribución espacial del esfuerzo pesquero

4.9.3.1. Flota Industrial

Para obtener la distribución espacial de cada una de las tácticas pesqueras es necesario identificar cuando la embarcación está trabajando o no. Dentro de la información contenida en la señal que envía el barco con SLB figura si está pescando o no. Esta información se gestiona desde el barco con un pulsador accionado por el patrón, siendo en la mayoría de las ocasiones incorrecta, por lo que no puede ser utilizada. Dado que la información respecto de si el barco está pescando o no, no es utilizable (al no quedar siempre registrada correctamente) se utilizó la información de posición, fecha y hora para eliminar toda la actividad no asociada a "pesca". Se rechazó utilizar la información de "velocidad instantánea" ya que no era indicativa de si el instante (periodo) anterior o posterior la velocidad era o no la correspondiente a poder estar desarrollando actividad de pesca. Realizando la identificación de si estaba o no realizando actividad pesquera mediante la estimación de la velocidad media entre puntos, que a continuación describimos.

Son muchos los filtros y tipos de procesado que se han realizado para eliminar aquellas señales no asociadas a actividad pesquera (Lee *et al.*, 2010; Hintzen *et al.*, 2011). En nuestro caso hemos realizado el siguiente procesado:



- A cada señal se le asoció el tiempo transcurrido entre ella y la siguiente, y la distancia euclídea entre ambas señales
- Se identificó el comienzo y la finalización de las mareas, cuando el tiempo transcurrido entre señales sucesivas era mayor a 4 horas
- Se calculó la velocidad media de la embarcación entre señales (pings) sucesivas
- Se eliminaron todas aquellas embarcaciones de las que haya menos de 10 señales a lo largo de un año
- Se eliminan todas aquellas señales que estén a menos de tres millas del puerto pesquero más cercano
- A cada señal que coincida con una marea de los libros de pesca (en función del código del buque y la fecha de captura) se le asignó un arte de pesca y una táctica pesquera
- En función de la distribución de frecuencias de velocidades medias se definió un rango de trabajo para cada arte de pesca y todas aquellas señales con velocidades fuera de rango se eliminaron (Hintzen *et al.*, 2011).

Para la zona de estudio y entre los años 2006 y 2010, de los 46075 días de pesca procedente de los VMSs al 51.6% de ellos se le pudo asignar arte de pesca y táctica pesquera a partir de la información procedente de los libros de pesca.

Para la identificación de los rangos de velocidad media que consideramos que hay actividad pesquera, se utilizó la distribución de frecuencias de las velocidades medias (Fig.4.9.2). La identificación de rangos se puede hacer de dos formas, bien identificando los cambios de tendencia mediante modelos de regresión (*segmented regression*) o utilizando la información proporcionada por la flota y los observadores a bordo. Para las pesquerías dinámicas (arrastre y líneas de manos de arrastre) se utilizan ambos métodos de forma combinada, mientras que para pesquerías estáticas (cerco, enmalle, palangre y línea de mano estática) es mejor usar la información de observadores a bordo y la procedente de la flota en función de la distribución de frecuencias.

En las plataformas continentales anchas de fondo sedimentario, como en el Mar del Norte, las playas de pesca generalmente son muy amplias. En estos casos al visualizar la información de los VMS, una vez aplicado los filtros, aparecen claras concentraciones de esfuerzo, siendo escasas las zonas con puntos que en realidad no corresponden a actividad pesquera (Hintzen *et al.*, 2011). Sin embargo en zonas de plataforma estrecha con cobertura rocosa en mosaico, o en zonas de talud, las playas de pesca son angostas y generalmente cortas. En este tipo de zonas es frecuente que aparezcan áreas con aparente actividad pesquera cuando en realidad no existe. Esto puede ser problemático cuando se quiere caracterizar ambientalmente la actividad pesquera o determinar si existe interacción entre un hábitat determinado y una actividad pesquera concreta. Para eliminar esas presencias de actividad pesquera falsas, es necesario aplicar umbrales, es decir, definir cuando una presencia indica realmente actividad.

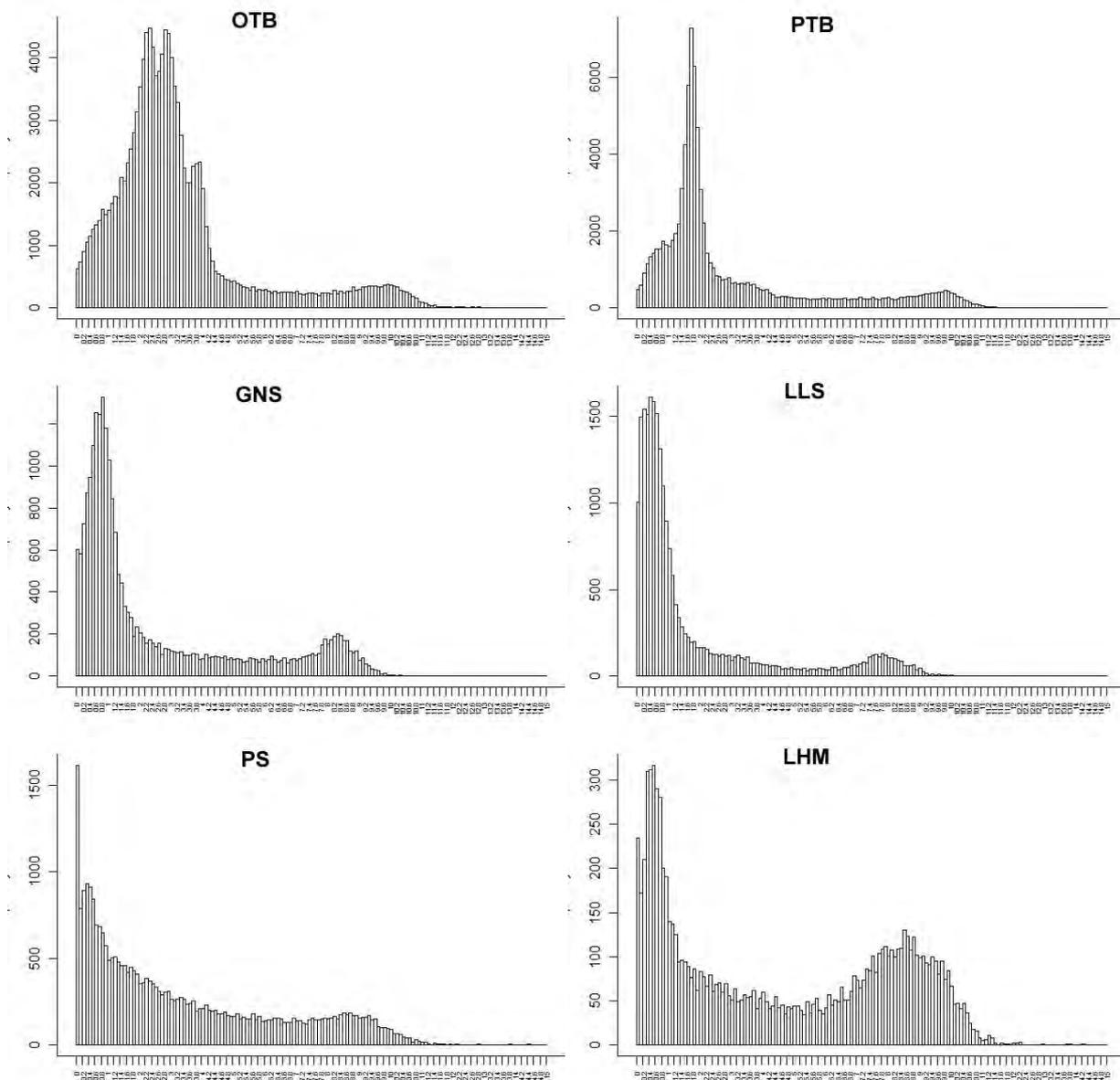


Figura 4.9.2.- Distribución de frecuencias de velocidades medias por arte de pesca: arrastre con puertas (OTB), arrastre a la pareja (PTB), enmalle de fondo (GNS), palangre de fondo (LLS), cerco (PS) y línea de mano (LHM).

Para detectar si una vez filtrados los datos procedentes de las VMS los puntos corresponde realmente a actividad pesquera, se aplicaron umbrales. A cada punto de presencia se le asigna el valor de esfuerzo que le corresponde. Posteriormente se aplica el umbral de esfuerzo por debajo del cual se considera que la actividad no existe o es despreciable. Existen múltiples técnicas para definir umbrales por debajo de los cuales se considera que no existe tal presencia (Liu *et al*, 2005, Jiménez-Valverde & Lobo, 2007; Freeman & Moisen, 2008). Las que mejor resultado han ofrecido han sido las de aplicar umbrales en base cuartiles. Se eliminan puntos de presencia en función de la distribución de frecuencias del esfuerzo (Fig. 4.9.3.). La aplicación de otros estadísticos, basados en generar pseudoausencias para realizar la discriminación de puntos de presencia verdaderos, no ha sido muy fructífera. Esto es debido a que el esfuerzo se concentra en sitios específicos, y por lo tanto al generar pseudoausencias y eliminarse todas aquellas que coinciden con puntos reales de presencia, las pseudoausencias solamente aparecen en zonas donde realmente son ausencias, por lo que los umbrales son tan bajos que no discrimina entre presencias reales y no.

Cuando se aplican los umbrales, puede hacerse por táctica pesquera o por arte. En el caso de que existan con importancia relativa baja, es mejor aplicar los umbrales por pesquería. En caso contrario es más efectivo aplicarlo por arte de pesca. En todos los casos se ha visto que el nivel de umbral óptimo es de 0.2.

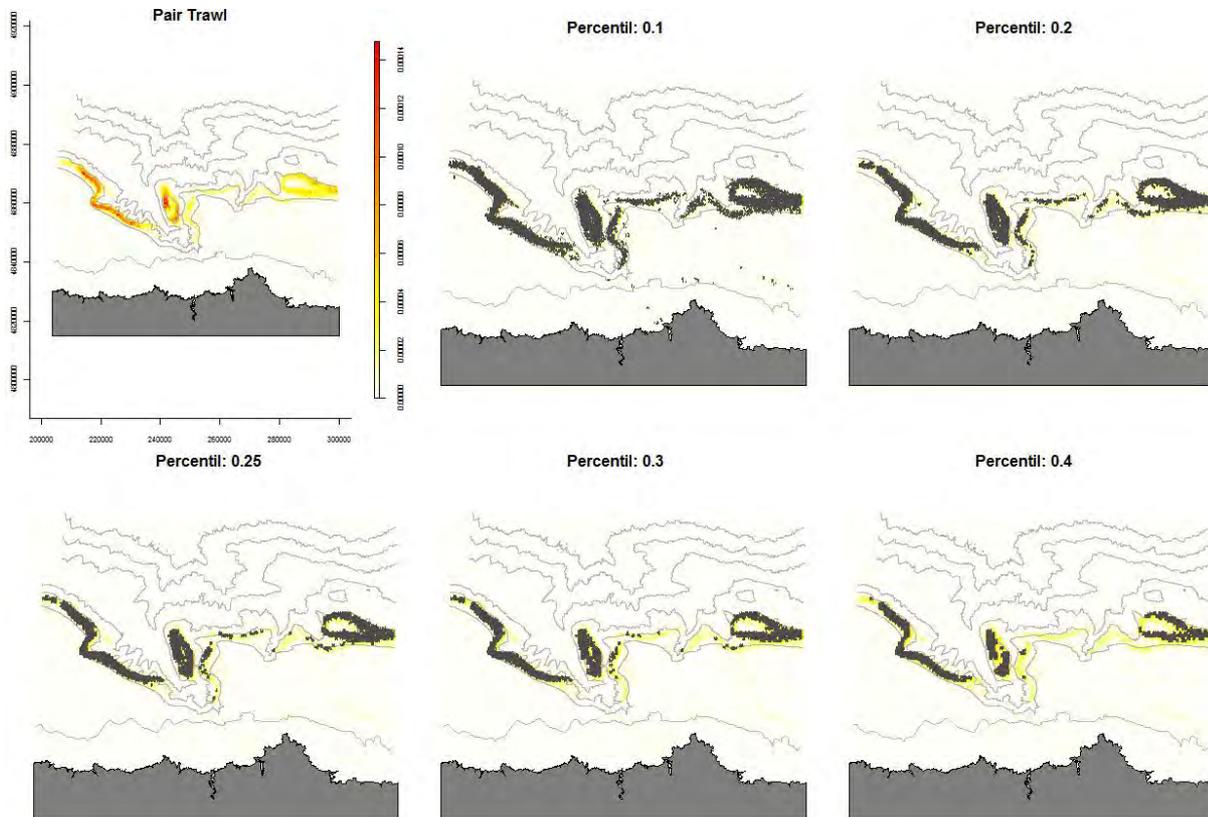


Figura 4.9.3.- Selección de umbrales para el arrastre de pareja.

Dado que la información original ha sido alterada y filtrada, los resultados expuestos deben ser valorados como estimados, y por lo tanto no pueden ser evaluados como una cuantificación del esfuerzo total ejercido con un arte en una determinada área a lo largo de un año.

La estimación espacial del esfuerzo se hizo sobre una malla (grid) de 250 m. A cada nodo se le aplicó un radio de búsqueda de 250 m, sumando el tiempo asignado a cada ping de presencia que estaba dentro de cada radio. El asignar un radio igual a la malla permite mejorar la precisión geográfica del esfuerzo, sobreestimando aquellas zonas donde existen mayor número de presencias.

Los análisis fueron realizados en lenguaje de programación R (R Development Core Team, 2005), los análisis de correspondencias y de componentes principales con la librería "ade4" (Chessel *et al.*, 2005), el análisis de cluster con las librerías "cluster" (Maechler *et al.*, 2013) y "stats" (R Development Core Team, 2012), y el análisis espacial con la librería "sp" (Pebesma & Bivand, 2005).

4.9.3.2. Flota artesanal

En el caso de las embarcaciones de menor tamaño, y al carecer éstas de un sistema de localización, sólo es posible llevar a cabo un análisis de la distribución espacial de forma aproximada y utilizando como fuente la información facilitada por los propios pescadores mediante encuestas.

4.10. Metodologías visuales y tratamiento de imágenes

El muestreo directo cuantitativo de fondos duros profundos, inaccesibles para los métodos clásicos, acarrea una enorme dificultad técnica debido a su complejidad estructural. En las campañas realizadas en el SCA se plantearon estudios basados en transectos cuantitativos de observación directa mediante tres vehículos submarinos: el ROV *Liropus 2000* y los trineos fotogramétricos *TFS-2* y *Politolana*.

4.10.1. ROV *Liropus 2000*

El ROV (*Remote Operated Vehicle*) *Liropus 2000* es un sistema diseñado para la obtención de imágenes en alta definición y recogida de muestras sólidas, tanto sobre el fondo como en la columna de agua. Fue empleado como elemento prioritario en la realización de transectos visuales directos en las campañas INDEMARES-AVILES 0412 y 0912 (Fig. 4.10.1). El sistema ROV fue operado por los técnicos de la empresa ACSM cuyo horario fue de turnos de 12 horas, respetando las 12 horas de descanso entre días.



Figura 4.10.1- A) Recuperación del ROV *Liropus 2000*, situado en el interior de su TMS, y B) detalle de la disposición de cámaras y focos durante la campaña A0412.

El sistema ROV lo componen cuatro elementos principales:

1. Carretel hidráulico y umbilical: Es el sistema de largado y recogida del equipo. El umbilical, del que cuelga el TMS, abandona el buque por medio de una pasteca de gran diámetro situada en el portico de popa. En el portico también está situado el sistema *snubber*, que se encarga de fijar el ROV una vez llega a superficie para girarlo a la posición adecuada para su izado a bordo.
2. TMS (*Tether Management System*): Sistema de gestión de umbilical de excursión. Es el elemento que sirve de garaje en el descenso a la cota de inmersión y ascenso de nuevo a bordo del buque (Fig. 4.10.1A). Contiene una baliza acústica (para su correcto posicionamiento), un CTD Seabird 37 y un correntímetro Midas ECM.
3. ROV (modelo *SuperMohawk* de Subatlantic). Es el vehículo submarino propiamente dicho y cuenta con seis motores eléctricos (en posición vectorial) para desplazarse, cinco cámaras de video para la observación y pilotaje (una de ellas de alta definición -*Kongsberg OE14-502A* y otra para trabajar en escasas condiciones de luz), un CTD Seabird 37, un altímetro y una baliza acústica MST 324. Para la

manipulación y toma de muestras se han montado dos brazos hidráulicos, un colector por succión (*slurp*) y un cajón móvil que le permiten recoger muestras.

4. Sala de Control. Es un contenedor ISO 20' que alberga un taller y la cabina de pilotaje. En el se encuentran emplazados todos los elementos de control, repuestos y herramientas.

El empleo del ROV exige buenas condiciones del estado de la mar (máximo fuerza 4) para que el buque pueda mantener operativo el sistema de posicionamiento dinámico (DP), imprescindible para realizar con seguridad las inmersiones y las maniobras de largado e izado del vehículo. En aquellos muestreos en los que se intentaba cubrir un elevado gradiente (paredes y resaltes), se realizaron transectos lineales intentando mantener en lo posible un mismo rumbo, que se fijó antes de iniciar la inmersión de acuerdo con el capitán del buque. Estos transectos se realizaron siempre de cara a la pendiente y si había corriente, enfrentándose a la misma, manteniendo una altura sobre el fondo constante de 0.5 - 1.0 m. Previo a cada inmersión se realizaba una reunión con los oficiales a cargo del puente de gobierno y con el responsable de ACSM para acordar todos los protocolos de actuación según cada tipo de escenario. Los transectos se realizaron utilizando el sistema *follow-target* incorporado en los buques regionales del IEO de tal manera que el buque sigue de forma automática mediante el sistema DP el desplazamiento del ROV gobernado por su piloto y siguiendo las instrucciones del Jefe de Misión. Durante los transectos, cuando los expertos en bentos consideraban necesario, se procedía a la recogida de muestras de organismos, para lo cual se detenía el vehículo sobre el fondo enfrentado a la corriente y se realizaba la captura con el brazo de recogida de muestras *Hydrolek* HLK 47000 para organismos bentónicos (Fig. 4.10.2A) o el sistema de succión *slurp* para organismos nadadores (Fig. 4.10.2B). Previo a la captura se realizaba la toma de imágenes de video con detalles del ejemplar para documentar su aspecto vital y medio ambiente en donde se desarrollaba.

Existe una fuerte dinámica oceanográfica en los cañones submarinos. Para encontrar menor corriente sobre el fondo durante las operaciones con ROV y trineo en los cañones se tuvo en consideración los resultados de los estudios de dinámica oceanográfica realizados en campañas anteriores con el *lander* (ver apartado 4.2). Debido a la intensificación de la corriente sobre el fondo relacionada con los ciclos de marea se generaron unas tablas con indicaciones de los periodos de cada día favorables para las inmersiones de los vehículos.

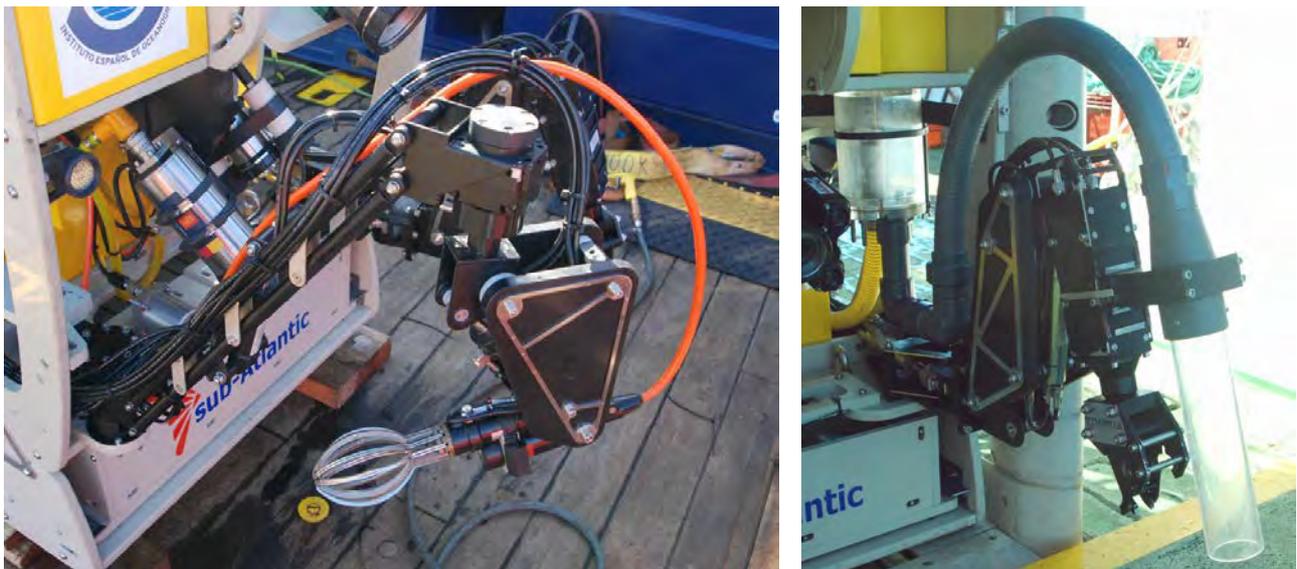


Figura 4.10.2.- A) Brazo manipulador de 6 grados de libertad *Hydrolek* HLK-47000 (a la izquierda) para la captura de ejemplares vivos y B) sistema de succión acoplado al manipulador *Hydrolek* HLK-HD45 de 5 funciones (a la derecha).

En total se realizaron 5 transectos válidos durante la campaña A0412 en profundidades entre 330 y 1160 m, en los cañones de La Gaviera y El Corbiro y 14 transectos en el cañón de Avilés durante la campaña A0912 en profundidades entre 237 y 1800 m (Fig. 4.10.3).

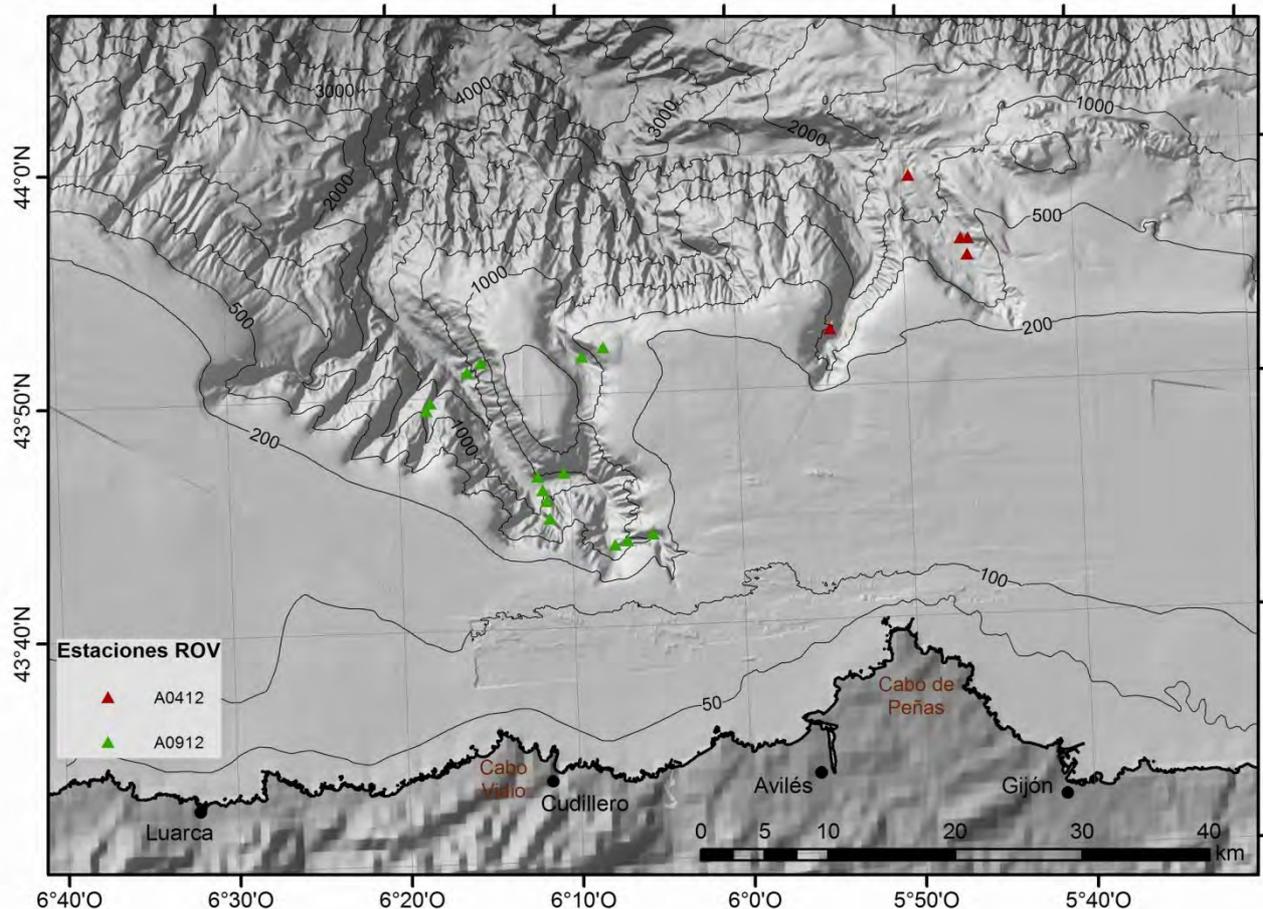


Figura 4.10.3.- Situación de los muestreos con el ROV *Liropus 2000* efectuados durante las campañas INDEMARES.

4.10.2. Trineos de fotogrametría y vídeo

El trineo *Politolana*, diseñado en el IEO de Santander (Sánchez y Rodríguez, 2013), utiliza una cámara de vídeo de alta definición (1920 x 1080 pixels) e iluminación mediante dos focos LED *DSPL Sphere* de última generación (12600 lumens a 5800° Kelvin), que graba en memoria de estado sólido y formato MTS todo el recorrido del transecto elegido. Cuenta con un CTD Seabird 37 para poder caracterizar cada imagen según las características oceanográficas (presión, temperatura y salinidad) y de un sensor de rumbo, cabeceo y escora (Fig. 4.10.4). Utiliza un conjunto de 2 punteros láser verdes (532 nm de longitud de onda) para proceder al escalado de las secuencias y dimensionar las facies y biocenosis que caracterizan los fondos. Este sistema se utilizó únicamente en la campaña A0412, debido a que el equipamiento de fotogrametría del *TFS-2* se encontraba fondeado en el *lander*.

El trineo fotogramétrico *TFS-2*, más pesado y complejo (Sánchez *et al.*, 2009), incluye además de lo anteriormente descrito para el *Politolana* un sistema de fotogrametría basado en una cámara Nikon D90 y 4 punteros láser rojos (Figura 4.10.5). Incluye un potente flash electrónico Subtronic con sistema iTTL. Este sistema permite obtener información visual directa en zonas no accesibles a los muestreadores clásicos, y susceptibles por lo tanto de albergar comunidades vulnerables. La elevada resolución de las fotografías

digitales permite una mejor clasificación de las especies que el vídeo y el escalado de la imagen es mas preciso, lo que permite realizar estimaciones de las abundancia y superficies de recubrimiento de los distintos hábitats (Sánchez *et al.*, 2009, 2012c). Además aporta información sobre la complejidad de los hábitats, el impacto de los artes de pesca y completa los listados faunísticos de especies no accesibles a los muestreadores extractivos. Al igual que el *Politolana*, puede ser operado hasta una profundidad máxima de 2000 m y los vuelos se realizan entre 2 y 4 m de altura sobre el fondo. A modo experimental, durante la campaña A0912 se incorporo a este trineo una red de 500 μm para la captura de organismos suprabentónicos (Figura 4.10.6), intentando obtener información de este compartimento trófico sobre fondos estructuralmente complejos (rocosos o arrecifes) en donde no es posible muestrear con los trineos suprabentónicos clásicos ya que están diseñados para ser arrastrados en contacto con fondos sedimentarios (Frutos *et al.*, 2012). Este trineo se utilizó en las campañas A0410, A0710, A0511 y A0912.

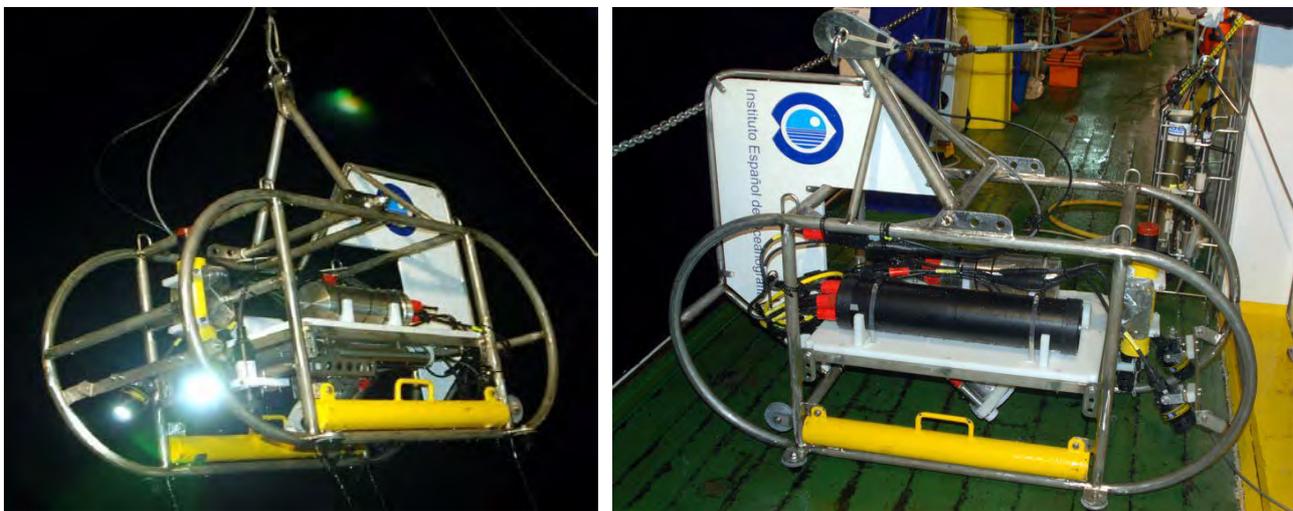


Figura 4.10.4. Operaciones nocturnas con el trineo *Politolana* durante la campaña A0412. Se puede observar la disposición de los focos *DSPL Sphere* (foto izquierda) y del multiplexador *NEXUS MKE* (foto derecha).

Los muestreos realizados con los trineos estuvieron basados en transectos de aproximadamente 1 hora de duración, lo que supone recorridos de 1-2 km, dependiendo de la velocidad del buque. Al contrario que para el ROV, en casos de zonas con fuerte pendiente el transecto se oriento en dirección hacia la zona mas profunda, realizandose la primera aproximación al fondo en una zona aplacerada para verificar la correcta recepción de la telemetría, principalmente la altitud sobre el fondo. Para realizar lo vuelos con los trineos y contar con telemetría y vídeo en tiempo real se utilizo el cable electromecánico (coaxial armado de 8 mm) desplegable por el pórtico del costado del buque en el caso del *Ramón Margalef* y el coaxial armado de 11 mm en el caso del *Angeles Alvariño*. En esta campaña se utilizó el sistema de telemetría por cable mediante el multiplexador *NEXUS MKE* fabricado por *MacArtney* que permite visualizar video en tiempo real para garantizar la integridad del sistema y optimizar la altura de vuelo sobre fondos tridimensionalmente complejos (Fig. 4.10.4B). El nuevo sistema de iluminación de alta potencia de los trineos (*DSPL Sphere*) exige utilizar cable de 11 mm si este sobrepasa la longitud de 3000 m, lo que es el caso, por lo que solo se pudo utilizar en el *Angeles Alvariño*. Debido a que el carretel de este cable multiproposito no permite orientar la salida del cable hacia el portico lateral de hidrografía hubo que realizar un montaje basado en reenvios mediante poleas para poder utilizar el trineo TFS-2 en este buque.

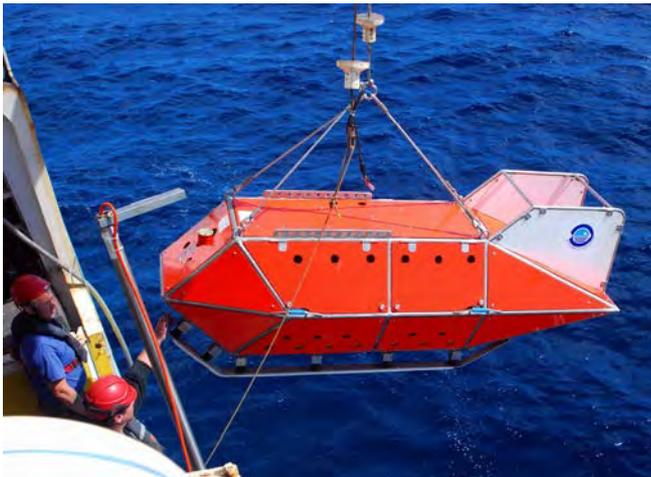


Figura 4.10.5.- Largando el trineo de fotogrametría TFS-2 desde el pórtico de hidrografía del B/O Thalassa. Pantalla del programa de control de vuelo y registro de datos en tiempo real.

Las características de ambos trineos les definen como sistemas de muestreo cuantitativo no intrusivo (o no invasivo).

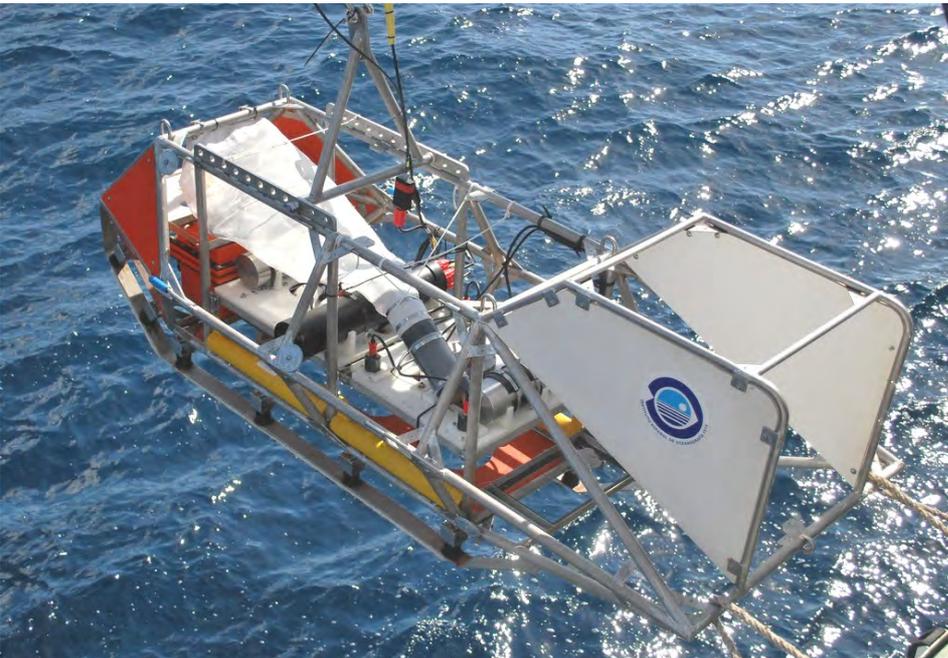


Figura 4.10.6.- Trineo fotogramétrico TFS-2 durante la campaña A0912. Se puede observar la disposición de la red para la captura de organismos suprabentónicos sobre hábitats de fondos duros tridimensionalmente complejos.

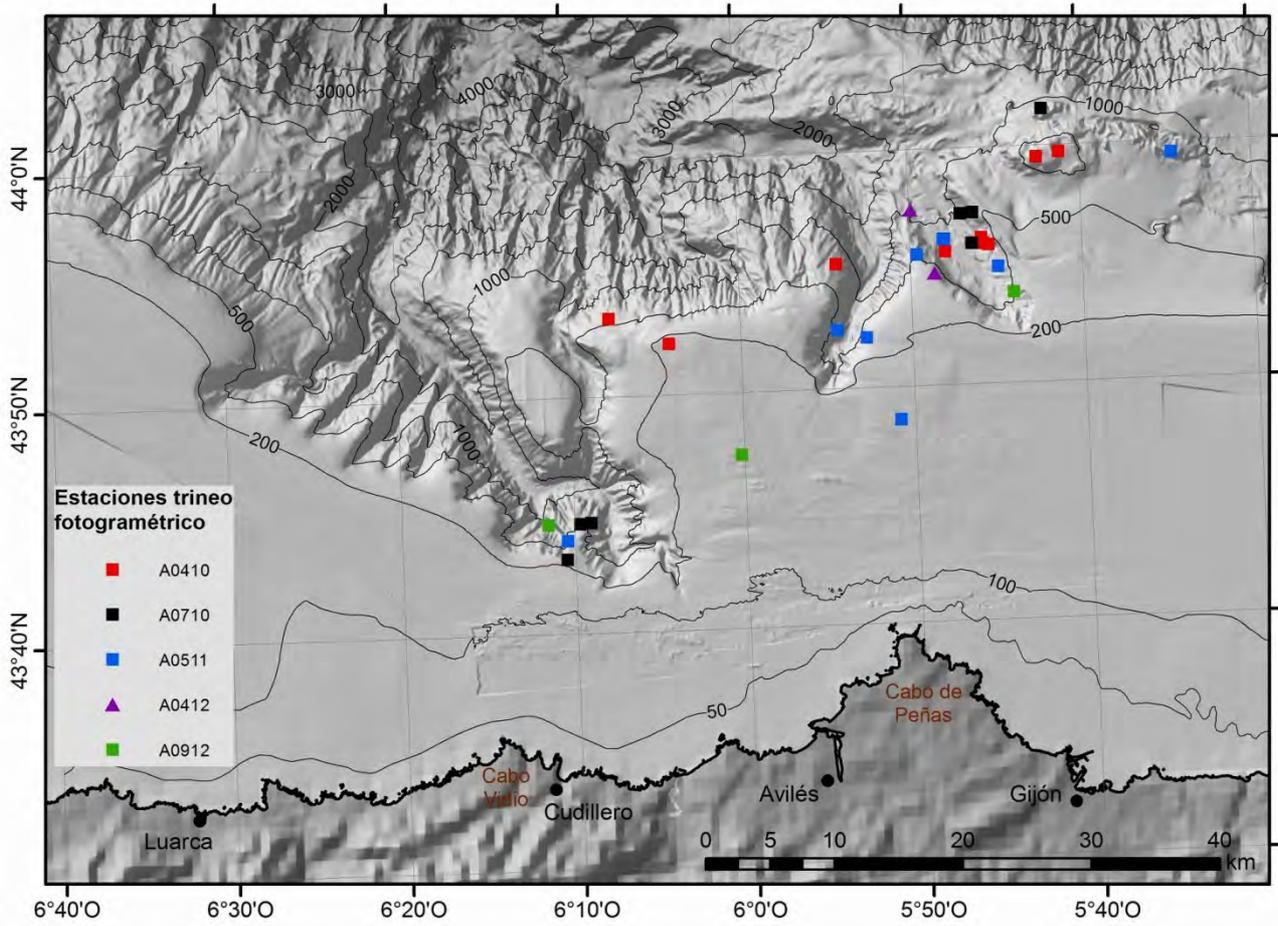


Figura 4.10.7.- Situación de los muestreos con los trineos *TFS-2* (cuadrados) y *Politolana* (triángulos) efectuados durante las campañas INDEMARES.

4.10.3. *Lander*

Es un sistema de muestreo cuantitativo y no intrusivo diseñado en el IEO de Santander que se posiciona en el fondo (hasta un máximo de 1000 m) y se deja trabajando de manera estática (de donde deriva su denominación de *lander*) y de forma autónoma durante largos periodos de tiempo (normalmente 26 horas). Dispone de una cámara de alta resolución que dispara según intervalos constantes de 2 minutos (configurable) y de un sistema de cebo para atraer a la fauna móvil de la zona de estudio (Foto 4.10.8A). Para obtener muestras de pequeños crustáceos carroñeros utiliza dispositivos de atracción y captura parecidos a pequeñas nasas (Foto 4.10.8B). Para disponer de las variables ambientales incorpora un CTD Seabird 37 (presión, temperatura y salinidad) y un correntímetro Aquadopp 2000 (velocidad y dirección de la corriente, orientación e inclinación del *lander*). La abundancia de las especies en la zona se obtiene a partir de los tiempos de arribada dentro de la superficie barrida por cada imagen. Permite obtener información sobre la presencia de especies móviles en fondos de estructura compleja inaccesibles para los muestreadores clásicos. Se larga y recoge a la misma hora en días sucesivos y a primera hora de la mañana. Durante la campaña A0710 se realizaron 4 fondeos con *lander*, entre los 317 y 775 m de profundidad y durante la campaña A0511 se realizaron 3 fondeos con *lander*, entre los 650 y 850 m de profundidad (Fig. 4.10.9).



Figura 4.10.8.- Recuperando el *lander* desde la rampa de popa del B/O *Thalassa* y detalles de los dispositivos de atracción y captura mediante cebo.

Durante la campaña A0511 se realizó una instalación especial en el *lander* para obtener información de la dinámica oceanográfica de las capas de agua próximas al fondo, como se explica en el apartado 4.2.

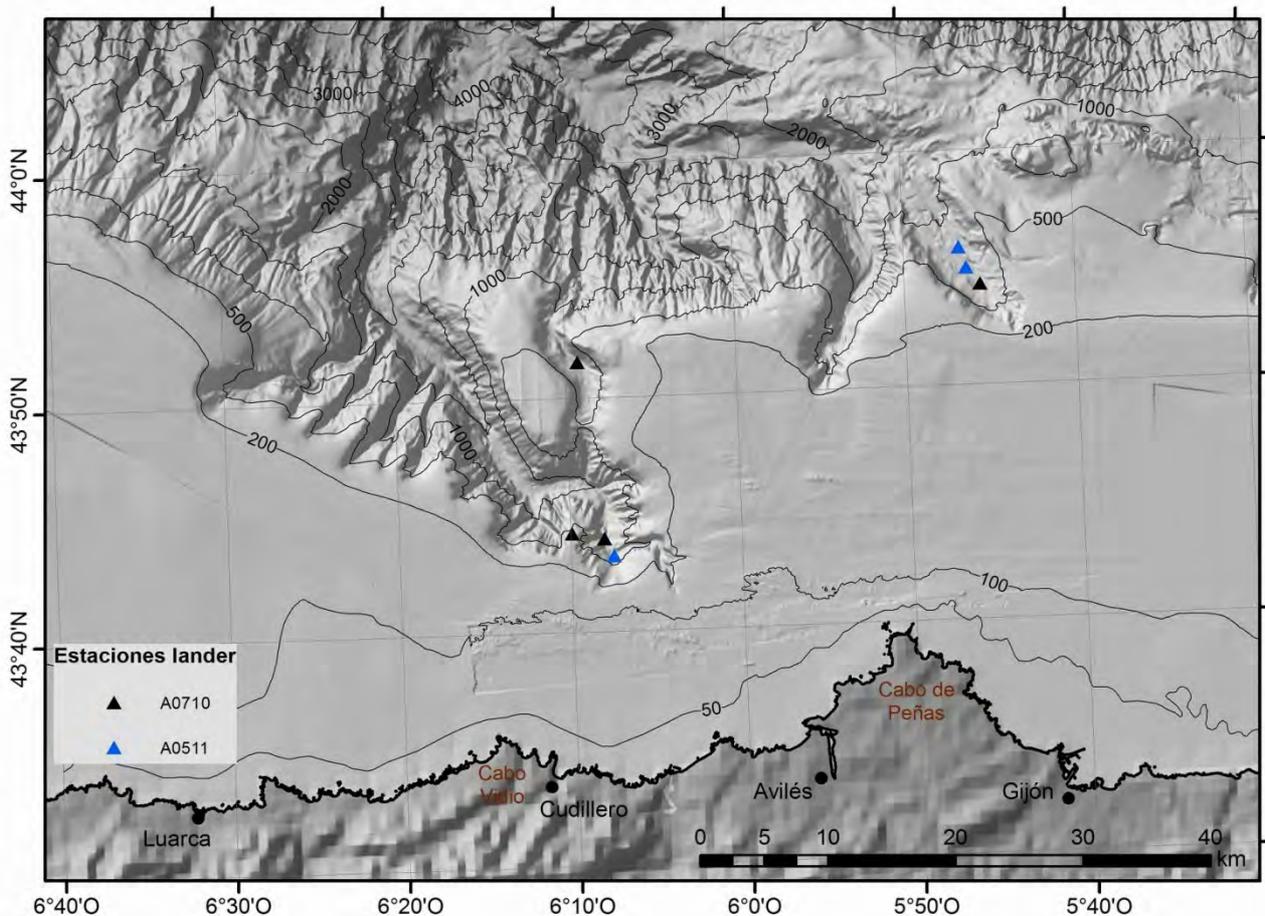


Figura 4.10.9.- Situación de los fondeos con el lander efectuados durante las campañas INDEMARES.

4.10.4. Tratamiento de imágenes

Para la integración y sincronización de datos de la telemetría con las imágenes en tiempo real a bordo se utilizaron dos sistemas diferentes que utilizan base de códigos de tiempo. En el caso de los trineos *TFS-2* y *Politolana* se empleó el *software* de control diseñado en exclusiva para estos dos vehículos, y que genera una base de datos con todas las variables obtenidas por cada sub-sistema (posicionamiento USBL, CTD, altímetro, compas, GPS, número de foto, etc.) con registros cada segundo (Fig. 4.10.10). Para los transectos con el ROV *Liropus 2000* se utilizó el programa OFOP (*Ocean Floor Observation Protocol*) que monitoriza en tiempo real la unidad de muestreo e integra en su base de datos georreferenciada sobre las imágenes las incidencias y observaciones efectuadas en el transecto (Fig. 4.10.11). Para este programa se crearon cartas batimétricas de la mayor resolución posible (20-50 m de malla) de las zonas en donde se efectuaron las inmersiones, para garantizar en lo posible la integridad de los vehículos y planificar los rumbos adecuados para sobrevolar las complicadas zonas de interés. Para contar con la operatividad de todo el sistema de telemetría de los vehículos se necesitó disponer vía puerto RS232 datos de posicionamiento y rumbo del barco (procedentes del GPS) según protocolos estándar NMEA y localización de cada vehículo (USBL basado en sistema HiPAP 500). Las secuencias de vídeo en alta resolución (1920x1080 pixel) se almacenaron en discos duros extraíbles en una unidad de grabación profesional Datavideo HDR-40 en formato MPEG II (M2T) para su posterior análisis con detalle en el laboratorio mediante procesadores de imagen que escalan los elementos observados y realizan mosaicos a partir de los transectos realizados.

Para el procesado más exhaustivo en el laboratorio de las imágenes fijas (fotos de 12 Mp) georreferenciadas, se ha utilizado el programa *PescaWin* (Fig. 4.10.12). Este programa permite el escalado de

fotos tomando de referencia la señalización de los punteros laser, permitiendo el cálculo de superficies y la medición de especies, generando una base de datos con cada foto, incluyendo la información de la telemetría del vehículo junto con los valores de las cuatro capas categorizadas de información (facies, hábitat, especies e impacto), necesarias para la caracterización de hábitats. Para el procesado de transectos de videos se ha utilizado el mismo programa utilizado para la navegación e integración de anotaciones durante las campañas, el OFOP. Con él se han integrado los ficheros de telemetría junto con los videos, y se han obtenido imágenes automáticamente a intervalos constante de distancia -5m- para analizar de ésta forma imágenes fijas georeferenciadas, más operativo para el cartografiado de facies y hábitats que el análisis continuo de las secuencias de vídeo. En el caso de las fotos, el análisis exhaustivo escalando las fotos e identificando especies (para el estudio de las comunidades) no se ha podido realizar por falta de tiempo en muchos transectos y se ha llegado a un nivel de identificación de hábitat, asignandose para cada foto: facies (en el sentido geológico), hábitat según el sistema de clasificación EUNIS y tipo de impacto (en caso de existir).



Figura 4.10.10. Interface del programa de control de vuelo (versión 2012) de los trineos TFS-2 y Pollitolana que integra y sincroniza la telemetría de los diferentes subsistemas para la monitorización de los transectos visuales directos con los vehículos submarinos. En la tabla inferior con encabezado “Ultimo log grabado” se muestran los parámetros archivados cada segundo.

En el caso de las imágenes analizadas a partir de vídeo se ha llegado también a un análisis a nivel EUNIS 3 debido al factor tiempo de nuevo. En estos casos se ha identificado para cada foto facies y hábitat según EUNIS.

Los datos procedentes de los transectos visuales directos georeferenciados son muy valiosos para su análisis mediante modelos predictivos de hábitat potencial (ver apartado 4.11) ya que garantizan la presencia de las especies estudiadas con un posicionamiento preciso en hábitats estructuralmente complejos. Con ello se garantiza la correcta interrelación espacial con las capas de información de las variables ambientales significativas de la presencia de los hábitats (García-Alegre *et al.*, 2014; Sánchez *et al.*, 2014). En este

sentido, teniendo en cuenta los objetivos del proyecto, se ha realizado un esfuerzo especial para obtener la cartografía detallada de los arrecifes de corales de aguas frías.

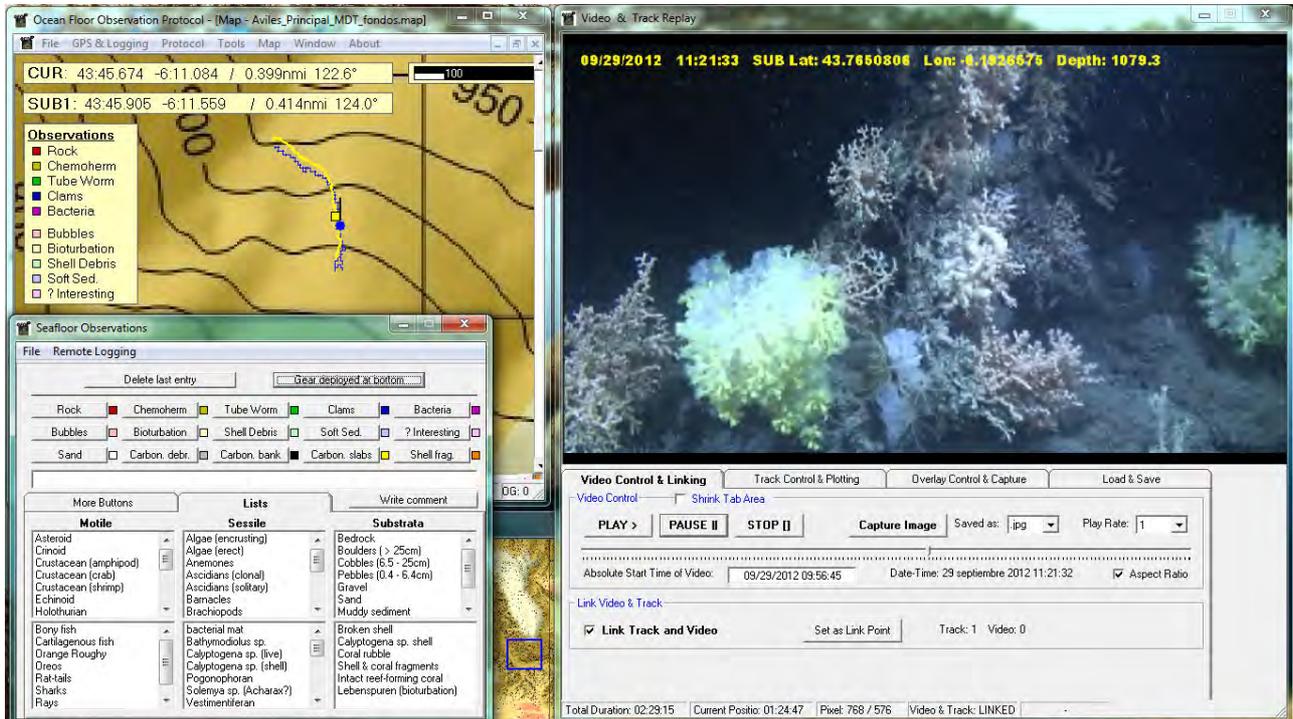


Figura 4.10.11. Interface del programa OFOP de integración de la telemetría, observaciones y vídeo utilizado para la monitorización de los transectos visuales directos con los vehículos submarinos *Liropus* y *Pollitolana*.

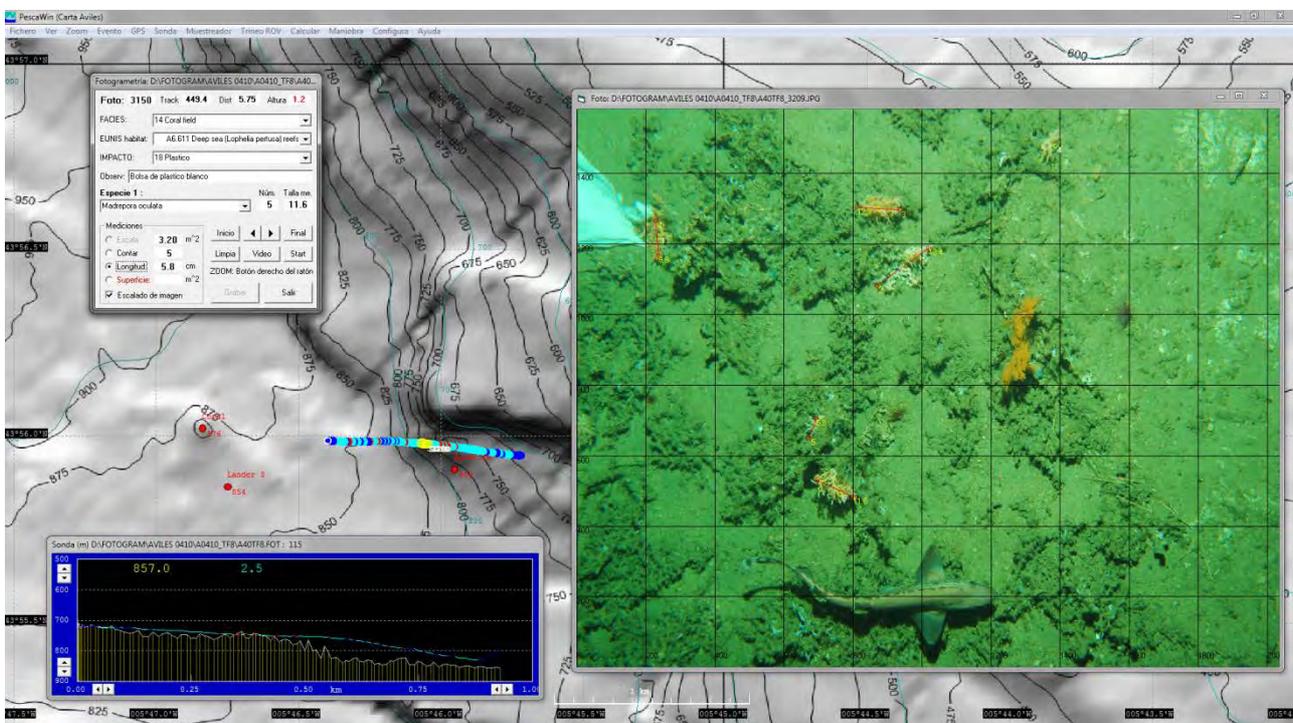


Figura 4.10.12. Interface del programa PescaWin para el escalado (dimensionamiento de objetos y superficies) y análisis de las fotografías georeferenciadas procedentes de los transectos con el trineo fotogramétrico TFS-2.

4.11. Identificación y clasificación de hábitats

El criterio seguido para la identificación y clasificación de los hábitats se basa en la combinación de tres capas de información, siendo la primera de ellas la utilizada como prioritaria para obtener su distribución espacial (cartografía):

1. Características ambientales
2. Especies tipificantes y/o estructurantes
3. Grado de impacto.

Las características ambientales se corresponden con la profundidad, como principal condicionante del piso (infralitoral, circalitoral, batial, etc.), el tipo de fondo (roca en resalte, arenas medias, fangos, etc.), las características geomorfológicas (plataforma, talud, escarpes, *gullies*, *mounds*, crestas, etc.), la oceanografía (masa de agua sobre el fondo, salinidad, etc.) y la hidrodinámica (corrientes de marea, etc.). Esta primera capa supone una aproximación equivalente hasta el nivel 3 de la clasificación jerárquica de los sistemas EUNIS de la agencia europea del Medio Ambiente (Davies et al., 2004) y del Inventario Español de Hábitats Marinos (Templado et al., 2012) en lo que se ha llamado Lista Patrón de Referencia Estatal (LPRE).

Las especies tipificantes serían aquellas que destacan como características de la comunidad biológica que ocupa el hábitat y en algunos casos proporcionan estructura tridimensional al mismo (especies estructurantes: bentónicas sésiles de gran porte). Para ello se ha utilizado información procedente de todos los muestreadores por lo que se han incluido algunas otras especies significativas (tanto bentónicas como demersales) a partir de los análisis de las comunidades (agrupamientos) realizados sobre los datos de las estaciones de muestreo biológico en cada zona. En los hábitats sedimentarios se han incluido especies de las comunidades infaunales por su alta significación en su caracterización tal y como se está implementando en las nuevas actualizaciones del sistema EUNIS.

Por último, y teniendo en cuenta las especiales características de la zona, algunos de los hábitats se caracterizan por estar profundamente alterados estructuralmente y funcionalmente por determinadas pesquerías (Sánchez y Olaso, 2004; Serrano et al., 2006), por lo que es necesario tener en consideración el grado de impacto sufrido para justificar su situación actual. El poner entre paréntesis la especie tipificante en la denominación propuesta para el hábitat identificado significa que su representación (densidad relativa) está muy alterada en relación a su estado óptimo previo.

Hay que resaltar que al tratarse de una zona con numerosos hábitats batiales poco conocidos, siempre que ha sido posible se ha adoptado la denominación de la LPRE, si bien en muy pocos casos se ha podido encuadrarlos en el nivel apropiado de esta clasificación ni en EUNIS, quedando solamente localizado en los niveles superiores (nivel 3 o 4). De cualquier forma, se indican las equivalencias de ambos sistemas más próximas al hábitat descrito.

4.11.1. Cartografiado de hábitats

Para la cartografía de hábitats se han intentado respetar los criterios básicos de estadística espacial. En el caso de los hábitats sedimentarios, la metodología de muestreo biológico utilizada (arrastres con bou de vara, baca 44/60 y GOC 73) no permite discriminar hábitats en la zona que tengan un tamaño inferior al de su área barrida (superficie media de 3571, 53060 y 56617 m² respectivamente) y al mismo tiempo el posicionamiento de la muestra es muy inexacto (> 100 m, ya que el arte se encuentra muy alejado del buque y no utiliza baliza de geolocalización). Es decir, no podremos determinar la posición espacial de los macrohábitats (tamaño 1-10 m) y en el mejor de los casos podremos cartografiar mesohábitats (tamaño 10 m – 1 km), aunque lo razonable con esta metodología es cartografiar solo megahábitats (tamaño > 1 km). En consecuencia las superficies y/o polígonos utilizados para la representación espacial de los hábitats sedimentarios en este informe solo responden a dimensiones superiores a varios kilómetros cuadrados. Se



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



han incluido varios puntos de presencia de algunos hábitats sedimentarios de menor rango (con alguna especie tipificante) pero están basados en observaciones precisas con vehículos submarinos y nunca se indica la superficie ocupada por el hábitat, quedando siempre englobado por uno de mayor rango. En la Fig. 4.11.1 se muestra un ejemplo con diferentes macrohábitats englobados en un mesohábitat de mayor rango.

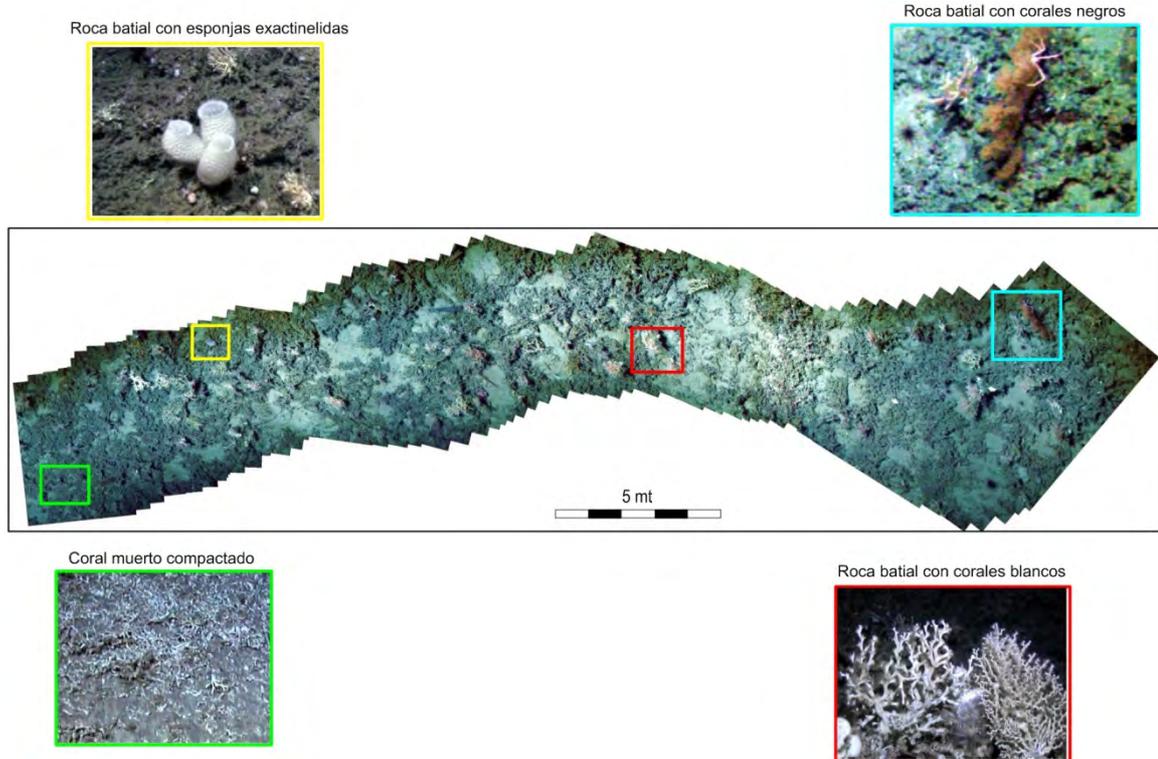
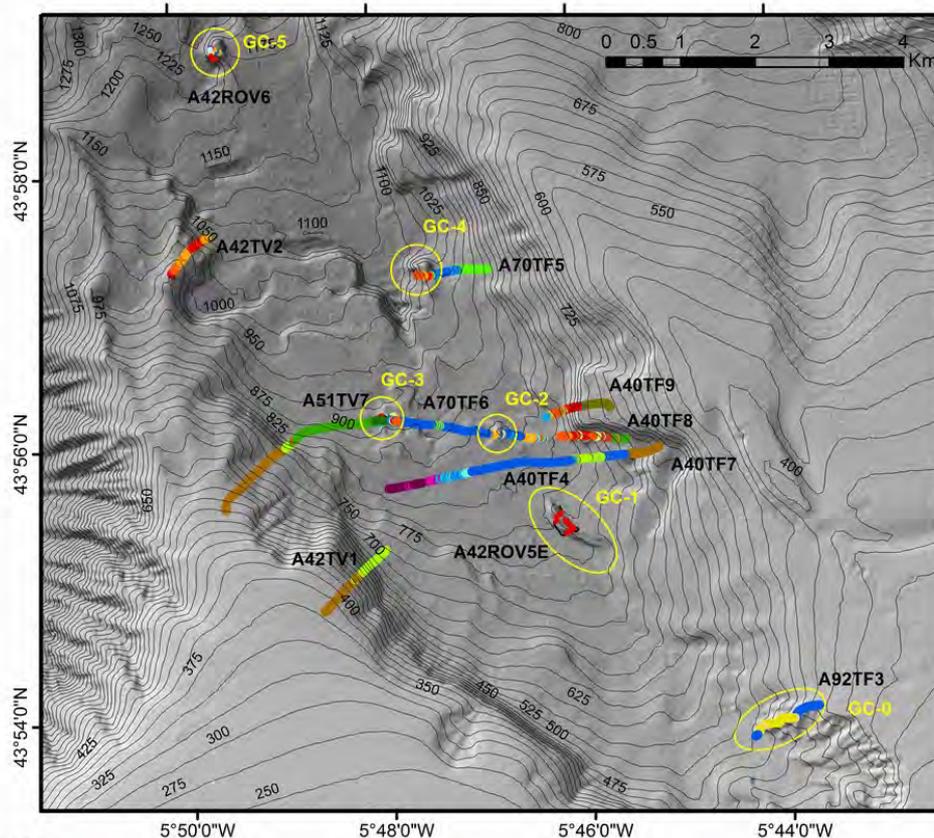


Figura 4.11.1. Presencia de 4 diferentes macrohábitats en un transecto realizado en el cañón de La Gavierra: A) Roca batial con esponjas hexactinélidas, B) Roca batial con corales negros, C) Montículos de coral muerto compactado y D) Roca batial con corales blancos, todos ellos en el contexto de un mesohábitat (Arrecife de corales profundos de *Lophelia pertusa* y *Madrepora oculata*). La longitud total del mosaico cenital es de tan solo 30 m.

En el caso de los hábitats de fondos duros o con escasa cobertura sedimentaria se ha utilizado para su cartografía la información procedente de las imágenes obtenidas con los vehículos submarinos, que ofrecen una resolución de ≥ 5 centímetros y posicionamiento preciso USBL de ≥ 5 metros, por lo que permiten discriminar espacialmente macrohábitats (Fig. 4.11.1). Los muestreos con draga de roca son muy inexactos en cuanto a su posición (se desconoce con precisión en donde arrastra por el fondo) por lo que su información ha sido utilizada principalmente para la determinación de especies.

Sin embargo hay que tener en consideración que la cartografía presentada en este informe, debido al gran tamaño de la zona de estudio y a su rango de profundidades, es muy poco resolutive (malla > 50 m) y en consecuencia solo se ha alcanzado a representar en algunos casos mesohábitats mediante polígonos dejando para el resto solamente su presencia puntual.



Facies

- Rippled
- Rippled and pebbles/boulders
- Rippled and patchy corals
- Hard subs. with muddy sand
- Mixed sed. and gravel
- Rippled and gravel
- Hard substrata
- Coral field
- Dead coral field
- Hard subs. with mixed sed.
- Mixed sed. and pebbles/boulders
- Rippled with dead corals
- Muddy sand
- Hard subs. with patchy corals
- Mixed subs. with pebbles/coral rubble
- Hard subs. with dead corals
- Hard. subst. with sponges and corals

Figura 4.11.2. Identificación de facies mediante análisis de imágenes procedentes de transectos visuales con vehículos submarinos en el cañón de La Gavieta (tomado de Sánchez et al., 2014).

En el caso particular del hábitat 1170 Arrecifes -según el sistema de clasificación de Natura 2000-, para el que éste proyecto tiene gran importancia por su obligatoriedad de conservación según la Directiva de Hábitats, se ha hecho un esfuerzo mayor para intentar aprovechar toda la información disponible. Para ello se han analizado fotos y vídeos de todos los transectos visuales en los que había presencia de este hábitat (Fig. 4.11.2) y se han integrado en una base de datos georreferenciada para su utilización en modelos predictivos de hábitat potencial como MAXENT (Phillips et al., 2006). De esta forma se han podido generar precisos mapas de idoneidad con la distribución espacial expresada según valores de probabilidad de estos hábitats en la zona de estudio. Dichos modelos se han realizado con solo datos de presencias y con capas de las variables ambientales obtenidas en este proyecto en una malla de 30 x 30 m, fundamentalmente batimetría y sus derivados topográficos: pendiente, orientación, dos índices BPI-*Bathymetric Position Index*- y rugosidad, así como la interpretación geomorfológica utilizando información de la reflectividad y los datos de sedimentos procedentes de la draga de fango. Más información sobre la metodología utilizada se puede encontrar en García-Alegre et al. (2014) y Sánchez et al. (2014).

4.12. Registro, almacenamiento y tratamiento de datos

La metodología a bordo para las muestras procedentes de arrastres con bou de vara y GOC consiste en fotografía previa de la muestra, separación de los ejemplares al nivel taxonómico más bajo, cuantificación por especies en número y peso, fotografía de los ejemplares de mayor interés, y conservación de ejemplares por identificar o para colección.

La recogida de los datos en los muestreos se realiza mediante los formularios específicos detallados a continuación:

- Características del lance
- Lista Faunística (vertebrados)
- Lista Faunística (invertebrados)
- Residuos sólidos
- Distribuciones de tallas

El procesado de los datos se realiza a bordo mediante el programa informático CAMP 10.7 (Sánchez y Fernández, 1998), quedando toda la base de datos en formato dBase III. Esta base de datos puede ser analizada con diversas utilidades de este programa o ser exportada en otros formatos para diversas aplicaciones.

La metodología para los muestreadores visuales está explicada en el apartado 4.10.4, sobre el tratamiento de imágenes. Se han realizado unas fichas de identificación de facies y principales hábitats (nivel 3 de EUNIS) basadas en la interpretación de transectos visuales con trineos y ROV.

Una vez recogidos y procesados los datos de los diferentes muestreadores se han Integrado en ArcGis 10. Se han incorporado a una Geodatabase que permite visualizar la información espacialmente e intercambiar archivos con otras instituciones en los formatos estandarizados que actualmente están solicitando desde el proyecto INDEMARES o el MAGRAMA.

Para caracterizar las agrupaciones de especies partiendo de las bases de datos de cada sistema de muestreo se han empleado análisis de clasificación jerárquica. A partir de las matrices de presencias y/o abundancias se ha aplicado el índice de similaridad de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957). El sistema de agregación empleado ha sido el UPGMA (*Unweighted Pair Group Method Average*, Clifford & Stephenson, 1975) dando como resultados los dendrogramas que definen las similitudes de distribución de especies (cluster). Para determinar las principales especies responsables de la similaridad dentro de los grupos resultantes del cluster (similaridad intragrupo), se ha empleado el análisis SIMPER (*Similarity Percentage*). Todos este procesado se ha efectuado empleando el programa estadístico PRIMER (Clarke y Warwick, 1994).

5. Características físicas del área de estudio

5.1. Hidrografía y dinámica oceanográfica

El SCA se encuentra en la región sur del Golfo de Vizcaya (mar Cantábrico). A gran escala, dicha región forma parte del sistema de corrientes de contorno oriental del Atlántico Norte que se extiende desde el sistema de afloramiento africano hasta Irlanda. Las corrientes marinas en los sistemas de contorno oriental son, al contrario que en los contornos occidentales, débiles y anchas. En el caso del Atlántico Norte la existencia de distintos focos de formación de aguas profundas implica además una estructura de la columna de agua compleja con circulaciones diferentes a distintos niveles.

El Golfo de Vizcaya puede considerarse como una cuenca adyacente del Atlántico Noreste y sus patrones de circulación son más débiles en comparación con las corrientes principales del Atlántico Norte. Sin embargo, presenta procesos dinámicos muy energéticos en las regiones de plataforma y talud debidos a la existencia de mareas fuertes y del desarrollo de corrientes de talud intensas forzadas por anomalías de densidad.

En este contexto, el conjunto de muestreos realizados durante el proyecto pretendía caracterizar las propiedades de las masas de agua y su variabilidad en la región de los cañones, con especial interés en los procesos altamente energéticos vinculados a la interacción de la marea con la topografía abrupta de los cañones submarinos. A continuación se presenta un resumen de los resultados principales y su interpretación.

5.1.1. Características de las masas de agua

La columna de agua en el área de estudio presenta una estructura de capas en la que se van encontrando las diferentes masas de aguas presentes en el Atlántico Norte ordenadas según su densidad, que a su vez está relacionada con sus zonas de formación (van Aken, 2000a; van Aken, 2000b; van Aken, 2001; Lavin et al. 2006). Haciendo una descripción desde la superficie hasta el fondo encontramos (Figs. 5.1.1 y 5.1.2):

- Aguas superficiales. En los niveles más superficiales se encuentra una capa en interacción constante con la atmósfera que va cambiando sus propiedades en respuesta a los ciclos atmosféricos meteorológicos regionales. Durante el verano se observa una fuerte estratificación térmica en los primeros 100 metros. En invierno el enfriamiento superficial crea una capa mezclada, muy homogénea que típicamente alcanza profundidades máximas de unos 250 a finales de marzo (González-Pola et al., 2007).
- Las aguas centrales del Atlántico Noreste (ENACW por sus siglas en inglés: *East North Atlantic Central Water*), se extiende desde la base de la capa de mezcla de invierno hasta profundidades comprendidas entre los 500-600 m. Estas aguas se forman en regiones próximas al norte y noroeste del Golfo de Vizcaya y circulan lentamente hacia el sur (Paillet y Arhan, 1996; Pingree, 1993).
- Las aguas mediterráneas (MW: *Mediterranean Water*), se encuentra hasta profundidades de unos 700-1400 m presentando un máximo a unos 1000 m. Estas aguas se forman en el Golfo de Cádiz a partir del vertido de aguas del mar Mediterráneo por el Estrecho de Gibraltar para luego dirigirse hacia el norte a lo largo del margen occidental Ibérico (Iorga y Lozier, 1999a; Iorga y Lozier, 1999b). Las aguas mediterráneas penetran en el Golfo de Vizcaya desde el Oeste interaccionando con las corrientes del talud.

- Las aguas con origen en el mar del Labrador (LSW: *Labrador Sea Water*) penetran en el Golfo de Vizcaya desde el noroeste (Pingree, 1973; Paillet et al., 1998) y su núcleo principal se encuentra en 1800 m de profundidad aproximadamente (Fig. 5.1.2), aunque su firma hidrográfica resulta difícilmente distinguible hacia el sur del Golfo de Vizcaya.
- A continuación, y a grandes profundidades, se encuentra la *North Atlantic Deep Water* (NAWD), una masa de agua resultante de la mezcla de diferentes fuentes de agua principalmente, o de origen ártico e incluso una pequeña componente de origen antártico (van Aken, 2000a).

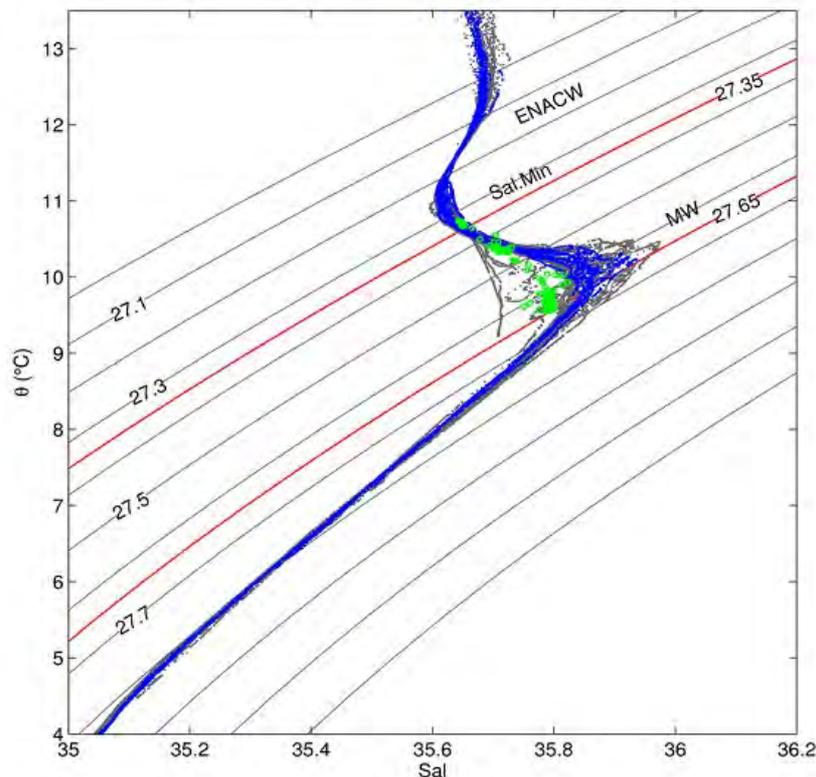


Figura 5.1.1.- Diagrama TS (Temperatura-Salinidad) en la región del SCA. Las líneas grises corresponden con toda la región, las azules son específicas de la sub-región Corbiro-Gavierra y los puntos verdes indican lugares de presencia de arrecifes de corales de aguas frías. Dos líneas rojas marcan los valores extremos de densidad entre los cuales se han localizado arrecifes en el Atlántico Noreste (Dullo et al., 2008). Basado en Sánchez et al., 2014.

Esta estructura general se puede encontrar en cualquier lugar del Golfo de Vizcaya. Sin embargo, en zonas relativamente costeras se encuentran aguas influenciadas por descargas de los grandes ríos y en regiones de topografía muy abrupta se producen procesos dinámicos violentos que modifican por mezcla las masas de agua. Los muestreos realizados en la zona de estudio detallan las características locales concretas de la estructura de columna de agua conocida, fijando límites precisos de las propiedades ambientales en las que se desarrollan los principales hábitats de interés. En la Fig. 5.1.1 se muestra un diagrama Temperatura-Salinidad de la región resaltando las principales masas de agua. Se observa la presencia de aguas con una firma hidrográfica anómala (aguas muy frías y dulces en los niveles de agua mediterránea en comparación con la región oceánica) que se corresponden con la cabecera del cañón de Avilés. A partir de las medidas de mezcla turbulenta obtenidas por medio de *landers* y por la persistencia de esas aguas anómalas a lo largo del año se puede inferir que la causa es la mezcla local intensificada por la propagación de la marea interna hacia la cabecera del cañón de Avilés. En esta misma figura se puede observar que todos los arrecifes de corales de aguas frías observados se encuentran en un rango concreto de niveles de densidad, confirmando para la región del Golfo de Vizcaya un patrón descrito en general en el

Atlántico Norte (Dullo et al. 2008) La Fig. 5.1.2 muestra una sección hidrográfica de la salinidad en el cañón de La Gavieta, dando cuenta de la estructura vertical. En la Fig. 5.1.3 se ofrece una aproximación a como se encuentran estas masas de agua sobre el fondo de la zona de estudio.

Al margen de lo anterior, las líneas de fondeo indican una intensificación de las propiedades termohalinas de las aguas centrales en invierno (lo cual es una característica bien conocida del talud continental en la región) pero además han dado cuenta de la intensificación de las propiedades termohalinas de las aguas de origen mediterráneo en verano, siendo la variabilidad anual en estos niveles menos conocida hasta la fecha.

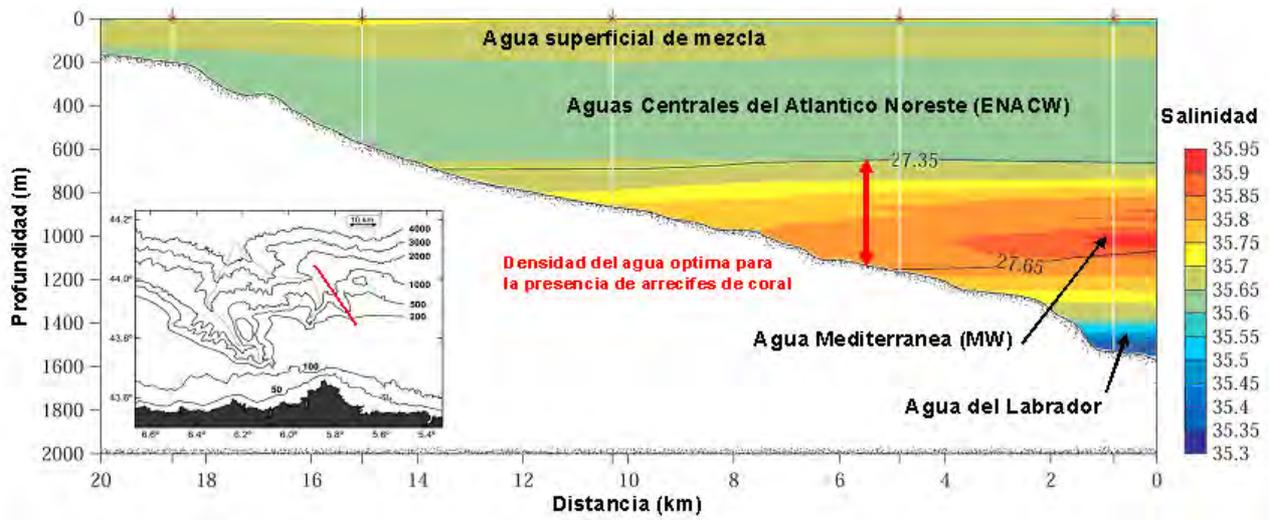


Figura 5.1.2.- Sección hidrográfica de la salinidad en el cañón de La Gavieta el 3 de agosto de 2010. El máximo de salinidad a unos 1000 metros indica el núcleo de las aguas mediterráneas (MW). Las líneas indican los límites de los valores de densidad en los cuales se han localizado arrecifes de corales de aguas frías (ver Figura 5.1.1).

5.1.2. Dinámica oceanográfica

La circulación general en el Golfo de Vizcaya (y en general es esta región templada de Atlántico Norte) es muy débil con corrientes de pocos cm/s (centímetros por segundo) que progresan desde el noroeste siguiendo el gran giro subtropical oceánico (Maze et al., 1997). De hecho la mayor parte de la energía está asociada a remolinos de decenas de kilómetros de longitud que derivan lentamente y persisten meses (Memery et al., 2005). En el Golfo de Vizcaya la circulación es anticiclónica (en el sentido de las agujas del reloj), especialmente en los niveles superficiales (van Aken, 2002) pero también a niveles intermedios (Pingree, 1993) e incluso al nivel del agua mediterránea (Colas, 2003). La circulación media en niveles profundos es aún más débil (≤ 1 cm / s) y poco definida, observándose a gran escala una recirculación ciclónica a lo largo de la cuenca oriental del Atlántico Norte (Dickson et al., 1985; Paillet and Mercier, 1997).

Sin embargo, en las zonas de plataforma y de talud se desarrollan corrientes secundarias que interaccionan con la circulación general de gran escala (Fig. 5.1.3). La estacionalidad en el régimen de vientos (dominantes del primer cuadrante en verano y del tercero en invierno) determina las corrientes de plataforma que son hacia el oeste y el este respectivamente en verano e invierno y que llevan asociados procesos de surgencia (afloramiento, Wooster et al. 1976) y subsidencia (Torres y Barton, 2006). Los procesos de afloramiento inyectan aguas profundas ricas en nutrientes en la superficie favoreciendo la producción primaria. La existencia de una topografía compleja (cabo de Peñas y SCA) incrementa

localmente los procesos de producción y con ello la respuesta ecológica (Botas et al., 1990; González-Quirós et al., 2003).

A lo largo de los taludes continentales europeos se desarrolla una corriente más estable, causada por los gradientes de densidad latitudinales en combinación con la existencia de un margen continental orientado de norte a sur, que se dirige hacia latitudes boreales. En la región ibérica se conoce como la 'Iberian Poleward Current' (Peliz et al., 2003). En el sur del Golfo de Vizcaya esto implica circulación hacia el este (Figura 5.1.3) que se extiende hasta niveles del agua mediterránea e incluso más profundos (Pingree y Le Cann, 1990). Esta corriente también tiene un carácter estacional, siendo más intensa en invierno cuando además se alinea con el régimen de corrientes de plataforma.

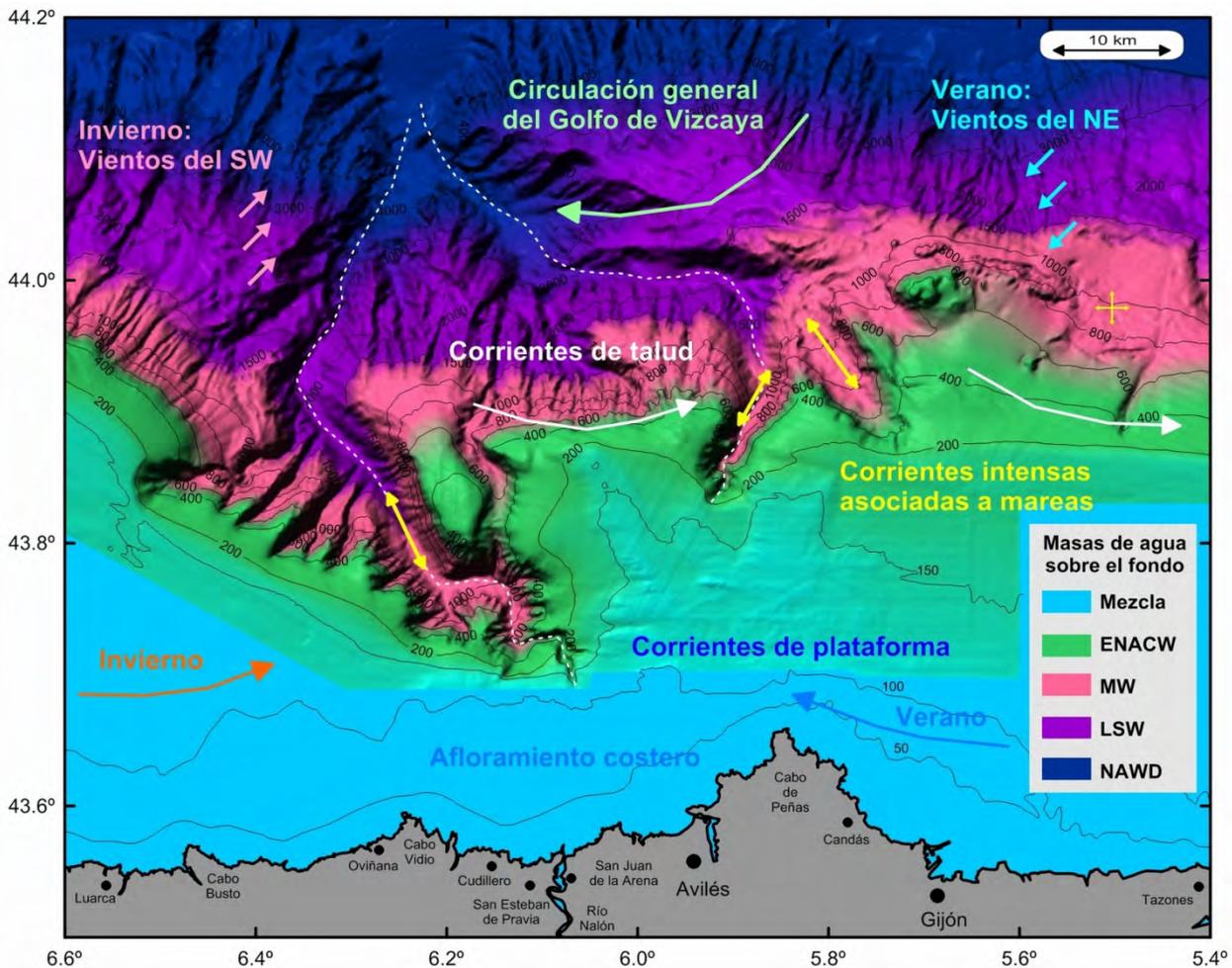


Figura 5.1.3.- Campos de corrientes y masas de agua sobre el fondo. Las flechas de los procesos dinámicos violentos asociados a la marea se han situado donde se dispone de observaciones concretas pero se encuentran en muchos puntos siempre que la geometría del fondo y la pendiente topográfica sean adecuadas. Los códigos de las masas de aguas sobre el fondo se corresponden a su descripción en el apartado 5.1.1.

Los cambios bruscos de dirección que presenta el talud continental en cañones y proximidades de cabos desestabilizan la corriente de talud dando lugar a la generación de grandes remolinos (Pingree y Le Cann, 1992). Estos remolinos (llamados *eddies*) tienen tamaños del orden de decenas de kilómetros y tiempos de persistencia de meses y derivan lentamente en regiones oceánicas. Los remolinos también se asocian a intensificación en los procesos de producción y juegan un papel importante en relación al transporte de larvas y juveniles de ciertas especies de peces (Sánchez y Gil, 2000). La región del SCA se

muestra como zona de generación de remolinos (véase por ejemplo la Figura 9 en Sánchez y Gil, 2000 y la Figura 5b en el trabajo de García-Soto y Pingree, 2012).

En escalas temporales más cortas la dinámica está muy influenciada por la marea semidiurna, muy intensa en el Golfo de Vizcaya (Fanjul et al., 1997). Esto significa que en un punto cualquiera las corrientes describen una elipse completa cada ciclo de 25 horas aproximadamente. Las corrientes de marea se intensifican en zonas de topografía abrupta y especialmente en los cañones, donde necesariamente se han de ajustar al eje del cañón mostrando una fase hacia la cabecera del cañón y otra opuesta (Allen y de Madron, 2009). En la cabecera del cañón de Avilés y en algunos cañones secundarios como La Gavierna se ha observado gran actividad asociada a estas mareas con aceleraciones súbitas de la corriente hasta más de 50 cm/s, procesos de resuspensión e inversiones térmicas (Fig. 5.1.4). La interacción de las mareas produce además trenes de ondas internas, oscilaciones de la columna de agua mucho más rápidas (de minutos a horas) que pueden ser muy intensas y se han observado en algunos puntos concretos de la región (Azevedo et al., 2006; Sánchez et al., 2014).

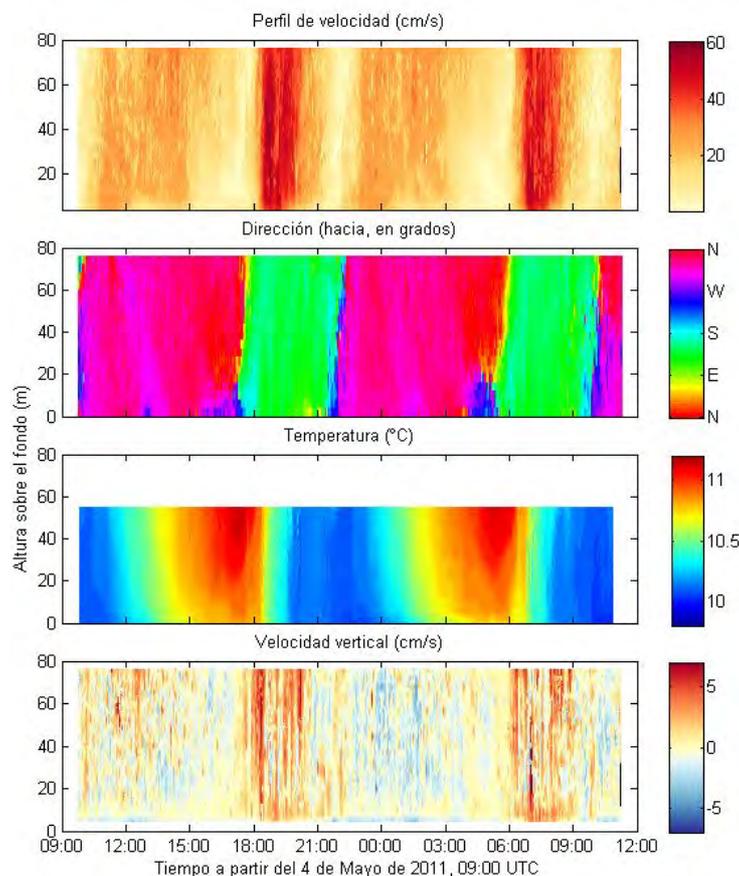


Figura 5.1.4.- Procesos dinámicos intensos asociados a la de marea en el fondo en un punto del eje del cañón de La Gavierna a 786 m de profundidad. De arriba abajo: velocidad de corriente, dirección, estructura térmica sobre el fondo y velocidades verticales. Basado en Sánchez et al., 2014.

