

Estudio de los Ecosistemas Marinos Vulnerables en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental

Estudio de los Ecosistemas Marinos Vulnerables en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental

Proyecto ATLANTIS
Programa Pesquerías Lejanas

Instituto Español de Oceanografía
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Estudio de los Ecosistemas
Marinos Vulnerables
en aguas internacionales
del Atlántico Sudoccidental

Edita: Instituto Español de Oceanografía
Ministerio de Economía y Competitividad

Copyright: Instituto Español de Oceanografía
Corazón de María, 28. 28020 Madrid
Telf.: 915 974 443 / Fax: 915 947 770
E-mail: ieo@md.ieo.es
<http://www.ieo.es>

NIPO: 727-12-002-X

ISBN: 978-84-95877-24-6

Depósito legal: M-41.867-2012

Realización, impresión y encuadernación: DiScript Preimpresión, S.L.

Autores

José Luis del Río Iglesias
Juan Acosta Yepes
Javier Cristobo Rodríguez
Julio Martínez Portela
Santiago Parra Descalzo
Elena Tel
Lucía Viñas Diéguez
Araceli Muñoz Recio
Raúl Vilela Pérez
Elena Elvira Jiménez
Teodoro Patrocinio Ibarrola
Pilar Ríos López
Bruno Almón Pazos
Raimundo Blanco Pérez
Javier Murillo Pérez
Virginia Polonio Povedano
Juan Fernández Feijoó
José Manuel Cabanas
Jesús M. Gago Piñeiro
Gonzalo González-Nuevo González
Águeda Cabrero Rodríguez
M.^a Victoria Besada Montenegro
Fernando Schultze Prado
Ángeles Franco Hernández
Jessica Bargiela Barros
Xoana García Blanco

Coordinación

José Luis del Río Iglesias

Agradecimientos

Nos gustaría expresar nuestro más sincero agradecimiento a las personas que han contribuido a que la realización de las campañas de investigación fuese posible y a que todos sus objetivos planteados inicialmente fuesen alcanzados con pleno éxito.

Agradecemos a los responsables de la SGP el esfuerzo realizado para poner a nuestra disposición el B/O Miguel Oliver y a la tripulación del buque, encabezada por su Capitán, por la profesionalidad e interés mostrado en la realización de las mismas, así como en el trato recibido a bordo.

Nuestra gratitud a todos los componentes del Grupo ATLANTIS, tanto al personal científico y técnico que participó embarcado en las campañas, como al personal que colaboró desde tierra en la planificación y ejecución de las campañas.

Este estudio ha sido elaborado por el Grupo ATLANTIS perteneciente al Proyecto ATLANTIS del Instituto Español de Oceanografía (IEO), dirigido al estudio de las pesquerías y de los Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMVs) en el Atlántico Sudoccidental, así como de las posibles interacciones con las actividades pesqueras.

El Grupo ATLANTIS es un equipo multidisciplinar en el que el responsable de cada una de las diferentes áreas de investigación ha sido el coordinador de la misma en el presente libro:

- Geomorfología (responsable Juan Acosta, IEO Madrid)
- Epifauna (responsable Javier Cristobo, IEO Gijón)
- Pesca (responsable José Luis del Río, IEO Vigo)
- Sedimentos e Infauna (responsable Santiago Parra, IEO A Coruña)
- Hidrografía (responsable Elena Tel, IEO Madrid)
- Análisis contaminantes (responsable Lucía Viñas, IEO Vigo)

El Proyecto ATLANTIS se enmarca dentro del Programa Pesquerías Lejanas del IEO:

- Jefe del Programa: Sergio Iglesias Martínez (IEO Vigo)
- Investigador Principal del Proyecto: José Luis del Río (IEO Vigo)

Abreviaturas y acrónimos

AGNU	Asamblea General de Naciones Unidas
AMP	Áreas Marinas Protegidas
EMS	Sistemas de Monitorización Medio Ambiental, S. L.
EMVs	Ecosistemas Marinos Vulnerables
EUNIS	European Nature Information System
FAO	Food and Agriculture Organization
ICES	International Commission for the Exploration of the Sea
IEO	Instituto Español de Oceanografía
INIDEP	Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
MAGRAMA	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
NAFO	North Atlantic Fisheries Organization
OHI	Oficina Hidrográfica Internacional (IHO)
ONG	Organización no Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OSPAR	Convención Oslo Paris
OROP	Organizaciones Regionales de Ordenación Pesquera
ROV	Remotely Operated Vehicle
SIG	Sistema de Información Geográfica
SGP	Secretaría General de Pesca
Sv	SVERDRUP = 106 m ³ /s
VMEs	Vulnerable Marine Ecosystems
VMS	Vessel Monitoring System
WGAEFM	Working Group on Ecosystem Approach to Fisheries Management
ZEE	Zona Económica Exclusiva

Índice

Agradecimientos	8
Abreviaturas y acrónimos	10
Resumen	17
Summary	19
Capítulo 1. Introducción	21
Capítulo 2. Antecedentes	25
2.1. Características ecológicas de la zona de estudio.....	29
2.2. Bentos	30
2.3. Geología y Geomorfología	31
2.4. Hidrografía.....	32
2.5. Zonas de pesca	35
2.6. Especies objetivo.....	37
2.7. Huella de la pesquería.....	38
Capítulo 3. Estudio de los EMVs e interacciones con las actividades pesqueras	41
3.1. Definición de Ecosistemas Marinos Vulnerables.....	43
3.2. Objetivos de las campañas de investigación.....	46
Capítulo 4. Material y métodos	49
4.1. Geomorfología.....	51
4.1.1. Sistema de Navegación y Posicionamiento	51
4.1.2. Posicionamiento Dinámico SDP10.....	53
4.1.3. Sistema de integración de datos.....	54
4.1.4. Ecosonda Monohaz EA 600	55
4.1.5. Ecosonda Multihaz EM-302	56
4.1.6. Sistema de ecosonda paramétrica TOPAS PS 18	58
4.1.7. Unidad de sincronización acústica.....	60
4.1.8. Sensor de Velocidad de Sonido SV Plus.....	61
4.1.9. Unidad de Inspección Remota Submarina (ROV).....	62
4.1.10. Cámara digital submarina.....	64
4.2. Bentos.....	66
4.2.1. Draga Megabox Corer.....	67
4.2.2. Draga de Roca	72
4.2.3. Arte de arrastre LOFOTEN.....	75

4.2.4. Colector de sedimentos.....	76
4.3. Pesca.....	77
4.4. Hidrografía.....	82
4.5. Análisis contaminantes sedimento.....	84
4.6. Almacenamiento de datos geográficos y científicos.....	85
4.7. Metodología para la realización de los mapas EMVs.....	88
Capítulo 5. Principales resultados	91
5.1. Geomorfología.....	94
5.1.1. Marco geográfico y geológico.....	94
5.1.1.1. Plataforma continental.....	96
5.1.1.2. Talud continental.....	98
5.1.1.3. Talud continental superior.....	99
5.1.1.4. Talud continental medio.....	102
5.1.1.5. Corrientes de fondo y depósitos sedimentarios.....	103
5.1.1.6. Cráteres de escape de fluidos (Pockmarks).....	109
5.1.1.7. Volcanes de fango.....	110
5.1.1.8. Arrecifes de origen biogénico.....	112
5.1.1.9. Cañones, cárcavas y barrancos.....	114
5.2. Bentos.....	121
5.2.1. Sedimentos.....	123
5.2.2. Infauna.....	130
5.2.3. Epifauna.....	135
5.2.3.1. Presencia de hábitats destacados.....	137
5.2.3.1.1. Campos de esponjas.....	137
5.2.3.1.2. Corales de aguas frías.....	141
5.2.3.1.3. Jardines de corales blandos.....	143
5.2.3.1.4. Zonas rocosas de alta biodiversidad.....	145
5.3. Pesca.....	147
5.3.1. Campañas de evaluación pesquera.....	147
5.3.1.1. Granadero (<i>Macrourus carinatus</i>).....	151
5.3.1.2. Marujito (<i>Patagonotothen ramsayi</i>).....	152
5.3.1.3. Merluza común (<i>Merluccius hubbsi</i>).....	153
5.3.1.4. Pota argentina (<i>Illex argentinus</i>).....	154
5.3.1.5. Calamar patagónico (<i>Loligo gahi</i>).....	155
5.3.1.6. Especies marinas vulnerables.....	156
5.3.2. Acciones Piloto de Pesca Experimental.....	157
5.4. Hidrografía.....	158
5.4.1. Serie histórica.....	159
5.4.1.1. Ciclo estacional.....	159
5.4.1.2. Variabilidad temporal.....	163
5.4.2. Campañas.....	165
5.4.2.1. Masas de agua.....	165
5.4.2.2. Mapas estacionales de temperatura y salinidad.....	167
5.5. Análisis contaminantes sedimento.....	170

Capítulo 6. Identificación y descripción de EMVs	175
6.1. Geología y Geomorfología	177
6.2. Principales grupos bentónicos indicadores de EMVS	180
6.2.1. Orden Scleractinia	180
6.2.2. Orden Gorgonacea	183
6.2.3. Orden Pennatulacea	186
6.2.4. Familia S tylasteridae	189
6.2.5. Orden Alcyonacea	192
6.2.6. Superclase Hydrozoa	194
6.2.7. Esponjas de la clase Hexactinellida	196
6.2.8. Esponjas de la clase Demospongiae	198
6.2.9. Familia Rhodalidae	200
6.3. Determinación de los valores de captura significativa	202
6.3.1. Orden Gorgonacea	204
6.3.2. Clase Hexactinellida	205
6.3.3. Clase Demospongiae	206
6.3.4. Orden Alcyonacea	207
6.3.5. Familia S tylasteridae	208
6.3.6. Orden Pennatulacea	209
6.3.7. Superclase Hydrozoa	210
6.3.8. Familia Rhodalidae	211
Capítulo 7. Propuesta de Áreas Marinas Protegidas	213
Capítulo 8. Conclusiones	221
Referencias	227
Anexo I	235

Presentación

Resumen

En este libro, basado en la mejor información científica disponible hasta la fecha, se presentan los resultados y conclusiones de una serie de trece campañas de investigación multidisciplinar realizadas entre octubre de 2007 y abril de 2010 por los componentes del Grupo ATLANTIS a bordo del B/O MIGUEL OLIVER, propiedad de la Secretaría General de Pesca (SGP).

El estudio surge a raíz de la solicitud por parte de la SGP (anteriormente denominada Secretaría General del Mar) al Instituto Español de Oceanografía (IEO), para la realización de una serie de campañas de investigación multidisciplinar en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental, dirigidas al estudio de los Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMVs) y de las posibles interacciones con las actividades pesqueras.

El objetivo final de dichas campañas era el estudio y la identificación cuantitativa, cualitativa y geográfica de los EMVs y de los grupos taxonómicos de organismos sensibles que pudieran existir en la zona de estudio, incluyendo la propuesta de posibles zonas marinas a proteger, para una explotación sostenible de los recursos pesqueros en el ámbito del respeto a los EMVs.

Los resultados que se presentan en este libro comprenden los obtenidos a través de los trabajos de geología, geomorfología, bentos, pesca, oceanografía física y análisis de contaminantes en la zona de aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental comprendida entre los paralelos 42° y 48°S, y la isóbata de los 1.500 m de profundidad (Figura 2.2). Entre estos resultados se incluye el cartografiado y una batimetría detallada de la zona, la descripción del sustrato geológico y de los aspectos bentónicos, el análisis de la distribución y abundancia de las especies de mayor interés comercial, la huella de la pesquería, la identificación y descripción preliminar de los EMVs, y la propuesta de Zonas de Protección, basada en criterios Geológicos, Geomorfológicos y Biológicos.

Toda esta información ha sido incorporada para su tratamiento en una plataforma SIG (Sistema de Información Geográfica) y los resultados obtenidos y presentados en este libro vienen acompañados de abundante información gráfica, como imágenes batimétricas en 3D, fotografías de bentos (infauna y epifauna), imágenes tomadas con un ROV (Remotely Operated Vehicle) y con una cámara digital submarina, así como una serie de mapas de distribución, capturas y densidad de las principales especies de interés pesquero. Se incluye también un mapa con la huella de la pesquería (1989-2010) que permita observar la incidencia de las Zonas de Protección propuestas en el área en la que faena habitualmente la flota española de arrastre de fondo.

Como información adicional a la obtenida en las trece campañas de investigación, también se ha utilizado la base de datos creada con la información recogida por el Programa de Observa-

dores del IEO entre los años 1989-2010, referente a datos comerciales, biológicos, oceanográficos y físicos (batimetría, temperatura superficial del mar y temperatura del fondo).

Entre octubre de 2007 y abril de 2010 se han realizado un total de trece campañas de investigación multidisciplinar, que se han concretado en los siguientes trabajos:

- 347 días efectivos de mar
- Prospección de una superficie total de 59.105 km²
- Realización de un total de 91.905 km de perfiles geofísicos
- 102 muestreos con draga de roca
- 209 muestreos con draga *box corer*
- 519e estaciones de CTD
- 413 lances de pesca
- 413 muestras de sedimentos con el colector de red
- Recogida de varios miles de lotes de muestras de bentos que representan varios centenares de miles de especímenes y/o colonias
- Realización de miles de fotografías de especies bentónicas, centenares de imágenes digitales de alta resolución y decenas de horas de vídeo realizadas con el ROV del barco

Entre los principales resultados de los trabajos de investigación multidisciplinar presentados en este libro hay que destacar la identificación, descripción y delimitación de los EMVs, siguiendo criterios biológicos, geológicos y mixtos; la identificación de los principales grupos bentónicos indicadores de EMVs; la determinación de los valores que representan una captura significativa de los distintos taxones considerados como vulnerables según criterios de la ONU y OSPAR, y finalmente, la propuesta de áreas marinas que deberían ser consideradas como candidatas a ser protegidas.