A modo de resumen, el análisis conjunto de los registros ha dado cuenta de condiciones diferenciadas en distintos lugares del sistema de cañones. Como características principales destacan:

- Se han observado corrientes de marea muy amplificadas cerca del fondo en la región de los cañones de La Gavierna y El Corbiro, del orden de 50 cm/s, con fases de corriente muy asimétricas hacia la cabecera/base de los cañones. Esta zona de fuerte amplificación de corrientes en el fondo se extiende sobre el promontorio que se extiende hacia el noroeste de El Agudo de Fuera. En el cañón



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



- de La Gaviera se ha observado la formación de un bore (semejante a la rotura de una ola) durante la fase de marea hacia la cabecera del cañón y también se han registrados eventos de varios días de duración en el que las corrientes duplican y hasta triplican su intensidad a la vez que varían de dirección de forma relativamente errática.
- La región del cañón de Avilés no muestra corrientes tan amplificadas, aunque es posible que se produzcan intermitentemente en la zona de la cabecera. La gran longitud del cañón y su geometría sinuosa, marcada por la influencia tectónica de la falla de Ventaniella, parecen menos favorables para el avance de la marea interna que en sistema Gaviera-Corbiro. Sin embargo mediante el *lander* se ha observado mezcla turbulenta intensa en la cabecera del cañón de Aviles tanto en la fase de flujo hacia la cabecera como en la fase opuesta, lo que contrasta con las observaciones hechas en la Gaviera donde la mezcla, aunque putualmente más intensa, está activa un periodo de tiempo corto surante la transición de flujo desde/hacia la cabecera del cañón.

5.2. Geomorfología y sedimentología

5.2.1. Historia geológica

La compleja historia geológica de este margen continental comienza con el proceso de rift del Golfo de Vizcaya (desde el Triásico hasta el Cretácico inferior) y el desarrollo de un margen pasivo (Cretácico superior), y termina con una fase tectónica compresiva que lleva al cierre parcial del Golfo de Vizcaya (Boillot et al., 1972; Thinon et al., 2001; Gallastegui et al., 2002). Esta última fase desarrolló un margen compresivo estrecho hacia el Sur (el actual margen del Norte de Iberia) y el levantamiento y deformación de la cordillera cantábrica (Pérez-Estaún et al., 1995; Pulgar et al., 1996).

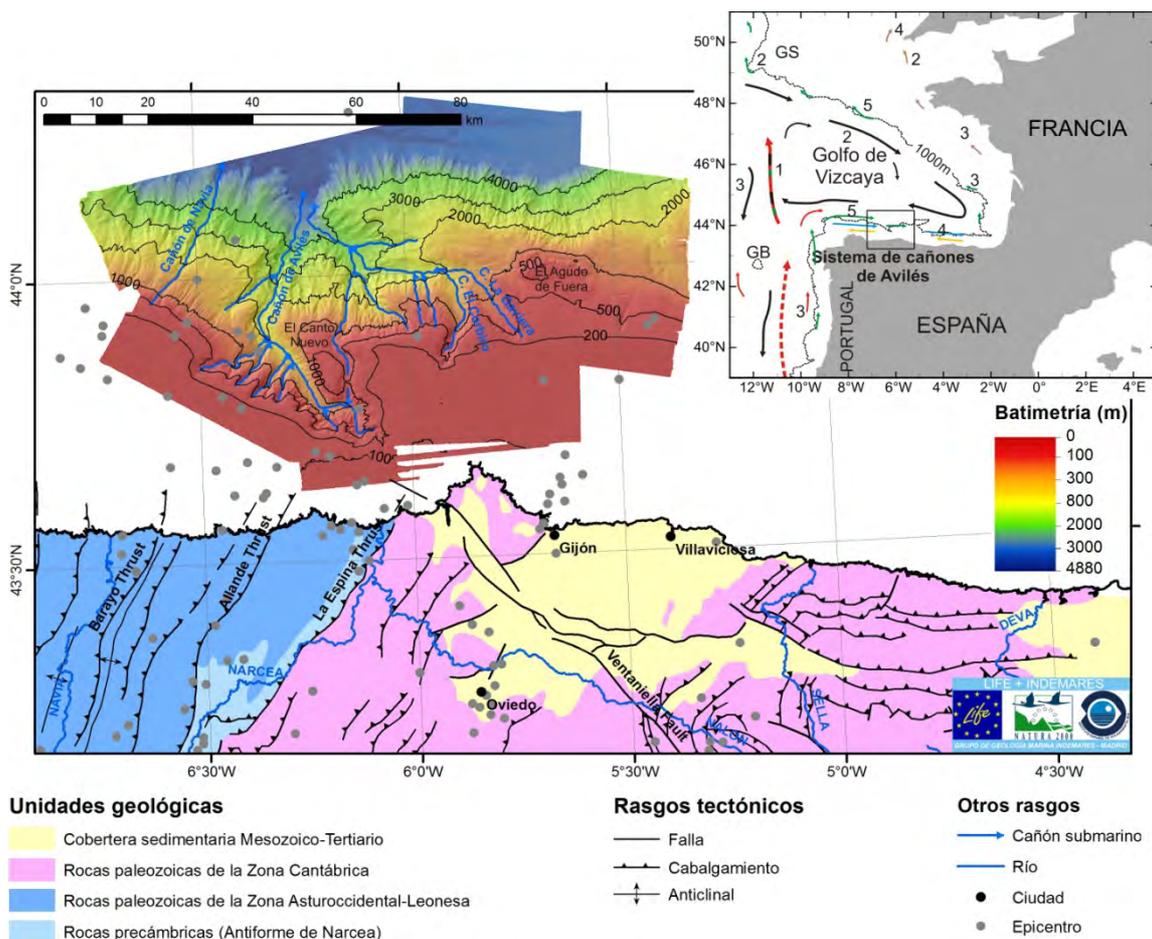


Figura 5.2.1.- Batimetría multihaz del área de estudio. Esquema geológico en tierra modificado de Julivert (1971) y Pérez-Estaún et al. (1988). Epicentros de la base de datos del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Encarte: Pautas de circulación hidrográfica general y valores medios de flujo (valores en cm s⁻¹), tomados de los trabajos de Pingree (1993) y González-Pola et al. (2012). Flechas rojas = Agua Mediterránea; Flechas negras = Corriente del Atlántico Norte; Flechas naranjas y azules = corrientes de plataforma generadas por el viento en primavera-verano / otoño invierno; Flechas verdes = corriente del talud europeo (Pingree et al., 1993); Flechas marrones = corrientes de plataforma del canal Armoricano / canal occidental inglés; GS = Goban Spur; GB = Banco de Galicia. Se muestra la isobata de 1000 m. Modificado de Gómez Ballesteros et al., 2014.

Como resultado de esta historia geodinámica, en el área de trabajo en la que nos encontramos se identifican varias orientaciones estructurales preferentes, que son (Fig. 5.2.1): NO-SE, correspondientes con fallas de desgarre de tipo lateral-derecho, como la falla de Ventaniella (en tierra); NNE-SSO, normalmente

relacionadas con fallas de desgarre de tipo lateral-izquierdo; E-O y ONO-ESE relacionadas con estructuras compresivas como grandes cabalgamientos y pliegues (Gallastegui et al., 2002). En la actualidad, se observa una actividad sísmica moderada en la región (López-Fernández et al., 2004). El basamento cristalino del área de estudio corresponde básicamente con la extensión hacia el mar de las unidades precámbricas de la zona Asturoccidental-Leonesa del Macizo Ibérico (Fig. 5.2.1), cerca del límite con la zona Cantábrica (Capdevila et al., 1980; Malod et al., 1982; Mamet et al., 1991; Pérez-Estaún y Bea., 2004). La delgada cobertera de edad mesozoica a cuaternaria se deposita sobre este basamento pre-Mesozoico. Tiene un espesor de 0 a 4 s (twtt), con una distribución irregular que refleja la compleja evolución del margen continental (Vigneaux, 1974; Derégnaucourt y Boillot, 1982; Thinon et al., 2001; Gutiérrez Claverol y Gallastegui, 2002). Durante el Neógeno y el Cuaternario, la sedimentación suaviza muchos rasgos tectónicos, mientras se desarrolla la importante red de cañones submarinos que incide oblicuamente a través del talud continental, con un marcado control tectónico (Boillot et al., 1971 y 1974; Álvarez-Marrón et al., 1995; Gallastegui, 2000; Gallastegui et al., 2002; Iglesias, 2009; Van Rooij et al., 2010).

5.2.2. Morfología

Los resultados obtenidos a partir de los datos geofísicos de ecosondas multihaz y sísmica paramétrica TOPAS registrados durante las diferentes campañas llevadas a cabo en la zona han permitido realizar un estudio geomorfológico de la región del SCA y su entorno (Fig. 5.2.2). Se han caracterizado los principales dominios fisiográficos y geomorfológicos que configuran este complejo sistema (Fig. 5.2.3).

El área estudiada (Fig. 5.2.3) comprende parte de la plataforma continental, que limita a través de un cambio de pendiente más o menos abrupto con el talud continental. En el talud continental se distinguen un talud superior y un talud inferior, este último caracterizado por pendientes más fuertes. Atravesando la zona de talud hasta incidir incluso en la plataforma, se ha identificado una zona de influencia de cañones seccionando el margen continental, y que se caracteriza por las pronunciadas pendientes de los flancos de los mismos (Fig. 5.2.2). Los cursos de los cañones submarinos confluyen en el pie del cañón de Avilés, donde el paso a la llanura abisal se produce de forma suave. La conexión entre llanura abisal y el talud continental inferior es bastante neta (Fig. 5.2.1).

5.2.2.1. Plataforma continental

La plataforma continental es en general estrecha, un rasgo característico de los márgenes continentales compresivos y, en general, de toda la plataforma cantábrica (Ercilla et al., 2008). En el área cartografiada, ocupa una superficie de 1755 km², tratándose en su mayoría de plataforma continental exterior. Su anchura varía aproximadamente entre 12 y 40 km, con profundidades máximas de 200 m (excepcionalmente hasta 300 m) y pendientes suaves en el rango de 0 a 8.3° (Fig. 5.2.2). Al tratarse de una zona muy tectonizada, con interferencia de varias direcciones de deformación (las heredadas en la fábrica hercínica y las generadas durante la compresión N-S cenozoica), el borde de la plataforma es bastante irregular, con entrantes y salientes oblicuos a la línea de costa (Figs. 5.2.1 y 5.2.2); este borde irregular es debido entre otros fenómenos al encajamiento de los cañones submarinos a lo largo de zonas de falla, que actúan como zonas de debilidad donde se acentúan los fenómenos erosivos (es el caso del cañón de Avilés en relación con la falla de Ventaniella, Fig. 5.2.1). Cabe destacar además la presencia de una pequeña plataforma marginal denominada Canto Nuevo, también de origen tectónico (Figs. 5.2.2 y 5.2.3).

En general, la existencia de fuertes corrientes en esta plataforma continental impide la acumulación de grandes depósitos sedimentarios, considerándose este margen continental como privado de sedimentos (Ercilla et al., 2008). El resultado es una plataforma continental con escaso espesor sedimentario, aunque en ocasiones se ve afectada por procesos sedimentarios puntuales que han generado morfologías como son ondas de arena a identificables a diferentes escalas (Tabla 5.2.1).



Fundación Biodiversidad

INDEMARES

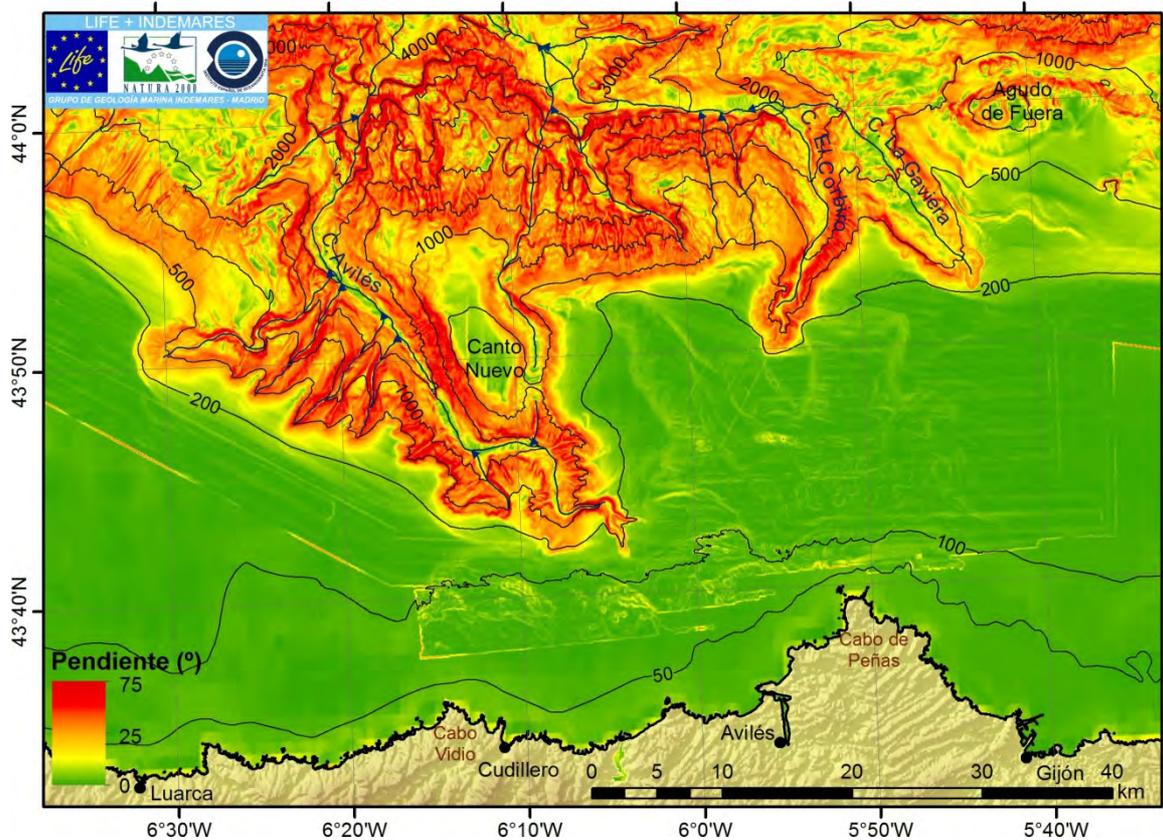
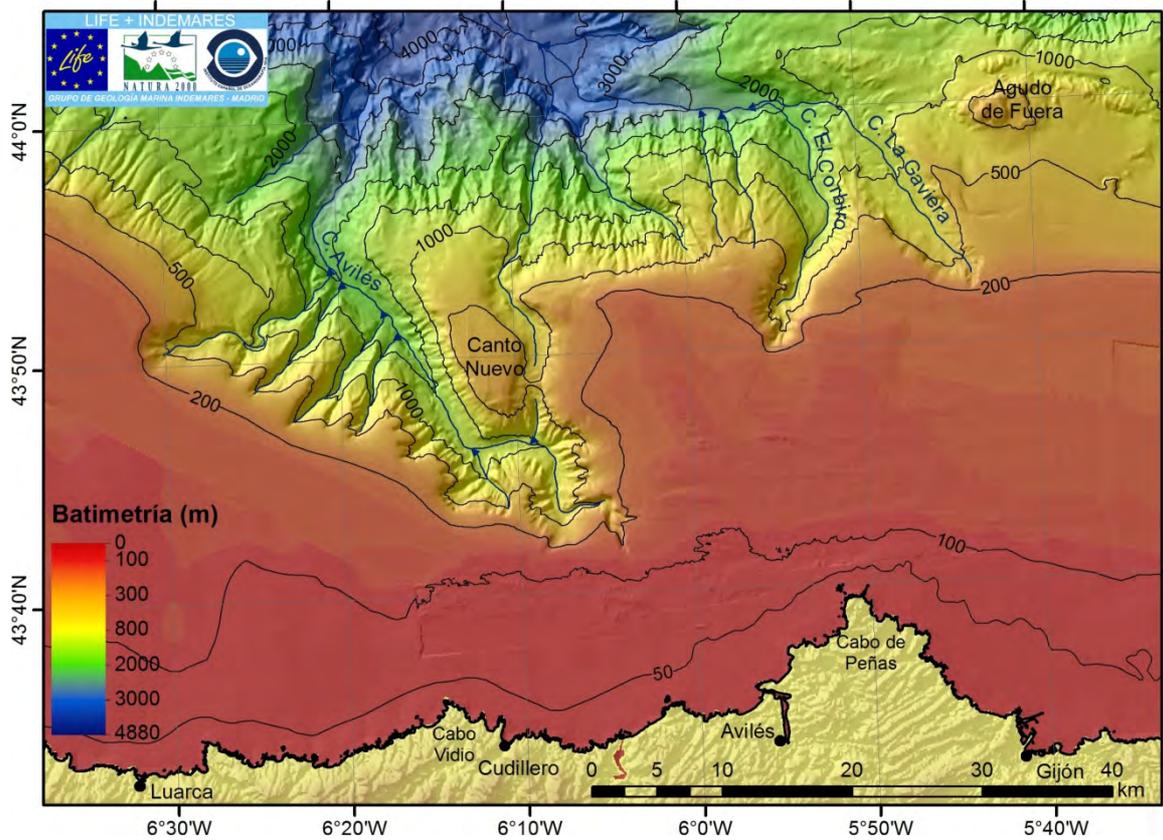
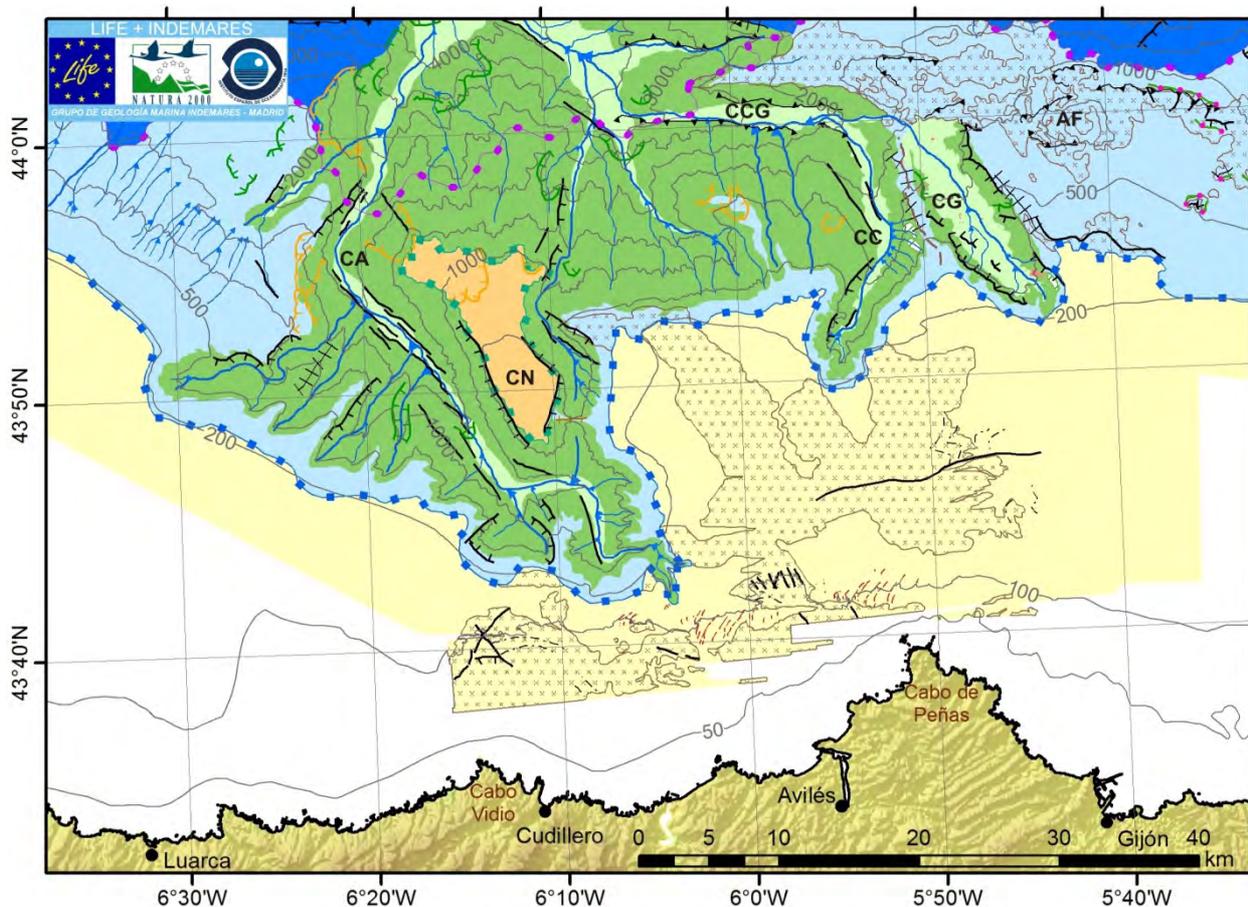


Figura 5.2.2.- Panel superior: Modelo digital del terreno del área de estudio, codificado en color. Iluminación desde el NO. Panel inferior: Modelo de pendientes del área de estudio, codificado en color y con algunos contornos batimétricos superpuestos.



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



UNIDADES MORFOLÓGICAS

Plataforma continental	Plataforma marginal	Talud superior	Pared de cañón
Ruptura plataforma	Ruptura plataforma marginal	Límite talud s. - talud i.	Fondo de cañón
		Talud inferior	

RASGOS MORFOLÓGICOS

Rasgos tectónicos

Falla
Escarpe tectónico
Cabalgamiento
Cresta
Lineamiento estructural

Rasgos erosivos

Cañón
Gully
Escarpe erosivo
Moat
Cárcavas

Otros rasgos

Cabecera deslizamiento
Cresta onda de arena
Umbral topográfico
Divisoria
Montículos / pináculos
Afloramiento rocoso

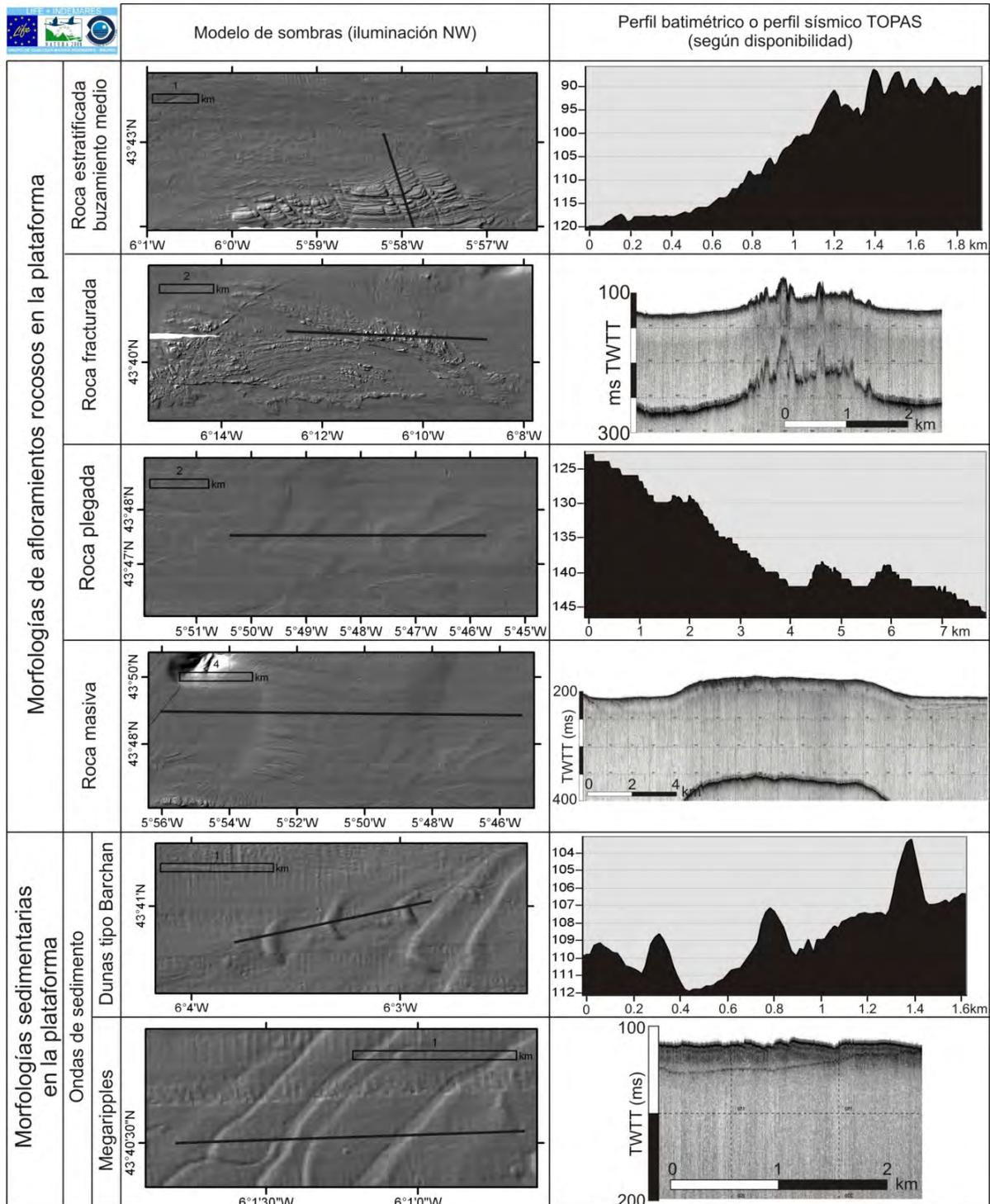
OTROS

Isobata
Línea_costa
Ciudad

Figura 5.2.3.- Interpretación geomorfológica del área de estudio. CA = cañón de Avilés; CC = cañón de El Corbiro; CG = cañón de La Gaviera; CCG = cañón de El Corbiro y La Gaviera; CN = Plataforma marginal de El Canto Nuevo; AF = Alto estructural de El Agudo de Fuera. Basado en Gómez-Ballesteros et al., 2014.

Los numerosos afloramientos rocosos que se observan en la plataforma tienen en general (salvo en el caso de los afloramientos de aspecto masivo) un aspecto muy tectonizado, habiéndose observado varios pliegues y fallas en las superficie de la plataforma (Tabla 5.2.1). Los afloramientos rocosos de aspecto masivo podrían deber su aspecto en parte a los intensos fenómenos erosivos producidos por migraciones del nivel del mar en tiempos geológicos recientes e incluso a exposición subaérea (Gómez-Ballesteros et al., 2014).

Tabla 5.2.1.- Morfologías de los afloramientos rocosos y los tipos de ondas de sedimento identificados en la plataforma continental del área de estudio. Modificado de Gómez-Ballesteros et al., 2014.



5.2.2.2. Talud continental

A lo largo de toda la zona estudiada se ha cartografiado el talud continental que representa el 51% del área prospectada (unos 3770 km², Fig. 5.2.1). Se ha diferenciado entre talud superior y talud inferior (Fig. 5.2.3).

Talud continental superior

El talud superior se extiende desde la ruptura de la plataforma continental (a unos 200 m de profundidad) hasta batimetrías de aproximadamente 2000 m. Tiene una anchura de entre 6 km (cerca de la incisión del cañón de Navia, Fig. 5.2.1) y más de 28 km (al Este en el área cartografiada), con una anchura media de 12-16 km. Se caracteriza por tener un relieve abrupto y una pendiente variable, pasando de fondos sedimentarios sub-horizontales a zonas con pendientes mayores de 40° (en áreas abarrancadas). La pendiente media es de 10° (Fig. 5.2.2).

El talud superior tiene una alta densidad de barrancos o gullies de traza rectilínea, fondo estrecho y con el eje principal en dirección perpendicular a las isobatas. La densidad de gullies disminuye en la zona E, donde alcanza su anchura máxima y las pendientes son más suaves (Fig. 5.2.2). En esta zona destaca la presencia de un alto estructural conocido por los pescadores como el Agudo de Fuera (Fig. 5.2.2).

Dentro del talud superior, se han cartografiado dos áreas de fondo sedimentario situadas respectivamente al Este del Agudo de Fuera y al Oeste del cañón de Avilés (Fig. 5.2.3). La primera de ellas presenta un bajo relieve con morfología suave, donde destacan varios surcos erosivos (moats) generalmente de dirección E-O, asociados a escarpes. Estos surcos erosivos pueden relacionarse con la capacidad erosiva de la corriente de Agua Mediterránea que en esta zona fluye hacia el E (Pingree y Le Cann, 1990; Colas, 2003; Iorga y Lozier, 1999). La estructura interna de estos sedimentos muestra reflectores paralelos a subparalelos en perfiles sísmicos, lo que hace pensar que se puede tratar de un drift sedimentario adosado al talud (Gómez-Ballesteros et al., 2014). En el área sedimentaria localizada al Oeste del cañón de Avilés, la superficie es algo más rugosa y se identifican varios cuerpos sedimentarios. Podrían tratarse de posibles drift sedimentarios, o de depósitos amalgamados resultado del transporte a lo largo de los gullies, pero los datos de los que se dispone en esta parte del talud (morfología y perfiles TOPAS) no son esclarecedores (Gómez-Ballesteros et al., 2014).

En el talud superior, se han identificado dos altos estructurales: El Canto Nuevo es una plataforma marginal en el flanco oeste del cañón de Avilés, alargada en dirección NO-SE y basculada hacia el NO, con un techo de unos 68 km² de superficie, de aspecto sedimentario. Se ha interpretado como una estructura de tipo horst (Boillot et al., 1971; Gómez-Ballesteros et al., 2014); El Agudo de Fuera es un afloramiento rocoso al Oeste del sistema del cañón de Avilés, alargado en dirección E-O, de unos 40 km² y superficie irregular, con una profundidad mínima de 320 m. Su origen parece estar relacionado con las estructuras compresivas del margen, de dirección E-O.

Talud continental inferior

El talud inferior ocupa un área de unos 1752 km² en la región cartografiada durante las diferentes campañas (Fig. 5.2.1), extendiéndose desde profundidades de aproximadamente 2000 m (el límite con el talud superior) hasta unos 4700 m en el pie del talud, donde conecta con la llanura abisal de Vizcaya. El rasgo principal que caracteriza el talud inferior es la presencia de una red de gullies densa y bien desarrollada.

Hacia el Este del cañón de Avilés, el talud inferior tiene una anchura de unos 10-15 km, con una pendiente media de 11-12° y un relieve general rectilíneo a convexo. En esta zona del talud inferior los gullies se disponen regularmente, con una distancia entre ejes de unos 800 m.

Hacia el Oeste del cañón de Avilés, el talud continental inferior tiene una anchura de 15-20 km, con una pendiente media más suave, de 7-8°, y un relieve general cóncavo. La red de cañones en esta parte del talud inferior es menos densa y con una distribución más irregular.

5.2.2.3. Llanura Abisal

Durante la primera campaña oceanográfica llevada a cabo en la región en el contexto del proyecto INDEMARES, se realizó un levantamiento batimétrico inicial con el que se llegó a cubrir hasta parte de la llanura abisal en las proximidades de la desembocadura del sistema de cañones submarinos de Avilés (batimetrías superiores a 4700 m). La extensión de área de llanura abisal cartografiada fue de aproximadamente 608 km², incluyendo la desembocadura del sistema del cañón de Avilés (Fig. 5.2.1). Los objetivos fundamentales del proyecto hacen que los muestreos directos se hayan centrado en batimetrías inferiores a 2000 m, muy por encima de la llanura abisal, motivo por el cual no creemos necesario describir detalladamente las características morfológicas de esta provincia fisiográfica en el presente informe. Para una descripción detallada, consultar el trabajo de Gómez-Ballesteros et al., 2014.

5.2.2.4. Sistema de cañones de Avilés (SCA)

Seccionando el margen continental en el área de estudio, desde la plataforma hasta la llanura abisal, se encuentra excavado el sistema de cañones submarinos de Avilés. El cañón principal es el que da nombre al grupo, pero además de éste se han cartografiado otros dos grandes cañones submarinos más al Este (El Corbiro y La Gaviera) que confluyen entre sí en un único cañón (cañón de El Corbiro y La Gaviera) para unirse al de Avilés en su desembocadura (Fig. 5.2.1). Además de estos tres grandes cañones, se han cartografiado otros doce cañones tributarios. El sistema de cañones submarinos de Avilés parece coleccionar y canalizar las contribuciones sedimentarias de los ríos que desembocan en esta parte del Cantábrico, fundamentalmente el Narcea y el Nalón, así como parte del material transportado a lo largo de la plataforma continental (Gómez-Ballesteros et al., 2014). Además del transporte de material y energía que se produce a través de la densa red de drenaje desarrollada en esta región del margen continental, se han observado otros fenómenos como son deslizamientos y movimientos en masa que contribuyen a este sistema de erosión y transporte de materia (Gómez-Ballesteros et al., 2014).

Cañón de Avilés

La incisión axial del cañón de Avilés tiene aproximadamente 75 km de longitud, con un perfil en forma de V. Su zona de cabecera incide en la plataforma a sólo 12 km de la costa frente al cabo de Peñas, a 128 m de profundidad (Fig. 5.2.2). Su traza tiene una marcada influencia tectónica, siendo la prolongación en mar de la zona de falla de Ventaniella (Fig. 5.2.1; Boillot et al., 1971, 1972; Gallastegui, 2000), y tiene varios cambios bruscos en la dirección de su eje (Gómez-Ballesteros et al., 2014). El fondo del cañón tiene un carácter fundamentalmente sedimentario. Su curso se ha dividido en tres grandes sectores (Figs. 5.2.4 y 5.2.5): (1) El tramo alto del cañón de Avilés comienza en la cabecera, donde dos gullies confluyen para comenzar su incisión axial. Tiene un cañón tributario en la margen derecha (el único cañón tributario en la margen derecha en todo su curso), y tres cambios bruscos de dirección de 90°, pasando de E-O a N-S y de nuevo a E-O; (2) El tramo medio del cañón de Avilés comienza con la confluencia del canal principal con el primer tributario de la margen izquierda, y tiene una dirección NO-SE. En su talud oeste hay varias alineaciones, posiblemente de origen tectónico, y se observan las trazas de otros cuatro cañones tributarios. El talud este en este sector lo forma el flanco suroeste de la plataforma marginal conocida como El Canto Nuevo; (3) En el tramo bajo del cañón de Avilés está la confluencia del último de los cañones tributarios, en su margen izquierda (Figs. 5.2.1-5.2.3). Este tramo tiene una dirección aproximada NE-SO, un fondo más irregular y una incisión axial menos pronunciada, con varios escarpes erosivos, y saltos bruscos. En los taludes se han identificado fenómenos de movimiento en masa y deslizamientos (Gómez-Ballesteros et al., 2014). La desembocadura del cañón de Avilés, a 4766 m de profundidad (común para todo el sistema de cañones submarinos de Avilés, Fig. 5.2.1) tiene forma triangular y en ella se ha identificado un campo de ondas sedimentarias. Este hecho, junto con los bloques alóctonos de litologías variadas dragados en el fondo del cañón durante las diversas campañas realizadas, hace pensar que el cañón de Avilés sigue funcionando en la actualidad como un canalizador activo de material desde el continente hasta la llanura abisal (Gómez-Ballesteros et al., 2014).



Fundación Biodiversidad

INDEMARES

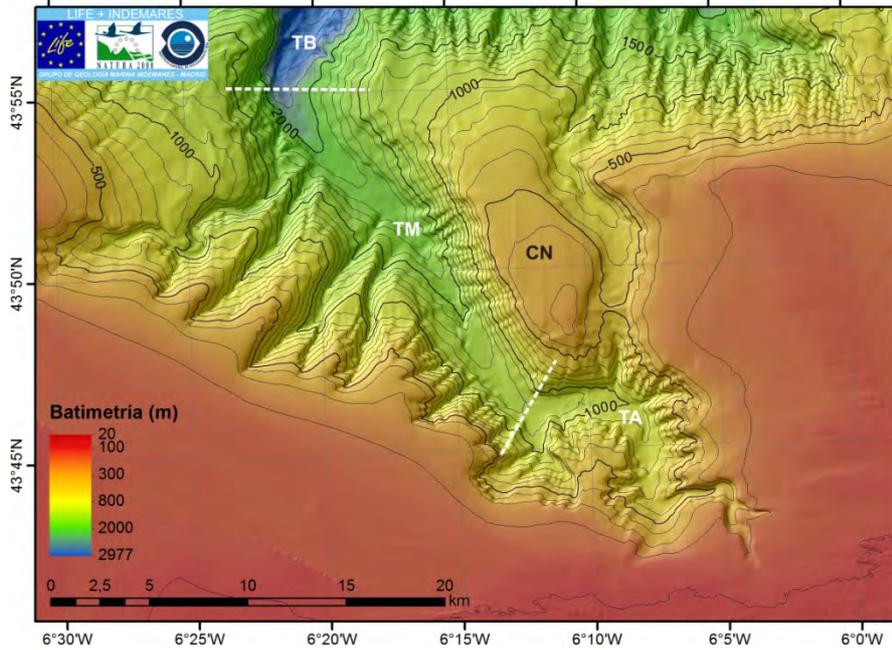
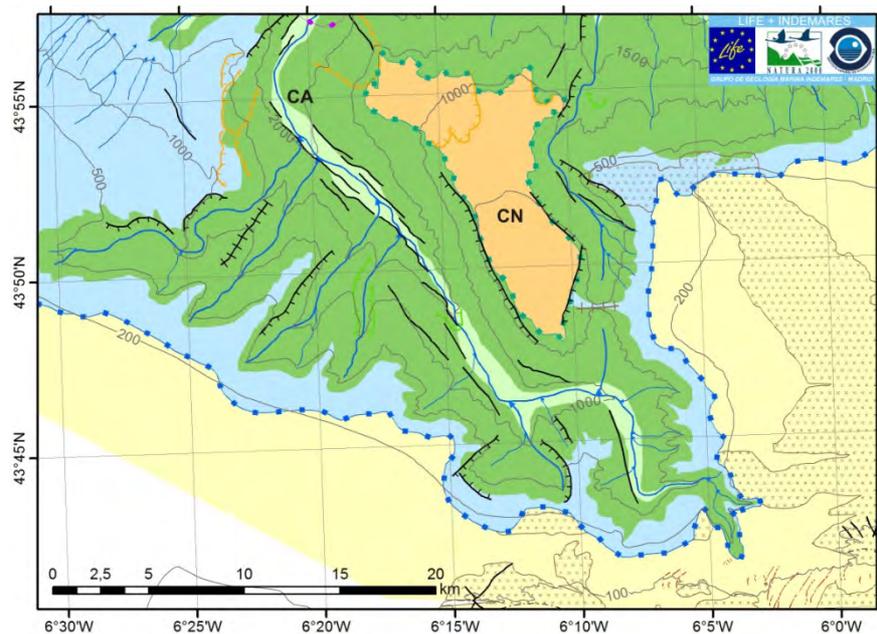


Figura 5.2.4.- Modelo digital del terreno de la parte alta del cañón de Avilés, codificado en color y con iluminación desde el NO. Contornos batimétricos cada 100 m. Las líneas discontinuas blancas indican los límites entre los diferentes sectores identificados en el curso del cañón. TA = Tramo alto; TM = Tramo medio; TB = Tramo bajo; CN = Plataforma marginal de El Canto Nuevo.



- UNIDADES MORFOLÓGICAS**
- | | | | |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------|
| Plataforma continental | Plataforma marginal | Talud superior | Pared de cañón |
| Ruptura plataforma | Ruptura plataforma marginal | Límite talud s. - talud i. | Fondo de cañón |
- RASGOS MORFOLÓGICOS**
- | | | |
|--------------------------|------------------------|------------------------|
| Rasgos tectónicos | Rasgos erosivos | Otros rasgos |
| Falla | Cañón | Cabecera deslizamiento |
| Escarpe tectónico | Gully | Cresta onda de arena |
| Cabalgamiento | Escarpe erosivo | Umbral topográfico |
| Cresta | Afloramiento rocoso | |
| Lineamiento estructural | | |
- OTROS**
- Isobata

Figura 5.2.5.- Interpretación geomorfológica de la parte alta del cañón de Avilés (CA). CN = Plataforma marginal de El Canto Nuevo. Basado en Gómez-Ballesteros et al., 2014.

Cañón de El Corbiro

El cañón de El Corbiro se localiza al Este del cañón de Avilés. Tiene una incisión axial de unos 23 km de longitud desde la cabecera hasta la confluencia con el cañón de La Gavierna (a 2108 m de profundidad), y un perfil en forma de V (Figs. 5.2.6 y 5.2.7). La cabecera se encuentra a 176 m de profundidad, con dirección SO-NE. A 12 km de la cabecera, la incisión axial gira bruscamente a dirección SE-NO. No tiene cañones tributarios, aunque sí una red de gullies bien desarrollada en la margen derecha, que genera zonas acarcavadas. Cerca de la cabecera, en la margen izquierda, hay un pequeño alto estructural. El fondo del cañón tiene carácter sedimentario (Gómez-Ballesteros et al., 2014).

Cañón de La Gavierna

El cañón de La Gavierna es el más oriental de los tres cañones que constituyen el sistema de Avilés (Figs. 5.2.1 y 5.2.2). Tiene una incisión axial, desde su cabecera hasta la confluencia con el cañón de El Corbiro, de 23 km de longitud y sección en forma de U (Figs. 5.2.6 y 5.2.7). Las paredes a ambos lados de su eje son muy diferentes: El flanco oeste está excavado por gullies y está afectado por un escarpe tectónico, mientras que el flanco este tiene un carácter más sedimentario, con algunos afloramientos rocosos transversales. En el fondo del cañón se identifican diversos depósitos sedimentarios (en ocasiones con ondas de sedimento de mayor o menor amplitud y morfologías variadas, ver Sánchez et al., 2014) y escarpes. Los escarpes tienen en ocasiones forma aproximadamente circular, y en esos casos se pueden relacionar con un origen biógeno (Sánchez et al., 2014). La confluencia del cañón de La Gavierna con el de El Corbiro es compleja, con varios escarpes rocosos que prácticamente los desconectan, quedando el valle de La Gavierna en una posición topográfica más elevada, como un cañón colgado (Figs. 5.2.6 y 5.2.7).

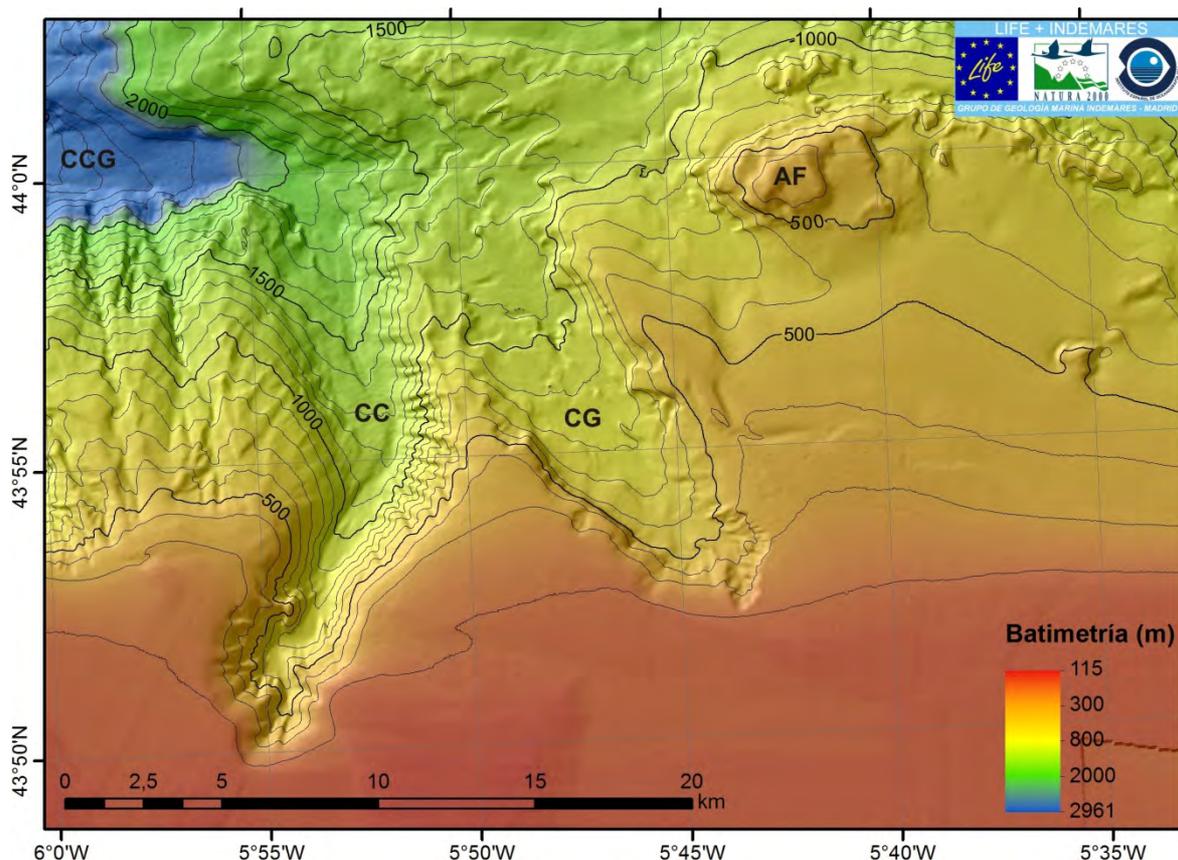
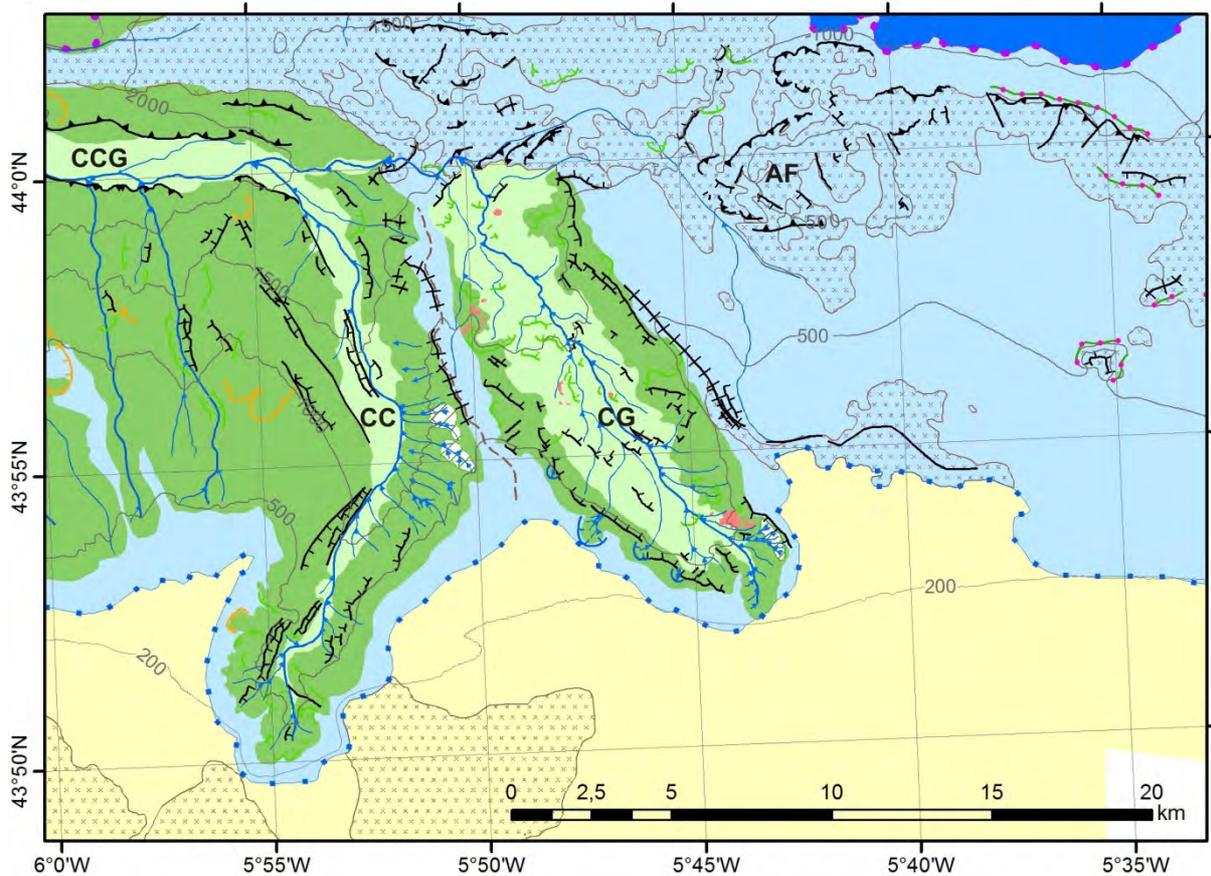


Figura 5.2.6.- Modelo digital del terreno de los cañones de El Corbiro (CC) y La Gavierna (CG), codificado en color y con iluminación desde el NO. Contornos batimétricos cada 100 m. CCG = cañón de el Corbiro y La Gavierna; AF = alto estructural de El Agudo de Fuera.



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



UNIDADES MORFOLÓGICAS

- | | | | |
|------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| Plataforma continental | Talud superior | Talud inferior | Pared de cañón |
| Ruptura plataforma | Límite talud s. - talud i. | | Fondo de cañón |

RASGOS MORFOLÓGICOS

Rasgos tectónicos

- Falla
- Escarpe tectónico
- Cabalgamiento
- Cresta
- Lineamiento estructural

Rasgos erosivos

- Cañón
- Gully
- Escarpe erosivo
- Moat
- Cárcavas
- Cabecera gullies

Otros rasgos

- Cabecera deslizamiento
- Divisoria
- Montículos / pináculos
- Afloramiento rocoso

OTROS

- Isobata

Figura 5.2.7.- Interpretación geomorfológica de detalle de la zona de los cañones de El Corbiro (CC) y La Gavierna (CG) y el alto estructural de El Agudo de Fuera (AF). CCG = cañón de El Corbiro y La Gavierna. Basado en Sánchez et al., 2014 y Gómez-Ballesteros et al., 2014.

5.2.3. Sedimentología

En general, los fondos blandos muestreados en el SCA están dominados por tipos sedimentarios arenosos formados fundamentalmente por arenas finas y muy finas. Los tipos sedimentarios más finos se encuentran en las zonas más profundas de la plataforma continental y del talud, mientras que los sedimentos más gruesos se localizan en las estaciones más someras de la plataforma continental. Paralelamente y en toda el área de estudio, nos encontramos los sedimentos con mayor contenido orgánico en las zonas más profundas. Las principales características de las estaciones de muestreo se muestran en la Tabla 5.2.2.

Tabla 5.2.2.- Profundidad, principales características sedimentarias y contenido en materia orgánica de las estaciones muestreadas en el SCA (las estaciones que aparecen en números romanos no fueron analizadas a nivel infaunal).

Estación	Profundidad (m)	Arena gruesa	Arena fina	Fango	Q ₅₀ (mm)	Tipo sedimentario	S ₀	MO (%)
I	230	6.4	89.5	4.0	0.22	AF	Moderada	3.1
II	288	8.6	85.6	5.8	0.15	AF	Moderada	2.2
III	564	7.3	74.7	17.9	0.12	AMF	Moderada	2.8
IV	722	3.2	71.2	25.6	0.11	AMF	Moderada	7.6
V	836	7.5	81.5	11.0	0.17	AF	Moderada	2.8
VI	848	14.1	86.0	0.0	0.20	AF	Moderada	2.6
VII	430	5.4	84.7	9.9	0.14	AF	Moderada	3.8
VIII	142	20.6	72.8	6.6	0.29	AM	Moderada	4.2
IX	1106	4.3	95.7	0.0	0.20	AF	Moderada	4.1
X	428	5.3	78.7	16.0	0.16	AF	Moderada	4.0
XI	232	68.4	31.2	0.4	0.68	AG	Moderada	3.0
XII	1281	37.8	60.8	1.4	0.42	AM	Moderada	2.2
XIII	791	3.6	61.2	35.3	0.10	AMF	Pobre	6.5
XIV	1475	2.3	48.6	49.2	0.06	AMF	Pobre	11.5
XV	1065	13.8	26.8	59.5	0.03	Fango	Mala	7.6
XVI	464	12.4	81.4	6.1	0.25	AF	Moderada	3.8
XVII	1445	14.6	29.7	55.8	0.05	Fango	Mala	9.4
XVIII	1501	1.3	52.7	46.0	0.07	AMF	Pobre	7.8
XIX	1730	6.3	53.3	40.4	0.10	AMF	Mala	5.2
1	389	0.7	90.4	8.9	0.14	AF	Moderada	2.9
2	637	1.5	62.9	35.6	0.09	AMF	Pobre	4.9
3	1033	1.8	56.4	41.8	0.08	AMF	Pobre	6.3
4	603	3.2	68.1	28.7	0.11	AMF	Pobre	6.6
5	200	8.1	88.0	3.9	0.23	AF	Moderada	2.0
6	168	12.5	85.1	2.4	0.28	AM	Moderada	2.8
7	458	2.8	91.7	5.6	0.17	AF	Moderada	3.5
8	208	76.4	23.3	0.3	0.88	AG	Moderada	2.5
9	740	3.1	58.9	37.9	0.09	AMF	Pobre	7.3
10	195	52.7	46.2	1.1	0.54	AG	Moderada	2.3
11	1004	1.6	51.0	47.4	0.06	AMF	Pobre	10.8
12	462	12.1	73.4	14.5	0.23	AF	Moderada	5.0
13	168	92.6	7.4	0.0	1.13	AMG	Moderada	2.8
14	964	3.1	73.7	23.2	0.12	AMF	Pobre	7.0
15	612	2.2	81.7	16.1	0.13	AF	Moderada	3.1



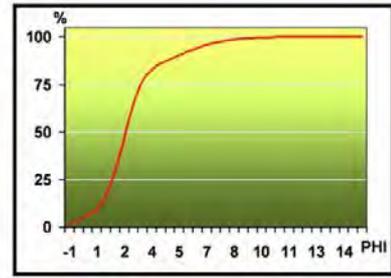
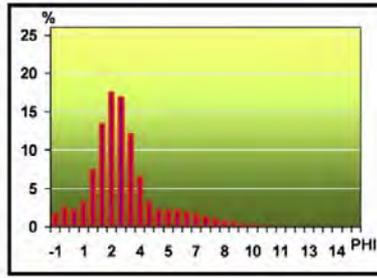
16	503	5.4	89.3	5.3	0.21	AF	Moderada	2.9
17	1130	0.6	64.5	34.8	0.09	AMF	Pobre	7.9
18	1173	2.0	91.4	2.0	0.16	AF	Moderada	3.9
19	156	21.9	69.4	8.6	0.30	AM	Moderada	3.2
20	144	25.2	71.5	3.3	0.33	AM	Moderada	3.2
21	657	2.8	86.7	10.5	0.17	AF	Moderada	2.9
22	1184	3.8	79.1	17.1	0.15	AF	Moderada	2.8
23	170	9.0	83.5	7.6	0.23	AF	Moderada	3.8
24	780	1.7	58.8	39.5	0.08	AMF	Pobre	4.3
25	157	44.8	51.4	3.8	0.47	AM	Moderada	3.2
26	942	2.0	74.7	23.3	0.12	AMF	Moderada	1.8
27	457	1.9	78.6	19.5	0.12	AMF	Moderada	1.2
28	1318	0.1	76.9	22.9	0.12	AMF	Moderada	4.2
29	1881	3.4	59.1	37.5	0.11	AMF	Pobre	5.3
30	1206	0.0	37.2	62.8	0.04	Fango	Pobre	8.3
31	112	88.7	11.3	0.0	1.15	AMG	Moderada	2.2
32	83	12.3	87.7	0.0	0.24	AF	Moderada	1.3
33	1183	21.4	63.2	15.4	0.22	AF	Pobre	1.8
34	1017	0.8	76.7	22.5	0.12	AMF	Moderada	3.5
35	356	1.4	87.9	10.7	0.15	AF	Moderada	2.7
36	1470	6.1	68.9	25.0	0.17	AF	Pobre	4.7
37	499	0.7	90.9	8.5	0.14	AF	Moderada	2.7
38	554	1.8	69.8	28.3	0.11	AMF	Moderada	4.2

Q₅₀: mediana; S₀: coeficiente de selección; % M.O.: porcentaje de materia orgánica

Concretamente, los fondos más someros de la plataforma continental (menos de 500 metros de profundidad) se caracterizaron por presentar los tipos sedimentarios más groseros de la zona de estudio, apareciendo sedimentos de arenas muy gruesas, arenas gruesas, arenas medias y arenas finas. El contenido en materia orgánica de estos sedimentos fue bajo (desde 1.2 a 5%), el coeficiente de selección moderado, y la mediana varió de 0.12 a 1.15 mm (Fig. 5.2.8).



Estación X



Estación XI

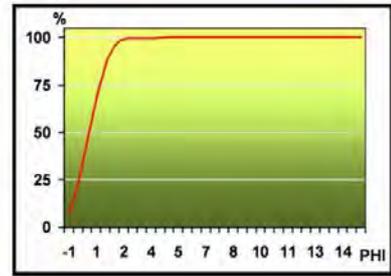
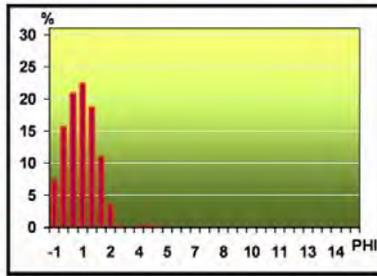
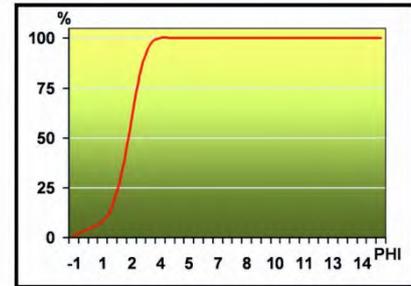
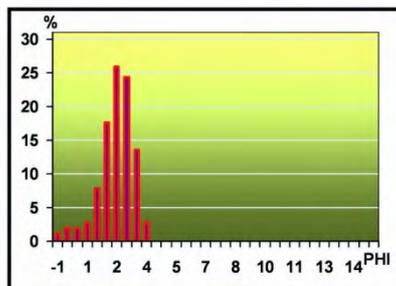


Figura 5.2.8.- Fotografías de la superficie del sedimento y curvas granulométricas de dos de las estaciones muestreadas en el estrato menor de 500 m de profundidad (una estación con alto contenido en fango, X, y otra estación con alto contenido en arena gruesa, XI).

A profundidades intermedias, entre 500 y 1000 metros, dominaron las arenas finas y muy finas en los sedimentos muestreados, que además presentaron un tamaño medio de grano de 0.08 a 0.20 mm. Su coeficiente de selección varió entre pobre y moderado, mientras que el contenido orgánico obtuvo unos valores de entre 1.8 y 7.6% (Fig. 5.2.9).

Estación VI



Estación XIII

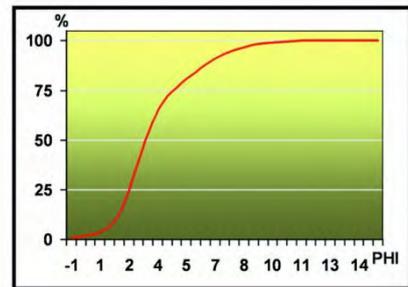
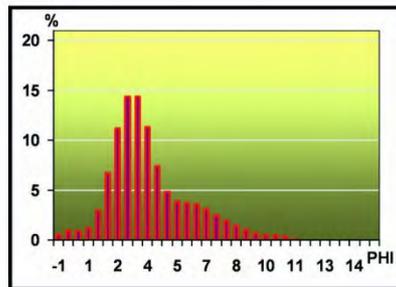
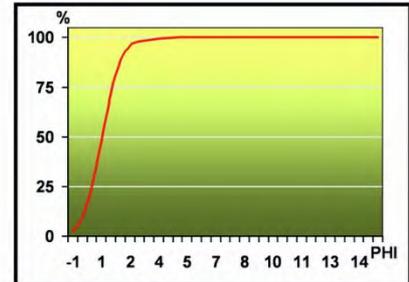
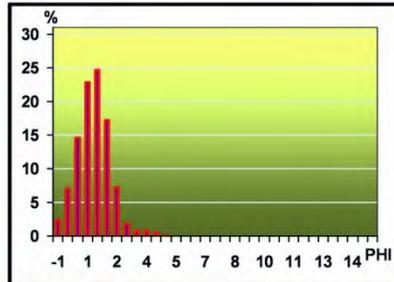


Figura 5.2.9.- Fotografías de la superficie del sedimento y curvas granulométricas de dos de las estaciones muestreadas en el estrato de 500 a 1000 m de profundidad (una estación con alto contenido en arena gruesa, VI, y otra estación con alto contenido en fango, XIII).

Los sedimentos más finos y fangosos se localizaron en las estaciones más profundas (más de 1000 metros de profundidad), caracterizadas además por su elevado contenido orgánico (1.8-11.5%), bajos coeficientes de selección (desde malo a moderado), y un tamaño medio de grano entre 0.03 a 0.42 mm (Fig. 5.2.10).

Estación XII



Estación XV

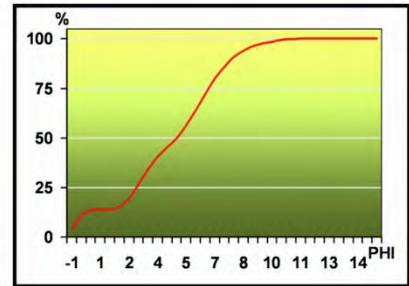
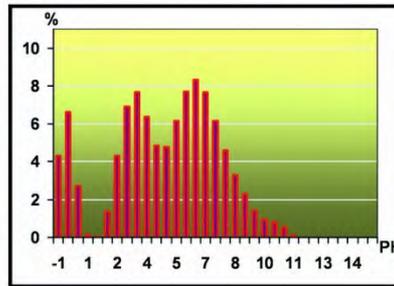


Figura 5.2.10.- Fotografías de la superficie del sedimento y curvas granulométricas de dos de las estaciones muestreadas en el estrato mayor de 1000 m de profundidad (una estación con alto contenido en arena gruesa, XII, y otra estación con alto contenido en fango, XV).

Utilizando la información sobre las características de los sedimentos de las estaciones con la draga de fango y los datos de reflectividad se ha obtenido mediante geoestadística, utilizando la técnica del *kriging*, la distribución espacial de los principales tipos de fondos presentes en el área de estudio (Fig. 5.2.11). Se puede apreciar que en la plataforma continental situada al Oeste de cabo de Peñas predominan los fondos de arenas gruesas disminuyendo la granulometría con la profundidad, apareciendo arenas medias en el borde continental y arenas finas y muy finas en el talud superior. Este patrón general se ve alterado en el otro lado de cabo Peñas, en donde aparece una bolsa de arenas muy finas fangosas cerca de la costa, probablemente debido al efecto topográfico del cabo sobre las corrientes sobre la plataforma (ver Fig. 5.1.3). En las proximidades de los afloramientos rocosos masivos que se encuentran en la plataforma continental aparecen fondos mixtos con diferentes granulometrías (cascajo, gravas, cantos, etc.) y de difícil representación espacial, que configuran hábitats muy característicos en la zona.

El sistema de cañones submarinos de Avilés actúa como colector de los aportes terrígenos recibidos de los ríos Narcea y Nalón cuya desembocadura se localiza en esta parte del mar Cantábrico. Los sedimentos son transportados y canalizados desde el área madre hasta la llanura abisal, a través de la densa red de drenaje desarrollada por el sistema de cañones. La dinámica de masas de agua profundas genera corrientes de tracción que incluyen las mareas, las ondas internas, las corrientes de contorno, y las corrientes profundas de fondo, dando lugar a una masa de agua relativamente homogénea que fluye a lo largo del talud transportando el material en suspensión. El efecto de estas corrientes, al que se suma el movimiento en masa por efecto gravitacional, genera rasgos deposicionales y erosivos de grandes dimensiones en ambientes marinos profundos, y un patrón de sedimentación gradacional de material grueso a fino desde la plataforma hasta el talud y posterior llanura abisal, siguiendo un perfil de granoselección positiva como el que se ha observado en el área de estudio. Esta progresiva disminución del tamaño del grano producida por la



decantación del material en suspensión es función de determinadas variables como son la profundidad, velocidad y dirección-sentido de las corrientes que condicionan la energía de transporte, de forma que al disminuir la energía se depositan primero los granos mayores y sucesivamente los de menores tamaños, pasando desde arenas gruesas a fondos fangosos.

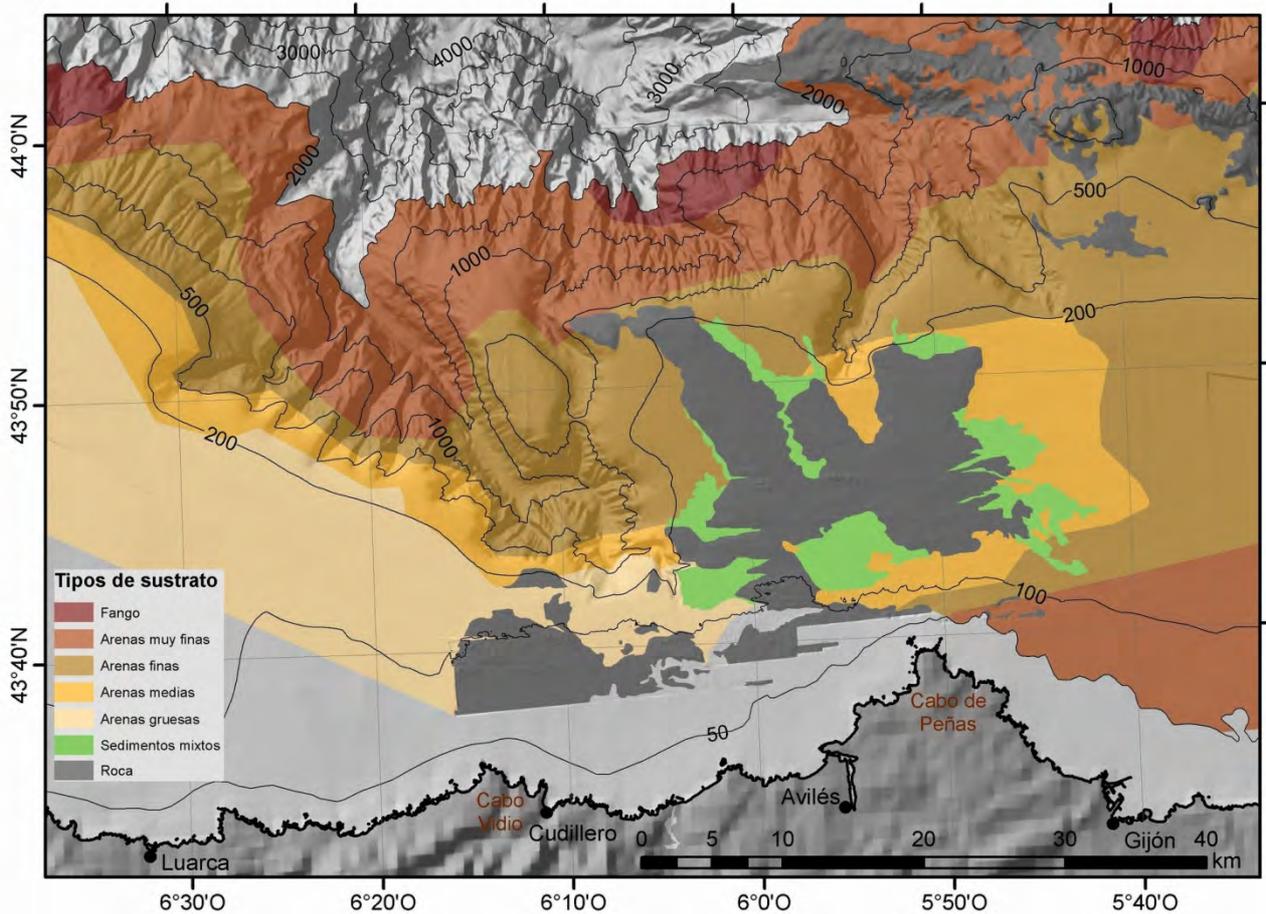


Figura 5.2.11.- Principales tipos de sustrato identificados en el SCA y la plataforma cercana.

6. Características biológicas del área de estudio

Las comunidades biológicas presentes en el SCA responden a las características de un ecosistema de aguas templadas con elevada producción biológica, debido a la presencia de afloramiento costero estival (Botas et al., 1990) y la dinámica oceanográfica asociada al talud continental y los cañones (Pingree y Le Cann, 1990; Sánchez et al., 2014), junto con la existencia de una compleja geomorfología (Gómez-Ballesteros et al., 2014) y que en conjunto condicionan una amplia y variada representación de especies. Al mismo tiempo, los cañones submarinos juegan un importante papel como sistemas de alta producción biológica, debido a que actúan como mecanismos de transporte de sedimentos y materia orgánica particulada (POM) desde la plataforma continental (zona nerítica) hasta las áreas profundas de la zona abisal (Allen y de Madron, 2009).

Producción primaria y secundaria en el Sistema de Cañones de Avilés

El SCA representa, en relación a las áreas adyacentes, una zona con importantes movimientos verticales de masas de agua, lo cual determina la química y la biología, y provoca un enriquecimiento en nutrientes, plancton y pesquerías en su área de influencia. El plancton es más abundante allí donde hay aportes de nutrientes que alcanzan la capa iluminada (eufótica) y que permiten el desarrollo del fitoplancton, la base de la red trófica marina. La dinámica temporal en las zonas templadas suele estar determinada por la mezcla de invierno que aporta nutrientes a las capas superficiales que sólo pueden ser aprovechados por el fitoplancton cuando la columna de agua deja de mezclarse y comienza a estratificarse. Este proceso se produce a finales de invierno - principios de primavera en estas latitudes y dan origen al *bloom* primaveral de fitoplancton. Los procesos de afloramiento que enriquecen las aguas costeras se producen en verano en toda la plataforma norte donde los vientos del este soplan con cierta intensidad. Sin embargo, otros procesos derivados de la estructura del SCA explicados anteriormente enriquecen la columna de agua de forma distintiva en esta zona. Las imágenes de satélite del Cantábrico Central indican que la zona más costera del SCA tiene más clorofila, más fitoplancton, que el resto de la plataforma durante épocas relativamente pobres. El fitoplancton en estas zonas más ricas está dominado por diatomeas, células en general más grandes que las de otros grupos, lo cual aumenta la eficacia en la transferencia de alimento hacia niveles tróficos superiores. El zooplancton como los copépodos, que se consideran el nexa trófico entre los productores primarios y las larvas de peces, se acumula de una manera laxa en estas manchas de fitoplancton. La capacidad natatoria de estos organismos y su distribución puede responder a otras estrategias como evitar a sus depredadores. Los copépodos tienen tiempos de generación más o menos largos (de uno a varios meses). Para que haya una acumulación de estos organismos es necesario que los mecanismos físicos que aportan nutrientes a la capa iluminada y que originan el crecimiento del fitoplancton se mantengan en el tiempo. El tipo de enriquecimiento que se produce en el SCA responde a causas más o menos estables como ondas internas de mareas o mezclas verticales por corrientes establecidas. Las ondas internas provocan un aumento de la mezcla vertical en el borde de la plataforma, lo que aumenta los nutrientes y la biomasa de fitoplancton. Por lo tanto, el SCA es una zona especialmente eficiente en la transferencia de alimento desde el fitoplancton hasta organismos superiores como los peces. El ictioplancton, larvas de peces, también se acumula de forma preferencial en el SCA. Los huevos y las larvas de las especies dominantes *Scomber scombrus* (caballa), *Sardina pilchardus* (sardina) y *Trachurus trachurus* (jurel) se asocian al frente entre aguas oceánicas y costeras. Se ha sugerido que el frente puede actuar como mecanismo de retención de las larvas, que aunque tienen cierta capacidad de desplazarse, se consideran organismos planctónicos, es decir, movidos por las corrientes.

En el contexto del proyecto INDEMARES se han realizado importantes estudios sobre las comunidades biológicas próximas al fondo presentes en la zona del SCA y que han supuesto un avance considerable para comprender la estructura y dinámica de este ecosistema. Los estudios siguen en marcha, aunque se incluye un resumen de lo realizado hasta la fecha y también han sido utilizados en el proceso de identificación y caracterización de los hábitats mediante análisis multivariante. Estos estudios podemos encuadrarlos en

comunidades infaunales (Lourido et al., 2014), comunidades suprabentónicas (Frutos et al., 2012), comunidades epibentónicas y demersales de fondos sedimentarios (Serrano et al., 2012) y comunidades epibentónicas de fondos duros (Altuna, 2012a, b y c, 2013a y b; Cristobo et al., 2009; Sánchez et al., 2012 y 2014). Previo a estos estudios se encuentran los del proyecto COCACE de la Universidad de Oviedo en donde se describen cinco agrupamientos de especies macrobentónicas para un total de 810 taxa identificados (Louzao et al., 2010), que suponen una primera referencia sobre las comunidades bentónicas presentes en la zona.

6.1. Descripción de la biodiversidad

Partiendo de los resultados obtenidos de los muestreos biológicos realizados en los diferentes compartimentos próximos al fondo y objeto de estudio (endobentos, epibentos, suprabentos y comunidades demersales), se llevan inventariadas hasta el momento 1389 especies pertenecientes a 15 grupos zoológicos (Tabla 6.1.1), aunque el proceso de identificación no ha concluido aún. Los crustáceos son el grupo que aporta el mayor número de especies, seguido de los poliquetos, los moluscos y los cnidarios. En el Anexo III se muestra el listado total de especies censadas en la zona.

Las diferentes características fisiográficas y geomorfológicas del área de estudio definen una gran variabilidad medioambiental capaz de dar cabida a este elevado número de especies. El mosaico que constituyen los diferentes ambientes definidos contribuye y condiciona esta biodiversidad.

Tabla 6.1.1. Número de especies por taxón identificadas hasta la fecha, en donde se incluyen también 414 especies correspondientes a los estudios del proyecto COCACE (Louzao et al., 2010).

Grupos zoológicos	Nº especies
Cnidarios	173
Esponjas	98
Crustáceos	330
Equinodermos	122
Moluscos	179
Peces	145
Poliquetos	257
Briozoos	38
Braquiopodos	13
Quetognatos	1
Pycnogónidos	4
Ctenóforos	1
Sipuncúlidos	11
Nemertinos	7
Ascidias	10
TOTAL	1389

6.1.1. Comunidades endobentónicas

Entendemos como comunidades endobentónicas aquel conjunto de especies que habitan enterradas en los sedimentos. Atendiendo a los valores de abundancia de individuos (Fig. 6.1.1), observamos que en el SCA las estaciones de menor batimetría (inferiores a 500 metros) son las que presentan un mayor número de ejemplares: estaciones 27, 25, 6 y 20 con 2811, 2511, 2433 y 2311 ind./m², respectivamente. Por el contrario, el menor número de individuos lo registraron estaciones más profundas: estaciones 2, 3, y 22 con 544, 567 y 733 ind./m² (y de 637, 1033 y 1184 metros de profundidad, respectivamente). El número de especies sigue un patrón similar al de la abundancia, disminuyendo con la profundidad. Los menores números de especies se registraron por encima de los 600 metros de profundidad (estaciones 2, 3 y 11 con 29, 30 y 34 especies, respectivamente), mientras que los mayores valores del número de especies se encontraron por debajo de los 510 metros (estaciones 20, 27, 23, 16, 37 y 25 con 72, 72, 73, 73, 75 y 81 especies).

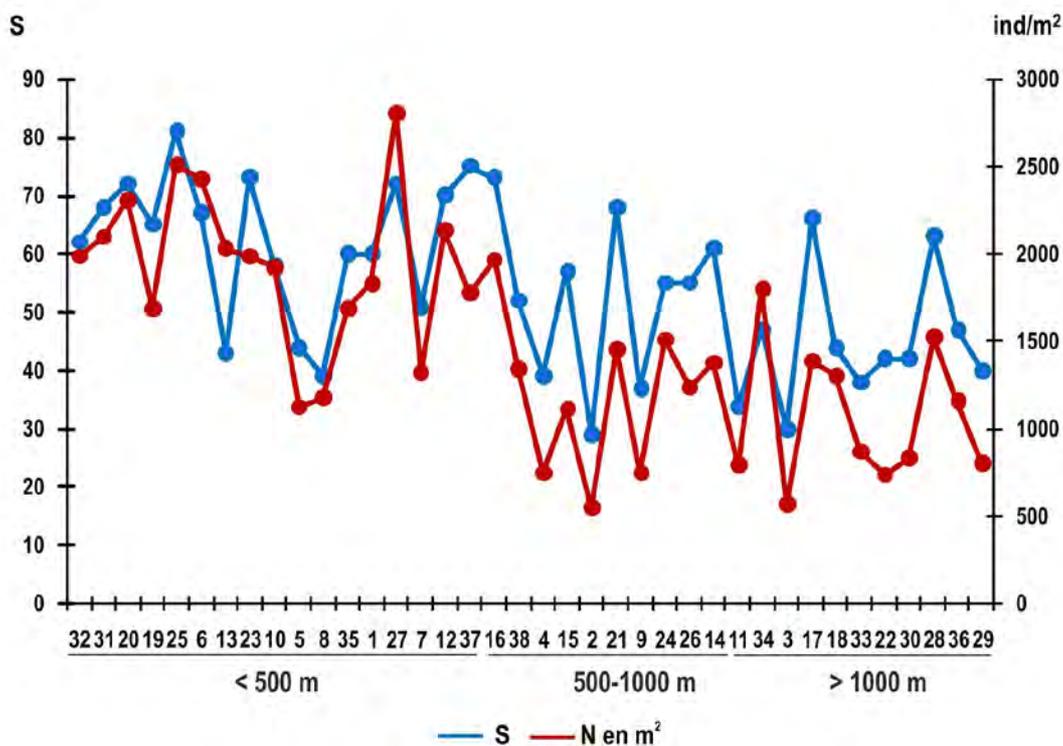


Figura 6.1.1.- Número de especies (S) y abundancia absoluta (ind. /m²) en las estaciones muestreadas, ordenadas en función de su profundidad.

En las estaciones más profundas (> 1000 metros de profundidad), el grupo de los poliquetos resultó ser el grupo infaunal dominante, con dominancias entre el 28.5 y el 82.3 % (Fig. 6.1.2). Las especies más abundantes fueron *Levinsenia flava* y *Aurospio dibranchiata*. Este grupo faunístico dominó en nueve de las once estaciones más profundas, siendo los crustáceos los dominantes en las dos estaciones restantes (de 1318 y 1470 metros de profundidad).

Los poliquetos vuelven a ser el grupo dominante a profundidades intermedias (entre 500 y 1000 metros de profundidad), con valores de dominancia que varían entre el 39 y el 83.6 % (Fig. 6.1.2). Los bivalvos, el sipuncúlido *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii*, y los poliquetos anfarétidos, *Glycera lapidum* y *Levinsenia flava* fueron los organismos más abundantes.

Finalmente, el patrón no varió en las estaciones más someras (menos de 500 metros de profundidad), donde los poliquetos siguen dominando en 15 de las 17 estaciones incluidas en este rango batimétrico (34.1-80.9%) (Fig. 6.1.2), principalmente debido a la gran abundancia de *Pterolysippe vanelli*.

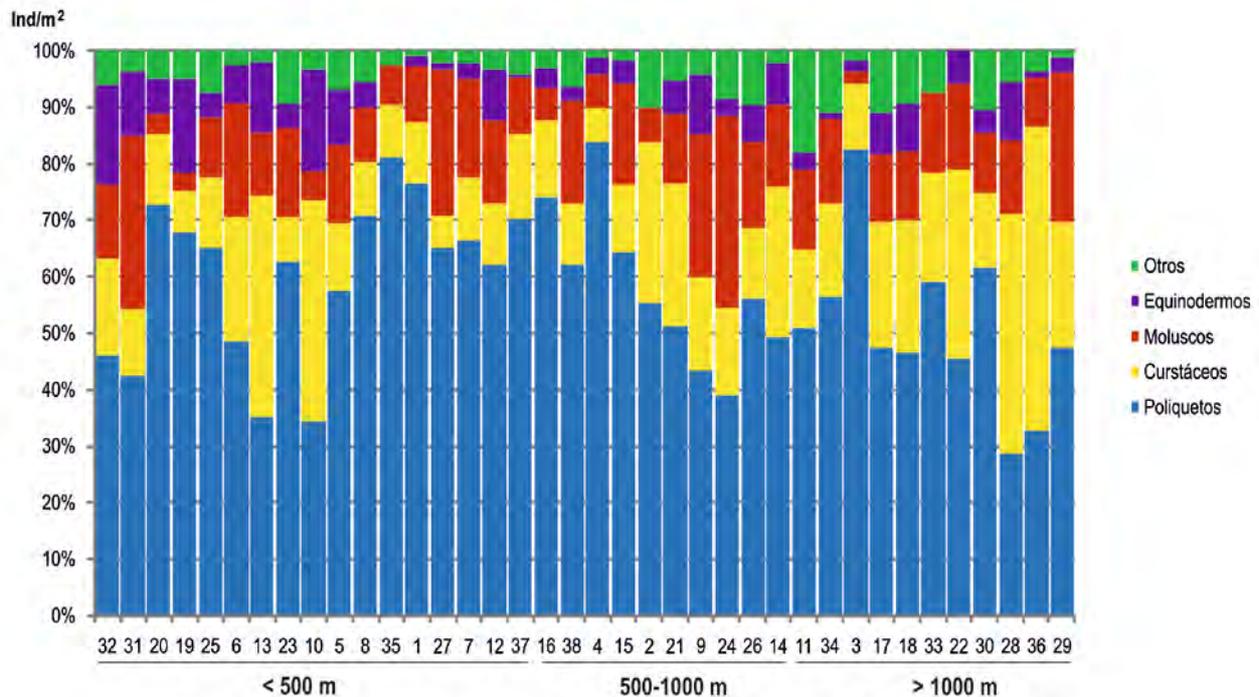


Figura 6.1.2.- Abundancia relativa (%) de los principales grupos faunísticos macroinfaunales en las estaciones muestreadas, ordenadas en función de su profundidad.

Por medio de los análisis multivariantes se determinó la estructura de las comunidades bentónicas presentes en el SCA, así como las diferentes agrupaciones faunísticas de la zona de estudio. Se realizaron análisis de clasificación de las estaciones aplicando el índice de similitud de Bray-Curtis, y transformando los datos de abundancia de los taxones por la raíz cuarta. La Figura 6.1.3 muestra el dendrograma resultante del análisis de la matriz de similitud entre estaciones.

En el dendrograma se distinguen cuatro agrupaciones principales. El grupo A está formado por dos estaciones someras, las estaciones 13 y 31, de arena media y arena muy gruesa, respectivamente. El grupo B está constituido por las dos estaciones más profundas de la zona de estudio, las estaciones 29 y 36. El grupo C (5, 6, 8, 19, 20, 23, 25 y 32) está compuesto por las estaciones menos profundas, y de granulometrías más gruesas de la zona (desde arenas finas hasta arenas muy gruesas, predominando las arenas medias). El grupo D se subdivide en el grupo D1 (1, 4, 7, 12, 15, 16, 27, 35, 37 y 38) de arenas finas principalmente, y profundidades intermedias; y en el grupo D2 (2, 9, 14, 17, 24, 26, 28, 30 y 34) compuesto por estaciones más profundas y fondos con granulometrías más finas. Las estaciones 3, 10, 11, 18, 21, 22 y 33 están desagrupadas.

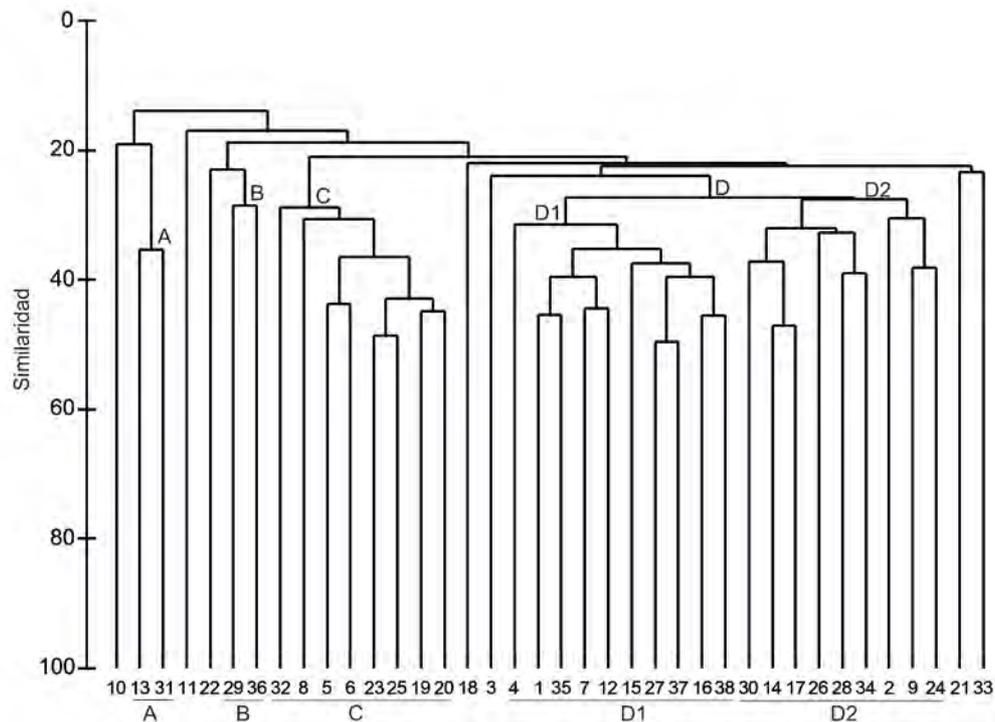


Figura 6.1.3.- Dendrograma obtenido a partir de la matriz de abundancias de todos los taxones identificados.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el SCA de las agrupaciones de estaciones y especies, así como de la caracterización sedimentaria de cada una de ellas. En la Tabla 6.1.2 se muestran los valores de la media y la desviación estándar de diversos parámetros y variables dentro de cada grupo.

Tabla 6.1.2.- Media y desviación estándar de diversos parámetros y variables en las agrupaciones de estaciones del SCA.

		Prof.	Q ₅₀ (mm)	S ₀	M.O. (%)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Fango (%)	Tipo sed.	S	N
Grupo A	Media	140	1.14	1.43	2.49	90.6	9.4	0	AM (1),	56	2067
	Desv. Est.	40	0.01	0.01	0.45	2.8	2.8	0	AMG (1)	18	47
Grupo B	Media	1676	0.14	2.53	5.01	4.8	64.0	31.3	AMF (1),	44	978
	Desv. Est.	291	0.05	0.47	0.47	1.9	6.9	8.8	AF (1)	5	251
Grupo C	Media	161	0.37	1.51	2.75	26.3	70.0	3.7	AF (3), AM (3), AG (1), AMG (1)	63	1903
	Desv. Est.	38	0.22	0.09	0.78	23.6	22.6	3.1		14	536
Grupo D1	Media	489	0.15	1.63	3.48	3.2	82.2	14.6	AMF (3),	61	1673
	Desv. Est.	84	0.04	0.20	1.48	3.4	9.2	8.6	AF (7)	12	581
Grupo D2	Media	970	0.10	2.12	5.47	1.4	64.9	33.6	F (1),	51	1217
	Desv. Est.	225	0.03	0.44	2.22	1.2	12.8	13.0	AMF (8)	13	418

Prof: profundidad; Q₅₀: mediana; S₀: coeficiente de selección; % M.O.: porcentaje de materia orgánica; Tipo sed.: tipo de sedimento; S: número de especies; N: número de individuos (ind/m²).

Tras determinar las agrupaciones de estaciones, también se realizó un análisis SIMPER (Tablas 6.1.3, 5, 7, 9 y 11) para determinar qué especies contribuyen más a la similitud faunística de un mismo grupo de estaciones. En los resultados obtenidos se muestra la abundancia media de los taxones (AbM), la media de la

similaridad (SimM), el valor ratio, el porcentaje de la similaridad (%Sim) y el porcentaje de la similaridad acumulado (%SimAcum) hasta alcanzar el 50%. Los taxones aparecen representados en orden decreciente según la contribución de cada uno a la similaridad media dentro de las estaciones del grupo.

Grupo A

Las estaciones 13, de arena media, y 31, de arena muy gruesa, forman este grupo caracterizado por el contenido más bajo en materia orgánica, ningún porcentaje de fango, la menor batimetría y el número más elevado de individuos. Las especies más abundantes dentro de este grupo (suponen más del 50% de la abundancia total dentro del grupo) son los bivalvos *Limatula* sp. y *Tellina* sp.; los poliquetos *Pisione* sp. y *Sphaerosyllis bulbosa*; los anfípodos (Amphipoda indet.), *Megamphopus cornutus*, y la familia Aoridae; los equinoideos (Echinoidea indet.); los ofiuroideos (Ophiuroidea indet.); y los nemertinos (Nemertea indet).

Tabla 6.1.3.- Especies ordenadas en función de su abundancia en el grupo A (y su porcentaje acumulado hasta alcanzar el 50%).

	Indv/m ²	%	% acum.
<i>Limatula</i> sp.	456	11.0	11.0
<i>Pisione</i> sp.	322	7.8	18.8
Aoridae indet.	300	7.3	26.1
Echinoidea indet.	289	7.0	33.1
<i>Tellina</i> sp.	211	5.1	38.2
Ophiuroidea indet.	178	4.3	42.5
Amphipoda indet.	156	3.8	46.2
<i>Sphaerosyllis bulbosa</i>	133	3.2	49.5
<i>Megamphopus cornutus</i>	122	3.0	52.4
Nemertea indet.	122	3.0	55.4
...			
TOTAL	4133	100	100

Tabla 6.1.4.- Resultados obtenidos con el análisis SIMPER sobre la contribución de las especies a la similaridad media dentro de las estaciones del grupo A. Similaridad media: 35.33%.