En total se proponen nueve polígonos de diferente superficie para su valoración como zonas de protección (Figura 7.5) y se hace referencia a la incidencia que el cierre de dichas zonas podría tener sobre la actividad de la flota, es decir, el grado de solapamiento entre las zonas de protección y la huella de la pesquería (Figura 7.6).

Todos estos resultados se presentan acompañados de abundantes gráficas, figuras y mapas.

Abstract

This book, based on the best scientific data available, presents the results and the conclusions of a series of thirteen multi-disciplinary research cruises carried out by members of the group ATLANTIS on board the R/V MIGUEL OLIVER, owned by the Spanish General Secretariat of Fisheries (SGP, Secretaría General de Pesca).

The SGP (previously denominated Spanish General Secretariat of the Sea, Secretaría General del Mar) charged the Spanish Institute of Oceanography (IEO, Instituto Español de Oceanografía) with undertaking a series of multi-disciplinary research cruises in international south western Atlantic waters, aimed at the study of the Vulnerable Marine Ecosystems (VMEs) and their potential interactions with fishing activities.

The main objective of said research cruises was the quantitative, qualitative and geographical study and identification of the VMEs and of the vulnerable organisms in the taxonomic groups who could live in the study area, including the proposal of possible marine areas to be protected, to allow sustainable exploitation of fishing resources without endangering the VMEs.

During the research cruises undertaken, from the 200 nm limit of the Argentinean EEZ to the 1,500 m depth contour, in the south western Atlantic waters between 42°S and 48°S (Figure 2.2), a variety of data was obtained from the fieldwork on geology, geomorphology, benthos, fisheries, physical oceanography and analysis of contaminants in the sediments. The results include: a detailed cartographic and bathymetric study of the area, a description of the geological substratum and of the benthic features, an analysis of the abundance and distribution of the species of largest commercial fishing interest, the fishery footprint, an identification and a preliminary description of the VMEs, and the proposed Protected Areas supported by geological, geomorphological and biological criteria.

All this data has been integrated into a GIS (Geographic Information System) platform, and the results obtained and presented in this book include many graphic outputs: 3D bathymetric profiles, benthic infauna and epifauna images, ROV (Remotely Operated Vehicle) and submarine digital camera images, and a number of maps showing the distribution, catch and density of the main species of interest to fisheries. The book also includes a map showing the footprint of the fishery (1989-2010) which would make possible an assessment of the incidence of the proposed Protected Areas in zones where the Spanish bottom trawling fleet usually operates.

In addition to the main data collected in the thirteen multi-disciplinary research cruises, the study incorporates the database created with information gathered between 1989 and 2008 by the IEO onboard observer's programme, which gives commercial, biological, oceanographic and physical data (bathymetry, surface and sea bed temperatures).

From October 2007 to April 2010 a total of thirteen multi-disciplinary research cruises have been undertaken, whose work can be summed up as follows:

- 347 at-sea survey data
- Total surface explored: 59,105 km²
- 91,905 km of geophysical profiles
- 102 samples obtained with a hard bottom dredge
- 209 samples obtained with a box corer
- 519 CTD stations
- 413 fishing hauls
- 413 samples of sediments collected with a net collector
- Several thousands of benthos sampling batches, accounting for several hundreds of thousand specimens and/or colonies
- Thousands of photographic images of benthic species, hundreds of high resolution digital images and tens of hours of ROV video images

Among the major findings of the multidisciplinary research presented in this book, we must emphasize the identification, description and delimitation of the VMEs, to biological, geological and mixed standards; the identification of major benthic groups indicators of VMEs; fixing of values representing a significant capture of different taxa considered as vulnerable following criteria by UNO and OSPAR, and finally, the proposed marine areas that should be considered as candidates to be protected.

A total of nine polygons of different size are proposed candidate protection zones (Figure 7.5) with a reference to the impact of the closure of these areas could have on the activity of the fleet, i.e. the degree of overlapping between the protection zones and the footprint of the fishery (Figure 7.6).

All these results are presented along with numerous graphs, figures and maps.

Capítulo 1. Introducción

La resolución 61/105 de la AGNU exhorta a que antes del 31 de diciembre de 2008, los países deben evaluar si la actividad que están realizando sus buques de pesca que, utilizan artes de fondo en aguas internacionales, puede afectar negativamente en los Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMVs).

Concretamente el artículo 80 *«exhorta a los Estados a que adopten inmediatamente medidas, individualmente y por medio de las organizaciones y los mecanismos regionales de ordenación pesquera, y de conformidad con el criterio de precaución y el enfoque basado en los ecosistemas, para ordenar de manera sostenible las poblaciones de peces y proteger los ecosistemas marinos vulnerables, como los montes marinos, los respiraderos hidrotérmicos y los arrecifes de coral de aguas frías, de las prácticas pesqueras destructivas, reconociendo la inmensa importancia y valor de los ecosistemas de los fondos marinos y la biodiversidad que contienen».*

Así mismo, el artículo 83 *«exhorta a las organizaciones o los mecanismos regionales de ordenación pesquera competentes para regular la pesca en los fondos marinos a que, con carácter prioritario y a más tardar el 31 de diciembre de 2008, y de conformidad con el criterio de precaución, los enfoques basados en los ecosistemas y el derecho internacional, adopten y apliquen medidas en las zonas bajo su jurisdicción para»:*

- a) Evaluar si cada una de las actividades de pesca en los fondos marinos puede tener efectos negativos considerables en los ecosistemas marinos;
- b) Identificar los ecosistemas marinos vulnerables;
- c) En las zonas donde se sabe que existen o, hay muchas probabilidades de que existan sistemas marinos vulnerables, como montes marinos, respiraderos hidrotérmicos y arrecifes de coral de aguas frías, prohibir la pesca con artes de fondo;
- d) Obligar a los buques a dejar de realizar actividades de pesca en los fondos marinos de las zonas donde, durante las operaciones pesqueras, encuentren ecosistemas marinos vulnerables y que informen de dicho hallazgo para que se puedan adoptar las medidas apropiadas con respecto al lugar en cuestión.

Por otra parte, la Consulta Técnica sobre las Directrices Internacionales para la Ordenación de las Pesquerías de Aguas Profundas en Alta Mar (FAO, 2008), incide en la necesidad de la identificación de Ecosistemas Marinos Vulnerables y evaluación de los efectos perjudiciales importantes, e insiste en que los Estados del pabellón y las Organizaciones Regionales de Ordenación Pesquera (OROP) deberían realizar evaluaciones para establecer si es probable que las actividades pesqueras en aguas profundas produzcan efectos perjudiciales importantes en una determinada zona. En el informe de la Consulta Técnica de la FAO se especifica que la evaluación de los efectos debería contemplar, entre otros aspectos, los siguientes:

- i. el tipo o tipos de pesca que se realizan o se prevé realizar, incluidos los buques y los tipos de artes de pesca, las zonas de pesca, las especies objetivo de captura y de captura incidental potencial, los niveles del esfuerzo pesquero y la duración de la pesca (plan de capturas);

- ii. la información científica y técnica más fidedigna disponible sobre la situación actual de los recursos pesqueros, así como la información básica sobre los ecosistemas, los hábitats y las comunidades en la zona de pesca, con la que tienen que contrastarse los futuros cambios;
- iii. la identificación, la descripción y la cartografía de los EMVs conocidos o que puedan darse en la zona pesquera;
- iv. los datos y métodos utilizados para identificar, describir y evaluar los efectos de la actividad, la identificación de lagunas en los conocimientos y una valoración de la incertidumbre de la información que interviene en la evaluación;
- v. la identificación, la descripción y la evaluación de la frecuencia, amplitud y duración de los posibles efectos, incluidos los efectos acumulativos de las actividades contempladas en la evaluación de los EMVs y los recursos pesqueros de baja productividad de la zona pesquera;
- vi. evaluación del riesgo de los posibles efectos de las operaciones de pesca con el fin de determinar los posibles efectos perjudiciales que puedan revestir importancia, en particular los efectos sobre los EMVs y los recursos pesqueros de baja productividad;
- vii. las medidas de ordenación y mitigación propuestas que deben utilizarse para evitar los efectos perjudiciales importantes sobre los EMVs y garantizar la conservación a largo plazo y el uso sostenible de los recursos pesqueros de baja productividad, así como las medidas que deben utilizarse para hacer un seguimiento de los efectos de las operaciones de pesca.

El libro que este documento sintetiza pretende mostrar los resultados obtenidos y las principales conclusiones de la serie de campañas realizadas entre octubre de 2007 y abril de 2010 por el Grupo ATLANTIS del IEO a bordo del B/O MIGUEL OLIVER, incluyendo los objetivos alcanzados a través de los trabajos programados de geomorfología, bentos y pesca en la zona de aguas internacionales comprendida entre el límite de las Zonas Económicas Exclusivas (ZEEs) y la isóbata de los 1.500 m de profundidad, con la finalidad de hacer una descripción preliminar de los EMVs en la zona de estudio, identificación de zonas problemáticas y elaborar propuestas de gestión en la zona de estudio.

También se hace una descripción de las pesquerías españolas de arrastre de fondo en el Atlántico Suroccidental con especial atención a la zona de aguas internacionales y se presenta la huella de la pesquería en el período 1989-2010, se presentan zonas identificadas como problemáticas para la actividad pesquera y se hace una propuesta de medidas de gestión en la zona.

En esta serie de campañas multidisciplinares han participado equipos de investigación del Instituto Español de Oceanografía (IEO) y de la Secretaría General de Pesca (SGP) (anteriormente denominada Secretaría General del Mar). También participaron en algunas de las campañas científicas pertenecientes al Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INI-DEP) argentino.

Estas campañas se engloban en el marco de un proyecto a desarrollar en el periodo comprendido entre 2007 y 2010, con el objetivo general de estudiar los hábitats sensibles y las interacciones sobre estos de las actividades pesqueras. Para ello, las tareas previstas a realizar durante ese período serían las que se enumeran a continuación:

1. Localización de hábitats sensibles que pudieran existir en la Zona de aguas internacionales de la Plataforma Patagónica (por fuera de las 200 millas náuticas correspondientes a la ZEE Argentina y de la Zona de Conservación de las Islas Malvinas).
2. Cartografiado del área de estudio comprendida entre las isóbatas de 200 y 1.500 metros de profundidad, aproximadamente.
3. Descripción de tipos de fondos y fauna bentónica (infauna y fondos duros) asociada a los mismos.
4. Estudio de las interacciones entre las actividades pesqueras de arrastre de fondo y los hábitats sensibles identificados.
5. Estudio de las interacciones entre las actividades pesqueras con cetáceos, aves marinas y tortugas marinas.

Capítulo 2. Antecedentes

- 2.1. Características ecológicas de la zona de estudio
- 2.2. Bentos
- 2.3. Geología y Geomorfología
- 2.4. Hidrografía
- 2.5. Zonas de pesca
- 2.6. Especies objetivo
- 2.7. Huella de la pesquería

El Atlántico Suroccidental se enmarca dentro de la zona estadística 41 de la FAO (Figura 2.1) y comprende una plataforma continental con una superficie total aproximada de 1,96 millones de km², de los cuales una gran parte están incluidos dentro de aguas argentinas –la Plataforma Patagónica– extendiéndose en ciertas zonas por fuera de la zona económica exclusiva (ZEE) Argentina (FAO, 2005).

Desde el punto de vista de la ordenación de las pesquerías, es de extrema importancia constatar que actualmente no está en vigor ningún sistema multilateral para la gestión de las pesquerías de fondo en aguas internacionales del Atlántico Suroccidental (Bensch *et al.*, 2008), siendo la única zona importante a nivel mundial en términos pesqueros, no cubierta por una Organización Regional de Ordenación Pesquera (OROP) (Anon., 2007).

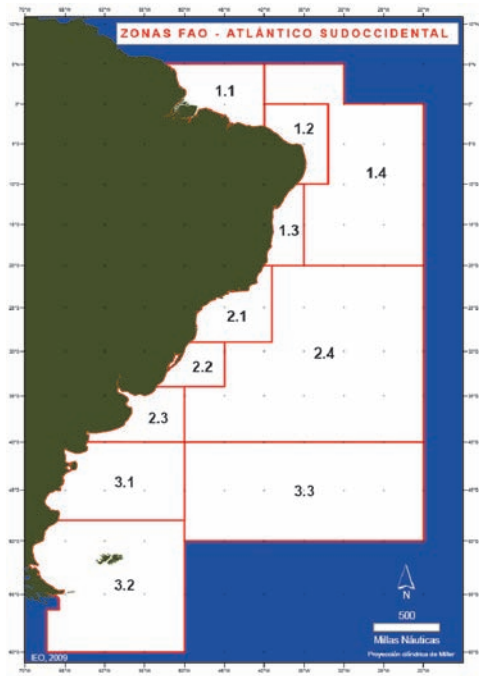


Figura 2.1. Mapa con las Subáreas del área estadística de pesca 41 de la FAO.

En la actualidad, la flota que faena bajo pabellón español en aguas de la Plataforma Patagónica está constituida por un grupo de arrastreros congeladores de gran altura en torno a las 25-27 unidades, la mayoría con base en Vigo, con un tonelaje bruto medio en torno a las 1.190 t (GT); estos grandes buques congeladores desarrollan sus actividades en aguas de Malvinas y en las aguas internacionales del Atlántico Suroccidental adyacentes a las 200 millas de la Zona de Exclusión Económica (ZEE) argentina (Subáreas 3.1 y 3.2 la zona estadística 41 de FAO).

La zona objeto de estudio se encuentra en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental y se extiende por fuera de las 200 millas desde la Zona Económica Exclusiva (ZEE) hasta la isóbata de 1.500 m de profundidad, entre los paralelos 48°S y 42°S (Figura 2.2). Dicha zona incluye el área de actuación de la flota española de arrastre de fondo que faena en esa zona

a profundidades inferiores a los 300 m, y es una de las pocas áreas del mundo en donde la plataforma continental, en sentido geológico, se extiende más allá de las 200 millas que pone límite a la ZEE.

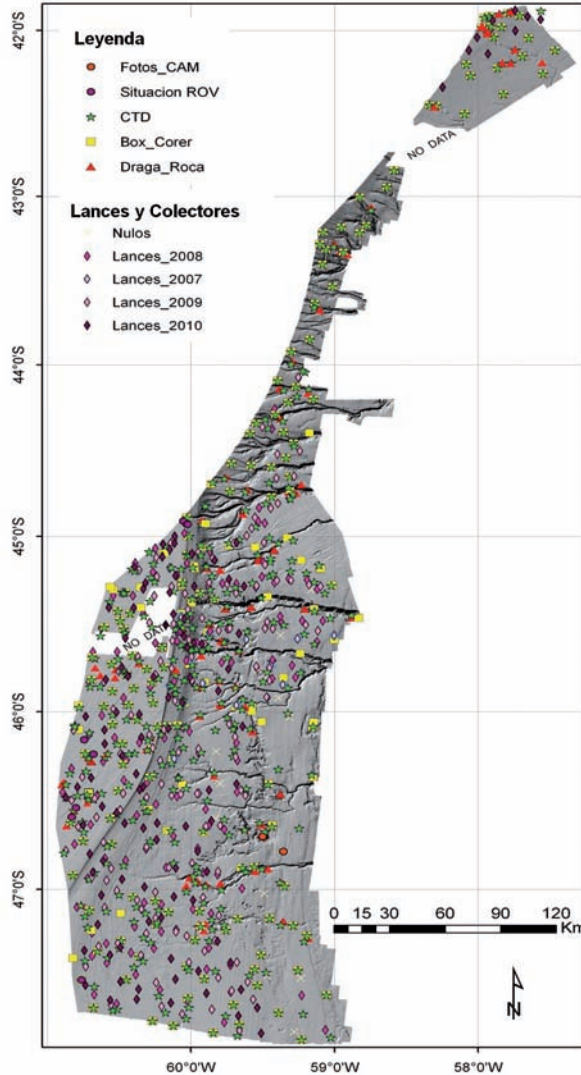


Figura 2.2. Mapa de la zona de estudio en el que se señalan los puntos donde se han realizado los muestreos con dragas de roca, *box corer*, CTD, colectores de sedimentos y lances de pesca. Asimismo, se indican las posiciones de las fotografías y grabaciones submarinas.

La plataforma continental, es decir, la zona comprendida entre 0 y 200 metros de profundidad, aunque en su mayor parte tiene una profundidad menor de 100 m, engloba una superficie de 300.300 millas náuticas cuadradas.

El talud comprende un rango de profundidad que varía entre los 200 m y los 1.000 m, donde comienza la llanura abisal, abarcando un área de 58.000 millas náuticas cuadradas (FAO, 1983), con fondos predominantemente arenosos y fango-arenosos, existiendo también sustrato rocoso, principalmente al este y al norte de las Islas Malvinas.

2.1. Características ecológicas de la zona de estudio

Desde el punto de vista hidrográfico, la Plataforma Patagónica se encuentra en la zona de confluencia de dos grandes corrientes oceánicas: la corriente de Brasil, de tipo subtropical, cálida (18°-28°C) y salina y la corriente de Malvinas, de tipo subantártico, fría (6°C) y de menor salinidad.

Ambas corrientes se encuentran en la denominada Zona de Convergencia situada en el talud patagónico, dando lugar a uno de los frentes de mezcla más espectaculares y complejos de todo el mundo, con una longitud de aproximadamente 1.500 km, a lo largo de la costa Argentina, claramente diferenciable en las imágenes de satélite (Figura 2.3).

El resultado es una gran intensificación en el aporte de nutrientes de toda la región durante la primavera y el verano australes, que es a su vez la principal causa de la riqueza pesquera de la región, así como una elevada biodiversidad respecto a la fauna bentónica en general.

La fauna marina profunda de la parte más austral de América del Sur y la fauna de la Antártida tiene una clara conexión. El origen de la fauna bentónica actual de ambas provincias, la Magallánica y la Antártica, puede remontarse hasta los principios del Cretácico (aproximadamente 130 Ma). Aunque algunos grupos mayores, tales como los moluscos bivalvos y los crustáceos decápodos, disminuyeron claramente en las regiones antárticas a través del tiempo, otros, tales como los briozoos, equinodermos, anfípodos esponjas e isópodos parecen haber florecido. La clave para el éxito evolutivo en aguas polares frías pudo no ser tanto la resistencia a las bajas temperaturas, como la habilidad de explotar hábitats y regímenes tróficos nuevos (Crame, 1999).

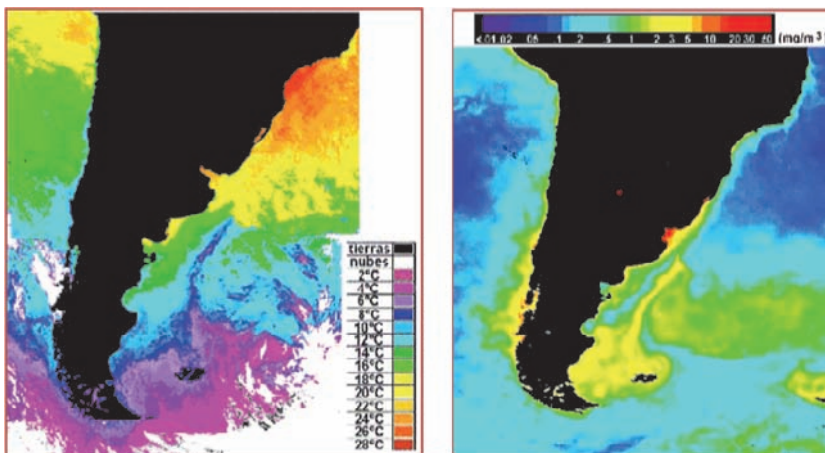


Figura 2.3. Imagen satélite de las temperaturas y corrientes en la zona objeto de estudio.

2.2. Bentos

El término bentos agrupa a todos aquellos organismos que viven de alguna manera dependiente de los fondos marinos de los océanos, incluyendo fauna, flora o microorganismos. En el presente libro, las referencias a este término se refieren a la fauna bentónica o béntica que ha sido recolectada y estudiada en el presente proyecto y que se corresponde con el piso batial desde los 150 m hasta los 1.500 m de profundidad.

Desde esta perspectiva, dentro del bentos marino, se encuentran y se están describiendo como ecosistemas vulnerables y especies formadoras de hábitats que se considera que son sensibles o potencialmente vulnerables a las pesquerías de aguas profundas en alta mar, entre otros, los corales de aguas frías de diversos tipos, por ejemplo, formadores de arrecifes y los jardines de coral (Coral Gardens), incluidos los siguientes: corales pétreos (Scleractinia), alcionáceos y gorgonáceos (Octocorallia), corales negros (Antipatharia) e hidrocorales (Stylasteridae), asimismo los fondos de esponjas (comunidades dominadas por esponjas de unas cuantas especies formadoras de sustratos o de una con una gran biodiversidad), las comunidades formadas por una fauna emergente densa en la que los grandes protozoos sésiles (xenophyophore) y los invertebrados (por ejemplo, hidroides y briozoos) constituyen un componente estructural importante del hábitat, las comunidades formadas por invertebrados y especies microbianas que no se encuentran en ningún otro lugar (es decir, endémicas). Pero también se ha tenido en cuenta que existen ejemplos de áreas (megahábitats) con características topográficas, hidrofísicas o geológicas (incluidas las estructuras geológicas frágiles) que se sabe que respaldan la existencia de especies, comunidades o hábitats vulnerables como los anteriores y estos pueden ser los bordes y pendientes de islas oceánicas y plataformas continentales, (donde pueden encontrarse corales y esponjas), cumbres y laderas de montañas submarinas, montículos y colinas, cañones y canales submarinos, fuentes y chimeneas hidrotermales donde pueden encontrarse comunidades microbianas e invertebrados endémicos, etc.

2.3. Geología y geomorfología

La zona de estudio corresponde a un segmento del margen Patagónico Argentino, que se formó por una combinación de ruptura y expansión del fondo oceánico iniciada en el Jurásico Medio.

Posteriormente, la apertura del Atlántico Sur, con la separación de Argentina/Uruguay de Sur África/Namibia, se realizó en el Cretácico, con una edad estimada de 137 a 126 Ma. Dentro de este proceso de creación de fondo oceánico se emplazó una cuña volcánica potente (más de 10 km de espesor) en la mayoría del talud continental argentino (Hinz *et al.*, 1999; Franke *et al.*, 2007).

Este margen pasivo, se considera uno de los más extensos del mundo y presenta una división estructural limitada y definida por grandes zonas o fracturas transformantes situadas aproximadamente perpendiculares a la línea de costa (Franke *et al.*, 2007).

Dentro de estas grandes zonas tectónicas se incluyen cuencas «syn-rift» (Sylwan, 2001), una de las cuales se localiza en nuestra zona de estudio; la Cuenca de San Jorge, que alberga en sus zonas emergidas y mar adentro próximas a la costa uno de los mayores campos petrolíferos argentinos.

La investigación actual incluye la plataforma externa, y el talud superior y medio del margen argentino dentro de un rango de profundidades entre los 100 y 2.300 m.

El margen investigado presenta muy escasos trabajos de geología y geofísica marina, siendo la década de los años 60 el inicio de algunas investigaciones mar adentro en relación con el proyecto ODP (Ocean Drilling Project). Lonardi y Ewing (1971) y Ewing y Lonardi (1971) investigan el margen argentino mediante sísmica de reflexión y ecosonda monohaz. Posteriormente, en 1974 Urien y Ewing describen la morfología y los sedimentos superficiales de la plataforma continental entre 30°S y 45°S. Más recientemente Hernández-Molina *et al.* (2009, 2010) estudian el margen argentino encontrando importantes elementos erosivos (terrazas) y enormes depósitos generados por corrientes de contorno en el talud inferior.

2.4. Hidrografía

Las masas de agua sobre la plataforma continental argentina poseen características que resultan de la mezcla entre aguas subantárticas entrantes por el talud continental con aguas de descarga continental presentes a lo largo de la costa. A su vez, las aguas resultantes de esta mezcla sufren alteraciones en sus propiedades debido al intercambio con la atmósfera. La circulación media en toda el área es de sur a norte, siguiendo la batimetría (Lusquiños y Schrott, 1983; Forbes y Garrafo, 1988).

La distribución de los valores de la salinidad en superficie muestra, en toda la plataforma, un incremento dominante desde la costa hacia el talud y desde el sur hacia el norte (entre 50° y 36°S). Este parámetro presenta también mínimos en la desembocadura de los ríos, especialmente en las de la Plata y Negro; y máximos en áreas dominadas por excesos de evaporación sobre precipitación (Golfo San Matías, área de El Rincón y Golfo Nuevo) (Scasso y Piola, 1988).

Al sur de 45°S se definen tres masas de agua: de Malvinas, Costera y de Plataforma (Bianchi *et al.*, 1982). Al norte de esta latitud las aguas costeras muestran un máximo relativo ($S > 33.8$) asociado a las áreas de los golfos, donde domina la evaporación sobre la precipitación (Brandhorst y Castello, 1971) y otro en el sector sur del litoral en las proximidades de Buenos Aires (Martos y Piccolo, 1988) posiblemente como producto de la advección hacia el norte de las aguas del Golfo San Matías.

La distribución de salinidad en superficie de las aguas de plataforma al norte de 45°S, indica la deriva media en sentido NNE de aguas de origen subantártico diluidas por los aportes continentales anteriormente mencionados. La lengua de salinidad mínima, que llega inclusive hasta las latitudes del Río de la Plata, aumenta su valor a medida que se aleja de las fuentes de agua dulce, alcanzando valores que oscilan entre 33.4 y 33.7 (Brandhorst y Castello, 1971).

A lo largo del talud continental, desde su desprendimiento de la Corriente Circumpolar (Pasaje Drake), la Corriente de Malvinas transporta aguas subantárticas con dirección norte entre los 55°S y 39°-36°S. El núcleo principal de esta corriente se ubica entre los 150 y 600 metros con valores de temperatura entre 4-5°C y salinidades entre 34.1-34.2. Esta masa de agua interactúa con las aguas de fondo de la plataforma, lo que hace que estas últimas tengan características subantárticas de forma casi permanente. En latitudes inferiores, y también sobre el talud continental y de norte a sur, se observa la corriente de Brasil que transporta aguas subtropicales ($S > 35.0$ y $T > 16^\circ\text{C}$) hasta los 36°-38°S donde converge con la Corriente de Malvinas y define la Confluencia Subtropical. Desde este momento, ambas corrientes se desprenden del borde continental y se desplazan con dirección SE para constituir la celda de recirculación anticiclónica del Atlántico Sur. Las aguas de plataforma al norte de los 36°S, y en su límite con el talud se ven, consecuentemente, influenciadas por las aguas de la Corriente de Brasil (Figura 2.4).