Grupo A	AbM	SimM	Ratio	%Sim	%SimAcum
Echinoidea indet.	1,62	2,68	-	7,59	7,59
<i>Pisione</i> sp.	1,65	2,55	-	7,22	14,81
<i>Tellina</i> sp.	1,5	2,5	-	7,07	21,88
Ophiuroidea indet.	1,44	2,48	-	7,01	28,89
<i>Limatula</i> sp.	1,71	2,32	-	6,58	35,47
Nemertea indet.	1,3	2,1	-	5,94	41,42
Amphipoda indet.	1,37	2,08	-	5,9	47,31

Grupo B

Este grupo está formado por las dos estaciones más profundas de la zona de estudio: estaciones 29 y 36, de 1881 y 1470 metros de profundidad, respectivamente. Presenta sedimentos con fracciones sedimentarias finas y un elevado contenido en materia orgánica. Las especies más abundantes dentro de este grupo (suponen más del 50% de la abundancia total dentro del grupo) son los caprelídeos (Caprellidae indet.); los poliquetos *Aurospio dibranchiata*, *Notoproctus* sp., *Nothria* sp., *Levinsenia* sp. 1 y la familia

Ariceida; los escafópodos *Antalis agilis*; los tanaidáceos (Tanaidacea indet.); los isópodos de la familia Munnopsidae; los ostrácodos; los sipuncúlidos (Sipuncula indet.); y los bivalvos *Thyasira succisa*.

Tabla 6.1.5.- Especies ordenadas en función de su abundancia en el grupo B (y su porcentaje acumulado hasta alcanzar el 50%).

	Indv/m ²	%	% acum.
Caprellidae indet.	256	13.1	13.1
<i>Aurospio dibranchiata</i>	133	6.8	19.9
<i>Antalis agilis</i>	111	5.7	25.6
<i>Notoproctus</i> sp.	78	4.0	29.5
<i>Nothria</i> sp.	67	3.4	33.0
Tanaidacea indet.	67	3.4	36.4
Munnopsidae indet.	56	2.8	39.2
Ostracoda sp. 1	56	2.8	42.0
<i>Levinsenia</i> sp. 1	44	2.3	44.3
Sipuncula indet.	44	2.3	46.6
<i>Thyasira succisa</i>	44	2.3	48.9
<i>Ariceida</i> spp.	33	1.7	50.6
...			
TOTAL	1956		

Tabla 6.1.6.- Resultados obtenidos con el análisis SIMPER sobre la contribución de las especies a la similaridad media dentro de las estaciones del grupo B. Similaridad media: 28.57%.

Grupo B	AbM	SimM	Ratio	%Sim	%SimAcum
<i>Aurospio dibranchiata</i>	1,62	3,07	-	10,75	10,75
<i>Notoproctus</i> sp.	1,39	2,56	-	8,96	19,71
Tanaidacea indet.	1,35	2,56	-	8,96	28,66
<i>Ariceida</i> spp.	1,13	2,15	-	7,53	36,19
<i>Euchone incolor</i>	1,13	2,15	-	7,53	43,72
<i>Prionospio</i> sp.	1,13	2,15	-	7,53	51,25

Grupo C

El grupo C está compuesto por las estaciones 5, 6, 8, 19, 20, 23, 25 y 32. Se trata de un grupo de estaciones someras (profundidad máxima de 208 metros), con bajo contenido orgánico y fracciones sedimentarias intermedias. Las especies más abundantes dentro de este grupo (suponen más del 50% de la abundancia total dentro del grupo) son los nemertinos (*Nemertea* indet.); los bivalvos (*Bivalvia* indet.) y *Timoclea ovata*; los equinoideos (*Echinoidea* indet.); los poliquetos *Ariceida* (*Ariceida*) *wassi*, *Aonides paucibranchiata*, *Euchone incolor*, *Galathowenia oculata*, *Aponuphis bilineata*, *Prionospio cirrifera*, *Prionospio fallax*, *Auchenoplax crinita*, *Jasmineira caudata*, *Monticellina dorsobranchialis*, *Myriochele* sp., *Prionospio* sp., *Ariceida* (*Acмира*) *catherinae*, *Polycirrus* sp., *Jasmineira elegans*; los ofiuroideos (*Ophiuroidea* indet.) y *Amphiura filliformis*; y los decápodos (*Decapoda* indet.).

Tabla 6.1.7.- Especies ordenadas en función de su abundancia en el grupo C (y su porcentaje acumulado hasta alcanzar el 50%).

	Indv/m ²	%	% acum.
Nemertea indet.	744	4.9	4.9
<i>Timoclea ovata</i>	700	4.6	9.5
Echinoidea indet.	544	3.6	13.1
<i>Aricidea (Aricidea) wassi</i>	522	3.4	16.5
<i>Aonides paucibranchiata</i>	444	2.9	19.4
Bivalvia indet.	400	2.6	22.0
<i>Euchone incolor</i>	400	2.6	24.7
<i>Galathowenia oculata</i>	400	2.6	27.3
<i>Aponuphis bilineata</i>	367	2.4	29.7
Ophiuroidea indet.	367	2.4	32.1
<i>Prionospio cirrifera</i>	322	2.1	34.2
<i>Prionospio fallax</i>	322	2.1	36.4
<i>Auchenoplax crinita</i>	311	2.0	38.4
<i>Jasmineira caudata</i>	289	1.9	40.3
Decapoda indet.	200	1.3	41.6
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	200	1.3	42.9
<i>Myriochele</i> sp.	200	1.3	44.2
<i>Prionospio</i> sp.	200	1.3	45.5
<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	189	1.2	46.8
<i>Amphiura filiformis</i>	178	1.2	48.0
<i>Polycirrus</i> sp.	178	1.2	49.1
<i>Jasmineira elegans</i>	156	1.0	50.1
...			
TOTAL	15222		

Tabla 6.1.8.- Resultados obtenidos con el análisis SIMPER sobre la contribución de las especies a la similaridad media dentro de las estaciones del grupo C. Similaridad media: 35.40%.

Grupo C	AbM	SimM	Ratio	%Sim	%SimAcum
Nemertea indet.	1,46	2,12	8,23	5,99	5,99
<i>Prionospio cirrifera</i>	1,19	1,71	9,16	4,84	10,84
<i>Timoclea ovata</i>	1,33	1,71	2,99	4,82	15,66
Bivalvia indet.	1,15	1,54	5,78	4,34	20
<i>Aonides paucibranchiata</i>	1,18	1,46	1,62	4,13	24,13
<i>Aricidea (Aricidea) wassi</i>	1,16	1,31	1,61	3,71	27,84
<i>Euchone incolor</i>	1,08	1,22	1,56	3,46	31,3
<i>Prionospio</i> sp.	0,95	1,16	1,6	3,29	34,59
<i>Polycirrus</i> sp.	0,92	1,14	1,64	3,22	37,8
<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	0,9	1	1,6	2,84	40,64
Echinoidea indet.	1,04	0,99	1,05	2,8	43,44
<i>Prionospio fallax</i>	0,95	0,92	1,01	2,59	46,02
<i>Auchenoplax crinita</i>	0,91	0,85	1,05	2,41	48,44
Ophiuroidea indet.	0,88	0,83	1,03	2,34	50,78

*Grupo D*

El grupo D1 (estaciones 1, 4, 7, 12, 15, 16, 27, 35, 37 y 38) está formado por estaciones de arenas finas localizadas a profundidades intermedias, entre 356 y 612 metros de profundidad. Las especies más abundantes dentro de este grupo (suponen más del 50% de la abundancia total dentro del grupo) son los poliquetos *Pterolysippe vanelli*, *Levinsenia flava*, *Magelona filliformis*, *Prionospio cirrifera*, *Glycera lapidum*, *Ophelina abranchiata*, los anfarétidos (Ampharetidae indet.), *Amythasides* sp., *Aricidea* (*Aricidea*) *wassi*, *Notomastus latericeus*, *Aricidea* (*Acmira*) *catherinae*, *Spiophanes bombyx*, *Levinsenia gracilis*, los maldánidos (Maldanidae gen. sp. 1 y Maldanidae gen. sp. 2), y las aricideas (*Aricidea* spp.); los bivalvos (*Bivalvia* indet.), *Kelliella* sp., *Thyasira succisa* y *Axinulus croulinensis*; los sipuncúlidos *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii*; los nemertinos (*Nemertea* indet.); y los tanaidáceos (*Tanaidacea* indet.).

Tabla 6.1.9.- Especies ordenadas en función de su abundancia en el grupo D1 (y su porcentaje acumulado hasta alcanzar el 50%).

	Indv/m ²	%	% acum.
<i>Pterolysippe vanelli</i>	1589	9.5	9.5
<i>Levinsenia flava</i>	756	4.5	14.0
<i>Kelliella</i> sp.	622	3.7	17.7
<i>Bivalvia</i> indet.	522	3.1	20.8
<i>Magelona filliformis</i>	467	2.8	23.6
<i>Prionospio cirrifera</i>	467	2.8	26.4
<i>Glycera lapidum</i>	389	2.3	28.8
<i>Ophelina abranchiata</i>	333	2.0	30.7
Ampharetidae indet	289	1.7	32.5
<i>Amythasides</i> sp.	289	1.7	34.2
<i>Aricidea</i> (<i>Aricidea</i>) <i>wassi</i>	289	1.7	35.9
<i>Notomastus latericeus</i>	278	1.7	37.6
<i>Aricidea</i> (<i>Acmira</i>) <i>catherinae</i>	267	1.6	39.2
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	244	1.5	40.6
<i>Nemertea</i> indet.	222	1.3	42.0
<i>Spiophanes bombyx</i>	222	1.3	43.3
<i>Thyasira succisa</i>	222	1.3	44.6
<i>Levinsenia gracilis</i>	211	1.3	45.9
Maldanidae gen. sp. 1	211	1.3	47.1
<i>Axinulus croulinensis</i>	200	1.2	48.3
<i>Aricidea</i> spp.	178	1.1	49.4
Maldanidae gen. sp. 2	178	1.1	50.5
<i>Tanaidacea</i> indet.	178	1.1	51.5
TOTAL	16733		

Tabla 6.1.10.- Resultados obtenidos con el análisis SIMPER sobre la contribución de las especies a la similaridad media dentro de las estaciones del grupo D1. Similaridad media: 36.41%.

Grupo D1	AbM	SimM	Ratio	%Sim	%SimAcum
<i>Levinsenia flava</i>	1,39	1,93	4	5,31	5,31
<i>Pterolysippe vanelli</i>	1,5	1,85	1,89	5,07	10,38
Bivalvia indet.	1,2	1,51	1,78	4,14	14,52
<i>Levinsenia gracilis</i>	1,04	1,5	6,51	4,11	18,63
<i>Prionospio cirrifera</i>	1,18	1,45	1,79	3,97	22,6
<i>Ophelina abbranchiata</i>	1,06	1,33	1,82	3,66	26,27
Nemertea indet.	0,99	1,28	1,9	3,51	29,78
<i>Notomastus latericeus</i>	1,01	1,24	1,84	3,41	33,19
<i>Glycera lapidum</i>	1,04	1,19	1,25	3,27	36,46
<i>Aricidea (Aricidea) wassi</i>	0,94	1,01	1,23	2,78	39,24
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	0,89	0,94	1,23	2,57	41,82
Caudofoveata indet.	0,82	0,93	1,23	2,56	44,38
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0,79	0,84	1,21	2,32	46,69
<i>Nephtys</i> sp.	0,78	0,82	1,24	2,26	48,96
<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	0,83	0,79	0,92	2,17	51,13

El grupo D2 (estaciones 2, 9, 14, 17, 24, 26, 28, 30 y 34) está compuesto por estaciones aún más profundas que el grupo D1 (hasta 1318 metros), las cuales presentan el mayor contenido en materia orgánica y los fondos de granulometría más fina (principalmente arena muy fina). Las especies más abundantes dentro de este grupo (suponen más del 50% de la abundancia total dentro del grupo) son los poliquetos *Levinsenia flava*, *Aurospio dibranchiata*, *Euchone incolor*, los anfarétidos (Ampharetidae indet.), los capitélidos (Capitellidae gen. sp. 1), *Lumbrinerides crassicephala*, *Prionospio* sp., *Glycera lapidum*, *Paradiopatra* sp. 2, *Peresiella* sp., *Notomastus latericeus*, *Levinsenia gracilis*, *Nephtys* sp. y *Terebellides stroemii*; los caudofoveados (Caudofoveata indet.); los sipuncúlidos (Sipuncula indet.) y *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii*; los bivalvos (Bivalvia indet.), *Axinulus eumyrius* y *Axinulus croulinensis*; los nemertinos (Nemertea indet.); los anfípodos *Ampelisca aequicornis* y *Metaphoxus simplex*; las ofiuras *Ophiacantha* sp.; y los ostrácodos (Ostracoda sp.).

Tabla 6.1.11.- Especies ordenadas en función de su abundancia en el grupo D2 (y su porcentaje acumulado hasta alcanzar el 50%).

	Indv/m ²	%	% acum.
<i>Levinsenia flava</i>	667	6.1	6.1
Caudofoveata indet.	422	3.9	9.9
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	378	3.4	13.4
<i>Axinulus eumyrius</i>	356	3.2	16.6
Nemertea indet.	356	3.2	19.9
<i>Axinulus croulinensis</i>	289	2.6	22.5
<i>Aurospio dibranchiata</i>	256	2.3	24.8
Bivalvia indet.	200	1.8	26.7
<i>Euchone incolor</i>	200	1.8	28.5
<i>Ampelisca aequicornis</i>	189	1.7	30.2
Ampharetidae indet	189	1.7	31.9
Capitellidae gen. sp. 1	178	1.6	33.6



<i>Lumbrinerides crassicephala</i>	178	1.6	35.2
<i>Prionospio</i> sp.	178	1.6	36.8
<i>Glycera lapidum</i>	156	1.4	38.2
<i>Ophiacantha</i> sp.	156	1.4	39.7
Ostracoda sp. 1	156	1.4	41.1
<i>Paradiopatra</i> sp. 2	156	1.4	42.5
<i>Peresiella</i> sp.	156	1.4	43.9
<i>Metaphoxus simplex</i>	144	1.3	45.2
<i>Notomastus latericeus</i>	144	1.3	46.6
<i>Levinsenia gracilis</i>	133	1.2	47.8
<i>Nephtys</i> sp.	133	1.2	49.0
Sipuncula indet.	133	1.2	50.2
<i>Terebellides stroemii</i>	133	1.2	51.4
...			
TOTAL		10956	

Tabla 6.1.12.- Resultados obtenidos con el análisis SIMPER sobre la contribución de las especies a la similaridad media dentro de las estaciones del grupo D2. Similaridad media: 30.84%.

Grupo D2	AbM	SimM	Ratio	%Sim	%SimAcum
Caudofoveata indet.	1,34	2,22	6,46	7,19	7,19
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	1,19	1,64	1,52	5,3	12,49
Nemertea indet.	1,18	1,63	1,72	5,28	17,78
<i>Levinsenia flava</i>	1,19	1,51	1,73	4,9	22,68
<i>Euchone incolor</i>	1,07	1,51	1,69	4,88	27,56
Ostracoda sp. 1	0,98	1,4	1,75	4,56	32,11
<i>Metaphoxus simplex</i>	0,88	1,04	1,08	3,37	35,48
<i>Glycera lapidum</i>	0,87	1,02	1,13	3,31	38,79
<i>Notomastus latericeus</i>	0,82	0,85	0,8	2,75	41,54
Bivalvia indet.	0,83	0,82	0,79	2,65	44,19
<i>Paradiopatra</i> sp. 2	0,81	0,78	0,81	2,52	46,71
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0,69	0,75	0,81	2,44	49,15
<i>Levinsenia gracilis</i>	0,73	0,7	0,82	2,26	51,41

6.1.2. Comunidades epibentónicas

Las comunidades epibentónicas están representadas por aquellas especies que viven sobre el sustrato que las soporta, bien unidas a él por diversos mecanismos (sésiles) o bien con diferentes capacidades para desplazarse sobre el mismo (vágiles). Es la naturaleza del sustrato la que ha condicionado la utilización de distintas técnicas apropiadas para su estudio y de este modo, se han empleado diferentes métodos de muestreo detallados en el capítulo 4 como la draga de roca, bou de vara, arte de arrastre GOC, trineos fotogramétricos (*TFS-2* y *Politolana*), ROV *Liropus 2000* y *lander* lo que ha permitido acceder a distintos tipos de hábitats y por lo tanto a las diferentes comunidades que los habitan.

6.1.2.1. Comunidades epibentónicas de fondos duros

Los fondos duros, sobre todo aquellos de roca que presentan una gran pendiente y que por otra parte son muy abundantes en el SCA, han sido los más complicados en cuanto a su acceso ya que las posibilidades de enganchar el sistema de muestreo y por lo tanto perderlo, son muy elevadas y la dificultad de conseguir muestras de estas zonas es más escasa ya que los muestreadores de actuación vertical no penetran en el sedimento y los de actuación horizontal como el bou de vara o la draga de roca, rompen la red al engancharse en las rocas o se ancla al fondo todo el sistema exigiendo maniobras muy dificultosas para su recuperación. En este sentido la oportunidad que hemos tenido en la última parte del proyecto de adquirir por parte del IEO una herramienta tan específica como el ROV *Liropus 2000* ha venido a complementar los muestreos cualitativos previos realizados con los otros equipos y ha permitido completar las descripciones por medio de los videos y fotografías que se han realizado en dos campañas a bordo de los buques *Ramón Margalef* y *Ángeles Alvariño*.

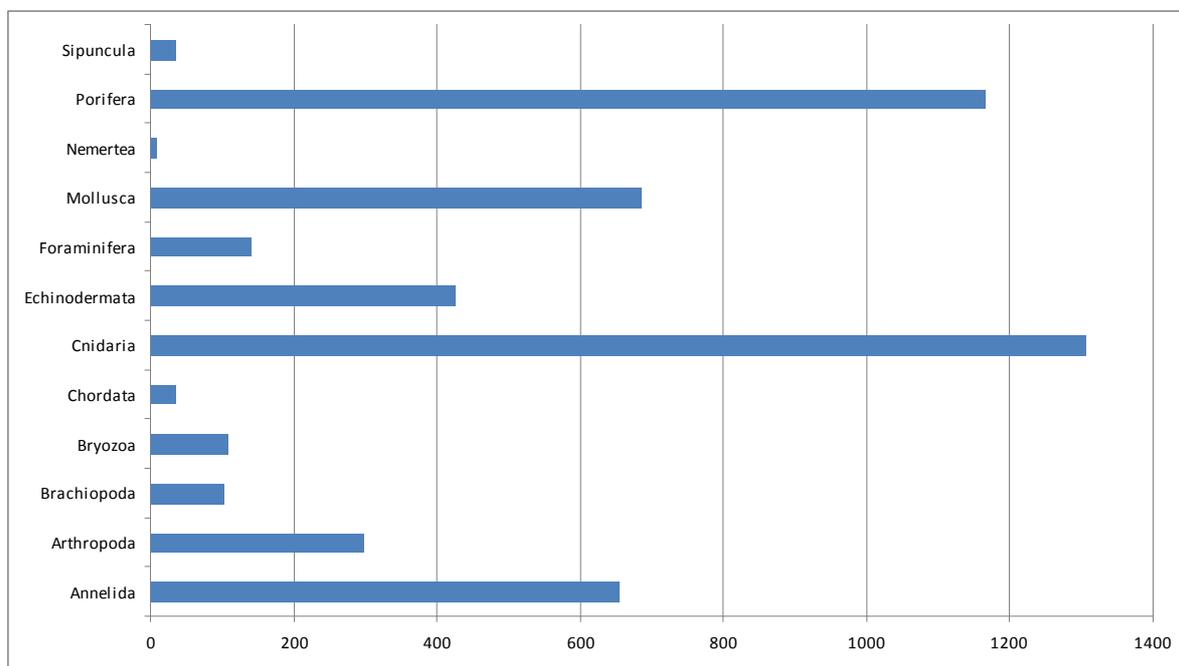


Figura 6.1.4.- Abundancia de ejemplares recolectados de los distintos grupos zoológicos en el SCA con draga de roca durante las campañas de muestreo del proyecto INDEMARES.

La fauna bentónica por tanto, en términos generales y en particular en el SCA, se agrupa en comunidades o biocenosis entendidas como un conjunto de poblaciones de especies que se presentan juntas en un espacio y en un tiempo dado, donde se dan unas condiciones ambientales adecuadas para cada una de ellas que les permiten perdurar en el tiempo y por lo tanto permitiendo que las diferentes comunidades se



puedan reconocer por su composición específica. El estado de las condiciones ambientales va a condicionar a su vez que las comunidades alcancen un estado de desarrollo dinámico mayor o menor y que tenderá a restaurarse tras un impacto o perturbación sufrida, es decir las comunidades disponen de una cierta capacidad de homeostasis o autorregulación. Por tanto la comunidad se puede definir a efectos de este informe como una población mixta formada por individuos de distintas especies que viven en un espacio continuo delimitado de manera convencional. A su vez, en la zona de estudio, se han definido y estudiado los principales hábitats. En cada ecosistema el hábitat es el ambiente que ocupa una población biológica, el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia. Queda descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, distinguiéndolo de otros hábitats en los que las mismas especies no podrían encontrar acomodo. Su estudio y descripción se detalla en el capítulo 7 del presente informe.

Ante la ausencia hasta el momento de un estudio específico para identificar las diferentes comunidades que se asientan sobre fondos duros, exponemos a continuación algunos resultados obtenidos con los principales grupos taxonómicos identificados.

Esponjas incrustantes esciáfilas

Estas especies se localizan en el Cantábrico y en la costa Noratlántica de la Península Ibérica, asociada siempre a sustratos rocosos de distinta naturaleza (nódulos ferromanganesicos, areniscas, granitos o cuarcitas), con escasa o nula iluminación a profundidad variable (200-2000 m) tanto en la cara superior como inferior de las rocas y techo de pequeñas cuevas. En términos generales la fauna sésil fija a la cara inferior de las piedras formando lo que se suele denominar enclaves infralapidícolas.

Las esponjas incrustantes se caracterizan por ser finas, con un espesor habitualmente menor de 5 mm, revistiendo el sustrato duro y adaptándose a la forma del mismo, en ocasiones rocoso o de naturaleza biógena como conchas de moluscos, caparazones de crustáceos y más frecuentemente sobre ramas muertas de especies de escleractinias coloniales y solitarias. Su tamaño máximo está limitado por la extensión del sustrato sobre el que se asienta pero también por su tasa de crecimiento, aparentemente muy lenta (en algunas especies 1 cm de diámetro al año) (Ayling, 1983) y las limitaciones fisiológicas propias de cada especie que hace que este tipo de individuos no tengan una capacidad filtradora eficiente y una estructura esquelética apropiada en ejemplares masivos por lo que apenas crecen por encima de los 10 mm de diámetro. Cada especie tiene una estrategia de crecimiento para adaptarse al sustrato y para competir por el espacio con especies sésiles similares. Es una comunidad compleja de clasificar puesto que las facies que la componen no están dominadas por una sola especie y muchas de las especies son comunes en distintas facies, pero en cualquier caso sus preferencias ecológicas implican zonas con un importante hidrodinamismo que aportan el alimento del que se nutren mediante la filtración del agua cargada de partículas.

La biodiversidad de estas esponjas batiales que viven por encima de los 50 m, es apenas conocida en nuestras costas pero presumiblemente está formada muy por encima de las 100 especies, la mayoría de ellas descritas en el Cantábrico por expediciones que muestrearon en esta zona desde principios del siglo XX pero muchas otras todavía por descubrir y que serán especies nuevas para la ciencia. Su estudio pormenorizado entraña una gran dificultad ya que el acceso a estos enclaves es difícil por la orografía propia del terreno en el cañón de Avilés y porque su pequeño tamaño hace que no sean fácilmente recolectadas por medio de ROVs. El método más efectivo es la utilización de dragas que pueden recolectar rocas sueltas y una vez en superficie analizar cada ejemplar.

La mayor parte de los ejemplares de estas esponjas se corresponden con individuos de la clase Demospongiae y formas de crecimiento laminar muy finas, incrustantes de tamaño pequeño, hispidas y muy diversas coloraciones (azul, blanco, amarillo, naranja, rojo, etc); entre los géneros de esponjas mejor representados están *Hymedesmia*, *Microciona*, *Eurypon*, *Clathria*, *Plocamionida*, *Penares* etc. También se pueden encontrar esponjas de porte medio de forma de revestimiento o esferas huecas con una capa que las



recubre con representante de los géneros *Latrunculia*, *Erylus*, *Haliclona*, *Tentorium*, *Thrombus*, etc. Asimismo, otras especies frecuentes en la comunidad pero de mayor porte son algunas especies erectas entre las que se encuentran tanto representantes de la Clase Demospongiae como de la Clase Hexactinellida y más raramente de la Clase Calcarea entre ellas destacan individuos de los géneros *Asconema*, *Regadrella*, *Aphrocallistes*, *Phakellia* y *Geodia*.

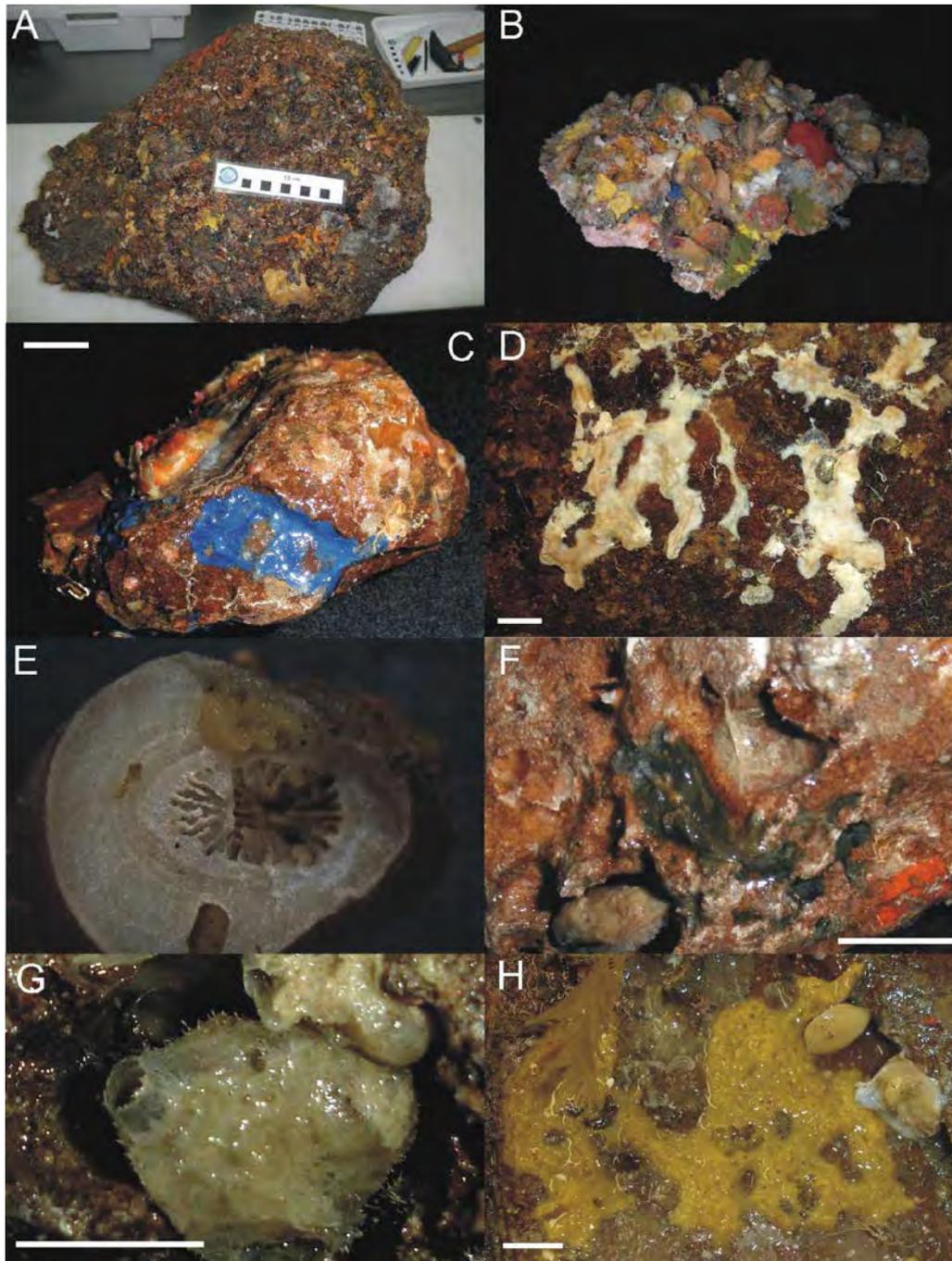


Figura 6.1.5.- Esponjas esciafilas incrustantes (Las escalas corresponden a 1 cm). A. Fotografía de roca del cañon de Aviles (55 m). B. Fotografía de roca en la que se aprecia un grado de cobertura de las esponjas de casi el 100 % (86 m). C. *Hymedesmia paupertas* (103 m). D. Esponjas del género *Penares* (810 m). E. *Siphonodictyon* una esponja que perfora los corales (775 m). F. Ejemplar del género *Latrunculia* (593 m). G. Ejemplar de *Desmacella* (593 m). H. Ejemplar del Género *Alectona* (143 m).



Esponjas carnívoras

Desde siempre se han definido a las esponjas como animales filtradores muy simples desprovistos de tejidos y de órganos diferenciados y de sistema nervioso en las que su cuerpo se dispone para filtrar grandes cantidades de agua y alimentarse de partículas nutritivas. En esta definición clásica no están las esponjas carnívoras cuyos hábitos alimenticios se han descubierto hace apenas 18 años y a partir de aquí se han ido descubriendo especies nuevas y destacando su valor en los ecosistemas marinos.

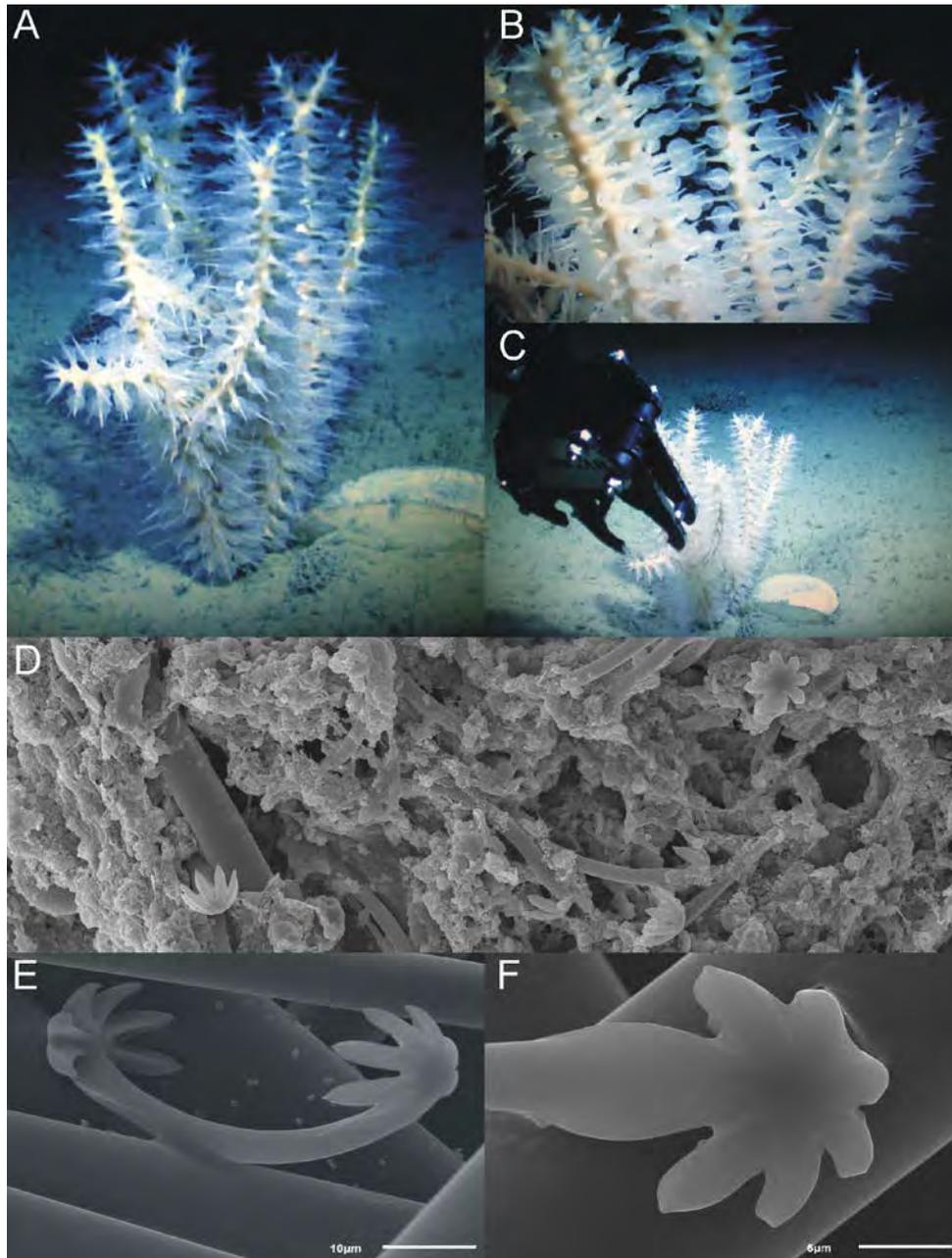


Figura 6.1.6.- Esponjas carnívoras de los fondos profundos del cañón de Aviles. A. Fotografía de un ejemplar completo en un fondo de arena y con un *Xenophyophorea* en primer término (1178 m). B. Detalle del mismo espécimen en el que se aprecian las bolas que se forman en sus ramas para aumentar la superficie y por tanto la probabilidad de capturar a sus presas. C. maniobra de recogida de un ejemplar mediante el ROV Liropus 2000. D. Detalle de la superficie de las esponjas mediante microscopio electrónico de barrido (MEB) en el que se aprecian las espículas microscleras. E-F. Fotografía mediante MEB de detalle de las espículas utilizadas para la captura de las presas.

Las esponjas carnívoras pertenecen principalmente a la Familia Cladorhizidae. Son en términos generales individuos de pequeño tamaño, erectos y provistos de un pedúnculo. En el cañón de Avilés a distintas profundidades se han encontrado individuos solitarios de tres de los más importantes géneros de la Familia: *Chondrocladia*, *Asbestopluma* y *Cladorhiza* que aunque son solitarios pueden formar parte de comunidades en sustratos rocosos y enclaves protegidos.

Además de estas especies, se ha localizado en zonas profundas del cañón de Avilés, entre 1200 y 1400 m en fondos sedimentarios con una elevada proporción de arenas, una comunidad de esponjas carnívoras caracterizada porque sus miembros son ejemplares de gran porte para este tipo de organismos, de entre 30 y 50 cm de longitud, con un eje de crecimiento que habitualmente se ramifica profusamente y con estructuras esféricas abundantes muy repartidas por todo el ejemplar. Su esqueleto es muy particular, formado por espículas de naturaleza silíceas; las de mayor tamaño componen el armazón principal que soporta la estructura de la esponja y las pequeñas tienen funciones en la captura de las presas que fundamentalmente se compone de pequeños crustáceos.

Esta comunidad está formada por individuos aparentemente de una sola especie del género *Chondrocladia* que posiblemente se trata de una especie nueva para la ciencia y cuya descripción se está realizando dentro de los resultados del proyecto INDEMARES-Avilés.

Es difícil determinar los rangos ecológicos en los que estas especies viven ya que hasta la fecha no se han podido estudiar en profundidad, ni con herramientas tan necesarias como los vehículos submarinos. Tan solo en una expedición del proyecto INDEMARES se han localizado y filmado ejemplares en su medio mediante el ROV *Liropus 2000*, concretamente en la campaña A0912. En cualquier caso parece que están relacionados con fondos arenosos de poca pendiente, a más de 1000 m de profundidad con corrientes remarcables y en los que suelen ser frecuentes igualmente organismos como los Xenophyophorea un grupo de organismos unicelulares gigantes marinos considerados como un grupo especializado de Foraminifera del que se conocen tan solo algo más de 40 especies en todo el mundo.

Esponjas nido

Las esponjas Hexactinellidas constituyen un grupo de poríferos con esqueleto silíceo que se encuentran generalmente en grandes profundidades. Algunas especies constituyen densas agregaciones por lo que están clasificadas como especies vulnerables y su conservación es de gran importancia. Las agregaciones de esponjas nido están caracterizadas por la gran abundancia de ejemplares en un área determinada lo que propicia la creación de un hábitat en el que se alojan otras muchas especies. La especie que se encuentra en el SCA se trata de *Pheronema carpenteri*; tiene una forma semiesférica con un amplio ósculo central y espículas de protección alrededor del mismo; se ancla al sustrato mediante haces de espículas largas que penetran en el sedimento y proporcionan estabilidad. Su distribución comprende zonas del Atlántico nororiental desde el archipiélago de Azores, hasta Porcupine, Golfo de Vizcaya, Golfo Ibero-Marroquí y costa de Marruecos, a profundidades de 740-1326 m.

Se conocen popularmente como esponjas nido por su forma y por la apariencia que proporciona las largas espículas, además de que en el atrio pueden alojarse otras formas de vida como equinodermos, crustáceos, peces o gusanos poliquetos.

Ocupan fondos sedimentarios con elevada proporción de fango y algo de corriente en densidades de 1.5 a 3 individuos por metro cuadrado y unas dimensiones de 25-30 cm de altura y 30 cm de diámetro.

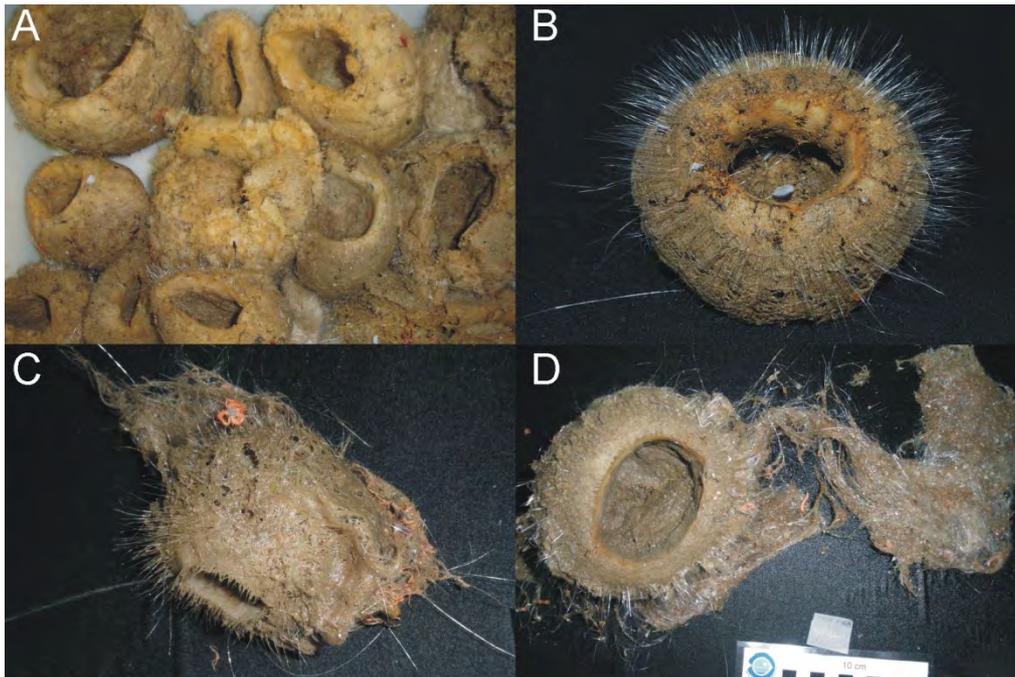


Figura 6.1.7.- Comunidad de esponjas nido, *Pheronema carpenteri*. A. Captura de ejemplares en un muestreo del SCA. B. Vista cenital de un ejemplar donde se observa el amplio ósculo y el atrio. C-D. Ejemplares con fauna asociada que utilizan a la esponja como sustrato y protección.

Esponjas de cristal

Las esponjas hexactinellidas del Genero *Aphrocallistes* son especies bioconstructoras de arrecifes que proporcionan un hábitat vital para muchas otras especies de invertebrados y peces. Se conocen solo dos especies en el mundo. *A. vastus* del Océano Pacífico y *A. beatrix* del Océano Atlántico.

En el SCA se han encontrado muchos enclaves con la presencia de estas esponjas de la especie *Aphrocallistes beatrix* si bien no en todos ellos se han encontrado formando arrecifes ya que las densidades más altas están entre 814 y 1199 m de profundidad.

Las fotografías y videos proporcionados por los vehículos submarinos han incrementado la información que se disponía sobre estos arrecifes de esponjas y ha dado una idea más exacta de la complejidad de estos hábitats.

La comunidad está formada principalmente por la esponja *Aphrocallistes beatrix* que forma densas agregaciones en fondos batiales en los que los esqueletos de ejemplares muertos permanecen en el fondo y sirven de soporte para los ejemplares vivos. En estas estructuras muchas especies encuentran protección por lo que la biodiversidad es mucho más alta que en ambientes circundantes al arrecife. Se ha observado que con esta especie vive frecuentemente asociado un cnidario zoantídeo solitario de color amarillo que utiliza la esponja como sustrato en el que asentarse recubriendo la superficie del porífero casi en su totalidad. Posiblemente se trate de una especie nueva. También asociados a esta comunidad se encuentran otras especies de esponjas como *Regadrella phoenix*, escleractinias solitarias y coloniales como *Madrepora oculata* y *Lophelia pertusa*, gorgonias, hidrozoos, crustáceos decápodos y peracáridos, equinodermos como crinoideos, ofiuroideos y equinoideos regulares, etc. La estructura de la comunidad es bastante compleja, y requerirá de minuciosos estudios posteriores para la descripción pormenorizada de la misma.

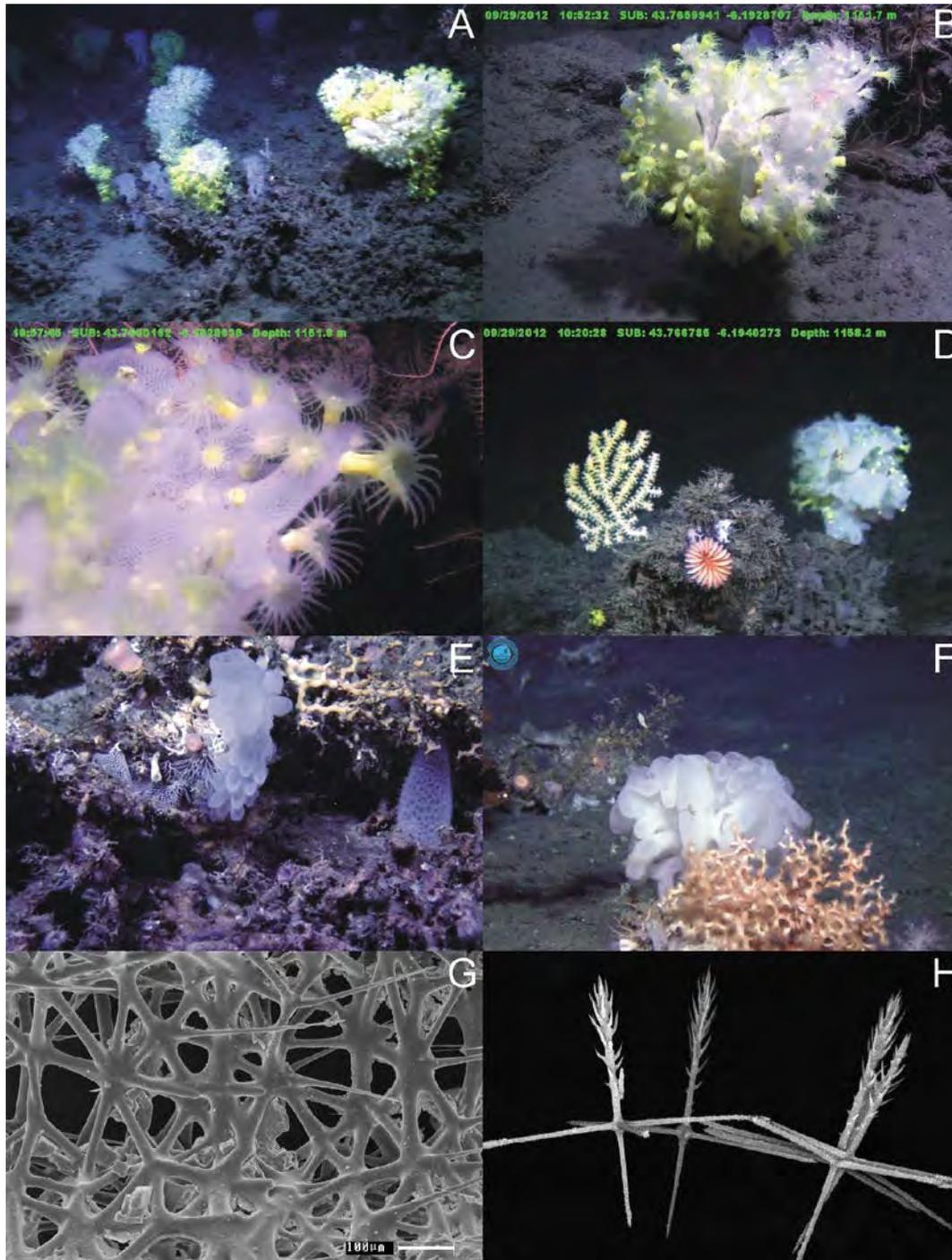


Figura 6.1.8.- Comunidad de esponjas de cristal *Aphrocallistes beatrix*. A. Foto del ROV Liropus 2000 en la que se muestra una visión general del arrecife a 1179 m de profundidad. B-C. Ejemplar de *A. beatrix* totalmente recubierto por el zoantídeo y detalle de los pólipos. D. Otras especies asociadas a la comunidad pertenecientes a grupos como los gorgonáceos, scleractinias solitarias e hidrozooos. E. Ejemplar de *Aphrocallistes* sobre scleractinias acompañado de *Regadrella phoenix*, briozoos y actinias. F. Individuo solitario de esponja de cristal en un fondo sedimentario con *Madrepora oculata*. G. Estructura esqueletica de *A. beatrix* vista mediante microscopio electrónico de barrido (MEB). H. Espículas características de la especie vistas con MEB.

Equinodermos

En el momento de la realización de este informe se han identificado 1097 ejemplares pertenecientes a 65 especies de las 5 Clases de equinodermos: 27 Asteroideos, 13 Equinoideos, 13 Ofiuroideos, 9



Holoturideos y 6 Crinoideos (2 especies pedunculadas). Esto correspondería aproximadamente a un 80% del total y del 20% restante, parte está aún por identificar (5%) y el resto (15%) son representantes de grupos con problemas taxonómicos (complejo *Ophiothrix* spp, en estudio morfológico molecular y la familia Gonasteridae, en revisión) que se resolverán en un futuro próximo y que formará parte de publicaciones científicas.

El catálogo de equinodermos de las costas españolas es bastante incompleto y la mayoría de los estudios datan de los años 70-80 (Cherbonier y Sibuet, 1972; Cherbonier, 1969, 1970; Monteiro, 1980; López Ibor, 1987). Estos estudios generalmente están centrados en las zonas litorales o circalitorales, quedando así los estudios más antiguos (Koehler, 1896, 1898, 1906, 1909, 1921; Lyman, 1882; Carpenter y Jeffreys, 1870) como referencia única de las especies profundas.

Derivados de estos estudios, aunque los listados siguen incompletos, se conocen aproximadamente 99 especies de equinodermos citados en el Mar Cantábrico, por lo que a día de hoy podemos decir que se han recogido más del 65% de las especies citadas, de las cuales habría que excluir todas aquellas que son exclusivas de la zona litoral, como las de la familia Asterinidae y similares.

Todas estas especies son de distribución atlántico o atlántico-mediterránea, aunque algunas son cosmopolitas como *Molpadia musculus*, entre otras, o de extraña distribución, como la *Ophiotreta valenciennesi*, que de confirmarse constituiría una nueva cita para la zona.

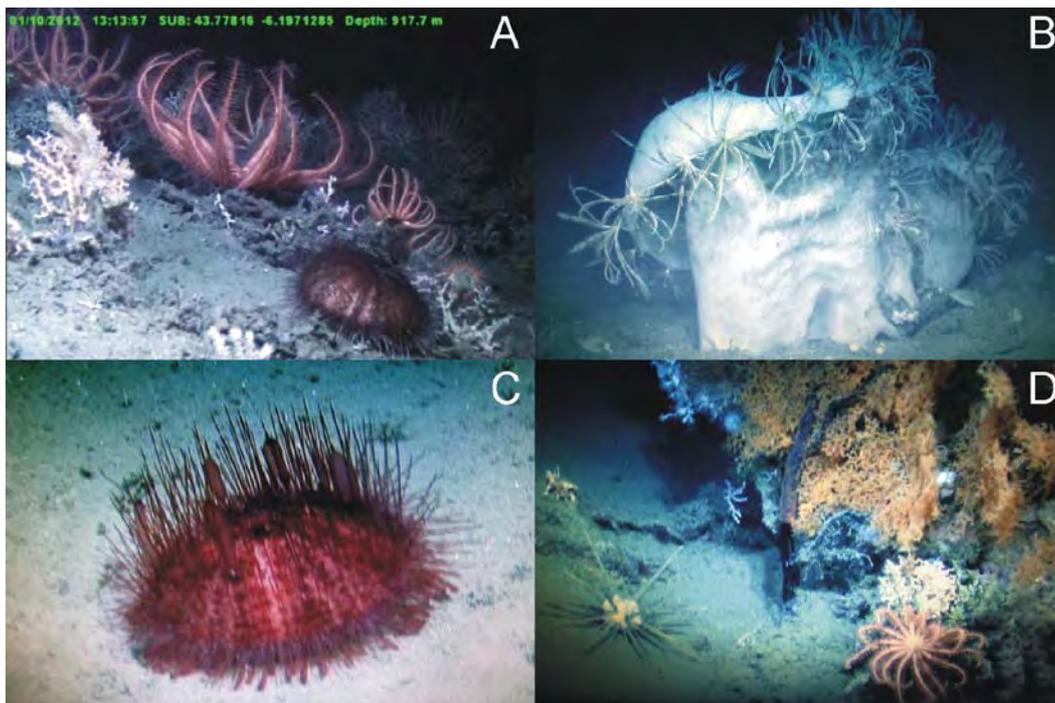


Figura 6.1.9.- Algunos de los equinodermos del SCA. A. *Brisinga* cf *endecacnemos*, *Novodina pandina* y el erizo *Araeosoma fenestratum*. B. El crinoideo *Leptometra celtica* sobre la esponja *Asconema setubalense* (275 m). C. *Calveriosoma hystrix* (748 m). D. *Cidaris cidaris* y *Novodina pandina* (1027 m).

Las tres especies de equinodermos más abundantes son *Bathyploetes natans*, *Phormosoma placenta* y *Zoroaster fulgens*, a falta de conocer el representante de la Clase Ophiuroidea (aún no se ha terminado el conteo de la fracción fina).

Una primera aproximación a la comprensión de la taxocenosis de los Equinodermos del SCA, revela que existen dos comunidades bien definidas, una más litoral, representada por las especies del género *Ophiothrix* spp, *Ophiura* sp, *Gracilechinus acutus*, *Marthasterias glacialis* y *Holoturia forskali*, de aguas más

someras, y otra batial, representada fundamentalmente por *Nymphaster arenatus*, *Brisinga cf enecacnemus*, *Novodina pandina*, *Araeosoma fenestratum*, *Cidaris cidaris*, *Parastichopus regalis*, *Molpadia musculus*, Goniastéridos y *Leptometra celtica*.

Finalmente hay especies que son muy euríbatas y llegan a colonizar los fondos abisales más profundos de más de 1000 m, como *Zoroaster fulgens* (muy abundante), *Phormosoma placenta*, *Stereocidaris ingolfiana*, *Laetmogone violácea*, *Bathyploetes natans*, *Parastichopus tremulus*, *Psolus tessellatus*, *Astrochema inornatum*, *Ophiomitrella globifera*, *Ophiacantha spectabilis* o los crinoideos pedunculados como el *Endoxocrinus wyllethomsoni*.

Se ha intentado analizar la presencia y abundancia de estas especies y sus hábitos alimenticios con el tipo de comunidad que representa (ver capítulo 6), pero para ello habrá que profundizar más en la granulometría, importante para especies sedimentívoras de Elaspódidos o Aspidoquirotas, y otras variables ambientales de la columna de agua de igual interés para estrellas de mar filtradoras como los Brisingidos o Leptometras, que en este último caso, aprovechan las corrientes de agua creadas por las grandes esponjas para la obtención de alimento.

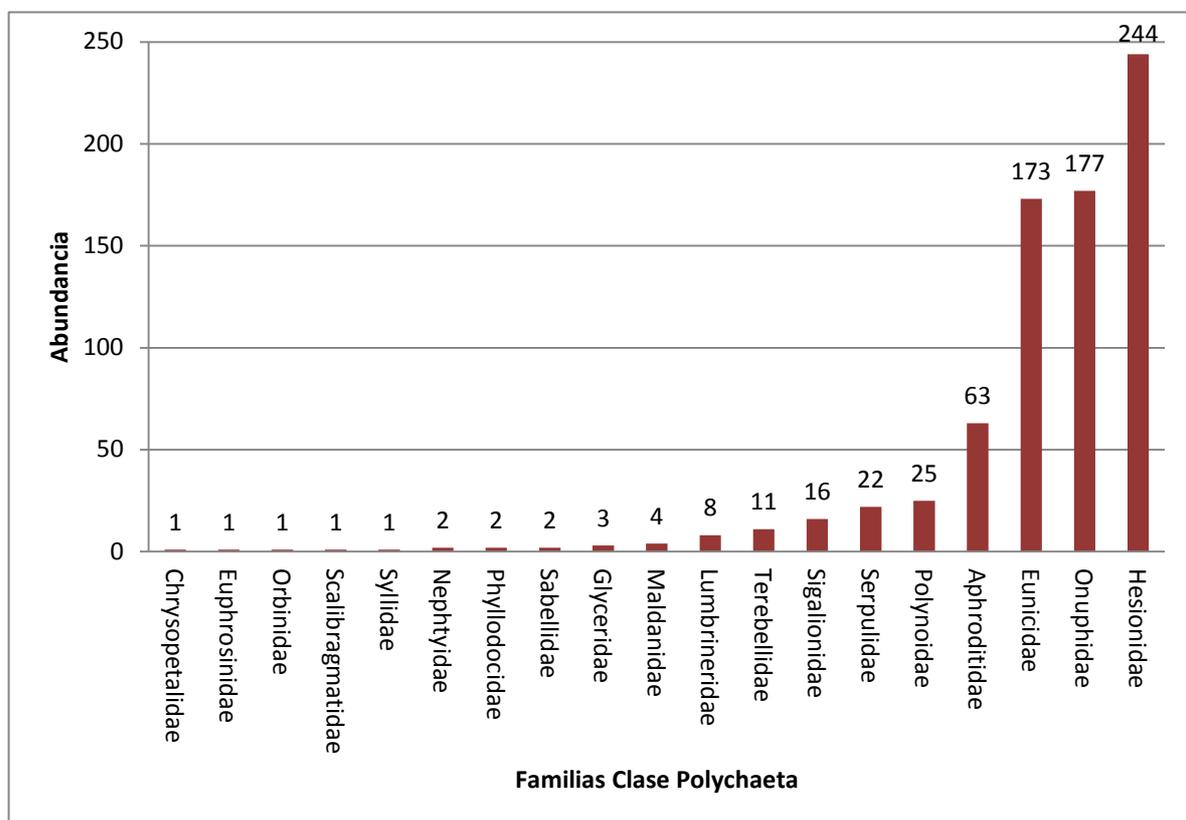


Figura 6.1.10.- Abundancia por familias de Polychaeta en el SCA en las campañas del proyecto INDEMARES.

Anélidos poliquetos

Las comunidades de anélidos poliquetos del área de estudio se encuentran dominadas por algunas pocas especies de tamaño relativamente grande del género *Eunice* y el poliqueto *Leocrates atlanticus* de la familia Hesionidae. El eunícido, que en algunas ocasiones llegaba a alcanzar más de 10 cm de longitud, es probable que se encontrara asociado a los resquicios y cavidades de rocas muy frecuentes en la zona de estudio, donde probablemente viviera escondido para evitar ser depredado. Hábitos de vida parecidos



presuponemos para el hesiónido. Ambos organismos pertenecen a grupos de reconocidos depredadores que probablemente se alimenten de otros poliquetos de menor tamaño y crustáceos.

Otro de los organismos que ha sido encontrado de manera frecuente en el área de estudio es un serpúlido que probablemente pertenece al género *Vermiliopsis*. Estos organismos suspensívoros se encuentran también de manera frecuente asociados a sustratos duros donde construyen el tubo calcáreo en el que habitan. De manera menos frecuente se han detectado también terebélidos y sabélidos en las muestras de roca, organismos también suspensívoros que generalmente construyen tubos córneos que quedan adheridos a las rocas.

Aparte de los organismos mencionados, que viven en asociación a estructuras fijas en el bentos se han detectado también otros poliquetos que viven asociados a sustratos blandos. Este es el caso de los maldánidos y los aphroditidos, que suelen vivir enterrados o semienterrados en el sedimento donde se alimentan del detrito o de otros organismos, respectivamente. También destacar la presencia del onúphido *Hyalinoecia tubicola*, organismo depredador que construye un tubo rígido transparente que entierra en el sedimento. Otros organismos como los encontrados pertenecientes a las familias Polynoidae, Glyceridae, Phyllodocidae, Euprosinidae o Glyceridae se han encontrado de manera mucho más esporádica que los arriba mencionados.

Cnidarios de fondos duros

Se han identificado cnidarios pertenecientes a seis órdenes distintos de antozoos (Alcyonacea, Antipatharia, Corallimorpharia, Scleractinia, Zoanthidea, Actiniaria) y tres de medusozoos (Coronatae, Anthoathecata, Leptothecata), asociadas a sustratos duros o biógenos en el SCA. La biodiversidad del *phylum* es muy superior en este tipo de fondos respecto a los blandos, al igual que sucede en el batial del Golfo de Vizcaya, aunque en fondos blandos algunas actinias puedan ser muy abundantes. La presencia de cnidarios se ve favorecida en los fondos duros batiales en un entorno de cierto hidrodinamismo con aporte de nutrientes. La mayor parte de especies son de hábito colonial.

En función del material identificado hasta el momento, estimamos que la fauna asociada a los fondos duros del sistema de cañones puede contar con unas 100 especies (sin contar las citas de la bibliografía), de las que un 60-65 % pueden corresponder a los antozoos. Es una cifra elevada si la comparamos con el conjunto del bentos conocido en el Golfo de Vizcaya a similar profundidad. Además, en ciertos grupos (Octocorallia, Zoanthidea) es previsible una biodiversidad críptica sólo discernible mediante estudios genéticos. En los zoantideos, la biodiversidad encubierta puede tener lugar incluso a nivel genérico. Entre los Actiniaria, hay una cantidad apreciable de material en malas condiciones que dificulta sobremanera su estudio. A nivel de orden, la mayor riqueza de especies corresponde en el estado actual del estudio a los Leptothecata (Hydrozoa) y Alcyonacea (Anthozoa) y es previsible que se mantenga igual a medida que progresen las investigaciones. Es destacable que se estima en unas 10 las especies de antipatarios obtenidas con la draga de roca. Es una cantidad muy notable si consideramos que en este momento, la cifra de las que están citadas en el Golfo de Vizcaya es de similar magnitud. La mayor abundancia corresponde al género *Stichopathes*, cuyas colonias espiraladas se asientan sobre rocas y restos madreporicos. Se considera que, en general, los antipatarios requieren un hidrodinamismo constante y acusado, por lo que se encuentran frecuentemente en zonas en las que la topografía acelera las corrientes y están alejadas de zonas de elevada sedimentación. No obstante, no parece haber en el entorno del cañón extensos agregados monotípicos de especies arborescentes de gran porte (campos de corales negros - *black coral beds*).

Algunas zonas del cañón están dominadas macroscópicamente por colonias arborescentes de antipatarios, alcionarios o escleractinias de buen porte que pueden configurar el paisaje submarino, hasta el punto de ser los cnidarios el grupo taxonómico mayoritario en abundancia (Fig. 6.1.4). También hay hidrozooos de tamaño significativo de las familias Sertulariidae (*Diphasia alata*), Aglaopheniidae (*Cladocarpus sigma folini*) y Plumulariidae (*Polyplumaria flabellata*). La presencia de estas especies formadoras de hábitat con



notable crecimiento vertical, favorece el asentamiento de otras epibióticas de menor porte incrementándose la biodiversidad. Algunos hidrozoos pueden ser localmente muy abundantes y cubrir ampliamente el sustrato. Sus colonias progresan por el mismo mediante estolones de los que surgen periódicamente nuevas estructuras erectas; previsiblemente, su proliferación se asocia a entornos de un cierto hidrodinamismo que permita tanto el aporte de alimento, como atenuar la sedimentación. Citemos aquí la estación A0410_DR04 (Tabla 2, Anexo II) efectuado a 700 m de profundidad en el que se obtuvieron 13 especies de hidrozoos, de las que cuatro constituyen colonias de buen porte: *Cladocarpus sigma folini*, *Diphasia alata*, *Polyplumaria flabellata* y *Sertularella gayi robusta*.

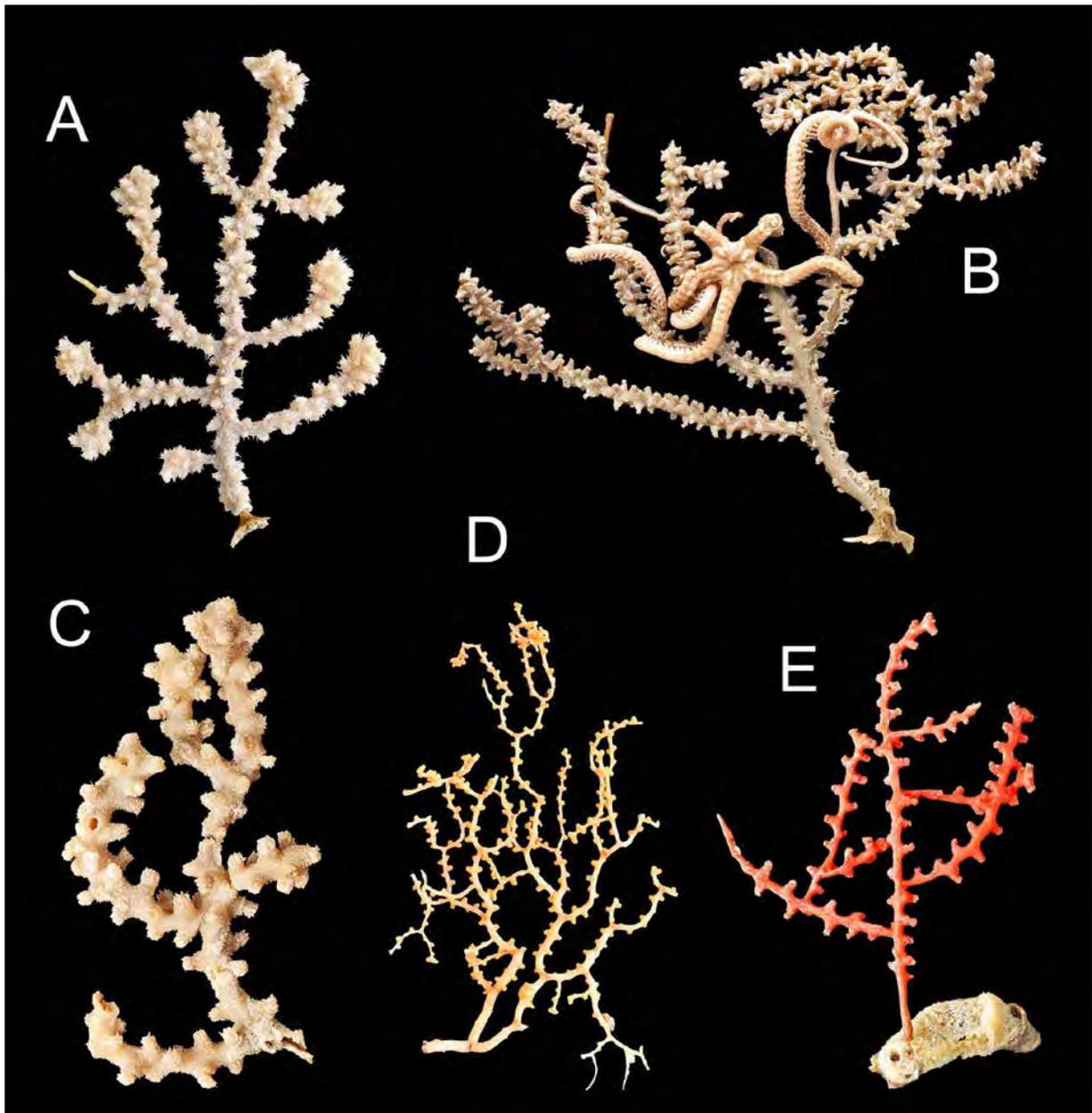


Figura 6.1.11.- Gorgonias (Alcyonacea) del SCA. A) *Placogorgia* sp. B) *Paramuricea biscaya*. C) *Muriceides* sp. D) *Chelidonisis aurantiaca*. E) *Swiftia* sp. Esta especie aparece frecuentemente asociada al marco arrecifal.

Los antozoos son más diversos en el conjunto del SCA que los medusozoos, algo asimismo esperable en el entorno geográfico y profundidad consideradas. En algunos grupos como las escleractinias el incremento de la biodiversidad a profundidad creciente es muy evidente, alcanzándose los máximos en el



intervalo entre los 700-1500 m de profundidad incluidas las especies exclusivas de los fondos blandos. *Acanthogorgia armata*, *Placogorgia* sp., *Swiftia* sp. (Octocorallia), *Leiopathes* sp., *Stichopathes* cf. *gravieri* (Antipatharia), *Caryophyllia sarsiae*, *Desmophyllum cristagalli*, *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa*, *Solenosmilia variabilis* (Scleractinia), *Acryptolaria conferta*, *Cladocarpus sigma folini*, *Cryptolaria pectinata*, *Polyplumaria flabellata*, *Schizotracha frutescens*, *Sertularella gayi robusta*, *Stenohelia maderensis*, *Zygophylax sibogae* (Hydrozoa), y algunos zoantídeos (Zoanthidea) y anémonas (Actiniaria), han sido obtenidos frecuentemente en los sustratos duros y biógenos del SCA.

Muchas de las especies identificadas, particularmente de antozoos, son típicamente batiales y presentan amplios rangos batimétricos (*Desmophyllum cristagalli*, *Caryophyllia sarsiae*, *Enallopsammia rostrata*, etc.). Entre los hidrozoos, a aquellas propiamente batiales (*Symplectoscyphus bathyalis*, *Stenohelia maderensis*), se les unen otras euribáticas oportunistas de escasa afinidad por sustratos concretos, capaces de habitar incluso el litoral (*Campanularia hincksii*, *Halecium beanii*, *Kirchenpaueria pinnata*). Los muestreos efectuados en fondos duros de la plataforma junto a la cabecera del cañón de Avilés a 50-80 m de profundidad han permitido la obtención de algunas especies que no alcanzan el talud, como *Corynactis viridis* (Corallimorpharia), *Monomyces pygmaea* (Scleractinia), o que no es habitual que lo hagan en el Golfo de Vizcaya, como *Paracyathus pulchellus* (Scleractinia).

El norte peninsular ha sido recorrido por numerosas expediciones en el pasado, y el conocimiento de la diversidad es muy completo en diversos grupos taxonómicos, como las escleractinias (orden Scleractinia). Sin embargo, se están obteniendo en el cañón especies infrecuentes y poco conocidas no sólo de este orden. Hasta el momento presente se han encontrado especies nuevas para la fauna ibérica (*Thouarella* cf. *grasshoffi* y *Paragorgia* sp., Octocorallia; *Sideractis glacialis*, Corallimorpharia; *Symplectoscyphus bathyalis*, Hydrozoa), la fauna del Golfo de Vizcaya (*Dendrobrachia* sp., Octocorallia; *Nemertesia falcicula*, *Streptocaulus dollfusi*, Hydrozoa), o incluso la fauna europea (*Zygophylax africana*, Hydrozoa). En algunos de estos casos, los hallazgos de importancia son de rango superior al de especie (nuevos géneros y familias para la fauna ibérica o el Golfo de Vizcaya). Hay también un antipatario (*Trissopathes* sp.) y un octocoral (*Corallium* sp.) que se van a proponer como especies nuevas para la ciencia.

Se han observado algunas interacciones entre poliquetos y dos géneros de octocorales (*Corallium* con *Gorgoniapolynoe*, *Thouarella* con un género por determinar), y otro de escleractinias (*Caryophyllia* con *Lumbrineris*). Un crustáceo cirrípedo ascotorácido ocasiona agallas que deforman las colonias de *Enallopsammia rostrata*, el poliqueto *Eunice norvegica* las de *Madrepora oculata* y *Lophelia pertusa*, y entre los zoantídeos hay una especie asociada a la esponja *Aphrocallistes beatrix* que es factible que pertenezca a un género no descrito. Sin duda, que en el entorno del sistema de cañones hay otras asociaciones no detectadas hasta el momento, que requieren el estudio detallado de colonias arborescentes de gran porte de gorgonias y antipatarios. Galerías o tubos de poliquetos son ocasionales sobre colonias de hidrozoos de cierto porte, quedando pendiente de verificación el tipo de interacción establecida.

Bancos de coral blanco (“arrecifes de aguas frías”)

Una de las comunidades más características asentadas en gran parte del margen continental del Atlántico nordeste desde Escandinavia al Golfo Íbero-marroquí son los “bancos de coral blanco”, comúnmente llamados “arrecifes de aguas frías” o incluso “facies coralina”. Su importancia biológica y económica, así como su fragilidad, son actualmente reconocidas y cada vez son objeto de más estudios. Se corresponden con la mayor representación del hábitat 1170-Reef de la Directiva Europea. Estas estructuras tridimensionales modifican el hábitat y su complejidad, contribuyendo sobremano al aumento de la biodiversidad al facilitar un sustrato heterogéneo que aporta refugio y protección, multiplicando los nichos disponibles.

Mediante los vehículos submarinos (*TFS-2*, *Politolana* y *Liropus 2000*) se han tomado imágenes que muestran bancos de coral bien conservados en el batial del SCA (cañones de Avilés y de La Gaviera), con infinidad de colonias coralinas a las que se asocian multitud de otras especies y que corroboran las



impresiones obtenidas mediante los muestreos indirectos. Como es habitual en el Atlántico nororiental, la proporción de ramas de coral muertas es elevada. En aguas europeas, las escleractinias *Lophelia pertusa* y *Madrepora oculata* son los principales organismos constructores y especies esenciales de la comunidad en su sentido bionómico, y aparecen con frecuencia mezclados como sucede en la zona de estudio. Es destacable, sin embargo, que en el SCA aparece con frecuencia asimismo *Solenosmilia variabilis*, una especie igualmente constructora frecuentemente confundida con las anteriores y de la que se han obtenido colonias vivas en un amplio rango batimétrico que alcanza profundidades de 2291 m. Una cuarta especie colonial de buen tamaño, *Enallopsammia rostrata*, es ocasional sobre sustrato duro en un intervalo batimétrico de 990-2291 m (Fig. 6.1.12).

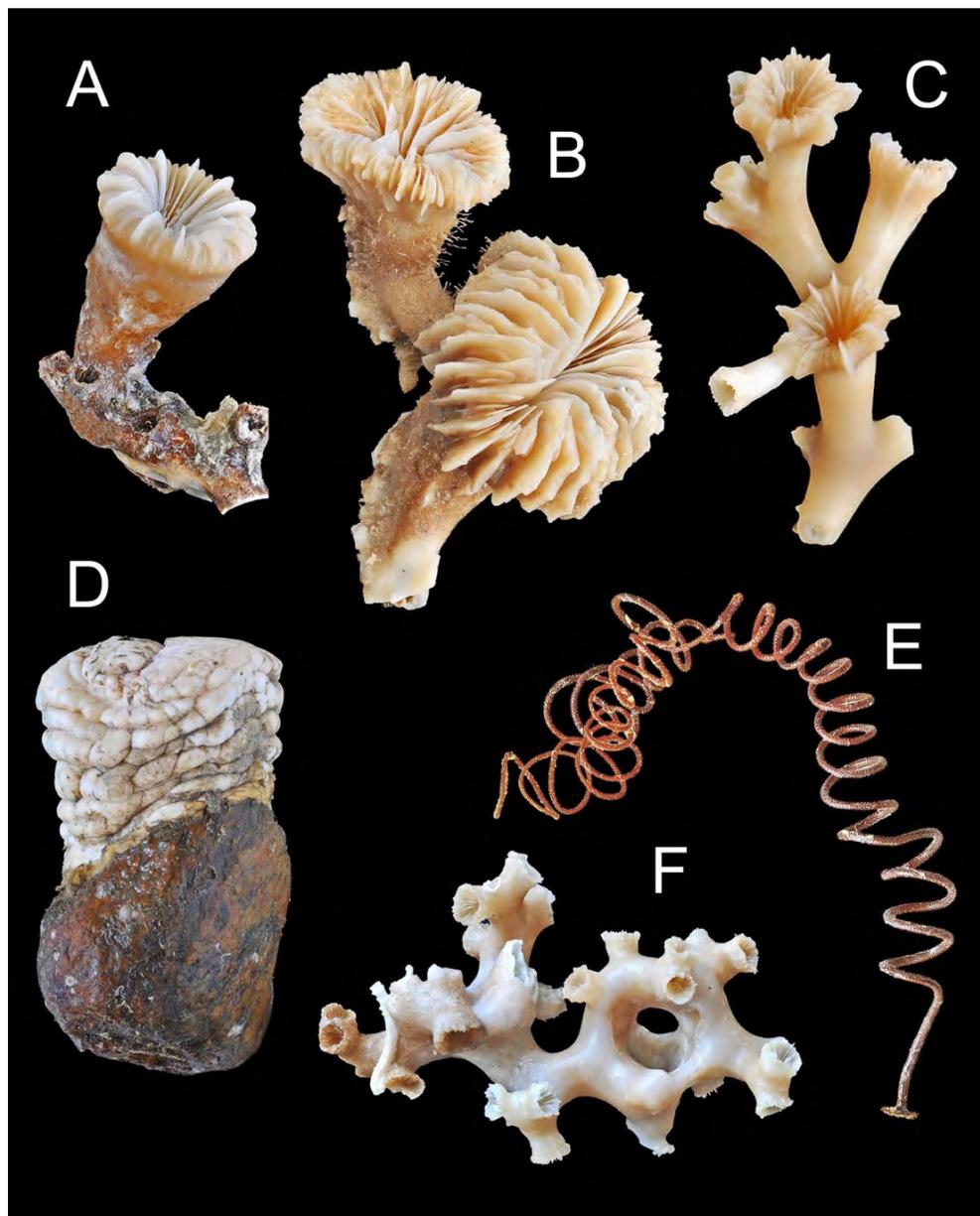


Figura 6.1.12.- Hexacorales del SCA. A) *Caryophyllia sarsiae* (Scleractinia). B) *Desmophyllum cristagalli* (Scleractinia). C) *Lophelia pertusa* (Scleractinia). D) *Phelliactis* sp. (Actiniaria). E) *Stichopathes* sp. (Antipatharia). F) *Solenosmilia variabilis* (Scleractinia). Las cuatro escleractinias aparecen frecuentemente asociadas al marco arrecifal, como estructuradoras de la comunidad o como fauna acompañante.

En el SCA se han obtenido alrededor de 45 especies de cnidarios utilizando las especies constructoras como sustrato, ya sean colonias vivas o muertas. Estas especies no están en todo caso asociadas a las partes “vivas” del arrecife, sino que pueden colonizar restos muertos de coral en zonas próximas de acumulación detrítica. Sin embargo, el número de epibiontes sobre *Lophelia pertusa* y *Madrepora oculata* está quizás subestimado como consecuencia de la separación a bordo de las muestras, proceso en el cual a veces los ejemplares se separan de su sustrato para su etiquetado y almacenamiento, pudiendo perderse la información. Gran parte de los epibiontes aparecen en partes muertas o dañadas de las madréporas sustrato, dado que es previsible que sus colonias tengan defensas *antifouling*. Algunas de las especies de cierto porte asentadas sobre el coral (*Acanthogorgia armata*, Octocorallia; *Antipatharia* sp.; *Diphasia alata*, *Polyplumaria flabellata*, Hydrozoa) son a su vez usadas como sustrato por otros cnidarios de menor tamaño como hidrozooos, octocorales, zoantídeos o anémonas. En el marco arrecifal hay distintas facies, algunas de las cuales se establecen en zonas de escasa pendiente en las que puede acumularse sedimento y que permiten la presencia de nuevos contingentes de especies, como los ceriantarios, las escleractinias discoides o flabeliformes de vida libre.

Aunque no hay cnidarios que tengan una relación obligada con las especies constructoras consideradas, algunos aparecen frecuentemente asociadas a ellas y pudieran ser consideradas fauna acompañante habitual, como *Desmophyllum cristagalli* (Scleractinia), *Sideractis glacialis* (Corallimorpharia), *Stenohelia maderensis* (Hydrozoa), *Swiftia* sp. (Alcyonacea), no menos de un zoantídeo del género *Epizoanthus* (Zoanthidea), y pólipos solitarios de escifozoos (*Nausithoe* spp.). Comparativamente con otros entornos similares estudiados en aguas europeas, la biodiversidad de cnidarios asociada al marco arrecifal en la zona de estudio es considerada elevada.

Cnidarios de fondos blandos

En los muestreos efectuados en los fondos blandos se han obtenido entre 25 y 30 especies de cnidarios bentónicos correspondientes a dos órdenes de octocorales (Alcyonacea, Pennatulacea), cuatro órdenes de hexacorales (Actiniaria, Ceriantharia, Zoanthidea, Scleractinia), y un orden de hidrozooos (Leptothecata). Esta cifra hace referencia a las especies adaptadas a vivir sobre el sedimento, o parcialmente introducidas en él y que son por ello características de este tipo de fondos. La mayor diversificación a nivel de orden corresponde a las escleractinias (11 especies de 7 géneros) y a los pennatuláceos (7 especies de 6 géneros). Por otro lado, las características edáficas del sedimento condicionan las especies asociadas.

El número de especies en estos fondos es notablemente inferior al de las halladas sobre fondos duros o biógenos. A este respecto, debe considerarse que los cnidarios bentónicos se encuentran mucho más diversificados en estos últimos, reflejándose en la fauna del SCA la mayor abundancia de este tipo de especies en la fauna del Atlántico nororiental. No obstante, hay otras especies propias de fondos duros pero que habitan en los entornos sedimentarios aprovechando pequeños sustratos duros, restos biógenos, u otros animales en epibiosis para asentarse. Es decir, toleran las características edáficas del entorno sedimentario pero no son capaces de asentarse directamente sobre él. Si añadimos este tipo de especies, la fauna de los entornos sedimentarios es más diversa, con inclusión de ejemplares de otros órdenes de antozoos (*Antipatharia*) y probablemente hidrozooos Anthoathecata.

Las adaptaciones de los cnidarios a los sustratos blandos son diversas. Pueden consistir en modificaciones en la base que les permitan introducirse de manera efectiva en el sedimento [*Funiculina quadrangularis*, *Kophobelemnon* cf. *stelliferum*, *Pennatula aculeata*, *Pennatula* sp., *Umbellula* sp., (Pennatulacea), *Ceriantharia* spp.], o bien englobar una bola de sedimento (*Actinauge* sp., *Phelliactis* sp., Actiniaria), o bien desarrollar estructuras ramificadas de anclaje [*Acanella arbuscula* (Alcyonacea), *Lytocarpia myriophyllum* (Hydrozoa Leptothecata)], o bien adoptar formas que implican un aumento de la superficie basal de contacto con el sustrato en relación al volumen corporal. En este caso, el esqueleto adopta formas discoides, pateladas o flabeliformes [*Deltocyathus* spp., *Flabellum alabastrum*, *Stephanocyathus moseleyanus*, *S. nobilis* (Scleractinia)]. Adicionalmente, el esqueleto puede incrementar notablemente su

porosidad disminuyendo su peso y permitiendo al coral asentarse en sedimentos especialmente finos o poco compactados (*Fungiacyathus fragilis*, Scleractinia, primavera 2010, stn. DR21, Fig. 6.1.13A). Excepcionalmente, algunas formas coloniales que carecen de adaptaciones morfológicas aparentes viven asimismo libres sobre el sedimento (*Eguchipsammia cornucopia*, estación A0410_DR18, Anexo II).

Entre las especies que utilizan a otros animales como sustrato, destacan aquellas que establecen asociaciones simbióticas con cangrejos ermitaños o gasterópodos. Estas asociaciones se han observado en dos zoantideos, *Epizoanthus paguriphilus* (estaciones A0410_G04, G05, G06, V02; Fig. 6.1.13K) y *Epizoanthus* sp. (estación A0511_V04, Tabla 5 Anexo II, Fig. 6.1.13J), y una anémona de pequeño tamaño no identificada obtenida con el bou de vara (estaciones A0511_V03 y V04). En estos casos la asociación implica una movilidad continuada de la colonia, resultando destacable la dualidad de una especie sésil que se asienta sobre un sustrato móvil. Los dos zoantideos aparecen conjuntamente en algunas estaciones caracterizadas por presentar varias especies propias de fondos blandos, como la A0511_G04, 535 m).

Entre las especies adaptadas a los sustratos duros, la mayor biodiversidad en el SCA corresponde a los octocorales e hidrozoos. En los fondos blandos a los hexacorales, y entre éstos, a los Scleractinia. La estrategia solitaria está más extendida en el entorno geográfico y morfológico sedimentario del SCA que la colonial, debiendo tener en cuenta que entre los cnidarios bentónicos es precisamente entre los hexacorales donde dicha estrategia está más extendida. Debe señalarse, no obstante, que allí donde las condiciones son idóneas, algunos octocorales coloniales pueden ser especies muy competitivas, alcanzar altas densidades, y ser importantes formadores de hábitat (*Acanella arbuscula*).

Se han obtenido 11 especies de escleractinias en los fondos blandos del SCA, de las que 10 son especies solitarias (*Fungiacyathus fragilis*, *Caryophyllia seguenzae*, *C. smithii*, *Deltocyathus eccentricus*, *D. moseleyi*, *Flabellum alabastrum*, *F. chunii*, *Premocyathus cornuiformis*, *Stephanocyathus moseleyanus*, *S. nobilis*), y tan sólo una (*Eguchipsammia cornucopia*), colonial. Algunas de estas especies como *C. smithii* o *S. nobilis*, pasan por fases juveniles transitorias adheridas a pequeños sustratos (fragmentos de conchas, pequeños restos biógenos) de los que se desprenden a medida que el animal va creciendo.

En el entorno del SCA se han observado dos especies de ceriantarios probablemente pertenecientes a dos géneros diferentes. Una de ellas puede ser localmente muy abundante en un rango aproximado de 600-900 m de profundidad, y aparece frecuentemente asociada a entornos sedimentarios del marco arrecifal. La otra es mucho más rara, de mayor tamaño, y se ha observado a mayor profundidad. La taxonomía de los ceriantarios es compleja, necesita revisión, y cualquier identificación es delicada. Por otro lado, y como consecuencia de que viven en un tubo blando en el que se retraen al menor estímulo, no han podido obtenerse ejemplares en buenas condiciones para su estudio. La primera de las especies se ha atribuido provisionalmente al género *Cerianthus*.

En algunas estaciones del batial profundo con abundancia de fango son frecuentes anémonas Hormathiidae del género *Phelliactis*, que adquieren estabilidad englobando una bola de fango o restos detríticos mediante un disco basal envolvente (estación A0511_G06, 1244 m). El disco oral es de mucho mayor diámetro que la columna y asimétrico, lo que confiere a la especie una morfología singular que incrementa la superficie útil para la captura de alimento (se las denomina anémonas atrapamoscas). Estimamos muy posible que sean al menos dos las especies del género presentes. Una de ellas, de mayor abundancia y menor tamaño, corresponde a *P. hertwigi* - *P. incerta*, no habiendo consenso entre los autores sobre si hay dos especies o ambas son sinónimas. La otra, de mayor tamaño, pudiera corresponder a *P. robusta*, una especie de distribución septentrional desconocida en aguas ibéricas y cuya identificación está pendiente de disección del único ejemplar capturado. La primera de las especies se ha obtenido en algunas estaciones con su base englobando fibras de esponjas nido (*Pheronema*) (Fig. 6.1.13 I, estación 0511_G02), aunque puede asimismo fijarse sobre ramas de coral en el marco arrecifal o rocas. Está por demostrar si utilizan a estas esponjas como sustrato, quizás sólo sus fibras que aparecen en el sedimento, o se trata de una contaminación durante el arrastre en el que son obtenidas ambas especies. Por otro lado, *Actinauge*



richardi, de menor tamaño y con morfología basal coincidente con la de *Phelliactis*, es abundante en fondos más someros de la plataforma continental, con sedimentos de arenas finas y medias.

Es digna de mención la estación A0511_V03 (1473 m), por haberse encontrado en ella cinco escleractinias propias de fondos blandos (*C. seguenzae*, *D. eccentricus*, *F. chunii*, *S. moseleyanus*, *S. nobilis*), dos de ellas desconocidas previamente en el Golfo de Vizcaya (*D. eccentricus*, *F. chunii*), además de especies de otros grupos (antipatarios, zoantídeos, gorgonias, etc). Ahora bien, al no haberse obtenido en todo caso ejemplares vivos de las escleractinias, sino sólo sus esqueletos, no es descartable que hayan sido arrastrados de niveles batimétricos más superficiales.

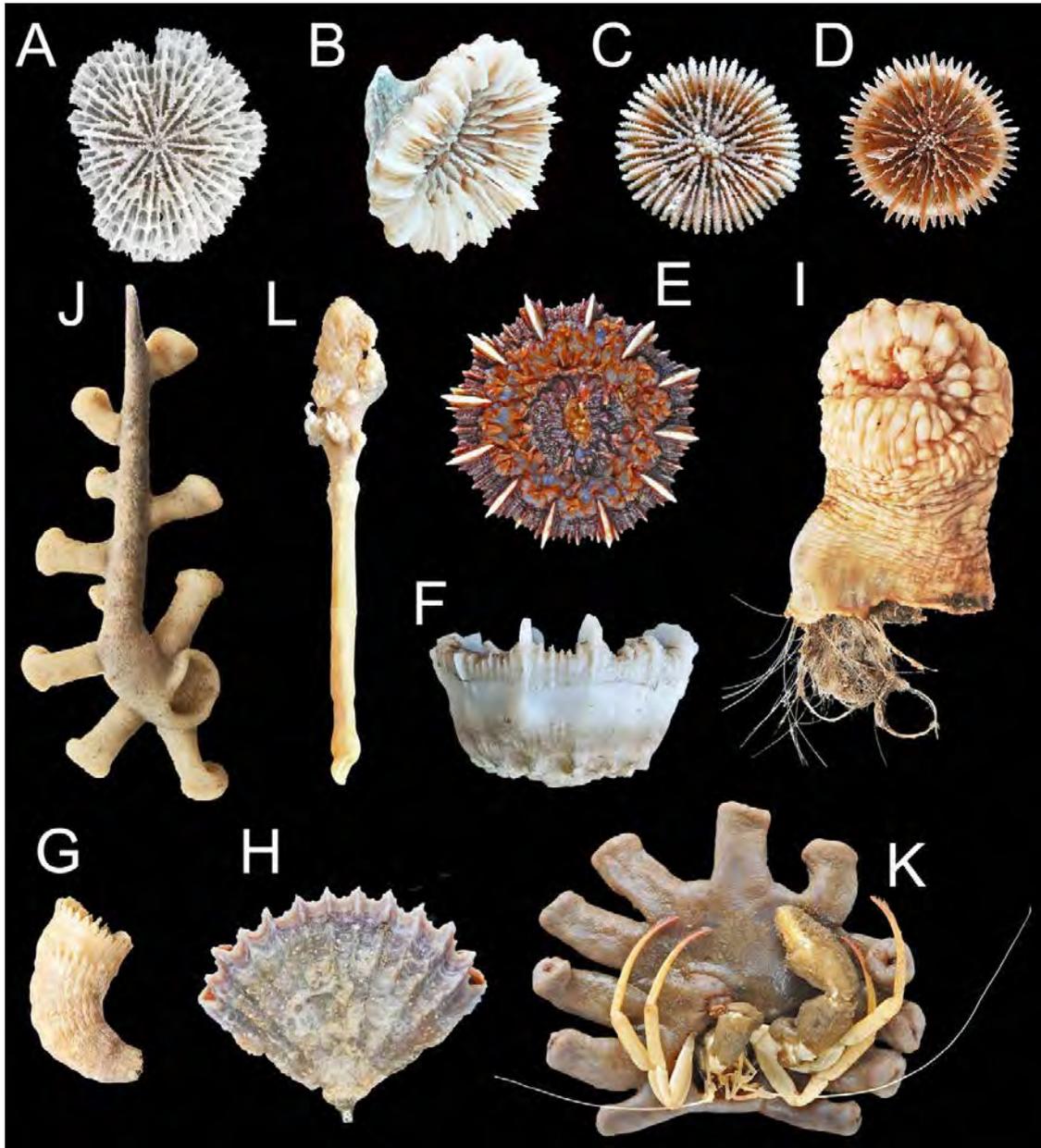


Figura 6.1.13.- Cnidarios de fondos blandos del SCA. Scleractinia. A) *Fungiacyathus fragilis* (stn. A0410_DR21). B) *Caryophyllia seguenzae* (stn. A0511_V03). C) *Deltocyathus moseleyi* (stn. A0511_DR04). D) *Deltocyathus eccentricus* (stn. A0511_V03). E) *Stephanocyathus moseleyanus* (stn. A0511_G06). F) *Stephanocyathus nobilis* (stn. A0511_V03). G) *Premocyathus cornuformis* (stn. A0511_V02). H) *Flabellum alabastrum* (stn. A0410_DR15). Actiniaria. I) *Phelliactis* sp. (stn. A0511_G02). Zoanthidea. J) ? *Epizoanthus* sp. (stn. A0511_V04). K) *Epizoanthus paguriphilus* (stn. A0511_G02). Pennatulacea. L) *Kophobelemnion cf. stelliferum* (stn. A0710_DR10).