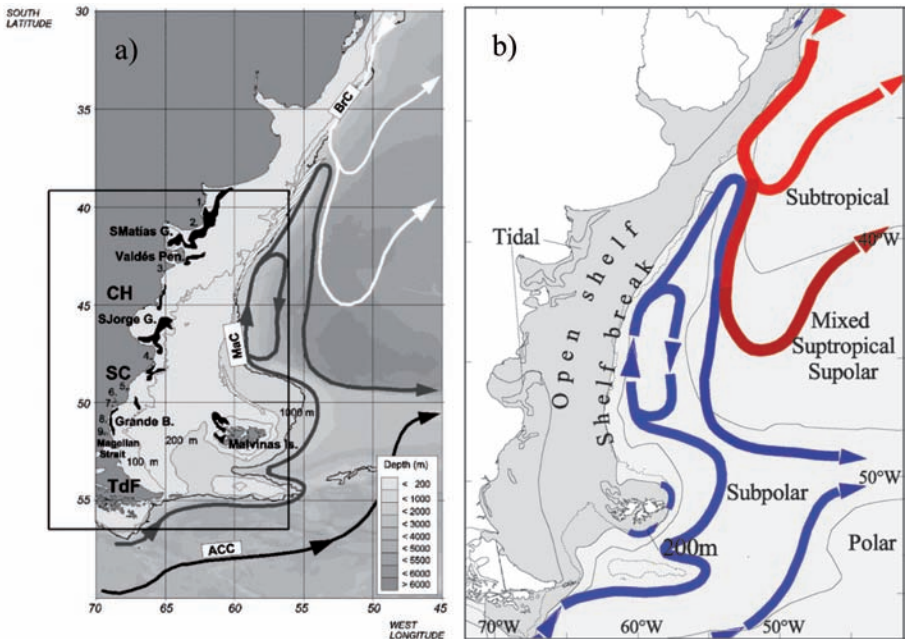


Figura 2.4. a) Esquema de Circulación en la plataforma del Atlántico Sudoeste, mostrando las corrientes de Malvinas (MaC), Circumpolar Antártica (ACC) y Brasil (BrC) (adaptada de Piola y Rivas, 1997). En tonos grises se muestra la batimetría y con líneas negras las isóbatas de 100, 200 y 1.000 m. Dentro del rectángulo negro se encuentra la plataforma continental patagónica (PCS), el área aproximada de estudio enmarcada en rojo y algunos nombres locales utilizados en el texto. Las provincias de la zona son CH: Chubut, SC: Santa Cruz y TdF: Tierra de Fuego. Los frentes termales medios de superficie, basados en las imágenes de temperatura superficial obtenidas por satélite en enero se muestran sobre la PCS; los sistemas frontales de borde de plataforma están representados por las zonas blancas rayadas y los frentes costeros de marea por las zonas en negro (adaptado de Rivas y Dell'Arciprete, 2000). También se indican los ríos patagónicos: 1. Colorado, 2. Negro, 3. Chubut, 4. Deseado, 5. San Julián, 6. Chico, 7. Santa Cruz, 8. Coig and 9. Gallegos. (Obtenido del artículo de Rivas, Dogliotti y Gagliardini, 2006) b) Esquema similar al anterior que muestra la procedencia/origen de dichas corrientes (adaptado de Piola y Matano, 2001). (Obtenido del artículo de Campagna *et al.*, 2007).

Estacionalmente, las aguas de plataforma presentan un período neto de estratificación por el calentamiento atmosférico característico de primavera y verano. Esta estratificación se manifiesta con la formación de un sistema de dos capas: una templada, superficial, homogénea, producto de la mezcla por viento, y una de fondo, fría, mantenida por la advección media de las aguas de plataforma provenientes de altas latitudes. Durante el período de otoño e invierno, la estructura de dos capas es destruida por enfriamiento y mezcla vertical, mostrando homogeneidad de superficie a fondo (Guerrero y Piola, 1997).

Los frentes oceánicos son fenómenos oceanográficos de gran incidencia en la producción biológica. Se caracterizan por ser zonas de intensificación de gradientes horizontales, que definen el límite entre masas de agua de diferentes características y/o diferentes estructuras verticales. En la plataforma argentina se han identificado los siguientes sistemas frontales:

- el frente asociado al estuario del Río de la Plata
- el frente costero de El Rincón
- el frente de mareas de la Península de Valdés
- el frente del Golfo San Jorge y litoral de Santa Cruz

El objetivo del análisis oceanográfico de la zona de estudio es proporcionar el marco abiótico en el que se desarrolla el estudio del ecosistema. Así se intenta caracterizar de la mejor manera posible las condiciones de los parámetros de temperatura y salinidad realizando perfiles de CTD durante las campañas de muestreo.

2.5. Zonas de pesca

La flota española de arrastre de fondo que opera en los caladeros del Atlántico Sudoccidental, faena en la zona de aguas internacionales que se extienden por fuera de las 200 millas de la Zona de Exclusión Económica (ZEE) argentina en la que no están en vigor medidas de ordenación pesquera por no existir ninguna Organización Regional para la Ordenación de Pesquerías (OROP), así como en la parte de plataforma y el talud que rodean a las islas Malvinas, reguladas por el Departamento de Pesquerías del Gobierno de las islas (Falkland Islands Government Fisheries Department, FIGFD. Figura 2.5).

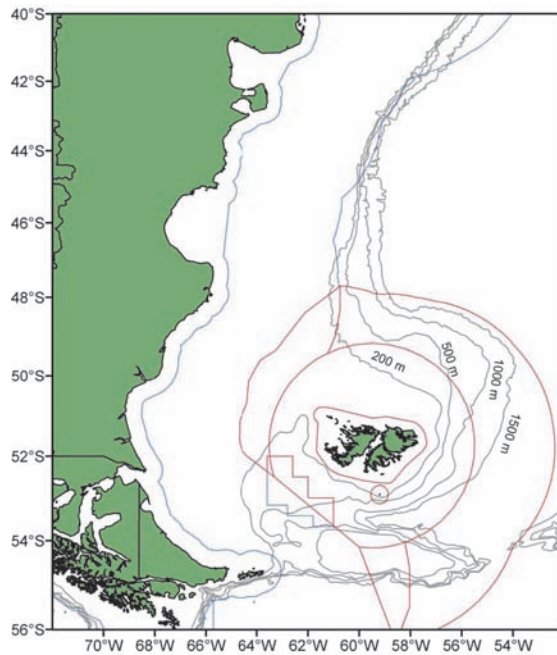


Figura 2.5. Mapa de la plataforma patagónica, isóbatas y límite jurisdiccional de las 200 millas.

En 1988 el IEO inició el seguimiento de la actividad de la flota española y el estudio de las pesquerías en el ATSW, poniendo en marcha un programa de observadores científicos a bordo de buques comerciales. La información recogida a través del programa de observadores del IEO entre 1989 y 2010 fue utilizada para elaborar la huella de la pesquería, delimitando la zona de actuación de la flota.

En aguas internacionales, la flota española faena en dos zonas de la plataforma continental y del talud que sobresalen por fuera de la ZEE argentina, una más pequeña, en torno al paralelo 42° S y otra de mayor superficie, comprendida entre los paralelos 44° 40'S y 48° S (Figura 2.6).

Siguiendo la terminología particular utilizada por el IEO para el estudio de estas pesquerías, en aguas internacionales la flota faena en dos zonas claramente diferenciadas, en la porción de la plataforma continental que sobresale por fuera de las 200 millas de la ZEE de Argentina:

- División 42 Sur (42°S): Situada entre los paralelos 41°30'S y 42°30'S.
- División 46 Sur (46°S): entre los paralelos 44°40'S y 48°S.
- Desde el año 1992, una ley aprobada por el Gobierno Argentino ha reducido considerablemente la zona hábil accesible a flotas extranjeras.

Debido a la ampliación de la ZEE argentina en 1992 al tomar como línea base un punto situado más al este, la División 42 Sur quedó reducida a una pequeña zona, principalmente en el talud, por lo que las actividades pesqueras prácticamente desaparecieron de ella.

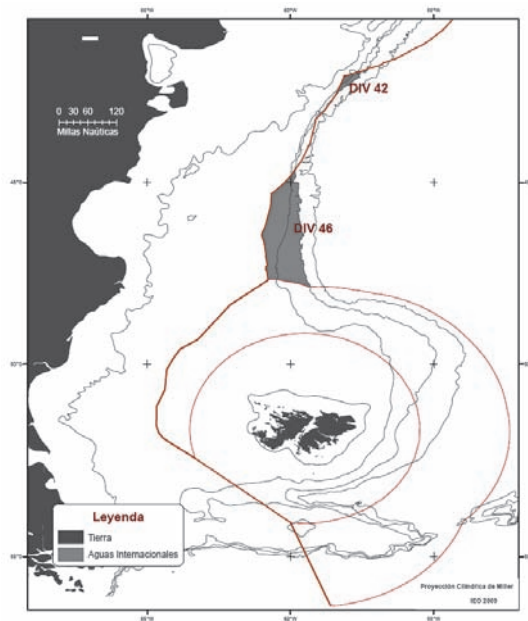


Figura 2.6. Zonas de pesca de la flota española en el ATSW. Aparecen resaltadas en gris las zonas de aguas internacionales en las que faena la flota.

La flota española que faena en los caladeros del Atlántico Suroccidental trabaja principalmente en las zonas descritas anteriormente, comprendidas dentro de las Subáreas estadísticas 41.3.1 y 41.3.2 de la FAO (Figura 2.1), dirigida a la captura de especies demersales con arrastre de fondo, habiendo utilizado de forma prácticamente exclusiva el aparejo de cuatro caras desde el comienzo de la pesquería en 1983.

2.6. Especies objetivo

Al inicio de la pesquería en 1983, después de la guerra de las Malvinas, las especies objetivo de la flota española eran las merluzas (*Merluccius hubbsi* y *M. australis*), el calamar (*Loligo gahi*) y la pota (*Illex argentinus*), aunque también se capturaban cantidades importantes de diversas especies acompañantes que con el paso del tiempo se han ido convirtiendo en especies objetivo, como es el caso de la merluza de cola, polaca, bertorella, merluza negra o robalo, rosada y rayas, destacando el caso del marujito (*Patagonotothen* spp.) que siendo una especie descartada al 100% hasta 2004, ha pasado a constituir en la actualidad la especie objetivo para algunos barcos. En la Tabla 2.1 se presenta el nombre científico, español e inglés de las principales especies capturadas por la flota española en estos caladeros.

Nombre científico	Nombre español	Nombre inglés
<i>Merluccius hubbsi</i>	Merluza común argentina	Common hake
<i>Merluccius australis</i>	Merluza austral	Patagonian hake
<i>Dissostichus eleginoides</i>	Merluza negra, Robalo	Patagonian toothfish
<i>Genypterus blacodes</i>	Rosada	Kingclip
<i>Macruronus magellanicus</i>	Merluza de cola	Hoki
<i>Salilota australis</i>	Bertorella, Brótola	Red cod
<i>Micromesistius australis</i>	Polaca	Southern blue whiting
<i>Macrourus</i> spp.	Granadero	Grenadier
<i>Raja</i> spp.	Rayas	Skate
<i>Illex argentinus</i>	Pota	Shortfin squid
<i>Loligo gahi</i>	Calamar	Common squid
<i>Patagonotothen</i> spp.	Marujito	Rockcod

Tabla 2.1. Principales especies objetivo y acompañantes de interés para la flota española.

2.7. Huella de la pesquería

Los resultados del análisis de la información recogida a través del Programa de Observadores Científicos del IEO en aguas del Atlántico Sudoccidental, otra información de tipo comercial aportada por el sector y de los datos del VMS (Vessel Monitoring System) aportados por la SGP, en forma de mapas elaborados mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), permitió elaborar un mapa con la huella de la pesquería de la flota española en aquellas aguas, entre 1989 y 2007 (Figura 2.7).

En esta figura se puede observar que la mayor parte del esfuerzo ejercido por la flota española se realiza a menos de 300 m de profundidad. Más concretamente, el análisis SIG permitió determinar que el 99.85% del esfuerzo entre los paralelos 44° y 48°S tiene lugar por debajo de esa cota batimétrica.

Los datos de la huella de la pesquería fueron actualizados con la incorporación de la información del período 2008-2010 para la realización de los mapas finales. En la Figura 7.6 se representa la huella de la pesquería desde 1989 hasta 2010, superpuesta sobre el mapa con las zonas candidatas a ser protegidas.

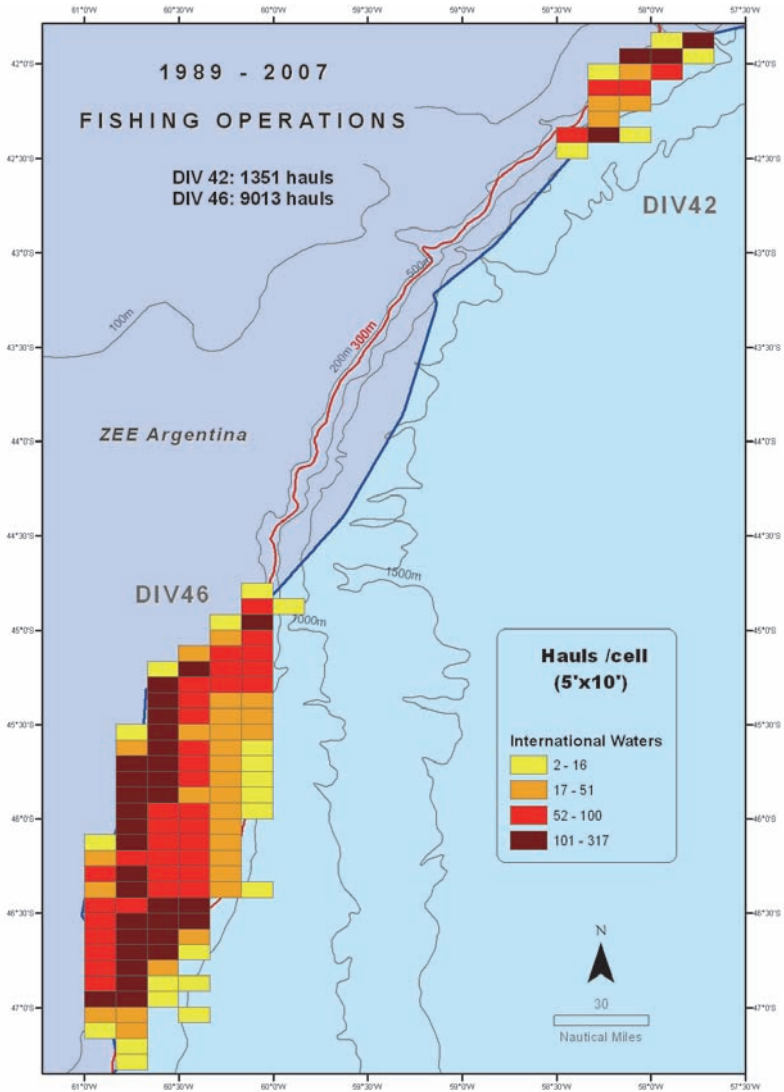


Figura 2.7. Actividades pesqueras (cuadrículas de 5' × 10') registradas por Observadores Científicos del IEO en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental entre 1989 y 2007 (huella de la pesquería).

Capítulo 3. Estudio de los Ecosistemas Marinos Vulnerables e interacciones con las actividades pesqueras

3.1. Definición de Ecosistemas Marinos Vulnerables

3.2. Objetivos de las campañas de investigación

Actualmente las nuevas directivas y convenios internacionales relacionadas con lo que se ha denominado como Desarrollo Sostenible, establecen como uno de sus objetivos generales el «promover la utilización sostenible de los mares y proteger los ecosistemas marinos».

Algunos de estos convenios están enfocados a frenar la pérdida de la diversidad biológica y a promover la conservación de los hábitats y especies mediante la creación de redes de espacios protegidos y su ámbito de aplicación puede estar referido a aguas nacionales o comunitarias (Directiva hábitats o Convenio OSPAR) o bien global, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica que pretende crear una red mundial de sistemas nacionales y regionales completos, representativos y bien administrados de áreas protegidas, así como conservar eficazmente por lo menos el 10% de cada una de las regiones ecológicas marinas y costeras del mundo. El cumplimiento de estos objetivos, es imprescindible, en el caso de España, para cumplir con el compromiso internacional adquirido mediante la ratificación de estos convenios y con su obligación como Estado miembro de la Unión Europea, y particularmente serán aspectos importantes a desarrollar en cada país:

- Adecuar la política de investigación y las estructuras para responder al delicado equilibrio entre la conservación de la naturaleza y el rendimiento económico de las pesquerías, de acuerdo con los Principios del Desarrollo Sostenible.
- Ecosistemas regionales: se solicita a cada Estado Miembro que elabore una estrategia marina que se refiera específicamente a sus aguas, aunque refleje una perspectiva global de la región marina en que se inscriba.
- La creación de Áreas Marinas Protegidas (AMPs), nos puede conducir hacia la recuperación de las poblaciones explotadas y hacer que las pesquerías sean sostenibles en el entorno del ecosistema.
- El mantenimiento de un medio ambiente marino sano implica el mantenimiento de su abundancia y diversidad biológicas. Únicamente la obtención de unos niveles poblacionales que puedan ser explotados con arreglo a criterios sostenibles generará los recursos necesarios para un sector pesquero próspero.
- Las políticas de Medio Ambiente y Pesca deben considerarse dos elementos complementarios que persiguen los mismos fines basándose en los mejores datos científicos.

3.1. Definición de Ecosistemas Marinos Vulnerables

Los ecosistemas marinos vulnerables son cada día más accesibles debido a las nuevas tecnologías que se aplican a la pesca, y por lo tanto existe una urgente necesidad de localizar, conocer y describir estos hábitats que tienen extraordinaria importancia como refugios de especies sensibles o bien son esenciales para los juveniles o reproductores de poblaciones explotadas en zonas adyacentes.

Sin embargo, estos nuevos objetivos de la investigación marina no son tarea fácil. La gran biodiversidad de las plataformas continentales y montañas submarinas determina una gran variedad de morfologías y comportamientos de las especies que los habitan, y por todo ello el estudio de estas zonas ha supuesto un importante desafío para el equipo de trabajo del Proyecto ATLANTIS.

El conocer la estructura y dinámica de los ecosistemas marinos es esencial para la futura gestión de sus recursos si se quiere mantener un equilibrio entre la conservación de la naturaleza y el rendimiento económico de las pesquerías, de acuerdo con los Principios del Desarrollo Sostenible.

El hábitat constituye el entorno en donde se desarrollan las especies. La protección de los hábitats es un pre-requisito para proteger las especies y el propio sostenimiento de las pesquerías.

Los sistemas de gestión (TACs y Cuotas), basados en los modelos poblacionales (stocks explotados), no han tenido nunca en consideración el estado de salud de los hábitats. El grado de perturbación de los hábitats por las actividades pesqueras depende de las características de los mismos y por tanto se considera que es menor en el ecosistema pelágico y mayor en el bentónico.

A pesar de que se ha avanzado mucho en los últimos años todavía no hay una lista definitiva de hábitats y ecosistemas que se consideran vulnerables pero sí que se tienen bastante definidos los criterios por los que los hábitats se pueden seleccionar como vulnerables. La convención OSPAR para la Protección y conservación de los ecosistemas y la diversidad biológica del Noreste Atlántico es la organización que más ha avanzado en sus definiciones y por tanto está considerada por la mayoría de los científicos como referente y sus criterios han sido los considerados en el presente estudio.

Los criterios de selección de ecosistemas marinos vulnerables son principalmente (OSPAR):

- Que tengan un alto grado de especies endémicas
- Que la distribución de las especies sea restringida
- Que la zona tenga elevados valores de biodiversidad
- Que sean esenciales para alguna población

Los hábitats con más necesidades de protección se pueden clasificar en:

- **ESENCIALES:** Necesarios para una población, ya que en ellos realiza la puesta, el reclutamiento, su crecimiento, etc. No tienen por qué ser de estructura frágil.
- **VULNERABLES:** Presentan estructura frágil, ya sea de origen biológico (arrecifes de coral, campos de esponjas, praderas de algas, etc.) o geológico (montes submarinos, chimeneas negras, montículos carbonatados, etc.).

Para el desarrollo sostenible de las actividades pesqueras en un determinado ecosistema es necesario disponer de un inventario tanto de las especies como de los hábitats.

En las últimas décadas se han descubierto en aguas profundas tanto arrecifes de coral de aguas frías como campos de esponjas entre otros ecosistemas que se encuentran entre los más extraordinarios ecosistemas del planeta, con valores de biodiversidad equivalentes a los de los arrecifes tropicales. Son extraordinariamente vulnerables a las actividades extractivas sin control.

Según el Reglamento del Consejo¹ relativo a la protección de los ecosistemas marinos vulnerables de alta mar de los efectos adversos de la utilización de artes de fondo se definen:

1. «ecosistema marino»: un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su entorno abiótico, que interactúan como una unidad funcional;
2. «ecosistema marino vulnerable»: todo ecosistema marino cuya estructura y función específicas puedan verse amenazadas, de acuerdo con la mejor información científica disponible y con el principio de precaución, como consecuencia del estrés provocado por el contacto físico con artes de fondo en el transcurso de operaciones de pesca, incluidos, en particular, los arrecifes, los montes marinos, las fuentes hidrotermales, los corales de aguas frías o los campos de esponjas de aguas frías.
3. «artes de fondo»: las redes de arrastre de fondo, las dragas, las redes de enmalle de fondo, los palangres de fondo, las nasas y los lazos.

Este tipo de estudios exigen la presencia de numerosos investigadores especialistas en diferentes disciplinas de la ciencia marina, ya que las implicaciones son complejas e interrelacionadas en el entorno del ecosistema.

¹Reglamento del Consejo COM (2007) 605 final. 2007/0224 (CNS), C6-0453/07. {SEC (2007) 1315}

Todo ello debe estar incluido dentro de una estrategia de gestión integrada, por la que se promueva la conservación y utilización sostenible de modo equitativo. De esta forma, la aplicación del enfoque por ecosistemas (Ecosystem Approach) ayudará a lograr un equilibrio entre los tres objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica: conservación, utilización sostenible y distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos.

3.2. Objetivos de las campañas de investigación

Siguiendo las recomendaciones de las Naciones Unidas (Resoluciones AGNU 59/25 y 61/105), el Instituto Español de Oceanografía llevó a cabo una serie de 13 campañas de investigación multidisciplinar en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental en colaboración con la Secretaría General de Pesca, propietaria del B/O «Miguel Oliver». Estas campañas se enmarcan dentro de las actividades del proyecto estructural del IEO dirigido al estudio de las pesquerías y de los recursos marinos en aguas del Atlántico Sudoccidental (proyecto ATLANTIS). El objetivo general de estas campañas fue la descripción, dentro de un enfoque ecosistémico, de los EMVs y de las posibles interacciones con las actividades pesqueras en la zona de estudio.

El calendario de las campañas se presenta en la Tabla 3.1. Los objetivos específicos de las campañas de investigación llevadas a cabo entre el 28 de octubre de 2007 y el 7 de abril de 2010 fueron los siguientes:

- i. identificación de las principales características geomorfológicas y cartografiado de la zona de estudio
- ii. definición de las comunidades bentónicas y sedimentos
- iii. distribución espacial de los ecosistemas vulnerables
- iv. estructura y funcionamiento de los ecosistemas bentónicos de aguas profundas
- v. estudio de las interacciones entre las actividades pesqueras y los EMVs, cetáceos y aves marinas
- vi. evaluación de la biomasa de las especies de mayor interés comercial y de las principales especies acompañantes
- vii. características hidrográficas de las masas de agua

Campaña	Inicio	Fin	Días
Patagonia 11/07	28/10/2007	20/11/2007	24
Patagonia 12/07	24/11/2007	21/12/2007	28
Patagonia 01/08	08/01/2008	30/01/2008	23
Patagonia 02/08	30/01/2008	11/03/2008	42
ATLANTIS 2008	12/03/2008	15/04/2008	35
Patagonia 10/08	15/10/2008	07/11/2008	24
Patagonia 11/08	07/11/2008	29/11/2008	23
Patagonia 12/08	29/11/2008	20/12/2008	22
Patagonia 01/09	11/01/2009	24/01/2009	14
Patagonia 02/09	24/01/2009	25/02/2009	33
ATLANTIS 2009	27/02/2009	29/03/2009	31
Patagonia 02/10	16/02/2010	02/03/2010	15
ATLANTIS 2010	06/03/2010	07/04/2010	33

Tabla 3.1. Calendario de las campañas de investigación en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental en el marco del proyecto.

Las campañas de investigación multidisciplinar comprendían cuatro disciplinas científicas diferentes (Figura 3.1). Las distintas disciplinas científicas fueron cartografía, geología, bentos y pesca, utilizando en cada una de ellas su propia metodología y un personal científico especializado.

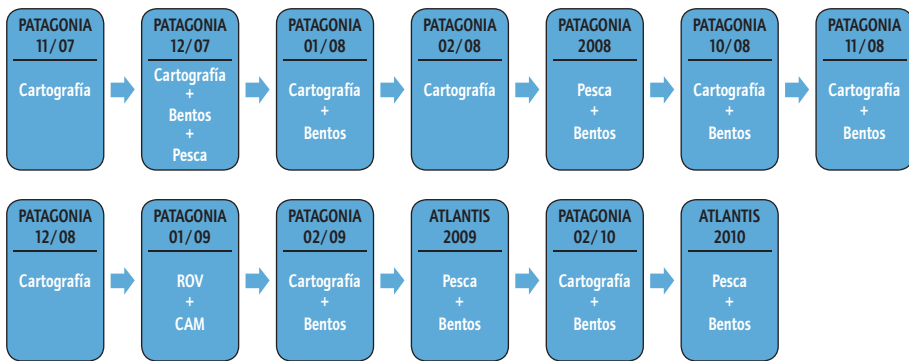


Figura 3.1. Esquema de las campañas de investigación y de los principales objetivos de cada una de ellas.