Moluscos

Los moluscos son un componente importante del macrobentos del sistema de cañones de Avilés, y están representados por 179 especies identificadas hasta la fecha (incluyendo a los estudios del proyecto COCACE, Louzao et al., 2010). En las campañas INDEMARES se recolectaron y separaron a bordo 844 ejemplares, representando 67 especies (62 identificadas a nivel de especie, 5 a nivel de género solamente), de las cuales 2 son poliplacóforos, 38 son gasterópodos, 25 bivalvos y 2 escafópodos. La identificación de las especies se realizó con la bibliografía taxonómica de referencia en el Atlántico NE. (Bouchet y Warén, 1980, 1985, 1986, 1993; Dijkstra & Gofas, 2004).

El número de especies es relativamente bajo, pero hay que tener en cuenta que se trata de ejemplares separados a bordo y que probablemente se incrementaría si se extendiera la separación a fracciones inferiores a 5 mm, ya que muchas especies de moluscos son diminutas y muy difíciles de separar del sedimento.

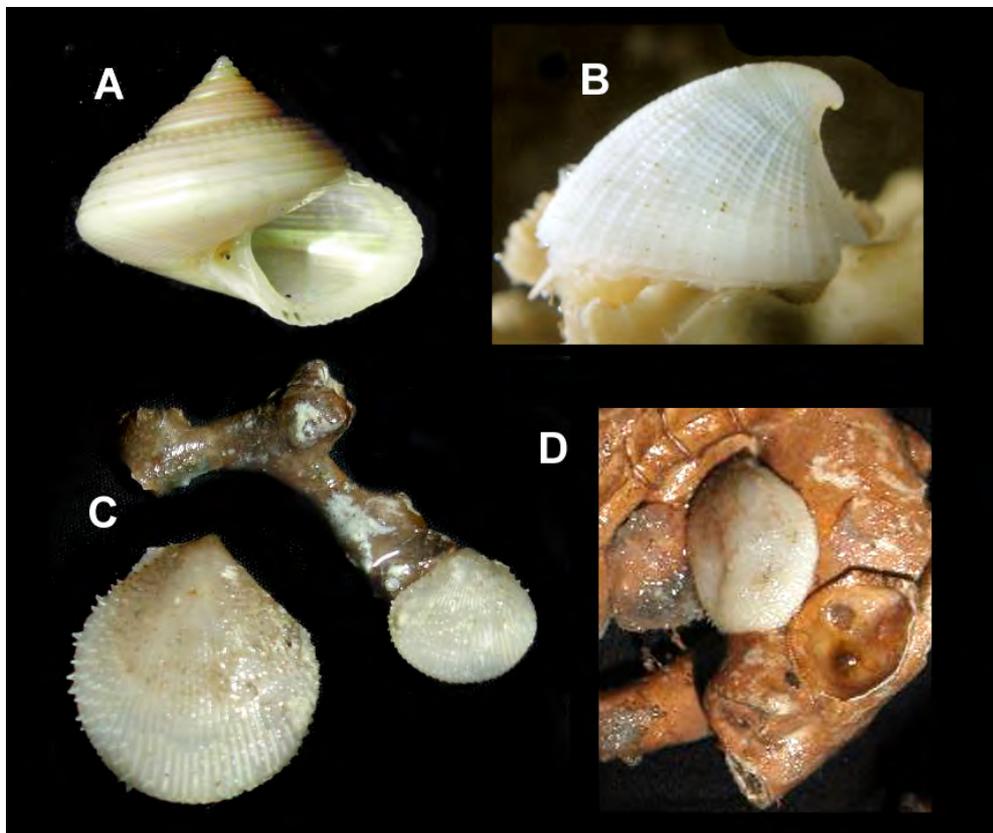


Figura 6.1.14.- Moluscos habitualmente asociados a los corales blancos. A: *Calliostoma obesulum* (pared E cañón de La Gaviera, 1228 m). B: *Emarginula christiaensi* (cabecera cañón Avilés, 828 m); C: *Lima marioni*, (cañón de Avilés, 928 m); D: *Spondylus gussonii* (eje cañón de La Gaviera, 776 m). Los bivalvos son filtradores que aprovechan solamente el sustrato para asentarse.

Moluscos de sustratos duros

Se ha observado una clara separación entre las comunidades de moluscos de la plataforma más somera y las muestras de mayor profundidad pertenecientes a las comunidades batiales. En los fondos duros de la plataforma continental (55-143 m), la especie de molusco más característica es la ostra *Neopycnodonte cochlear*, a menudo acompañada por los braquiópodos *Neocrania anomala* y *Megerlia truncata*. En donde existen los corales blancos *Madrepora oculata* y *Lophelia pertusa*, se encuentran varias especies de



moluscos más o menos estrictamente asociados a ellos, como los gasterópodos *Calliostoma obesulum*, *C. leptophyma*, *Emarginula christiaensi* y los bivalvos *Lima marioni* y *Spondylus gussonii* (Fig. 6.1.14). La especie más abundante es el bivalvo *Asperarca nodulosa*, habitual en cualquier sustrato duro de este rango de profundidades. Los bivalvos de la epifauna utilizan generalmente las bases muertas de los corales como sustrato, sobre el cual están cementados (*Spondylus*) o sujetos por su biso. Es posible que los gasterópodos citados se alimenten bien de los corales, o bien de las esponjas o los cnidarios de la epifauna que crece sobre sus esqueletos muertos. En la campaña INDEMARES 0412, además se recolectó un ejemplar de *Coralliophila richardi*, especie que se alimenta directamente del coral aunque sin efecto perjudicial debido a su rareza (estación A0412_ROV6).

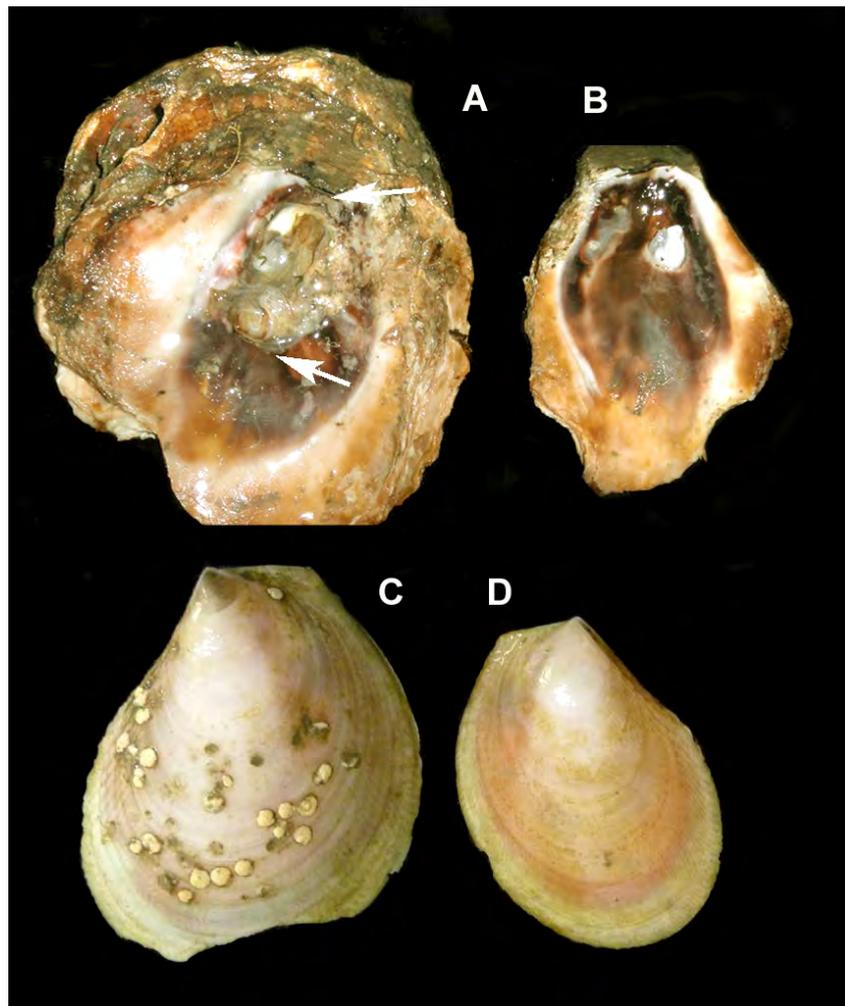


Figura 6.1.15.- Bivalvos epifaunales de paredes rocosas del cañón de Avilés. A-B: *Neopycnodonte zibrowii*, ejemplar recogido vivo en la cabecera cañón de El Corviro a 551 m. La valva izquierda está soldada a una valva muerta de la misma especie; la valva derecha (más pequeña) mide 8 cm. El cuerpo del animal (flechas) es diminuto comparado con la concha. C-D: *Acesta excavata*, cabecera del cañón de Avilés, 800 m), tamaño 8,2 y 6,8 cm; el ejemplar de la izquierda tiene una importante infestación por el foraminífero *Hyrrokin sarcophaga*, un epibionte que puede taladrar la concha del molusco para alimentarse de los tejidos (véase Beuck et al., 2008).

En los sustratos duros situados entre 500 y 1000 metros, aunque sin vínculo directo con los corales blancos, se encontraron ejemplares de la ostra gigante *Neopycnodonte zibrowii*, una especie cuya longevidad se estima en unos 500 años y capaz de alcanzar un tamaño en torno a los 20 cm (Fig. 6.1.15), y de *Acesta excavata*, un bivalvo cuyo tamaño suele alcanzar unos 10 cm (Figs. 6.1.15 y 16). Ambas especies se



encuentran preferentemente en acantilados rocosos limpios y extraplomos, de difícil acceso (Wisshak et al., 2009; Lopez Correa et al., 2005).



Figura 6.1.16.- Agregación de *Acesta excavata* sobre afloramientos rocosos en la cabecera del cañón de Avilés a 550 m de profundidad.

Moluscos de fondos sedimentarios

Al igual de lo que ocurre en los fondos rocosos, existe una clara zonación batimétrica de las especies de fondos sedimentarios. En los fondos blandos de la plataforma continental (55-143 m) se encontraron bivalvos de la endofauna como *Astarte sulcata*, *Venus casina*, *Timoclea ovata*, *Gouldia minima* indicando las comunidades conocidas como “Boreal Offshore Gravel Association” y “Deep Venus Community” (Eunis A5.1 y A5.2).

En profundidades comprendidas entre 300 y 500 metros, las especies más características son los gasterópodos *Aporrhais serresianus*, *Galeodea rugosa*, *Buccinum humphreysianum*, *Scaphander lignarius*, todos ellos vinculados con fondos sedimentarios algo enfangados.

En los fondos sedimentarios circundantes a los arrecifes de corales blancos, particularmente entre 800 y 1000 metros, los moluscos más abundantes son el pequeño bivalvo *Limopsis minuta* en la epifauna y el escafópodo *Antalis agilis* en la endofauna. A partir de los 1400 metros se pueden encontrar respectivamente *Limopsis cristata* y *Fissidentalium capillosum* (Fig. 6.1.17). Las especies del género *Limopsis* se encuentran comúnmente asociadas a fondos sedimentarios batiales, y son miembros de la epifauna con hábito filtrador (Oliver & Allen, 1980). Los escafópodos son conocidos (Langer et al., 1995) como depredadores que se alimentan esencialmente de foraminíferos y, ocasionalmente, de otros organismos de pequeño tamaño, que capturan en el sedimento mediante diminutos tentáculos (“captáculos”).

Entre los gasterópodos de mayor tamaño de los fondos sedimentarios batiales de la zona se hallan las especies del género *Colus*, de hábitos depredadores, aunque bastante eclécticos en la elección de sus presas. Los contenidos estomacales de especies de éste género revelaron restos de anfípodos, foraminíferos, moluscos, ofiuras y otros organismos (Koysan, 2007), así que todo apunta a que se alimentan de pequeños organismos de la endofauna, sin mucha especialización.



Figura 6.1.17.- Moluscos más frecuentes en fondos sedimentarios batiales en el entorno del SCA. A: *Fissidentalium capillosum*, la especie de escafópodo de mayor tamaño de los mares europeos, aparece en los fondos sedimentarios por debajo de los 1200 metros (cañón de Avilés, 1473 m). B: *Antalis agilis*, una especie de escafópodo muy frecuente entre los 600 y los 1200 metros (cañón de Avilés, 828 m). C: *Limopsis minuta*, especie de la epifauna (talud NE del cañón de La Gaviera, 908 m). D: *Colus jeffreysianus* (cañón de Avilés, 928 m).

Especies de moluscos raras y singulares

Los convenios internacionales y textos legales en los que figuran especies de moluscos protegidas están enfocados a los medios continental y costero. Por ello, no es de extrañar que no haya apenas especies batiales protegidas y que, si las hay, se trate de especies que también aparecen en la plataforma continental como por ejemplo *Charonia lampas*. La única especie recogida en el SCA y que fuera mencionada en algún texto es el gasterópodo *Ranella olearium* (ejemplar vivo en la pared E del cañón de La Gaviera, 700 m), recogido en el anexo II de los convenios de Berna y de Barcelona. Esta escasa representación refleja la inadecuación de los textos para la gestión del mar profundo, más que la falta de especies de interés en la zona. Entre los moluscos presentes en el SCA, una elección de especies representativas a proteger podría incluir la ostra *Neopycnodonte zibrowii* (Fig. 6.1.15), cuyos individuos adultos pueden tener una edad de cientos de años (Wisshak et al., 2009), y que es una especie estructurante de un hábitat recogido en el Inventario español de Hábitats Marinos (código 04010403) "Escarpes, paredes y laderas rocosas del mar profundo con *Neopycnodonte zibrowii*". El hábitat de esta especie, junto con *Acesta excavata* (Fig. 6.1.16), ha sido recientemente señalado como hábitat sensible en un cañón submarino del oeste de Irlanda en un rango de profundidad comparable (Johnson et al., 2012) y probablemente se encuentre en otros escarpes del margen continental europeo.

En el muestreo de INDEMARES se encontraron algunos ejemplares que no se han podido identificar a nivel de especie y pueden representar, bien especies nuevas para la ciencia, bien nuevas citas de especies ya descritas y desestimadas por no haberse vuelto a encontrar después de su descripción. En este caso tenemos las dos especies de gasterópodos de la Fig. 6.1.18, lo cual indica que el inventario taxonómico de la zona, pese a su proximidad y al número relativamente importante de estudios, dista de estar completado.

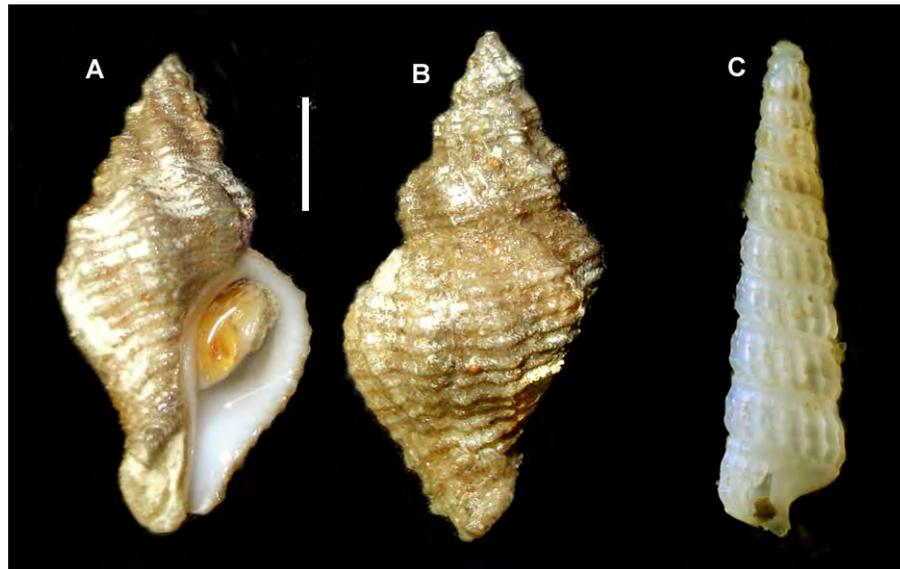


Figura 6.1.18.- Moluscos del SCA de interés taxonómico. A. *Coralliophila* sp. (pared W del Agudo de Fuera, 593 m; tamaño 4.2 cm). Este ejemplar fue recogido muy cerca de la localidad tipo de *Pseudomurex* (= *Coralliophila*) *monterosatoi* Locard, 1897 (44°07'N - 05°35'W, 564 m y 44°05'N - 05°36'W, 608 m) y podría revalidar esta especie. Especie indeterminada de la familia Triphoridae (0511-DR6, montes subredondeados al E del cañón de La Gavieta, 43°56,20'N; 05°35,50'W, 462 m; tamaño aprox. 10 mm), probablemente no descrita.



Figura 6.1.19.- Proporciones de los distintos grupos tróficos representadas en las muestras con draga de roca, en número de individuos (izquierda) y de especies (derecha). Casi la mitad de los ejemplares del grupo "filtradores" son *Asperarca nodulosa*.

6.1.2.2. Comunidades epibentónicas de fondos sedimentarios

Se incluyen aquí los primeros resultados obtenidos a partir de los muestreos efectuados con bou de vara en la zona de los cañones durante las campañas A0710 y A0511 (Fig. 4.5.5 del apartado de metodología). Se han capturado con este sistema un total de 278 especies epibentónicas de fondos sedimentarios (Fig. 6.1.20). Los mayores índices de biomasa (kg/100 ha) se dan en el grupo de los peces (algunas especies no son bentónicas), otros (esponjas, cnidarios, poliquetos, etc.) y equinodermos (Fig. 6.1.20), mientras que las mayores densidades (num./ha) pertenecen a los equinodermos (pequeñas ofiuras, erizos -*Gracilechinus acutus*, *Phormosoma placenta*, *Araeosoma fenestratum* -, y estrellas -*Marthasterias glacialis*, *Astropecten irregularis*-). Entre los moluscos destacan las especies *Eledone cirrhosa* y *Opistoteuthis agassizii* y los crustáceos mas abundantes han sido *Geryon trispinosus* y *Munida sarsi*. La esponja nido (*Pheronema carpentieri*) ha sido la especie más abundante del grupo “otros”.

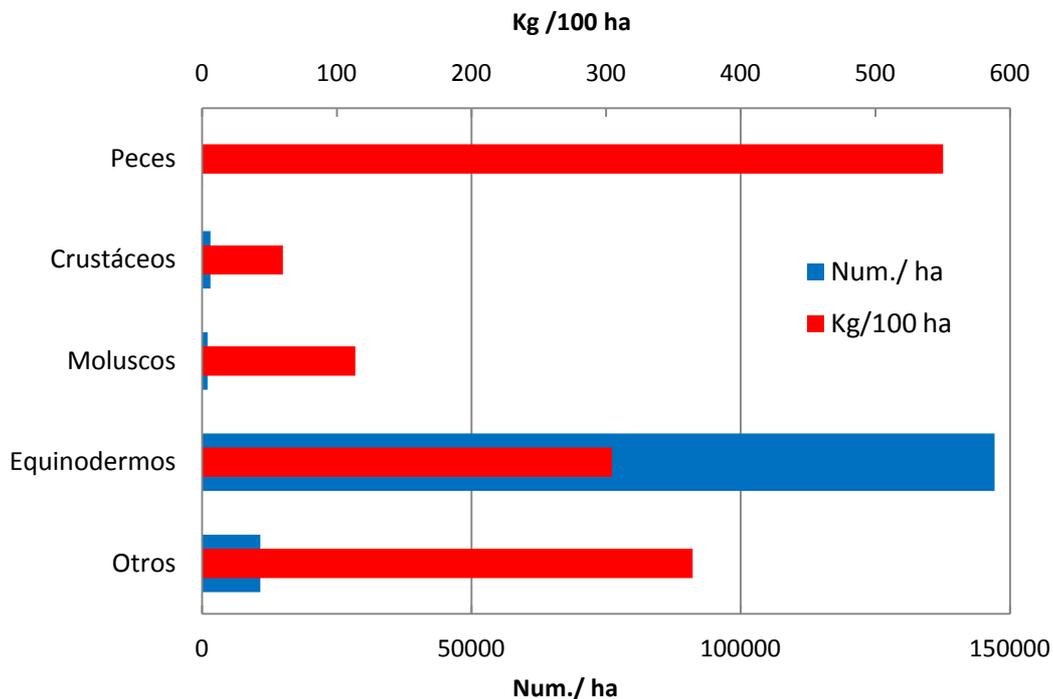


Figura 6.1.20.- Índices de abundancia (num./ha) y biomasa (Kg/100 ha) de los principales grupos taxonómicos de fauna epibentónica de fondos sedimentarios del SCA y plataforma cercana, muestreados con bou de vara.

La Fig. 6.1.21 muestra el análisis de agrupación jerárquica de las muestras epibentónicas de fondo blando. Los grupos de dendrograma formados responden bastante bien a la clasificación EUNIS al nivel 3, ya que se originan a partir de la combinación de profundidad y tipo de sustrato.

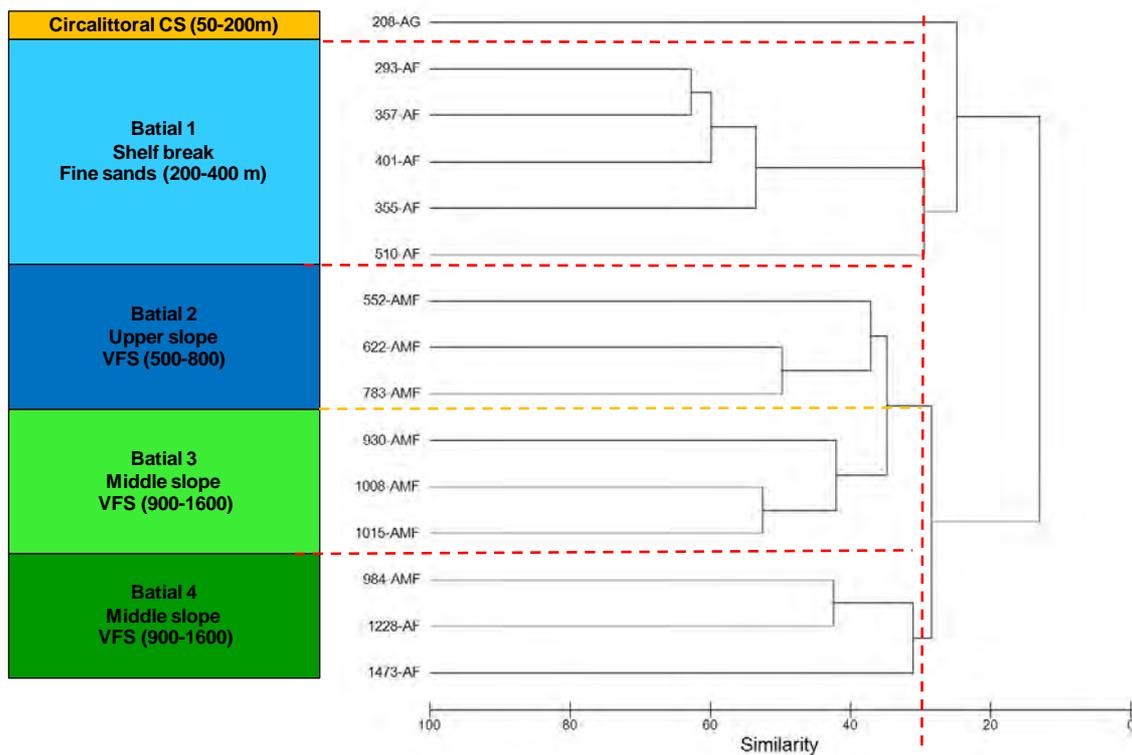


Figura 6.1.21.- Dendrograma de muestras epibentónicas de fondo blando. Las etiquetas muestran profundidad y tipo de sedimento.

Partiendo de estos resultados podemos concluir que existen cinco agrupaciones epibentónicas que se definen a un nivel de similitud del 30 %:

- Comunidad sobre arenas gruesas circalitorales: Sólo una muestra. Aunque los resultados deben considerarse con precaución, por esta limitación muestral, esta muestra está caracterizada principalmente por equinodermos, el erizo *Gracilechinus acutus*, las estrellas *Marthasterias glacialis* y *Stichasterella rosea*, la holoturia *Parastichopus regalis*, el bivalvo *Astarte sulcata* y los cangrejos *Monodaeus couchii* y *Liocarcinus marmoreus*.
- Comunidad sobre arenas finas batiales del borde de plataforma (200-400 m): Caracterizadas por el molusco *Scaphander lignarius*, la estrella *Astropecten irregularis*, cangrejos ermitaños como *Pagurus alatus* y *Anapagurus laevis*, y el pez plano *Bathysolea profundicola* (Tabla 6.1.13).
- Comunidad sobre arenas finas y muy finas batiales del talud superior (500-800 m): caracterizadas por crustáceos (*Polycheles typhlops*, *Pontophilus norvegicus*, *Pagurus alatus*, *Gnathophausia zoea*, *Ebalia nux*) y peces (*Xenodermichthys copei*, *Hoplostethus mediterraneus*)
- Comunidad sobre arenas muy finas batiales del talud medio I (900-1600 m): Dominadas por equinodermos (*Phormosoma placenta*, *Benthogone rosea*, *Psilaster andromeda*), el cangrejo araña (*Munida tenuimana*), la anguila de profundidad (*Synaphobranchus kaupii*) y el bivalvo (*Abra longicallus*).
- Comunidad sobre arenas muy finas batiales del talud medio II (900-1600 m): la especie que más similitud explica es el braquiópodo *Griphus vitreus*, seguida del pez *Synaphobranchus kaupii*, y especies vulnerables como el coral bambú *Acanella arbuscula* o la esponja *Pheronema carpentieri*.

Tabla 6.1.13.- Resultados del análisis SIMPER mostrando las especies que explican más similitud intragrupo.

Shelf break fine sands (200-400 m) Average similarity: 46.0	Cum %	Upper slope F % VF sands (500-800 m) Average similarity: 38.1	Cum %
<i>Scaphander lignarius</i>	5.8	<i>Polycheles typhlops</i>	6.6
<i>Astropecten irregularis</i>	11.4	<i>Xenodermichthys copei</i>	12.5
<i>Dichelopandalus bonnieri</i>	16.9	<i>Pontophilus norvegicus</i>	17.9
<i>Pagurus alatus</i>	22.1	<i>Hoplostethus mediterraneus</i>	23.3
<i>Anapagurus laevis</i>	26.7	<i>Pagurus alatus</i>	28.6
<i>Bathysolea profundicola</i>	30.7	<i>Gnathopausia zoea</i>	33.1
<i>Munida sarsi</i>	34.2	<i>Ebalia nux</i>	37.4

Middle slope VF sands I (900-1600 m) Average similarity: 34.8	Cum %	Middle slope VF sands II (900-1600 m) Average similarity: 33.3	Cum %
<i>Phormosoma placenta</i>	8.4	<i>Griphus vitreus</i>	7.5
<i>Benthogone rosea</i>	16.6	<i>Synaphobranchus kaupii</i>	15.3
<i>Psilaster andromeda</i>	24.3	<i>Acanella arbuscula</i>	22.5
<i>Munida tenuimana</i>	30.0	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	28.4
<i>Synaphobranchus kaupii</i>	35.7	<i>Uroptichus concolor</i>	33.4
<i>Abra longicallus</i>	41.4	<i>Pheronema carpentieri</i>	40.0
<i>Polycheles typhlops</i>	44.2	<i>Nymphaster arenatus</i>	42.1

Efectos de las variables ambientales: El CCA muestra las afinidades ambientales ya descritas en el dendrograma, con los sedimentos de mayor diámetro medio en las profundidades más someras, en el dominio de la ENACW, y de mayor temperatura, frente al otro extremo del gradiente donde los ambientes más profundos están caracterizados por sedimentos más finos, de mayor contenido orgánico y en el dominio de la MOW (Fig. 6.1.22).

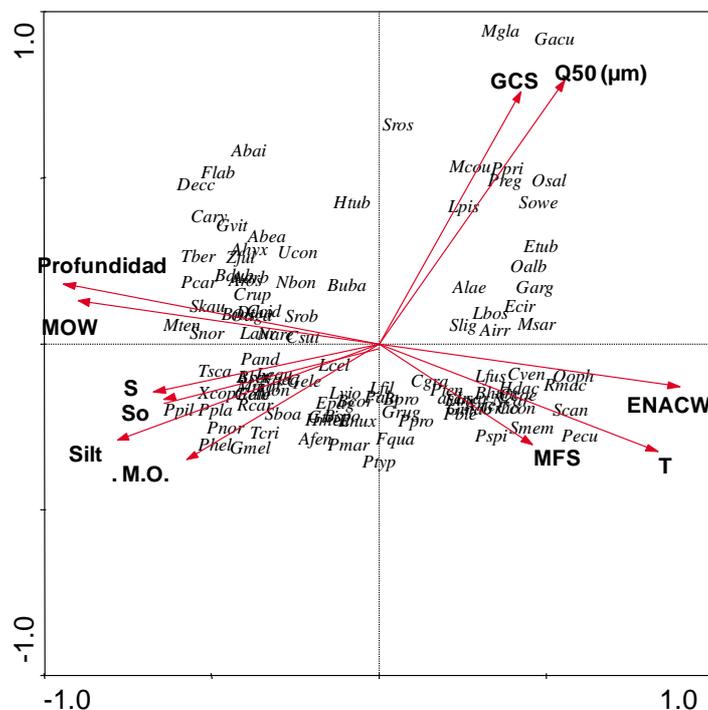


Figura 6.1.22.- Análisis de correspondencia canónica con el efecto de las variables ambientales sobre las especies epibentónicas

6.1.3. Comunidades suprabentónicas

De las estaciones muestreadas para el estudio el suprabentos en el SCA, se presentan los datos correspondientes a las siete situadas en el cañón de Avilés. Las localizadas en los cañones de La Gavieta y de El Corbiro se encuentran, actualmente, en proceso de identificación.

En las siete estaciones del cañón de Avilés, se recolectaron un total de 12374 individuos clasificados en once grupos zoológicos pertenecientes a 199 especies: 89 anfípodos, 33 cumáceos, 24 isópodos, 20 misidáceos, 15 decápodos, siete eufausiáceos, cinco tanaidáceos, dos lofogástridos, dos peces, un leptostrácodo y un picnogónido (Fig. 6.1.23). Los grupos zoológicos más abundantes fueron los anfípodos (48.7% del total de individuos), seguidos por los eufausiáceos (17.1%), los isópodos (13.6%) y los cumáceos (12.3%) (Fig. 6.1.24).

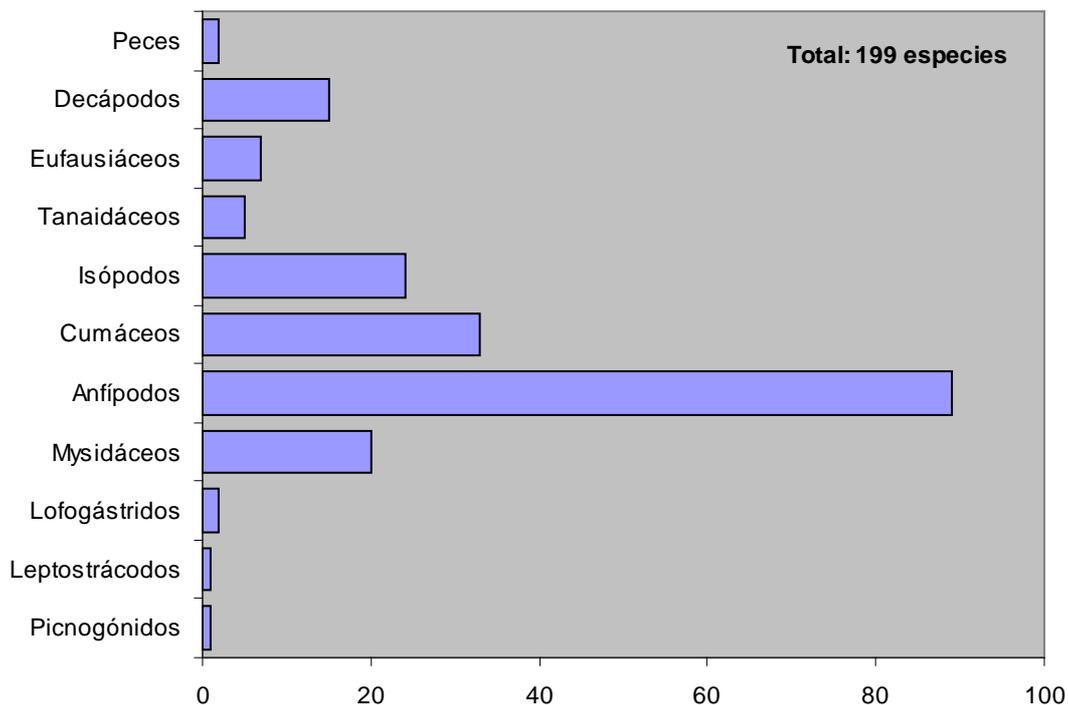


Figura 6.1.23.- Riqueza específica global de la fauna suprabentónica del cañón de Avilés muestreada durante las campañas INDEMARES.

La riqueza específica media fue de 56.6 ± 33.4 especies, donde los anfípodos constituyeron el grupo con mayor número de especies (26.4 ± 15.2 especies). La densidad global media fue de 628.5 ± 563.8 ind./100 m² donde los anfípodos fueron el grupo dominante (47.5% de la densidad total media), seguido de los eufausiáceos (18.7%), los isópodos (12.7%) y los cumáceos (12.1%). El eufausiáceo *Nyctiphanes couchii* fue la especie más abundante (70.6 ± 173.1 ind./100 m²), seguido por el anfípodo *Abludomelita aculeata* (60.1 ± 158.9 ind./100 m²) y el isópodo *Munnopsurus atlanticus* (26.7 ± 63.1 ind./100 m²). La diversidad de Shannon media fue de 4.52 y la equitatividad media de 0.80.

Total: 12374 individuos

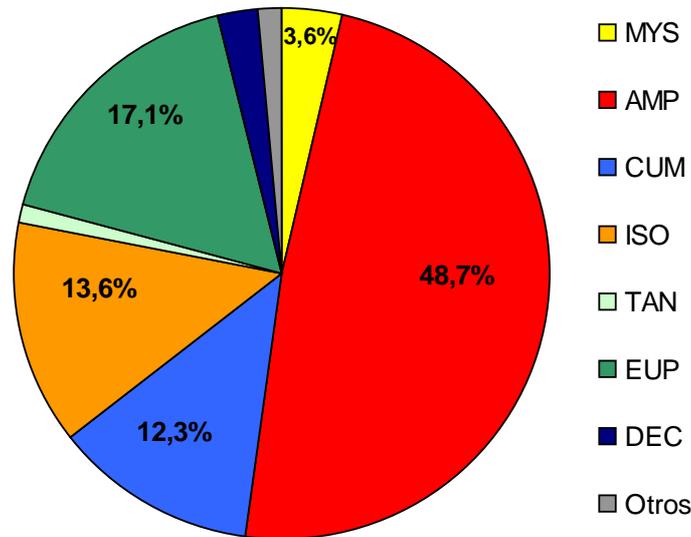


Figura 6.1.24.- Composición faunística global de la fauna suprabentónica del cañón de Avilés muestreada durante las campañas INDEMARES. AMP: anfípodos; CUM: cumáceos; DEC: decápodos; EUP: eufausiáceos; ISO: isópodos; MYS: misidáceos; TAN: tanaidáceos; Otros: picnogónidos, leptostrácodos, lofogástridos y peces.

El análisis multivariante llevado a cabo con la matriz de datos de densidades, clasificó las estaciones del cañón de Avilés en tres agrupamientos con casi un 20% de nivel de similitud (Fig. 6.1.25): el grupo G1 situado en la cabecera del cañón (207–211 m) sobre fondos de arenas gruesas, el grupo G2 localizado en la plataforma marginal (365–380 m) en fondos de arenas finas y el grupo G3 en el talud (462–1024 m) sobre fondos de arenas muy finas. Como indica la Tabla 6.1.14, la riqueza específica tiende a aumentar con la profundidad, mientras que la densidad lo hace de manera inversa. Los índices de diversidad de Shannon (H') y la equitatividad (J'), también tienden a aumentar con la profundidad.

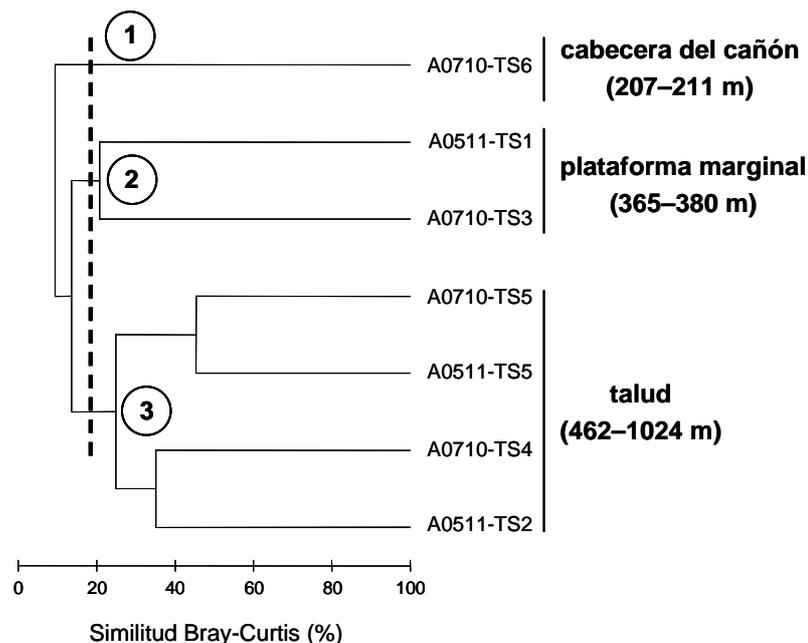


Figura 6.1.25.- Dendrograma jerárquico de la clasificación de las estaciones muestreadas con el trineo suprabentónico en el cañón de Avilés durante las campañas INDEMARES.

Tabla 6.1.14.- Características estructurales de los agrupamientos suprabentónicos del cañón de Avilés durante las campañas INDEMARES. Scum: riqueza específica acumulativa; D: individuos/100 m²; H': log₂; s: desviación estándar.

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	Nº estaciones	1	2		4	
		\bar{x}	$\pm s$	\bar{x}	$\pm s$	
Riqueza específica						
\bar{S}		25.0	2.8	77.8	28.4	
Scum	35	42		175		
Densidad						
\bar{D}	1588.1	185.3	4.0	610.2	444.3	
Diversidad						
\bar{H}'	3.11	3.36	1.20	5.46	0.26	
\bar{J}'	0.61	0.72	0.23	0.88	0.06	

El eufausiáceo *Nyctiphanes couchii* fue la especie dominante en la estación de la cabecera del cañón (463 ind./100 m², 29,2% del total de la abundancia), mientras que el anfípodo *Scopelocheirus hopei* dominó en las estaciones de la plataforma marginal (48 ± 64,8 ind./100 m², 25,9%) y el isópodo *Munnopsurus atlanticus* (46,5 ± 82,1 ind./100 m², 7,6%) en las del talud (Fig. 6.1.26).



Figura 6.1.26.- Especies dominantes en los tres agrupamientos suprabentónicos obtenidos en el cañón de Avilés durante las campañas INDEMARES.

6.1.3.1. Muestreos de suprabentos con el *lander*

En los posicionamientos sobre el fondo realizados con el *lander* en las estaciones FL2, FL3 y FL4 durante la campaña A0710 (Tabla 4 en Anexo II), se colocaron dentro del sistema de cebo del que dispone el muestreador, unas mini-nasas con una luz de malla de 500 μm , también cebadas. Con ellas se consigue retener y recuperara la fauna móvil de pequeño tamaño que es atraída durante el experimento y que se perdería durante la maniobra de virada a bordo del *lander*.

En las nasas se recuperaron mayoritariamente anfípodos lisianásidos e isópodos cirolánidos (Fig. 6.1.27). Entre estos últimos cabe destacar el elevado número de individuos de la especie *Politolana sanchezi* frente a los de *Natanolana borealis* (FL2: 200/0; FL3: 33/4; FL4: 363/2; ejemplares *P. sanchezi* / ejemplares *N. borealis*). Ambas especies son de hábitos carroñeros aparentemente competidoras por el recurso.



Figura 6.1.27.- (a): Una de las mini-nasas recuperada en la muestra FL4 recién subida a bordo. Entre los restos de cebo pueden observarse crustáceos anfípodos e isópodos todavía en proceso de alimentación; (b): crustáceos isópodos de la especie *Politolana sanchezi* recuperados en la muestra total del FL4.

6.1.3.2. Muestreos con el trineo TFS-2 durante la campaña A0912

De manera simultánea a la realización del transecto con el trineo fotogramétrico TFS-2 en la estación TF3, se realizó un muestreo cualitativo de fauna suprabentónica con la red de 500 μm diseñada y acoplada para la parte superior del trineo. En este transecto, se recogieron 47 ejemplares suprabentónicos pertenecientes a 5 grupos zoológicos: misidáceos (46.8%), anfípodos (31.9%), eufausiáceos (17.0%), lofogástridos (2.1%) y cumáceos (2.1%). En este material, fueron identificadas al menos 12 especies: el lofogástrido *Gnathophausia zoea*; los misidáceos *Boreomysis arctica* y *Pseudomma affine*; los anfípodos *Apherusa bispinosa*, *Scopelocheirus hopei*, *Stegocephaloides auratus*, *Themisto compressa* y una especie de la familia Photidae; el cumáceo de la familia Lampropidae (como los ejemplares fueron hembras pueden adscribirse tanto al género *Hemilamprops* como al *Mesolamprops*) y los eufausiáceos *Euphausia krohnii*, *Meganyctiphanes norvegica* y *Nematoscelis megalops*.

La posición horizontal del trineo durante el descenso en la columna de agua evita que la red capture accidentalmente organismos planctónicos. El muestreo de la fauna suprabentónica comienza una vez que el trineo fotogramétrico se desplaza en la horizontal a una distancia fija sobre el fondo. Aunque se ideó un sistema provisional para que la captura fuera efectiva sólo en el desplazamiento horizontal, se está trabajando en el control remoto del cierre y la apertura de la boca de la red para que el muestreo permita cuantificar la fauna suprabentónica que habita sobre los sustratos duros.

6.1.4. Comunidades demersales

Se incluyen aquí los primeros resultados obtenidos a partir de los muestreos efectuados con arte de arrastre GOC 73 en la zona de los cañones (campañas A0710 y A0511) y de los muestreos con arte de baca 44/60 efectuados por las campañas DEMERSALES del proyecto ERDEM durante los años 2010-2011 en la plataforma continental (ver Fig. 4.7.1 del apartado de metodología). Se han capturado con este sistema un total de 366 especies. Los mayores índices de biomasa (kg/100 ha) se dan en el grupo de los peces (lirio, pintarroja y merluza principalmente) y ya en menor medida en crustáceos (Fig. 6.1.28), mientras que las mayores densidades (num./100 ha) pertenecen a los equinodermos (pequeñas ofiuras principalmente y el crinoideo *Leptometra celtica*).

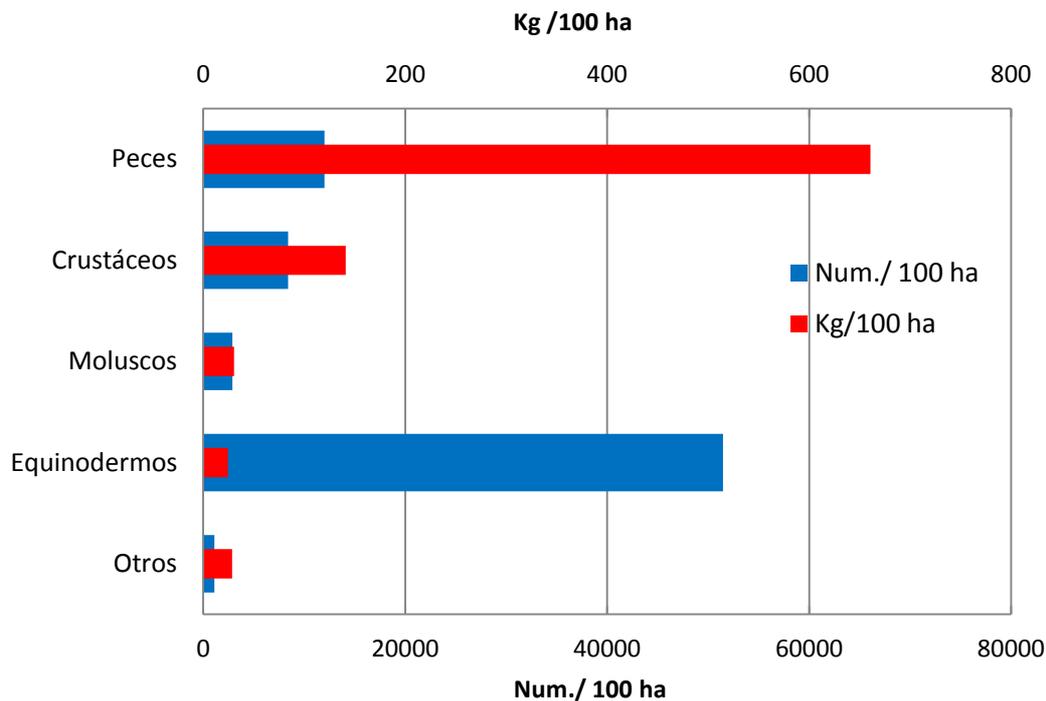


Figura 6.1.28.- Índices de abundancia (num./ha) y biomasa (Kg/100 ha) de los principales grupos taxonómicos de fauna epibentónica de fondos blandos del SCA y plataforma cercana, muestreados con arte de arrastre durante las campañas A0710, A0511 y DEMERSALES 2010 y 2011.

La Fig. 6.1.29 muestra el análisis de agrupación jerárquica de las muestras de arrastre demersal. Al igual que con el bou, los grupos de dendrograma formados se originan a partir de la combinación de profundidad y tipo de sustrato, y por tanto corresponden con EUNIS al nivel 3.

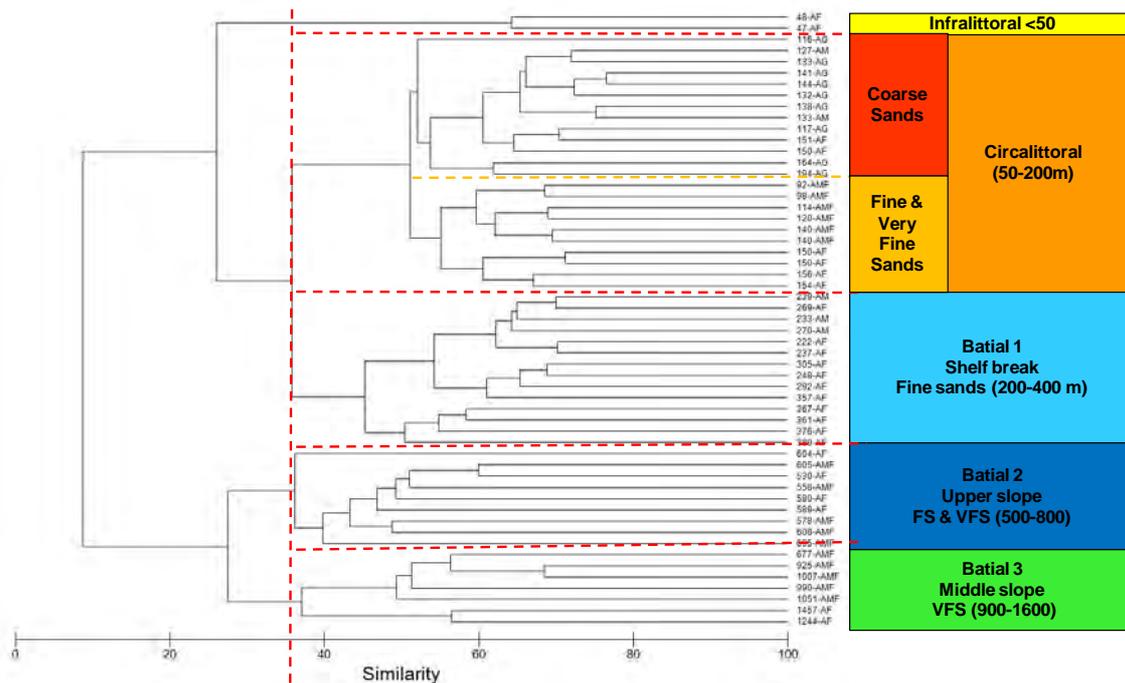


Figura 6.1.29.- Dendrograma de muestras epibentónicas de fondo blando. Etiquetas muestran profundidad y tipo de sedimento.

Seis agrupaciones demersales que se definen a un nivel de similitud del 35 %:

- Comunidad sobre arenas infralitorales (< 50 m): dominancia de peces, concretamente espáridos (aligote, *Pagellus acarne*; breca, *Pagellus erythrinus*), elasmobranquios (pintarroja, *Scyllorhinus canicula*; rayas, *Raja clavata*, *Raja montagui*), salmonete (*Mullus surmuletus*) y lenguado (*Solea solea*).
- Comunidad sobre arenas gruesas circalitorales (50-200 m): caracterizada por peces, pintarrojas (*Scyllorhinus canicula*), cucos (*Chelidonichthys cuculus*) y peces planos (*Arnoglossus imperialis*, *Lepidorhombus whiffiagonis*) y equinodermos, como la especie indicadora de baja presión pesquera, *Gracilechinus acutus*, el lirio de mar *Leptometra celtica*, y la holoturia *Parastichopus regalis*
- Comunidad sobre arenas finas y muy finas circalitorales (50-200 m): caracterizada por peces, pintarrojas (*Scyllorhinus canicula*) y peces planos (*Arnoglossus laterna*, *Lepidorhombus boscii*), cefalópodos (pulpo blanco, *Eledone cirrhosa*; sepia, *Sepia elegans*) y equinodermos, como la holoturia *Parastichopus regalis* y la estrella *Astropecten irregularis*
- Comunidad sobre arenas finas batiales de borde plataforma (200-400 m): caracterizadas por peces como el marujito *Gadiculus argenteus*, el gallo de puntos *Lepidorhombus boscii*, la maruca *Molva macrophthalma*, la locha o bertorella *Phycis blennoides*, el granadero *Coelorhynchus coelorhynchus*, y el cefalópodo *Rossia macrosoma*.
- Comunidad sobre arenas finas y muy finas batiales del talud superior (500-800 m): Dominadas por peces óseos (*Phycis blennoides*, el reloj plateado *Hoplostethus mediterraneus*, los granaderos *Coelorhynchus coelorhynchus* y *Nezumia aequalis*), tiburones (olayo, *Galeus melastomus*; negrito, *Etmopterus spinax*) y quimeras (*Chimaera monstrosa*).
- Comunidad sobre arenas muy finas batiales del talud medio (900-1600 m): la especie que más característica es el tiburón visera *Deania calcea*, seguida de otros peces como el talismán *Alepocephalus rostratus*, el granadero *Trachyrhynchus scabrus* y especies vulnerables como las esponjas *Pheronema carpentieri* y *Regardrella phoenix*.

Tabla 6.1.15.- Resultados del análisis SIMPER mostrando las especies que explican más similitud intragrupo.

Arenas infralitorales (<50 m)	Cum %	Arenas gruesas circalitorales (50-200 m)	Cum %
Average similarity: 64.2		Average similarity:	
<i>Pagellus acarne</i>	7.6	<i>Scyliorhinus canicula</i>	8.5
<i>Scyliorhinus canicula</i>	14.9	<i>Chelidonichthys cuculus</i>	16.8
<i>Raja clavata</i>	22.0	<i>Arnoglossus imperialis</i>	24.6
<i>Raja montagui</i>	28.1	<i>Gracilechinus acutus</i>	32.4
<i>Mullus surmuletus</i>	33.6	<i>Leptometra celtica</i>	37.9
<i>Solea solea</i>	39.0	<i>Parastichopus regalis</i>	42.6
<i>Pagellus erythrinus</i>	44.1	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	47.1
Arenas F / MF circalitorales (50-200 m)	Cum %	Arenas finas borde plataforma (200-400 m)	Cum %
Average similarity: 55.1		Average similarity: 52.5	
<i>Scyliorhinus canicula</i>	6.9	<i>Gadiculus argenteus</i>	8.5
<i>Arnoglossus laterna</i>	11.8	<i>Lepidorhombus boscii</i>	16.8
<i>Lepidorhombus boscii</i>	16.1	<i>Rossia macrosoma</i>	24.6
<i>Eledone cirrhosa</i>	20.3	<i>Molva macrophthalma</i>	32.4
<i>Sepia elegans</i>	24.6	<i>Phycis blennoides</i>	37.9
<i>Parastichopus regalis</i>	28.8	<i>Munida sarsi</i>	42.6
<i>Astropecten irregularis</i>	33.0	<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i>	47.1
Arenas F / MF talud superior (500-800m)	Cum %	Arenas muy finas talud medio (900-1600 m)	Cum %
Average similarity:		Average similarity: 47.7	
<i>Phycis blennoides</i>	10.1	<i>Deania calcea</i>	6.6
<i>Galeus melastomus</i>	17.7	<i>Alepocephalus rostratus</i>	13.0
<i>Hoplostethus mediterraneus</i>	23.6	<i>Chimaera monstrosa</i>	18.9
<i>Chimaera monstrosa</i>	29.3	<i>Trachyrhynchus scabrus</i>	24.1
<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i>	34.7	<i>Regardrella phoenix</i>	28.8
<i>Nezumia aequalis</i>	39.6	<i>Nymphaster arenatus</i>	33.3
<i>Etmopterus spinax</i>	44.0	<i>Pheronema carpentieri</i>	37.8

Efecto de las variables ambientales: El CCA muestra unas las afinidades ambientales muy parecidas a las descritas para las comunidades epibentónicas, y ya descritas en el dendrograma, con las arenas más gruesas en las profundidades más someras y en la masa de agua ENACW, y los fondos más profundos caracterizados por sedimentos más finos, de mayor contenido orgánico y en el dominio de la MOW (Fig. 6.1.30).

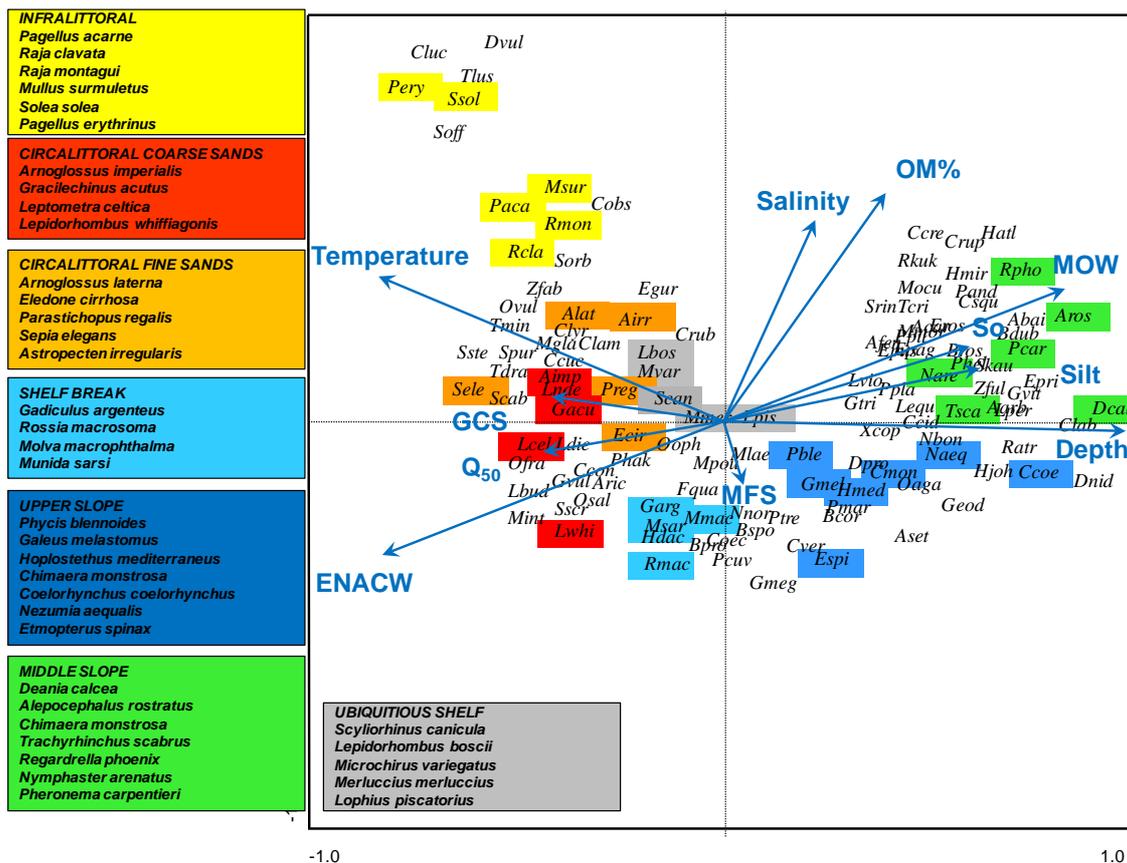


Figura 6.1.30.- Análisis de correspondencia canónica con el efecto de las variables ambientales sobre las especies demersales. Los colores representan grupos del dendrograma (= agrupaciones).

Las especies de interés comercial más abundantes en los fondos sedimentarios de toda la zona (SCA + plataforma continental) han sido la bacaladilla, la merluza, los rapes y los gallos (Tabla 6.1.16).

Tabla 6.1.16.- Índices de biomasa y abundancia de las principales especies de interés comercial.

Especie	Nombre común	Kg/100 ha	Num./100 ha
<i>Micromesistius poutassou</i>	Lirio o bacaladilla	42.91	769.58
<i>Merluccius merluccius</i>	Merluza	42.37	975.92
<i>Lophius piscatorius</i>	Rape blanco	32.02	13.24
<i>Lepidorhombus boscii</i>	Gallo de 4 puntos	30.89	401.52
<i>Trachurus trachurus</i>	Jurel	26.81	1138.34
<i>Pagellus acarne</i>	Aligote	19.48	51.93
<i>Conger conger</i>	Congrio	12.81	60.30
<i>Trachyscorpia cristulata echinata</i>	Cabracho profundidad	10.86	8.36
<i>Mora moro</i>	Farol	9.69	13.94
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Cuco	9.12	118.16
<i>Lophius budegassa</i>	Rape negro	6.54	3.49
<i>Phycis blennoides</i>	Locha o bertorella	5.66	23.70
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	Gallo	5.31	43.92
<i>Zeus faber</i>	Pez de San Pedro	5.19	13.94
<i>Nephrops norvegicus</i>	Cigala	0.82	5.23
<i>Eledone cirrhosa</i>	Pulpo blanco	5.33	25.44
<i>Loligo sp.</i>	Calamar	2.62	43.57
<i>Octopus vulgaris</i>	Pulpo	5.20	7.32

Respecto a los elasmobranquios, al igual que ocurre con otras especies, la distribución y abundancia está estrechamente relacionada con la profundidad (por lo tanto los índices de abundancia obtenidos durante estas campañas (Tabla 6.1.17) están en función de los lances que ha sido posible realizar a determinadas profundidades). Por otro lado si bien el arte de arrastre es muy apropiado para la captura de la mayoría de especies demersales, la capturabilidad en algunas especies de elasmobranquios como por ejemplo de la familia Centrophoridae es reducida por lo que los índices de abundancia de algunas de estas especies pueden estar algo subestimados. En los apartados 6.2.1.2 y 6.2.2.2 se resumen los principales resultados sobre elasmobranquios obtenidos tanto de la información de las campañas de arrastre como de embarques en palangreros, en donde se incluyen las diferentes normativas de protección que les afectan.

Tabla 6.1.17.- Índices de biomasa y abundancia de las principales especies de elasmobranquios.

Especie	Familia	Kg/100 ha	Num/100 ha
<i>Scyliorhinus canicula</i>	SCYLIORHINIDAE	76.11	239.10
<i>Centroscymnus coelolepis</i>	SQUALIDAE	40.64	5.93
<i>Raja clavata</i>	RAJIDAE	20.98	16.38
<i>Deania calcea</i>	CENTROPHORIDAE	14.97	7.32
<i>Galeus melastomus</i>	SCYLIORHINIDAE	9.54	19.52
<i>Raja montagui</i>	RAJIDAE	8.77	8.36
<i>Leucoraja naevus</i>	RAJIDAE	8.39	9.76
<i>Chimaera monstrosa</i>	CHIMAERIDAE	6.41	9.06
<i>Scymnodon ringens</i>	DALATIIDAE	4.91	2.44
<i>Deania profundorum</i>	CENTROPHORIDAE	2.33	10.11
<i>Etmopterus princeps</i>	ETMOPTERIDAE	2.18	1.05
<i>Centrophorus squamosus</i>	SQUALIDAE	2.13	0.35
<i>Etmopterus spinax</i>	DALATIIDAE	1.78	10.46
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	SCYLIORHINIDAE	1.66	9.76
<i>Centroscymnus crepidater</i>	DALATIIDAE	1.62	1.74
<i>Dipturus oxyrinchus</i>	RAJIDAE	1.31	0.35
<i>Rajella kukujevi</i>	RAJIDAE	0.89	0.70
<i>Etmopterus pusillus</i>	DALATIIDAE	0.62	1.74
<i>Galeus murinus</i>	SCYLIORHINIDAE	0.33	0.70
<i>Neoraja caerulea</i>	RAJIDAE	0.10	1.05
<i>Neoraja iberica</i>	RAJIDAE	0.05	0.35

6.1.5. Comunidades bentopelágicas

Los principales resultados obtenidos sobre las comunidades bentopelágicas presentes en el SCA se pueden resumir en los puntos abajo citados. A pesar del limitado número de muestreos en el área y el rango batimétrico cubiertos el análisis de las muestras permite avanzar:

- En base a la composición específica de estas comunidades (específicas en los grupos de peces, misidáceos, eufausiáceos, crustáceos decápodos) el *near-bottom* zooplancton de Avilés resultó ser similar al muestreado en otras áreas del Mar Cantábrico (caso del banco Le Danois - proyecto ECOMARG - y del banco de Galicia - proyecto INDEMARES), en muestreos bien paralelos, bien efectuados en el mismo periodo del año.
- En base a la biomasa estandarizada (g peso húmedo /1000 m³), los grupos dominantes fueron copépodos y cnidarios (escifozoos - medusas - y sifonóforos) (Fig. 6.1.31).
- Se detectó un aumento de la biomasa del zooplancton distribuido cerca del fondo marino en las zonas más profundas del gradiente de profundidad muestreado sobre el talud (945-1020 m) paralelo al incremento de taxones de plancton gelatinoso (Scyphozoa, Siphonophora).
- Este mismo patrón de distribución de la biomasa respecto al zooplancton gelatinoso y los grupos de cnidarios citados se ha identificado a lo largo del talud de la Cubeta Balear, entre Barcelona y el NE de Mallorca, entre 450-2250 m de profundidad, con un pico de biomasa hacia los 1000-1300 m (Cartes et al., 2013, J. Mar. Syst, proyecto ANTROMARE).
- La biomasa de zooplancton fue también elevada en la parte más somera (cabecera) del Cañón de Avilés, en la estación de muestreo correspondiente.
- Otros grupos secundarios en biomasa que siguieron el mismo patrón de aumento de biomasa a las profundidades máximas muestreadas (945-1020 m) fueron los crustáceos decápodos y los misidáceos.
- No se apreciaron otros gradientes de distribución espacial de forma clara, e.g. de W a E asociados a distinta inclinación u orientación de las paredes de cañón, o entre dentro y fuera del cañón, aunque puede que existan y no hayan sido simplemente evidenciadas por la limitación del muestreo. El muestreo efectuado fue exploratorio y no se diseñaron muestreos específicos para destacar este tipo de distribución. Tampoco por el momento se puede evidenciar ningún patrón nictemeral que ya ha sido planteado por el mismo grupo de trabajo en una reciente propuesta de proyecto presentada al MINECO.

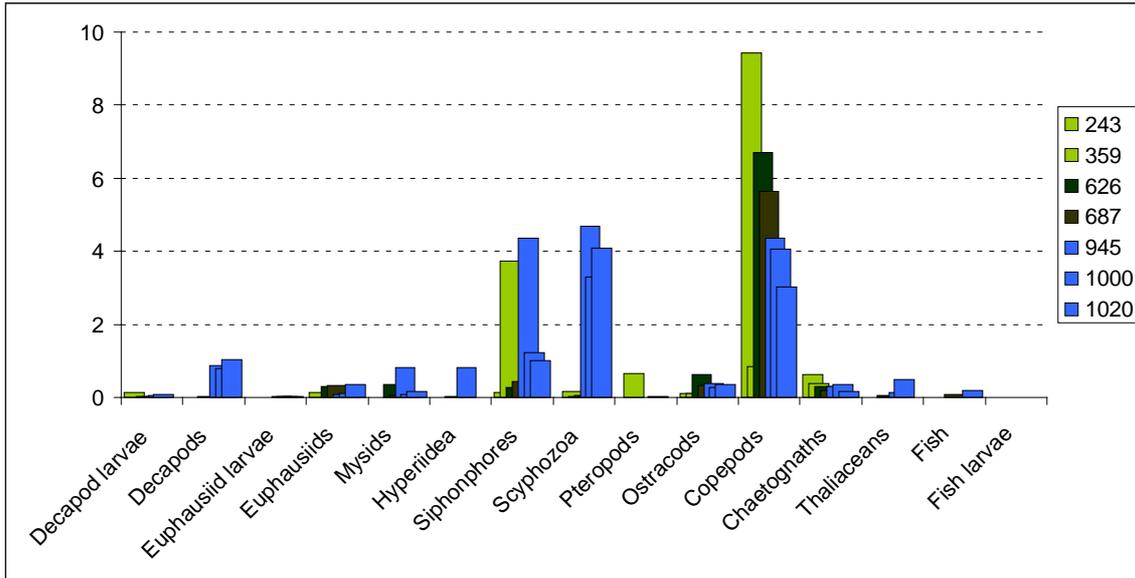


Figura 6.1.31.- Biomasa de los principales taxones de las comunidades bentopelágicas expresada en gramos de peso húmedo/1000 m³ correspondiente a las diferentes profundidades muestreadas.

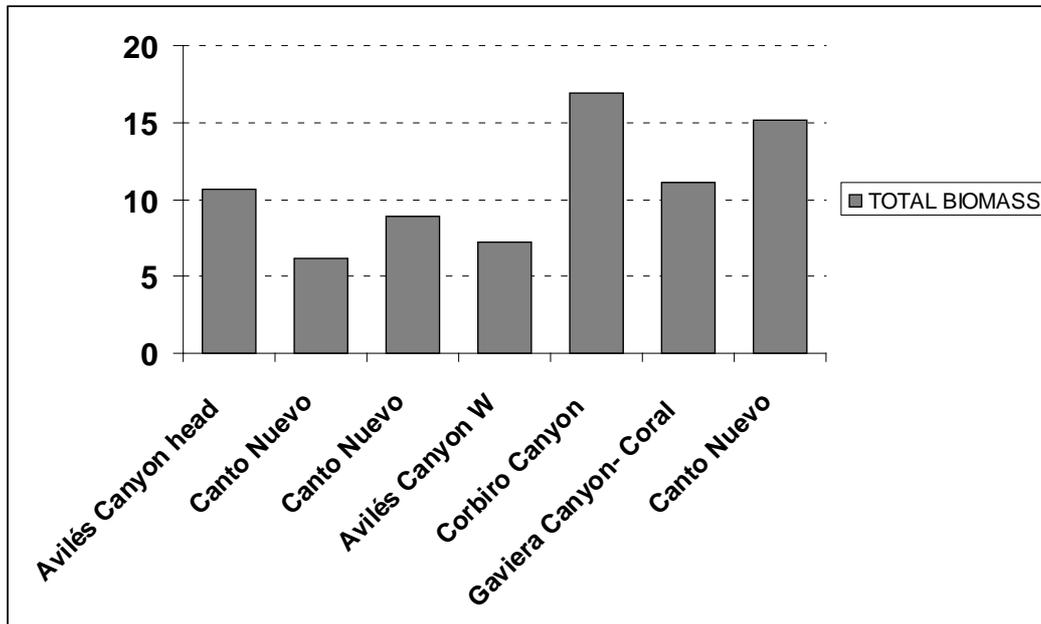


Figura 6.1.32.- Abundancia de los principales taxones de las comunidades bentopelágicas expresada en gramos de peso húmedo/1000 m³ correspondiente a las diferentes zonas muestreadas.

6.2. Resultados de estudios específicos de especies de interés

6.2.1. Especies vulnerables

Consideramos especies vulnerables aquellas que por sus características (escasas, crecimiento lento, bajas tasas de natalidad, estructura frágil, etc.) son muy sensibles a las actividades antropogénicas (capturas, contaminación, destrucción de su hábitat, etc.).

6.2.1.1. Especies bentónicas

Lophelia pertusa es una de las especies de corales coloniales con actividad bioconstructora que se encuentran en el SCA. Se han localizado en un gran número de estaciones de muestreo entre 342 y 1473 metros de profundidad, en algunas de ellas con gran densidad y abundancia formando arrecifes. Es una de las principales especies protegidas por distintas comisiones y convenios internacionales.

Madrepora oculata es junto a *Lophelia* una de las especies protegidas de corales más importantes localizadas en el SCA. Su rango batimétrico en esta área va desde los 200 hasta los 1660 metros de profundidad. La ramificación es muy variable pero con tendencia a formaciones en zig-zag. En muchas ocasiones se encuentran cohabitando y contribuyendo las dos especies por igual a la formación de arrecifes y sirviendo de soporte para otras escleractinias.

Los esqueletos de estas especies son además sustrato para otros muchos invertebrados entre los que se encuentran frecuentemente gran cantidad de esponjas como las pertenecientes a los géneros *Hymedesmia* y *Latrunculia*.

Solenosmillia variabilis presenta en el SCA una distribución batimétrica más profunda ya que se suele encontrar entre los 761 y 2291 metros de profundidad, e incluso durante los muestreos del proyecto INDEMARES se ha hallado fuera del rango batimétrico previo conocido (2034 m).

Enallopsammia rostrata es una especie de escleractinia colonial menos frecuente que las anteriores pero con rango batimétrico más profundo (990–2291m) y al igual que en *Solenosmillia*, se ha ampliado su rango de profundidad conocido hasta la fecha (1980 m).

Dendrophyllia cornígera es un coral amarillo que se ha localizado entre los 103 y los 551 m de profundidad en el área de estudio. Esta especie forma colonias en general aisladas, quizás localmente abundantes, pero no constituye formaciones comparables a las del “coral blanco” aunque sus restos muertos puedan ser abundantes. Según los datos disponibles, en lo referente al SCA, probablemente no pueda ser considerada una especie constructora en el sentido que se les da a las especies del “coral blanco”, formadoras de gruesas estructuras carbonatadas elevadas y persistentes en el tiempo.

Acanella arbuscula es una especie de la Familia Isididae conocidos como “coral bambú”, de aspecto delicado y sensible que pueden llegar a vivir cientos de años y con crecimiento lento. Sus estructuras calcáreas (entrenudos) se entremezclan con nodos proteicos de gorgonina que no tienen escleritos fusionados, lo que les da su aspecto característico.

Las esponjas carnívoras del género *Chondrocladia* actualmente presentan algo más de 30 especies descritas en todo el mundo. Se caracterizan por poseer un cuerpo pedunculado con diversos apéndices y un tipo de esqueleto particular que le permite capturar presas en lugar de filtrar el agua que les rodea. Son especies raras, de aguas frías y profundas. Gracias al empleo de vehículos submarinos se ha podido constatar la abundancia e importancia de especies de este género en el SCA.

Las especies de esponjas del género *Phakellia*, poseen en general una morfología erecta que hace que sirvan de refugio a otras especies. En algunos hábitats del SCA son especies de gran importancia ecológica

por su densidad y frecuentemente su presencia está asociada a otras especies de escleractinias como *Dendrophyllia*.

Aphrocallistes beatrix es una esponja Hexactinellida denominada comúnmente esponja de cristal por la composición silíceo de su esqueleto, por el entramado que forma y por la gran fragilidad del mismo. Puede formar arrecifes o vivir solitaria sobre sustratos duros rocosos o de naturaleza biógena. Tiene un crecimiento muy lento y sirve de sustrato para otros organismos epibiontes. En los arrecifes de esta especie se concentran un gran número de organismos haciendo que la biodiversidad sea mucho más abundante que en áreas adyacentes.

Regadrella phoenix comparte los mismos enclaves y características de fragilidad y crecimiento lento que *Aphrocallistes beatrix* si bien no es una especie formadora de arrecifes.

Pheronema carpenteri es una esponja que forma concentraciones de individuos o agregados sobre fondos sedimentarios de naturaleza fangosa. Se trata de una esponja Hexactinellida de forma globosa y gran tamaño con crecimiento lento y que sirve como sustrato para muchas especies que encuentran protección tanto en su superficie externa como en su atrio interior.

Asconema setubalense es una de las mayores especies de invertebrados bentónicos del Cantábrico, de gran inconsistencia y por tanto elevada fragilidad frente a los impactos antropogénicos debidos a los arrastres principalmente. Al igual que otras esponjas de cristal es una especie vulnerable por su crecimiento lento.

Geodia megastrella es una esponja del orden Astrophorida que vive en fondos duros de naturaleza rocosa o en cascajos. Puede formar agregaciones importantes de individuos junto con otras especies del mismo género por lo que estos hábitats están protegidos por regulaciones internacionales. Pueden llegar a tener una altura de 80 cm y un peso de más de 30 kg por lo que en los fondos donde son abundantes dominan tanto en tamaño como en biomasa. Sus estructuras esqueléticas permanecen durante mucho tiempo sobre el sustrato por lo que pueden contribuir a la formación de arrecifes reteniendo el sedimento que los rodea además de servir de protección a otras especies de invertebrados.

6.2.1.2. Elasmobranquios

En términos generales los elasmobranquios se caracterizan por ser especies de crecimiento muy lento y que presentan una productividad biológica baja debido a su tardía madurez sexual, baja descendencia y distancia entre generaciones. Todo ello explica su baja capacidad biológica de recuperación y respuesta a la presión que se ejerce sobre muchas de estas especies principalmente debido a su pesca y a otras amenazas como la contaminación y la destrucción de su hábitat. Los elasmobranquios son cruciales para mantener la salud y equilibrio de las comunidades marinas. La desaparición de estos predadores puede desestabilizar la cadena trófica y provocar muchos impactos ecológicos negativos, en la estructura y funcionamiento de las comunidades (Sánchez et al., 2005).

En el SCA se han contabilizado hasta la fecha un total de 25 especies de condriictios de fondo (Tabla 6.2.1): 2 quimeras, 10 rayas y 15 tiburones. No obstante en esta cifra no están incluidos los tiburones pelágicos ni otras especies que habitan en aguas próximas y/o más someras por lo que el número total de especies con toda seguridad supera las 40. Entre estas especies figuran algunas que dado su declive y situación actual, han sido incluidas en las listas de algunas organizaciones internacionales dedicadas a promover el desarrollo sostenible y la conservación de especies. En concreto en el SCA se encuentran algunos elasmobranquios que figuran en estas listas (Tabla 6.2.1) si bien hay que señalar que dada la distribución batimétrica y las características del hábitat donde viven algunas de estas especies (Alcázar et al., 1992; Rodríguez-Cabello et al., 2009; Sánchez et al., 2008), la estimación de su abundancia en la serie de campañas efectuadas en la zona está subestimada.

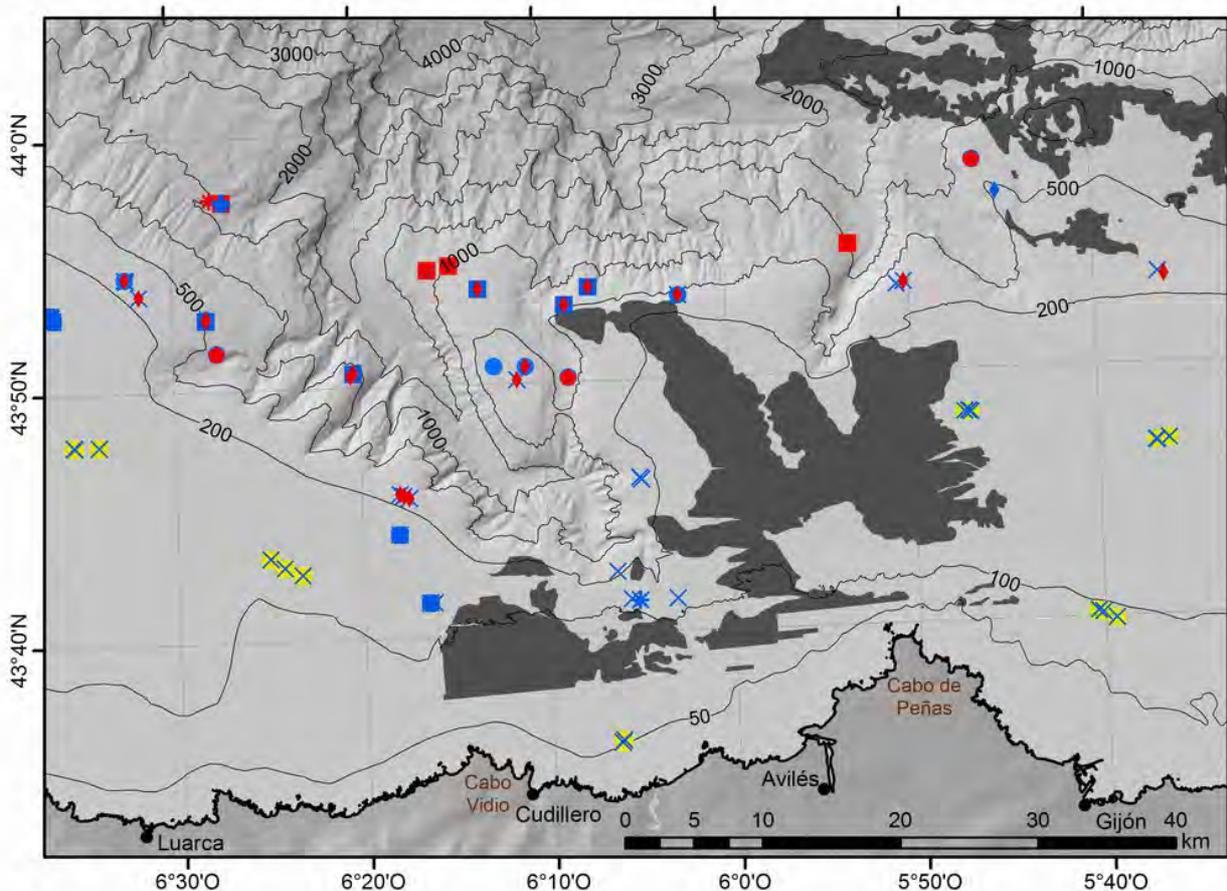
Tabla 6.2.1.- Especies de condriictios capturadas en el SCA y diferentes Convenios y Normativas de Protección que las contemplan.

FAMILIA	ESPECIE	Distribución en la zona	IUCN	OSPAR	Reglam. UE 1262/2012
CENTROPHORIDAE	<i>Deania calcea</i>	Batial	LC		X
CENTROPHORIDAE	<i>Deania profundorum</i>	Batial	LC		
CENTROPHORIDAE	<i>Centrophorus squamosus</i>	Batial	VU	X	X
CENTROPHORIDAE	<i>Centrophorus granulosis</i>	Batial	VU	X	X
CHIMAERIDAE	<i>Chimaera monstrosa</i>	Batial	NT		
CHIMAERIIDAE	<i>Hydrolagus mirabilis</i>	Batial	NT		
DALATIIDAE	<i>Dalatias licha</i>	Batial	DD		X
HEXANCHIDAE	<i>Hexanchus griseus</i>	Batial	NT		X
ETMOPTERIDAE	<i>Etmopterus spinax</i>	Batial	LC		X
ETMOPTERIDAE	<i>Etmopterus pusillus</i>	Batial	LC		
ETMOPTERIDAE	<i>Etmopterus princeps</i>	Batial	DD		X
SOMNIOSIDAE	<i>Scymnodon ringens</i>	Batial	DD		X
SOMNIOSIDAE	<i>Centroscymnus crepidater</i>	Batial	DD		X
SOMNIOSIDAE	<i>Centroscymnus coelolepis</i>	Batial	NT	X	X
SCYLORHINIDAE	<i>Galeus murinus</i> *	Batial	LC		X
SCYLORHINIDAE	<i>Galeus melastomus</i>	Batial	LC		X
SCYLORHINIDAE	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Plataforma	LC		
RAJIDAE	<i>Dipturus batis complex</i> **	Batial	CR	X	
RAJIDAE	<i>Dipturus nidarosiensis</i>	Batial	NT		
RAJIDAE	<i>Raja clavata</i>	Plataforma	NT	X	
RAJIDAE	<i>Raja montagui</i>	Plataforma	LC	X	
RAJIDAE	<i>Leucoraja naevus</i>	Plataforma	LC		
RAJIDAE	<i>Raja undulata</i>	Plataforma	EN		
RAJIDAE	<i>Raja brachyura</i>	Plataforma	NT		
RAJIDAE	<i>Neoraja caerulea</i> *	Batial	DD		
RAJIDAE	<i>Neoraja iberica</i> *	Batial	DD		
RAJIDAE	<i>Rajella kukujevi</i> *	Batial	DD		

Leyenda IUCN: LC (*Least concern*), NT (*Near threaten*), CR (*Critically endangered*), DD (*Data deficiente*), VU (*Vulnerable*), EN (*Endangered*).

* Especies capturadas por primera vez en el SCA durante las campañas INDEMARES y nuevas citas en el mar Cantábrico.

** Actualmente esta especie incluye dos especies distintas: *Dipturus cf. flossada* y *D. cf. intermedia*.



CONDRICTIOS

- | | | | |
|----------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| ● Centroscymnus crepidater | * Galeus murinus | ■ Deania profundorum | + Neoraja caerulea |
| ■ Deania calcea | * Scymnodon ringens | ▲ Dipturus nidarosiensis | ◆ Neoraja iberica |
| ▲ Etmopterus princeps | ● Raja clavata | ● Etmopterus pusillus | * Raja brachyura |
| ● Etmopterus spinax | ■ Raja montagui | ● Hydrolagus mirabilis | * Rajella kukujevi |
| ◆ Galeus melastomus | ● Chimarea Monstrosa | ● Leucoraja naevus | × Scyliorhinus canicula |

Figura 6.2.1.- Presencia de las especies de condriictios protegidos por el reglamento 1262/2012 UE (7 especies con símbolos rojos), los incluidos en las listas de OSPAR (2 en amarillo) y el resto (11 en azul) capturadas en la zona de influencia del SCA.

En la Fig. 6.2.1 se muestra la localización de las especies más vulnerables capturadas en el SCA durante las campañas DEMERSALES e INDEMARES y algunos muestreos con palangres efectuados en la zona en el marco del proyecto DEEPCON. El número de ejemplares capturados es bajo ya que estudios previos realizados hace tres décadas en la zona parecen indicar una mayor abundancia (Alcázar et al., 1992). Es de destacar que la mayor parte de los tiburones que se encuentran incluidos en la normativa del Reglamento UE 1262/2012 y que está prohibido pescarlos, se encuentran distribuidos en zonas profundas de más de 200 m (símbolos rojos en la Fig. 6.2.1).

6.2.1.3. Anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats y Convenios OSPAR

Las especies de mamíferos, reptiles y aves consideradas en los Anexos de la Directivas Europeas se presentan en informes independientes realizados por CEMMA y SEO Birdlife. Con respecto a los peces



contemplados en estas Directivas se dispone de información de la presencia en la zona de *Alosa alosa* y *Alosa fallax* procedente de la serie histórica de campañas DEMERSALES. Sin embargo a partir de 1988 no se han vuelto a capturar estas especies por lo que consideramos están en franca regresión.

La Convención para la protección del medio marino del Atlántico Nordeste (también conocida como Comisión OSPAR) adoptó la “Lista de especies y hábitats amenazados y/o en declive” que incluye entre los peces a 11 especies de elasmobranquios y 11 de teleósteos. La lista contiene especies y hábitats que deben protegerse, a fin de guiar el establecimiento de prioridades para las actividades de la Comisión OSPAR en la aplicación del Anexo V sobre la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad del área marítima. Seis especies de elasmobranquios de esta lista han sido identificadas en la zona del SCA (Tabla 6.2.1; Fig. 6.2.1), a las que hay que añadirle el reloj anaranjado (*Hoplostethus atlanticus*), presente en la zona en profundidades superiores a los 300 m.

6.2.2. Especies de interés científico

Teniendo en cuenta el desconocimiento que se tiene de las especies profundas, lo costoso de los métodos de muestreo y la dificultad tecnológica para conseguir información a medida que la orografía del terreno es complicada y se aumenta la profundidad, todas las especies que forman parte de este estudio tienen un extraordinario valor científico y por lo tanto serán objeto de publicaciones de referencia tanto en lo que se refiere a las descripciones taxonómicas de cada grupo, como al conocimiento general de esta zona del Cantábrico.

Cuando se trata además de la descripción de nuevas especies para la ciencia, su descubrimiento lleva aparejado un intenso y laborioso trabajo. Una especie nueva para que sea reconocida como tal por la comunidad científica, debe publicarse en revistas de reconocido prestigio. Esto implica que un ejemplar recolectado tiene que ser descrito de la forma más exhaustiva y completa posible, lo que conlleva, en la mayoría de los casos, disecciones, estudios anatómicos precisos, análisis con microscopios ópticos o electrónicos y en definitiva, largas jornadas en el laboratorio. Adicionalmente, una vez preparado el manuscrito con las descripciones, dibujos, gráficos, fotografías y referencias bibliográficas en el que se detallan los métodos empleados, se define el área de estudio, el material recolectado con la ubicación exacta del hallazgo, se envía al editor de una publicación científica quien a su vez después de revisarlo, lo remite a dos o tres revisores anónimos que van a juzgar no solo la validez del hallazgo sino su calidad para finalmente ser admitido, corregido o rechazado. El tiempo de publicación varía mucho en función de la agilidad de las revistas, pero en términos generales pueden pasar varios años desde que una especie es recolectada hasta que aparece publicada como especie nueva. Para comprobar que una especie no ha sido descrita anteriormente se debe además hacer una búsqueda y comprobación histórica de las especies similares del mismo género o la misma familia prácticamente desde los trabajos de Linneo y los primeros naturalistas en el siglo XVIII hasta las más recientes publicaciones, lo que conlleva un dominio de la bibliografía existente. Esta es la principal razón de que algunos de los hallazgos importantes del Proyecto INDEMARES en el SCA no se vean reflejados todavía en el presente informe y verán la luz en unos meses, lo que facilitará enormemente el conocimiento faunístico de la zona para posteriores estudios y seguimiento del ecosistema.

6.2.2.1. Especies nuevas para la Ciencia

Los estudios taxonómicos de las diferentes especies cuyo trabajo se está realizando actualmente nos indican que probablemente aportarán un número de especies nuevas para la ciencia nada despreciable.

Hasta la fecha se ha constatado la presencia de tres especies de crustáceos que han sido descritos recientemente de aguas del mar Cantábrico: los isópodos *Politolana sanchezi* (Frutos y Sorbe, 2010) y *Cornuamesus longiramus* (Kavanagh y Sorbe, 2006) y el anfípodo *Liropus cachuchoensis* (Guerra-García et



al., 2008). Estos ejemplares fueron encontrados por vez primera en los muestreos procedentes de las campañas del proyecto ECOMARG en la zona de El Cachucho.

Respecto a la zona del CSA se tienen indicios muy claros de que hay más de 20 especies que son probablemente nuevas para la ciencia. Nueve pertenecen al grupo de los crustáceos (los anfípodos de los géneros *Eusirus*, *Melphidippa*, *Stilipes*, *Syrrhoites*; el cumáceo del género *Leucon* y los isópodos de los géneros *Lipomera*, *Munnopsurus* y *Notoxenoides*). En el phylum Cnidaria hay un antipatario del género *Trissopathes* desconocido hasta la fecha así como un hidrozoo del género *Nemertesia* pendiente de su verificación y probablemente una nueva especie de *Corallium*. En el phylum Porifera hay varias posibles nuevas especies pertenecientes a los géneros *Chondrocladia*, *Asbestopluma* y *Cladorhiza* (conocidas comúnmente como esponjas carnívoras), así como otros ejemplares colonizadores de *Lophelia pertusa* y *Madrepora oculata* fundamentalmente pertenecientes a los géneros *Hymedesmia*, *Sceptrella*, *Agelas*, *Acanthopolymastia* y *Tedaniophoras*. En el Phylum Bryozoa hay un nuevo género del Orden Cheilostomatida que está siendo descrito actualmente.

6.2.2.2. Nuevas citas para aguas españolas

En determinados grupos de invertebrados bentónicos las nuevas citas para las aguas españolas serán elevadas ya que el esfuerzo que se ha realizado hasta la fecha para su estudio no ha sido intensivo. En este grupo encontraremos sin duda determinados crustáceos que forman parte del suprabentos y que se incluyen en los ordenes Amphipoda, Cumacea e Isopoda fundamentalmente.

Otro de los phyla en los que se considera que habrá una gran cantidad de nuevas citas para aguas españolas es el de las esponjas ya que los estudios realizados hasta la fecha son mayoritariamente litorales y las campañas en las que se han tomado muestras a profundidades elevadas han sido escasas y principalmente se han centrado en aguas de Canarias y del noroeste de la Península Ibérica. En este sentido hay constatadas en aguas europeas unas 100 especies, quedando restringida a 10 aproximadamente en el Golfo de Vizcaya y como se indicó anteriormente el proceso de estudio de los ejemplares procedentes del SCA arroja hasta la fecha un cómputo de 56 especies, y la investigación aún no ha finalizado.

En el grupo de los moluscos, se ha publicado nueva información sobre *Calliostoma obesulum*, especie poco común en la Península Ibérica. Los ejemplares recogidos en las campañas del SCA han servido para poder conocer la rádula, el opérculo y la protoconcha, que eran desconocidos de la descripción original (Patrocinio, Rolán y Ríos, 2011).

El trabajo taxonómico del phylum Cnidaria en el SCA se ha centrado en las escleractinias, los coralimorfarios, los antipatarios, los octocorales y los hidrozooos. Tras el análisis visual de las numerosas muestras recibidas, se ha trabajado sobre aquellas especies que a priori resultaban ser más raras o novedosas y con un interés y facilidad para la publicación más inmediato. Esa es la razón por la cual, salvo con las escleractinias, ningún grupo se ha estudiado en su totalidad. La cantidad de especies identificadas hasta el momento es elevada, lo que indica una notable biodiversidad en el SCA. Así por ejemplo, se han identificado 28 especies de escleractinias, una cifra importante si se compara con la fauna de aguas profundas en el conjunto del Golfo de Vizcaya, que ronda las 40 especies. Varias de ellas son hallazgos de gran interés, por su rareza, o por haberse encontrado fuera de sus rangos batimétricos previos conocidos. En función de lo que ha sido identificado hasta el momento, en el conjunto de campañas pueden haberse obtenido algo más de 100 especies, una cifra muy elevada si tenemos en cuenta que la fauna de cnidarios del Dominio Bentónico Profundo del sector meridional del Golfo de Vizcaya consta de unas 200 especies.