El área de estudio fue la zona comprendida entre los paralelos 42 ° y 48 °S, por fuera de la ZEE argentina y de la Zona de Conservación de las islas Malvinas, hasta la isóbata de los 1.500 m de profundidad (Figura 2.2 y Figura 3.2) y comprende la zona en la que tienen lugar las pesquerías de arrastre de fondo de la flota española en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental, que en su mayor parte (99.85%) tienen lugar entre el límite de las 200 millas y la isóbata de los 300 m.

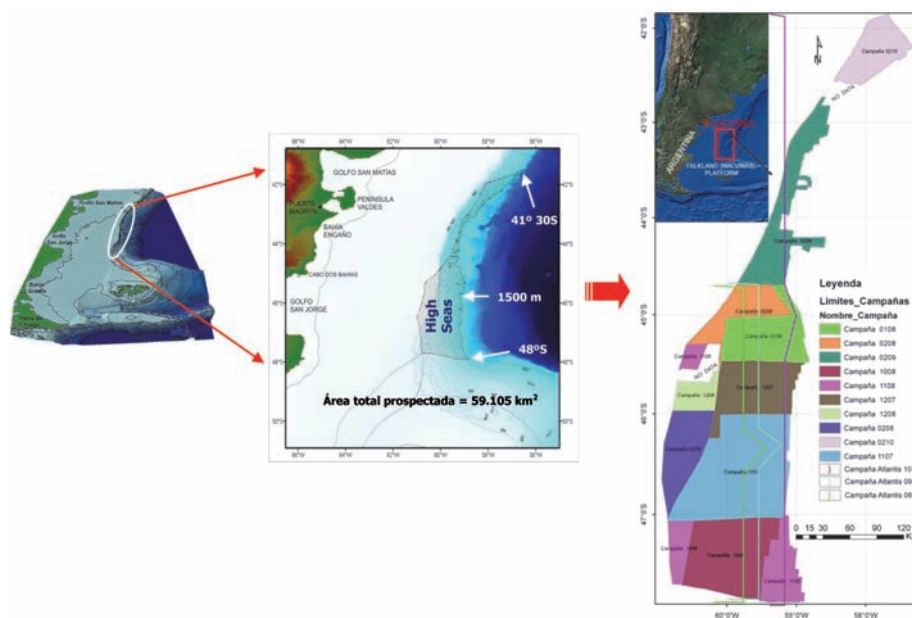


Figura 3.2. Área de estudio de las trece campañas de investigación realizadas por el B/O «Miguel Oliver» entre el 28 de octubre de 2007 y el 7 de abril de 2010.

Capítulo 4. Material y métodos

4.1. Geomorfología

- 4.1.1. Sistema de Navegación y Posicionamiento
- 4.1.2. Posicionamiento Dinámico SDP10
- 4.1.3. Sistema de integración de datos
- 4.1.4. Ecosonda monohaz EA 1600
- 4.1.5. Ecosonda Multihaz EM-302
- 4.1.6. Sistema de ecosonda paramétrica TOPAS PS 18
- 4.1.7. Unidad de sincronización acústica
- 4.1.8. Sensor de Velocidad de Sonido SV Plus
- 4.1.9. Unidad de Inspección Remota Submarina (ROV)
- 4.1.10. Cámara digital submarina

4.2. Bentos

- 4.2.1. Draga Megabox Corer
- 4.2.2. Draga de Roca
- 4.2.3. Arte de arrastre LOFOTEN
- 4.2.4. Colector de sedimentos

4.3. Pesca

4.4. Hidrografía

4.5. Análisis contaminantes sedimento

4.6. Almacenamiento de datos geográficos y científicos

4.7. Metodología para la realización de los mapas EMVs

Para la elaboración de los resultados incluidos en este documento, básicamente se han utilizado dos fuentes de datos:

1. Información procedente de las 13 campañas realizadas por el B/O «Miguel Oliver» (Figura 4.1).
2. Datos sobre actividad comercial de la flota recogida por observadores científicos del IEO, así como diversa información proporcionada por el sector y por la SGP (capturas, características de la flota, posicionamiento por satélite, etc).

La información recogida durante las campañas comprendía datos geológicos y de las ecosondas multihaz y de sismica de alta resolución, datos sobre hidrografía (CTD), muestras de bentos y de las especies objetivo de la pesquería, datos pesqueros (CPUE, batimetría, temperatura, etc). En el estudio se utilizó también información recogida a través del programa de observadores científicos del IEO a bordo de buques comerciales (1989-2010), información comercial (datos históricos sobre desembarques y esfuerzo) proporcionada por el sector pesquero y capturas por especie suministradas por la SGP (2000-2007).



Figura 4.1. Buque Oceanográfico Miguel Oliver, perteneciente a la Secretaría General de Pesca (SGP), del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

4.1. Geomorfología

4.1.1. Sistema de Navegación y Posicionamiento

El posicionamiento se realiza mediante un GPS Diferencial. A bordo del B/O Miguel Oliver, se utiliza un navegador diferencial modelo Simrad GN33, con 2 receptores de 12 canales. En él se insertan correcciones diferenciales de forma continua, normalizadas según formatos RTCM 104. Se utilizará un operador de correcciones diferenciales como sistema de suministro de correcciones diferenciales al primario de navegación. Básicamente consiste en una red de estaciones de referencia en tierra, que transmiten sus correcciones diferenciales a través de un satélite de comunicaciones geoestacionario, en la banda 1,5 Ghz y son recibidas a bordo con una antena omnidireccional de reducidas dimensiones.

La unidad opera de un modo conocido como «estación de referencia virtual»: el propio receptor de comunicaciones, dispone de un sencillo navegador GPD integrado, de manera que conoce groseramente cuál es su posición. El mensaje recogido en el servidor y desde él, distribuido por la red local. Todas las posiciones han sido calculadas en el sistema de referencia WGS 84, al cual los navegadores GPS refieren siempre sus datos. Esto evita la existencia de errores incontrolados por transformación de coordenadas.

El movimiento del barco viene controlado por un sistema Seapath 200, que determina con gran exactitud el comportamiento instantáneo del buque. Está compuesto por varios sensores de alta precisión que cumplen especificaciones militares, como son un sensor inercial (MRU), un sistema de antenas, una unidad de proceso y un ordenador conectado a ella. El sistema Seapath recibe datos del sensor de movimiento, del GPS diferencial y opcionalmente de la giroscópica, para incrementar la fiabilidad. El sistema proporciona datos precisos del rumbo (heading), balanceo (roll), cabeceo (pitch) y altura (heave) y junto al GPSD determina la posición y la velocidad.

Las prestaciones del sistema son:

Precisión del Roll y Pitch:	0,05° RMS
Precisión de Heading con una antena de base 2.5 m:	0,075° RMS
Precisión de Heading con una antena de base 4 m:	0,05° RMS
Error del factor escala en el Heading:	0,2%
Precisión de Heave:	0,05 m RMS
Precisión de Posición:	2,5 m (95% CEP)
Precisión de Velocidad:	0,03 m/s ó 0,07 m/s (95% CEP)

Estas prestaciones se obtienen con un mínimo de 4 satélites visibles y correcciones diferenciales en el GPS.

El B/O Miguel Oliver dispone de 2 sistemas de navegación. Éste se puede realizar utilizando el ploter de navegación modelo Simrad CS66 que se trata de un sistema modular compuesto por un ordenador central, una unidad de CD-Rom y un panel de control. Permite la navegación usando cartografía electrónica estando clasificado como «Electronic Chart Display and Information System» (ECDIS), cumpliendo todos los estándares requeridos para la navegación electrónica (IMO-approved ECDIS). En él, la posición real del barco se muestra en la carta náutica electrónica, basándose en la información de los sensores de navegación. De este modo el símbolo del barco puede observarse relacionado con todos los eventos de la navegación, rutas planificadas, objetos en tierra, faros, jaulas de peces, líneas batimétricas, límites de seguridad, etc.

También se dispone de otro sistema denominado OLEX, que es un sistema de cartografiado electrónico para planificación de rutas y navegación automática a lo largo de las mismas (Figura 4.2). Permite además almacenar en memoria rutas, marcas, información sobre cartas náuticas, etc. Además dispone de una especial característica como es su capacidad para mostrar el fondo marino en formato tridimensional a partir de datos reales procedentes de las ecosondas del buque. También permite visualizar la posición de la red con respecto al buque y al fondo en las tareas de pesca.



©Instituto Español de Oceanografía (IEO)

Figura 4.2. Sistema OLEX de cartografiado electrónico.

4.1.2. Posicionamiento Dinámico SDP10

El buque dispone de un sistema de posicionamiento dinámico Kongsberg SDP10. El sistema permite controlar de forma automática y programada las maniobras del buque, hecho que permite fijar una posición y mantener al buque en ella con el mínimo movimiento, mediante la corrección de factores tales como la corriente, el viento, etc.

Su principio básico consiste en la integración de los datos generados por sensores tales como giroscópicas, receptores DGPS, sensores de movimiento, cabeceo, balanceo y oleaje, anemómetros y corredera. Todos estos datos son procesados en tiempo real con una alta velocidad de actualización, lo que permite una reacción inmediata. Para contrarrestar los efectos no deseados se emprenden acciones mediante la aplicación de señales analógicas sobre los elementos actuantes del buque, ya sean hélices principales, timones y hélices transversales.

4.1.3. Sistema de integración de datos

El buque B/O Miguel Oliver dispone de un sistema integrador de datos CB1000 (MDM 400), que a través de numerosos terminales es capaz de interconectar los equipos que actúan como sensores, incluidos todos los sistemas de navegación, pesca y científicos. Además, mejora la disponibilidad de datos en todos los sistemas integrados, estas funcionalidades resultan básicas para dar prioridades de uso a los distintos sistemas redundantes. También asegura la compatibilidad de las señales de todos los equipos y facilita su distribución a través de la red informática del buque, incluso mediante la presentación selectiva de señales y formatos de estas.

4.1.4. Ecosonda monohaz EA 600

La ecosonda hidrográfica monohaz EA-600 permite operar en frecuencias diferentes. Su diseño permite la detección y seguimiento del fondo marino con alta precisión gracias a un procesado independiente de los datos recibidos en cada canal. Los transductores instalados en el B/O Miguel Oliver, permiten operar hasta profundidades de 11.000 m, pudiendo grabarse datos digitales, con anotaciones de hora, posición y escala. Esta ecosonda está destinada a la detección del fondo existente bajo el buque, aportando además información sobre la inclinación del mismo, su tipología, etc. La información es enviada al servidor del buque, que a su vez la envía al sistema de navegación.

4.1.5. Ecosonda Multihaz EM-302

La ecosonda EM 302 es una ecosonda multihaz de baja frecuencia que posee una gran resolución, alta velocidad de adquisición de datos, fiabilidad y facilidad de operación. Los usuarios del sistema EM 302 pueden completar las tareas de adquisición de datos mucho más rápido de lo que sería posible con un sistema monohaz y con una resolución superior.

La ecosonda multihaz EM 302 opera a una frecuencia de 30 KHz y proporciona una completa capacidad de «barrido» para profundidades de las plataformas someras, hasta algunas cuencas oceánicas no muy profundas con un máximo de 7.500 m. El modelo EM 302 instalado en el B/O permite emitir con aperturas de haz de 150° y 432 haces por disparo con una distancia angular de 1°, produciendo «barridos» del fondo marino de hasta 6,5 veces la profundidad.

El sistema está integrado por un conjunto de transductores para transmisión y otro para recepción. Una unidad de control y procesado o «transceiver unit» y una unidad de operador formada por un PC con discos duros accesorios, grabador de DVD y conexiones USB (Figura 4.3).

Todos estos datos, se graban en ficheros que se cierran al alcanzar un tamaño de 20 megabytes, en aguas medias y profundas y 30 megabytes en zonas de plataformas someras, y cuya duración en el tiempo varía en función de la profundidad en la que se esté trabajando. Por medio del programa de adquisición denominado, SIS, se realizan copias de seguridad diarias, y al finalizar la campaña se graban todos los datos en DVDs.

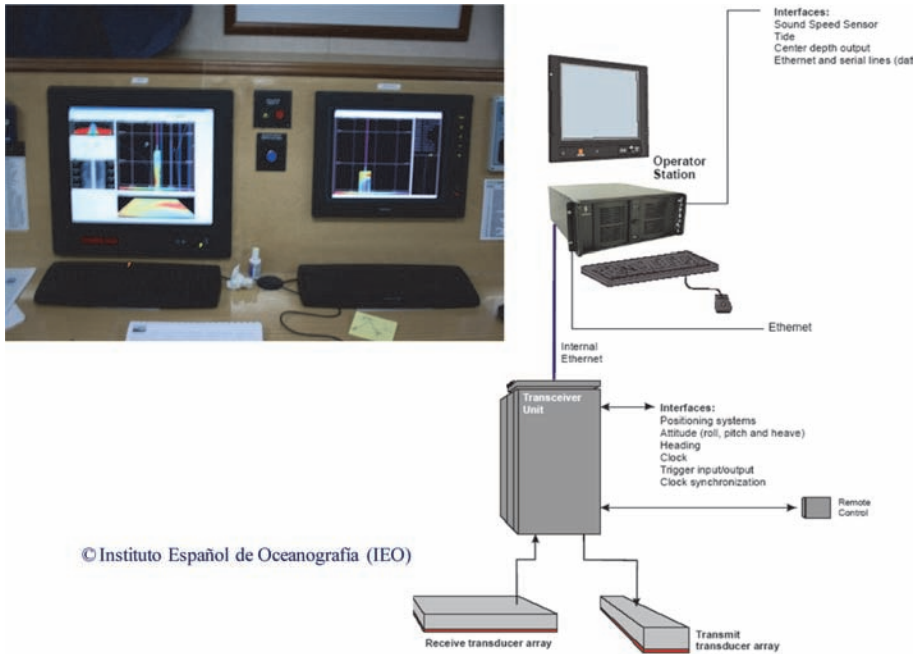


Figura 4.3. Unidades de ecosondas multihaz EM 302 y EM300 (SIS) e interfaces en el laboratorio de acústica del B/O Miguel Oliver.