El excelente material obtenido en las campañas es de extrema importancia para la elaboración de los correspondientes volúmenes de la Fauna Ibérica actualmente en curso, al haberse recolectado ejemplares de especies muy raras y difícilmente accesibles en museos. El estudio de la fauna profunda atlántica ibérica de cnidarios, ha sido llevado a cabo mayormente por autores extranjeros que estudiaron el material obtenido en campañas asimismo extranjeras desarrolladas en general hace mucho tiempo. Por ello, al estar

depositadas en museos no españoles, el acceso a las colecciones es, necesariamente, difícil. La riqueza de las colecciones permite defender que la biodiversidad ibérica de cnidarios de aguas profundas no tiene equivalente en Europa, y son esperables numerosas publicaciones en los años venideros en las que dar cuenta de los hallazgos realizados.

Por otro lado, el excelente estado de conservación de las muestras está permitiendo el análisis genético de algunas de ellas en colaboración con laboratorios especializados. Es muy probable que de ello se deriven hallazgos taxonómicos significativos que incluyan nuevas especies o géneros en ciertos grupos caracterizados por la presencia de especies crípticas, como los zoantídeos y ciertos octocorales.

Algunos de los hallazgos interesantes realizados hasta el momento se centran en las especies *Alcyonium* cf. *graniferum* que es primera cita para aguas ibéricas y primer hallazgo desde su descripción original. *Anthomastus* sp que probablemente corresponde a una especie desconocida de aguas ibéricas. Un especie críptica de *Corallium medea* quizás no descrita cuya verificación está pendiente de localización de material tipo de especies próximas en museos. *Dendrobrachia bonsai* es primera cita de la familia Dendrobrachiidae para el Golfo de Vizcaya, cita más septentrional de la familia en aguas atlánticas y primer hallazgo de la especie desde la descripción original. *Paragorgia* cf. *johnsoni* es primera cita de la familia Paragorgiidae en aguas ibéricas. *Thouarella* cf. *grasshoffi* es primera cita del género para aguas ibéricas y para el Golfo de Vizcaya siendo además destacable que en algunas de sus colonias se ha observado un poliqueto comensal de gran interés, quizás no descrito, y actualmente en estudio. *Sideractis glacialis* incluida en Sideractiidae, nueva familia para la fauna ibérica y primera cita de la especie para el Golfo de Vizcaya (Altuna, 2012b). *Deltocyathus eccentricus*, *Flabellum chunii*, *Nemertesia falcicula* y *Streptocaulus dollfusi* son primeras citas para el Golfo de Vizcaya y citas más septentrionales (Altuna, 2012a; 2012c). *Symplectoscyphus bathyalis* es primera cita del género para la fauna ibérica (Altuna, 2012d) y *Zygophylax africana* es primera cita para la fauna europea y para la zona ERMS (Altuna, 2012c). No cabe la menor duda de que la lista de hallazgos interesantes va a aumentar significativamente en los meses venideros.

Como resultado de las campañas realizadas en la zona, se han capturado dos especies de peces que constituyen no sólo nuevas citas para las aguas españolas si no que también representan el límite norte de su distribución. Estas especies son *Odontostomop normalops* (Arronte *et al.*, 2012) y *Epigonus denticulatus* (Ruiz-Pico *et al.*, 2012).

Entre los elasmobranquios que se han encontrado por primera vez en el SCA y por tanto constituyen nuevas citas para el Cantábrico, figuran un tiburón y tres rayas. El tiburón comúnmente conocido como pintarroja islándica, *Galeus murinus* pertenece al orden Carcharhiniformes (Fig. 6.2.2A). Se trata de un tiburón de fondo, de pequeño tamaño ($L_{max}=63$ cm) que fue descrito por primera vez en 1904 al norte de las islas Hébridas. Desde entonces se han capturado más ejemplares y se ha ampliado su distribución en el Atlántico Este pero la mayoría de las capturas se concentra en el Atlántico Norte (desde Islandia hasta Francia). En el SCA se capturaron un total de 8 ejemplares (1 macho y 7 hembras) en profundidades de 1200 a 1500 m.

Se capturaron 2 ejemplares de la raya *Rajella kukujevi* (Fig. 6.2.2B) que sigue siendo una especie poco abundante y mal conocida y al igual que la pintarroja islándica siempre se han localizado al Norte (Islandia, Irlanda, Islas Faroe). Este es la primera cita de esta raya en el mar Cantábrico (Rodríguez-Cabello *et al.*, 2012). Las otras dos rayas capturadas pertenecen al Género Neoraja. Actualmente este género comprende 6 especies (sólo 2 en el Atlántico Este) y la mayoría tienen una distribución muy limitada considerándose algunas, endémicas del área donde se han capturado. En concreto una de las encontradas en el SCA, la raya pigmea ibérica, *Neoraja iberica* (Fig. 6.2.2C) se capturó y describió por primera vez en el Golfo de Cádiz, considerándose endémica de esta zona de la Península ibérica y Portugal. En el SCA se han capturado dos ejemplares, macho y hembra, de 30 y 35 cm respectivamente, a una profundidad de 657 m. La otra especie, la raya pigmea azul, *Neoraja caerulea* (Fig. 6.2.2D) por el contrario tiene su rango de distribución al Norte de Irlanda. En el SCA se capturaron 4 ejemplares juveniles entre 9 y 30 cm a una profundidad media de 1554 m.

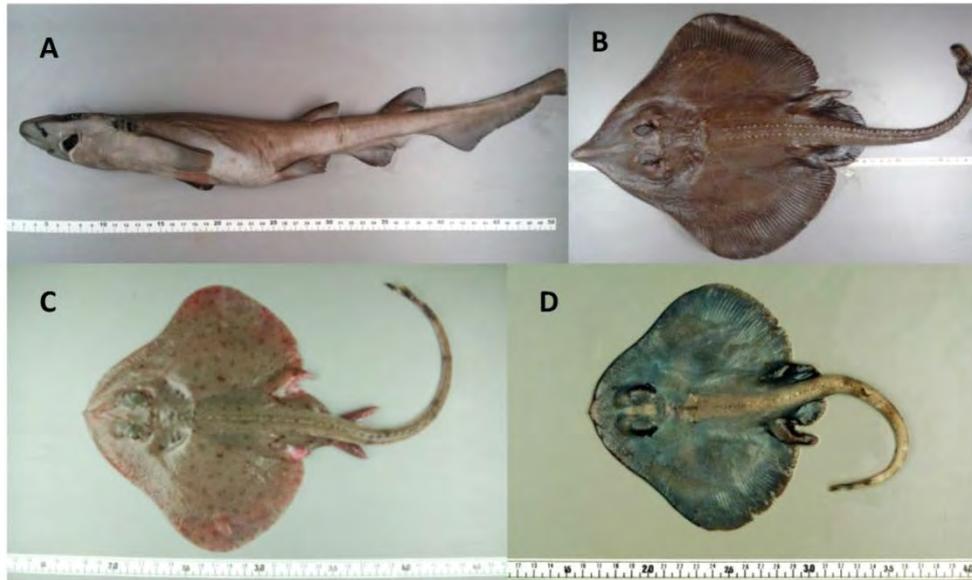


Figura 6.2.2.- Imágenes de las especies de elasmobranquios citadas por primera vez en aguas del Cantábrico, concretamente en el SCA. A) *Galeus murinus* B) *Rajella kukujevi* C) *Neoraja ibérica* D) *Neoraja caerulea*.

6.2.2.3. Otros estudios de interés

Además de las especies bentónicas vulnerables descritas en el apartado 4.2.1 de este informe, en el transcurso del reciente estudio se han detectado otras muchas especies en diferentes hábitats que por su distribución en distintas zonas del SCA, por su abundancia y elevadas densidades en algunas áreas pueden ser de gran interés ecológico. Entre ellas se encuentran el crinoideo *Leptometra celtica*, o los asteroideos del Orden Brisingida que pueden ser dominantes en fondos rocosos circalitorales; la gorgonia blanca *Callogorgia verticillata* en ocasiones forma extensos bosques y por tanto de gran importancia ecológica en los ecosistemas profundos; los campos de esponjas contribuyen a la creación de complejos hábitats tridimensionales en ambientes homogéneos expuestos a alta sedimentación y atraen numerosas especies de invertebrados móviles y peces. Los montículos o acumulaciones de coral muerto tienen una gran importancia en los ecosistemas profundos y particularmente en ciertos enclaves del SCA ya que pueden atrapar arena y fangos contribuyendo a formar la estructura del arrecife y es un hábitat importante para muchas otras especies principalmente corales, actinias y esponjas. Por último, citar de nuevo las esponjas carnívoras, (Figura 4.4) ya que además del género *Chondrocladia* comentado anteriormente se han encontrado a distintas profundidades y en diferentes enclaves, otros géneros como *Cladorhiza* y *Asbestopluma* que han destacado en la literatura científica internacional en los últimos años por su rareza y particulares hábitos de vida.

Estos y otros aspectos están siendo profundamente estudiados para llegar a una mejor comprensión del funcionamiento de los ecosistemas en el SCA y serán objeto de publicaciones de gran interés científico.



7. Descripción y distribución de hábitats y especies de interés

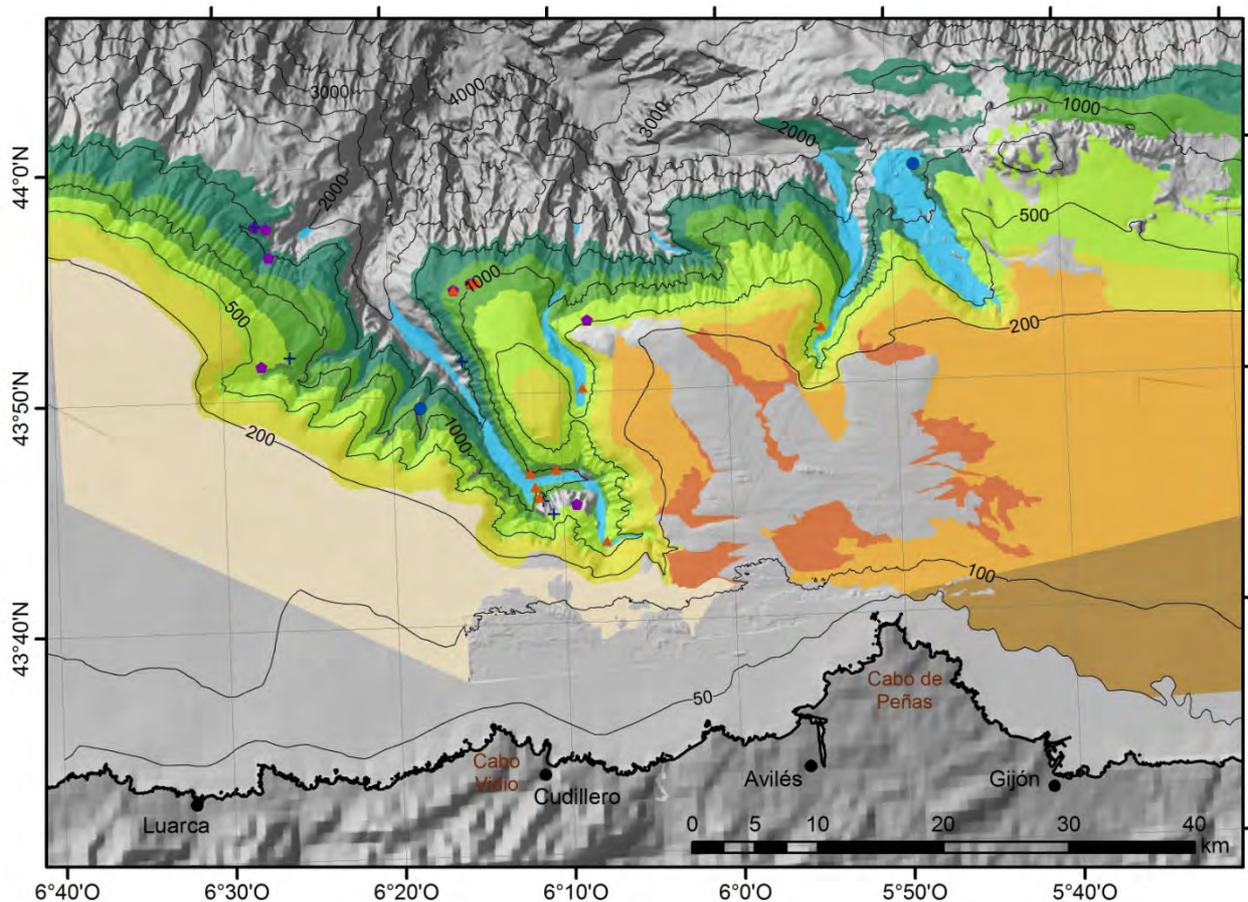
El estudio de los hábitats del SCA es una tarea difícil y costosa debido a la extrema complejidad estructural de la zona (ver sección 5.2. Geomorfología y Sedimentología), la presencia de procesos de micro y mesoescala asociados a una fuerte dinámica oceanográfica (ver sección 5.1. Hidrografía y Dinámica oceanográfica) y el elevado rango de profundidades que incluye el área de estudio (desde 100 a 4800 m). Esto implica una enorme variabilidad ambiental lo que conduce a una gran diversidad de hábitats y a una fragmentación de los mismos, ofreciendo en muchas zonas una distribución en mosaico, dificultando mucho su estudio y cartografía a gran escala (ver sección 4.11. Identificación y clasificación de hábitats). En esta sección intentaremos dar una primera aproximación de los principales hábitats identificados hasta la fecha y, por razones prácticas al objetivo de este informe, fijaremos más la atención en los hábitats considerados como vulnerables. Las representaciones cartográficas suponen una idealización de los hábitats encontrados que no deja de ser más que una interpretación muy simplificada de los mismos, salvo para el caso de los arrecifes de coral (incluidos en el hábitat 1170 de la DH) para los que se ha realizado un mayor esfuerzo de muestreo y análisis.

Se presentan a continuación los principales hábitats identificados encuadrados en dos diferentes grupos, de fondos sedimentarios y de fondos rocosos, debido a las diferentes aproximaciones metodológicas aplicadas en su estudio y que condicionan los resultados.

7.1. Descripción y distribución espacial de los principales hábitats

7.1.1. Hábitats de fondos sedimentarios

Se caracterizan por presentar facies sedimentarias de distintos tipos (arenas finas y gruesas, fangos, fondos mixtos, etc.) cubriendo el zócalo continental. En términos generales existe en la zona estudiada un gradiente hacia tipos sedimentarios más finos desde la costa (arenas muy gruesas) hacia el talud continental (limos y fangos) si bien aparecen anomalías a este patrón general, dependiendo de la geomorfología y dinámica oceanográfica (Gómez-Ballesteros et al., 2014; Ocharan et al., 1989; Lourido et al., 2014). Se han identificado hasta la fecha, diferenciando los pisos circalitoral y batial, los siguientes hábitats sedimentarios:



Hábitats sedimentarios

	Arenas gruesas circalitorales de la plataforma externa (con <i>G. acutus</i>)		Fangos batiales con <i>Acanella arbuscula</i>
	Arenas fangosas circalitorales de la plataforma media		Fangos batiales con <i>Flabellum</i>
	Arenas circalitorales de la plataforma externa (con <i>P. regalis</i>)		Fangos batiales con demosponjas carnívoras (<i>Chondrocladia</i> spp.)
	Sed. mixtos circalitorales dominados por invertebrados con <i>L. celtica</i>		Fondos detriticos de cañones submarinos con <i>Phelliactis</i> sp.
	Arenas finas batiales borde plataforma (con <i>A. irregularis</i>)		
	Arenas batiales del talud superior (con <i>P. typhlops</i>)		
	Fondos sedimentarios batiales no fangosos con erizos de cuero		
	Fangos batiales con <i>P. carpenteri</i>		
	Fondos mixtos de cañones submarinos con ondas sedimentarias		

Figura 7.1.1.- Distribución espacial de los principales hábitats sedimentarios del SCA. Los puntos de presencia se corresponden con algunos hábitats muy fraccionados no representables mediante polígonos.

7.1.1.1. Hábitats de fondos circalitorales sedimentarios

Se corresponden con los situados sobre la plataforma continental, desde el límite de distribución de las algas (sobre los 50 m de profundidad) hasta el inicio del borde continental, que en la zona de estudio se sitúa a profundidades cercanas a los 200 m. Los cuatro principales megahábitats identificados hasta la fecha son:

Arenas gruesas circalitorales de la plataforma externa (con *Gracilechinus acutus*)

LPRE: 304020600 Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales con *Gracilechinus acutus*

EUNIS: A5.15 Deep circalittoral coarse sediment

Situado en fondos de arenas gruesas y muy gruesas en profundidades entre 120 y 200 m en la región occidental de la plataforma frente al cañón de Avilés (Fig. 7.1.1). La presencia de este tipo de fondos, de fuerte componente continental (granulometría gruesa y bajo contenido en materia orgánica), está asociada a la dinámica oceanográfica y a la progresiva estrechez de la plataforma hasta llegar a la cabecera del cañón de Avilés. Estas zonas de la plataforma están sometidas a una elevada presión pesquera de arrastre (ver análisis de huella pesquera en el apartado 6.4), por lo que la estructura de las comunidades que las ocupan está profundamente alterada, disminuyendo la abundancia potencial de especies vulnerables (equinodermos) y/o sésiles (crinoideos, pennatulas) y predominando especies móviles (peces y cefalópodos). Algunas de las especies epibentónicas características de este hábitat son el erizo *Gracilechinus acutus*, el crinoideo *Leptometra celtica*, la estrella *Stichastrella rosea*, la holoturia *Parastichopus regalis* y pequeños cangrejos como *Monodaeus couchii* y *Liocarcinus marmoreus*. Las especies de peces son la pintarroja *Scylliorhinus canicula*, el cuco *Chelidonichthys cuculus*, dragoncillo (*Callionymus lyra*) y los peces planos *Arnoglossus imperiales* y *Microchirus variegatus* (Fig. 7.1.2A). Es también el hábitat de especies de interés comercial como el gallo *Lepidorhombus whiffiagonis* (Fig. 7.1.2B), la merluza, el rape y el jurel. Enterrados en los sedimentos (infauna) abundan los bivalvos *Limatula* sp. y *Tellina* sp.; los poliquetos *Pisione* sp. y *Sphaerosyllis bulbosa* y el anfípodo *Megamphopus cornutus*.

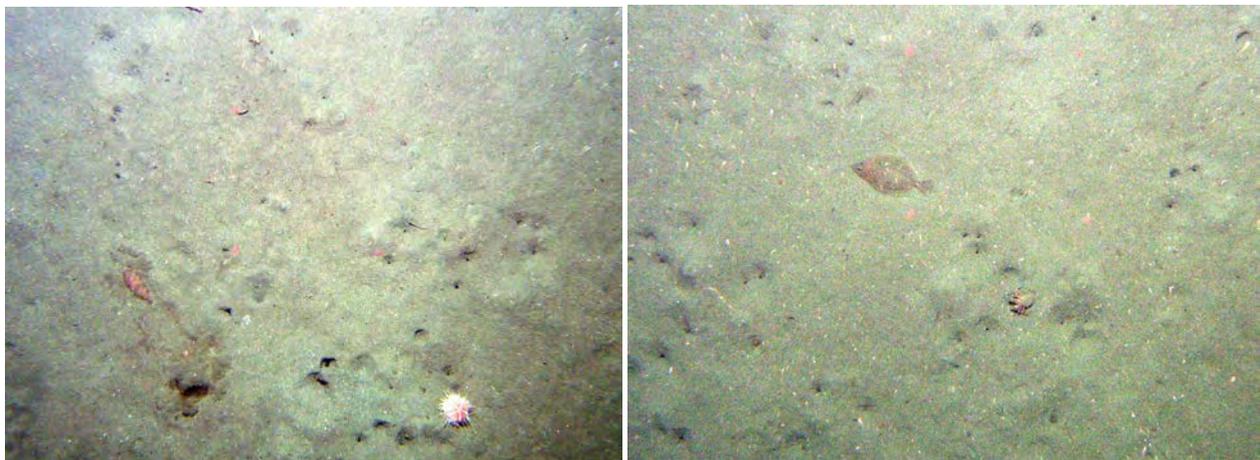


Figura 7.1.2.- Facies y especies características de las arenas gruesas circalitorales de la plataforma externa: A) *Microchirus variegatus* y *Gracilechinus acutus*; B) *Lepidorhombus whiffiagonis* y cangrejo ermitaño.

Arenas circalitorales de la plataforma externa (con *Parastichopus regalis*)

LPRE: 304030700 Fangos y fangos arenosos infralitorales y circalitorales con *Astropecten irregularis*

EUNIS: A5.27 Deep circalittoral sand

Situados en fondos de arenas medias y finas en profundidades entre 100 y 200 m en la región más oriental de la plataforma continental (Fig. 7.1.1). La presencia de sedimentos más finos se debe a los efectos topográficos que ejercen los cañones y el cabo de Peñas sobre la corriente general generando anomalías (*eddies*) y procesos sedimentarios de materias finas y MO sobre una plataforma progresivamente más amplia. Al igual que el anterior, este hábitat está muy alterado por las pesquerías de arrastre y no presenta comunidades bentónicas muy estructuradas (ver apartado 8.2). La especie epibentónica característica es la holoturia *Parastichopus regalis* (Fig. 7.1.3A), acompañada de la estrella de mar *Astropecten irregularis*. Las especies de peces son la pintarroja *Scylliorhinus canicula*, la peluda *Arnoglossus laterna*, el gallo de puntos *Lepidorhombus boscii* (Fig. 7.1.3B), la faneca plateada (*Gadiculus argenteus*) y los cefalópodos *Eledone cirrosa* (pulpo blanco) y *Sepia elegans*. Especies comerciales que habitan en esta zona son el jurel, la caballa, la merluza y la bacaladilla. Enterrados en los sedimentos abundan los nemertinos, los bivalvos (*Timoclea ovata*) y los poliquetos *Aricidea wassi*, *Aonides paucibranchiata*, *Euchone incolor*, *Galathowenia oculata* y *Aponuphis bilineata*.

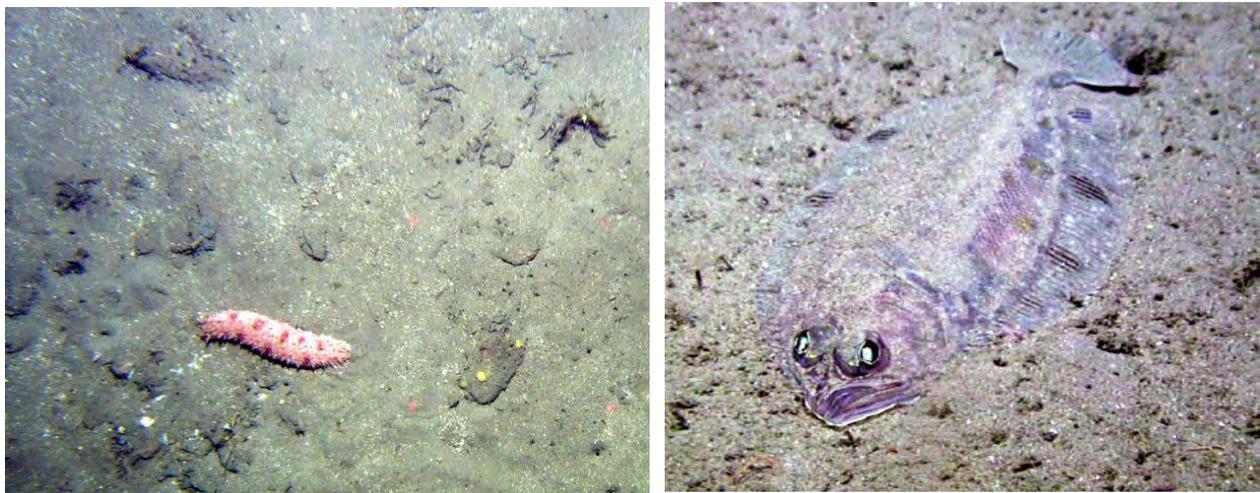


Figura 7.1.3.- Facies y especies características de las arenas circalitorales de la plataforma externa: A) holoturia *Parastichopus regalis* y B) gallo de puntos (*Lepidorhombus boscii*).

Arenas fangosas circalitorales de la plataforma media

LPRE: 304030000 Fangos y fangos arenosos infralitorales y circalitorales

EUNIS: A5.35 Circalitoral sandy mud

Es una zona de retención por el efecto topográfico del cabo de Peñas sobre la corriente general dirigida hacia el interior del Golfo de Vizcaya, dando lugar a anomalías de mesoescala (remolinos o *eddies*), situada entre los 90 y los 160 m de profundidad al Este de Peñas (Fig. 7.1.1). Los incrementos en la producción favorecen el depósito de sedimentos finos y MO. Además, estas condiciones suponen la presencia de agregaciones de reclutas de merluza (Sánchez y Gil, 2000), por lo que se establecieron vedas espacio-temporales en esta zona (playas de La Carretera y El Callejón, ver sección 8.2.1). Ambas zonas siguen el patrón de los hábitats anteriores, caracterizado por la alteración producida por la pesca de arrastre. La zona de La Carretera es más fangosa y tiene escasa presencia de organismos epibentónicos. La especie característica es la merluza *Merluccius merluccius* (juveniles; Fig. 7.1.4), acompañada del pez cinta (*Cepola rubescens*), la pintarroja y el gallo de puntos. El Callejón, más arenoso y más somero (90-110 m) está dominado también por especies móviles de peces como la pintarroja, rayas (*Raja montagui*, *Raja clavata*) y espáridos como el aligote (*Pagellus acarne*).

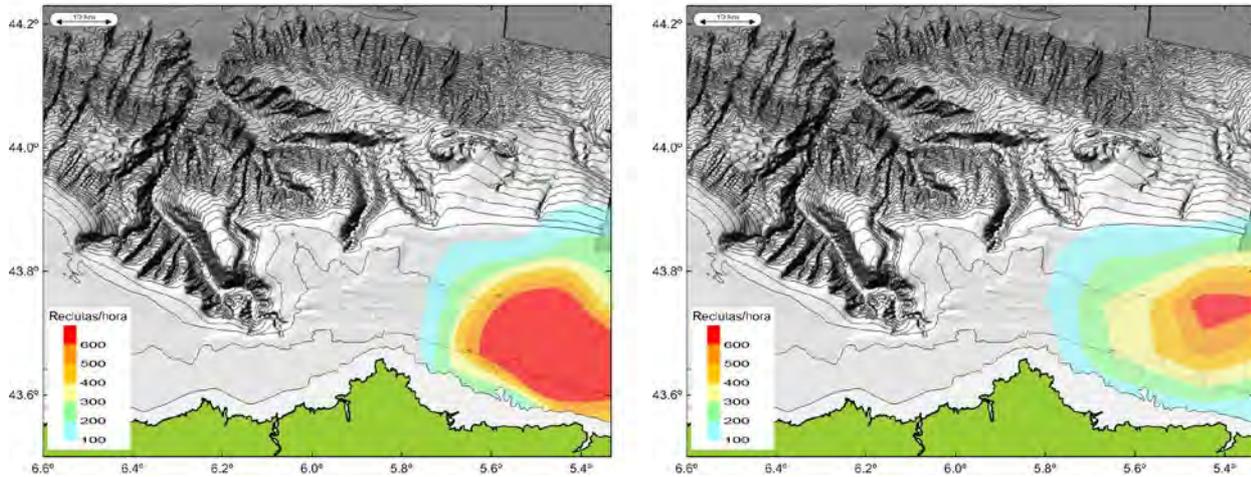


Figura 7.1.4.- Distribución de los reclutas de merluza sobre las arenas fangosas de la plataforma media en los años 2011 (izqda) y 2012 (dcha). Basado en las campañas de evaluación de recursos DEMERSALES (proyecto ERDEM).

Sedimentos mixtos circalitorales dominados por invertebrados (con *Leptometra celtica*)

LPRE: 304010000 Cantos y gravas infralitorales y circalitorales

EUNIS: A5.45 Deep circalitoral mixed sediments

Situados generalmente bordeando los afloramientos rocosos de la plataforma media, entre 120 y 180 m de profundidad, situados frente al cabo de Peñas y la cabecera del cañón de Avilés (Fig. 7.1.1). Su origen son los procesos erosivos y la dinámica circulatoria sobre las rocas próximas. Presentan facies con distintos tipos sedimentarios como arenas medias y gruesas, gravas, cantos, bloques, etc. (Fig. 7.1.5). La especie epibentónica característica es el crinoideo *Leptometra celtica*, que puede aparecer con densidades altas y que, a pesar de no figurar en directivas y convenios, es vulnerable a las presiones físicas (Colloca et al., 2004). Como fauna acompañante puede citarse la estrella *Marthasterias glacialis*, y peces demersales característicos de zonas de roca o ecotonos roca-arena cómo son la faneca (*Trisopterus luscus*), el salmonete (*Mullus surmuletus*), el ochavo (*Capros aper*), la cabrilla (*Serranus cabrilla*) y el gayano *Labrus bimaculatus*.



Figura 7.1.5.- Facies y especies características de los fondos mixtos circalitorales con *Leptometra celtica*.

7.1.1.2. Hábitats de fondos batiales sedimentarios

Son los situados a partir del inicio de la pendiente del borde continental (unos 200 m en la zona) hasta el comienzo de la llanura abisal del golfo de Vizcaya, situada a partir de 4800 m (Gómez-Ballesteros et al., 2014). Se corresponde con el borde de plataforma, talud continental y los cañones submarinos aunque por razones prácticas en este estudio sólo se han muestreado hasta un máximo de 2000 m de profundidad (talud superior). Debido a la extrema complejidad geomorfológica de la zona batial del sistema de cañones, los fondos sedimentarios se localizan principalmente en las zonas de menor pendiente: valles de los cañones y terrazas sedimentarias situadas entre el talud superior e inferior. Los principales hábitats identificados hasta la fecha son:

Arenas finas batiales del borde de plataforma (con *Astropecten irregularis*)

LPRE: 402030000 Fondos sedimentarios batiales no fangosos

EUNIS: A6.3 Deep-sea sand

Se distribuye en el comienzo del borde de la plataforma en profundidades entre 200 y 400 m, sobre fondos arenosos de gradiente granulométrico creciente (arenas finas y medias) hacia el Oeste (Fig. 7.1.1). No presenta una estructura compleja de las comunidades bentónicas, sin fauna sésil de gran porte, probablemente por acción de las presiones físicas del arrastre (Fig. 7.1.6A). Especies bentónicas características de este hábitat son la estrella *Astropecten irregularis*, el gasterópodo *Scaphander lignarius*, y los cangrejos ermitaños *Pagurus alatus* y *Anapagurus laevis* (Fig. 7.1.6B), junto con peces como la acedía de profundidad *Bathysolea profundicola*, la faneca plateada *Gadiculus argenteus*, el gallo de puntos *Lepidorhombus boschii*, la maruca *Molva macrophthalma*, la brótola de fango *Phycis blennoides* y el cefalópodo *Rossia macrosoma*. La bacaladilla (*Micromesistius poutassou*) es la especie comercial más abundante en esta zona.

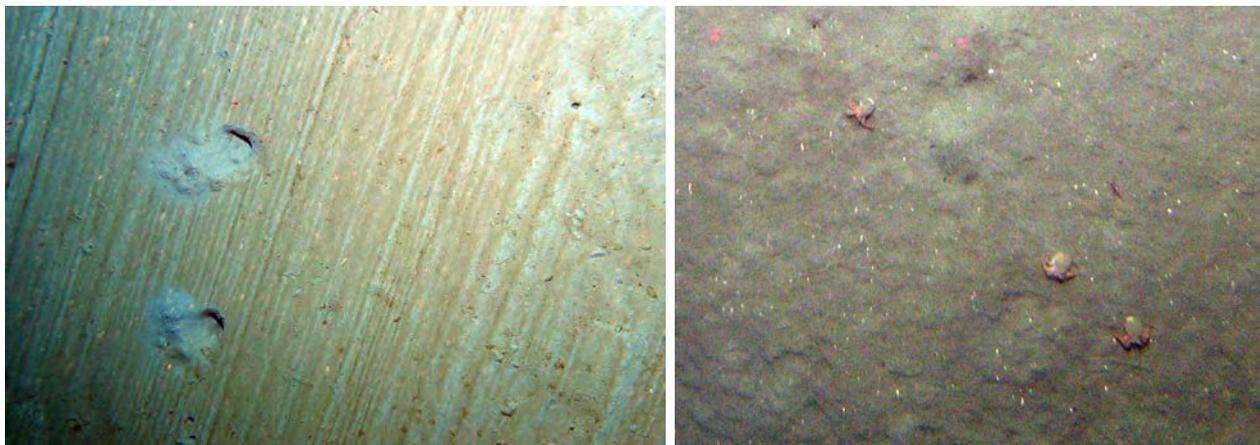


Figura 7.1.6.- Facies y especies características de las arenas batiales con *Astropecten irregularis*: A) alterado por la pesquería de arrastre (abrasión producida por el burlón) y B) cangrejos ermitaños.

Arenas batiales del talud superior (con *Polycheles typhlops*)

LPRE: 402030000 Fondos sedimentarios batiales no fangosos

EUNIS: A6.4 Deep-sea muddy sand

Este hábitat se encuentra distribuido en el talud superior en profundidades entre 400 y 700 m (Fig. 7.1.1), sobre fondos de arena fina. Debido a la profundidad y a su mayor pendiente este hábitat se encuentra menos alterado por la pesquería de arrastre (bioturbaciones Fig. 7.1.7A). La fauna dominante no incluye



especies de gran porte o megabentónicas, estando caracterizado por pequeños crustáceos bentónicos como *Polycheles typhlops* (Fig. 7.1.7B), *Pontophilus norvegicus* y los peces *Xenodermichthys copei*, *Notacanthus bonapartei*, reloj plateado *Hoplostethus mediterraneus*, los condriictios *Galeus melastomus*, *Etmopterus spinax* y *Chimaera monstrosa*, y los granaderos *Coelorhynchus coelorhynchus* y *Nezumia aequalis*. En los sedimentos abundan los poliquetos *Pterolysippe vanelli*, *Levinsenia flava*, *Magelona filiformis* y *Prionospio cirrifera* y el bivalvo *Kelliella* sp.

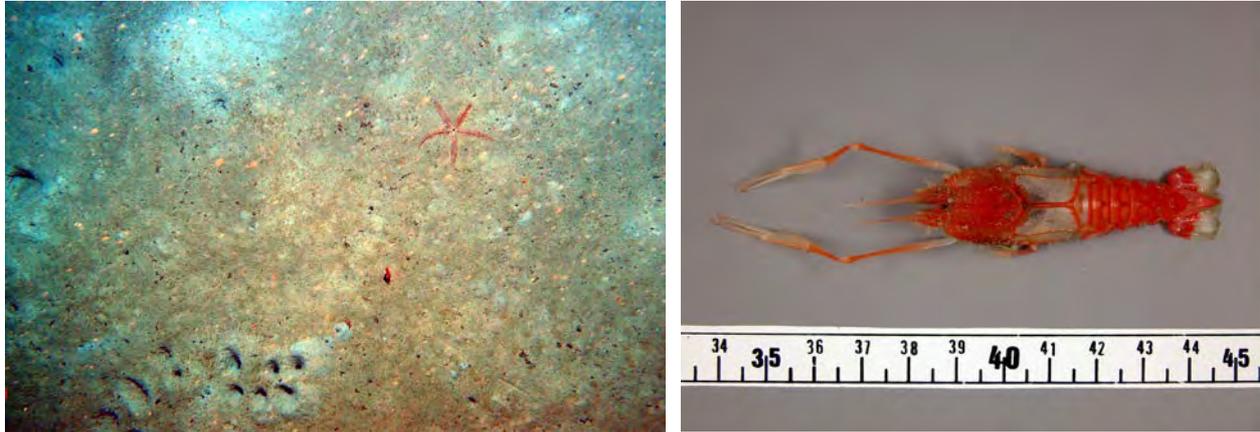


Figura 7.1.7.- Facies y especies características de las arenas finas batiales del talud superior: A) fondo con bioturbaciones y estrella ofiura y B) *Polycheles typhlops*.

Fondos sedimentarios batiales no fangosos con erizos de cuero

LPRE: 402030400 Fondos sedimentarios batiales no fangosos con erizos de cuero

EUNIS: A6.3 Deep-sea sand

Se distribuye en el talud medio en profundidades entre 700 y 1100 m sobre fondos de arenas finas y muy finas (Fig. 7.1.1). Especies bentónicas características de este hábitat son los erizos de cuero *Araeosoma fenestratum*, *Calveriosoma hystrix* y *Phormosoma placenta* (Fig. 7.1.8A), la holoturia *Benthogone rosea*, y la estrella *Psilaster andromeda*, y los peces demersales como la anguila de profundidad *Synaphobranchus kaupii*, la brótola de fango *Phycis blennoides* (Fig. 7.1.8B), el tiburón visera o zapata *Deania calcea*, el talismán *Alepocephalus rostratus*, la quimera *Chimaera monstrosa* y el granadero *Trachyrhynchus scabrus*. En los sedimentos habitan los poliquetos *Levinsenia flava* y *Aurospio dibranchiata*; el sipuncúlido *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii* y los bivalvos *Axinulus eumyarius* y *Axinulus croulinensis*.



Figura 7.1.8.- Facies y especies características de los fondos sedimentarios batiales no fangosos con erizos de cuero. A) erizos de la especie *Araeosoma fenestratum* y B) brótolas de fango y *A. fenestratum*.

Fangos batiales con *Pheronema carpenteri*

LPRE: 402020403 Fangos batiales con *Pheronema carpenteri*

EUNIS: A6.621 Facies with (*Pheronema grayi*)

Aparece en fondos de arenas muy finas y fangos en profundidades superiores a los 800 m, llegando hasta 1600 en la zona de estudio, principalmente en plataformas sedimentarias de poca pendiente situadas entre el talud superior e inferior (Fig. 7.1.1). Se caracteriza por la presencia de la esponja hexactinélida *Pheronema carpenteri*, llamada esponja nido por su aspecto (Figs. 6.1.7 y 7.1.9B), acompañada por otras especies bentónicas como el braquiópodo *Griphus vitreus*, el coral bambú *Acanella arbuscula* y el poliqueto *Hyalinoecia tubicola*. La fauna de peces más representativa incluye *Alepocephalus bairdii*, *Deania calcea*, *Trachyrinchus scabrus*, *Centrophorus squamosus*, *Lepidion eques* y *Xenodermichtis copei*. En este tipo de sedimentos habitan los poliquetos *Aurospio dibranchiata*, *Notoproctus* sp., *Nothria* sp.; el escafópodo *Antalis agilis* y el bivalvo *Thyasira succisa*.



Figura 7.1.9.- Facies y especies características de los fangos batiales con *Pheronema carpenteri*.

Fondos mixtos de cañones submarinos con ondas sedimentarias

LPRE: 402030900 Fondos detríticos profundos de cañones submarinos

EUNIS: A6.81 Canyons, channels, slope failures and slumps on the continental slope

Aparecen en las zonas más aplaceradas de los ejes de los cañones submarinos (*thalweg*), entre los 400 y 1200 m de profundidad (Fig. 7.1.1), con sedimentos de diferentes orígenes y granulometrías que le confieren una facies muy característica (Fig. 7.1.10A). Se caracterizan por presentar una fuerte dinámica oceanográfica asociada a los pulsos de las mareas, que provoca la presencia de ondas sedimentarias de diversos tipos (dunas linguadas, semilunares, etc.). Su máximo exponente en la zona es el ancho valle del cañón de La Gavierra en donde se han medido picos de corriente de más de 130 cm/s. Las especies características son el erizo de cuero *Araeosoma fenestratum*, el cangrejo real (*Chaceon affinis*), anguila de profundidad (*Synaphobranchus kaupii*), brótola de fango (*Phycis blennoides*), mora (*Mora moro*) (Fig. 7.1.10B). Son zonas muy productivas debido a los procesos de resuspensión de sedimentos, generados por la fuerte dinámica asociada a corrientes de marea y ondas internas (ver sección 5.1.2), en las que se han observado con los vehículos submarinos nubes muy densas del anfípodo *Themisto compressa*.



Figura 7.1.10.- Facies y especies características de los fondos mixtos con ondas sedimentarias: A) valle del cañón de La Gaviera y B) 3 ejemplares de *Mora moro*, un cangrejo *Chaceon affinis* y varias anguilas de profundidad *Synphobranchus kaupii* en el valle del cañón de La Gaviera.

Fondos detriticos de cañones submarinos con *Phelliactis* sp.

LPRE: 402030900 Fondos detriticos profundos de cañones submarinos

EUNIS: A6.81 Canyons, channels, slope failures and slumps on the continental slope

Aparece principalmente en los cañones con mayor aporte sedimentario (Avilés y El Corbiro) en donde coexisten sedimentos mixtos y detriticos en los cuales, a partir de un cierto tamaño (restos de conchas y/o corales, gravas, etc.), se fija la anémona *Phelliactis hertwigi* (Fig. 7.1.11B). La zona en donde se ha encontrado una mayor densidad de la especie estructurante es en el fondo de la cabecera del cañón de El Corbiro en profundidades entre 700 y 800 m (Fig. 7.1.11A). De manera fraccionada aparece a menor profundidad (hasta 300 m en las laderas de este mismo cañón y en el de Avilés (Fig. 7.1.1).



Figura 7.1.11.- Facies y especies características de los fondos detriticos de cañones submarinos: A) valle del cañón del Corbiro a 785 m y B) detalle de la anémona *Phelliactis hertwigi*.



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



Fangos batiales con demosponjas carnívoras (*Chondrocladia* sp.)

LPRE: 402020900 Fangos batiales con demosponjas

EUNIS: A6.62 Deep-sea sponge aggregations

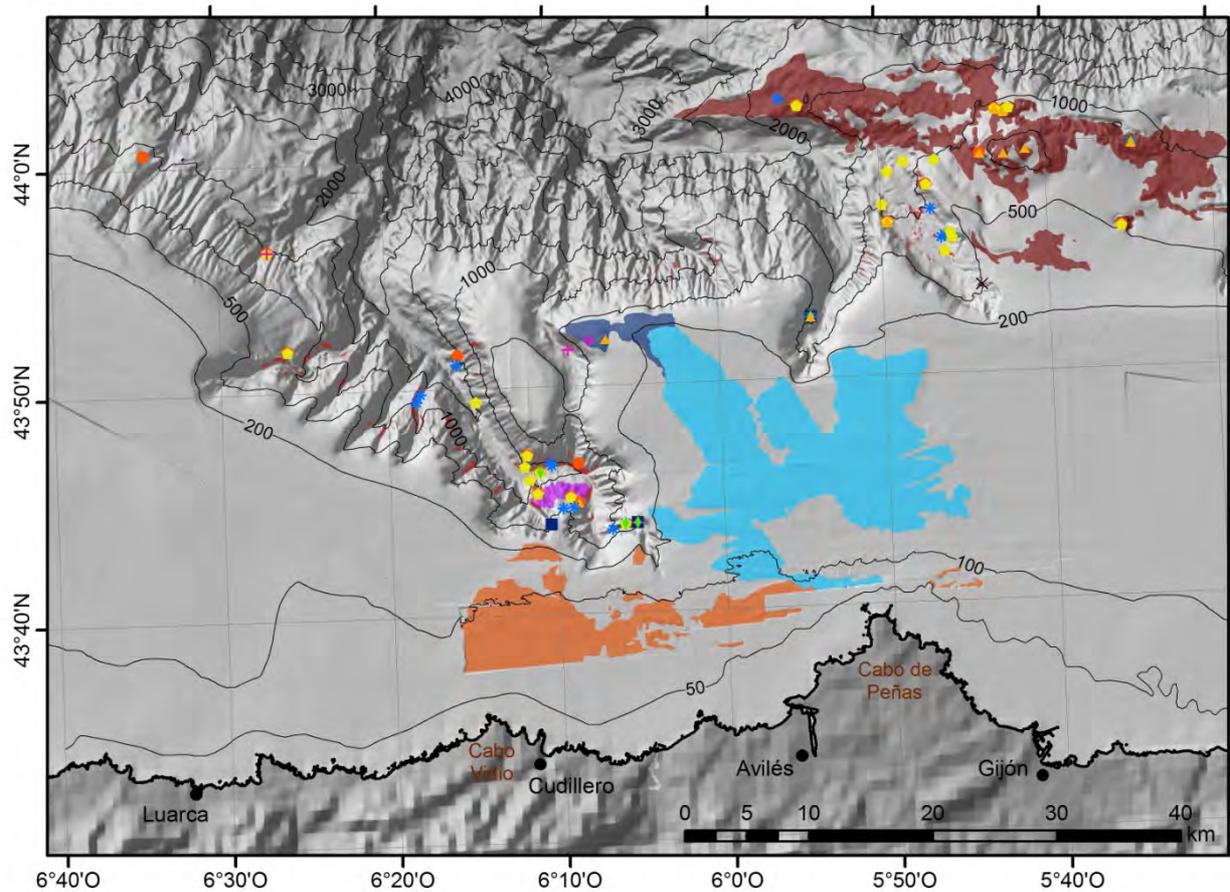
Aparecen en fondos profundos de más de 1000 m de profundidad en el eje del cañón de Avilés así como a profundidades de 700, 900 y 1200 m en el cañón de la Gaviera (Figs. 6.1.6 y 7.1.1). La máxima profundidad en la que se encontraron especies de esponjas carnívoras fue 2291 m. Normalmente se encuentran en estos fondos comunidades de Xenophyophoros, organismos unicelulares gigantes, por lo que consideramos que son hábitats relevantes debido a la singularidad e valor científico de estas esponjas y su fauna acompañante (Fig. 7.1.12).



Figura 7.1.12.- Facies y especies características de los fangos batiales con demosponjas carnívoras (*Chondrocladia* sp.). En primer término aparece un xenophyophoro, organismo unicelular gigante.

Se ha detectado la presencia de otros hábitats en fondos sedimentarios menos importantes en cuanto a superficie ocupada, como son los denominados Fangos batiales con *Acanella arbuscula* (*LPRE:* 402020100) y Fangos batiales con *Flabellum* (*LPRE:* 402020300). La distribución de estos hábitats se encuentra muy fraccionada y suelen constituir pequeñas manchas (microhábitats) dispersas situadas en el interior de otros hábitats más relevantes (Fig. 7.1.1).

7.1.2. Hábitats de fondos rocosos



Hábitats rocosos

	Roca circalitoral dominada por invert. con <i>P. ventilabrum</i> y <i>D. cornigera</i>		Roca batial con <i>Callogorgia verticillata</i>
	Roca circalitoral dominada por invertebrados		Roca batial con <i>Dendrophyllia cornigera</i>
	Roca batial		Roca batial con corales blancos
	Roca batial dominada por invertebrados con <i>L. celtica</i>		Roca batial con corales negros (<i>Leiopathes</i> , <i>Antipathes</i>)
	Roca batial colmatada de sedimentos con estrellas <i>Brisingidas</i>		Roca batial con esponjas litistidas
	Arrecife de corales profundos de <i>Lophelia pertusa</i> y/o <i>Madrepora oculata</i>		Roca batial con grandes demosponjas (<i>Geodiidae</i> y <i>Pachastrellidae</i>)
	Coral muerto compactado (coral framework)		Roca batial con grandes esponjas hexactinélidas (<i>Asconema</i>)

Figura 7.1.13.- Distribución espacial de los principales hábitats rocosos del SCA. Los puntos de presencia se corresponden con algunos hábitats muy fraccionados no representables mediante polígonos.

Se localizan sobre distintas facies de los afloramientos rocosos del zócalo continental, con escaso o nulo recubrimiento sedimentario. La representación a gran escala de la distribución espacial mediante polígonos de alguno de estos hábitats, que se encuentran normalmente en la zona muy fragmentados (en forma de mosaico) y en muchos casos en parches de escasos metros (macrohábitats), sería muy poco realista. Salvo para el caso de los arrecifes de coral, en donde se ha realizado un especial esfuerzo de muestreo visual directo georeferenciado y modelado predictivo de hábitat potencial (ver apartado 4.11), y en hábitats rocosos de cierta extensión y a bajo nivel de clasificación (nivel 3 de EUNIS) basados en cartografía multihaz, para el resto de los hábitats sobre fondos duros se ha optado por representar en la cartografía

general puntos de presencia. Si uniéramos mediante polígonos las estaciones con presencia de estos hábitats fraccionados e identificados en el sistema de cañones, como los estructurados por corales negros, gorgonias, esponjas, etc., tendríamos que hacer un mapa para cada hábitat de forma independiente ya que a gran escala muchos de ellos estarían solapados. Al mismo tiempo, la probabilidad de encontrar ese hábitat en un punto concreto dentro de su propio polígono sería casi nula, por lo que no es recomendable si esta cartografía se utiliza en la toma de decisiones en planes de gestión en una zona con importante actividad pesquera, como es el caso. Aunque se está todavía analizando la abundante información disponible (muestreos con draga de roca y transectos visuales con trineos de fotogrametría y ROV), se han identificado hasta la fecha (con solo el 10% de datos analizados), agrupados en los dominios circalitoral y batial, los siguientes hábitats de fondos rocosos y/o biógenos:

7.1.2.1. Hábitats de fondos circalitorales rocosos

Se han identificado hasta la fecha los siguientes hábitats sobre fondos rocosos (Fig. 7.1.13):

Roca circalitoral dominada por invertebrados

LPRE: 302020000 Roca circalitoral dominada por invertebrados

EUNIS: A4 Circalittoral rock and other hard substrata

Localizado sobre los afloramientos rocosos de la plataforma continental en profundidades entre 60 y 100 m. Son zonas rocosas tridimensionalmente (resaltes, cuevas fisuras, etc.) y ambientalmente (corrientes, aportes sedimentarios, etc.) complejas que no han sido muestreadas durante el proyecto, por lo que no podemos precisar a mayor resolución los hábitats de nivel 4 o 5 que contienen. El esfuerzo necesario para cartografiar con una mayor resolución espacial los diferentes hábitats incluidos en esta denominación era inabordable en este proyecto, centrado principalmente en la zona batial. Se muestra únicamente su distribución espacial basada en cartografía acústica multihaz (Fig. 7.1.13).

Roca circalitoral dominada por invertebrados con *Phakellia ventilabrum* y *Dendrophyllia cornigera*

LPRE: 302021300 Roca circalitoral dominada por invertebrados con *Phakellia ventilabrum* y *Dendrophyllia cornigera*

EUNIS: A4.121 (*Phakellia ventilabrum*) and axinellid sponges on deep circalittoral rock

Localizado sobre los afloramientos rocosos de la plataforma continental en profundidades entre 80 y 180 m (Fig. 7.1.13). Son zonas rocosas, en algunos casos con recubrimiento sedimentario, en donde coexisten la esponja exactinelida de copa *Phakellia ventilabrum* y el coral amarillo *Dendrophyllia cornigera*, con distintos grados de densidad (Fig. 7.1.14). Los máximos de densidad observados han sido de 4.8 colonias por m² para el coral amarillo y 2.7 esponjas por m². Otras especies bentónicas abundantes son el crinoideo *Leptometra celtica*, el erizo *Gracilechinus acutus*, la estrella *Marthasterias glacialis*, la holoturia *Parastichopus regalis* y las gorgonias *Acanthogorgia* spp. y *Eunicella* spp. Son particularmente abundantes las esponjas incrustantes amarillas que pertenecen a diferentes órdenes, principalmente Hadromeridas, Halichondridas y Poeciloscleridas. Peces: faneca *Trisopterus luscus*, cabrilla *Serranus cabrilla*, cabrachos *Scorpaena* spp., salmonete *Mullus surmuletus*, tabernero *Acantholabrus palloni*. Este hábitat se encuentra muy extendido en los afloramientos rocosos de la plataforma media del Mar Cantábrico (Sánchez et al., 2009). Al igual que para el hábitat anteriormente descrito, estas zonas rocosas circalitorales presentan una estructura compleja, con resaltes, pendientes, oquedades, diversos grados de exposición y sedimentos, etc. que condiciona la presencia de otros muchos micro y macrohábitats sobre los que no se dispone de la suficiente información como para realizar una cartografía detallada.

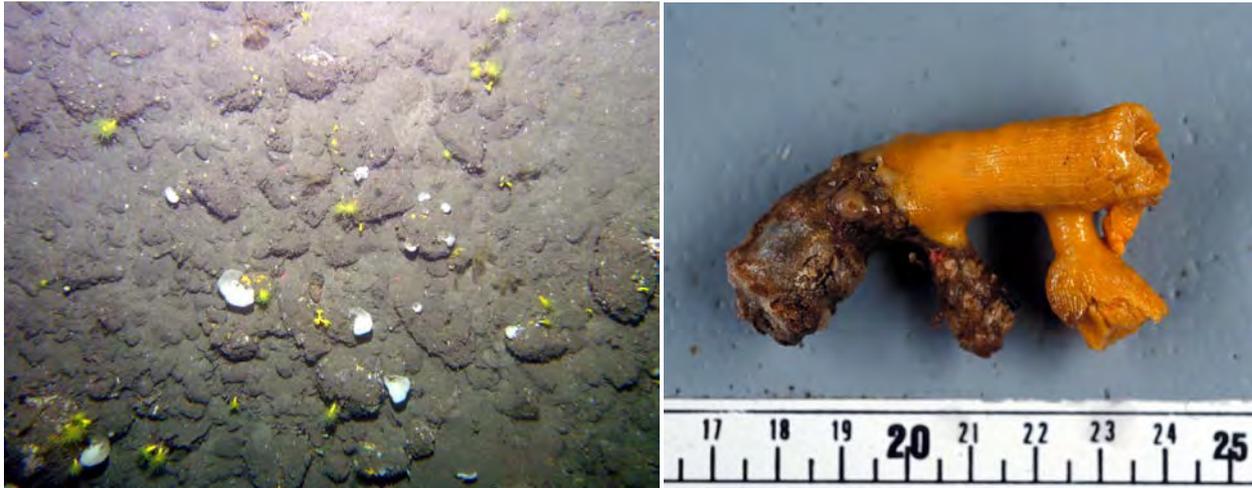


Figura 7.1.14.- A) Facies y especies características de la roca circalitoral dominada por *Phakellia ventilabrum* y *Dendrophyllia cornigera* y B) Detalle del coral amarillo (*D. cornigera*).

7.1.2.2. Hábitats de fondos batiales rocosos

Se han identificado hasta la fecha los siguientes (Fig. 7.1.13):

Roca batial

LPRE: 401010000 Roca limpia batial

EUNIS: A6.11 Deep-sea bedrock

Localizado sobre los afloramientos rocosos del talud superior de la región oriental de la zona de estudio, en profundidades entre 400 y 3000 m (Fig. 7.1.13). Son zonas rocosas muy profundas que no han sido muestreadas suficientemente durante el proyecto por lo que no podemos precisar a mayor resolución los hábitats de nivel 4 o 5 que contienen, ni el grado de cobertura biógena vulnerable. Se muestra únicamente su distribución espacial basada en cartografía acústica multihaz y superpuesta de forma puntual la presencia de hábitats más concretos de corales blancos, antipatarios, esponjas litistidas, etc.

Roca batial dominada por invertebrados con *Leptometra celtica*

LPRE: 302021500 Roca circalitoral dominada por invertebrados con *Leptometra celtica*

EUNIS: A6.11 Deep-sea bedrock

Localizado sobre los afloramientos rocosos y fondos mixtos situados principalmente entre las cabeceras de los cañones y borde continental, en profundidades entre 180 y 300 m (Fig. 7.1.13). Supone una continuación en profundidad del hábitat “Roca circalitoral dominada por invertebrados con *Phakellia ventilabrum* y *Dendrophyllia cornigera*” (existe una gradación entre ambos) y en zonas con mayor dinámica oceanográfica (transporte horizontal) que facilita las estrategias adaptativas de los crinoideos para capturar alimento (Fig. 7.1.15). Presenta densidades importantes del crinoideo *Leptometra celtica* (>10 individuos/m²) que, a pesar de no figurar en listados de vulnerabilidad, esta especie genera hábitats complejos y vulnerables (Colloca et al, 2004). Especies acompañantes son esponjas incrustantes del Orden Poecilosclerida,



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



fundamentalmente de los géneros *Hymedesmia* y *Clathria* aunque también hay numerosos ejemplares incluidos en las Familias Axinellidae y Polymastiidae y en el Orden Haplosclerida.



Figura 7.1.15.- Facies y especies características de la roca batial dominada por invertebrados con el crinoideo *Leptometra celtica* y esponjas incrustantes.

Roca batial con *Dendrophyllia cornigera*

LPRE: 401010800 Roca limpia batial con *Dendrophyllia cornigera*

EUNIS: A6.61 Communities of Deep-sea corals

Aparece en fondos de fuerte pendiente y resaltes rocosos del comienzo del talud y cabeceras de cañones en profundidades entre 200 y 400 m (Fig. 7.1.13). Los corales amarillos del Género *Dendrophyllia* (Fig. 7.1.16A) y las esponjas *Phakellia* son los componentes principales de este hábitat característico al que se asocian otras especies de invertebrados (gorgonias, corales solitarios como *Desmophyllum* sp., moluscos como *Acesta excavata*, esponjas incrustantes, etc.) desde el piso circalitoral hasta mayores profundidades (Fig. 7.1.16B).

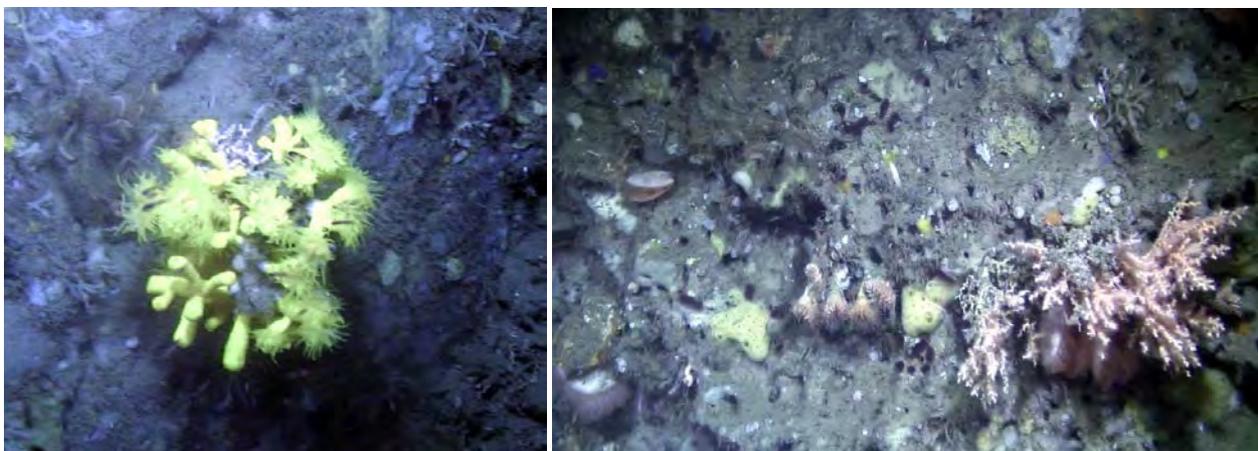


Figura 7.1.16.- Facies y especies características de la roca batial con *Dendrophyllia cornigera*.



Roca batial con corales blancos

LPRE: 401011200 Roca limpia batial con corales blancos

EUNIS: A6.61 Communities of Deep-sea corals

Muy fragmentado, aparecen en zonas de la periferia de los arrecifes, en resaltes rocosos en valles de los cañones y paredes rocosas de fuerte pendiente de las cabeceras de los cañones (Figs. 7.1.13 y 7.1.17). Las especies de escleractinias coloniales características en este entorno son *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa* y *Solenosmilia variabilis* consideradas como las típicas constructoras de coral blanco en el Golfo de Vizcaya. Además de la presencia ocasional de *Enallopsammia rostrata* aparecen otras especies de menor tamaño asentadas en esta zona como son *Aulocyathus atlanticus*, *Caryophyllia abyssorum*, *C. atlantica*, *C. sarsiae*, *C. smithii*, *Deltocyathus moseleyi*, *Desmophyllum cristagalli*, *Flabellum alabastrum*, *Javania cailleti*, *Monomyces pigmaea*, *Stephanocyathus nobilis*, *Vaughanella concinna* y *Balanophyllia thalassae* (Altuna, 2012a). Son destacables las colonias discretas de *Madrepora oculata* en resaltes rocosos de la cabecera del cañón de Avilés a partir de 200 m de profundidad (OCEANA, 2009; Orejas et al., 2010).

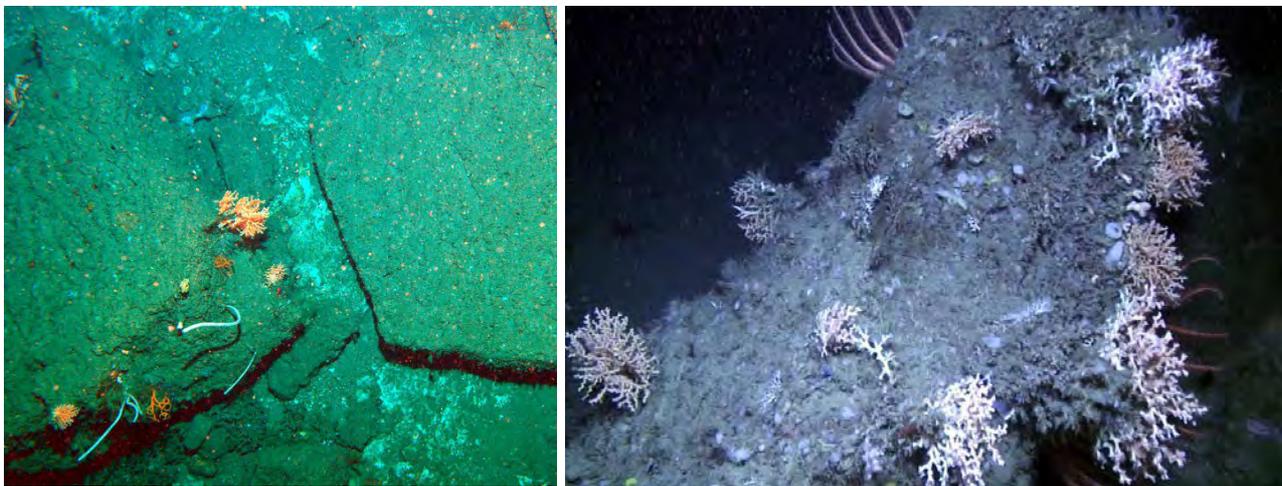


Figura 7.1.17.- Facies y especies características de la roca batial con corales blancos.

Roca batial colmada de sedimentos con estrellas Brisingidas

LPRE: 401020000 Roca batial colmada de sedimentos

EUNIS: A6.2 Deep-sea mixed substrata

Muy característico de las especiales condiciones oceanográficas de la cabecera del cañón de Avilés, cercano a fondos sedimentarios, y a partir de los 600 m de profundidad (Fig. 7.1.13). Las especies estructurantes son estrellas de las especies *Brisinga endecacnemos* y *Novodina pandina*, se fijan al sustrato duro para extender sus brazos o bien, en el caso de existir, al arrecife de coral (Fig. 7.1.18). Existe una fuerte dependencia de estas comunidades de los procesos de sedimentación y aportes de materia orgánica particulada (POM) asociadas a fondos batiales muy productivos, como es la cabecera del cañón de Avilés. En esta zona existe un fuerte solapamiento de este hábitat con el arrecife de coral, ocupando la posición más somera (600-800 m) el caracterizado por las estrellas Brisingidas.



Figura 7.1.18.- Facies y especies características de la roca batial colmada de sedimentos con estrellas Brisingidas.

Arrecife de corales profundos de *Lophelia pertusa* y/o *Madrepora oculata*

LPRE: 403030100 Arrecifes de corales profundos de *Lophelia pertusa* y/o *Madrepora oculata*

EUNIS: A6.611 Deep-sea (*Lophelia pertusa*) reefs

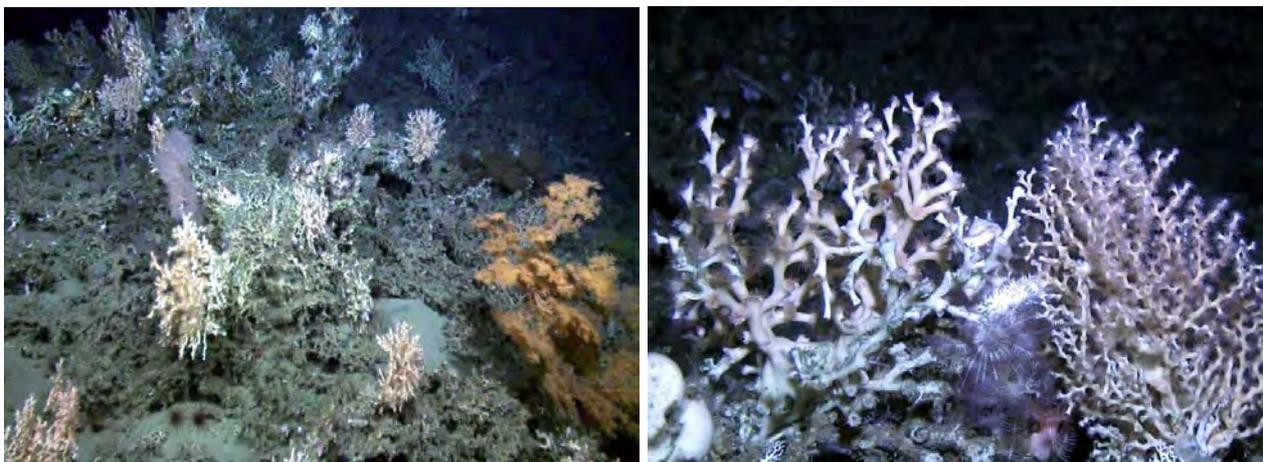


Figura 7.1.19.- Facies y especies características del arrecife de corales profundos: A) arrecife en el cañón de La Gaviera y B) especies estructurantes, *Lophelia pertusa* (izqda) y *Madrepora oculata* (dcha).

Se han identificado y cartografiado arrecifes bien estructurados por las escleractinias *Lophelia pertusa* y *Madrepora oculata* en zonas concretas de la cabecera del cañón de Avilés (Figs. 7.1.13 y 7.2.1) y particularmente en el cañón de La Gaviera (Figs. 7.1.13 y 7.2.2). Su presencia está relacionada con procesos de producción basados en la dinámica oceanográfica (pulsos de fuertes corrientes asociadas a las mareas) en combinación con resaltes rocosos y/o fuertes pendientes en sus flancos que limitan la sedimentación sobre las colonias (Sánchez et al., 2014). En algunas localizaciones del cañón de La Gaviera han generado montículos (*mounds*) carbonatados de hasta 30 m de altura, con un arrecife mas desarrollado y vital en sus cimas (Fig. 7.1.19A). El rango de profundidades de su distribución suele estar entre 700 y 1200 m, que se corresponden con densidades del agua entre 27.35 y 27.65 kg m⁻³ (Fig. 5.1.2) lo que está en consonancia con otros arrecifes descritos en el Atlántico y la teoría de dispersión de sus huevos y larvas en la columna de agua. Las dos especies estructurantes (Fig. 7.1.19B) se encuentran acompañadas por una gran diversidad de

organismos, entre los que destacan corales negros (*Leiopathes* spp., *Stichopathes* spp.), esponjas de cristal (*Regradella phoenix* y *Aphrocallistes beatrix*), erizos (*Araeosoma fenestratum* y *Cidaris cidaris*), crustáceos (*Bathynectes maravigna* y *Chaceon affinis*), ceriantarios y anémonas (*Cerianthus lloiddii* y *Phelliactis hertwigii*) y peces como *Neocyttus helgae*, *Lepidion eques*, *Phycis blennoides*, *Trachyscorpia cristulata echinata* entre otras muchas especies típicas de los arrecifes de corales de aguas frías del Atlántico. Es el hábitat con mayor biodiversidad identificado en el SCA.

Roca batial con corales negros (*Leiopathes*, *Antipathes*)

LPRE: 401011500 Roca limpia batial con corales negros (*Leiopathes glaberrima* y *Antipathes dichotoma*)

EUNIS: A6.61 Communities of Deep-sea corals

Muy fragmentado y principalmente en zonas profundas de los cañones a más de 600 m (Fig. 7.1.13). En algunos casos aparecen formando pequeñas agregaciones en el interior de los arrecifes de coral pero la forma más común de encontrarlos es en pequeños afloramientos rocosos rodeados de zonas sedimentarias relativamente aplaceradas de la zona batial (Fig. 7.1.13 y 7.1.20). Son de destacar los grandes antipatarios (*Leiopathes*) de más de 1.5 m de altura encontrados en la montaña GC5 (*Liropus mound*; Sánchez et al., 2014) a 1200 m en el cañón de La Gaviera (Fig. 7.1.20A) y en el talud Sur del Canto Nuevo (Fig. 7.1.20B). Géneros representativos en el SCA son *Bathypathes*, *Trissopathes*, *Parantipathes* o *Leiopathes*. Este tipo de fauna está asociada fundamentalmente a sustratos duros de naturaleza biógena y calcárea (como los corales) y también a fondos rocosos. Al igual que el arrecife de *Lophelia* este hábitat presenta unos índices de biodiversidad muy elevados y es extremadamente vulnerable.

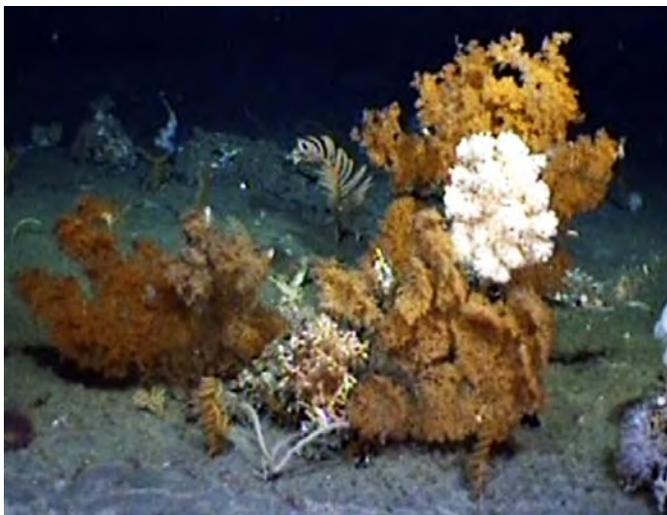


Figura 7.1.20.- Facies y especies características de la roca batial con corales negros: A) cañón de La Gaviera (*Leiopathes*, *Stichopathes*, *Bathypathes*) y B) cañón de Avilés (*Leiopathes*).

Montículos (*mounds*) de coral muerto compactado

LPRE: 401020400 Roca batial colmatada de sedimentos con restos de antiguos arrecifes de corales blancos (*Lophelia pertusa*, *Madrepora oculata*, *Dendrophyllia* sp.)

EUNIS: A6.6 Deep-sea bioherms

Se han localizado varios montículos carbonatados con compactado de coral muerto (*dead coral framework*) en la cabecera del cañón de La Gavieta, entre 400 y 500 m de profundidad (Fig. 7.1.13). Su origen debe de estar asociado a un arrecife vivo de tiempos pasados (Fig. 7.1.21). Presenta una gran diversidad de especies bentónicas en este sustrato biógeno, como el coral *Acanella arbuscula*, anémonas (*Phelliactis hertwigi*), ceriantarios (*Cerianthus lloidi*).



Figura 7.1.21.- Facies y especies características de los montículos (*mounds*) de coral muerto. A la dcha se puede observar el coral *Acanella arbuscula* y anémonas (*Phelliactis hertwigi*).

Roca batial con *Callogorgia verticillata*

LPRE: 401010400 Roca limpia batial con *Callogorgia verticillata*

EUNIS: A6.61 Communities of Deep-sea corals

Aparece con mayor densidad en las paredes de los cañones, en profundidades superiores a 500 m y en fondos rocosos con escasa o nula cobertura sedimentaria y con fuerte dinámica oceanográfica (Fig. 7.1.13). No se han identificado hasta el momento zonas con cobertura importante de estas gorgonias como las existentes en El Cachucho (Banco Le Danois).

Roca batial con grandes esponjas hexactinélidas (*Asconema*)

LPRE: 401010600 Roca limpia batial con grandes esponjas hexactinélidas (*Asconema*)

EUNIS: A6.62 Deep-sea sponge aggregations

Aparece en profundidades superiores a 200 m y en fondos rocosos con cierta cobertura sedimentaria (Fig. 7.1.13). En algunos casos coexiste en los mismos fondos con la gorgonia *Callogorgia verticillata* pero no soporta grandes corrientes (dinámica de transporte horizontal) por lo que no es una especie muy abundante. Estas esponjas de gran tamaño pueden albergar comunidades bentónicas de gran interés (Fig. 7.1.22).

Roca batial con grandes demosponjas (*Geodiidae* y *Pachastrellidae*)

LPRE: 401012100 Roca limpia batial con grandes demosponjas (p. ej. *Geodiidae*)

EUNIS: A6.62 Deep-sea sponge aggregations

Han aparecido principalmente en las cabeceras de los cañones de Aviles y El Corbiro (Fig. 7.1.13). Las grandes demosponjas asociadas a sustratos rocosos batiales, se destacan como importantes elementos del acoplamiento bento-pelágico en hábitats profundos y contribuyen en gran medida al reciclado trófico de la



materia orgánica. La lista de especies asociadas a poríferos de las familias Geodiidae y Pachastrellidae que se están estudiando en el SCA puede ser extensa e incluye incluso otras esponjas epibiontes y otros filos de invertebrados como especies acompañantes. Destaca la presencia de esponjas Astrophoridas como *Geodia megastrella*, *G. pachydermata* y *Erylus granularis* además de las epibiontes de los corales, pertenecientes la mayoría al Orden Poecilosclerida y que se incluyen en los géneros *Desmacella*, *Hamacantha*, *Hymedesmia* y *Latrunculia* entre otras.



Figura 7.1.22.- Un ejemplar de la esponja *Asconema setubalense* con su fauna asociada. Se pueden observar numerosos ejemplares de crinoideos *Leptometra celtica*.

Roca batial con esponjas litístidas

LPRE: 401012300 Roca limpia batial con esponjas litístidas

EUNIS: A6.62 Deep-sea sponge aggregations

Las esponjas Litistidas, entre ellas algunos ejemplares de la Familia Corallistidae son de extraordinaria dureza, y se han encontrado en determinadas zonas del SCA y sobre todo en el afloramiento rocoso Agudo de Fuera (Fig. 7.1.13), dominando hábitats por su tamaño y abundancia o incluso por sus esqueletos formados por espículas síciceas fusionadas, que permanecen acumuladas en la zona.

En la Tabla 7.1.1 se muestra un resumen de los hábitats identificados hasta la fecha, con sus equivalencias en la Lista Patron de Referencia Estatal (Templado et al., 2012) y EUNIS (Davies et al., 2004), incluyendo sus superficies de ocupación y si pertenecen a alguno de los tipos incluidos en la Directiva de Hábitats. También se indican los hábitats vulnerables identificados en la zona que se van a incluir en la propuesta de INDEMARES para ser incorporados en la DH (ver sección 10.1.2).

Tabla 7.1.1.- Superficie de ocupación de los hábitats identificados en el Sistema de Cañones Submarinos de Avilés.
DH: Clasificación según la Directiva de Hábitats o P: Propuesta INDEMARES a incluir en DH.

Código LPRE	DH	Superf. (ha)	Habitat identificado	EUNIS
304020600	-	55720.79	Arenas gruesas circalitorales de la plataforma externa (con <i>Gracilechinus acutus</i>)	A5.15
304030700	-	88266.03	Arenas circalitorales de la plataforma externa (con <i>Parastichopus regalis</i>)	A5.27
304030000	-	42263.11	Arenas fangosas circalitorales de la plataforma media	A5.35
304010000	-	11048.46	Sedimentos mixtos circalitorales dominados por invertebrados (con <i>Leptometra celtica</i>)	A5.45
302020000	-	10512.69	Roca circalitoral dominada por invertebrados	A4
302021300	1170	26999.57	Roca circalitoral dominada por invertebrados con <i>Phakelia ventilabrum</i> y <i>Dendrophyllia cornigera</i>	A4.121
402030000	-	33286.97	Arenas finas batiales borde plataforma (con <i>Astropecten irregularis</i>)	A6.3
402030000	-	54102.59	Arenas batiales del talud superior (con <i>Polycheles typhlops</i>)	A6.4
402030400	-	36159.96	Fondos sedimentarios batiales no fangosos con erizos de cuero	A6.3
402020403	P	44235.56	Fangos batiales con <i>Pheronema carpenteri</i>	A6.621
402030900	-	9132.71	Fondos mixtos de cañones submarinos con ondas sedimentarias	A6.81
402030900	P	-	Fondos detriticos de cañones submarinos con <i>Phelliactis</i> sp.	A6.81
402020900	P	-	Fangos batiales con demosponjas carnivoras (<i>Chondrocladia</i> spp.)	A6.62
402020300	P	-	Fangos batiales con <i>Flabellum</i>	A6.5
402020100	P	-	Fangos batiales con <i>Acanella arbuscula</i>	A6.5
401010000	-	18635.11	Roca batial	A6.11
302021500	1170	1580.79	Roca batial dominada por invertebrados (con <i>Leptometra celtica</i>)	A6.11
401010800	1170	-	Roca batial con <i>Dendrophyllia cornigera</i>	A6.61
401011200	1170	-	Roca batial con corales blancos	A6.61
401020000	1170	649.85	Roca batial colmatada de sedimentos con estrellas Brisingidas	A6.2
403030100	1170	1038.69	Arrecife de corales profundos de <i>Lophelia pertusa</i> y/o <i>Madrepora oculata</i>	A6.611
401011500	1170	-	Roca batial con corales negros (<i>Leiopathes</i> , <i>Antipathes</i>)	A6.61
401020400	1170	-	Coral muerto compactado (coral framework)	A6.6
401010400	1170	-	Roca batial con <i>Callogorgia verticillata</i>	A6.61
401010600	1170	-	Roca batial con grandes esponjas hexactinélidas (<i>Asconema</i>)	A6.62
401012100	1170	-	Roca batial con grandes demosponjas (Geodiidae y Pachastrellidae)	A6.62
401012300	1170	-	Roca batial con esponjas litistidas	A6.62

8. Análisis de las presiones

8.1. Breve descripción de las presiones detectadas en la zona

El análisis del estado de conservación de los hábitats y las especies de interés comunitario presentes en la zona deriva en la elaboración de un diagnóstico pormenorizado de aquellas actividades que ejercen presión o constituyen una amenaza para el espacio marino propuesto y sus objetivos de conservación. En consecuencia, los principales esfuerzos de la gestión deberán dirigirse a prevenir, controlar y vigilar el desarrollo actual o potencial de estas actividades en la zona. A continuación se relacionan las principales presiones detectadas en virtud de su afcción sobre los hábitats y las especies objeto de conservación (más información en el documento “Directrices de Gestión y Seguimiento del LIC Cañón de Avilés”).

Actividades pesqueras comerciales: Se trata de la actividad que mayor presión ejerce, en términos generales, sobre las comunidades marinas del área del sistema de cañones de Avilés. Existen más de cincuenta caladeros en la zona de estudio en los que, a fecha actual, faenan más de trescientas embarcaciones. Se debe señalar que la zona está sometida a numerosas normativas de gestión espacial (vedas) por lo que la flota pesquera debe competir por un espacio reducido debido a la estrechez de la plataforma continental.

Tráfico marítimo: El tráfico de embarcaciones en el área del SCA y su entorno es relativamente importante especialmente en lo que se refiere a las embarcaciones pesqueras y de transporte comercial, y en menor medida, a las embarcaciones recreativas. En su área de influencia aparecen 2 grandes puertos, el de Avilés (comercial, pesquero y deportivo) y el de Gijón, que en los últimos años han incrementado su tráfico comercial. El puerto de Avilés opera con gran cantidad de mercancías (aluminio, acero, etc.) y el de Gijón es líder en tráfico de graneles sólidos (carbón, hierro, cemento, etc.) con destino a los sectores energéticos y siderúrgicos, y cada vez cobra más importancia la mercancía general.

Captura y el almacenamiento geológico de CO₂: La reserva provisional para almacenamiento de dióxido de carbono denominada «Asturias Centro», incluye una parte de la plataforma continental que forma parte del área de estudio. La captura y el almacenamiento geológico de dióxido de carbono forma parte de las medidas propuestas para mitigar el cambio climático y consiste en captar el dióxido de carbono emitido por las instalaciones industriales, transportarlo a un emplazamiento de almacenamiento y finalmente inyectarlo y confinarlo en una formación geológica subterránea adecuada con vista a su almacenamiento permanente.

Sondeos y extracción de hidrocarburos en el mar: Dentro del área de estudio no existen, en la actualidad, concesiones para el aprovechamiento de hidrocarburos, ni se han llevado a cabo sondeos. No obstante, al este del área propuesta, se han llevado a cabo numerosos sondeos exploratorios (Asturias D-1, Asturias E-1, Ballena, Mar Cantábrico B-1, Mar Cantábrico B-2, etc.).

Energías renovables: El Estudio Estratégico Ambiental del litoral español para la instalación de parques eólicos marinos incluye como zona con condicionantes la mayor parte del área del LIC. El potencial desarrollo de proyectos de estas características debe de ser estudiado con detalle para estimar si constituye una amenaza para la conservación de los hábitats y las especies de interés comunitario que alberga este lugar.

Otras actividades: Otro tipo de actividades con potencial incidencia en el medio marino (pesca recreativa, otras actividades recreativas, infraestructuras submarinas (cableado y conducciones), acuicultura, ocupación, transformación y desarrollo de actividad en el litoral, etc.) se consideran menos relevantes considerando las características del área de estudio, alejado de la costa más de 1 milla náutica, con una plataforma básicamente rocosa y sin que en la actualidad presente conducciones o cableado submarino de entidad y sin previsión de que éstas puedan ser instaladas a corto-medio plazo.

8.2. Actividades pesqueras

La alta productividad biológica del SCA es la responsable de que una parte importante de la pesca en Asturias se desarrolle en su entorno. Los caladeros que se encuentran dentro de ésta zona han sido explotados desde siempre por la flota asturiana y desde los últimos 15-20 años también han accedido a la zona arrastreros gallegos, principalmente de los puertos lucenses de Burela y Celeiro, así como arrastreros portugueses que faenan por fuera de las 12 millas y cuya especie objetivo es el jurel. En la Fig. 8.2.0 se puede observar la localización de los principales caladeros identificados por el Centro de Experimentación Pesquera del Principado de Asturias (CEP, 2011) superpuestos sobre la cartografía del SCA obtenida en este proyecto.

Aunque el número de barcos con puerto base en Asturias ha sufrido un descenso del 33.5% en los últimos 7 años, pasando de 415 en el año 2006 a 276 embarcaciones en el año 2012, el número de barcos asturianos que faenan en el área de influencia del cañón es alto, en torno a unas 180 embarcaciones pertenecientes a 10 Cofradías de Pescadores (Lastres, Gijón, Candás, Luanco, Avilés, San Juan de la Arena, Cudillero, Oviñana, Luarca y Puerto de Vega).

De esas 180 embarcaciones, el 73 % están incluidas dentro del censo de "Artes menores". Esto implica, que muchas de ellas cambia de arte, pudiéndose dedicar a distintas modalidades de pesca, a lo largo del año. Así, y a grandes rasgos, estas embarcaciones se distribuirían en 7 arrastreros, 8 cerqueros, unos 95 palangreros (de fondo, de calar, palangrillo, piedra-bola), unas 65 dedicadas al enmalle (miño, volanta, rasco, trasmallo) y unos 5 que pescan con nasas.

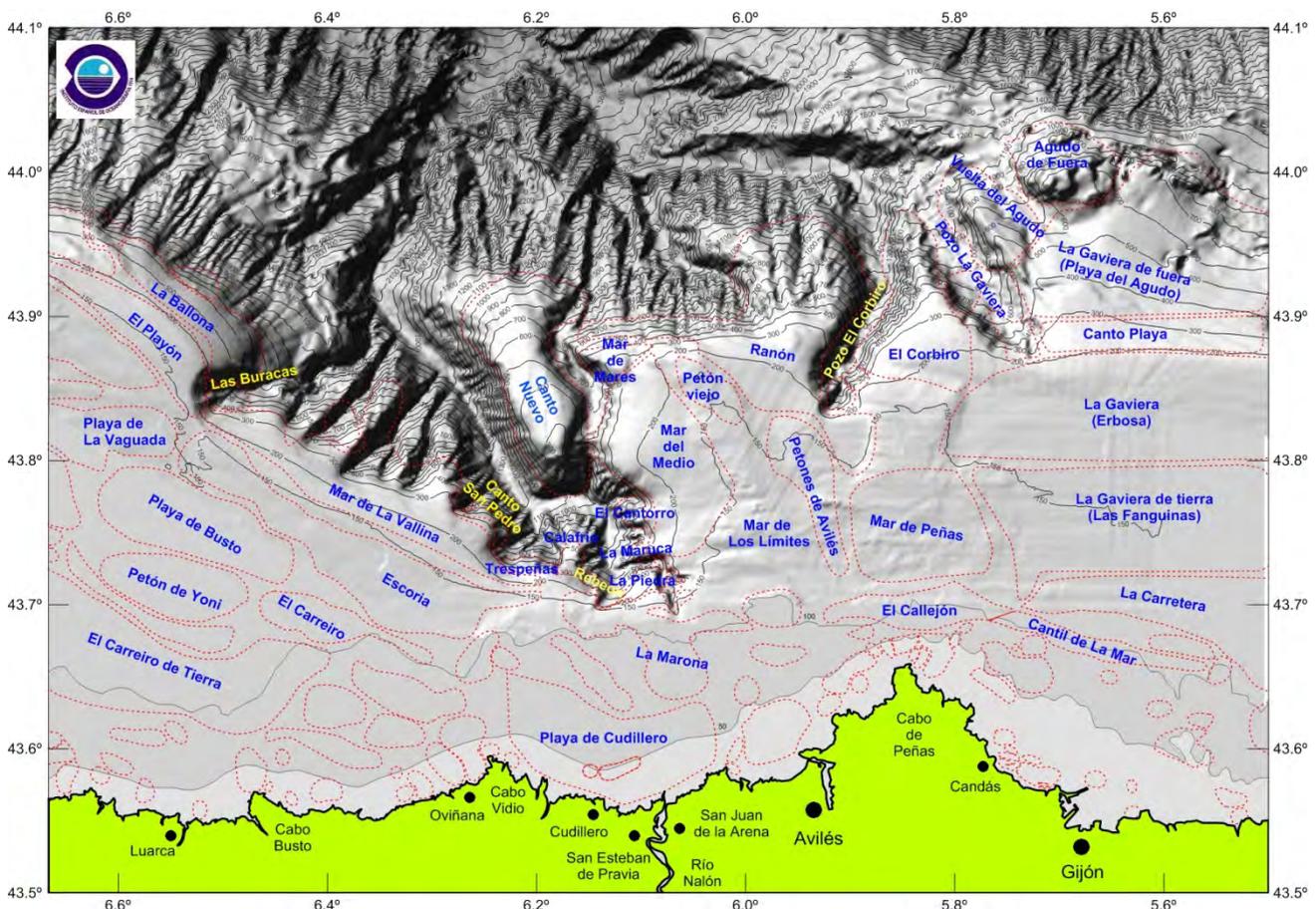


Figura 8.2.0.- Situación espacial de los principales caladeros de pesca en la zona de estudio a partir de la información proporcionada por el Centro de Experimentación Pesquera del Principado de Asturias.

8.2.1. Descripción de las principales pesquerías y especies objetivo

En la zona de influencia del SCA se han identificado flotas que operan con los aparejos de arrastre de baca con puertas (OTB), arrastre a la pareja (PTB), cerco (PS), enmalle (GNT), palangre de fondo (LLS) y línea de mano (LHM). Para cada una de estos aparejos se han definido diferentes tácticas pesqueras o métier (Punzón *et al.*, 2010, Punzón *et al.*, 2011), entendiéndose como tales aquel grupo de embarcaciones que utilizando el mismo tipo de aparejo tienen la misma especie o grupo de especies objetivo, y desarrollan la actividad en un área geográfica común y durante una época del año determinada. De todas las tácticas pesqueras identificadas no vamos a tener en cuenta en esta memoria la palangre de fondo dirigido a *Dicentrarchus labrax* (lubina) y el cerco dirigido a *Engraulis encrasicolus* (anchoa), por estar muy pobremente representados en la zona de estudio durante el periodo analizado (2006-2010). En la Tabla 8.2.1 se puede ver las tácticas pesqueras y su composición específica. El índice utilizado para evaluar la categorización realizada mediante técnicas de clasificación, muestra que la clasificación es robusta.

Se han identificado tres tácticas pesqueras (TP) de arrastre. Una mixta (OTB_MIX) dirigida a especies demersales: rapés (*Lophius* spp), gallos (*Lepidorhombus* spp) y merluza (*Merluccius merluccius*). Y otras dos, una dirigida a *Trachurus trachurus* (jurel) (OTB_HOM) con especies demersales como especies acompañantes, y otra a *Scomber scombrus* (caballa) (OTB_MAC). En el caso de la pareja se han identificado dos métier. Una dirigida a *Micromesistius poutassou* (lirio o bacaladilla) (PTB_WHB) con la merluza como principal especie acompañante, y otra dirigida a caballa (PTB_MAC) con la bacaladilla como segunda especie.

Con palangre de fondo se desarrollan 6 tácticas pesqueras. En todos los casos las especies acompañantes son poco importantes respecto a la principal, tanto en peso como en frecuencia de ocurrencia. Dos de ellas son la dirigida a *Conger conger* (congrío) (LLS_COE) y a *Phycis blennoides* (locha) (LLS_GFB), siendo cada una de estas especies la principal especie acompañante de la otra TP. En el caso del métier dirigido a merluza (LLS_HKE), no hay especies acompañantes que se puedan destacar. El palangre de fondo dirigido a abadejo (*Pollachius* spp.) (LLS_POL) tiene como principal especie acompañante a la Familia de los Espáridos, que se descargan en el 58% de las mareas, y suponen el 7.81% de los desembarcos en peso.

Con aparejos de enmalle se realizan tres tácticas pesqueras, dos de ellas con una direccionalidad muy marcada, la dirigida a merluza (GNS_HKE) y la dirigida a rape (GNS_MNZ). El tercer TP, es el mixto (GNS_MIX) que tiene como especie principal el grupo de "Otros". Las principales especies acompañantes en esta última pesquería son la merluza y las dos especies de rapés.