4.1.6. Sistema de ecosonda paramétrica TOPAS PS 18

Como sistema de sismica de reflexión se utilizó la sonda paramétrica TOPAS PS 18, perteneciente al equipamiento científico del buque (Figura 4.4). Básicamente consiste en un transductor múltiple, direccional y electrónicamente compensado por la orientación instantánea de la plataforma, que emite pulsos de sonido en 2 frecuencias próximas, en la banda de 16 a 20 kHz. La transmisión simultánea de las 2 frecuencias próximas produce la formación de las señales que son suma y diferencia de ambas, la primera de las cuales se extingue rápidamente. La diferencia, sin embargo, está en el rango de 0,5 a 4 kHz, de manera que goza de excelentes propiedades de alcance y penetración en el subsuelo, beneficiándose además de las propiedades de directividad correspondientes a las frecuencias originales, dadas las dimensiones reducidas del transductor. La fuente paramétrica tiene la ventaja de generar una señal de baja frecuencia sin problemas en los lóbulos laterales. El haz estrecho también reduce la reverberación en la señal recibida y aumentando así la penetración.

El sistema puede operar con diferentes tipos de onda de la señal para obtener un rendimiento óptimo: normalmente se utilizan ondas de tipo Ricker para trabajos de muy alta resolución; pulsos tipo Chirp para trabajos de alta penetración en aguas profundas; y pulsos tipo CW se utilizan con banda estrecha, para trabajos de precisión.

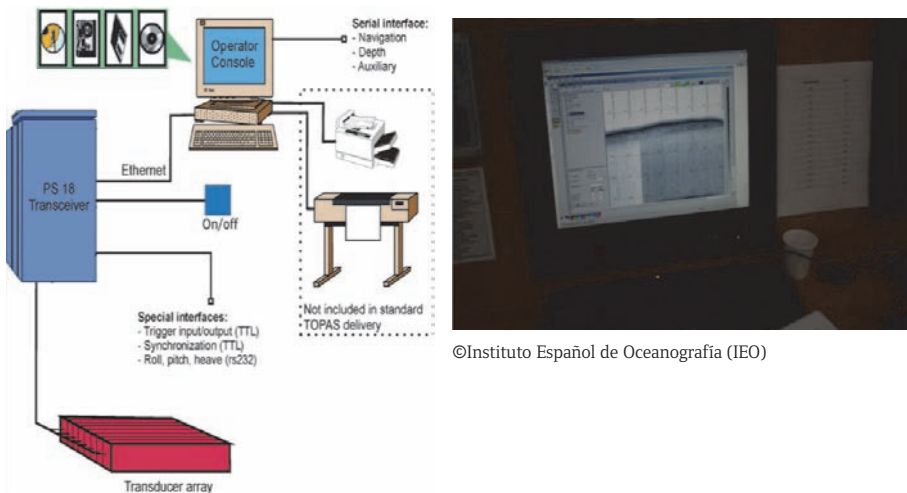


Figura 4.4. Sonda paramétrica TOPAS PS 18 en el laboratorio de acústica del B/O Miguel Oliver.

El haz transmitido, está estabilizado, por vía electrónica tanto para roll, pitch and heave. Para ello se utiliza la incorporación de datos desde una unidad de referencia vertical garantizando que el área insonificada del fondo marino se encuentra localizada con precisión. La penetración obtenida depende de las características del sedimento, la profundidad del agua, etc. Se han obtenido penetraciones de más de 150 metros en una profundidad del agua de 1.000 metros con una resolución general, de 30 cm o más.

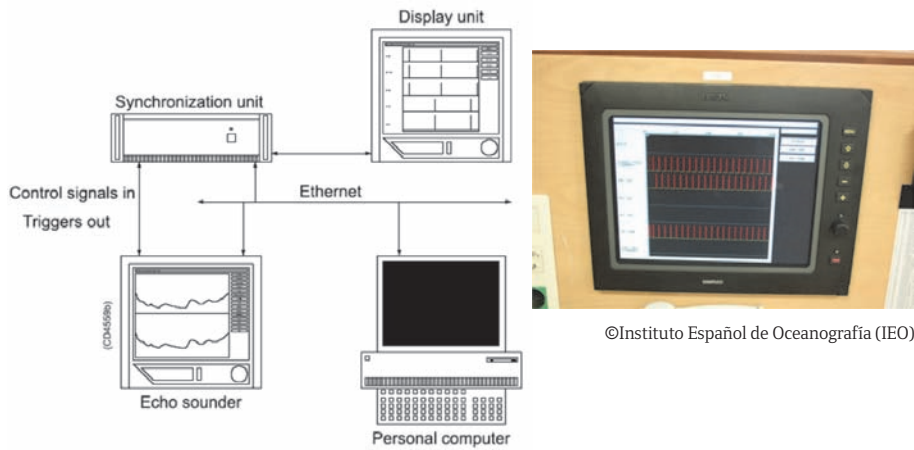
El sistema está compuesto por un transductor múltiple, unidad de transmisión/recepción y adquisición, dos unidades de amplificación y una consola de operación formada por un ordenador tipo PC, con grabador de DVD.

Los datos se almacenan en la consola de operación, en la cual se unen a los procedentes del Seapath, y de la ecosonda, proporcionando la localización exacta de los mismos. Todos estos datos se graban de forma digital en 2 tipos de ficheros uno de datos brutos y otro de datos procesados a los que se les han aplicado diversos filtros. Estos datos son posteriormente grabados en DVD's.

4.1.7. Unidad de sincronización acústica

Este sistema (Figura 4.5) permite la sincronización entre los diferentes equipos acústicos instalados en el barco. Su funcionamiento se basa en el control de los tiempos de emisión y escucha de los diferentes equipos en función de sus características particulares (frecuencia de emisión, longitud de pulso) y de los parámetros operacionales (tasa de disparo, profundidad, equipos conectados).

Dispone de un interface gráfico que permite el manejo a través de un teclado simple, proporcionando una fácil visualización de los equipos que están transmitiendo y en qué modo.



©Instituto Español de Oceanografía (IEO)

Figura 4.5. Unidad de sincronización acústica.

4.1.8. Sensor de Velocidad de Sonido SV Plus

El sensor de velocidad de sonido SVPlus de la marca Applied Microsystems LTD, es un instrumento autocontenido y multiparámetro, diseñado para adquirir medidas de velocidad de sonido en el agua, temperatura y presión. Su funcionamiento consiste en la emisión de un pulso que se transmite en el agua. Este pulso viaja por una distancia fija y calibrada hasta una placa reflectora y térmicamente estable que tiene un tiempo de respuesta 0. Cuando la señal vuelve al emisor, se mide el tiempo de viaje de la señal y se obtiene el tiempo de viaje de la señal. Con el tiempo y la distancia se calcula la velocidad del sonido de forma directa.

Este instrumento está preparado para grabar datos en función de diversos parámetros, según la programación que se le realice pudiendo tomarse datos por incrementos de profundidad, incrementos de tiempo y por incrementos de cambio en la velocidad del sonido. Para el arriado e izado de estos equipos se utiliza el torno hidrográfico del buque, siendo ayudado por el sistema de posicionamiento dinámico a fin de mantener la verticalidad del equipo.

4.1.9. Unidad de Inspección Remota Submarina (ROV)

Se utilizó el sistema de inspección remota submarina (ROV) de la marca Deep Ocean modelo Swordfish perteneciente a la SGP (Figura 4.6).

El vehículo submarino de inspección remota Deep Ocean modelo Swordfish, tiene las siguientes características técnicas:

- cámara principal con movimiento de 180°
- cámara de video auxiliar
- manipulador o brazo extensible
- dos cables umbilicales de 300 y 600 m de longitud
- sonar de obstáculos
- sistema acústico de posicionamiento subacuático de largo alcance y precisión métrica
- auto rumbo y auto profundidad
- sensor de presión
- compás electrónico

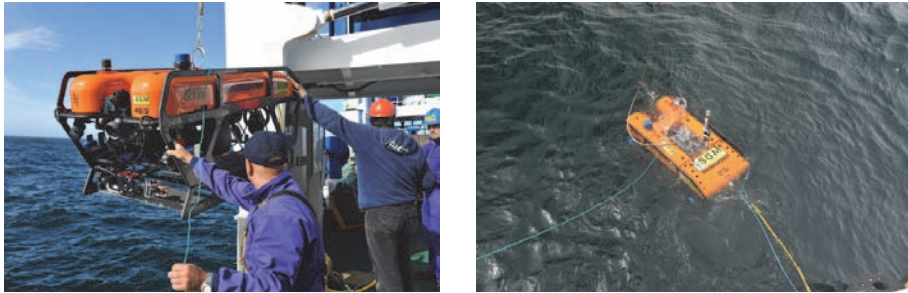


Figura 4.6. Sistema de inspección remota submarina (ROV) Deep Ocean Swordfish.

El ROV funciona accionado desde la superficie a través de su cable umbilical, por medio del cual recibe instrucciones y a través del cual emite imágenes que se ven en tiempo real en superficie. Estos datos son registrados en una unidad de control que se encuentra instalada en cubierta, donde además se incluyen los controles de situación del robot, control del brazo hidráulico y mandos de dirección y guía del vehículo (Figura 4.7). Igualmente se dispone de un grabador de DVD. El robot puede realizar inmersiones de varias horas.



Figura 4.7. Sala de control de operaciones del ROV, a bordo del B/O Miguel Oliver.

4.1.10. Cámara digital submarina

Para la obtención de fotografías digitales de alta resolución en las estaciones de muestreo seleccionadas, se utilizó un sistema diseñado para obtener fotografía submarina hasta un límite inferior máximo de 3.000 metros. Los elementos que constituyen el sistema fueron:

- Sistema fotográfico
- Sistema de iluminación
- Equipos auxiliares

El sistema fotográfico consta de un equipo digital controlado remotamente y montado en una estructura de acero inoxidable (Figura 4.8). La cámara utilizada fue una cámara Nikon D700. El sistema se montó con un intervalómetro programable y en posición totalmente cenital. Una cámara réflex digital de >12 Mpixel, modelo Nikon D700 con ópticas Nikkor intercambiables, caja estanca de aleación de aluminio fabricada por EMS con capacidad de operación hasta 4.000 m, frontal óptico intercambiable. Se empleó una óptica Nikkor 20 mm / f 2,8 con una focal prefijada y la cámara estaba equipada con un intervalómetro programado a cada minuto.

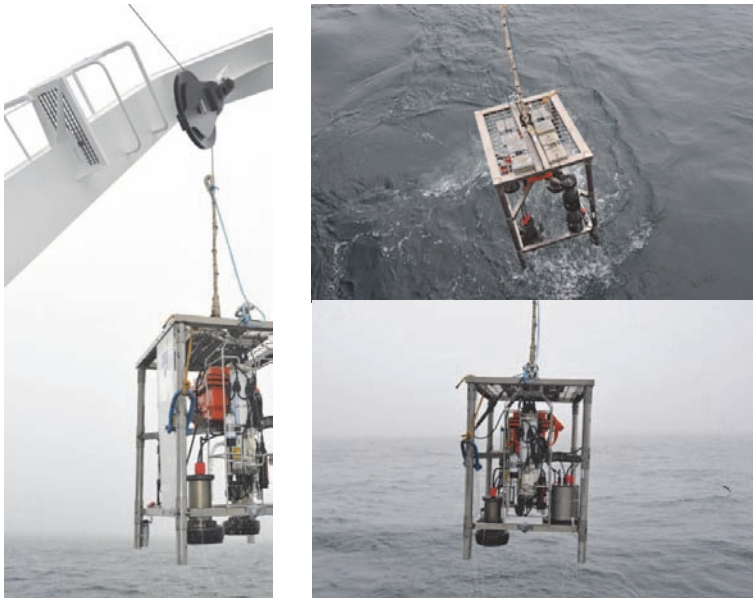


Figura 4.8. Sistema fotográfico digital para la realización de fotografías submarinas.

El **sistema de iluminación** lo formaban 2 flashes EMS-Subtronic DSF-2008 diseñados y fabricados por EMS, realizando la electrónica la firma alemana Subtronic. Se trata de flashes especialmente diseñados para la fotografía submarina, dotados con una potencia de 250Ws, un ángulo de cobertura de 116° según DIN 19011 y con un tiempo de reciclaje de 0,1 a 2,5 s.

Como **equipo auxiliar** y de apoyo a la operación del sistema se utilizó un equipo CTD SBE-911plus, equipado con sensores de Temperatura, Conductividad, Presión, Oxígeno Disuelto, Fluorescencia y Altimetro Sónar. El sistema permitía el «vuelo» de la cámara de forma controlada sobre el fondo con una precisión sub-métrica. El CTD funcionó en tiempo real con una frecuencia de muestreo de 24Hz, transmitiendo datos vía al cable electromecánico del buque a una unidad de cubierta SBE11plus a su vez conectada a un ordenador con un software de control y adquisición de datos.