En el área de influencia del SCA se utiliza el cerco y la línea de mano para la pesca de especies pelágicas. Todos ellos los podemos considerar monoespecíficos, siendo las mareas con especies acompañantes muy poco importantes. En el caso del cerco son tres las TP (sin tener en cuenta la dirigida a la anchoa), la dirigida al jurel (PS_HOM), la dirigida a la caballa (PS_MAC) y la dirigida a la *Sardina pilchardus* (sardina) (PS_PIL). En el caso de las líneas de mano son dos las TP, la línea de mano dirigida a caballa (LHM_MAC) y la dirigida a túnidos (LHM_TUN).

Dado que el principal objetivo de este estudio es identificar las actividades pesqueras que puedan interactuar espacialmente con hábitats bentónicos vulnerables, no tendremos en cuenta en este estudio las pesquerías que utilicen aparejos que no actúen sobre el fondo, como son todas las tácticas pesqueras de línea de mano, cerco, cacea y cebo vivo.

Tabla 8.2.1.- Composición específica de los desembarcos por táctica pesquera (FO: Frecuencia de Ocurrencia de cada especie). Nota: El porcentaje en la captura hace referencia exclusivamente a las mareas de las que se disponía tanto de información de VMS como de diarios de pesca, mientras que la información de las capturas en peso es el desembarco en peso procedente de los dos rectángulos estadísticos de los que se dispone información (Fig. 8.2.1). Las especies se encuentran ordenadas por los porcentajes y no por la capturas.

Arte de pesca	Táctica Pesquera	Especies	Capturas (t)	Capturas (%)	FO
Arrastre de fondo con puerdas (OTB) (0.59)	OTB_HOM (Jurel negro) (0.74)	<i>Trachurus spp</i>	1001.85	79.74	100
		<i>Scomber spp</i>	95.5	8.43	56
		<i>Lophius spp</i>	29.4	2.08	80
		Otros	24.3	2.04	84
		<i>Merluccius merluccius</i>	29.0	1.76	74
		<i>Lepidorhombus spp</i>	18.8	1.27	65
		Rajidae	17.6	1.15	38
	OTB_MAC (Caballa) (0.88)	<i>Scomber spp</i>	5687.8	95.26	100
		<i>Trachurus spp</i>	185.4	3.5	43
	OTB_MIX (0.33)	<i>Lophius spp</i>	142.2	16.45	93
		<i>Micromesistius poutassou</i>	150.5	15.84	32
		<i>Trachurus spp</i>	92.1	12.09	32
		<i>Scomber spp</i>	63.0	8.93	14
		<i>Lepidorhombus spp</i>	76.0	8.52	81
		Otros	80.2	8.21	91
		<i>Merluccius merluccius</i>	61.5	7.24	80
		Rajidae	48.2	4.42	36
		Loliginidae	16.3	4.1	33
		Octopodidae	22.2	2.24	33
		Sparidae	18.3	1.58	16
		<i>Mullus spp</i>	12.8	1.58	34
		<i>Phycis spp</i>	9.4	1.37	23
		<i>Scyliorhinus canicula</i>	9.3	1.36	16
<i>Nephrops norvegicus</i>		10.8	1.21	33	
Ommastrephidae		7.8	1.11	29	
Deep Elasmobranchii	9.2	1.09	15		
<i>Trisopterus spp</i>	11.3	1.02	12		
Arrastre de fondo a la pareja (PTB) (0.59)	PTB_WHB (Lirio) (0.73)	<i>Micromesistius poutassou</i>	3047.3	88.24	100
		<i>Merluccius merluccius</i>	176.2	5.6	80
		<i>Trachurus spp</i>	74.9	2.21	28
		Ommastrephidae	40.6	1.22	35
	PTB_MAC (Caballa) (0.53)	<i>Scomber spp</i>	855.7	86.61	100
		<i>Micromesistius poutassou</i>	88.6	10.53	42
Palangre de fondo (LLS) (0.66)	LLS_COE (Congrio) (0.95)	<i>Trachurus spp</i>	13.6	1.64	22
		<i>Conger conger</i>	129.3	88.14	100
		<i>Phycis spp</i>	2.1	4.26	24
	LLS_GFB (Locha) (0.66)	Rajidae	3.4	3.78	33
		<i>Phycis spp</i>	30.3	86.07	100
		<i>Conger conger</i>	1.5	2.94	28
		<i>Merluccius merluccius</i>	0.9	2.71	9
		Elasmobranchii	0.6	2.05	22
		Otros	0.8	1.51	21
	LLS_HKE (Merluza) (0.87)	Deep Elasmobranchii	0.7	1.03	12
		<i>Merluccius merluccius</i>	254.7	91	100
		<i>Scomber spp</i>	3.3	2.08	17
		<i>Micromesistius poutassou</i>	1.7	1.31	19
	LLS_POL (Abadejo) (0.87)	Otros	6.6	1.15	12
		<i>Pollachius spp</i>	18.1	85.47	100
		Sparidae	1.4	7.81	58
		<i>Pagellus bogaraveo</i>	0.3	1.84	13
<i>Merluccius merluccius</i>		0.5	1.7	11	
<i>Conger conger</i>	0.2	1.08	7		
Enmalle (GNS) (0.46)	GNS_HKE (Merluza) (0.76)	<i>Merluccius merluccius</i>	429.9	92.55	100
		Otros	23.0	4.58	55
		<i>Scomber spp</i>	6.0	1.42	5
	GNS_MIX (0.72)	Otros	27.8	73.12	100
		<i>Merluccius merluccius</i>	1.3	11.2	22
		<i>Lophius spp</i>	1.2	9.18	34
	GNS_MNZ (Rape) (0.95)	<i>Lophius spp</i>	175.3	95.65	100
		Otros	10.4	2.12	49

8.2.1.1. Esfuerzo pesquero

Hay que tener en cuenta que la información proporcionada por los libros de pesca en el caso del palangre de fondo, enmalle y línea de mano puede estar subestimada, ya que una parte de la flota que trabaja con estos aparejos no tiene la obligación de rellenar los libros de pesca. Atendiendo al tipo de información disponible debemos diferenciar la flota que tiene la obligación de rellenar diarios de pesca y disponer a bordo del localizador VMS (*Vessel Monitoring by Satellite*), flota mayor de 15 m, y aquella de la que solo disponemos de hojas de venta (eslora menor a 15 m).

Tabla 8.2.2.- Esfuerzo en número de barcos (eslora >12 m) y días de pesca por arte de pesca.

Arte	16E3		16E4		TOTAL	
	Numero de barcos	Días de pesca	Numero de barcos	Días de pesca	Numero de barcos	Días de pesca
Arrastre fondo con puertas	25	1126	26	1302	32	2294
Arrastre fondo pareja	24	759	20	800	28	1554
Palangre de fondo	41	1722	29	951	59	2672
Enmalle	53	2962	33	1931	76	4893
Cerco	30	430	29	281	45	710
Lineas de mano	43	422	50	240	76	661

Respecto a la flota mayor de 15 m, la flota que trabaja en los rectángulos estadísticos del área influencia del SCA (Fig. 8.2.1) se puede ver en la (Tabla 8.2.2. y Tabla 8.2.3). En los rectángulos estadísticos del área de influencia del SCA trabaja de media (2006-2010) un total de 317 embarcaciones, de las cuales el 24% trabajan con enmalle, el 18% con palangre y el 10% con arrastre de fondo. En cuanto a días de pesca el 38% de los días de pesca están desarrollados por la flota de enmalle, el 21% por la de palangre de fondo, y el 17% por la flota de arrastre de fondo con puertas.

Tabla 8.2.3.- Esfuerzo en número de barcos (eslora >15 m) y días de pesca por táctica pesquera.

Arte	Táctica Pesquera	16E3		16E4		TOTAL	
		Nº de barcos	Días de pesca	Nº de barcos	Días de pesca	Nº de barcos	Días de pesca
Arrastre fondo con puertas	OTB HOM	16	361	17	262	25	615
	OTB MAC	18	243	20	314	26	551
	OTB MIX	18	524	17	787	24	1250
Arrastre fondo pareja	PTB MAC	13	90	11	102	18	192
	PTB WHB	24	612	19	671	27	1279
Palangre de fondo	LLS COE	16	277	12	248	25	524
	LLS GFB	8	127	6	76	11	203
	LLS HKE	22	735	9	166	27	901
	LLS POL	11	95	4	25	14	120
Enmalle	GNS HKE	24	724	14	532	34	1256
	GNS MIX	25	422	17	224	40	646
	GNS MNZ	28	771	15	373	40	1144
Cerco	PS HOM	13	97	13	73	21	170
	PS MAC	18	51	15	35	27	86
	PS PIL	17	283	16	168	24	450
Lineas de mano	LHM MAC	30	302	36	130	55	433
	LHM TUN	19	119	18	109	30	229

Por lo que respecta a la actividad pesquera por táctica pesquera (Tabla 8.2.3), en el caso del arrastre de fondo con puertas vemos que prácticamente toda la flota que trabaja con este aparejo realiza las tres tácticas pesqueras. La actividad con más días de pesca en la zona de estudio es la mixta dirigida a especies demersales. En las otras dos el esfuerzo en días de pesca es muy similar. En el caso de la actividad pesquera con arte de arrastre de fondo de pareja, toda la flota desarrolla la actividad dirigida a la bacaladilla, y casi toda también desarrolla la actividad estacional dirigida a la pesca de la caballa. En cuanto al esfuerzo (en días de pesca) la actividad más importante es la dirigida a bacaladilla.

En el caso del palangre de fondo, la actividad principal desarrollada en el área de influencia del SCA es la de palangre de fondo dirigido a merluza, con más del 50% de los días de pesca (Tabla 8.2.3). A continuación en importancia esta la actividad pesquera dirigida a congrio y locha. En cuanto al enmalle las tácticas pesqueras dirigidas a la merluza y a los rapés, con un 40% de los días de pesca cada una, son las más importantes en la zona de influencia del SCA.

8.2.1.2. Normativas de gestión actuales

Se adjuntan a continuación las normativas vigentes en la actualidad que afectan espacialmente a la zona de estudio y que son necesarias de tener en cuenta para la adopción de determinadas medidas complementarias de gestión.

Normativa Comunitaria

- REGLAMENTO (UE) N° 227/2013 de 13 de marzo de 2013 por el que se regula el uso de redes de enmalle en función de su luz de malla en aguas cuya profundidad indicada en las cartas batimétricas sea inferior a 600 metros (marcada en azul en la Fig. 8.2.1).
- REGLAMENTO (UE) N° 44/2012 del Consejo de 17 de enero de 2012 por el que se establece la prohibición de capturar determinadas especies de rayas y de tiburones pelágicos.
- REGLAMENTO (UE) N° 1262/2012 del Consejo de 20 de diciembre de 2012 por el que fija, para 2013 y 2014, la prohibición de capturar determinadas especies de tiburones de aguas profundas (la lista se encuentra en la Tabla 6.2.1).

Normativa Estatal

- ORDEN por la que se regula el ejercicio de la pesca con el arte de «volanta» y se establece una veda temporal entre cabo Vidio y punta La Vaca desde el 1 Noviembre al 31 de Mayo (BOE n°191, 11/08/1983). Marcada en amarillo en la Fig. 8.2.1
- ORDEN por la que se regula el ejercicio de la pesca con el arte de «rasco» y se establece una veda temporal entre cabo Vidio y punta La Vaca desde el 1 Noviembre al 31 de Mayo (BOE n°191, 11/08/1983). Marcada en verde en la Fig. 8.2.1.
- REAL DECRETO por el que se regula el ejercicio de la pesca con artes de arrastre de fondo y se establece que la pesca sólo podrá ejercerse en fondos superiores a 100 metros (BOE n° 255, 20/09/1999). Marcada en marrón en la Fig. 8.2.1.
- ORDEN por la que se establece la veda para el arrastre de fondo en los caladeros conocidos como «El Callejón» y «La Carretera» desde el 1 de septiembre al 1 de marzo (BOE n°183, 01/08/2001). Marcada en púrpura en la Fig. 8.2.1.

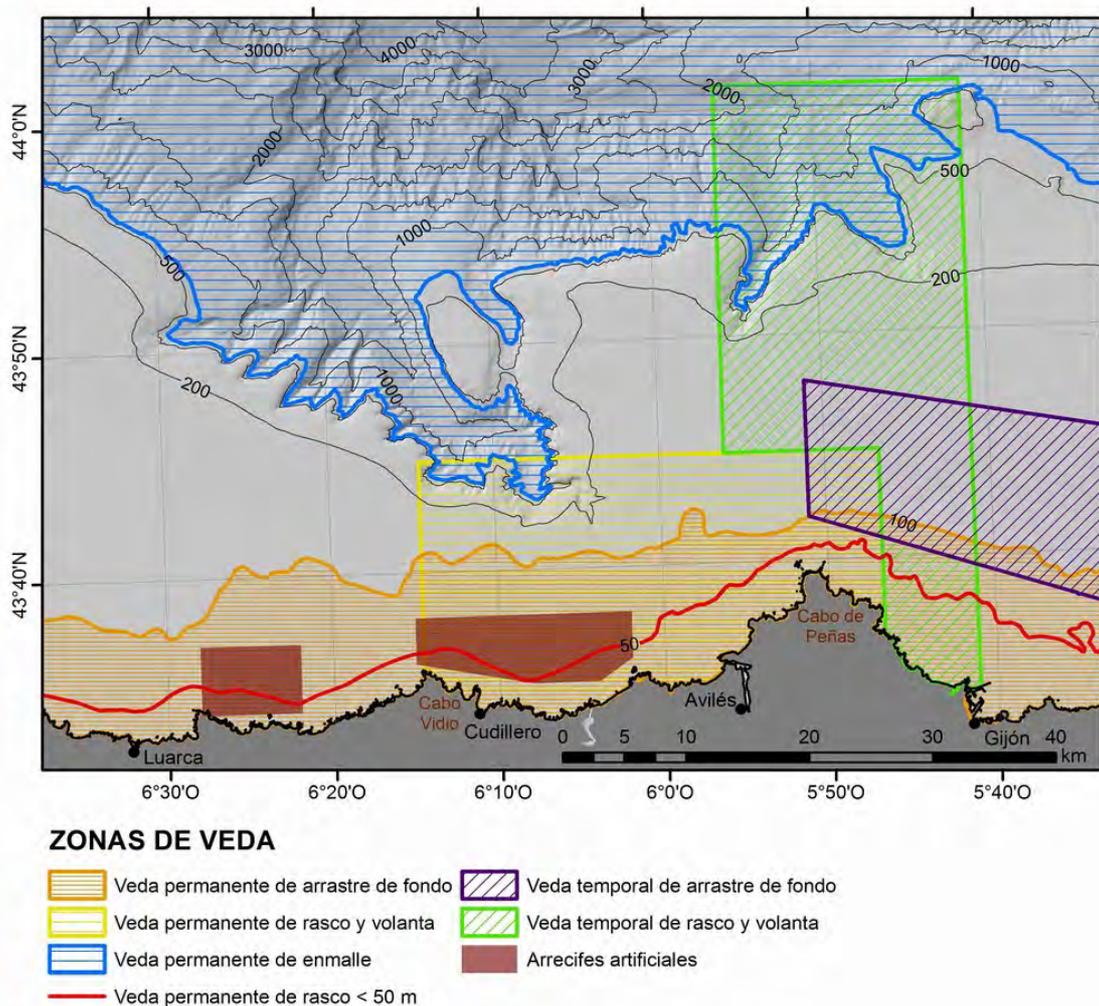


Figura 8.2.1.- Situación espacial de las zonas de veda establecidas por la Normativa Estatal y áreas ocupadas por los arrecifes artificiales disuasorios del arrastre ilegal.

8.2.2. Distribución espacial de las pesquerías

El arrastre de fondo con puertas opera por fuera de la isóbata de los 100 m (límite legal) y en fondos sedimentarios, dejando libres las zonas con fondos rocosos (Fig. 8.2.2A). En terminos generales los hábitats afectados son principalmente los denominados “Arenas gruesas circalitorales de plataforma externa”, “Arenas circalitorales de plataforma externa con *P. regalis*”, “Arenas batiales del borde de plataforma” y “Arenas batiales del talud superior”. En la zona occidental, la mayor parte del esfuerzo se encuentra siguiendo la topografía del talud a lo largo de las isóbatas de los 200 y los 500 m (playa de La Vallina), existiendo algo de actividad entre los 100 y los 200. A partir de los 500 m el esfuerzo va disminuyendo progresivamente hasta alcanzar casi los 1000 m. En la zona oriental del SCA la estructura es similar, aunque hay un incremento de la actividad cerca de la isóbata de los 100 m (playas de La Carretera y El Callejón). Además se puede observar claramente como una parte importante del esfuerzo se distribuye alrededor de la gran zona rocosa frente a cabo Peñas y sobre todo en la amplia plataforma sedimentaria situada más al Este (playa de La Felguera). El esfuerzo ejercido con este aparejo no tiene estacionalidad. Significativamente entre las 04 y las 08 horas es cuando la actividad pesquera es más intensa.

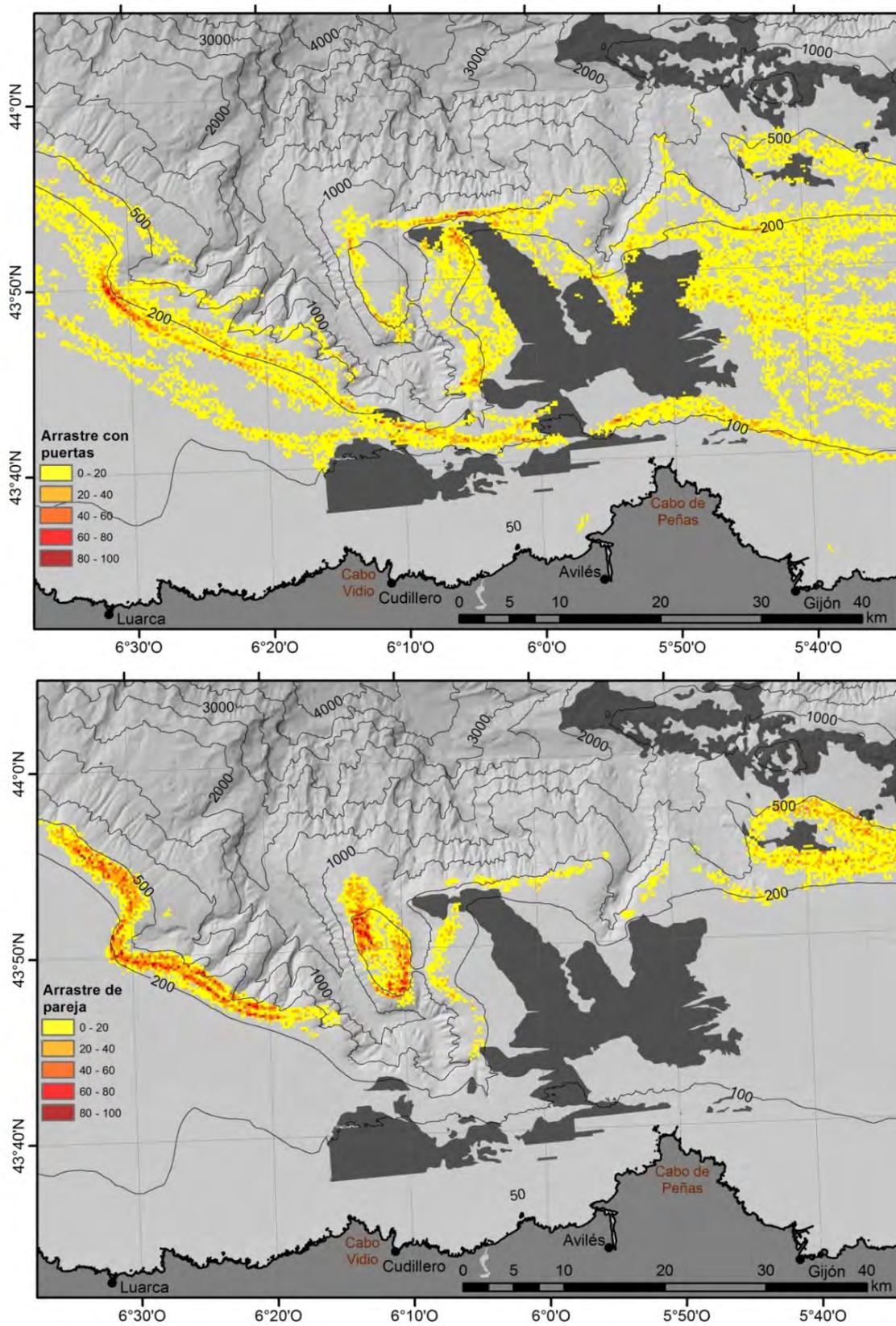


Figura 8.2.2.- Distribución espacial del esfuerzo de arrastre en el área de influencia del SCA: (A) arrastre de fondo con puertas y (B) arrastre de fondo de pareja.



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



El arrastre de pareja (Figura 8.2.2B) se distribuye en tres zonas, en el flanco suroeste del cañón de Avilés (playas de La Ballona y La Vallina), en el Canto Nuevo y al sur del Agudo de Afuera (la vuelta del Agudo), entre las isóbatas de los 200 y los 600 m, en los hábitats del borde de plataforma y comienzo del talud continental. En las dos últimas áreas principales de esfuerzo, el arrastre se realiza en forma circular (la vuelta del Agudo) dada la escasa longitud de las playas. La actividad pesquera se mantiene constante a lo largo de todo el año, con un ligero descenso del esfuerzo en el mes de agosto. La principal actividad pesquera tiene lugar entre las 00 y las 08 horas.

En cuanto a los aparejos fijos, el enmalle (Fig. 8.2.3A) está presente en toda la zona salvo en el extremo oriental (debido a la ocupación de la playa de La Felguera por el arrastre), fundamentalmente entre los 200 y los 1000 m de profundidad. Podemos diferenciar tres áreas, entre las isóbatas de los 500 y 1000 m (talud continental), las zonas rocosas situadas frente a cabo Peñas y en la plataforma Oeste a menos de 200 m. La época donde es máximo el esfuerzo es durante la primavera. No se destacan momentos del día en que la actividad sea excepcionalmente alta, aunque si se aprecia un notable descenso de casos desde las 15 hasta las 00 y desde las 00 a las 04 horas.

En el caso del palangre de fondo las tres principales áreas de esfuerzo se sitúan en zonas rocosas: la cabeza del SCA, el Agudo de Afuera y frente a Cabo Peñas, entre los 100 y los 500 m (Fig. 8.2.3B). Además en los flancos del cañón encontramos actividad pesquera entre las isóbatas de los 500 y los 1000 m. Los valores máximos de esfuerzo se alcanzan al final de la primavera y durante todo el verano. Los momentos de actividad máxima a lo largo del día tienen lugar entre las 10 y las 13 horas, y entre las 18 y 19 horas. En este último ciclo de actividad hay muy pocos casos, por lo que pudiera ser debido a una pesquería concreta.

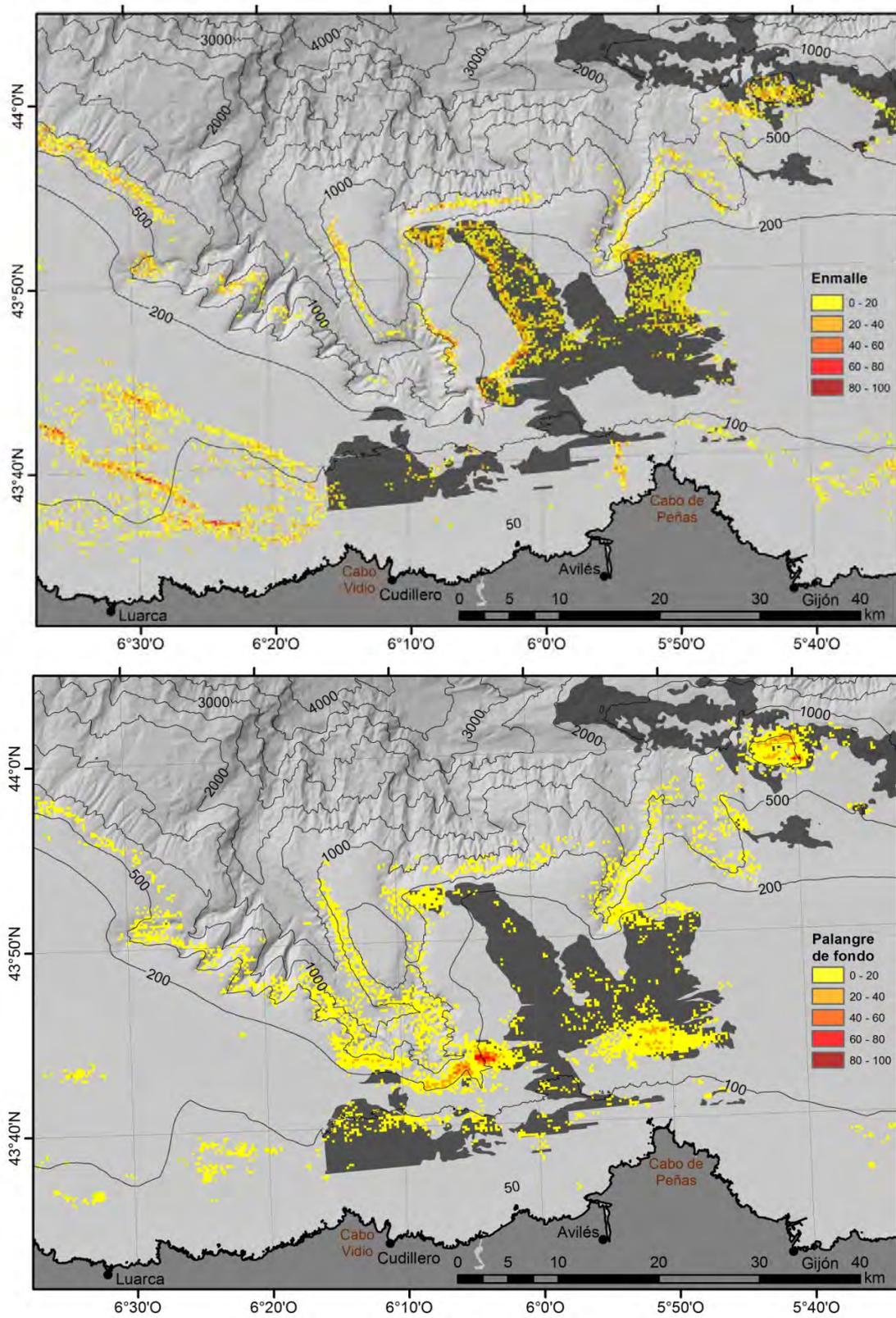


Figura 8.2.3.- Distribución espacial del esfuerzo en el área de influencia del SCA: (A) enmalle y (B) palangre de fondo.



8.2.2.1 Distribución espacial por táctica pesquera (*metier*)

En el arrastre con puertas (Fig. 8.2.4), la diferencia más importante es que el dirigido al jurel (OTB_HOM) centra su actividad en la zona occidental y recorriendo la isóbata de los 100 m en la zona oriental (Fig. 8.2.4A). Esta táctica pesquera y la dirigida a caballa (OTB_MAC) desarrollan su actividad principalmente a profundidades menores a 200 m (Fig. 8.2.4B). En el caso del *métier* mixto (OTB_MIX) ocupa todo el área ocupada por este arte, incluida la que se desarrolla entre los 200 y los 500 metros, y en la zona occidental extiende su actividad a más de 500 m (Fig. 8.2.4C). El TP mixto (OTB_MIX) no tiene una estacionalidad marcada, y su actividad es constante a lo largo de todo el día. En el caso del dirigido a caballa (OTB_MAC) la actividad se concentra en los primeros 5 meses del año, desarrollando su actividad durante las horas diurnas, entre las 05 y las 17 horas. La actividad del *métier* OTB_HOM es constante a lo largo de todo el año, menos en los meses de febrero y marzo, en que se aprecia un descenso (en esta época se realiza la costera de la caballa). En lo que respecta a su actividad diaria, los valores más altos de esfuerzo se alcanzan entre las 04 y las 06 horas.

En el caso de la pareja (Fig.8.2.5), el patrón de distribución del esfuerzo de las dos TP es muy distinto. Mientras que la dirigida a la bacaladilla (PTB_WHB) ocupa todo el área de distribución del arrastre a la pareja entre los 200 y los 600 m, el TP dirigido a caballa concentra su actividad en la zona oeste del SCA, entre las isobatas de los 100 y los 300 metros. Al igual que en el caso del OTB_MAC, el *métier* PTB_MAC desarrolla su actividad en los primeros 4 meses del año. Respecto a la actividad diaria, la información no es suficiente para identificar un patrón. La TP PTB_WHB tiene una actividad constante a lo largo de todo el año, teniendo los valores más altos de esfuerzo entre las 00 y las 07 horas.

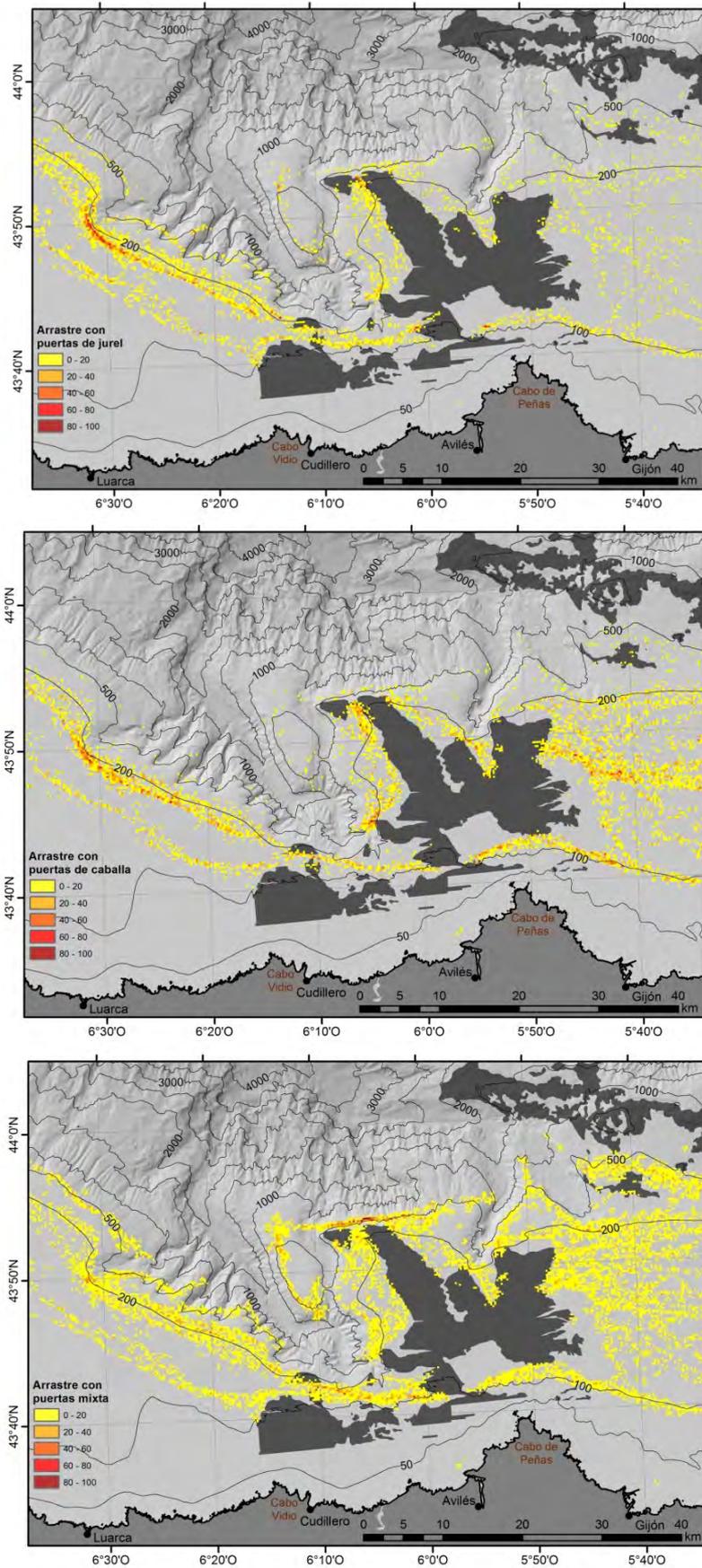


Figura 8.2.4.- Distribución espacial del esfuerzo de las diferentes tácticas pesqueras desarrolladas por el arrastre de fondo con puertas: (A) dirigido a jurel, (B) dirigido a caballa y (C) pesquería mixta.

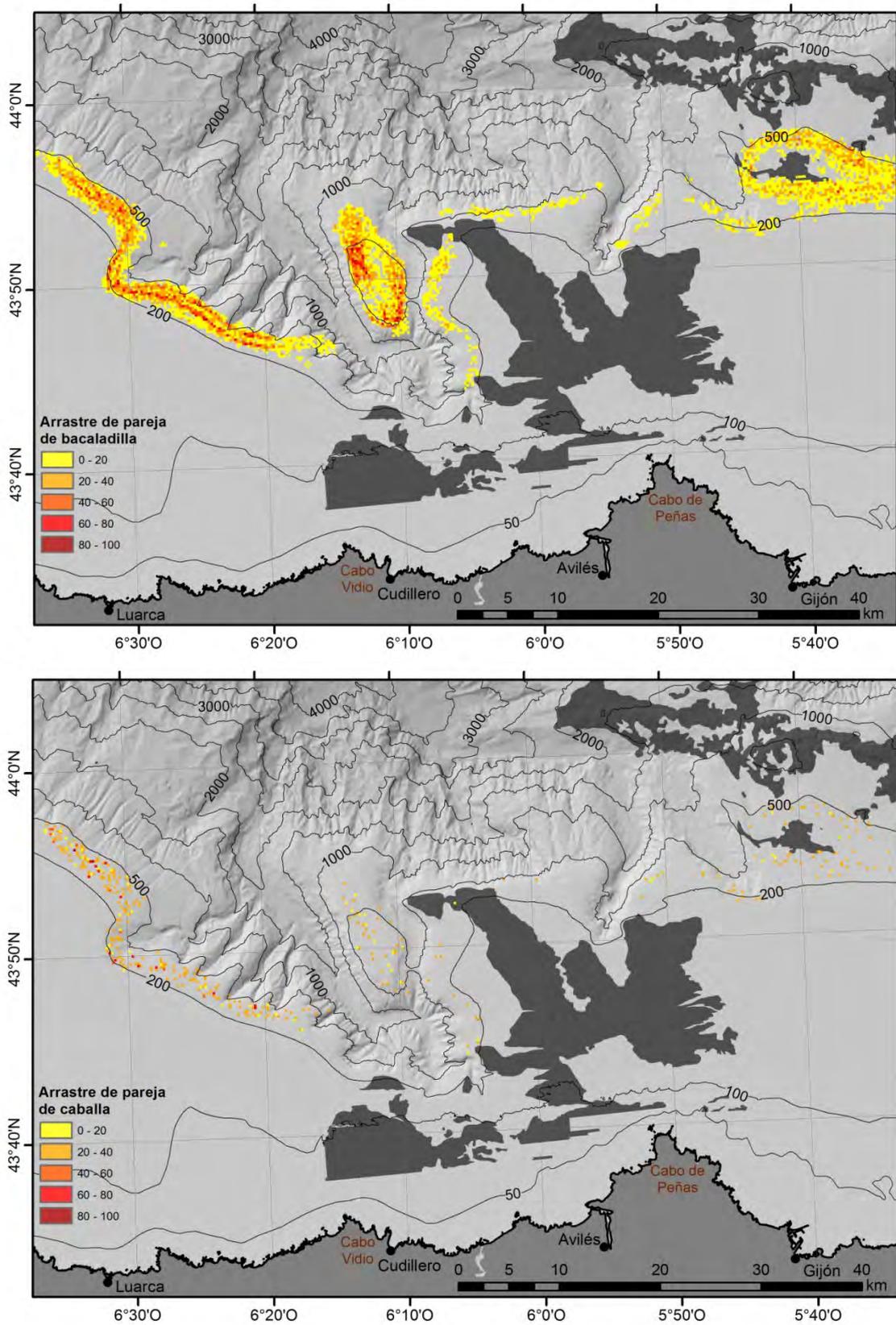


Figura 8.2.5.- Distribución espacial del esfuerzo de las diferentes tácticas pesqueras desarrolladas por el arrastre de fondo a la pareja: (A) dirigido a bacaladilla y (B) dirigido a caballa.



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



En el enmalle (Fig. 8.2.6) los tres TP tienen una distribución espacial diferente. En el caso del méter mixto (GNS_MIX), parece no tener un patrón claro, y se distribuye en toda la zona donde está presente el enmalle. El enmalle dirigido a la merluza (Fig. 8.2.6A), se desarrolla en la zona de plataforma entre los 100 y los 400 m de profundidad. En la zona frente al cabo Peñas el esfuerzo se concentra en la zona rocosa. En las otras dos áreas, en la plataforma oeste y en el extremo este a 100 m carecemos de información sobre el tipo de fondo. En el caso de la táctica pesquera dirigida a rape, arte de rasco (Fig. 8.2.6B), se desarrolla entre los 300 y los 1000 m, y en la frontera entre el sustrato blando y rocoso, alrededor de la zona rocosa frente al cabo Peñas y en las paredes de los cañones submarinos. Esto último les hace estar presentes en algunas zonas con hábitats vulnerables. Salvo el TP mixto, en los otras dos la actividad se concentra entre las 5 y las 14 horas.

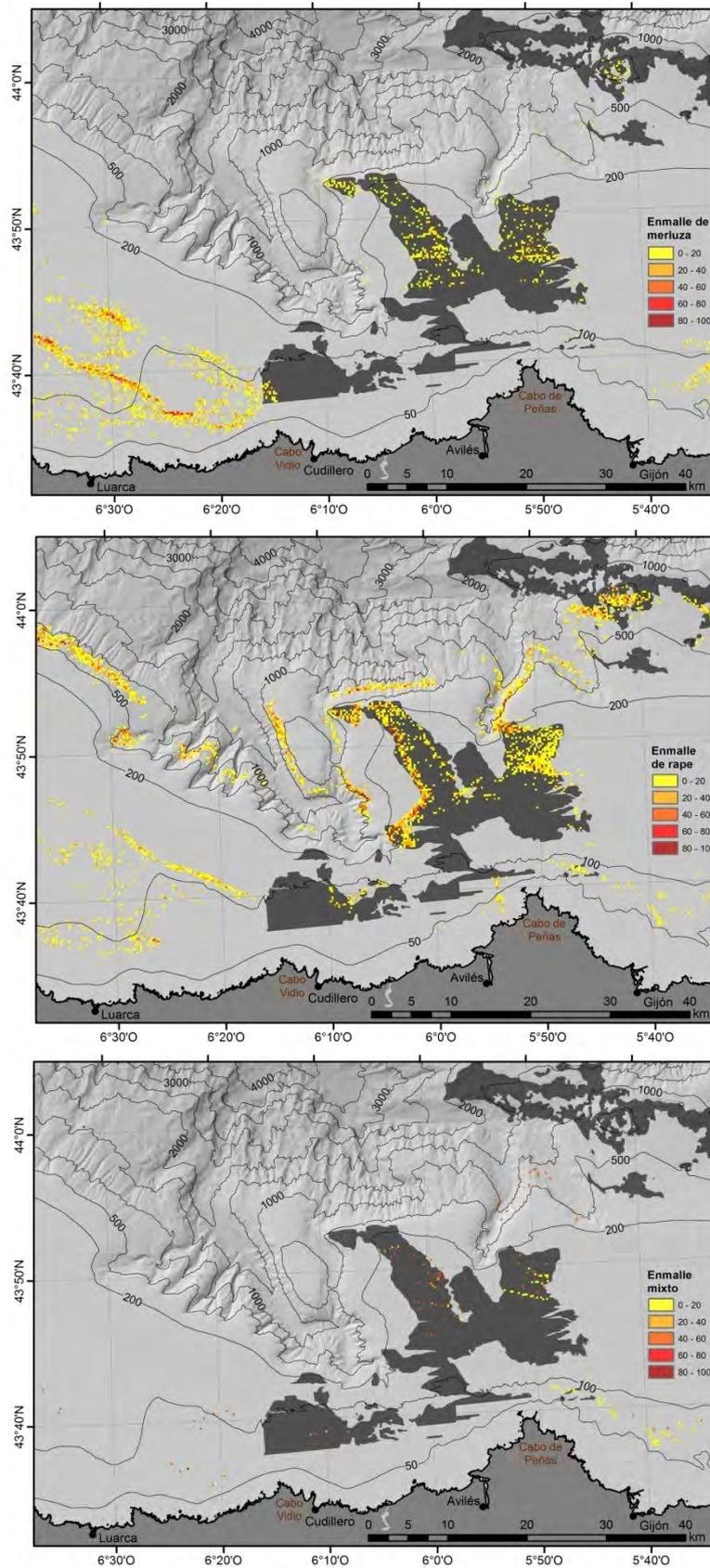


Figura 8.2.6.- Distribución espacial del esfuerzo de las diferentes tácticas pesqueras desarrolladas por el enmalle: (A) dirigido a merluza, (B) dirigido a rape y (C) pesquería mixta.



Si observamos las capturas tanto retenidas como descartadas de enmalle dirigido a rape (en éste caso, un rasco (Fig. 8.2.7) en el caladero de “El Agudo”, vemos que en los lances más profundos (400-440 m) predominan como especies descartadas las esponjas *Phakelia* sp. y *Geodia* sp. y crustáceos habituales en aguas profundas como *Cancer bellianus* y *Paramola cuvieri* (Fig. 8.2.8), mientras que en aguas más someras (215-230 m) las esponjas han sido sustituidas por equinodermos como la estrella de mar *Astropecten irregularis* o la ofiura *Leptometra celtica* (Fig. 8.2.9).



Figura 8.2.7.- Detalle del halador y del rasco.

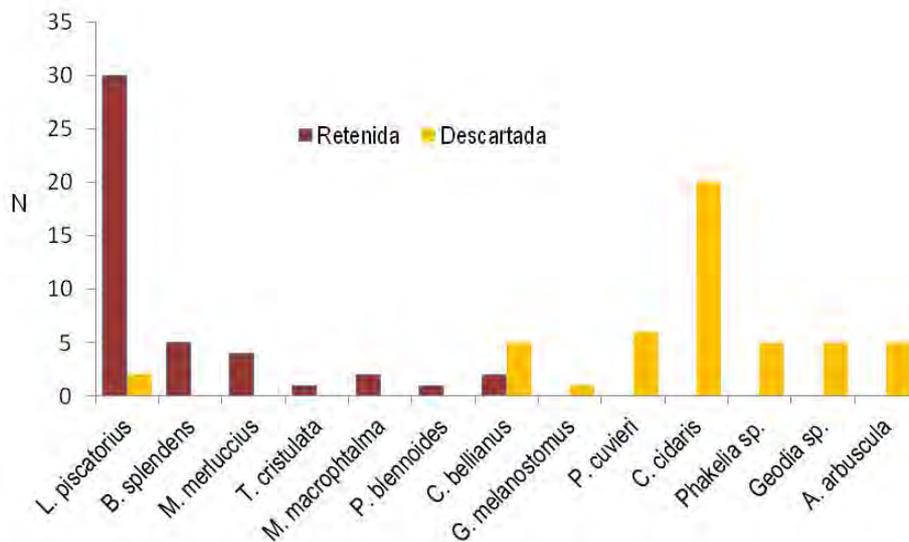


Figura 8.2.8.- Especies retenidas y descartadas de las capturas de rasco dirigido al rape (400-440 m profundidad).

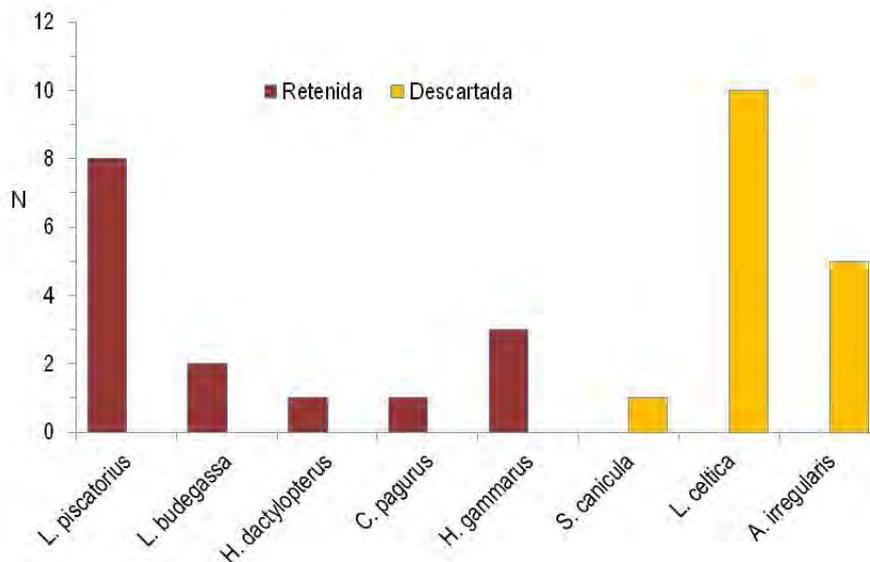


Figura 8.2.9.- Especies retenidas y descartadas de las capturas de rasco dirigido al rape (215-230 m profundidad).

Las cuatro TP de palangre tienen una distribución característica (Figs. 8.2.10 y 8.10.11). La dirigida a locha (LLS_GFB) fundamentalmente entre los 500 y los 1000 m (Fig. 8.2.10A). La dirigida a congrio (LLS_COE), se sitúa inmediatamente a menos profundidad que la pesquería dirigida a locha (entre los 100 y los 500 m), y a lo largo de la isobata de los 100 m en la zona rocosa frente al cabo Peñas (Fig. 8.2.10B). El esfuerzo del métier dirigido a merluza (LLS_HKE) se concentra en tres zonas, en la cabecera del SCA, en el Agudo de Afuera y en la zona menos profunda de la zona rocosa frente al cabo de Peñas (Fig. 8.2.11A). La TP dirigida a abadejo (LLS_POL) concentra su actividad a lo largo de la isobata en 100 m (Fig. 8.2.11B). En todos los casos el palangre desarrolla su actividad entre las 04 y las 13 horas. En cuanto a la estacionalidad, la TP LLS_HKE alcanza los valores mayores de esfuerzo durante el verano, mientras que el métier dirigido a locha es en estos meses donde el esfuerzo es más bajo. En el caso de la TP dirigida a congrio el esfuerzo es constante a lo largo del año, con los valores más bajos en los últimos tres meses del año. El métier LLS_POL centra su actividad en el último trimestre del año.

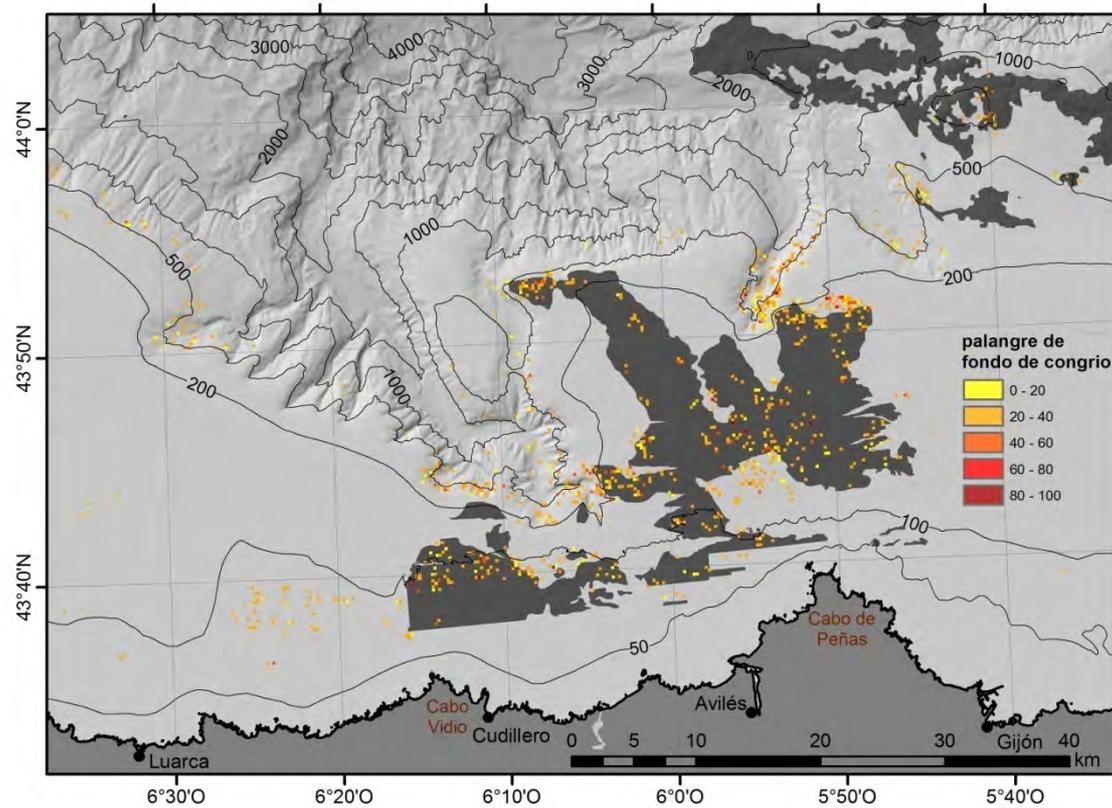
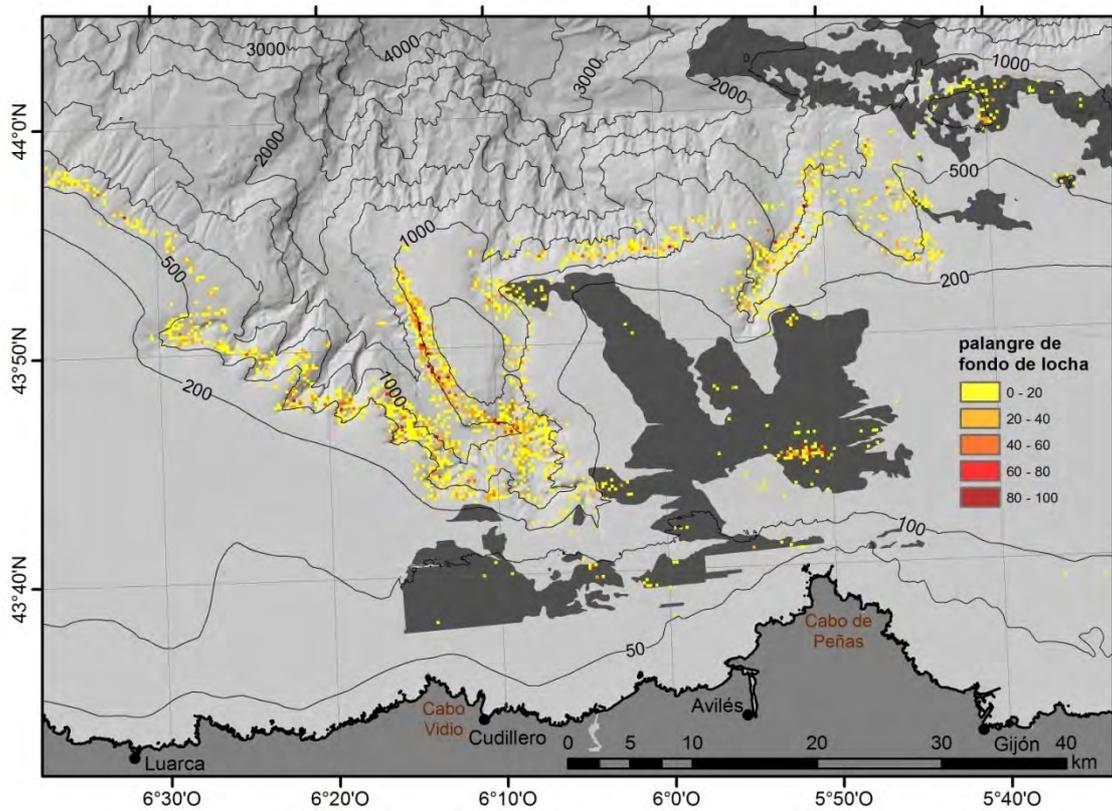


Figura 8.2.10.- Distribución espacial del esfuerzo de las diferentes tácticas pesqueras desarrolladas por el palangre de fondo: (A) dirigido a locha, (B) dirigido a congrio

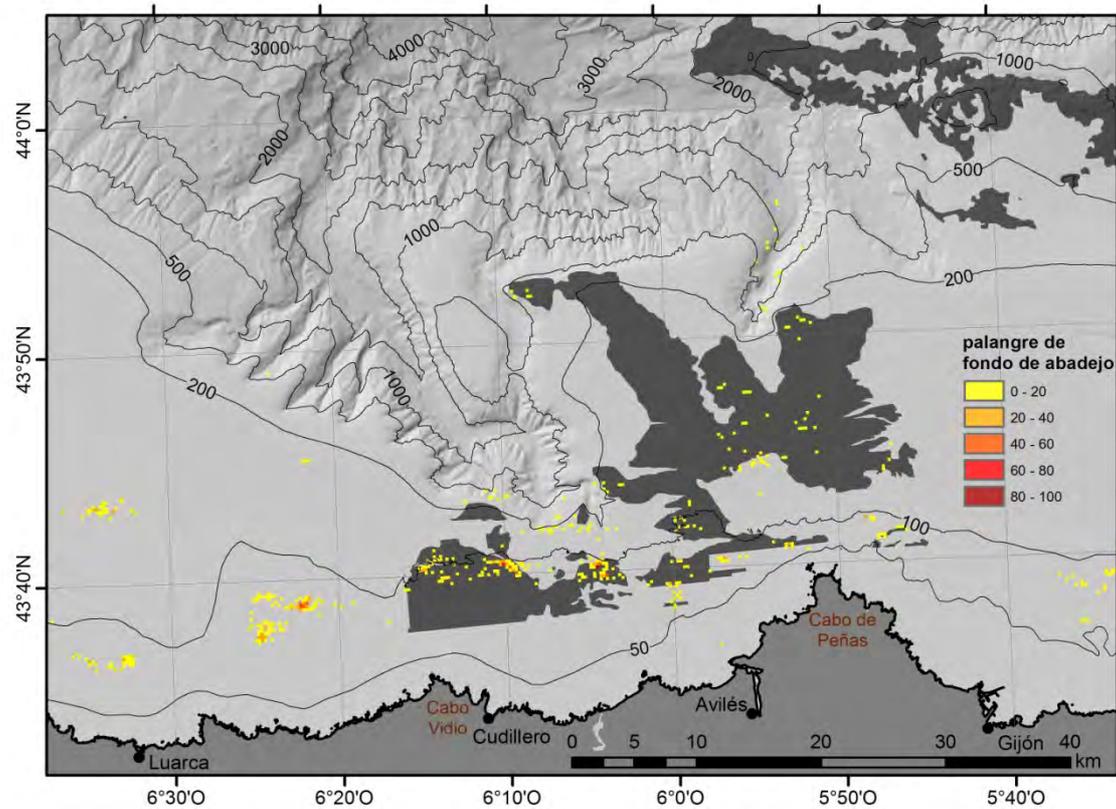
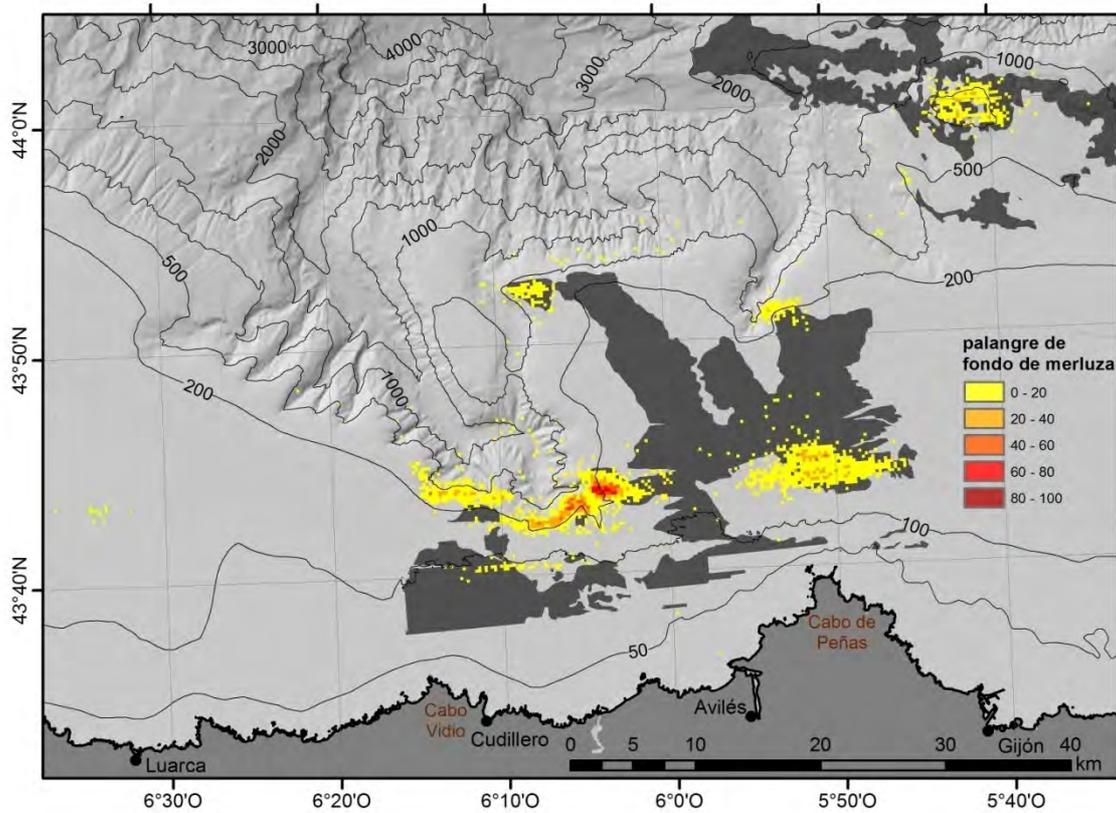


Figura 8.2.11.- Distribución espacial del esfuerzo de las diferentes tácticas pesqueras desarrolladas por el palangre de fondo (A) merluza y (B) abadejo.

La flota dirigida a la locha (LLS_GFB), principalmente la del puerto de Cudillero, y debido a que la cuota de esta especie asignada a España suele agotarse a mediados de año, han encontrado en el faro *M. moro* una especie alternativa y que además alcanza buenos precios en lonja. Es una pesquería que se lleva a cabo a mayor profundidad que la realizada para la pesca de la locha, en primer lugar, porque es más abundante a esas profundidades y en segundo lugar para evitar pescar lochas una vez agotada la cuota.

Así, en un lance realizado entre los 1120 y 1050 m de profundidad, vemos que las especies retenidas son *M. moro* y el cabracho de profundidad *Trachyscorpia cristulata echinata*. En cuanto a las especies descartadas, vemos que los tiburones, y principalmente *Galeus melanostomus*, son las especies más numerosas (Fig. 8.2.12). Esta especie representó el 59% de los descartes. También se observó la captura de pequeños trozos de coral, principalmente *Solesnosmilia mirabilis* y en mucha menor medida *Madrepora oculata* (Fig. 8.2.13), pero sólo al principio del aparejo, en las zonas más profundas (entre 1120 y 1080), mientras que en el resto del aparejo su presencia fue nula.

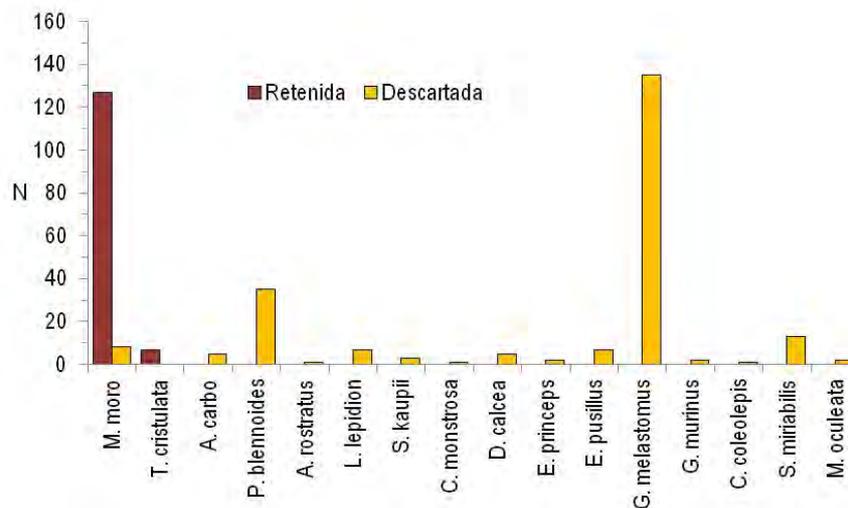


Figura 8.2.12.- Especies retenidas y descartadas de las capturas de palangre dirigido al faro (1120-1050 m profundidad).

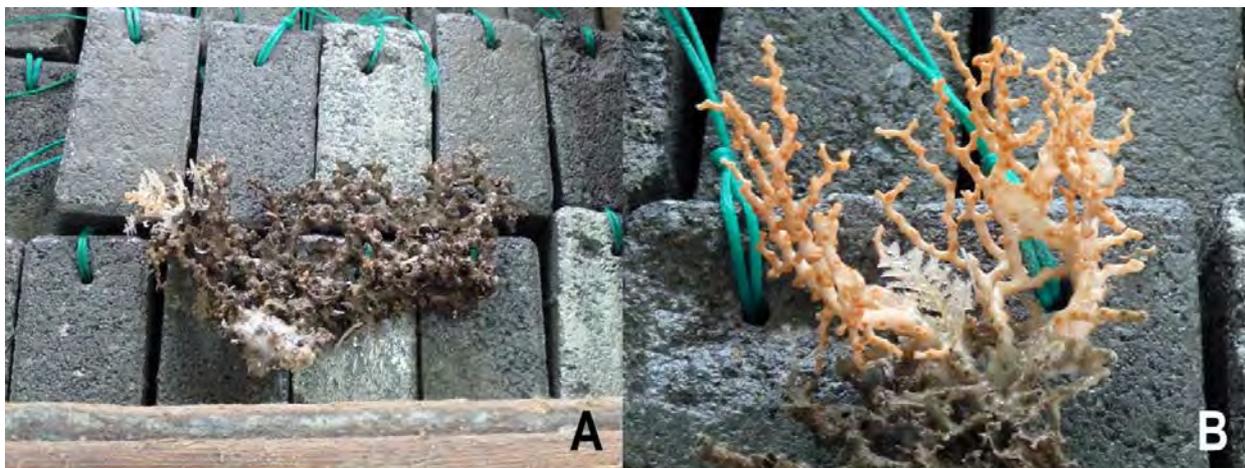


Figura 8.2.13.- Detalle de dos trozos de coral capturados por el palangre. A) *Solesnosmilia variabilis*; B) *Madrepora oculata*.

En otro lance realizado desde los 1050 hasta los 860 m de profundidad y sobre fondos fangosos, no existen apenas diferencias en cuanto a las especies retenidas y las descartadas. La única diferencia reside en el hecho de que no se observó la captura de corales. La especie descartada más abundante volvió a ser *G. melastomus* (Fig. 8.2.14), que representó el 68% del total. También se registró la captura de tiburones de profundidad (Fig. 8.2.15) y cuyo TAC en la actualidad es 0. Se trataba de ejemplares más pequeños que los que se capturaban habitualmente con el palangre dirigido a estas especies, ya que tanto el tamaño del anzuelo como el diseño del aparejo no permite la captura de ejemplares más grandes y en la gran mayoría de los casos, rompen el aparejo antes de subir a bordo.

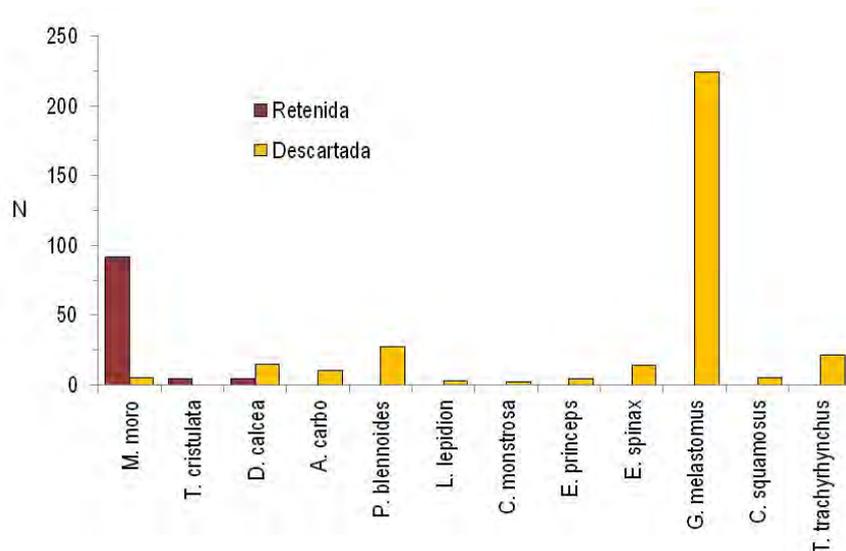


Figura 8.2.14.- Especies retenidas y descartadas de la captura de palangre dirigido al faro (1050-860 m profundidad).



Figura 8.2.15.- Tiburones de profundidad (*Centrophorus squamosus* y *Deania calcea*) capturados en el palangre.

8.2.3. Descripción de las pesquerías artesanales

8.2.3.1. Características de la flota artesanal

Actualmente no existe una definición consensuada de qué se entiende por pesca artesanal. En función del contexto e interés particular se utilizan diferentes criterios obteniendo diferentes resultados con la misma flota. Así, según la FAO, se definiría como aquellas pesquerías tradicionales que conciernen empresas pesqueras de carácter familiar (en contraposición a empresas mercantiles), utilizando relativamente pequeñas cantidades de capital y energía, y compuesta por barcos de pesca relativamente pequeños, que realizan mareas cortas cerca de la costa, principalmente para consumo local de las capturas. Mientras para la Política Pesquera Común (PPC) europea, es toda aquella flota formada por barcos de pesca con una eslora total inferior a 12 metros y que no utilicen artes de arrastre.

Aquí vamos a considerar como pesca artesanal aquella que se lleva a cabo en barcos de pequeño tamaño (menos de 10 GT de arqueo bruto), que realizan mareas cortas (1-2 días), cercanos a la costa y que preferentemente usan artes de pesca tradicionales como los palangres, los enmalles y las nasas. Además, y como ya se comentó en el apartado 4.9, solo se usaron los datos procedentes de barcos que no tienen la obligación de rellenar los libros de pesca y de los cuales se dispone información de las descargas únicamente a través de las notas de venta.

En la zona del SCA, la flota que faena habitualmente pertenece a 10 de las 18 cofradías de pescadores que existen en Asturias. Esto no implica, que ningún barco de las otras 8 no haya pescado en la zona, pero en cualquier caso, sería de forma muy esporádica. Estas cofradías serían, de este a oeste:

- Lastres
- Gijón
- Candás
- Luanco
- Avilés
- San Juan de la Arena
- Cudillero
- Oviñana
- Luarca
- Puerto de Vega

Desde el año 2006 hasta el 2012, el conjunto de la flota asturiana ha sufrido una reducción del 38%, pasando de 415 a 256 embarcaciones. Y durante el 2013 este número se ha visto reducido por ceses de actividades y hundimientos.

El conjunto de embarcaciones de las 10 cofradías contabilizó en 2012 un total de 196 embarcaciones, lo que representa el 76% de la flota asturiana. De esas 196, el 65. % (127 barcos) están incluidas en este análisis. De esos 127, un total de 124 están incluidas dentro del censo de “Artes menores” y 3 dentro del de “Palangre”. Se ha tratado, dentro de lo posible, dentro de “Artes menores”, asignar un arte de pesca preferente a las embarcaciones dentro de ese censo. Cuando ello no fue posible, se dejó esa embarcación dentro del grupo. De ahí que en Tabla 8.2.4, el número de barcos dentro de la categoría “Artes menores” sea menor de 124.

Tabla 8.2.4.- Censo de embarcaciones por arte y puerto (modificado de censo MAGRAMA 2012)

	Artes menores	Palangre	Pincho	Enmalle	Nasas	TOTAL
Lastres	1	2	0	5	0	8
Gijón	1	3	0	4	0	8
Candás	1	0	0	4	1	6
Luanco	2	7	0	7	1	17
Avilés	2	5	0	2	0	9
S. J. Arena	5	2	0	6	1	14
Cudillero	2	6	23	0	0	31
Oviñana	5	1	0	0	0	6
Luarca	3	7	0	6	1	16
Puerto Vega	2	4	0	5	0	11
TOTAL	24	37	23	39	4	127

8.2.3.2. Descripción de las pesquerías y especies objetivo

Los aparejos de pesca usados por las flotas de estas cofradías pueden dividirse en tres grandes grupos: enmalle, anzuelo y nasas. En la Tabla 8.2.5 se puede ver los métiers identificados, su composición específica y la media anual de kilos descargados por especie. Los índices de silueta obtenidos mediante la técnica clasificación CLARA, nos indican que las distintas categorías son robustas.

Tabla 8.2.5.- Composición específica de los desembarcos por métier (FO: Frecuencia de Ocurrencia %) Nota: El grupo "Resto especies" hace referencia a todas aquellas especies descargadas pero que individualmente representan menos del 1% de la descarga. No se indica el porcentaje para evitar confusión con el grupo "Varios", que incluye a todas aquellas especies que, o bien ya vienen codificadas en las notas de venta como "varios" o como "osteíctios", o que presentan un error de codificación.

Arte	Métier	Especie	FO	Kg/año
Enmalle (GTR)(0.69)	GTR_SCR (0.72)	<i>Maja brachydactyla</i>	79.5	10521
		<i>Homarus gammarus</i>	3.3	430
		<i>Cancer pagurus</i>	2.6	344
		Rajidae	2.5	328
		<i>Necora puber</i>	2.1	281
		Pleuronectiformes	1.1	149
		<i>Scorpaena spp</i>	1.1	141
		Resto especies	----	1045
		GTR_BIB (0.87)	<i>Trisopterus luscus</i>	74.3
	<i>Mullus surmuletus</i>		3.5	165
	<i>Scylliorhinus canicula</i>		3.1	147
	Rajidae		2.5	106
	Triglidae		2.1	99
	<i>Trachurus trachurus</i>		1.6	77
	Resto especies		----	716
	GTR_HKE (0.91)	<i>Merluccius merluccius</i>	84.1	31802
		<i>Mullus surmuletus</i>	2.2	828
		<i>Trisopterus luscus</i>	1.5	552
		Resto especies	----	4643
	GTR_MUX (0.86)	<i>Mullus surmuletus</i>	74.4	9589
<i>Merluccius merluccius</i>		5.7	739	
Sparidae		3.5	451	

		<i>Serranus cabrilla</i>	2.5	323
		<i>Trachurus trachurus</i>	2.3	293
		<i>Trisopterus luscus</i>	2.1	265
		Varios	1.7	59
		<i>Sepia officinalis</i>	1.3	173
		<i>Pollachius pollachius</i>	1.3	165
		Resto especies	----	668
	GTR_MNZ (0.64)	<i>Lophius sp.</i>	68.4	29506
		Rajidae	16.7	8433
		Pleuronectiformes	5.0	2525
		<i>Scorpaena sp.</i>	2.6	1303
		<i>Zeus faber</i>	2.1	1055
		<i>Merluccius merluccius</i>	1.4	728
		Otras especies	1.2	626
		Resto especies	----	6330
Línea de mano (LHP) (0.98)	LHP_SQC (1.0)	<i>Loligo sp</i>	99.1	17567
		Resto especies	---	148
	LHP_MAC (1.0)	<i>Scomber scombrus</i>	99.8	266166
		Resto especies	---	853
Calar (LX) (0.94)	LX_HKE (0.98)	<i>Merluccius merluccius</i>	98.2	61324
		Resto especies	----	1108
Palangre (LLS) (0.83)	LLS_HKE (0.90)	<i>Merluccius merluccius</i>	91.6	156320
		<i>Scomber scombrus</i>	1.8	3023
		<i>Micromesistius poutassou</i>	1.4	2425
		Resto especies	----	8835
	LLS_COE (0.90)	<i>Conger conger</i>	92.2	109076
		Rajidae	2.1	3504
		<i>Scylliorhinus canicula</i>	1.2	1990
		Resto especies	----	7297
	LLS_BSS (0.88)	<i>Dicentrarchus labrax</i>	86.5	20241
Sparidae		7.2	1663	
Resto especies		----	1501	
Nasas (FPO) (0.99)	FPO_LIO (0.96)	<i>Necora puber</i>	51.3	1107
		<i>Maja brachydactyla</i>	30.7	663
		Crustacea	10.2	220
		<i>Homarus gammarus</i>	6.9	148
		Resto especies	----	20
	FPO_OCC (0.99)	<i>Octopus vulgaris</i>	99.9	62168
	Resto especies	----	58	

Aparejos de enmalle

Dentro de éste grupo, todos los aparejos utilizados en la zona son de fondo y podríamos diferenciarlos en dos tipos: los de formados por un solo paño y los que lo están por tres. Dentro de los de un paño estaría la beta y los formados por tres paños serían el miño y el trasmallo. Debido a que un mismo barco puede cambiar de arte y por ejemplo, faenar durante una temporada usando miños, y durante otros meses faenando con betas, los artes se han agrupado en dos.

Enmalle

Dentro de este grupo tan genérico, y gracias a las entrevistas y al conocimiento de las pesquerías, se ha podido asignar el arte característico de cada uno de los 5 métiers que lo componen.



- GTR_SCR: Tiene como especie objetivo el centollo *Maja brachydactyla* y para su captura se utiliza como arte de pesca el trasmallo. Es una pesquería estacional ya que existe una época de veda desde Agosto hasta mediados de Diciembre (Fig. 8.2.16). Como principales especies acompañantes están dos crustáceos: el bogavante *Homarus gammarus* y el buey de mar *Cancer pagurus*. Al desarrollarse en zonas próximas a la costa también captura rayas y peces características de aguas no muy profundas como por ejemplo, la raya santiaguesa *R. montagui* o los lenguados *Solea sp.* A este métier pertenecen 14 barcos con un total de 3334 días.



Figura 8.2.16.- Días de pesca medios por mes para el enmalle dirigido al centollo (2007-2012).

- GTR_BIB: Dentro de ésta táctica pesquera están incluidos 47 barcos y que principalmente mediante la beta tuvieron como especie objetivo la faneca *Trisopterus luscus* durante un total de 452 días. Como principales especies acompañante está el salmonete *Mullus surmuletus* y un tiburón: la pintarroja *Scyliorhinus canicula*. Es una pesquería que tiene lugar a lo largo del año con un pico en el mes de Octubre (Fig. 8.2.17).

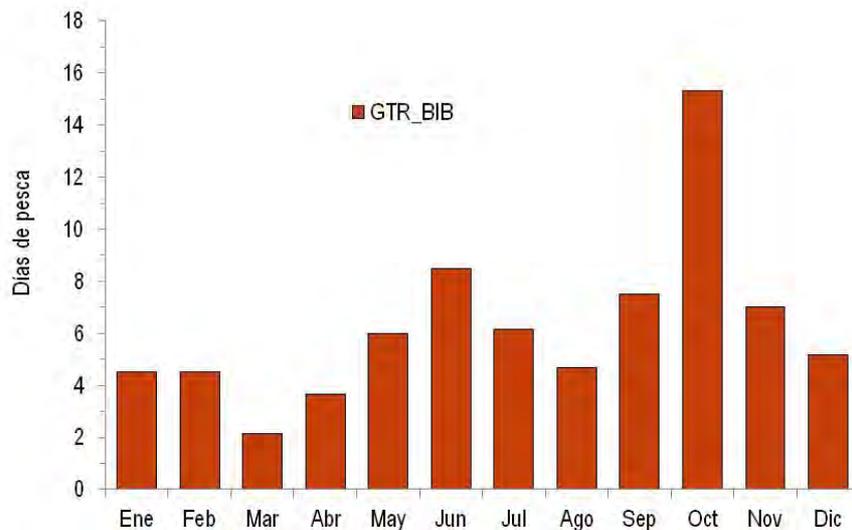


Figura 8.2.17.- Días de pesca medios por mes para el enmalle dirigido a la faneca (2007-2012).

- GTR_HKE: La merluza es la especie objetivo y es una pesquería bastante específica ya que las especies acompañantes están presentes en bajas cantidades. Es una pesquería que tiene lugar a lo largo del año y, cómo ocurría con el palangre dirigido a merluza (LLS_HKE) y con el pincho (LX_HKE), los picos de actividad se da entre los meses de abril y julio (Fig. 8.2.18). A ella se dedicaron 49 barcos durante 1920 días usando principalmente como arte de pesca la beta.

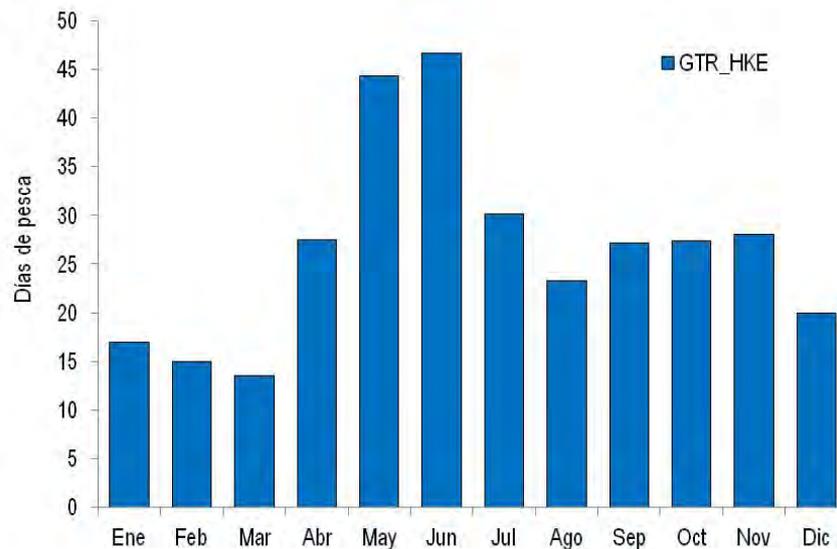


Figura 8.2.18.- Días de pesca medios por mes para el enmalle dirigido a la merluza (2007-2012).

- GTR_MUX: Nuevamente la beta es el arte utilizado para la captura de la especie a la que está dirigida ésta pesquería: el salmonete. Es una pesquería que se desarrolla todo el año, con una mínima actividad durante los primeros meses del año y el pico justo cuando la pesquería dirigida a la merluza decrece en intensidad (Fig. 8.2.19). Si nos fijamos en la Tabla 8.2.5, vemos que las tres pesquerías que utilizan este arte de pesca intercalan las especies que se capturan con mayor frecuencia. Ello es debido a que se trata de un aparejo poco selectivo y que se emplea en la captura de especie de litoral o de poca profundidad cómo son las que componen estas pesquerías. A éste métier pertenecen 50 barcos con un total de 2178 días.

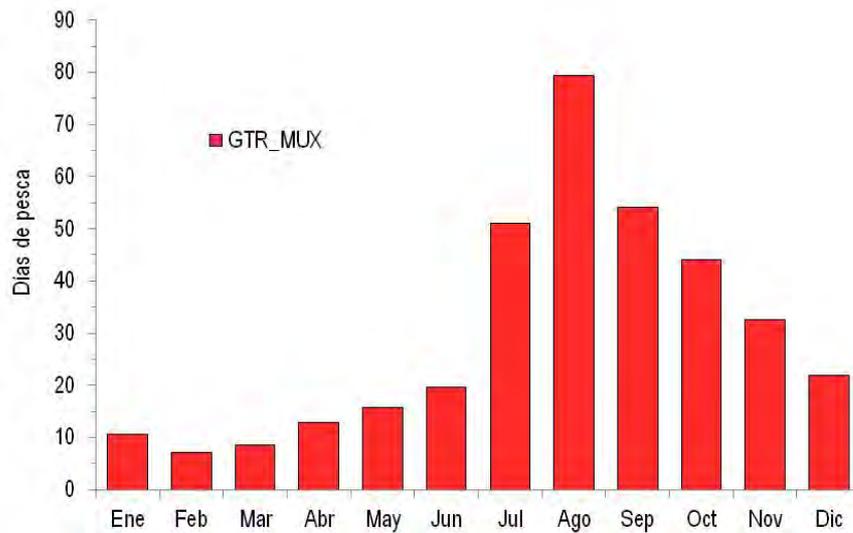


Figura 8.2.19.- Días de pesca medios por mes para el enmalle dirigido al salmonete (2007-2012).

- GTR_MNZ: Dirigido al rape *Lophius sp.* mediante el arte de miño. A diferencia de lo que ocurre con el rasco, esta pesquería se desarrolla en zonas cercanas o relativamente cercanas a costa. A ella se dedicaron 38 barcos durante un total de 2808 días. Tiene lugar durante todo el año, pero es desde finales de la primavera y durante el verano donde se desarrolla la máxima actividad (Fig. 8.2.20). Ello puede ser debido a que el buen tiempo permite a las embarcaciones faenar no sólo más días al mes si no también les permite pescar en zonas más alejadas de costa donde ésta especie es más abundante. Como principal especie acompañante de esta pesquería estarían las rayas y en bastante menor medida los peces planos.

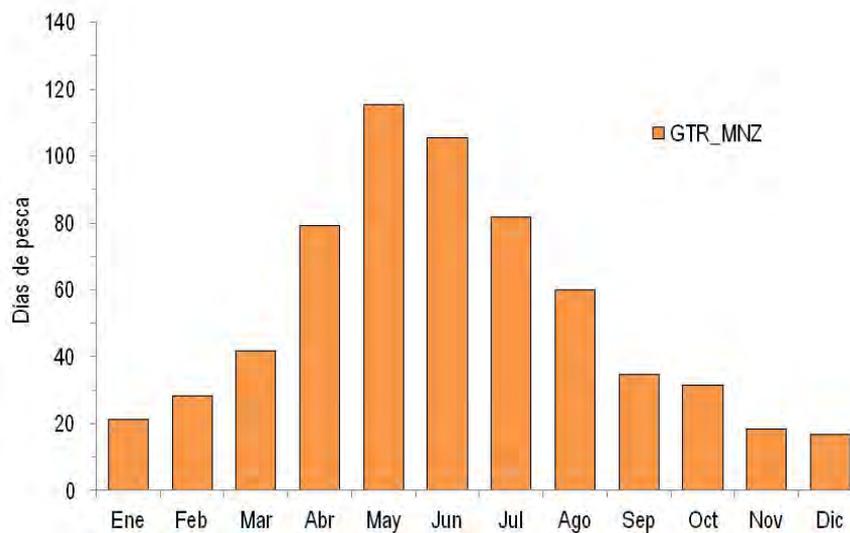


Figura 8.2.20.- Días de pesca medios por mes para el enmalle dirigido al rape (2007-2012).

Aparejos de anzuelo

Dentro de los aparejos de pesca que utilizan anzuelos podemos distinguimos dos grupos. Por un lado, las líneas de mano y por otro lado los palangres.

La línea de mano es un método de pesca que consiste en que cada marinero utiliza una línea y una potera o varios anzuelos (dependiendo de la especie objetivo) desde una barca habitualmente a la deriva. Por lo tanto, el número de líneas largadas y el número de líneas suele ser bastante parecido.

Por otra parte, el palangre consiste en una línea madre a la cual se le adosan a intervalos regulares líneas adicionales más cortas y delgadas, cada una de ellas unida a un anzuelo con cebo. Dependiendo del tipo de pesquería, existen grandes variaciones en los parámetros de los artes, tales como la distancia entre los anzuelos, el tipo de anzuelo y de carnada. Además, el número de anzuelos largados es dependiente del número de tripulantes y está regulado por ley.

Líneas de mano

En el área de estudio existen dos modalidades:

- LHP_SQC: Dirigida a los calamares *Loligo forbesi* y *L. vulgaris*. Es una pesquería estacional que tiene lugar principalmente desde finales de julio hasta principios de enero, aunque la máxima actividad se desarrolla durante los meses de otoño (Fig. 8.2.21). No tiene ninguna especie acompañante destacable. Se lleva a cabo principalmente sobre petones. Durante el periodo de estudio, se dedicaron a ésta pesquería un total de 118 barcos durante un total de 4425 días.
- LHP_MAC: Esta pesquería tiene como especie objetivo el verdel (*Scomber scombrus*) y aprovecha la migración reproductiva de la especie de este a oeste (Villamor *et al.*, 1997). Es una pesquería estacional, que se lleva desde finales de febrero hasta principios de abril (Fig. 8.2.21). En esta pesquería participa tanto la flota que faena con anzuelos todo el año como la que utiliza cualquier arte de enmalle y así como la pesquería industrial (Tabla 8.2.1). En todos los casos, la flota deja su actividad habitual durante los días que dura la pesquería para dedicarse a la captura del verdel. Aunque la costera del verdel tiene una mayor intensidad en aguas de Cantabria, ya que es esa zona hacia dónde se desplaza el grueso de la flota pesquera del norte de España, se registraron un total de 5169 días y de 120 barcos.

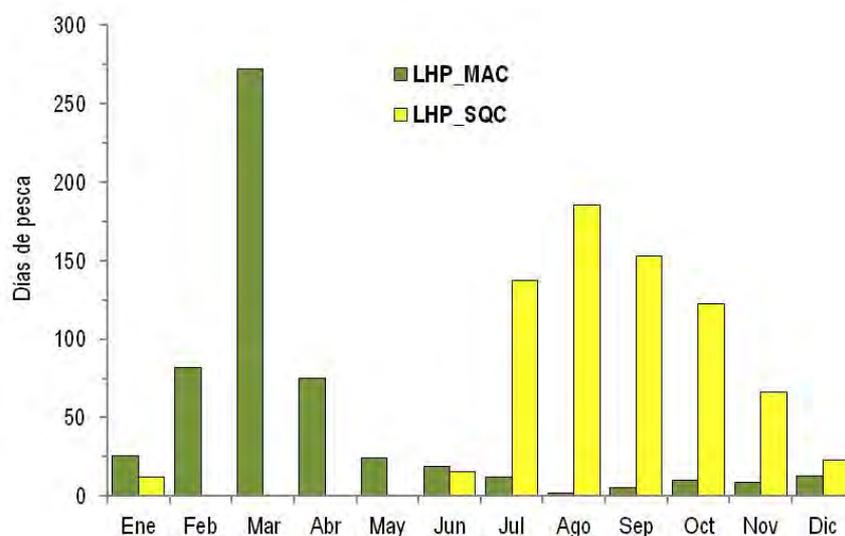


Figura 8.2.21.- Días de pesca medios por mes y métier para la línea de mano (2007-2012).



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



Arte de palangre

Pincho (arte de calar)

Es una pesquería exclusiva del puerto de Cudillero. Esta modalidad consiste en una línea madre de la cual penden 25 anzuelos separados 2 metros entre si y una plomada en su extremo la cual se suelta hasta el fondo. Cada embarcación utiliza 4 o 5 líneas (Fig. 8.2.22) manipuladas por dos personas. En la actualidad está compuesta por una flota de 23 barcos (Tabla 8.2.6) con una eslora total que va desde los 7 hasta los 13 m ($\bar{x} \approx 9$). La merluza es la principal especie objetivo de esta flota y para ello utilizan como cebo parrocha (*Sardina pilchardus* de pequeño tamaño).



Figura 8.2.22.- Arriba: Barcos faenando al picho de calar en “Calafrió”. Abajo: Encarnado con parrocha.

Todo el esfuerzo de este métier (LX_HKE) se sitúa en la zona 16E3, ya que la pesquería se desarrolla principalmente en un solo caladero conocido como el “Calafrió”, situado en la cabecera del cañón de Avilés, en profundidades que van de los 230 a los 290 metros. Excepcionalmente pueden desplazarse a un caladero cercano denominado “La Piedra”. Es una pesquería que se desarrolla durante todo el año, aunque la máxima actividad se desarrolla desde abril hasta julio (Fig. 8.2.23). Debido al tamaño de los barcos, las mareas constan de un solo día de pesca y solamente el barco más grande de la flota se dedica a la pesca del bonito

durante el verano. Durante los meses de noviembre, diciembre y enero, una parte de la flota deriva su actividad a la recogida del percebe (*Pollicipes cornucopia*).

Tabla 8.2.6.- Esfuerzo en número de barcos y días de pesca por año de la flota de pincho de merluza

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Barcos	22	21	23	23	24	23
Días pesca	1558	1358	1754	1675	1867	1878

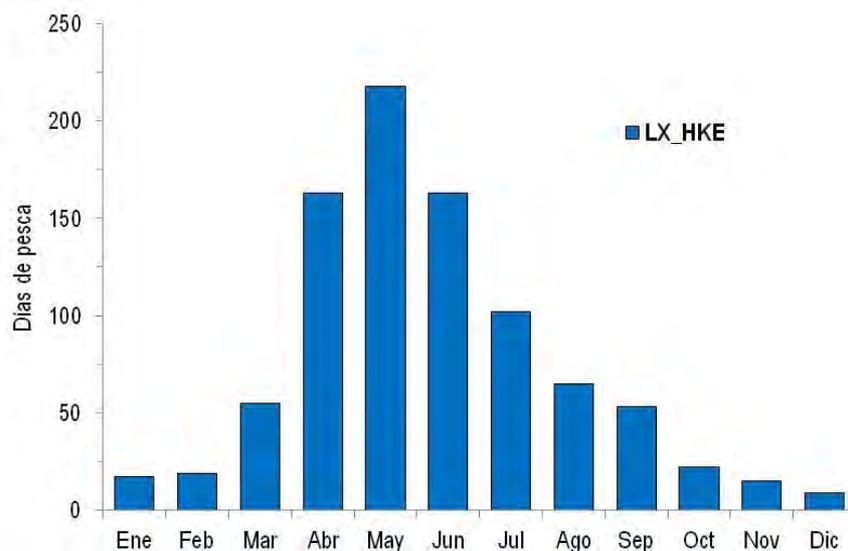


Figura 8.2.23.- Días de pesca medios por mes para el pincho de Cudillero (2007-2012).

Palangrillo

La especie objetivo es la lubina (*Dicentrarchus labrax*), y cómo especies acompañantes estarían los espáridos, principalmente el sargo (*Diplodus sargo*) y la dorada (*Sparus aurata*) y en bastante menor medida otras especies cómo el congrio (*Conger conger*), la maragota (*Labrus bergylta*) y el tiñoso (*Scorpaena* sp.). Como cebo se usa el patexo (*Polybius henslowii*).

Esta pesquería (LLS_BSS) es llevada a cabo por embarcaciones de pequeño tamaño (6-10 m de eslora) y en zonas cercanas a la costa (principalmente sobre petones) y cuya profundidad varía entre los 6 y los 70 m.

Se utiliza durante todo el año (Fig. 8.2.24) aunque un pequeño número de barcos de ésta flota tienen permiso para dedicarse a la pesca del percebe, principalmente desde octubre hasta principios de enero, pudiendo variar, durante esa época, de una modalidad a otra en función del estado de la mar y de los precios. Éste métier está formado por 61 barcos con un total de 3361 días.

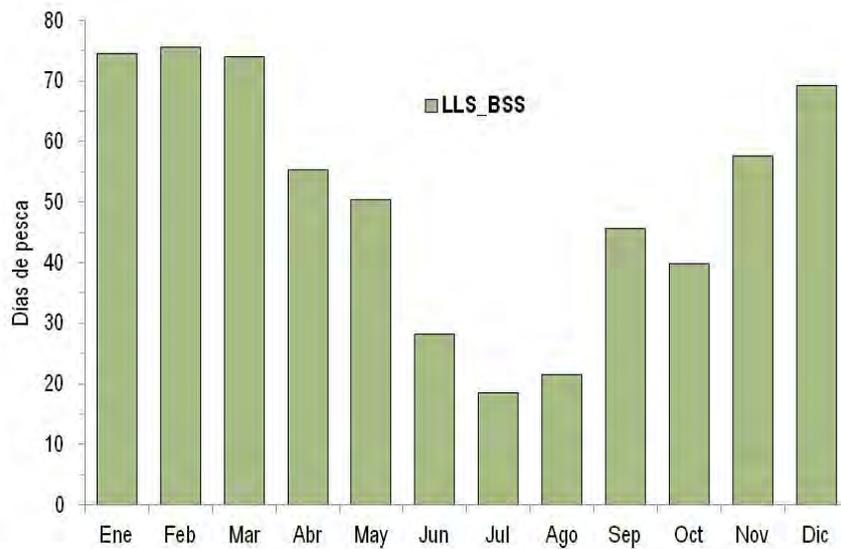


Figura 8.2.24.- Días de pesca medios por mes para el palangrillo (2007-2012).

Palangre piedra-bola

Este aparejo tiene como especie objetivo a la merluza (*Merluccius merluccius*) usando como cebo parrocha. Dentro de este métier (LLS_HKE), se identificaron 43 barcos con un total de 5.501 días y no se observa estacionalidad, aunque los máximos se registran entre los meses de mayo y julio (Fig. 8.2.25).

A diferencia de lo que ocurre con los palangreros de mayor tamaño que se dedican a la captura de esta especie, los barcos incluidos dentro de éste métier no se dedican a la pesca del bonito mediante la modalidad de curricán durante los meses de verano. Ello es debido al pequeño tamaño de las embarcaciones que no les permite realizar mareas largas ni muy alejadas de tierra. La excepción puede producirse cuando los túnidos ya se encuentran dentro del Golfo de Vizcaya y no muy alejados de la costa, que las embarcaciones de mayor tamaño pueden dedicar algunos días a la pesca del bonito.

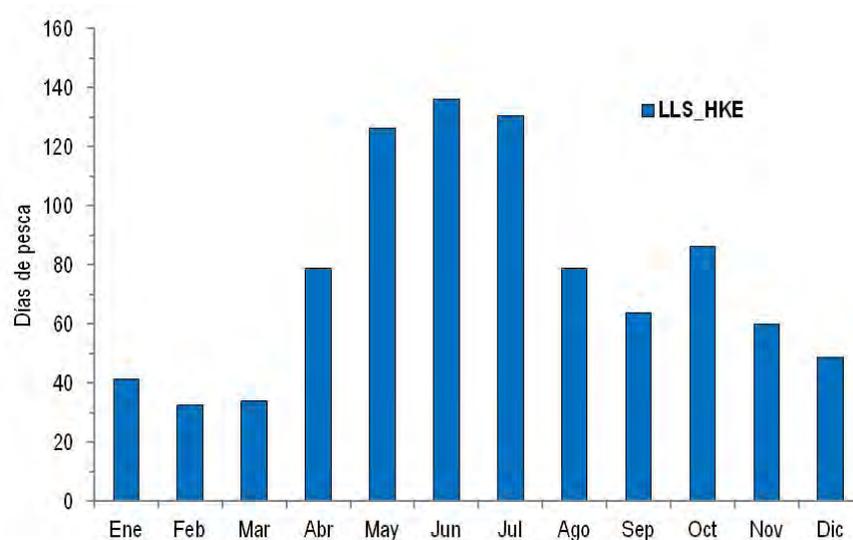


Figura 8.2.25.- Días de pesca medios por mes para el palangre piedra-bola (2007-2012).

Palangre de fondo

Mientras que en la flota con VMS, en el palangre de fondo se distinguen pesquerías dirigidas a la locha (*P. blennoides*), al congrio y al abadejo (*P. pollachius*) (Tabla 8.2.1), para las pesquerías artesanales solo se detecta una: la dirigida al congrio (LLS_COE). Un total de 48 barcos llevaron a cabo esta pesquería durante 4125 días y ésta se desarrolla durante todo el año y aunque no se observa un patrón claro, se registró una menor actividad durante el primer tercio del año (Fig. 8.2.26).

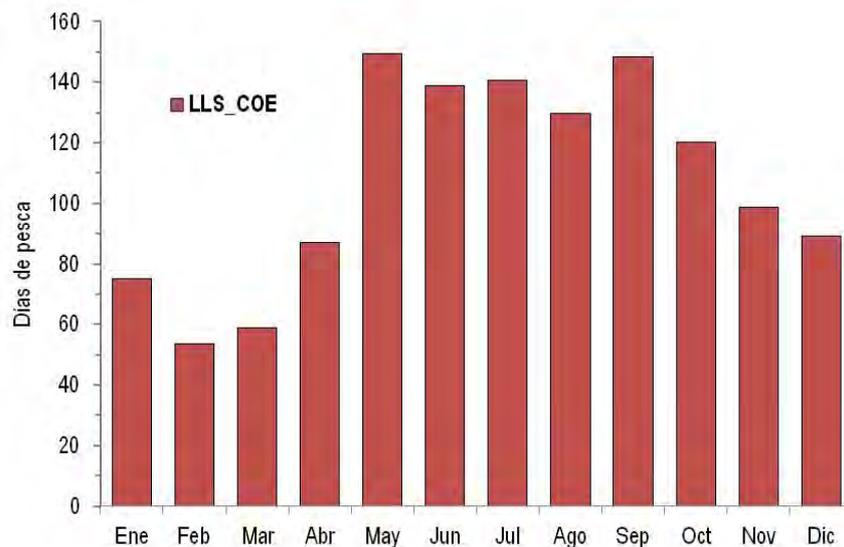


Figura 8.2.26.- Días de pesca medios por mes para el palangre de fondo dirigido al congrio (2007-2012).

Esta especie se pesca desde los 30 hasta los 400-450 metros, pero mientras las embarcaciones de mayor tamaño faenan en los caladeros más alejados de la costa y por lo tanto a mayor profundidad, las embarcaciones de menor tamaño faenan habitualmente en los caladeros cercanos a costa y a una menor profundidad. Estas diferencias en las zonas de pesca entre los palangreros de mayor tamaño y los pertenecientes a la flota artesanal, se reflejan tanto en las especies retenidas como en las descartadas.

Así, si nos fijamos en la Figura 8.2.27 que representa un embarque realizado en un barco perteneciente a éste métier, y llevado a cabo a una profundidad entre 12 y 50 m, vemos que entre las principales especies acompañantes al congrio se encuentran las 3 especies de rayas más habituales en el Cantábrico: *Leucoraja naevus*, *Raja clavata* y *R. montagui*.

El descarte de congrio corresponde a aquellos ejemplares que o bien no alcanzan la talla mínima legal (58 cm) o que aunque la superan, no interesan por su casi nulo valor económico. En cualquier caso, los ejemplares vuelven totalmente vivos a la mar.

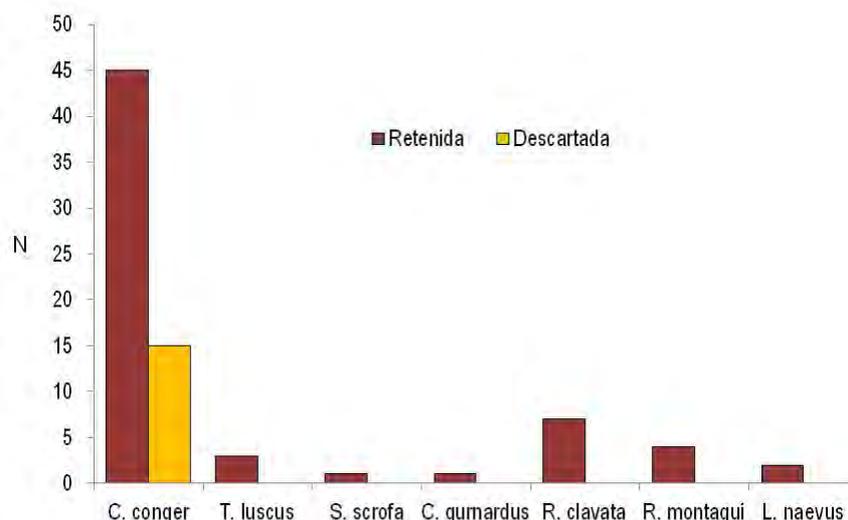


Figura 8.2.27.- Especies capturadas y retenidas en un embarque de palangre de fondo (12-50 m profundidad).

Por el contrario, en un embarque realizado en aguas más profundas (310 - 334 m), las capturas de congrio suelen ir acompañadas de especies de típicas de profundidad como la locha, el olayo *Galeus melastomus* o el faro *Mora moro* (Fig. 8.2.28).

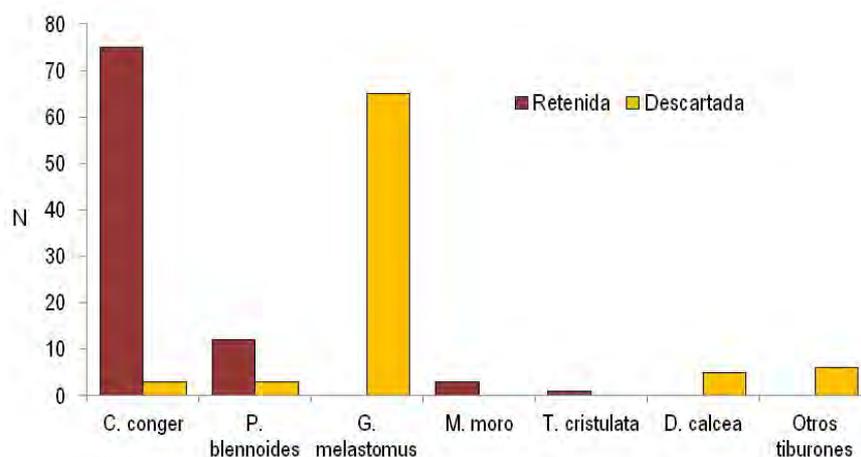


Figura 8.2.28.- Especies capturadas y retenidas en un embarque de palangre de fondo dirigido al congrio en poca profundidad.

Nasas

Aquí distinguimos dos métiers,

- FPO_LIO: orientada a la captura de crustáceos, principalmente nécora *Necora puber*, langosta (*Palinurus elephas*), cigala (*Nephrops norvegicus*) y bogavante (*Homarus gammarus*). Durante los meses que se permite la captura del centollo (*Maja brachydactyla*), la pesquería se dirige hacia esa especie. De ahí que sea la segunda especie en importancia en cuanto a capturas (Tabla 8.3.1). Dentro de éste métier se han identificado 31 barcos que han faenado un total de 951 días durante todo el año con un máximo de actividad durante el verano (Fig. 8.2.29).

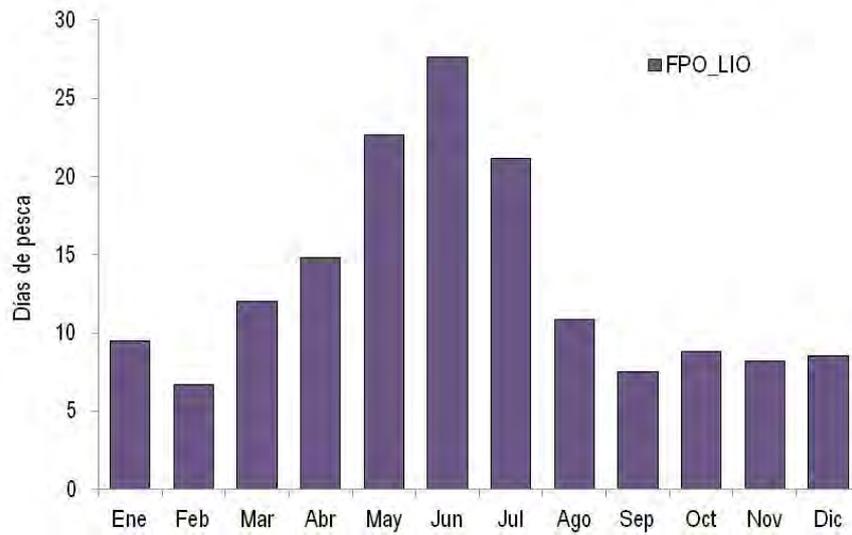


Figura 8.2.29.- Días de pesca medios por mes para la nasa dirigida a la nécora (2007-2012).

- FPO_OCC: la especie objetivo es el pulpo común (*Octopus vulgaris*). Es una pesca estacional ya que su pesca está prohibida desde mediados de diciembre hasta mediados de julio (Fig. 8.2.30). A éste pesquería se dedicaron 97 barcos durante un total de 7680 días.

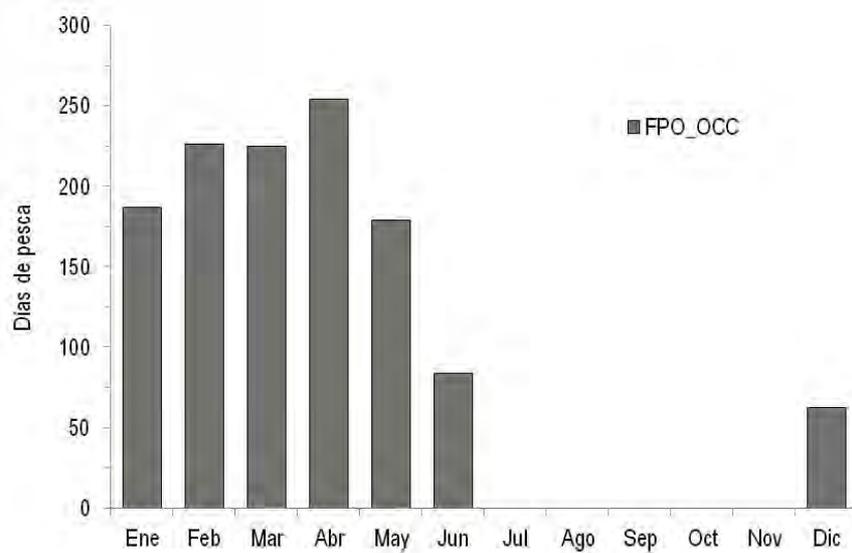


Figura 8.2.30.- Días de pesca medios por mes para la nasa dirigida al pulpo (2007-2012).

9. Modelización trofodinámica del ecosistema

Una de las actividades realizadas por el proyecto INDEMARES en el SCA ha sido el estudio de los contenidos estomacales de las principales especies de peces bentopelágicos. En ecología trófica marina, se ha hecho un esfuerzo considerable en la comprensión de las redes tróficas y, en particular, en analizar la contribución de las comunidades planctónicas y bentónicas en la dieta de las poblaciones de peces y elasmobranquios. Determinados organismos de comportamiento bentopelágico constituyen presas clave para muchas especies de peces y tiburones de profundidad (Mauchline y Gordon, 1991; Cartes, 1998; Preciado et al., 2009) y representan una importante fuente de alimento para muchas especies de la megafauna (Mauchline y Gordon, 1991; Carrassón et al, 1992; Cartes, 1998; Carrassón y Cartes, 2002; Cartes & Carrassón, 2004; Madurell y Cartes, 2004). Tienen por tanto un papel clave en la dinámica de la comunidad y el funcionamiento de las redes tróficas marinas.

9.1. Hábitos alimenticios de los peces

La importancia de los hábitos alimenticios de los peces va más allá del conocimiento meramente descriptivo de la dieta de las especies. Una cuestión recurrente en ecología marina es la influencia de factores ambientales y antropogénicos (variables oceanográficas, climáticas, efecto de la pesca etc.) en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, y su interacción con los procesos internos (p.e. mortalidad natural, competencia por el alimento, depredación). La actividad pesquera ha representado durante siglos una de las actividades más importantes de origen antropogénico, ejerciendo un impacto directo sobre el ecosistema y produciendo cambios tanto en la estructura como en la dinámica de las comunidades (Jennings et al., 2001). Los ecosistemas marinos son muy complejos y necesitan estudios que analicen las interacciones tróficas que unen los numerosos compartimentos existentes. Las herramientas que más se aproximan a este grado de complejidad son los modelos trofodinámicos, basados en la ecología trófica de las especies (Pauly et al., 2000), donde es necesario conocer la tasa anual de consumo de cada depredador y la distribución de ese consumo entre sus grupos presa. De ahí la necesidad de realizar estudios de ecología trófica que están cobrando cada vez mayor importancia en la evaluación y gestión de los recursos marinos. La necesidad de una aproximación trofodinámica en el estudio del papel de las pesquerías en el ecosistema ha quedado reflejado en numerosos documentos (p.e. Sánchez y Olaso, 2004; Sánchez et al., 2005; Coll et al. 2007).

En la presente memoria no se aborda el estudio del modelado trofodinámico del SCA sin embargo se prevé llevar a cabo en un futuro este tipo de aproximación ecosistémica, que ayude de manera simultánea a completar las lagunas existentes en el conocimiento de la estructura trófica del ecosistema de la zona así como a entender el papel que las presiones humanas sobre los recursos marinos tienen en el funcionamiento de estas comunidades.

Los resultados del análisis global de la dieta de los 29 especies de peces y elasmobranquios muestra la dominancia de los crustáceos, fundamentalmente eufausiáceos (con la especie *Meganyctiphanes* norvegica como presa más abundante en número, Fig. 9.1.1), seguidos de grupos suprabentónicos como los anfípodos e isópodos. Dentro de los anfípodos se han identificado más de 50 especies diferentes en los contenidos estomacales, entre las que destacan *Bonnierella abyssorum*, *Laetmatophilus tuberculatus*, y *Nicippe tumida* como las más abundantes. Dentro del grupo Isopoda se han identificado cerca de 20 especies siendo las más abundantes *Natatolana borealis* e *Ilyarachna longicornis*.

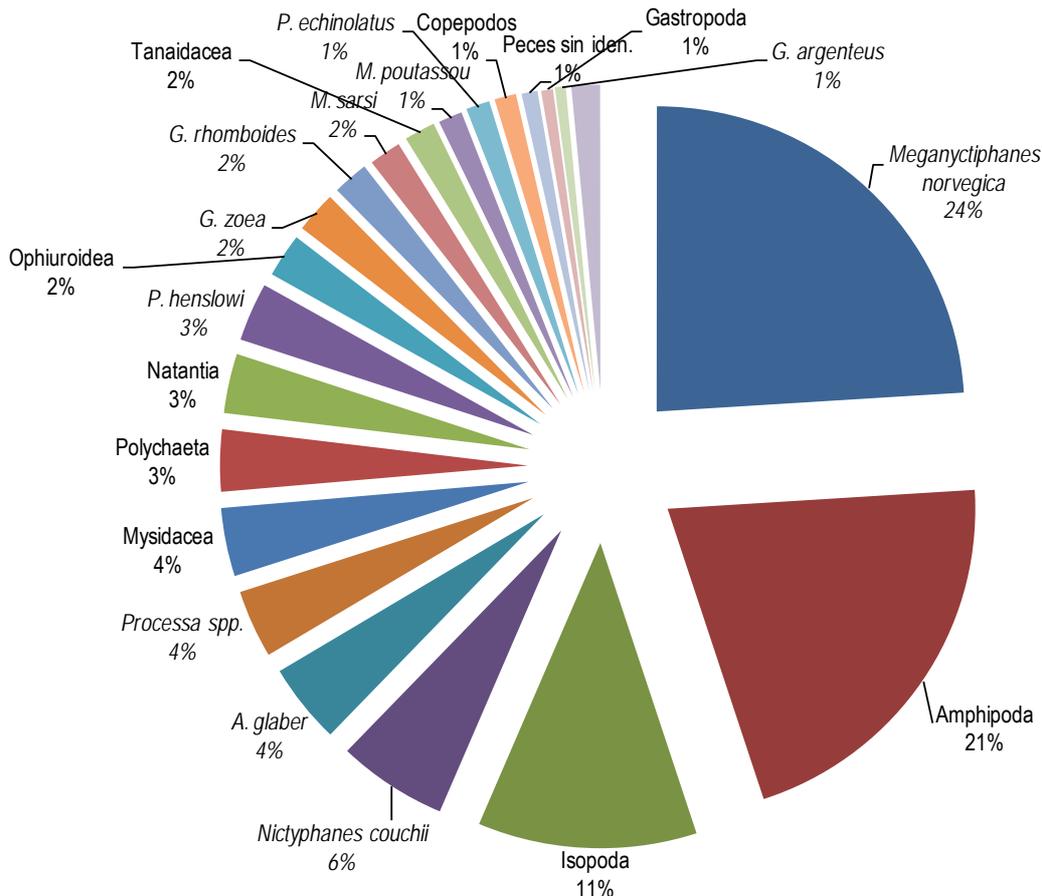


Figura 9.1.1.- Importancia global de los taxones presas en la dieta del conjunto de la comunidad de peces de profundidad del SCA (%N). Algunas especies se encuentran agrupadas en taxones superiores para hacer la figura más inteligible.

9.2. Afinidades tróficas entre predadores

El resultado del análisis de clasificación jerárquica muestra 3 grupos tróficos bien diferenciados (Fig. 9.2.1) en función de su dieta:

- Grupo 1: suprabentófagos (*N. aequalis*, *L. eques* y *H. mediterraneus*)
- Grupo 2: macrozooplanctófagos/ictiófagos (*G. melastomus*, *S. canicula* y *M. poutassou*)
- Grupo 3: epibentófagos (*L. boscii*, *H. dactylopterus*, *M. laevis*, *P. blennoides*)

Los taxones presa que caracterizan al grupo de los suprabentófagos son pequeños crustáceos que forman parte de estas comunidades (misidáceos, anfípodos e isópodos) (Tabla 9.2.1). Dentro del grupo de los macrozooplanctófagos la principal presa son los eufausiáceos, y en concreto la especie *Meganyctiphanes norvegica*. Sin embargo, dentro de este grupo se encuentran elasmobranquios que además de alimentarse de estos pequeños crustáceos cuando son juveniles se alimentan de otros peces (como la bacaladilla *Micromesistius poutassou*) cuando crecen. En este análisis no hemos tenido en cuenta los cambios ontogénicos de la dieta (cambios de dieta con la talla/edad) por lo que en este grupo en concreto se observa la mezcla de juveniles y adultos de *Galeus melastomus*. Sin embargo hay que decir que en el caso de especie, cuando *G. melastomus* llega a adulto y se alimenta de otros peces sigue completando su dieta con eufausiáceos así como con otros crustáceos más grandes como el cangrejo pelágico *Polybius henslowi*.

Por último, el grupo de los epibentófagos se alimenta fundamentalmente de crustáceos que forman parte de las comunidades epibentónicas como la gamba *Processa* sp. o el cangrejo *Goneplax rhomboides*.

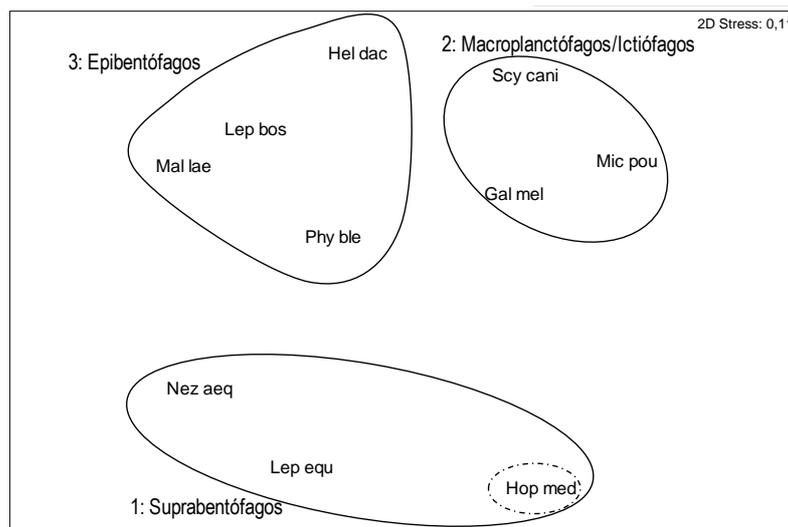
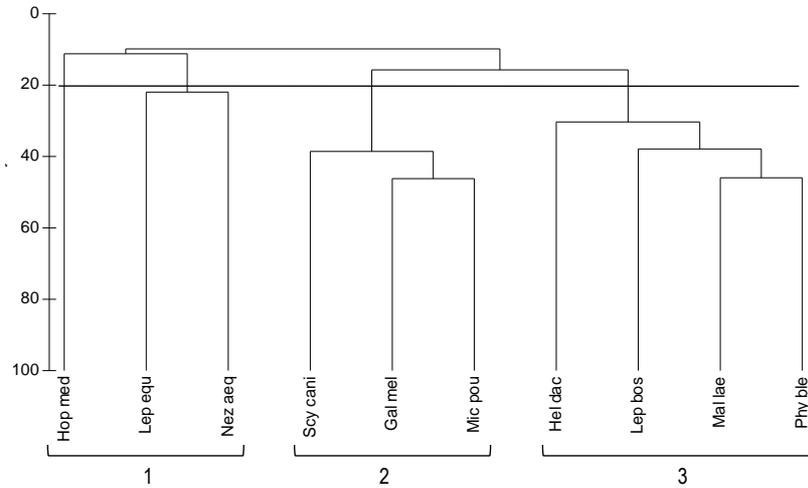


Figura 9.2.1.- Representación gráfica del análisis de clasificación jerárquica y gráfico 2D de los resultados del MDS, mostrando los 3 grupos tróficos dominantes. Basados en la matriz cuantitativa de dietas predador vs presa (volumen, cc). Datos transformados raíz-cuarta. Similaridad de Bray-Curtis. [Abreviaturas (por orden alfabético): Gal mel = *Galeus melastomus*, Hel dac = *Helicolenus dactylopterus*, Hop med = *Hoplostethus mediterraneus*, Lep equ = *Lepidion eques*, Lep bos = *Lepidorhombus boscii*, Mal lae = *Malacocephalus laevis*, Mic pou = *Micromesistius potassou*, Nez aeq = *Nezumia aequalis*, Phy ble = *Phycis blennoides*, Scy can = *Scyliorhinus canicula*].

Tabla 9.2.1. Principales taxones presa que contribuyen a la similaridad de los grupos tróficos resultantes del análisis de clasificación jerárquica y MDS (matriz cuantitativa predador vs presa). [Abreviaturas (por orden alfabético): Gal mel= *Galeus melastomus*, Hel dac = *Helicolenus dactylopterus*, Hop med = *Hoplostethus mediterraneus*, Lep equ = *Lepidion eques*, Lep bos = *Lepidorhombus boscii*, Mal lae = *Malacocephalus laevis*, Mic pou = *Micromesistius poutassou*, Nez aeq = *Nezumia aequalis*, Phy ble = *Phycis blennoides*, Scy can = *Scyliorhinus canicula*].

Grupo 1: Suprabentófagos (Similaridad media = 14,86)					
	VOL	SIM	SIM/DS	%ESP	%ACUM
Mysidacea	1,49	4,01	1,38	26,98	26,98
Natantia	1,12	2,92	1,03	19,64	46,62
Gammaridea	1,09	0,93	0,58	6,27	52,90
Munnopsidae	1,30	0,93	0,58	6,27	59,16
Grupo 2: Macroplancetófagos/Ictiófagos (Similaridad media= 41,17)					
	VOL	SIM	SIM/DS	%ESP	%ACUM
<i>M. norvegica</i>	2,60	11,23	6,30	27,28	27,28
Euphausiacea	2,15	9,13	2,64	22,18	49,46
<i>M. poutassou</i>	1,39	5,60	4,85	13,60	63,06
Grupo 3: Epibentófagos (Similaridad media = 35,50)					
	VOL	SIM	SIM/DS	%ESP	%ACUM
<i>Processa</i> spp.	1,85	5,69	4,66	16,02	16,02
<i>G. rhomboides</i>	1,68	5,53	8,14	15,58	31,60
<i>N. borealis</i>	1,53	4,07	3,06	11,46	43,06
Natantia	1,15	3,65	4,17	10,29	53,35
<i>A. glaber</i>	1,56	3,18	0,89	8,95	62,30

9.3 Modelización trofodinámica

El ecosistema del sistema de cañones submarinos de Avilés está constituido por numerosas comunidades diferentes entre las que existen complejas interacciones tróficas. Son comunidades de gran riqueza y diversidad lo que se refleja en la complejidad de la interacción entre los compartimentos del ecosistema. Los organismos macrozooplanctónicos junto a las comunidades suprabentónicas juegan un papel fundamental en el funcionamiento de las redes tróficas. En concreto, la especie *Meganyctiphanes norvegica* es un eufausiáceo que realiza migraciones nictemerales y representa una presa clave para determinadas especies bentopelágicas de peces y elasmobranquios. Asimismo, la riqueza de las comunidades suprabentónicas del SCA se ve reflejada en las dietas de peces bentónicos constituyendo un importante recurso alimenticio para especies como el macrúrido *Nezumia aequalis* o el mórido *Lepidion eques*. Destacan fundamentalmente especies de anfípodos como *Bonnierella abyssorum*, *Laetmatophilus tuberculatus* y *Nicippe tumida* e isópodos (*Natanolana borealis* e *Ilyarachna longicornis*).

Toda esta información será de gran ayuda a la hora de hacer un modelo trofodinámico de balance de biomazas (ECOPATH) para conocer la estructura y funcionamiento del ecosistema del sistema de cañones submarinos de Avilés la plataforma continental adyacente. A modo de ejemplo, en la Fig. 9.2.2 podemos observar las principales interacciones tróficas que se producen en el ecosistema de la plataforma de mar

Cantábrico y el papel de las pesquerías que allí actúan (Sánchez y Olaso, 2004). Este modelo puede ser utilizado en primera instancia para explicar las principales características del ecosistema en donde se sitúa el SCA.

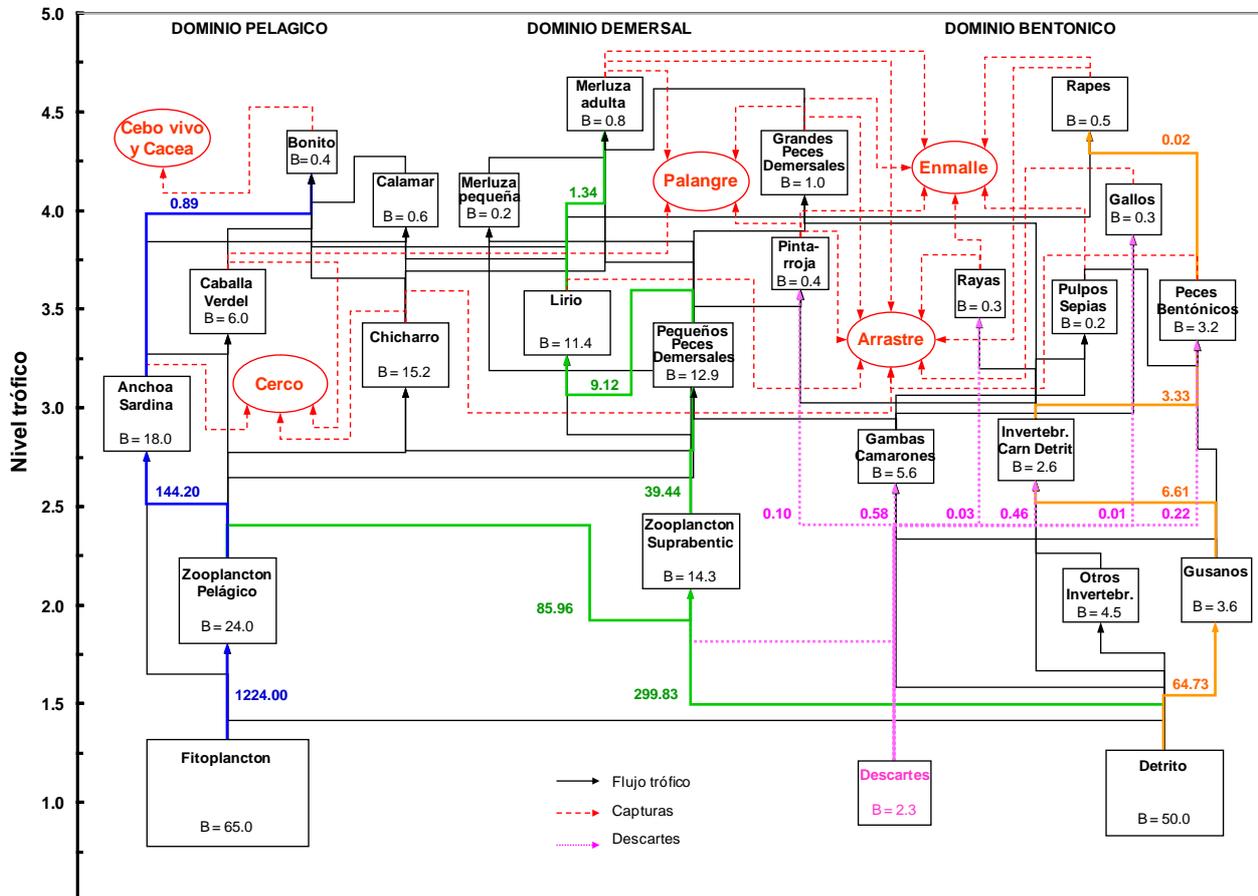


Figura 9.2.2.- Representación gráfica de los principales flujos tróficos en la plataforma del mar Cantábrico (Sánchez y Olaso, 2004).

En este primer modelo del Cantábrico se describieron los principales grupos funcionales de los dominios pelágico, demersal y bentónico que canalizan la energía desde la producción primaria (fitoplancton y detritos) hasta los predadores apicales. Los organismos suprabentónicos son especies llave que transfieren biomasa entre el medio demersal y pelágico. En un ecosistema altamente productivo y con una fuerte componente estacional para la producción primaria (*blooms* de primavera), como es el caso, se producen importantes migraciones tróficas con importaciones y exportaciones de biomasa desde y hacia otros ecosistemas (caballa, anchoa, bonito, etc.). Las pesquerías juegan un importante papel en este ecosistema y condicionan en gran manera su estructura mediante un efecto *top-down*, ya que inciden principalmente sobre predadores, salvo las de arte de cerco. Los resultados de este modelo indican que el ecosistema del mar Cantábrico se encuentra fuertemente explotado y las pesquerías han alcanzado los niveles tróficos mínimos admisibles.

La importancia de disponer de modelos trofodinámicos de zonas en las cuales se pretenden establecer planes de gestión es que permiten realizar estimaciones de las posibles consecuencias de la aplicación de determinadas medidas mediante proyecciones espacio-temporales (Ecosim y Ecospace). En el caso de la plataforma del Cantábrico se han aplicado en evaluar los efectos del cierre de las pesquerías de arrastre mediante la implantación de arrecifes artificiales (Sánchez et al., 2005).



Fundación Biodiversidad

INDEMARES

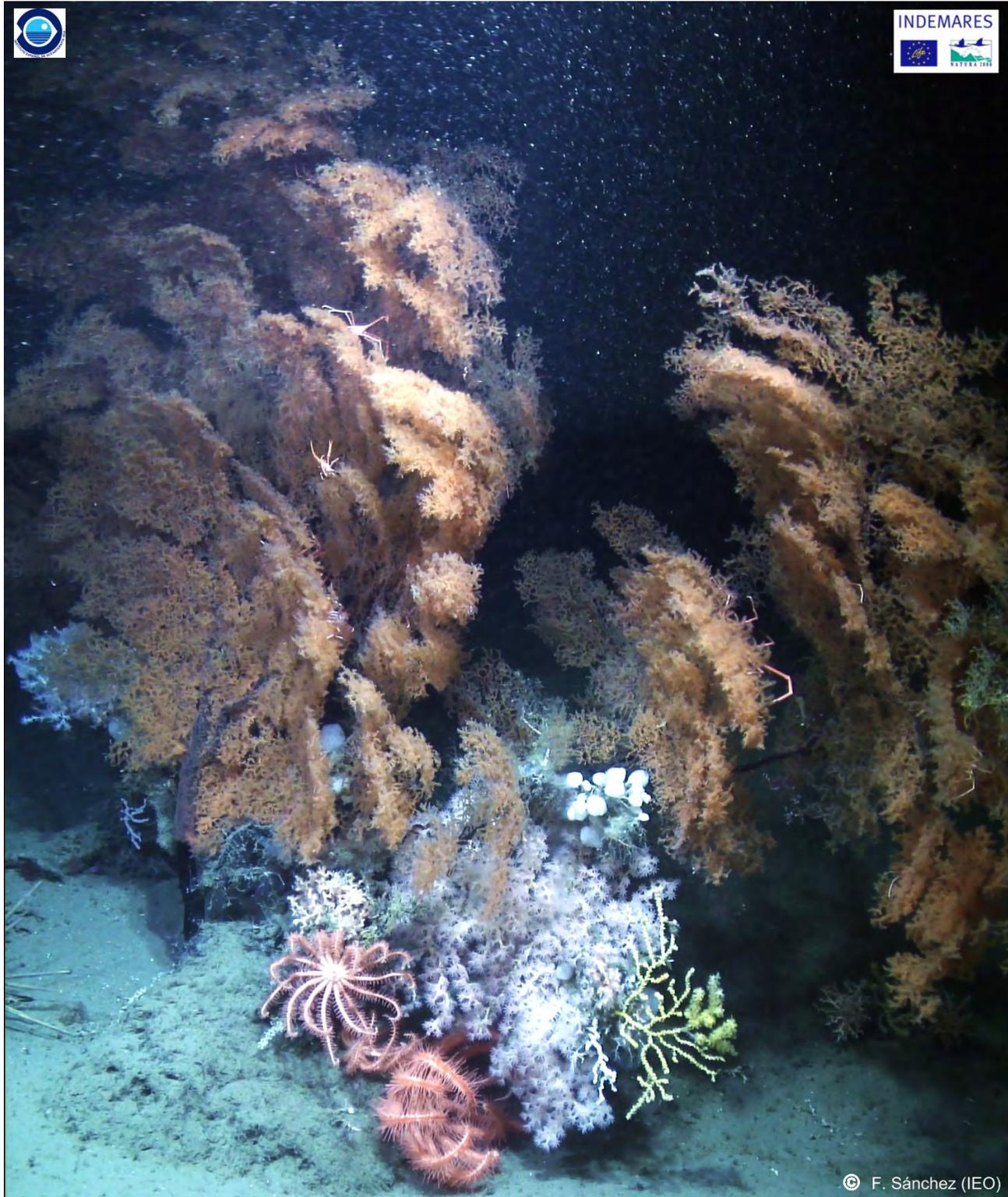


Imagen obtenida con el ROV *Liropus 2000* en la cabecera del cañón de Avilés, a 1150 m de profundidad. El coral negro de forma arbustiva pertenece al género *Leiopathes* y se encuentra acompañado por otras muchas especies vulnerables que ocupan el microhabitat que genera. Se observan estrellas brisinguidas, gorgonias, corales blancos, erizos y esponjas en su base y crustáceos galateidos sobre sus ramas. Recientes estudios con la técnica del ^{14}C demuestran que los corales negros son seres vivos extremadamente longevos (Carreiro-Silva et al, 2014). Aplicando los criterios de este estudio se puede estimar que por su tamaño (180 cm) este ejemplar de *Leiopathes* puede tener una edad aproximada entre 5000 y 6000 años.

10. Criterios para la designación del área marina protegida

10.1. Hábitats de interés comunitario, hábitats vulnerables y hábitats esenciales

Teniendo en cuenta los resultados del proyecto anteriormente expuestos consideramos prioritarios los siguientes tipos de hábitats para tenerlos en consideración en la planificación espacial de las diferentes medidas de gestión en la designación del área como Zona de Especial Conservación (ZEC):

- Hábitats presentes en la Directiva de Hábitats
- Hábitats vulnerables no contemplados en la Directiva
- Hábitat de las listas de la Comisión OSPAR
- Hábitats esenciales para el sostenimiento de algunas poblaciones

10.1.1. Hábitats del Anexo I de la Directiva Hábitat presentes en la zona

10.1.1.1. Tipos de hábitat de la DH. Criterios de inclusión de los hábitats

El único hábitat definido en el Anexo I de la DH presente en la zona es el 1170 Arrecifes. Teniendo en cuenta los criterios de interpretación para este hábitat (EU, 2007) y los acuerdos de estandarización adoptados en el Comité Científico del proyecto INDEMARES, los hábitats identificados (ver apartado 7.1) y que pueden ser asignados a esta categoría son:

- Roca circalitoral dominada por invertebrados con *Phakellia ventilabrum* y *Dendrophyllia cornigera*
- Roca batial dominada por invertebrados con *Leptometra celtica*
- Roca batial con *Dendrophyllia cornigera*
- Roca batial colmada de sedimentos con estrellas Brisíngidas
- Arrecife de corales profundos de *Lophelia pertusa* y/o *Madrepora oculata*
- Roca batial con corales blancos
- Roca batial con corales negros (*Leiopathes*, *Antipathes*)
- Roca batial con *Callogorgia verticillata*
- Roca batial con grandes esponjas hexactinélidas (*Asconema*)
- Roca batial con grandes demosponjas (*Geodiidae* y *Pachastrellidae*)
- Montículos de coral muerto compactado (*dead coral framework*)

Los criterios de inclusión en esta denominación de la DH han sido incluir hábitats identificados en la zona con especies estructurantes sesiles de un cierto porte (corales, gorgonias y esponjas principalmente) y asentadas sobre fondos rocosos. Esto les configura como hábitats con una fuerte componente tridimensional de origen biógeno firmemente asentada en un substrato duro. Según estos criterios, quedan fuera de esta denominación las colonias discretas de corales, esponjas y gorgonias así como los hábitats biógenos sobre fondos sedimentarios (jardines de coral, campos de pennatulas, agregaciones de esponjas sobre fangos, etc.), si bien algunos de ellos son muy valiosos para el ecosistema y vulnerables por lo que se incluyen en el apartado 10.1.2.

En el primer caso (Roca circalitoral dominada por invertebrados con *Phakellia*...) hablamos de una comunidad de invertebrados, estructurada principalmente por esponjas y corales de un cierto porte, que se asienta sobre los afloramientos rocosos de la plataforma continental, situados al Norte de Cabo Peñas, en



profundidades entre 100 y 180 m principalmente (Figura 7.1.13). Aunque localmente pueden existir ciertas agregaciones de estas especies bioconstructoras sésiles, dando una cierta estructura tridimensional al hábitat, en muchos casos su densidad no es lo suficientemente alta como para constituir un arrecife de coral propiamente dicho (Figura 7.1.14A). La ausencia de un suficiente número de estaciones de muestreo en esta amplia zona nos impide realizar un cartografiado preciso por lo que la información aportada en este informe sobre este tipo de hábitat es meramente orientativa. Estos hábitats rocosos con numerosas especies de invertebrados sésiles se continúan a más profundidad en la zona batial con la presencia de distintas comunidades, dependiendo de las condiciones hidrodinámicas, la pendiente, cobertura sedimentaria, etc., como son aquellas tipificadas por crinoideos (*Leptometra celtica*) o corales (*Dendrophillia cornigera*, *Madrepora oculata*, *Desmophyllum* sp., *Caryophyllia* sp. etc.).

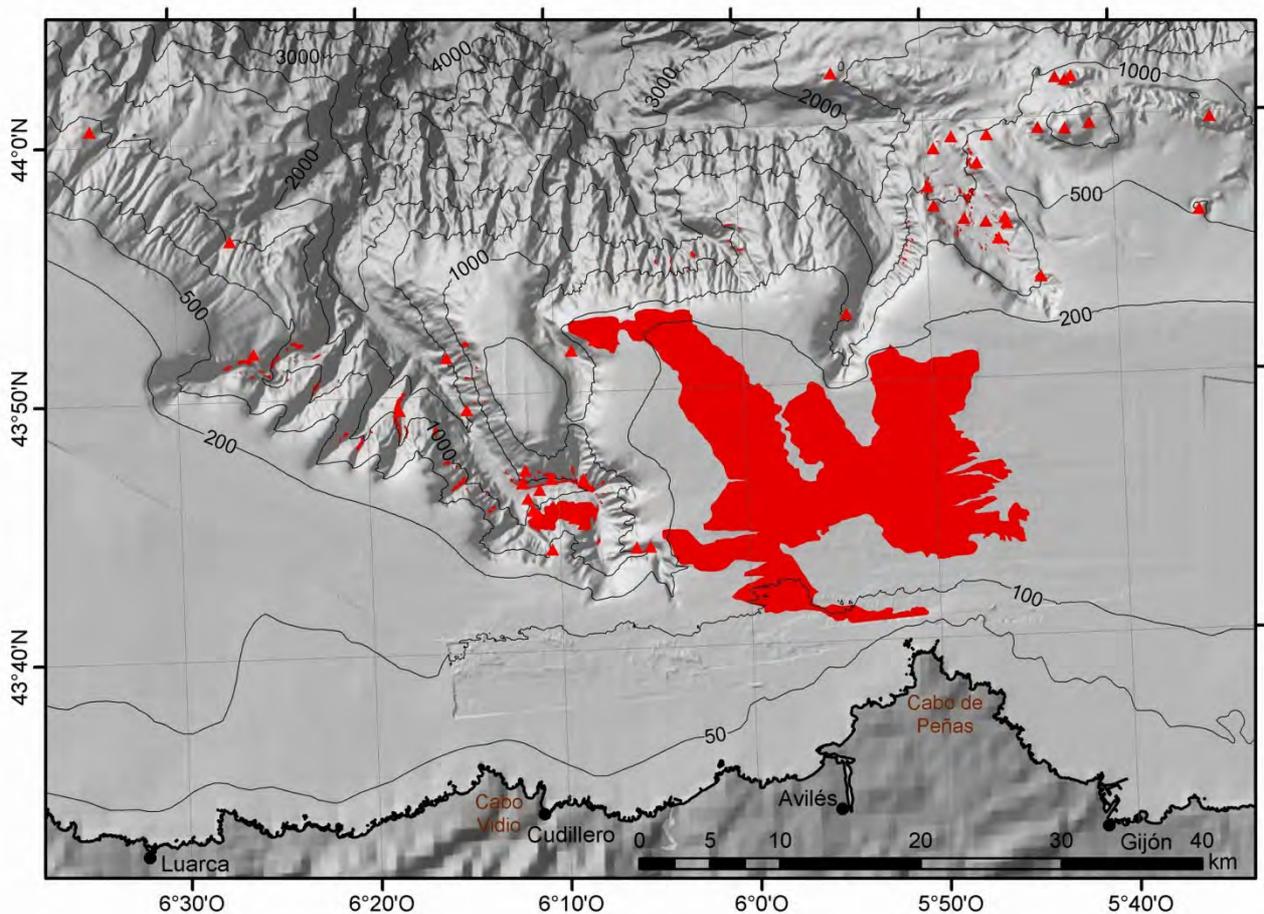


Figura 10.1.1.- Distribución espacial del hábitat 1170 Arrecife de la Directiva de Hábitats en el SCA.

Particularmente representativo de las especiales características ambientales de la cabecera del cañón de Avilés es el hábitat que hemos denominado “Roca batial colmada de sedimentos con estrellas Brisingidas”, que aparece a partir de los 600 m y que a más profundidad se solapa con el arrecife de corales de aguas frías (Fig. 7.1.13). Estas estrellas, principalmente de las especies *Brisinga endecacnemos* y *Novodina pandina*, aunque no son especies sésiles propiamente dichas, aportan una fuerte cobertura biógena a este hábitat (Fig. 7.1.18) por lo que se considera muy vulnerable y se decidió incluirlo en la denominación 1170 de la DH por el Comité Científico de INDEMARES. Su máxima expresión se da en la pendiente Norte del caladero conocido como Calafrió, situado en la cabecera del cañón de Avilés.

El hábitat más representativo de esta categoría en la zona es el identificado como “Arrecife de corales profundos de *Lophelia pertusa* y/o *Madrepora oculata*”, presente en las cabeceras del cañón de Avilés (Fig. 10.1.2) y en el cañón de la Gaviera (Fig. 10.1.3). Su descripción se ofrece en el apartado 7.1.2. Estos arrecifes son hasta ahora los únicos descritos en la plataforma y talud de la península Ibérica y se encuentran en un relativo buen estado de conservación. Debido a las estrictas condiciones ambientales requeridas para el desarrollo de las especies estructurantes, se ha realizado un esfuerzo considerable de muestreo para determinar que variables abióticas caracterizan este hábitat y poder estimar mediante modelos predictivos su distribución espacial mas probable (Sánchez et al., 2014). Los resultados se muestran en las Figs. 10.1.2 y 10.1.3, en donde se ha estimado su distribución utilizando exclusivamente datos georreferenciados procedentes de muestreos visuales directos (ROV y trineos de fotogrametría) junto con la distribución espacial de nueve variables ambientales en una resolución de 30x30 m para toda la zona. El índice de idoneidad de hábitat (HI) representa la probabilidad de encontrar el arrecife teniendo en cuenta sus requerimientos ambientales. En la cartografía del cañón de La Gaviera (Fig. 10.1.3), que es más fiable, los valores superiores al 0.8 estiman con mayor probabilidad la distribución espacial del arrecife propiamente dicho, mientras que los situados entre 0.4 y 0.7 las características ambientales pueden no garantizar su presencia. La cartografía del cañón de Avilés (Fig. 10.1.2) es menos precisa ya que es necesario un análisis mas fino de las variables ambientales basadas en la geomorfología y sedimentología (actualmente en proceso), junto con un mayor número de transectos visuales por toda la zona con los vehículos submarinos.

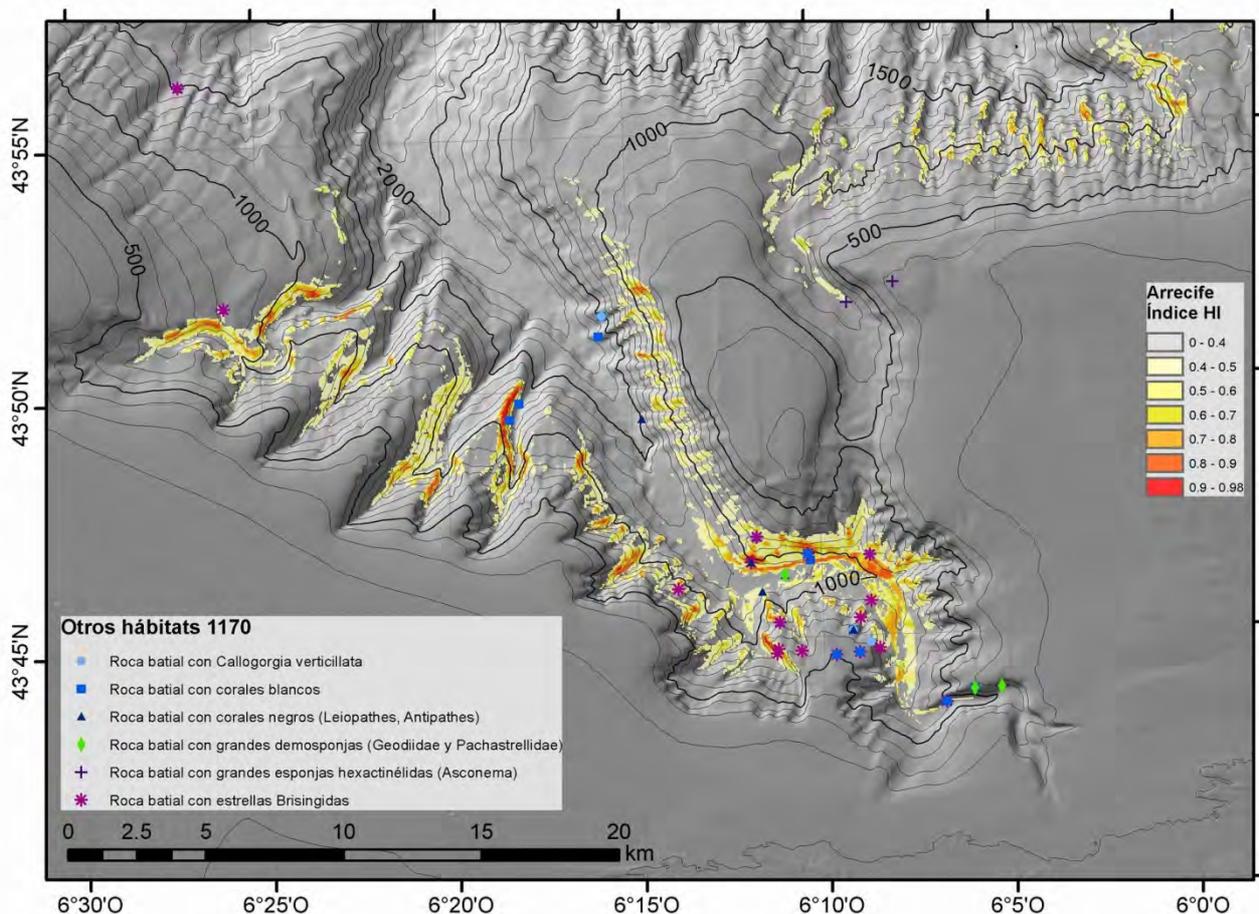


Figura 10.1.2.- Distribución espacial del hábitat 1170 Arrecife en la zona de la cabecera del cañón de Avilés basada en la aplicación de modelos predictivos sobre la observación directa con vehículos submarinos. El índice HI representa la probabilidad de encontrar arrecifes. Los otros hábitats considerados como 1170 se muestran con símbolos de presencia.

En la cabecera del cañón de La Gaviera se ha localizado una serie de montículos carbonatados de origen biógeno procedente de antiguos arrecifes de corales (Gómez-Ballesteros et al., 2014; Sánchez et al.,



2014). Ramas de corales (principalmente *Lophelia pertusa*) y sedimentos forman un substrato tridimensional compacto sobre el que se asienta una diversa comunidad bentónica. Más información sobre este hábitat en el apartado 7.1.2.

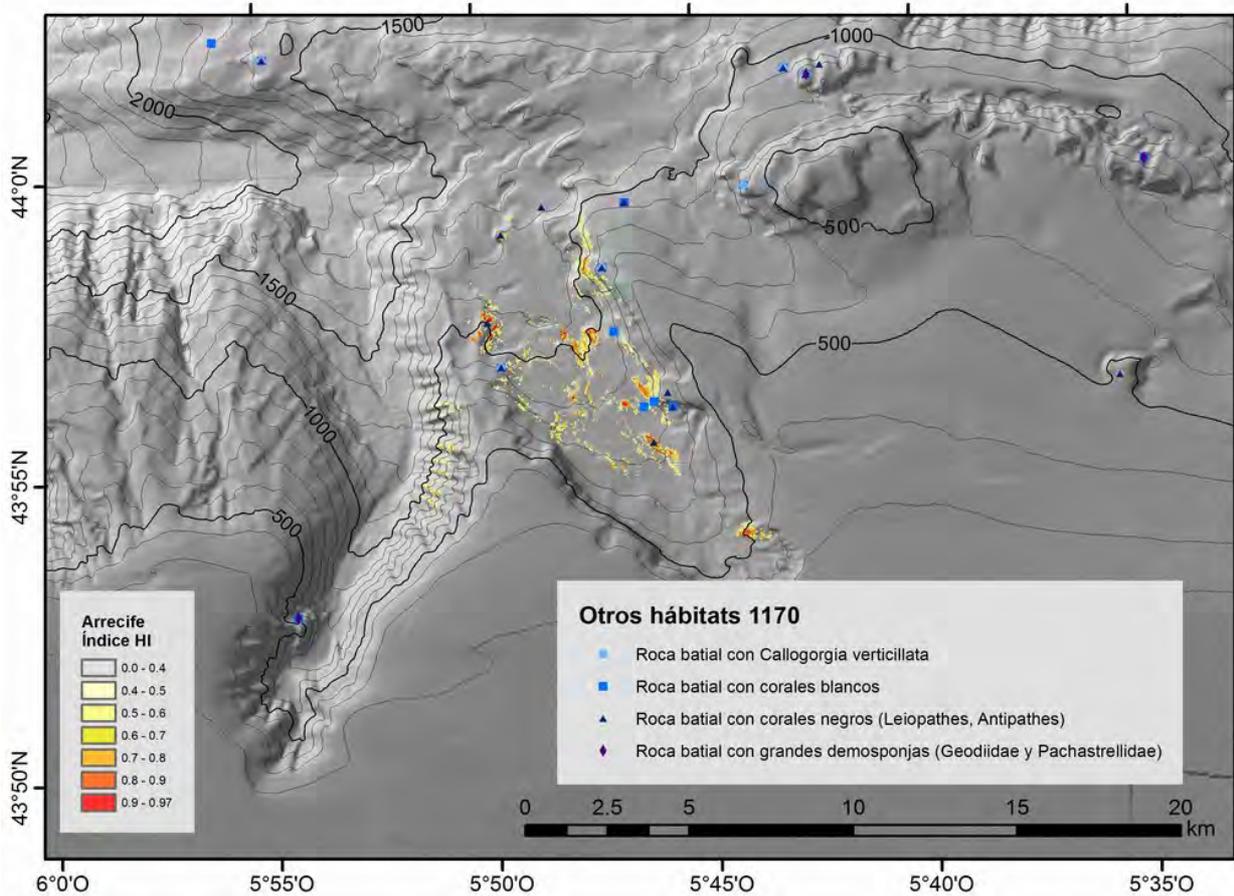


Figura 10.1.3.- Distribución espacial del hábitat 1170 Arrecife en la zona Corbiro, Gaviera y Agudo de Fuera basada en la aplicación de modelos predictivos sobre la observación directa con vehículos submarinos. El índice HI representa la probabilidad de encontrar arrecifes. Los otros hábitats considerados como 1170 se muestran con símbolos de presencia.

10.1.1.2. Datos aproximados de superficie de ocupación de los hábitats

Para la estimación de la superficie ocupada por el hábitat 1170 hemos utilizado únicamente los resultados de los modelos predictivos de hábitat idóneo sobre el arrecife de corales de aguas frías y las superficies de los hábitats “Roca circalitoral dominada por invertebrados con *Phakellia ventilabrum* y *Dendrophyllia cornígera*” y “Roca batial colmada de sedimentos con estrellas Brisingidas” (Tabla 10.1.1), ya que utilizar envolventes a partir de las presencias de especies que caracterizan otros hábitats incluidos en esta denominación, y que aparecen muy fraccionados en la zona, supondría probablemente una sobreestimación considerable de su superficie de distribución.

Como ya se dijo anteriormente, la distribución del hábitat “Roca circalitoral dominada por invertebrados con *Phakellia...*” es altamente imprecisa con los datos de este estudio, ya que está basada en cartografía multihaz y un escaso número de estaciones de muestreo biológico, por lo que la gran superficie expresada en la Tabla 10.1.1 está sobreestimada.

Tabla 10.1.1. Superficies potenciales de ocupación de los diferentes hábitats incluidos en el tipo 1170-arrecifes de la DH en el SCA.

Código	Hábitat	Cobertura (ha)	Calidad de datos	Representatividad	Superficie relativa	Conservación	Global
1170	Roca circalitoral dominada por invert. con <i>Ph. ventilabrum</i> y <i>D. cornígera</i>	27000	M	A		A	A
1170	Roca batial dominada por invert. con <i>L. celtica</i>	1581	M	A		A	A
1170	Roca batial con Brisinguidas	650	G	A		A	A
1170	Arrecife de corales profundos	1039	G	A		A	A

Calidad de los datos: G = Buena (por ejemplo, datos basados en reconocimientos); M = Moderada (por ejemplo, datos basados en información parcial con alguna extrapolación); P = Mala (por ejemplo, estimaciones aproximadas).

10.1.1.3. Valoración del hábitat

El principal criterio para la valoración de este hábitat es que hasta la fecha los arrecifes de corales localizados en los cañones de Avilés y La Gavierna son los únicos descritos en aguas de la plataforma y talud de la península Ibérica y por tanto constituyen la única representación de los mismos junto con los encontrados en el banco de Galicia. En el resto de las zonas de la península estaríamos hablando, con la información disponible hasta la fecha, de colonias discretas de corales pero sin la suficiente densidad como para formar un arrecife propiamente dicho.

Tabla 10.1.2. Valoración del hábitat 1170 en la zona del SCA a diferentes escalas espaciales: comunitaria (UE), estatal (ES), regional (RG) y región biogeográfica (RB).

Código DH	Presencia significativa	Relevancia			
		UE	ES	RG	RB
1170 - Arrecifes	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy alta

10.1.1.4. Breve evaluación de su estado de conservación

Los arrecifes identificados muestran un estado de conservación relativamente bueno, debido probablemente a que ocupan fondos muy profundos (> 600 m), rocosos y de fuerte pendiente, poco accesibles para las actividades pesqueras, tanto en lo que respecta a la escasez de recursos explotables como por el coste que supone la pérdida o daños en los aparejos al verse enganchados en los corales. Los situados en la cabecera del cañón de Avilés presentan un mayor grado de impacto, ya que se encuentran más próximos a la costa y con una mayor presencia de pesquerías trabajando en sus proximidades (ver sección 6 de este informe). También se ha identificado una mayor carga de sedimentos sobre los mismos, que puede ser tanto por causas naturales, debido a las particularidades de este cañón, como a la resuspensión de sedimentos y avalanchas generadas por los arrastreros que operan en la plataforma cercana y sobre todo en la plataforma marginal denominada Canto Nuevo. Por el contrario los arrecifes

localizados en el cañón de La Gavierra tienen colonias con un mayor porte y número elevado de ramificaciones. Tampoco muestran señales de presencia de aparejos ni un exceso de carga sedimentaria.

10.1.2. Hábitats vulnerables no incluidos en la Directiva de Hábitats

Consideramos en este apartado aquellos hábitats que, si bien no tienen una clara inclusión en ninguna de las clasificaciones de la DH, si son de gran importancia ecológica en la zona de estudio y en algunos casos son extremadamente vulnerables. Aquí encontramos hábitats emplazados sobre fondos sedimentarios, caracterizados por la presencia de especies sésiles de gran porte que llegan a formar en algunos casos estructuras biógenas. Estos son:

- Fangos batiales con *Pheronema carpenteri*
- Fangos batiales con demosponjas carnívoras (*Chondrocladia* spp.)
- Fondos detriticos de cañones submarinos con *Phelliactis* sp.
- Fangos batiales con *Acanella arbuscula*
- Fangos batiales con *Flabellum*

Los fangos batiales con las esponjas nido (*Pheronema carpenteri*, Fig. 10.1.4A) se encuentran localizados en fondos profundos fangosos relativamente aplacerados con abundantes bioturbaciones (Figs. 7.1.1 y 7.1.9). Cuando forman agregaciones importantes generan una estabilización de los sedimentos y un hábitat apropiado para otras especies.



Figura 10.1.4.- A) Esponja nido *Pheronema carpenteri* y B) esponja carnívora del género *Chondrocladia* observada a 1300 m de profundidad en un pequeño tributario al cañón de Avilés.

Las muestras de esponjas carnívoras en el SCA se han encontrado en el saliente en escalón de la parte E, en la zona del cañón de La Gavierra, entre 790 y 1744 m de profundidad y en un pequeño cañón tributario al cañón de Avilés (Fig. 7.1.1). El descubrimiento del tipo de alimentación de estas esponjas fue realizado en 1995 por Vacelet y Boury-Esnault (1995) y supuso una pequeña revolución en el mundo de la zoología marina, ya que hasta ese momento se consideraba que las esponjas eran animales muy simples, desprovistos de órganos, tejidos diferenciados y sistema nervioso, donde todo el cuerpo estaba organizado para filtrar grandes cantidades de agua y alimentarse de las partículas nutritivas. Desde entonces el descubrimiento de nuevas especies carnívoras no ha hecho más que crecer, conociéndose hasta la fecha

aproximadamente 124 especies incluidas en la Familia Cladorhizidae, de la que forman parte 7 géneros, 3 de los cuales tienen representantes en aguas del SCA: *Asbestopluma*, *Chondrocladia* (Fig. 10.1.4B) y *Cladorhiza* y cuyos ejemplares se están estudiando minuciosamente para confirmar si se trata de nuevas especies para la ciencia. La rareza de este tipo de fauna hace que se deban considerar como especies a proteger como así se indica en el Convenio de Barcelona para la protección del Mediterráneo.

Los fondos detríticos de cañones submarinos con *Phelliactis* sp. aparecen principalmente en los cañones con mayor aporte sedimentario (Avilés y El Corbiro) en donde coexisten sedimentos mixtos y detríticos en los cuales, a partir de un cierto tamaño (restos de conchas y/o corales, gravas, etc.), se fija la anémona *Phelliactis hertwigi* (ver sección 7.1.1). La zona en donde se ha encontrado una mayor densidad de la especie estructurante es en el fondo de la cabecera del cañón de El Corbiro en profundidades entre 700 y 800 m (Fig. 7.1.11A). De manera fraccionada aparece a menor profundidad (hasta 300 m en las laderas de este mismo cañón y en el de Avilés (Fig. 7.1.1). Consideramos vulnerable este hábitat debido al gran porte de estas anémonas y a su singularidad representada en la zona de los cañones.

Se ha detectado la presencia de fangos batiales con *Acanella arbuscula* y fangos batiales con *Flabellum* de manera muy fraccionada y suelen constituir pequeñas manchas (microhábitats) dispersas situadas en el interior de otros hábitats más relevantes, como son los montículos de coral muerto compactado, los fondos sedimentarios batiales con erizos de cuero y los fangos batiales con *Pheronema carpenteri* (Fig. 7.1.1).

10.1.3. Hábitats incluidos en las listas de OSPAR

Hasta la fecha se han identificado los siguientes hábitats según la clasificación de la Comisión OSPAR:

- Montículos carbonatados (*Carbonate mounds*): Se han identificado diversos montículos carbonatados en el cañón de La Gavieta (Fig. 10.1.5). Los situados a menos de 600 m están formados por restos de corales muertos (ver apartado 7.1.2) si bien constituyen un hábitat con una gran diversidad de especies debido a que forman un substrato compacto con estructura tridimensional que facilita el asentamiento de fauna sésil. Los situados a más de 700 m, (como los denominados GC-2, GC-3 y GC-5 en Sánchez et al., 2014) presentan un cierto porcentaje de corales vivos que va en aumento hacia la región superior del montículo.
- Jardines de coral (*Coral Gardens*): Pueden entrar en esta categoría las agregaciones de la gorgonia *Callogorgia verticillata*, si bien no se han identificado lugares concretos con densidades suficientes de estos organismos para formar un jardín de coral, por lo que solo se indican puntos de presencia en la Fig. 7.1.13. Son de resaltar las agregaciones de corales negros (antipatarios) en ciertas zonas profundas del cañón de Avilés y el cañón de La Gavieta y corales blancos (principalmente *Madrepora oculata*) en la cabecera del cañón de Avilés. En la región ciraclitoral aparece roca dominada por invertebrados con *Phakelia ventilabrum* y *Dendrophyllia cornigera* (area en verde sobre la plataforma en la Fig. 10.1.5), aunque es necesario tomar su superficie de distribución con precaución debido a los criterios expresados anteriormente. Puede ser incluido también en la denominación de coral gardens el hábitat fondos detríticos de cañones submarinos con las agregaciones de la anémona *Phelliactis hertwigi*.
- Agregaciones de esponjas de profundidad (*Deep-sea sponge aggregations*): Pueden entrar en esta categoría las agregaciones de esponjas exactinelidas y/o demospongias si bien no se han identificado en la zona densidades muy altas de estas especies. Las agregaciones de la esponja de fondos profundos fangosos *Pheronema carpenteri* han alcanzado una densidad media de 18.3 ejemplares por hectárea (Fig. 7.1.9).



- Arrecifes de *Lophelia pertusa* (*Lophelia pertusa* reefs): Identificados y cartografiados arrecifes bien estructurados en la cabecera del cañón de Avilés y en el cañón de La Gavierna (Figuras 10.1.2 y 10.1.3).
- Comunidades de pennatulaceos y megafauna excavadora (*Sea-pen and burrowing megafauna communities*): Hábitats presentes en fondos sedimentarios de la plataforma continental pero muy fraccionados y solo en zonas en donde no ha podido operar el arrastre, debido a la presencia cercana de afloramientos rocosos u objetos (barcos hundidos, restos, etc.) próximos. Las especies estructurantes de estos hábitats son los pennatulidos *Pennatula rubra* y *P. phosforea*, *Funiculina quadrangularis*. Ejemplo de megafauna excavadora lo constituyen las agregaciones de cigala (*Nephrops norvegicus*) de los fondos fangosos próximos a los 500 m de profundidad de la región Oeste del cañón de Avilés.

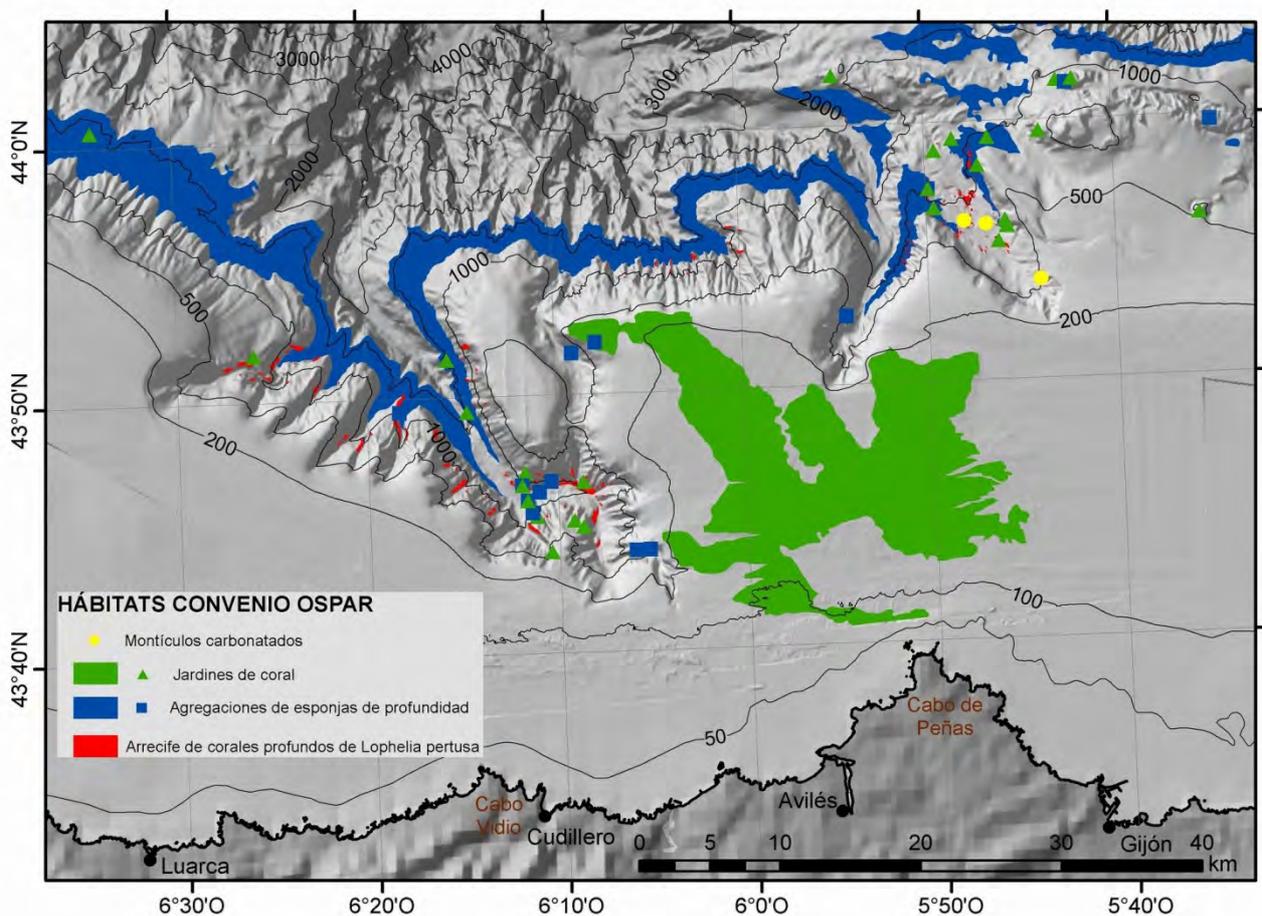


Figura 10.1.5.- Distribución espacial de los hábitats incluidos en las listas de OSPAR en el SCA.

10.1.4. Hábitats esenciales (EFH)

Son hábitats esenciales (*Essential Fish Habitat*, EFH) aquellas zonas necesarias para el sostenimiento de una determinada población, por ejemplo, áreas de reproducción y/o puesta, zonas de reclutamiento de los juveniles, refugios para la muda en crustáceos, etc. Es decir aquellas zonas que disponen de las características necesarias para completar alguna de las fases vitales de una especie.

La zona de influencia del SCA se caracteriza por ser un hábitat esencial de la merluza europea (*Merluccius merluccius*), principal especie objetivo de la flota pesquera. La presencia de adultos reproductores (maduran a partir de los 40 cm de talla y más de 3 años de edad) durante los primeros meses del año es notoria en la zona (Alcazar et al., 1983). Machos y hembras se concentran en los bordes de la plataforma continental y cabeceras de los cañones con un máximo de intensidad en los meses de febrero y marzo (Fig. 10.1.6A). Con ello garantizan, una vez efectuada la freza, que las fases larvianas pelágicas se desarrollen durante la época de mayor producción en la zona, primavera-verano, debido a los procesos de afloramiento costero y las anomalías hidrográficas de mesoescala (remolinos / *eddies*) sobre el borde continental (ver sección 2 de este informe). Posteriormente a finales de verano y principio de otoño se produce el llamado “reclutamiento”, proceso por el que los juveniles abandonan la fase pelágica y se incorporan al fondo, dando lugar todos los años a concentraciones de merluzas de menos de 20 cm en zonas muy concretas. En la zona de estudio estas agregaciones se sitúan en los fondos de arena fina entre 90 y 160 m de la plataforma continental situada al Este de cabo Peñas (hábitat denominado *Arenas fangosas circalitorales de plataforma media* en el apartado 5.1.1), debido a un proceso de retención originado por los efectos topográficos del cañón de Avilés y el cabo de Peñas sobre la dinámica oceanográfica (Sánchez y Gil, 2000). Actualmente existe una normativa (ver sección 6.2) que impide la pesca de arrastre de forma temporal en esta zona.



Figura 10.1.6.- A) Adulto de merluza en fondo sedimentario del borde de la plataforma (500 m, caladero de Calafrió) y B) Juvenil de 12 cm en el fondo del cañón de Avilés a 400 m de profundidad.

Durante las inmersiones con el ROV en la cabecera del cañón de Avilés, en septiembre de 2012, se pudieron localizar concentraciones de juveniles de merluza en fondos profundos (400 m) del eje del cañón (Fig. 10.1.6B). Este comportamiento de los reclutas, nunca antes descrito, puede ser significativo de la existencia de una estrategia adaptativa mediante la cual los juveniles se concentran en una zona con abundante alimento (organismos suprabentónicos, ver apartado 61.3) antes de ascender hacia la plataforma continental. Al mismo tiempo, la escasa presencia de adultos de merluza en estos fondos favorece su supervivencia, ya que la merluza muestra un alto nivel de canibalismo en su dieta.



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



Con la información disponible hasta la fecha no podemos concluir que los hábitats vulnerables de los arrecifes de coral sean esenciales para alguna de las especies de interés pesquero. Sin embargo, hemos encontrado ejemplares reproductores de gran tamaño de rape (Fig. 10.1.7A), brótola de fango (*Phycis blennoides*), cabracho de profundidad (*Trachiscorpio cristulata echinata*), cabra de altura (*Helicolenus dactylopterus*) y cigala (*Nephrops norvegicus*) entre los corales (Fig. 10.1.7B). Una protección eficaz de estos hábitats contemplados en las Directivas de la UE puede garantizar la supervivencia de un contingente de ejemplares adultos con gran potencial reproductor y que son relativamente escasos en aguas de la plataforma continental debido a la fuerte presión pesquera en la zona.

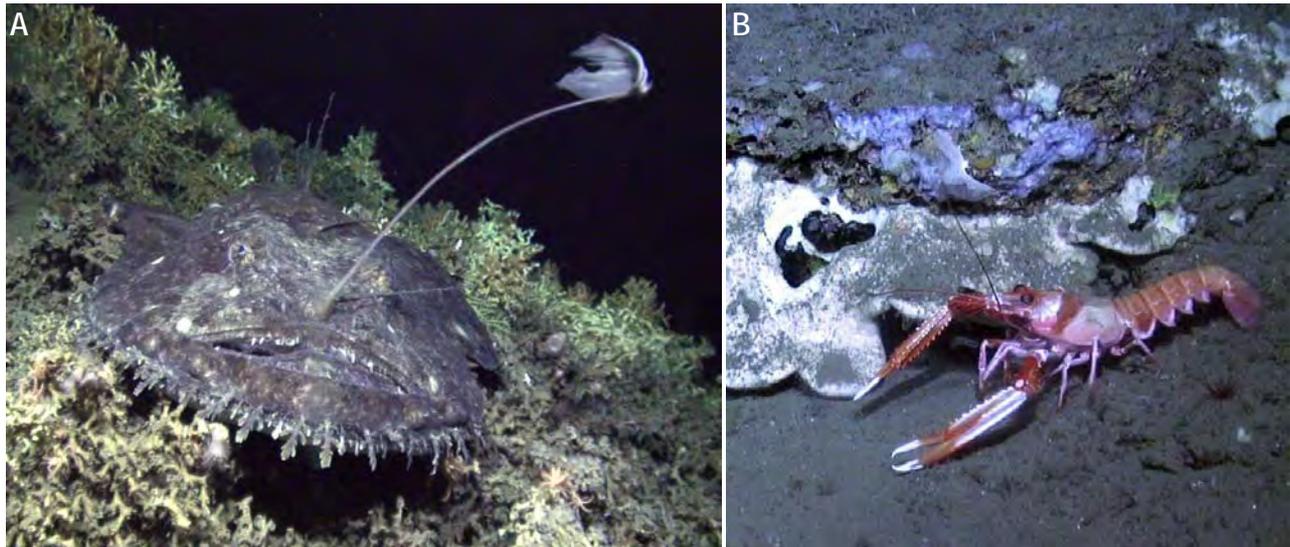


Figura 10.1.7.- A) Ejemplar adulto de rape sobre el arrecife de coral B) Adulto de cigala (*Nephrops norvegicus*) en una zona sedimentaria situada entre hábitats vulnerables.

10.1.5. Problemas o amenazas en relación a los hábitats y las actividades que se llevan a cabo en la zona

10.1.5.1. Actividades pesqueras

Los hábitats situados sobre fondos sedimentarios de la plataforma continental y talud, en el rango de profundidades situado entre los 100 (límite legal) y 600 m, podemos confirmar que se encuentran profundamente alterados por las actividades de las pesquerías de arrastre (Sánchez 1993, Sánchez y Olaso, 2004; Serrano et al., 2006), habiendo desaparecido en gran medida toda la fauna sésil (pennatuláceos, cnidarios, etc.) y muchas de las especies epibentónicas vágiles vulnerables (equinodermos y crustáceos principalmente). En este sentido el grado de alteración de la estructura del hábitat es mayor en los fondos profundos (borde de plataforma y talud) que en los someros (plataforma media e interna) ya que los primeros suelen presentar sedimentos mas finos y compactos (fangos) lo que permite un mejor asentamiento de las especies sésiles vulnerables, en contraposición a los sedimentos no consolidados (arenas gruesas y medias) de la zonas más próximas a la costa. Los hábitats fangosos vulnerables estructurados por agregaciones de esponjas (*Pheronema carpenleri*) se encuentran muy profundos (> 800 m) y debido a la escasez de especies de interés comercial son poco frecuentados por la flota de arrastre. En consecuencia podemos estimar que se encuentran en relativo buen estado de conservación.

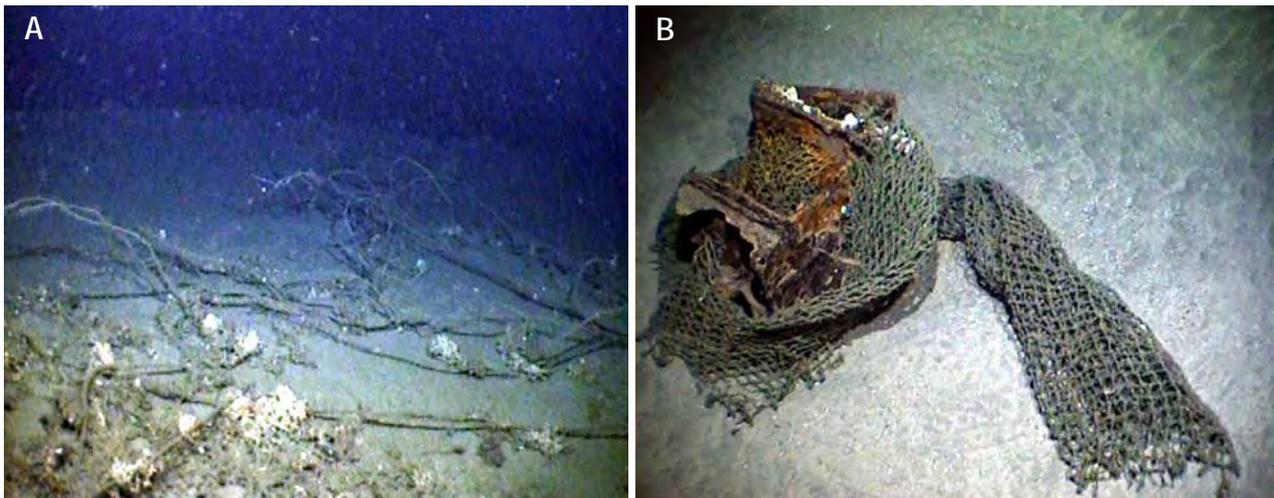


Figura 10.1.8. A) Restos de palangres perdidos en zonas rocosas profundas con corales en el cañón de La Gavierra y B) restos de un copo de arrastre enganchado a un gran objeto metálico.

Los hábitats situados sobre los afloramientos rocosos de la plataforma continental (< 200 m) se encuentran afectados principalmente por las pesquerías artesanales de enmalle, palangre y nasas. El grado de alteración con respecto a los hábitats sedimentarios es mucho menor debido a que estos artes tienen un menor poder abrasivo sobre el fondo que el arrastre, ya que son artes pasivos. El principal impacto es producido por los calamentos (por aplastamiento) y durante el proceso de recogida al arrancar los organismos que se enredan en los aparejos (Fig. 10.1.9). No se han identificado hasta la fecha coberturas importantes de especies sésiles de gran porte (corales, gorgonias y esponjas) en estos afloramientos de la plataforma, ya que la mayor parte de ellas son de pequeño tamaño (*Dendrophyllia cornigera*, *Phakelia ventilabrum*, *Eunicella* spp., *Acanthogorgia* spp., etc.) por lo que en combinación con la propia compleja estructura tridimensional de los fondos rocosos se minimiza bastante el impacto de los aparejos artesanales.



Figura 10.1.9. Restos de palangres de fondo enganchados en zonas rocosas profundas con gorgonias y corales blancos en la cabecera del cañón de Avilés.

Los hábitats situados sobre los fondos rocosos batiales son los más vulnerables de los identificados en la zona (Figs. 10.1.8, 10.1.9 y 10.1.10). En ellos se encuentran los arrecifes de corales de aguas frías así como otros hábitats biógenos configurados tridimensionalmente por especies bentónicas de gran porte, como son los corales negros (*Leiopathes*, *Antipathes*), las gorgonias (*Callogorgia*, *Paramuricea*) y las esponjas (*Asconema*, *Aphrocallistes*, *Geodia*). Estos hábitats tienen como principal amenaza un número muy reducido de pesquerías artesanales dirigidas a las especies que viven a gran profundidad, como es el caso de los *metier* de enmalle dirigido al rape, y palangre de brótola de fango y congrio, como se detalla en el apartado 8.2.2.1.



Figura 10.1.10. Restos de palangres de fondo enganchados en zonas rocosas profundas con esponjas (*Asconema setubalense*) en la cabecera del cañón de Avilés.

10.2. Especies de interés comunitario, protegidas y/o vulnerables

En los Anexos de la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, y sus posteriores modificaciones, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, y denominada Directiva Hábitats (DH), se les proporciona a los Estados miembros de la Unión Europea un listado de especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren una protección estricta (Anexo IV), y de especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión (Anexo V). En el SCA han aparecido numerosas especies que están citadas en el Anexo IV, entre las que destacan numerosas especies de cetáceos y la tortuga *Caretta caretta* (Tabla 10.2.1).

Otras especies con presencia en las muestras recogidas en la zona son evaluadas y se les ha asignado diferentes categorías de protección por parte de instituciones nacionales e internacionales, de carácter científico, dedicadas a la conservación de los recursos naturales. Entre estas instituciones podemos destacar la *International Union for the Conservation of Nature* (IUCN), nacida dentro del seno de la UNESCO, y que ha elaborado la Lista Roja de Especies Amenazadas (*Red List of Threatened Species*), el inventario más completo del estado de conservación de especies de animales y plantas a nivel mundial, siguiendo criterios para evaluar el riesgo de extinción de las especies. Existen numerosas especies de elasmobranchios presentes en el SCA que aparece en estas listas con diferentes categorías de su estado de conservación (Tabla 10.2.1). Otras muchas especies se encuentran en evaluación en estas listas, como los corales blancos de aguas profundas que, tal vez por la falta de datos o un conocimiento aún en desarrollo, no han sido incluidas con una categoría diferenciada. Es el caso de *Madrepora oculata*, *Solenosmilia variabilis* o *Lophelia pertusa*, especies estructurantes de hábitats muy sensibles de aguas profundas en el SCA, como se ha explicado en apartados anteriores.

Especies de Condriictios vulnerables

Dentro del grupo de especies vulnerables ó muy sensibles a los cambios antropogénicos (pesca, destrucción del hábitat, contaminación, etc.) se encuentran los condriictios. Este grupo incluye tiburones, rayas y quimeras y engloba muchas especies algunas de hábitos pelágicos, que viven en la columna de agua y especies que viven en el fondo ó en muy estrecha relación con él. Entre las especies más frecuentes que habitan en la plataforma-talud del SCA figuran: *Galeus melastomus*, *Etmopterus spinax*, *Etmopterus pusillus*, *Deania calcea*, *Deania profundorum*, *Centrophorus squamosus*, *Centrophorus granulosus*, *Centroscymnus coleolepis*, *Dalatias licha*, *Scymnodon ringens*, *Hexanchus griseus*, las rayas; *Raja clavata*, *R. montagui*, *L. naevus*, *Dipturus spp.* y los condriictios; *Chimaera monstrosa* e *Hydrolagus mirabilis* (Alcázar et al., 1982; Rodríguez-Cabello et al., 2009; Sánchez et al., 2008).

Muchas de estas especies no poseen un gran interés comercial sin embargo forman parte de la captura accesoria dirigida a otras especies, existiendo por tanto una mortalidad por pesca (Pérez et al., 1996; Piñeiro et al., 2001; Rodríguez-Cabello et al., 2005). En general todas estas especies presentan unas características biológicas comunes que las hacen especialmente vulnerables. En particular los tiburones de profundidad se caracterizan por ser especies muy longevas, con un crecimiento muy lento, bajas tasas de fecundidad, y una maduración sexual tardía, lo cual puede ser una adaptación a la escasez de recursos energéticos en aguas profundas. Esto implica que la tasa de crecimiento potencial de la población es muy baja y con muy poca capacidad de recuperación frente a la sobrepesca (directa ó indirecta) y a otras amenazas como la destrucción de su hábitat (Fowler et al., 2005).

Aunque los datos sobre muchas especies de tiburones de fondo no permiten saber con certeza el estado actual en que se encuentran sus poblaciones, se sabe que algunas han sufrido fuertes declives desde los años 90, en especial la pailona (*Centroscymnus coelolepis*) y el quelvacho negro (*Centrophorus squamosus*) (ICES, 2012). Este hecho unido a la poca capacidad que poseen estas especies de recuperarse

de la sobrepesca ha motivado su inclusión en la lista Roja de especies vulnerables (IUCN Red List, 2013) siendo nominadas en la categoría de especie “vulnerable”. Asimismo también figuran en la lista de OSPAR como especies amenazadas (www.ospar.org).

En respuesta a las advertencias y recomendaciones proporcionadas por los científicos en el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES) la UE ha ido adoptando una serie de medidas de regulación de las pesquerías desde el 2005 con el fin de proteger estas especies. En el 2010, se adoptó un TAC cero para los tiburones de profundidad permitiendo una captura accesoria ó *bycatch* del 10% del TAC del 2009. En el 2012, ya no se permitió ninguna captura accesoria (Council Regulation (EU) No 1225/2010) y actualmente se mantiene el *status quo* (Council Regulation (EU) No 1262/2012).

Los elasmobranquios son cruciales para mantener la salud y equilibrio de las comunidades marinas. La desaparición de estos predadores puede desestabilizar la cadena trófica y provocar muchos impactos ecológicos negativos, en la estructura y funcionamiento de las comunidades (Sánchez *et al.*, 2005; Oceana, 2008).

Tabla 10.2.1.- Lista de especies marinas de interés para su conservación en el SCA de acuerdo a Directivas Aves (DAv) y Hábitats (DH), IUCN, Convenio OSPAR, y legislación nacional: Se indica el Anexo en el que se está incluida o la categoría correspondiente, donde P = “en peligro de extinción”, S = “sensible a la alteración de su hábitat”, V = “vulnerable”, I = “de interés especial” y RP= incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. Falta completar especies que faltan de Aves y contempladas en la Legislación Nacional.

Grupo	Especie	Categoría de protección				
		DAv	DH	IUCN	OSPAR	Nacional
Aves	<i>Hydrobates pelagicus</i>	Anexo I	Anexo II			I
Aves	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>	Anexo I	Anexo II			I
Aves	<i>Puffinus puffinus mauretanicus</i>	Anexo I	Anexo II		X	P
Mamíferos	<i>Balaenoptera physalus</i>		Anexo IV			V
Mamíferos	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>		Anexo IV			V
Mamíferos	<i>Phocoena phocoena</i>		Anexo IV		X	V
Mamíferos	<i>Delphinus delphis</i>		Anexo IV			V
Mamíferos	<i>Globicephala melas</i>		Anexo IV			I
Mamíferos	<i>Grampus griseus</i>		Anexo IV			I
Mamíferos	<i>Physeter macrocephalus</i>		Anexo IV			V
Mamíferos	<i>Orcinus orca</i>		Anexo IV			V
Mamíferos	<i>Stenella coeruleoalba</i>		Anexo IV			I
Mamíferos	<i>Tursiops truncatus</i>		Anexos II, IV			V
Mamíferos	<i>Ziphius cavirostris</i>		Anexo IV			RP
Reptiles	<i>Caretta caretta</i>		Anexos II, IV		X	I
Peces	<i>Cetorhinus maximus</i>				X	RP
Peces	<i>Deania calcea</i>			LC		
Peces	<i>Deania profundorum</i>			LC		
Peces	<i>Centrophorus squamosus</i>			VU	X	
Peces	<i>Centrophorus granulosus</i>			VU	X	
Peces	<i>Chimaera monstrosa</i>			NT		
Peces	<i>Hydrolagus mirabilis</i>			NT		
Peces	<i>Dalatias licha</i>			DD		
Peces	<i>Hexanchus griseus</i>			NT		
Peces	<i>Etmopterus spinax</i>			LC		
Peces	<i>Etmopterus pusillus</i>			LC		
Peces	<i>Etmopterus princeps</i>			DD		
Peces	<i>Scymnodon ringens</i>			DD		
Peces	<i>Centroscymnus crepidater</i>			DD		



Peces	<i>Centroscymnus coelolepis</i>	NT	X	
Peces	<i>Galeus murinus</i>	LC		
Peces	<i>Galeus melastomus</i>	LC		
Peces	<i>Scylliorhinus canicula</i>	LC		
Peces	<i>Dipturus batis complex</i>	CR	X	
Peces	<i>Dipturus nidarosiensis</i>	NT		
Peces	<i>Raja clavata</i>	NT	X	
Peces	<i>Raja montagui</i>	LC	X	
Peces	<i>Leucoraja naevus</i>	LC		
Peces	<i>Raja undulata</i>	EN		
Peces	<i>Raja brachyura</i>	NT		
Peces	<i>Neoraja caerulea</i>	DD		
Peces	<i>Neoraja iberica</i>	DD		RP
Peces	<i>Rajella kukujevi</i>	DD		RP
Peces	<i>Chimaera monstrosa</i>	DD		
Peces	<i>Hydrolagus affinis</i>	DD		
Peces	<i>Polyprion americanus</i>	DD		
Peces	<i>Gaidropsarus vulgaris</i>			X
Peces	<i>Argentina sphyraena</i>			X
Peces	<i>Hoplostethus atlanticus</i>		X	
Peces	<i>Anguilla anguilla</i>		X	
Cnidarios	<i>Leiopathes</i> sp.	X		
Cnidarios	<i>Stichopathes</i> sp.	X		
Cnidarios	<i>Bathypathes</i> sp.	X		
Equinodermos	<i>Echinus esculentus</i>	X		S
Moluscos	<i>Charonia lampas</i>			V
Porífera				

Directiva Aves 2009/147/CE:

ANEXO I Especies de aves objeto de medidas de conservación

Directiva Hábitats 92/43/CEE:

ANEXO II: Especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación

ANEXO IV: Especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren una protección estricta

ANEXO V: Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión

Leyenda IUCN: LC (*Least concern*), NT (*Near threaten*), CR (*Critically endangered*), DD (*Data deficient*), VU (*Vulnerable*), EN (*Endangered*).

Legislación Nacional:

Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Real Decreto 139/2011, que adapta el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, Real Decreto 139/2011 y la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

10.3. Criterios ecológicos

A modo de resumen de la información anteriormente expuesta, se han seleccionado los hábitats que presentan una mayor extensión en el SCA y han sido valorados según una serie de sencillos criterios ecológicos que se representan en la Tabla 10.3.1. En términos generales los hábitats más productivos se encuentran en la plataforma continental y en el comienzo del talud, debido a los principales mecanismos oceanográficos que intensifican los aportes de nutrientes existentes en la zona (afloramientos, *eddies* y corrientes de talud – ver sección 5), responsables en primera estancia del total de producción primaria y secundaria que gobierna la dinámica trófica del ecosistema. En consecuencia, estos hábitats se corresponden en mayor o menor medida con los de mayor interés pesquero. Los hábitats de la zona circalitoral se encuentran en peor estado de conservación que los de la zona batial y particularmente los circalitorales sedimentarios se encuentran profundamente alterados por las pesquerías de arrastre. Existen en la zona

numerosos hábitats con especies y hábitats protegidos por diversas normativas y se han identificado algunos hábitats singulares anteriormente no descritos en zonas equivalentes del Atlántico.

Tabla 10.3.1.- Valoración ecológica para los principales hábitats identificados en el SCA: 0=bajo, 1=medio y 2=alto.

Habitat identificado	Biodiversidad	Esp. y hábitats protegidos	Esp. distribuc. restringida	Singularidad	Especies estructurantes	Productividad	Habitats esenciales	Interes pesquero	Grado de conservación
Arenas gruesas circalitorales de la plataforma externa	1	0	0	0	0	2	1	2	0
Arenas circalitorales de la plataforma externa	1	0	0	0	0	2	1	2	0
Arenas fangosas circalitorales de la plataforma media	1	0	0	0	0	2	2	2	0
Sedimentos mixtos circalitorales dominados por invertebrados	2	1	0	0	1	2	1	2	1
Roca circalitoral dominada por invertebrados	2	1	0	0	1	2	1	2	1
Roca circ. dominada invertebr. con <i>P. ventilabrum</i> y <i>D. cornigera</i>	2	2	0	0	1	2	1	2	1
Arenas finas batiales borde plataforma (con <i>A. irregularis</i>)	1	0	0	0	0	2	0	2	0
Arenas batiales del talud superior (con <i>Polycheles typhlops</i>)	1	0	0	0	0	1	0	1	1
Fondos sedimentarios batiales no fangosos con erizos de cuero	1	0	0	0	0	1	0	0	1
Fangos batiales con <i>Pheronema carpenteri</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Fondos mixtos de cañones submarinos con ondas sedimentarias	1	0	1	2	0	1	1	0	2
Fondos detriticos de cañones submarinos con <i>Phelliactis</i> sp.	1	0	2	2	2	1	2	0	2
Roca batial	1	1	1	0	1	0	1	0	2
Roca batial dominada por invertebrados (con <i>Leptometra celtica</i>)	2	1	1	0	1	1	1	1	1
Roca batial con <i>Dendrophyllia cornigera</i>	2	1	1	0	1	1	1	1	1
Roca batial con corales blancos	2	1	1	0	1	1	1	1	1
Roca batial colmatada de sedimentos con estrellas Brisíngidas	2	1	2	2	2	2	2	1	1
Arrecife de corales de <i>Lophelia pertusa</i> y/o <i>Madrepora oculata</i>	2	2	2	2	2	1	2	0	2
Roca batial con corales negros (<i>Leiopathes</i> , <i>Antipathes</i>)	2	2	2	2	2	1	2	0	2
Coral muerto compactado (<i>coral framework</i>)	2	1	2	2	1	1	1	0	1

10.3.1. Diversidad (especies y comunidades)

Ver apartados 6 (Características biológicas del área de estudio) y 7 (Descripción y distribución de hábitats y especies de interés).

10.3.2. Conectividad y dependencia entre sistemas ecológicos

Los hábitats vulnerables presentes en ecosistemas complejos como el SCA suelen albergar especies endémicas, con una alta biodiversidad y con una alta productividad. Estos hábitats representan áreas de refugio, cría y reproducción de muchas especies comerciales y no comerciales, siendo cruciales para el ciclo de vida de determinadas poblaciones. Su distribución fragmentada permite una “conectividad ecológica” a través de mecanismos de dispersión de organismos marinos en donde la fuerte dinámica oceanográfica que caracteriza a la zona juega un importante papel.

La conectividad o el intercambio de individuos entre poblaciones, es un tema central en ecología marina y conservación y su conocimiento es fundamental en el marco de su utilización para el diseño y manejo de AMPs. Una de las características ecológicas que distinguen a los ecosistemas marinos de los terrestres es el hecho de que los sistemas marinos son generalmente más abiertos, debido al complejo ciclo de vida que presentan la mayoría de las especies marinas, con la prevalencia de fertilización externa y la producción de un enorme número de gametos huevos y larvas con cierta capacidad de dispersión. Además los juveniles y adultos de muchas especies de peces y ciertos crustáceos y moluscos son capaces de efectuar desplazamientos bien sea diarios, estacionales y ontogénicos. Por lo tanto las especies con alto potencial de dispersión (huevos y larvas planctónicas), junto con la ausencia de barreras a la migración, garantizan una alta conectividad entre poblaciones distantes. Por el contrario, las especies con bajo potencial de dispersión suelen presentar escasa conectividad y claros modelos de estructuración genética.

Las corrientes marinas, la discontinuidad del hábitat y la topografía del fondo presentes en el SCA son sólo algunos ejemplos de factores que podrían influir en la conectividad de ciertas poblaciones. El conocimiento de la conectividad entre poblaciones locales por movimientos de juveniles y adultos y/o dispersión larvaria resulta crucial para comprender la dinámica de las poblaciones marinas (Caley et al., 1996), los procesos de extinción y recolonización local (Strathmann et al., 2002), el reclutamiento (Almany et al., 2007 y 2009), la propagación de especies invasoras (Neubert & Caswell, 2006), y la respuesta de las especies al cambio climático (Harvey et al., 2006). El tema de la dispersión larval y la conectividad de las especies (principalmente de las de interés pesquero) requiere de una gran atención y un ejemplo claro en el SCA es el caso de los hábitats esenciales para la merluza.

Con respecto a los elasmobranquios presentes en la zona es un hecho constatado la alta capacidad migratoria que tienen muchas especies. Generalmente las especies que realizan desplazamientos más largos y sobre las que se dispone de más información por su importancia como recursos pesqueros son tiburones de hábitos pelágicos como el tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), el cazón (*Galeorhinus galeus*), la mielga (*Squalus acanthias*), el marrajo (*Isurus oxyrinchus*) y la tintorera (*Prionace glauca*), entre otras. El Convenio sobre Especies migratorias (también conocido como CMS ó Convenio de Bonn) acuerda que las partes que conforman el Convenio, deben asegurar la protección y conservación del hábitat natural de las especies que figuran en el Apéndice I. Actualmente, solo dos elasmobranquios que habitan en aguas europeas, el tiburón peregrino y el tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) están incluidos en este Apéndice que es vinculante. Esto ha motivado que la UE prohibiera su captura tanto en aguas europeas como en cualquier otro lugar donde fane su flota (Council Regulation (EC) N° 43/2009). Otras cinco especies más figuran en la lista del Apéndice II (www.cms.int), es decir que se beneficiarían significativamente de la cooperación internacional. Por último el Consejo de Científicos del CMS informa que unas 35 especies más cumplirían con los requisitos para su inclusión en estas listas (IUCN, 2007).

En el caso de los tiburones de fondo que habitan en la plataforma ó el talud continental del SCA, los estudios sobre sus hábitos ó comportamiento migratorio son más escasos. Algunas especies parecen tener hábitos filopátricos y apenas realizan grandes desplazamientos como es el caso de la pintarroja (*Scylliorhinus canicula*) (Rodríguez-Cabello et al., 2004), otras sin embargo, como es el caso de la lija ó quelvacho *Centroprorus squamosus*, se ha podido demostrar recientemente que es capaz de desplazarse grandes distancias, existiendo conectividad por tanto entre especies que habitan áreas marinas profundas (Rodríguez-Cabello y Sánchez, 2014).

10.3.3. Representatividad

El SCA constituye un ecosistema muy complejo y de elevada biodiversidad debido a sus especiales y relevantes características geomorfológica y mecanismos de producción asociados a los efectos topográficos de los tres enormes cañones, una plataforma marginal y numerosos afloramientos rocosos sobre la plataforma continental. Es difícil encontrar en el Atlántico Europeo un conjunto de características ecológicas equivalentes, entre las que destacamos:

- La variedad de rasgos morfológicos, tanto erosivos (cañones submarinos, guiles, escarpes erosivos, cárcavas, etc.), como tectónicos (fallas, escarpes tectónicos, crestas, etc.) y biogénicos (montículos carbonatados y crestas de coralígenas).
- La presencia de una dinámica oceanográfica compleja debido a los particulares efectos topográficos sobre la dinámica general del Golfo de Vizcaya. Particularmente corrientes de marea amplificadas en los ejes de los cañones que configuran procesos de producción y hábitats singulares.
- La alta biodiversidad asociada a los efectos ecotonaes de multitud de ambientes que se combinan de forma fragmentada tanto en la zona circalitoral como en la batial.
- La existencia de comunidades de invertebrados sésiles vulnerables sobre grandes extensiones de afloramientos rocosos en la plataforma, entre las que destacan las tipificadas por el coral amarillo (*Dendrophyllia cornígera*) y la esponja de copa (*Phakellia ventilabrum*).
- La presencia de hábitats esenciales para la población de merluza europea (*Merluccius merluccius*), principal especie objetivo de la flota demersal. Zonas de concentración de reproductores en las cabeceras de los cañones y una de las principales *nurseries* en la plataforma media cerca de C. Peñas.
- La presencia de hábitats singulares vulnerables como los tipificados por las estrellas Brisinuidas o las anémonas *Phelliactis*, ambos asociados a los ambientes creados por los cañones submarinos.
- La existencia de arrecifes de corales de aguas frías vivos y bien estructurados por las escleractinias *Lophelia pertusa* y *Madrepora oculata*, con valores de biodiversidad asociada muy significativos debido a su buen estado de conservación.
- La presencia de especies singulares y de gran interés científico como las demosponjas carnívoras (*Chondrocladia*) o los organismos unicelulares *Xenophyophorea*.
- La presencia de las normalmente escasas y vulnerables agregaciones de esponjas de cristal (*Aphrocallistes beatrix*) en hábitats singulares de la cabecera del cañón de Avilés y en el cañón de La Gaviara.
- La presencia en la zona batial de los extremadamente escasos y vulnerables corales negros de gran porte pertenecientes las especies *Leiopathes* y *Bathypathes*, algunos de ellos con edades estimadas de más de 5000 años.

10.3.4. Sensibilidad

El análisis del grado de sensibilidad de cada uno de los hábitats y las especies de interés comunitario presentes en la zona va a depender de la elaboración de un diagnóstico pormenorizado de aquellas actividades que ejercen presión o constituyen una amenaza para el espacio marino propuesto y sus objetivos de conservación. En consecuencia, los principales esfuerzos de la gestión deberán dirigirse a prevenir, controlar y vigilar el desarrollo actual o potencial de estas actividades en la zona en relación a sus posibles efectos sobre las especies y hábitats más vulnerables. En el apartado 8.1 se describieron las principales actividades de una cierta relevancia identificadas en el SCA que pueden tener efectos sobre el ecosistema



marino. Las presiones detectadas de estas actividades en virtud de su afcción sobre los hábitats y las especies objeto de conservación se describieron en el documento “Directrices de Gestión y Seguimiento del LIC Cañón de Avilés”. De forma muy resumida, y previo a un estudio posterior más detallado, los hábitats/especies más sensibles a las perturbaciones de alguna de estas actividades serían:

Actividades pesqueras comerciales: En términos generales las pesquerías han alterado profundamente el ecosistema marino del SCA mediante un efecto *top-down* sobre las redes tróficas, extrayendo biomasa de los niveles superiores de la cadena alimentaria (predadores y planctófagos) y produciendo al mismo tiempo efectos sobre la estructura de las poblaciones (tanto de especies comerciales como de otras sin valor) y arrojando importantes cantidades de descartes (2.3 tn/km²/año) que son aprovechados por especies carroñeras (Sánchez y Olaso, 2004). Todos los hábitats y especies de fondos sedimentarios de la plataforma y comienzo del talud se han visto profundamente alterados por los efectos abrasivos de las pesquerías de arrastre, habiendo desaparecido prácticamente las especies más sensibles como los equinodermos y los pennatuláceos sesiles. Las especies bentónicas de cierto porte que habitan sobre fondos rocosos (corales, gorgonias y esponjas) se ven principalmente afectadas por las pesquerías artesanales, principalmente las de enmalle y palangre, debido al enganche accidental en alguno de sus componentes. Son especialmente sensibles los hábitats batiales de arrecifes de corales, si bien las profundidades a las que se encuentran les mantienen en un aceptable estado de conservación.

Tráfico marítimo: Los principales impactos de estas actividades se relacionan con vertidos de combustible, residuos y basura; emisiones acústicas y colisiones por lo que las especies más sensibles a esta actividad se corresponden con aves, cetáceos, tortugas y componentes del ecosistema pelágico principalmente. El mayor impacto puede ser producido por el hundimiento de un buque con vertidos de importantes cantidades de residuos tóxicos o mareas negras con importantes repercusiones para toda la biota, incluyendo por tanto a todos los hábitats bentónicos.

Captura y el almacenamiento geológico de CO₂: Los riesgos derivados de la liberación masiva de CO₂ por accidentes en instalaciones pueden ser catastróficos, afectando a diferentes funciones vitales de los organismos (suministro de oxígeno, crecimiento, reproducción, movilidad, etc.), con un aumento gradual de su mortalidad.

Sondeos y extracción de hidrocarburos en el mar: Aunque dentro del área de estudio no existen en la actualidad concesiones para el aprovechamiento de hidrocarburos, ni se han llevado a cabo sondeos, esta actividad pondría en grave riesgo la posible conservación de los hábitats y especies protegidas por la DH en el caso de producirse accidentes.

Energías renovables: El potencial desarrollo de proyectos de estas características no es previsible que afecte a las zonas profundas del SCA aunque debe de ser estudiado con detalle para estimar si constituye una amenaza para la conservación de los hábitats y las especies de interés comunitario que alberga este lugar.

Otras actividades: Otro tipo de actividades con potencial incidencia en el medio marino (pesca recreativa, otras actividades recreativas, infraestructuras submarinas (cableado y conducciones), acuicultura, ocupación, transformación y desarrollo de actividad en el litoral, etc.) se consideran menos relevantes considerando las características del área de estudio, muy alejada de la costa, y con los hábitats vulnerables situados en una plataforma y talud básicamente rocosa y sin que en la actualidad presente conducciones o cableado submarino de entidad y sin previsión de que éstas puedan ser instaladas a corto-medio plazo.

11. Recomendaciones para la zonificación y la gestión del LIC

Incluimos a continuación, y de manera muy resumida, información útil para poder diseñar las directrices de gestión y las posibles medidas que garanticen la protección de los hábitats vulnerables y/o esenciales para las poblaciones.

- La zona está ya sometida a numerosas normativas de gestión pesquera mediante vedas espacio-temporales que afectan a diferentes modalidades y existe una numerosa flota que compite por un reducido espacio debido a que la plataforma continental es muy estrecha.
- Las normativas de gestión pesquera actualmente vigentes, y asumidas por los pescadores, pueden ayudar en la fijación de límites de las futuras medidas de gestión que se adopten para la protección de los hábitats vulnerables.
- Debido a la gran importancia pesquera de la zona es imprescindible contar con la participación del sector pesquero afectado por posibles medidas para poder encontrar soluciones que garanticen alcanzar los objetivos de conservación con el menor costo o impacto posible sobre el desarrollo las actividades socio-económicas.
- Los hábitats más vulnerables, y que se encuentran contemplados en la Directiva de Hábitats con la denominación 1170-Arrecifes, se encuentran localizados principalmente en profundidades superiores a los 600 m, tanto en el cañón de La Gaviera y como en la cabecera del cañón de Avilés.
- Los hábitats esenciales para la población de merluza (reclutas) se encuentran localizados al Este de Peñas, en fondos de arena fangosa entre 100 y 180 m.
- Los hábitats esenciales para las especies de tiburones de fondo protegidos suelen situarse a más de 400 m de profundidad.
- Las zonas con posibles conflictos de intereses (conservación/explotación) suponen una pequeña superficie en relación a toda la zona de estudio y se localizan en fondos de más de 600 m en la cabecera del cañón de Avilés y en el cañón de La Gaviera.
- Las actuales normativas comunitarias que afectan a las pesquerías de enmalle les impide faenar a más de 600 m de profundidad, por lo que no deberían poder acceder legalmente a los hábitats más vulnerables identificados hasta la fecha.
- Partiendo de la información disponible de las VMSs, las actividades (técnicas) pesqueras o *metiers* que pudieran afectar a los hábitats vulnerables son una proporción muy pequeña del área utilizada por las unidades dedicadas a la pesca de brótola de fango (locha) con palangre de fondo y las dirigidas a la pesca de rape con rasco (enmalle).
- En el caso del arrastre de fondo, las posiciones de los barcos obtenidas con las VMSs para identificar la distribución espacial del esfuerzo no se corresponden con la situación del arte sobre el fondo. Hay que tener en cuenta esta particularidad para poder estimar el posible impacto de esta pesquería sobre los hábitats vulnerables.
- En zonas sedimentarias de fuerte pendiente hay que resaltar que las avalanchas producidas por arrastreros en cotas más someras situadas por encima (en la plataforma sedimentaria) pueden afectar a los hábitats a proteger. El mismo efecto se produce en las cabeceras de los cañones (fuerte dinámica oceanográfica en el sentido del eje del cañón).
- Existen en la zona pesquerías artesanales muy selectivas y cuyo esfuerzo no se refleja en este estudio al carecer los buques (por su pequeño tamaño) de VMS. Este es el caso de la flota de Cudillero dedicada a la pesca de la merluza al pincho (mediante cañas). Su posible impacto sobre el fondo es



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



- prácticamente nulo y además faenan normalmente entre 200 y 300 m en zonas sedimentarias de la cabecera del cañón de Avilés (Calafrio).
- En este informe no se aporta información sobre la distribución espacial del esfuerzo de artes menores (nasas, palangrillos, trasmallos, etc.) con buques pequeños (menos de 15 m) y que habrá que tener en consideración en la aplicación de posibles medidas de gestión.
 - No se han incluido en este estudio posibles concesiones que pudieran existir en la zona relativas a permisos para: extracción de gases o petróleo, inyecciones de CO₂ en los fondos de la plataforma, generación de energía, etc., cuyo impacto sobre los ecosistemas puede ser localmente y en algunos casos mayor que el de las actividades pesqueras.

12. Referencias bibliográficas

- Alcázar, J.L., Carrasco, F., Llera, E., Menéndez de la Hoz, M., Ortea, J., Vizcaino, A., 1983. Biología, Dinámica y Pesca de la merluza en Asturias. Recursos Pesqueros de Asturias, 3: 135 pp.
- Alcázar, J.L., González, P., Fernández, C.L., García, L., Rucabado, J., Lloris, D., Castellón, A., 1992. Prospecciones Pesqueras en Aguas Profundas (Sector VIIIc ICES). Recursos Pesqueros de Asturias, 6: 126 pp.
- Allen, S., de Madron, X., 2009. A review of the role of submarine canyons in deep-ocean exchange with the shelf. *Ocean Science*, 5, 607-620.
- Almany, G.R., M.L. Berumen, S.R. Thorrold, S. Planes, and G.F. Jones, 2007. Local replenishment of coral reef fish populations in a Marine Reserve. *Science* 316:742–744.
- Almany, G.R., Connolly, S.R., Heath, D.D., Hogan, J.D., Jones, G.P., McCook, L.J., Mills, M., Pressey, R.L., Williamson, D.H., 2009. Connectivity, biodiversity conservation and the design of marine reserve networks for coral reefs. *Coral Reefs* 28: 339-351.
- Altuna, A., 2012a. *Sideractis glacialis* Danielssen, 1890 (Anthozoa, Corallimorpharia), una especie nueva para la fauna ibérica procedente del banco de Galicia y del cañón de La Gaviera (Golfo de Vizcaya) (España, Atlántico NE). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Biológica*, 106, 151-161.
- Altuna, A., 2012b. Escleractinias (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) obtenidas en las campañas INDEMARES 2010-2011 en el Cañón de Avilés (Golfo de Vizcaya, Atlántico NE). *Revista de Investigación Marina*, 19(6), 399- 403.
- Altuna, A., 2012c. Hallazgo de *Symplectoscyphus bathyalis* Vervoort, 1972 (Cnidaria, Hydrozoa) en el Cañón de La Gaviera (Golfo de Vizcaya, España, Atlántico nordeste). *Munibe (Ciencias Naturales-Natur Zientziak)*, 60, 239-247.
- Altuna, A., 2012d. New records of bathyal Leptolida (Cnidaria: Hydrozoa: Leptothecata) from the Bay of Biscay and the northwestern Iberian Peninsula (northeastern Atlantic). *Zootaxa*, 3565, 1–17.
- Altuna, A., 2013a. Arrecifes de coral en el Cantábrico, biodiversidad en la oscuridad. *BioGaia*, marzo 2013, 8-9.
- Altuna, A., 2013b. Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) from ECOMARG 2003, 2008 and 2009 expeditions to bathyal waters off north and northwest Spain (northeast Atlantic), *Zootaxa*, 3641 (2), 101–128.
- Álvarez-Claudio, C., 1988. Estudio de los Cnidarios bentónicos y caracterización de los fondos de la plataforma y talud continental de la costa central asturiana. Seminario de Investigación, Universidad de Oviedo, 1-89 (inédito).
- Álvarez-Claudio, C., 1994. Deep-water Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) from southern Biscay Bay. *Cahiers de Biologie Marine* 35, 461- 469.
- Álvarez-Claudio, C., 1995. *Laomedea pseudodichotoma* Vervoort, 1959 (Hydrozoa, Campanulariidae) and *Stegopoma bathyale* Vervoort, 1966 (Hydrozoa, Tiarannidae), two new records from the Bay of Biscay. *Miscellanea Zoologica* 18, 197-199.
- Álvarez-Claudio, C., 1996. Some records of the superfamily Plumularioidea L. Agassiz, 1862 (Cnidaria, Hydrozoa) from the Bay of Biscay. *Miscellanea Zoologica* 18, 9–20.



- Álvarez-Marrón, J., Pulgar, J.A., Dañobeitia, J.J., Pérez-Estaún, A., Gallastegui, J., Martínez-Catalán, J.R., Banda, E., Comas, M.C., Córdoba, D., 1995. Results from ESCIN-4 marine deep seismic profile in the northern Iberian Margin. *Rev. Soc. Geol. Esp., Spe. vol. ESCI*, 8 (4), 355-364.
- Anadón, A., 1993. Misidáceos (Crustacea: Mysidacea) de la plataforma y talud continentales de la costa central asturiana. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 17, 191–204.
- Anadón, N., 1994. Braquiópodos actuales de la plataforma y talud continental de la costa central de Asturias (Norte de España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 91, 65–77.
- Arronte, J.C., Bañón, R., Sánchez, F., Serrano, A. (2012). On the occurrence of *Odontostomops normalops* (Aulopiformes: Evermannellidae) in the Bay of Biscay (north-eastern Atlantic). *Journal of Applied Ichthyology*, 28(4):649-651.
- Ayling, A.L., 1983. Growth and regeneration rates in thinly encrusting Demospongiae from temperate waters. *Biol. Bull. (Woods Hole)* 165: 343-352
- Azevedo, A., Da Silva, J.C.B., New, A.L., 2006. On the generation and propagation of internal solitary waves in the southern Bay of Biscay. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 53, 927-941.
- Beuck L., Lopez Correa M. & Freiwald A., 2008. Biogeographical distribution of *Hyrrokkin* (Rosalinidae, Foraminifera) and its host-specific morphological and textural trace variability. Pp. 329-360, in: *Current developments in bioerosion* (Wisshak M. & Tapanila L., eds). Springer, Berlin.
- Bouchet, P. y Warén, A. 1980. Revision of the North-East Atlantic bathyal and abyssal Turridae (Mollusca, Gastropoda). *The Journal of Molluscan Studies Supplement* 8, 1-119.
- Bouchet, P. y Warén, A. 1985. Revision of the Northeast Atlantic bathyal and abyssal Neogastropoda excluding Turridae (Mollusca, Gastropoda). *Bollettino Malacologico Supplemento* 1: 123-296.
- Bouchet, P. y Warén, A. 1986. Revision of the Northeast Atlantic bathyal and abyssal Aclidiidae, Eulimidae, Epitoniidae (Mollusca, Gastropoda). *Bollettino Malacologico Supplemento* 2: 297-576.
- Bouchet, P. y Warén, A. 1993. Revision of the Northeast Atlantic bathyal and abyssal Mesogastropoda. *Bollettino Malacologico Supplemento* 3: 577-840.
- Bray J.R., Curtis J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27, 325-349.
- Boillot, G., Dupeuble, P.A., Lamboy, M., d'Ozouville, L., Sibuet, J.C., 1971. Structure et histoire Géologique de la Marge Continentale au Nord de l'Espagne (entre 4° et 9° W), En: Debyser, J., Le Pichon, X., Montadert, L. (Eds.), *Historie structural du Golfe de Gascogne*. Publications de l'Institut Français du Pétrole. Collection du Colloques et Séminaires, Tome 2, V, V.6. 1-52.
- Boillot, G., Dupeuble, P.A., Hennequin-Marchand, I., Lamboy, M., Lepetre, J.P., 1972. Carte géologique du plateau continental nordespagnol entre le canyon de Capbreton et canyon d'Aviles. *Bull. Soc. Geol. Fr.* 7 (2–3), 367–391 XV.
- Boillot, G., Dupeuble, P.A., Hennequin-Marchand, I., Lamboy, M., Lepetre, J.P., Musellec, P., 1974. Le Role des Décrochements "Tardi-hercyniens" dans l'évolution structurale de la marge continentale et dans la localisation des grands canyons sous marins a l'ouest et au nord de la péninsule Ibérique. *R. Géogra. Phys. Géol. Dyn.* XVI (1), 75–86.
- Botas, J.A., Fernández, E., Bode, A., Anadón, R., 1990. A persistent upwelling off the Central Cantabrian Coast (Bay of Biscay). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 30, 185–199.
- Buchanan, J.B., 1984. Sediment analysis. En: Holme, N.A. y McIntyre, A.D. (eds.) *Methods for the study of marine benthos*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp.: 41-65.



- Caley, M.J., Carr, M.H., Hixon, M.A., Hughes, T.P., Jones, G.P., Menge, B.A., 1996. Recruitment and the population dynamics of open marine populations. *Annu Rev Ecol Syst* 27: 477-500.
- Capdevila, R., Boillot, G., Lepvrier, J.A., Malod, A., Mascle, G., 1980. Les formations cristallines du Banc Le Danois (marge nord-ibérique). *C. R. Acad. Sci., Ser. D*, 317-320.
- Carpenter, Jeffreys, J.G. & W. Thomson, 1870. Preliminary report of the Scientific Exploration of the Deep-Sea in H.M. Surveying-Vessel "Porcupine" during the Summer of 1869. *Proc. R. Soc. London* 18 : 397-492 (: 429).
- Cartes, J. E., Carrassón, M. 2004. Influence of trophic variables on the depth-range distributions and zonation rates of deep-sea megafauna: the case of the Western Mediterranean assemblages. *Deep Sea Research Part I* 51, 263–279.
- CEP, 2011. Mapa de caladeros de Asturias. Centro de Experimentación Pesquera, Consejería de Medio Rural y Pesca, Principado de Asturias.
- Cherbonnier, G., 1969. Echinodermes récoltés par la Thalassa au large des côtes ouest de Bretagne et du golfe de Gascogne (3-12 août 1967) [Echinoderms collected by the Thalassa on the western coast of Brittany and in the Biscay Bay (3-12 August 1967)]. *Bull. Acad. Roy. des Sci., Lettr. et B.-Arts (1846)* 41(1): 343-361.
- Cherbonnier, G., 1970. Echinodermes récoltés par la THALASSA au large des côtes ouest de Bretagne et du Golfe de Gascogne (18-25 Octobre 1968). *Bulletin Muséum National Histoire Naturelle Paris. 2 série.* 41(5): 1266-1277.
- Cherbonnier, G.; Sibuet, M. 1972. Resultats Scientifique de la campagne Noratlante: Asterides et Ophiures. *Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle Paris 3e serie Zoologie No. 76, 102, 1333-1394.*
- Chessel, D., Dufour, A.B., Dray, S., with contributions from Lobry, J.R., Ollier, S., Pavoine, S. and Thioulouse, J., 2005. ADE4: Analysis of Environmental Data: Exploratory and Euclidean methods in Environmental sciences. R package version 1.4-0. <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4>.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. *Nat. Environ. Res. Counc., UK.*
- Clifford, H.T., Stephenson, W. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, New York, 229 pp.
- Colas, F., 2003. Circulation et dispersion lagrangiennes en Atlantique Nord-Est. Thèse de Doctorat. Université de Bretagne Occidentale. 261 pp.
- Coll, M., Santojanni A., Palomera I., Tudela S., Arneri, E. 2007. An ecological model of the Northern and Central Adriatic Sea: Analysis of ecosystem structure and fishing impacts. *Journal of Marine Systems*, 67, 119-154.
- Colloca, F., Carpentieri, P., Balestri, E., Ardizzone, G.D., 2004. A critical habitat for Mediterranean fish resources: shelf-break areas with *Leptometra phalangium* (Echinodermata: Crinoidea). *Marine Biology* 145: 1129–1142.
- Cristobo, J., Ríos, P., Sánchez, F., Anadón, N., 2009. Redescription of the rare species *Podospongia loveni* (Porifera) from the Cantabrian Sea. *Continental Shelf Research*, 29, 1157–1164.
- Davies, C.E., Moss, D., Hill, M.O., 2004. EUNIS Habitat Classification Revised 2004. Report of European Environment Agency (EEA), European Nature Information System (EUNIS), 306 pp.
- Derégnaucourt, D., Boillot, G., 1982. Structure géologique du golfe de Gascogne. *Bull. BRGM* 2 (3), 149-178.
- Dickson, R.R., Gould, W.J., Muller, T.J., Maillard, C., 1985. Estimates of the mean circulation in the deep (greater than 2,000m) layer of the Eastern North-Atlantic. *Progress in Oceanography* 14, 103-127.



- Dijkstra, H.H. & Gofas, S., 2004. Pectinoidea (Bivalvia: Propeamussiidae and Pectinidae) from some northeastern Atlantic seamounts. *Sarsia*, 89(1): 33-78.
- Dullo, C.W., Flögel, S., Rüggeberg, A., 2008. Cold-water coral growth in relation to the hydrography of the Celtic and Nordic European continental margin. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 371, 165–176.
- Ercilla, G., Casas, D., Estrada, F., Vázquez, J.T., Iglesias, J., García, M., Gómez, M., Acosta, J., Gallart, J., Maestro-González, A., Marconi Team, 2008. Morphosedimentary features and recent depositional architectural model of the Cantabrian continental margin. *Mar. Geol.* 247, 61–83.
- EC, 1993. Council Regulation (EEC) No 2847/1993 of 12 October 1993 establishing a control system applicable to the common fisheries policy. *Official Journal of the European Communities* L261, 1–16.
- European Commission, 2007. Interpretation manual of European Union Habitats – EUR27. EU DG Environment, 142 pp.
- Fanjul, E.A., Gomez, B.P., Sánchez-Arevalo, I.R., 1997. A description of the tides in the Eastern North Atlantic. *Progress in Oceanography* 40, 217-244.
- Fowler, S.L., Cavanagh R.D., Camhi, M., Burgess, G.H., Cailliet, G.M., Fordham, S.V., Simpfendorfer, C.A. and Musick, J.A. (comp. and eds.), 2005. *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes*. IUCN SSC Shark Specialist Group IUCN, Gland., Switzerland and Cambridge, 461 pp.
- Freeman, E. and Moisen, G., 2008. A comparison of the performance of threshold criteria for binary classification in terms of predicted prevalence and kappa. *Ecological Modelling*, Elsevier, 2008, 217, 48-58.
- Frutos, I. 2006. *Las comunidades suprabentónicas submareales de la ría de La Coruña y plataforma continental adyacente (NW península Ibérica)*. Tesis doctoral, Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad de Alcalá, 402 pp.
- Frutos, I. y Sorbe, J.C., 2010. *Politolana sanchezi* sp. nov. (Crustacea: Isopoda: Cirolanidae), a new benthic bioturbating scavenger from bathyal soft-bottoms of the southern Bay of Biscay (northeastern Atlantic Ocean). *Zootaxa* 2640: 20-34.
- Frutos, I., Sorbe, J.C. y Sánchez, F. 2012. Deep suprabenthic assemblages from submarine canyons of the Cantabrian Sea (NE Atlantic Ocean). *Revista de Investigación Marina*, 19(6): 220–223.
- Gallastegui, J., 2000. Estructura cortical de la Cordillera y Margen Continental Cantábricos: Perfiles ESCI-N. *Trabajos de Geología, Universidad de Oviedo*, Vol. 22, 9-234.
- Gallastegui, J., Pulgar, J.A., Gallart, J., 2002. Initiation of an active margin at North Iberian continent-ocean transition. *Tectonics*, 21 (4), 15-1/15-13.
- García, D., Pallezo, R., Santurtún, M. & Iriondo, A., 2006. Definition of the year 2005 Basque trawl fisheries. *Working Document for the ICES Working Group on Assessment of Southern Shelf Stocks of Hake, Monk and Megrim 2006*, 13 pp.
- García-Alegre, A., Sánchez, F., Gómez-Ballesteros, M., Hinz, H., Serrano, A., Parra, S., 2014. Modelling and mapping the local distribution of representative species on the Le Danois Bank, El Cachucho Marine Protected Area (Cantabrian Sea). *Deep-Sea Research II*, en prensa.
- García-Soto, C., Pingree, R.D., 2012. Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) and sea surface temperature in the Bay of Biscay and adjacent regions. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92, 213-234.



- Gómez-Ballesteros, M., Druet, M., Muñoz, A., Arrese, B., Rivera, J., Sánchez, F., Cristobo, J., Parra, S., García-Alegre, A., González-Pola, C., Gallastegui, J., Acosta, J., 2014. Geomorphology of the Avilés Canyon System, Cantabrian Sea (Bay of Biscay). *Deep-Sea Research II*, en prensa.
- Gonzalez-Pola, C., Fernandez-Diaz, J.M., Lavin, A., 2007. Vertical structure of the upper ocean from profiles fitted to physically consistent functional forms. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers*, 54, 1985-2004.
- González-Pola, C., Lavín, A., Díaz del Río, G., Cabanas, J.M., Ruiz-Villarreal, M., Somavilla, R., Rodríguez, C., González-Nuevo, G., Nogueira, E., 2012. Hidrografía y circulación. En: Bode, A., Lavín, A., Valdés, L. (Eds.), *Cambio climático y oceanográficos en el Atlántico del norte de España. Temas de Oceanografía*. Instituto Español de Oceanografía. Cap. 2. 69-98.
- González-Quirós, R., Cabal, J., Álvarez-Marques, F., Isla, A., 2003. Ichthyoplankton distribution and plankton production related to the shelf break front at the Aviles Canyon. *ICES Journal of Marine Science* 60, 198-210.
- Gordon, A.D., 1999. *Classification*. Second ed. Chapman and Hall, London, 272 pp.
- Guerra-García, J.M., J.C. Sorbe e I. Frutos, 2008. A new species of *Liropus* (Crustacea, Amphipoda, Caprellidae) from the Le Danois bank (southern Bay of Biscay). *Organisms Diversity & Evolution*, Volume 7, Issue 4, 253-264.
- Gutiérrez Claverol, M., Gallastegui, J., 2002. Prospección de hidrocarburos en la plataforma continental de Asturias. *Trab. Geol., Univ. Oviedo*, 23. 21-34.
- Handl, J., Knowles, J. & Kell, D.B., 2005a. Computational cluster validation in post-genomic data analysis. *Bioinformatics*, 21 (15), 3201–3212.
- Handl, J., Knowles, J. & Kell, D.B., 2005b. Supplementary material to computational cluster validation in post-genomic data analysis. *Bioinformatics*, 1-3.
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L. & Black, W.C., 1999. *Multivariate Data Analysis*. Fifth edition. Prentice Hall International Inc.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G., 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42, 47–58.
- Hintzen, N.; Bastardie, F.; Beare, D.; Piet, G.; Ulrich, C.; Deporte, N.; Egekvist, J. and Degel, H., 2011. VMStools: open-source software for the processing, analysis and visualization of fisheries logbook and VMS data. *Fisheries Research*, Elsevier, 2011
- ICES, 2012. Report of the Working Group on Elasmobranch Fishes (WGEF), 19–26 June 2012. Lisbon, Portugal. ICES CM 2012/ACOM: 19. <http://www.ices.dk/workinggroups/ViewWorkingGroup>.
- Iglesias, J., 2009. Sedimentation on the Cantabrian Continental Margin from Late Oligocene to Quaternary. Tesis Doctoral, Universidade de Vigo. Spain. 185 pp.
- Iorga, M.C., Lozier, M.S., 1999a. Signatures of the Mediterranean outflow from a North Atlantic climatology 1. Salinity and density fields. *Journal of Geophysical Research*, 104, 25985-26009.
- Iorga, M.C., Lozier, M.S., 1999b. Signatures of the Mediterranean outflow from a North Atlantic climatology 2. Diagnostic velocity fields. *Journal of Geophysical Research*, 104, 26011-26029.
- Jiménez-Valverde, A. and Lobo, J., 2007. Threshold criteria for conversion of probability of species presence to either or presence-absence. *Acta Oecologica*, 2007, 31, 361-369.
- Jennings, S., Pinnegar, J.K., Polunin, N.V.C., Warr, K.J., 2001. Impacts of trawling disturbance on the trophic structure of benthic invertebrate communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 213, 127-142.



- Jolliffe, I.T., 2002. *Principal component Analysis*. 2nd edition. Ed. Springer Series in Statistics, 487 pp.
- Joaristi, L. y Lizasoain, L., 2000. *Análisis de Correspondencias*. Cuadernos de Estadística. Editorial La Muralla, 141 pp.
- Johnson, M.P., White, M., Wilson, A., Würzberg, L., Schwabe, E., Folch, H. & Allcock, A.L. 2013. A vertical wall dominated by *Acesta excavata* and *Neopycnodonte zibrowii*, part of an undersampled group of deep sea habitats. *PLoS One*, 8(11): e79917.
- Julivert, M. (1971): Décollement tectoniques in the Hercynian Cordillera of NW Spain. *Am. J. Sci.* 270, 1-29.
- Kaufman, L. y Rousseeuw, P.J., 1986. Clustering large sets (with discussion). In: *Pattern Recognition in Practice II*. E. S. Gelsema and L. N. Kanal (ed.), Elsevier/North Holland, Amsterdam, 405-416 pp.
- Kavanagh, F.A. y J.C. Sorbe, 2006. *Haplomesus longiramus* sp. nov. (Crustacea: Isopoda: Asellota), a new ischnomesid species from the Bay of Biscay. *Zootaxa* 1300: 51-68.
- Koehler, R., 1896. Échinodermes. Résultats scientifiques de la Campagne du "Caudan" dans le Golfe de Gascogne. *Annales de l'Université de Lyon*, 26: 33-127.
- Koehler, R., 1898. Echinoides et Ophiures provenant des campagnes du yacht l'Hirondelle (Golfe de Gascogne, Açores, Terre-Nueve). Résultats des Campagnes scientifiques par Prince Albert I, Monaco, 12, 1-78, 9 pls.
- Koehler, R., 1906. Echinodermes (Stellerides, Ophiures et Echinides). Expédition Antarctique Française 1903-1905. *Sciences Naturelles (Documents Scientifiques)*: 1-41.
- Koehler, R., 1909. Echinodermes provenant des campagnes du yacht Princesse-Alice (Astéries, Ophiures, Echinides et Crinoïdes). Résultats des Campagnes Scientifiques Accomplies sur son Yacht par Albert 1er Prince Souverain de Monaco, 34, 1-317.
- Koehler, R., 1921. Faune de France. I. Échinodermes. Le Chevalier, Paris: 210 pp.
- Koysan, A. R., 2007. Morphological features, ecology, and distribution of poorly studied molluscan genera of the Colinae subfamily (Gastropoda, Buccinidae) from the far eastern seas of Russia. *Oceanology*, 47(4): 531-536.
- Langer, M. R., Lipps, J. H. y Moreno, G. 1995. Predation on foraminifera by the dentaliid deep-sea scaphopod *Fissidentalium megathyris*. *Deep-Sea Research I*, 42: 849-857.
- Lavin, A., Valdes, L., Sánchez, F., Abaunza, P., Forest, J., Boucher, P., Lazure, P., Jegou, A.M., 2006. The Bay of Biscay. The encountering of the ocean and the shelf. In: Robinson and Brink (Eds.), *The Seas* Harvard Press, pp. 933-1001.
- Lee, J., South, A.B., Jennings, S., 2010. Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data. *ICES Journal of Marine Science* 67 (6), 1260-1271.
- Levitus, S., 1982. Climatological atlas of the world's oceans. NOAA Professional Paper 13, 173 pp. http://gcmd.nasa.gov/records/GCMD_LEVITUS_1982.html
- Liu, C., Berry, P., Dawson, T. and Pearson, R., 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions *Ecography*, Wiley Online Library, 2005, 28, 385-393.
- López Correa, M., Freiwald, A., Hall-Spencer, J. & Taviani, M., 2005. Distribution and habitats of *Acesta excavata* (Bivalvia, Limidae), with new data on its shell ultrastructure. Pp. 173-205, in: *Cold-water corals and ecosystems* (Freiwald A. & Murray Roberts J., eds) Springer, Berlin.
- López-Ibor, A., 1987. Equinodermos de Asturias: Expedición (Cantábrico 83). *Misc. Zool.*, 11: 201-210.



- López-Fernández, C., Pulgar, J.A., González-Cortina, J.M., Gallart, J., Díaz, J., Ruíz, M., 2004. Actividad sísmica en el noroeste de la Península Ibérica observada por la red sísmica local del Proyecto GSPI (1999-2002). *Trabajos de Geología, Universidad de Oviedo*, Vol. 24, 91-106.
- Lourido, A., Parra, S., Sánchez, F., 2014. A comparative study of the macrobenthic infauna of two bathyal Cantabrian areas: the Le Danois Bank and the Avilés Canyon (S Bay of Biscay). *Deep-Sea Research II*, en prensa.
- Louzao, M., Anadón, N., Arrontes, J., Álvarez-Claudio, C., Fuente, D.M., Ocharán, F., Anadón, A., Acuña, J.L., 2010. Historical macrobenthic community assemblages in the Avilés Canyon, N Iberian Shelf: Baseline biodiversity information for a marine protected area. *J. Mar. Syst.* 80: 47-56.
- Lyman, T., 1882. Report on the Opiuroidea. Report of the Scientific Results of the voyage of H.M.S. Challenger 1873-76. *Zoology*, 5(1), 1-386. Monteiro Marques, V. 1980. Echinodermes recueillies pendant la mission «Hespérides 76» du N/O Jean Charcot. *Arquivos do Museu Bocage. Série B VII (7):* 95-107.
- Madurell, T., Cartes, J. E. 2004. Temporal changes in feeding habits and daily rations of *Hoplostethus mediterraneus* in the bathyal Ionian Sea (eastern Mediterranean). *Marine Biology* 146, 951–962.
- Malod, J.A., Boillot, G., Capdevila, R., Dupeuble, P.A., Lepvrier, C., Mascle, G., Muller, C., Taugourdeau-Lantz, J., 1982. Subduction and tectonics on the continental margin off northern Spain: observations with the submersible *Cyana*. En: J. K. Leggett (Ed.), *Trenchforearc Geology*. Geol. Soc. London, Spec. Publ. 10, 309-315.
- Maechler, M., Rousseeuw, P., Struyf, A., Hubert, M., Hornik, K., 2013. *Cluster Analysis Basics and Extensions*. R package version 1.14.4.
- Mamet, B., Comas, M.C., Boillot, G., 1991. Late Paleozoic basin on the West Galicia Atlantic margin. *Geology*, 19: 738–741.
- Mauchline, J., Gordon, J. D. M. 1991. Oceanic pelagic prey of benthopelagic fish in the benthic boundary layer of a marginal oceanic region. *Marine Ecology Progress Series* 74, 109–115.
- Maze, J.P., Arhan, M., Mercier, H., 1997. Volume budget of the eastern boundary layer off the Iberian Peninsula. *Deep-Sea Research I*, 44, 1543-1574.
- MEDITS, 2007. Instruction manual. Version 5. International Bottom Trawl Survey in the Mediterranean (MEDITS), 62 pp.
- Memery, L., Reverdin, G., Paillet, J., Oschlies, A., 2005. Introduction to the POMME special section: Thermocline ventilation and biogeochemical tracer distribution in the northeast Atlantic Ocean and impact of mesoscale dynamics. *Journal of Geophysical Research*, 110(7), 17 pp.
- Musick, J.A. 1999. Ecology and conservation of long-lived marine animals. Pp. 1-10 In: Musick, J.A. (ed.). *Life in the slow lane, ecology and conservation of long-lived marine animals*. American Fisheries Society Symposium 23.
- Océana, 2008. *La belleza de la bestia*. Imprenta Roal, SL. 91 pp.
- Océana, 2009. *Manteniendo el equilibrio. Como aplicar los convenios medioambientales a la protección de los tiburones y sus hábitats*. Imprenta Roal, SL. 25 pp.
- OCEANA, 2009. *Propuesta de Áreas Marinas de Importancia Ecológica. Zona galaico-cantábrica*. 248 pp.
- Ocharan, F.J., Álvarez-Claudio, C., Anadón, N., Arrontes, J., Quirce, J.A., Anadón, A., Fuente, D.M., 1989. Estudio sedimentológico de la plataforma y talud continentales de la zona central de Asturias (N de España). *Thalassas*, 7, 21–28.
- Olaso, I., 1990. Distribución y abundancia del megabentos invertebrado en fondos de la plataforma cantábrica. *Publicaciones Especiales. Instituto Español de Oceanografía*, 5: 128 pp.



- Oliver, G. y Allen, J. A., 1980. The functional and adaptative morphology of deep-sea species of the family Limopsidae (Bivalvia: Arcoida) from the Atlantic. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 291(1045): 45-125.
- Paillet, J., Arhan, M., 1996. Oceanic ventilation in the eastern North Atlantic. *Journal of Physical Oceanography* 26, 2036-2052.
- Paillet, J., Arhan, M., McCartney, M.S., 1998. Spreading of Labrador Sea Water in the eastern North Atlantic. *Journal of Geophysical Research* 103, 10223-10239.
- Paillet, J., Mercier, H., 1997. An inverse model of the eastern North Atlantic general circulation and thermocline ventilation. *Deep-Sea Research I*, 44, 1293-1328.
- Patrocinio, T., Rolán, E., Ríos, P., 2011. Nueva información sobre *Calliostoma obesulum* (Archaeogastropoda, Calliostomatidae) procedente del Cañón de Avilés, N de la Península Ibérica. *Noticiario SEM*, 56: 44-49.
- Pauly, D., Christensen, V., Walters, C. 2000. Ecopath, Ecosim, and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 57, 697-706
- Pebesma, E.J., R.S. Bivand, 2005. Classes and methods for spatial data in R. *R News* 5 (2), <http://cran.r-project.org/doc/Rnews/>.
- Peliz, A., Dubert, J., Haidvogel, D.B., Le Cann, B., 2003. Generation and unstable evolution of a density-driven Eastern Poleward Current: The Iberian Poleward Current. *Journal of Geophysical Research* 108(C8), 19 pp.
- Pérez-Estaún, A., Bea, F., 2004. Macizo Ibérico. En: Vera, J. A. (Ed.), *Geología de España*, Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España. 19–230.
- Pérez-Estaún, A., Bastida, F., Alonso, J.L, Marquínez, J., Aller, J., Álvarez-Marrón, J., Marcos, A. y Pulgar, J. A. 1988. A thinskinned tectonics model for an arcuate fold and thrust belt: the Cantabrian Zone (Variscan IberoArmorican Arc). *Tectonics* 7, 3: 517-537.
- Pérez-Estaún A., Pulgar J.A., Álvarez-Marrón J., ESCIN-1 Group, 1995. Deep crustal structure of the Cantabrian Zone: seismic image of the Variscan foreland Thrust and Fold Belt (NW Spain). *Rev. Soc. Geol. España*, vol. esp. ESCI, 8 (4), 307-320.
- Pérez, N., Pereda, P., Uriarte, A., Trujillo, V., Olaso, I. and Lens, S., 1996. Descartes de la flota española en el área del ICES. *Datos y Resúmenes. Inst. Esp. de Oceanogr.*, 2: 142 p.
- Piñeiro, C.G., M. Casas and R. Bañón, 2001a. The deep water fisheries exploited by Spanish fleets in the northeast Atlantic: a review of the current status. *Fisheries Research*, 51: 311-320.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol.Model.*190, 231–259.
- Pingree, R.D., 1973. Component of Labrador Sea-Water in Bay-Of-Biscay. *Limnology and Oceanography*, 18, 711-718.
- Pingree, R.D. 1993. Flow of Surface Waters to the West of the British-Isles and in the Bay of Biscay. *Deep-Sea Research II*, 40, 369-388.
- Pingree, R.D., Le Cann, B., 1990. Structure, strength and seasonality of the slope currents in the Bay of Biscay region. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 70, 857-885.
- Pingree, R.D., Le Cann, B., 1992. 3 Anticyclonic Slope Water Oceanic Eddies (Swoddies) in the Southern Bay of Biscay in 1990. *Deep-Sea Research Part A-Oceanographic Research Papers*, 39, 1147-1175.
- Pollard, K.S & van der Laan, M.J., 2005. Cluster Analysis of Genomic Data with Applications in R. U.C. Berkeley Division of Biostatistics Working Paper Series, 167, 25 pp.



- Pulgar, J.A., Gallart, J., Fernández-Viejo, G., Pérez-Estaún, A., Álvarez-Marrón J., ESCIN Group, 1996. Seismic image of the Cantabrian Mountains uplift in the western extension of the Pyrenean Belt from integrated ESCIN reflection and refraction data. *Tectonophysics*, 264, 1-20.
- Punzón, A., Serrano, A., Castro, C., Abad, E., Gil, J., Pereda, P., 2011. Deep-water fishing tactics of the Spanish fleet in the Northeast Atlantic. Seasonal and spatial distribution *Scientia Marina*, 75(3), 465-476.
- Punzón, A., Hernández, C., Abad, E., Castro, J., Pérez, N., Trujillo, V., 2010. Spanish otter trawl fisheries in the Cantabrian Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 67, 1-13.
- R Development Core Team, 2005. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Rodríguez-Cabello, C., F. Sánchez, A. Fernández, and I. Olaso, 2004. Is the lesser spotted dogfish (*Scylliorhinus canicula*) from the Cantabrian Sea a unique stock? *Fisheries Research*, 69: 57-71.
- Rodríguez-Cabello, C., Fernández, A., Olaso, I., Sánchez, F., Gancedo, R., Punzón, A. y Cendrero, O., 2005. Overview of continental shelf elasmobranch fisheries in the Cantabrian Sea. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* Vol. 35: 375-385.
- Rodríguez-Cabello, C., Sánchez, F., Serrano, A. y Olaso, I., 2008. Effects of closed trawl fishery areas on some elasmobranch species in the Cantabrian Sea. *Journal of Marine Systems* 72 (2008) 418-428.
- Rodríguez-Cabello, C, F. Sánchez, A. Serrano and A. Punzón, 2009. The status of chondrichthyes species in deep waters of the Cantabrian Sea. In *ICES International Symposium: Issues Confronting the Deep Oceans*. Horta, Azores 27-29 April, 2009. Poster E48, pp 92.
- Rodríguez-Cabello, C., Arronte, J.C., Sánchez, F., Pérez, M., 2012. New record expands the known southernmost range of *Rajella kukujevi* (Elasmobranchii, Rajidae) in the North-Eastern Atlantic (Cantabrian Sea). *Journal of Apply Ichthyology*, 28, 633- 636.
- Rodríguez-Cabello, C., Pérez, M., Sánchez, F., 2013. New records of chondrichthyan species caught in the Cantabrian Sea (southern Bay of Biscay). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1-11.
- Rodríguez-Cabello, C., Sánchez, F., 2014. Is *Centrophorus squamosus* a high migratory deep-water shark ?. *Deep-Sea Research*, en prensa.
- Rousseeuw, P.J., 1987. Silhouettes: a graphical aid on the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53-65.
- Ruiz-Pico, S., Arronte, J.C., Punzón, A., Serrano, A., Velasco, F., Fernández-Zapico, O., 2012. First records of *Epigonus denticulatus* (Perciformes: Epigonidae) in the northern waters of Spain: northernmost occurrences in the eastern North Atlantic. *Cybium*, 36(4), 578-580.
- Ruiz Villarreal, M., Coelho, H., Díaz del Río, G., Nogueira, J., 2004. Slope current in the Cantabrian: Observations and modelling of seasonal variability and interaction with Aviles Canyon. *ICES CM 2004 / N12*, 23 pp.
- Sánchez, F. y A. Fernández, 1998. Manual del programa CAMP. Versión 10.2. Instituto Español de Oceanografía, documento interno, 55 pp.
- Sánchez, F., 1993. Las comunidades de peces de la plataforma del Cantábrico. *Publicaciones Especiales*. Instituto Español de Oceanografía, 13, 137 pp.
- Sánchez, F., de la Gándara, F., Gancedo, R., 1995. Atlas de los peces demersales de Galicia y el Cantábrico. Otoño 1991-1993. *Publicaciones Especiales*. Instituto Español de Oceanografía, 20, 99 pp.



- Sánchez, F., N. Pérez y J. Landa, 1998. Distribution and abundance of megrim (*Lepidorhombus boscii* and *Lepidorhombus whiffiagonis*) on the northern Spanish shelf. ICES Journal of Marine Science, 55: 494-514.
- Sánchez, F., Gil, J., 2000. Hydrographic mesoscale structures and Poleward Current as a determinant of hake (*Merluccius merluccius*) recruitment in southern Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science, 57, 152-170.
- Sánchez, F., Blanco, M., Gancedo, R., 2002. Atlas de los peces demersales y de los invertebrados de interés comercial de Galicia y el Cantábrico. Otoño 1997-1999. Publicaciones Especiales. Instituto Español de Oceanografía, 158 pp.
- Sánchez, F y J. M. Rodríguez, 2013. POLITOLANA, a new low cost towed vehicle designed for the characterization of the deep-sea floor. Instrumentation Viewpoint. 15 - MARTECH workshop, pp. 69.
- Sánchez, F., Serrano, A., 2003. Variability of groundfish communities of the Cantabrian Sea during the 1990s. ICES Marine Science Symposia, 219, 249-260.
- Sánchez, F., Olaso, I., 2004. Effects of fisheries on the Cantabrian Sea shelf ecosystem. Ecological Modelling, 172, 151-174.
- Sánchez, F., C. Rodríguez-Cabello, I. Olaso, 2005. The Role of Elasmobranchs in the Cantabrian Sea Shelf Ecosystem and Impact of the Fisheries on Them. J. Northw. Atl. Fish. Sci., Vol. 35: 467-480.
- Sánchez, F., Velasco, F., Cartes, J.E., Olaso, I., Preciado, I., Fanelli, E., Serrano, A. y Gutierrez-Zabala, J.L., 2006. Monitoring the Prestige Oil Spill Impacts on some Key Species of the Northern Iberian Shelf. Marine Pollution Bulletin, Vol. 53, 332-349.
- Sánchez, F., Serrano, A., Parra, S., Ballesteros, M., Cartes, J.E., 2008. Habitat characteristics as determinant of the structure and spatial distribution of epibenthic and demersal communities of Le Danois Bank (Cantabrian Sea, N. Spain). J. Mar. Syst. 72, 64-86.
- Sánchez, F., Serrano, A., Gómez-Ballesteros, M., 2009. Photogrammetric quantitative study of habitat and benthic communities of deep Cantabrian Sea hard grounds. Cont. Shelf Res. 29, 1174-1188.
- Sánchez, F., García-Alegre, A., Serrano, A., Punzón, A., Parra, S., Cristobo, J., Gómez-Ballesteros, M., Druet, M., Ríos, P., González-Pola, C., Rodríguez-Cabello, C., Arronte, J.C., Lourido, A., Frutos, I., Blanco, M., Acosta, J., Rivera, J. y Altuna, A. 2012. Using EUNIS habitat classification in the Avilés Canyon's system and the near continental shelf (Cantabrian Sea). *Revista de Investigación Marina*, 19(6): 224-227.
- Sánchez et al., 2011. Informe de la campaña "INDEMARES 0710. Cañón de Avilés". Documento interno INDEMARES, 61 pp.
- Sánchez, F., González-Pola, C., Druet, M., García-Alegre, A., Acosta, J., Cristobo, J., Parra, S., Ríos, P., Altuna, A., Gómez-Ballesteros, M., Muñoz-Recio, A., Rivera, J., Díaz del Río, G., 2014. Habitat characterization of deep-water coral reefs in La Gaviera canyon (Avilés Canyon System, Cantabrian Sea). *Deep-Sea Research II*, en prensa.
- Sanjuán, A., De Carlos, A., Rodríguez-Cabello, C., Bañón, R., Sánchez, F., Serrano, A., 2012. Molecular identification of the arrowhead dogfish *Deania profundorum* (Centrophoridae) from the northern waters of the Iberian Peninsula. *Marine Biology Research*, 8(9), 901-905.
- Serrano, A., Velasco, F., Olaso, I., Sánchez, F., 2003. Macrobenthic crustaceans in the diet of demersal fish in the Bay of Biscay in relation to abundance in the environment. *Sarsia*, 88, 36-48.
- Serrano, A., Sánchez, F., García-Castrillo, G., 2006. Epibenthic communities of trawlable grounds of the Cantabrian Sea. *Scientia Marina*, 70, 149-159.



- Serrano, A., Sánchez, F., Punzón, A., Velasco, F. y Olaso, I., 2011. Deep sea megafaunal assemblages off the northern Iberian slope related to environmental factors. *Scientia Marina* 75(3).
- Serrano, A., Sánchez, F., Arronte, J.C., Rodríguez-Cabello, C., Ríos, P., Lourido, A., Parra, S., Frutos, I., García-Alegre, A., Blanco, M., Cristobo, J. y Punzón, A. 2012. Epibenthic communities of sedimentary grounds of the Avilés Canyon's system and the near continental shelf. *Revista de Investigación Marina*, 19(6): 218–219.
- Struyf, A., Mia, H. & Rousseeuw, P.J., 1996. Clustering in an object-oriented environment. *Journal of Statistical Software*, 1:4, 1-30.
- Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Marín, L., Brito, A., 2012. Guía Interpretativa. Inventario Español de hábitats y especies marinos. MAGRAMA, 229 pp.
- Thinon, I., Fidalgo-González, L., Réhault, J.P., Oliver, J.L., 2001. Déformations pyrénées dans le golfe de Gascogne. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes / Earth and Planetary Sciences* 332, 561-568.
- Torres, R., Barton, E.D., 2006. Onset and development of the Iberian poleward flow along the Galician coast. *Continental Shelf Research*, 26, 1134-1153.
- Vacelet, J., Boury-Esnault, N., 1995. Carnivorous sponges. *Nature*, 373: 333-335.
- Van Aken, H.M., 2000a. The hydrography of the mid-latitude Northeast Atlantic Ocean. I: The deep water masses. *Deep-Sea Research I*, 47, 757-788.
- Van Aken, H.M., 2000b. The hydrography of the mid-latitude Northeast Atlantic Ocean. II: The intermediate water masses. *Deep-Sea Research I*, 47, 789-824.
- Van Aken, H.M., 2001. The hydrography of the mid-latitude Northeast Atlantic Ocean - Part III: the subducted thermocline water mass. *Deep-Sea Research I*, 48, 237-267.
- Van Aken, H.M., 2002. Surface currents in the Bay of Biscay as observed with drifters between 1995 and 1999. *Deep-Sea Research I*, 49, 1071-1086.
- Van Rooij, D., Iglesias, J., Hernández-Molina, F.J., Ercilla, G., Gómez-Ballesteros, M., Casas, D., Llave, E., De Hauwere, A., García-Gil, S., Acosta, J., Henriët, J.P., 2010. The Le Danois Contourite depositional System: Interactions between the Mediterranean Outflow Water and the upper Cantabrian slope (North Iberian margin). *Mar. Geol.* 274. 1-20.
- Vernet, G., Anadón, N., 1991. Continental shelf and littoral Nemerteans from the North and North-West Spanish Atlantic coast. *Cahiers de Biologie Marine*, 32, 45–56.
- Vigneaux, M., 1974. The geology and sedimentation history of the Bay of Biscay. *Ocean Basins and Margins* 2, 9. Plenum Press, London, 273-374.
- Villamor, B., Abaunza, P., Lucio, P. & Porteiro, C., 1997. Distribution and age structure of mackerel (*Scomber scombrus*, L.) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*, L.) in the northern coast of Spain, 1989–1994. *Scientia Marina*, 61(3), 345–366.
- Wisshak, M., López Correa, M., Gofas, S., Salas, C., Taviani, M., Jakobsen, J. & Freiwald, A. 2009. Shell architecture, element composition, and stable isotope signature of the giant deep-sea oyster *Neopycnodonte zibrowii* sp.n. from the NE Atlantic. *Deep-Sea Research I*, 56: 374-407.
- Wooster, W.S., Bakun, A., Mclain, D.R., 1976. Seasonal Upwelling cycle along Eastern Boundary of North-Atlantic. *Journal of Marine Research*, 34, 131-141.

13. Producción científica y de divulgación generada en el marco del proyecto INDEMARES relativa al Sistema de cañones submarinos de Avilés

13.1. Publicaciones científicas

- Altuna, A., 2012. Escleractinias (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) obtenidas en las campañas INDEMARES 2010-2011 en el Cañón de Avilés (Golfo de Vizcaya, Atlántico NE). *Rev. Invest. Mar.* 19, 399-403.
- Altuna, A., 2012. *Sideractis glacialis* Danielssen, 1890 (Anthozoa, Corallimorpharia), una especie nueva para la fauna ibérica procedente del banco de Galicia y del cañón de La Gavierra (Golfo de Vizcaya) (España, Atlántico NE). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Biol.*, 106, 151-161.
- Altuna, A., 2012. Escleractinias (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) obtenidas en las campañas INDEMARES 2010-2011 en el Cañón de Avilés (Golfo de Vizcaya, Atlántico NE). *Revista de Investigación Marina*, 19(6) 399- 403.
- Altuna, A., 2012. New records of bathyal leptolida (Cnidaria: Hydrozoa: Leptothecata) from the Bay of Biscay and the northwestern Iberian Peninsula (northeastern Atlantic). *Zootaxa*, 3565, 1-17, figuras 1-5, tablas 1-5.
- Altuna, A., 2012. Hallazgo de *Symplectoscyphus bathyalis* Vervoort, 1972 (Cnidaria, Hydrozoa) en el Cañón de La Gavierra (Golfo de Vizcaya, España, Atlántico nordeste). *Munibe (Ciencias Naturales-Natur Zientziak)*, Nº 60, 239-247.
- Altuna, A., 2013. Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) from ECOMARG 2003, 2008 and 2009 expeditions to bathyal waters off north and northwest Spain (northeast Atlantic). *Zootaxa* 3641 (2), 101–128.
- Altuna, A., 2012a. Escleractinias (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) obtenidas en las campañas INDEMARES 2010-2011 en el Cañón de Avilés (Golfo de Vizcaya, Atlántico NE). XVII Simposio Ibérico de Estudios sobre Biología Marina - SIEBM. San Sebastián, Septiembre 2012. Póster.
- Altuna, A., 2012b. Escleractinias (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) obtenidas en las campañas INDEMARES 2010-2011 en el Cañón de Avilés (Golfo de Vizcaya, Atlántico NE). *Revista de Investigación Marina*, 19 (6), 399-403, figura 1, tablas 1-2.
- Altuna, A., 2012c. *Sideractis glacialis* Danielssen, 1890 (Cnidaria, Anthozoa, Corallimorpharia), una especie nueva para la fauna ibérica procedente del banco de Galicia y del cañón de La Gavierra (Golfo de Vizcaya) (España, Atlántico NE). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural Sección Biología*, 106, 151-161, figuras 1-2, láminas 1-4.
- Altuna, A., 2012d. New records of bathyal leptolida (Cnidaria: Hydrozoa: Leptothecata) from the Bay of Biscay and the northwestern Iberian Peninsula (northeastern Atlantic). *Zootaxa*, 3565, 1-17, figuras 1-5, tablas 1-5.
- Altuna, A., 2012e. Hallazgo de *Symplectoscyphus bathyalis* Vervoort, 1972 (Cnidaria, Hydrozoa) en el Cañón de La Gavierra (Asturias, Golfo de Vizcaya, Atlántico nordeste). *Munibe (Ciencias Naturales-Natur Zientziak)*, 60, 239-247, figura 1A-E, tabla1.
- Altuna, A., 2013a. Arrecifes de coral en el Cantábrico, biodiversidad en la oscuridad. *Biogaia* marzo 2013, 8-9.
- Altuna, A., 2013b. Deep-water scleractinians (Cnidaria: Hexacorallia) collected by the ECOMARG 2003, 2008 and 2009 expeditions in the Bay of Biscay (Le Danois Bank, Avilés Canyon), and the Galicia Seamount (north-eastern Atlantic). *Zootaxa* 3641, 101-128, figuras 1-6, tablas 1-3.



- Altuna, A. (2014). Scleractinia (Cnidaria: Scleractinia) from INDEMARES 2010-2012 expeditions to the Avilés Canyon System (Bay of Biscay, Spain, northeast Atlantic). *Helgoland Marine Research* (en prensa), figuras 1-10, tablas.
- Altuna, A., Murillo, F.J. & D.R. Calder, 2013. Aglaopheniid hydroids (Cnidaria: Hydrozoa: Aglaopheniidae) from bathyal waters of the Flemish Cap, Flemish Pass, and Grand Banks of Newfoundland (NW Atlantic). *Zootaxa* 37, 501-537, figuras 1-6, tablas 1-12. Se cita con coordenadas una especie del proyecto indemares que asimismo se menciona.
- Andrés A., De Carlos, A., Rodríguez-Cabello, C., Bañón, R., Sánchez, F. and Serrano, A. 2012. Molecular identification of the arrowhead dogfish *Deania profundorum* (Centrophoridae) from the northern waters of the Iberian peninsula. *Marine Biology Research*, 8:9, 901-905.
- Arronte, J.C., R. Bañón, F. Sánchez, A. Serrano, 2012. On the occurrence of *Odontostomops normalops* (Aulopiformes: Evermannellidae) in the Bay of Biscay (north-eastern Atlantic). *Journal of Applied Ichthyology*, Volume 28, Issue 4, pages 649–651.
- Bañón, R., J. C. Arronte, S. Vázquez-Dorado, J. L. del Río and A. de Carlos, 2013. DNA barcoding of the genus *Lepidion* (Gadiformes: Moridae) with recognition of *Lepidion eques* as a junior synonym of *Lepidion lepidion*. *Molecular Ecology Resources* (2013) 13, 189–199.
- Cristobo, J., Ríos, P., Sánchez, F., Anadón, N., 2009. Redescription of the rare species *Podospongia loveni* (Porifera) from the Cantabrian Sea. *Cont. Shelf Res.* 29, 1157-1164.
- Frutos, I., Sorbe, J.C. y Sánchez, F. 2012. Deep suprabenthic assemblages from submarine canyons of the Cantabrian Sea (NE Atlantic Ocean). *Revista de Investigación Marina*, 19(6): 220–223.
- Galparsoro, I., D. W. Connor, A. Borja, A. Aish, P. Amorim, T. Bajjouk, C. Chambers, R. Coggan, G. Dirberg, H. Ellwood, D. Evans, K. L. Goodin, A. Grehan, J. Haldin, K. Howell, C. Jenkins, N. Michez, G. Mon, P. Buhl-Mortensen, B. Pearce, J. Populus, M. Salomidi, F. Sánchez, A. Serrano, E. Shumchenia, F. Tempera y M. Vasquez, 2012. Using EUNIS habitat classification for benthic mapping in European seas: Present concerns and future needs. *Marine Pollution Bulletin*. 64, pp. 2630 – 2638.
- Gómez-Ballesteros, M., Druet, M., Muñoz, A., Arrese, B., Rivera, J., Sánchez, F., Cristobo, J., Parra, S., García-Alegre, A., González-Pola, C., Gallastegui, J., Acosta, J., 2014. Geomorphology and sedimentary features of the Avilés Canyon System. Cantabrian Sea (Bay of Biscay). *Deep-Sea Research II* (en prensa).
- Lourido, A, S. Parra, F. Sánchez, 2014. A comparative study of the macrobenthic infauna of two bathyal Cantabrian Sea areas: the Le Danois Bank and the Avilés Canyon System (S Bay of Biscay). *Deep-Sea Research II* (en prensa).
- Rodríguez-Cabello C., Arronte JC., Sánchez F., Pérez M. 2012. New record expands the known southernmost range of *Rajella kukujevi* (Elasmobranchii, Rajidae) in the North-Eastern Atlantic (Cantabrian Sea). *Journal of Apply Ichthyology*: 28, 633- 636.
- Rodríguez-Cabello, C., M. Perez and F. Sánchez, 2013. New records of chondrichthyans species caught in the Cantabrian Sea (southern Bay of Biscay). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93: 1929-1939.
- Sánchez, F., García-Alegre, A., Serrano, A., Punzón, A., Parra, S., Cristobo, J., Gómez-Ballesteros, M., Druet, M., Ríos, P., González-Pola, C., Rodríguez-Cabello, C., Arronte, J.C., Lourido, A., Frutos, I., Blanco, M., Acosta, J., Rivera, J. y Altuna, A. 2012. Using EUNIS habitat classification in the Avilés Canyon's system and the near continental shelf (Cantabrian Sea). *Revista de Investigación Marina*, 19(6): 224–227.



- Sánchez, F., C. González-Pola, M. Druet, A. García-Alegre, J. Acosta, J. Cristobo, S. Parra, P. Ríos, A. Altuna, M. Gómez-Ballesteros, A. Muñoz-Recio, J. Rivera, G. Díaz del Río, 2014. Habitat characterization of deep-water coral reefs in La Gavierra canyon (Avilés Canyon System, Cantabrian Sea). *Deep-Sea Research II* (en prensa).
- Sánchez, F., J. M. Rodríguez, 2013. POLITOLANA, a new low cost towed vehicle designed for the characterization of the deep-sea floor. *Instrumentation Viewpoint*. 15, 69 - 69.
- Sanjuán, A., De Carlos, A., Rodríguez-Cabello, C., Bañón, R. Sánchez, F. and Serrano, A., 2012 Molecular identification of the arrowhead dogfish *Deania profundorum* (Centrophoridae) from the northern waters of the Iberian Peninsula. *Marine Biology Research*, 8, Issue 9, 901-905.
- Serrano, A., Sánchez, F., Arronte, J.C., Rodríguez-Cabello, C., Ríos, P., Lourido, A., Parra, S., Frutos, I., García-Alegre, A., Blanco, M., Cristobo, J. y Punzón, A. 2012. Epibenthic communities of sedimentary grounds of the Avilés Canyon's system and the near continental shelf. *Revista de Investigación Marina*, 19(6): 218-219.
- Tu, T.H, Altuna, A. & Jeng, M.S., 2014. Coralliidae (Anthozoa: Octocorallia) from INDEMARES 2010 deep-water expedition to north and northwest Spain (northeast Atlantic), with delimit of a new species through both morphological and molecular approaches. *Zootaxa* (en prensa), figuras 1-10, tablas 1-2.

13.2. Comunicaciones a congresos

13.2.1. Presentaciones orales

- Britayev, T., Gil, J., Altuna, Á., Calvo, M. & D. Martín, 2013. New symbiotic associations involving polynoids (Polychaeta, Polynoidae) from Atlantic waters, with redescription of *Parahololepidella greeffi* (Augener, 1918). En: XI International Polychaete Conference, Sydney, Australia. Póster.
- Britayev, T., Gil, J., Altuna, Á., Calvo, M. & Martin, D., 2014. New symbiotic associations involving polynoids (Polychaeta, Polynoidae) from Atlantic waters, with redescription of *Parahololepidella greeffi* (Augener, 1918). En *Actas de la XI International Polychaete Conference*, Sydney, Australia.
- Cristobo, J., P. Ríos, F. Sánchez, 2012. Esponjas carnívoras del Cañón de Avilés (Mar Cantábrico). XVII Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina (SIEBM), San Sebastián, Septiembre 2012.
- Frutos, I., Sorbe, J.C., Sánchez, F. y Serrano, A. 2011. New insights into biodiversity of bathyal suprabenthic communities in the southern Bay of Biscay (NE Atlantic). 2nd World Conference on Marine Biodiversity, Aberdeen (United Kingdom).
- Frutos, I., J. C, Sorbe, F. Sánchez, 2012. Deep suprabenthic assemblages from submarine canyons of the Cantabrian Sea (NE Atlantic Ocean): Avilés vs Capbreton. XVII Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina (SIEBM), San Sebastián, Septiembre 2012.
- Frutos, I., Preciado, I. y Sánchez, F. 2013. Bathyal amphipods from the Avilés Canyon (S Bay of Biscay): diversity, assemblages and its role as food of deep fishes. 15th International Conference on Amphipoda, Szczawnica (Poland).
- González-Pola, C., Díaz del Río, G. & Sánchez, F. 2012. Hydrodynamic environment associated to deepwater coral reefs in la Gavierra Canyon (Avilés Canyon System, Cantabrian Sea). II Encuentro de la Oceanografía Física Española (EOF-2012). Madrid. 14-16 de noviembre de 2012.
- Isbert W., Rodríguez-Cabello C., Frutos I. & Montero-Royo F.E. 2011. Potencial use of parasites as tags to identify populations: comparative study of the parasite fauna of *Etmopterus spinax* (Linnaeus, 1758) in

two deep-sea NE Atlantic areas (Galicia Bank and Avilés Canyon). 15th EEA Scientific Conference. Berlin, Germany.

- Lourido, A., Parra, S., Fernández, J., Vázquez, C., Valencia, J., Pérez, C. & Sánchez, F., 2012. A comparative study of the macrobenthic infauna of two bathyal Cantabrian Sea areas: Le Danois bank and the Aviles Canyon . XIII International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay, ISOBAY13 (Santander, Abril 2012).
- Orejas, C., Sánchez, F., Serrano, A., Aguilar, R., Cristobo, J., Altuna, A., González-Pola, C., Ruiz, M., Díaz del Río, G., Druet, M., Gómez-Ballesteros, M. & Pastor, X, 2010. El cañón submarino de Avilés: una primera aproximación a sus características físicas y a sus comunidades bentónicas. XVI Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. Alicante (España), 6-10 Septiembre 2010.
- Ríos, P., Muñoz, A., Sanchez, F. & Cristobo, J., 2013. Habitat characterization of deep-water *Aphrocallistes beatrix* reefs in Aviles Canyon (Cantabrian Sea) from underwater ROV images. IX World Sponge Conference 2013. Australia.
- Rodríguez-Cabello, C., Sánchez, F. and Serrano, A., 2012. Distribution patterns of chondrichthyan fish in two deep-water ecosystems: Aviles Canyon and Galicia Bank (NE Atlantic). Congreso Europeo de Elasmobranchios (Milán, 2012).
- Rodríguez-Cabello, C., M. Pérez, R. Bañón, A. Serrano and F. Sánchez, F., 2012. Records of deep-water chondrichthyan fish caught in the Galicia Bank (NE Atlantic). Congreso Europeo de Elasmobranchios (Milán, 2012).
- Sánchez, F., M. Gomez-Ballesteros, C. González-Pola, J. Cristobo, A. García-Alegre, A. Muñoz-Recio, S. Parra, M. Druet, P. Ríos, A. Serrano, A. Lourido and J. Acosta, 2012. Habitat characterization of deep-water coral reefs on the La Gaviera Canyon (Cantabrian sea). XIII International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay, ISOBAY13, Santander, Abril 2012.
- Sánchez, F., A. Serrano, M. Gómez-Ballesteros, A. García-Alegre, S. Parra & J. Cristobo, 2012. First approach to the characterization of deep-sea habitats in the Cantabrian sea. MESHAtlantic symposium: Using EUNIS Habitat classification for Benthic Mapping in European seas (San Sebastian, Spain. April 23 – 24, 2012).
- Sánchez F., García-Alegre A., Serrano A., Punzón A., Parra S., Cristobo J., Gómez-Ballesteros M., Druet M., Ríos P., González-Pola C., Rodríguez-Cabello C., Arronte J.C., Lourido A., Frutos I., Blanco M., Acosta J., Rivera J., Altuna A., 2012. Using EUNIS habitat classification in the Avilés Canyon's system and the near continental shelf (Cantabrian Sea). XVII Simposio Ibérico de Estudios sobre Biología Marina - SIEBM . Actas del Congreso, San Sebastián, Septiembre 2012.
- Serrano A., Sánchez F., Arronte J.C., Rodríguez-Cabello C., Ríos P., Lourido A., Parra S., Frutos I., García-Alegre A., Blanco M., Cristobo J. and Punzón A., 2012 Epibenthic communities of sedimentary grounds of the Avilés Canyon's system and the near continental shelf. XVII Simposio Ibérico de Estudios sobre Biología Marina (SIEBM). Actas del Congreso, San Sebastián, Septiembre 2012.

13.2.2. Paneles o poster

- Altuna, A., 2012. Escleractinias (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) obtenidas en las campañas INDEMARES 2010-2011 en el Cañón de Avilés (Golfo de Vizcaya, Atlántico NE). XVII Simposio Ibérico de Estudios sobre Biología Marina - SIEBM. San Sebastián, Septiembre 2012.
- Britayev, T., Gil, J., Altuna, Á., Calvo, M. & D. Martín, 2013. New symbiotic associations involving polynoids (Polychaeta, Polynoidae) from Atlantic waters, with redescription of *Parahololepidella greeffi* (Augener, 1918). XI International Polychaete Conference, August 2013, Sydney, Australia.



- Cristobo, J., Ríos, P., Sánchez, F., Muñoz, A., Polonio, V., González, D. & Parra, S., 2010. Diversity of sponges in bathyal coral reefs of a subsidiary canyon of Aviles Canyon complex (Cantabrian Sea). VIII Sponge Conference Girona, Spain. 20-26 September 2010.
- García-Alegre, A., F. Sánchez, A. Serrano, J. Cristobo, S. Parra, M. Gomez-Ballesteros, M. Druet, P. Ríos, J. Rivera and B. Arrese, 2012. Using habitat suitability modelling techniques on sedimentary and rocky communities on the Avilés Canyon's system. XVII Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina (SIEBM), San Sebastián, Septiembre 2012.
- Gómez-Ballesteros, M., M. Druet, J. Acosta, F. Sánchez and A. Muñoz, 2012. Morphosedimentary characterization from multibeam bathymetric research of the complex Avilés canyon's system (Cantabrian continental margin). XIII International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay, ISOBAY13 (Santander, Abril 2012).
- Isbert W., Rodríguez-Cabello C., Frutos I., Preciado I. & Montero-Royo F.E. 2011. First insight into the parasite fauna and diet of the deep-sea shark *Deania profundorum* (Smith & Radcliffe, 1912) from the Avilés Canyon (southern Bay of Biscay, NE Atlantic): shedding light on host's role?. 15th EEA Scientific Conference. Berlin, Germany.
- Lourido, A., Parra, S., Fernández, J., Vázquez, C. & Sánchez, F., 2012. Trophic structure of the benthic macroinfauna of the Avilés Canyon (NE Atlantic, N Spain): Preliminary results. XIII International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay, ISOBAY13 (Santander, Abril 2012).
- Lourido, A., Parra, S., Fernández, J., Vázquez, C., Pérez, C. & Sánchez, F., 2012. Preliminary results from bottom macrobenthic communities of the Avilés Canyon (NE Atlantic). XIII International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay, ISOBAY13 (Santander, Abril 2012).
- Parra S., A. Muñoz, J. Fernández, J. Valencia, C. Vázquez, F. Sánchez, J. Cristobo, J. Acosta & V. Polonio, 2010. Caracterización sedimentológica del cañón de Avilés dentro del proyecto multidisciplinar INDEMARES: Primeros resultados. XVI Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. Alicante (España), 6-10 Septiembre 2010.
- Patrocinio, Ríos, P., Cristobo, J., Muñoz, A. & Sánchez, F. 2011. First record of *Munidopsis similis* Smith, 1885 for the NE Atlantic and new records of the unusual species *Dicranodromia mahieuxii* Milne-Edwards, 1883 and *Paralomis bouvieri* Hansen, 1908. WCMB 2011. World conference on marine biodiversity. Aberdeen, Scotland (UK). 26-30 septiembre 2011.
- Preciado, I., Frutos, I., Papiol, V., Cartes, J., Sánchez, F., Serrano, 2012. Feeding habits of *Nezumia aequalis* (Günther, 1878) of three deep-sea areas with different trophic pathways (Southern Bay of Biscay). XIII International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay, ISOBAY13 (Santander, Abril 2012).
- Ríos P., J. Cristobo, I. Preciado, A. Serrano, A. Muñoz, D. González, V. Polonio, S. Parra, J. Fernández & F. Sánchez, 2010. Esponjas del Cañón de Avilés recogidas durante las campañas ECOMARG 09 e INDEMARES-Avilés 0410. XVI Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. Alicante (España), 6-10 Septiembre 2010.
- Ríos, P., Cristobo, J., & Sánchez, F. 2011. Sponge fauna associated with a deep-sea coral reef in Aviles canyon (Cantabrian Sea). World conference on marine biodiversity. Aberdeen, Scotland (UK). 26-30 septiembre 2011.
- Ríos, P., Cristobo, J., & Sánchez, F. 2012. The genus *Latrunculia* du Bocage, 1869 (Porifera, Demospongiae, Poecilosclerida) in Aviles Canyon (Cantabrian Sea). International workshop on Atlanto-Mediterranean Deep-Sea Sponges. Ponta Delgada, Azores, Portugal. 16-22 abril 2012.



- Ríos, P., Cristobo, J., & Sánchez, F. 2012. The genus *Latrunculia* du Bocage, 1869 (Porifera, Demospongiae, Poecilosclerida) in Aviles Canyon (Cantabrian Sea). XIII Simposio Internacional de Oceanografía en el Golfo de Vizcaya (ISOBAY13) Santander. 11-13 abril 2012.
- Rodríguez-Cabello, C., Sánchez, F. and Serrano, A., 2012. Distribution patterns of chondrichthyan fish in two deep-water ecosystems: Aviles canyon and Galicia Bank (NE Atlantic). XVI Annual Scientific Conference of the European Elasmobranch Association (EEA). Actas del Congreso, Milán, Italia.
- Rodríguez-Cabello, C., F. Sánchez, A. Serrano and M. Pérez, 2011. New records of chondrichthyans species caught in the Cantabrian Sea (southern Bay of Biscay). Scientific Conference of the European Elasmobranch Association (28-30 octubre, Berlin).
- Sánchez, F., A. Muñoz, J. Cristobo, A. Serrano, M. Druet, S. Parra, J. Gutierrez, J. Fernández & P. Rios, 2010. Caracterización bionómica y geomorfológica de un profundo cañón submarino situado en la zona de influencia del Cañón de Avilés (Mar Cantábrico). XVI Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. Alicante (España), 6-10 Septiembre 2010.
- Sánchez, F., M. Gomez-Ballesteros, C. González-Pola, J. Cristobo, A. García-Alegre, A. Muñoz-Recio, S. Parra, M. Druet, P. Ríos, A. Altuna and A. Serrano, 2012. Habitat characterisation of deep-water coral on the Aviles Canyon's system (Cantabrian Sea). ICES Deep-Sea Corals Symposium (Ámsterdam).
- Sánchez, F., Ana García-Alegre, María Druet, Alberto Serrano, Santiago Parra, Javier Cristobo, Antonio Punzón, María Gómez-Ballesteros, Pilar Ríos, Jesus Rivera, Antia Lourido and Juan Acosta, 2013. Habitat mapping of the Avilés Canyon System and the near continental shelf (Cantabrian Sea). MeshAtlantic Final Conference, Aveiro (Portugal).

13.3. Presentaciones o conferencias públicas

- Gómez-Ballesteros, M., 2013. Cartografía de los fondos marinos con objeto de apoyar la evaluación de recursos pesqueros, la investigación de ecosistemas marinos vulnerables y las investigaciones en arqueología submarina. Cursos de Verano Complutense 2013, 19 de Julio 2013, El Escorial (Madrid).
- Sánchez, F, 2008. Proyecto INDEMARES. Acción A2.8 Cañón de Avilés. Presentación en la Reunión con la Dirección del IEO comienzo del proyecto. IEO (Madrid), 11-12-2008.
- Sánchez, F, 2009. Proyecto INDEMARES. Acción A2.8 Cañón de Avilés. Presentación en la Reunión de coordinación del proyecto. IEO (Madrid), 26-01-2009.
- Sánchez, F, 2010. Realización de campañas oceanográficas y estudios científicos para la inventariación y caracterización de hábitats Cañón de Avilés. Presentación del proyecto INDEMARES en la Cofradía de Pescadores de Gijón, 26-03-2010.
- Sánchez, F, 2010. Cañón de Avilés. Campañas realizadas en la Acción A2.8. Presentación en la Reunión IEO Campañas INDEMARES 2011. IEO (Madrid), 30-09-2010.
- Sánchez, F, 2011. Estudios del IEO en el Cañón de Avilés. Cofradía de Pescadores (Cudillero), 22-01-2011.
- Sánchez, F, 2011. Contribución del proyecto INDEMARES a la adecuación de LIC en aguas profundas del Estado Español. Jornadas WWF RED NATURA 2000 MARINA. Situación actual y retos futuros para su gestión y financiación en España. Marzo 2011, Madrid.
- Sánchez, F, 2012. Cañón de Avilés. Situación de la Acción A2.8. Presentación en el Comité Científico de INDEMARES. Fundación Biodiversidad (Madrid), 17-01-2012.
- Sánchez, F, 2012. Proyecto INDEMARES Acción A2.8 Cañón de Avilés. Presentación en la Reunión Trilateral Fundación Biodiversidad-MAGRAMA-IEO. Fundación Biodiversidad (Madrid), 15-11-2012.



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



Sánchez, F, 2013. Seminario del Proyecto LIFE+ INDEMARES “Avanzando en la Conservación Marina” Valores ecológicos en las áreas de estudio del Instituto Español de Oceanografía. Marzo 2013, MAGRAMA, Madrid.

Sánchez, F, 2013. Propuesta de LIC marino: Cañón de Avilés. Valores ecológicos, hábitats, especies bentónica. Seminario de participación pública INDEMARES. Sede Consejería de Pesca de Asturias, Gijón 21-22/06/2013.

13.4. Material divulgativo

Video sobre el desplazamiento de un erizo de cuero y su captura con el ROV *Liropus 2000*. Canal Youtube de ECOMARG, http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=MNbMn-MCYlw

Video sobre el arrecife de coral del cañón de La Gavierna realizado con el ROV *Liropus 2000*. Canal Youtube d ECOMARG, http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=PgCrLujodHw