Se han realizado un total de 1.451 fotografías de alta resolución en formato JPEG (media resolución de aproximadamente 6 Mb/foto) y NEF (alta resolución formato bruto de aproximadamente 15 Mb/foto). Las fotografías se realizaron en su mayoría en intervalos de típicamente 1 minuto, en ocasiones inicialmente de 2 minutos siempre a distancias medias sobre el fondo de un par de metros. En la última inmersión, se habilitaron 2 punteros laser rojos de 660nm/10mW, con una separación de 5cm y que se montaron alineados con la óptica de 20mm en el interior de la caja estanca.

4.2. Bentos

Para la recogida de muestras de fauna bentónica y sedimentos se han utilizado diversos equipos, incluyendo la draga *box corer*, la draga de roca y el colector de sedimentos fijado en el aparejo de pesca. El arte de pesca (tipo *LOFOTEN*) también se utilizó como un muestreador adicional para la recogida de muestras de bentos.

A pesar de que, desde el momento de la recolección de las muestras a bordo, se ha hecho un gran esfuerzo en la pre identificación de la fauna bentónica recolectada en la zona, y que se está estudiando igualmente las muestras de fondos blandos para conocer la composición sedimentaria para interrelacionar ambos campos, los trabajos taxonómicos de identificación, descripción y publicación de los resultados exigen un importante esfuerzo de medios y horas de científicos especializados dedicados a esta misión. Con todo ello, se han realizado hasta la fecha importantes avances que nos indican la importancia en lo que se refiere a abundancia, número de taxones, diversidad y composición específica de las comunidades bentónicas más someras y profundas. El equipo científico que desarrolla el presente proyecto es consciente de que todavía queda mucho por hacer en este sentido pero también que las investigaciones en curso de esta área casi desconocida del océano, especialmente en sus zonas más profundas, están dando sus primeros frutos.

Empleando una serie de modernas tecnologías a bordo del Buque Oceanográfico Miguel Oliver tales como las ecosondas multihaz, el empleo de muestreadores en profundidad, las unidades de inspección remota (ROV) o las cámaras fotográficas digitales, entre otras y también en los laboratorios como el uso del microscopio electrónico de barrido, se pretende encontrar respuestas a la estructura, función e importancia de los ecosistemas bentónicos profundos, con especial atención a aquellos que se pueden considerar como vulnerables en relación con las actividades pesqueras.

4.2.1. Draga MegaBox Corer

El *box corer* es un tipo de draga de muestreo cuantitativo ampliamente utilizado tanto para el estudio de los sedimentos no consolidados como para el estudio de los organismos que viven enterrados en el sedimento (infauna), tanto en aguas sublitorales como en plataforma, talud y grandes profundidades abisales (Gage y Tyler, 1991; Eleftheriou y McIntyre, 2005; Rumohr, 2009). Existen numerosos y diversos modelos de *box corer* según su diseño que está adaptado al tipo de estudio, al tipo de sedimento y a la profundidad (Reineck, 1963; Bouma y Marshall, 1964; Hessler y Jumars, 1974).

De una forma sencilla, el *box corer* utilizado principalmente en esta serie de campañas (*megabox corer* tipo USNEL; Hesser y Jumars, 1974; Figura 4.9-A) podemos definirlo como un muestreador cuantitativo de gran profundidad para el muestreo de infauna y sedimentos conservando la estructura vertical del mismo (muestra sin alterar) y cubriendo un área fija de superficie (0,25 m²), siendo este tamaño el apropiado para el estudio de este tipo de comunidades profundas donde la densidad de organismos infaunales es muy baja.

Estructuralmente, la *megabox corer* está formada por una estructura metálica muy robusta, desmontable, formada por una caja de acero inoxidable abierta en su base y unida en su parte superior a una columna muy pesada (interior relleno de plomo). También presenta un brazo metálico móvil acabado en una pala o cazoleta que, mediante un mecanismo accionado por un sistema de gatillos, cables y roldanas, permite la recolección de la muestra sin alterar cuando el *box corer* impacta con el fondo marino. Toda esta estructura está protegida por un armazón metálico muy resistente que va a ser el que amortigüe el impacto contra el sedimento. Para la extracción del *corer* con la muestra es necesaria la ayuda de un traspalé manual (Figura 4.9-B).

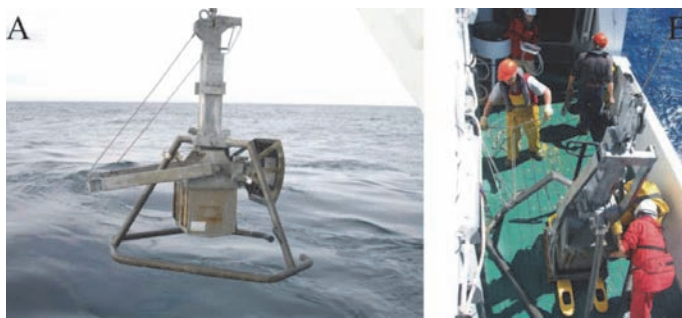


Figura 4.9. Draga *megabox corer*. **A.** Vista general de la draga. **B.** Transporte de la draga mediante traspalé manual.

La *megabox corer* se activa por colisión contra el fondo en caída rápida. En el momento del impacto se acciona una tapa que bloquea el cajetín de tal forma que recoge el sedimento que se encuentra atrapado bajo la draga. La muestra así obtenida es representativa del entorno que circunda el punto de muestreo. En algunas ocasiones el impacto contra el fondo puede deformar la caja (Figura 4.10A-E). Se emplea para tomar muestras de sedimentos blandos y semiconsolidados y para el estudio de las comunidades macroinfaunales en fondos blandos sedimentarios (Figura 4.11).

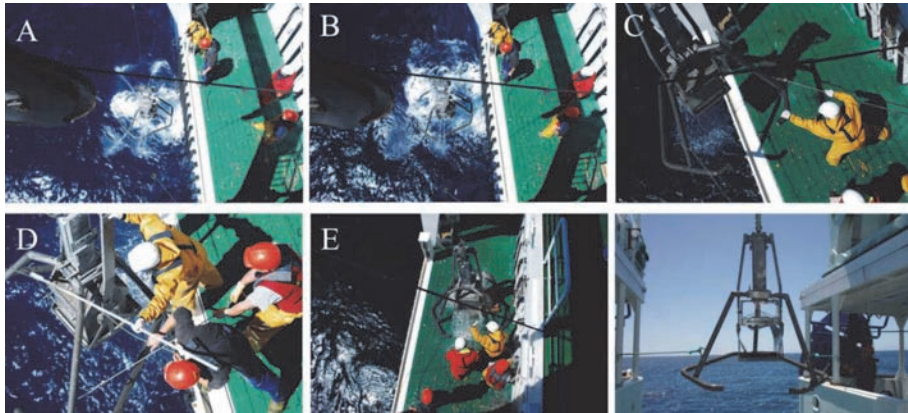


Figura 4.10. A-E. Maniobra de izado de la draga *megabox corer*. F. Deformación del cajón de recogida de sedimento.



Figura 4.11. Diferentes tipos sedimentarios obtenidos mediante la draga *megabox corer*.

En algunas estaciones fue necesario utilizar una pequeña draga *box corer*, tipo Bouma (Bouma y Marshall, 1964; Figura 4.12), cuyo mecanismo de actuación es igual al anteriormente descrito, pero con una superficie efectiva de muestreo de sólo 0,0175 m², con lo cual tuvieron que hacerse 5 réplicas (área mínima = 0,0875 m²): este tamaño de muestra se consideró adecuado para obtener una buena información de la composición y de la estructura de la comunidad, y está basado en un estudio de área mínima de muestreo realizado en otras zonas del Atlántico NE (Ría de A Coruña; López-Jamar y Mejuto, 1985).

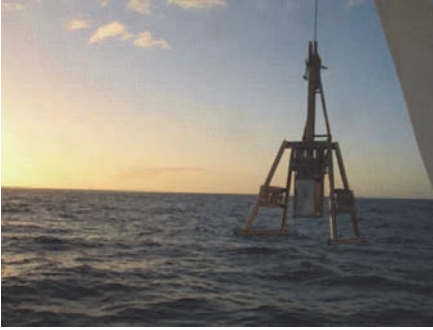


Figura 4.12. Draga *box corer*, tipo Bouma.

Durante las campañas en las que se utilizaban artes de pesca de arrastre (tipo LOFOTEN) también se utilizó un colector metálico acoplado a la red, generalmente en los calones, para recoger muestras de sedimentos. El colector es un robusto cilindro de acero inoxidable abierto en su extremo anterior y tapado posteriormente por una malla de 500 μm donde el sedimento queda retenido a la vez que el arte de pesca está arrastrando por el lecho marino (Figura 4.13). En algunas ocasiones, en el colector se recogieron especies bentónicas pertenecientes principalmente al Phylum Echinodermata. En cada campaña se ha tratado siempre de realizar un muestreo con *box corer* en cada sector y estrato de profundidad, seleccionándose las estaciones de muestreo donde se había confirmado previamente con otros métodos la presencia de tipos sedimentarios blandos.



Figura 4.13. Colector de sedimentos unido a la red LOFOTEN.

En cada estación se tomó una sola muestra (área mínima = 0,25 m^2) ya que el gran tamaño de la muestra se consideró adecuado para obtener una buena información de la composición y de la estructura de la comunidad infaunal, además de las características sedimentarias y otras variables ambientales. El desglose de cada muestra es el siguiente:

- 0,175 m^2 de sedimento para estudios faunísticos (en una superficie de 0,025 m^2 se realiza el estudio de la distribución vertical, a 5, 10, 15 y > de 15 cm de profundidad).
- 0,025 m^2 para estudios sedimentarios (granulometría y materia orgánica)

- 0,025 m² para el estudio del potencial Redox a varios niveles de profundidad (0, 3 y 6 cm) y la temperatura del sedimento
- 0,025 m² para estudios de la concentración de hidrocarburos y diversos metales pesados en el sedimento (Equipo de Contaminación Marina, C.O. de Vigo)

Las muestras para el estudio faunístico se tamizaron a bordo con una malla de 0,5 mm, y el material recogido en el primer tamiz se anestesió con cloruro magnésico y posteriormente se fijó con formol al 8% neutralizado con bórax y se almacenó debidamente (Figura 4.14G-I). El estudio de las muestras de infauna está en fase de estudio, en el laboratorio del Centro Oceanográfico de A Coruña. Las muestras para estudios sedimentológicos y de contaminación se congelaron a bordo hasta su posterior procesamiento en el laboratorio (Figura 4.14F).



Figura 4.14. Metodología empleada con las muestras procedentes de la draga *megabox corer*. **A.** Eliminación del agua superficial. **B.** Fotografiado de la superficie de la muestra. **C-E.** Medición de potencial Redox a diferentes profundidades. **F.** Toma de muestra para estudios sedimentarios, concentración de hidrocarburos y metales pesados. **G-H.** Tamizado de la muestra. **I.** Sección para estudios faunísticos.

El estudio del potencial Redox se realizó a bordo mediante un electrodo Redox combinado y un pHmetro portátil sobre *corers* de sedimento recién extraídos. Se hicieron medidas a tres niveles del sedimento: 0-1, 3-4 y 6-7 cm de profundidad. Los resultados se expresan como el valor medio de tres réplicas por nivel, en mV, con respecto al electrodo de referencia de Ag-AgCl (Figura 4.14C-E).

El análisis granulométrico del sedimento se realizó en el laboratorio del Centro Oceanográfico de A Coruña siguiendo el método recomendado por Buchanan (1984), que consiste en una combinación de tamizado en seco de la fracción gruesa ($> 62 \mu\text{m}$) y de sedimentación a 20°C de la fracción fina ($< 62 \mu\text{m}$) en columna de agua destilada. Para la distinción de los diferentes tipos sedimentarios se han seguido los criterios empleados por López-Jamar (1986), basados en la clasificación sedimentaria de Wentworth (Buchanan, 1984). Además, el sedimento también se clasificó según los porcentajes de arenas gruesas (fracción mayor de $500 \mu\text{m}$), arenas medias y finas (fracción comprendida entre 500 y $62 \mu\text{m}$) y fangos (fracción menor de $62 \mu\text{m}$). La selección del sedimento se clasificó de acuerdo con la tabla de Trask (1950).

El contenido de materia orgánica del sedimento, realizado también en los laboratorios del Centro Oceanográfico de A Coruña, 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. Esta determinación incluye todo el material incinerable, entre el que se encuentran los hidrocarburos. Para cada estación se realizaron 4 réplicas, tomándose el valor medio como representativo de esa estación. Este método ha sido muy utilizado en la estimación del contenido orgánico debido a la rapidez y utilidad a efectos comparativos, siendo una aceptable aproximación al valor total de la materia orgánica en el sedimento (López-Jamar y Mejuto, 1985; López-Jamar, 1986).

4.2.2. Draga de Roca

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 directos que permiten obtener datos sobre el suelo marino por medio de un contacto físico con él. Se emplean en zonas donde se prevé la existencia de afloramientos rocosos.

Las dragas de roca están formadas por una estructura metálica rectangular, unida a una red que va protegida por unas bases de cuero, goma o parpaya o una combinación de ambas (Figura 4.15A y B).

La draga empleada en las diferentes campañas del proyecto ATLANTIS, presentaba unas dimensiones de 0,8 m de ancho y 0,3 m de altura, con un tamaño de malla de 10,0 mm.

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 2 y 3 nudos. El uso de una cadena pesada delante de la draga está totalmente desaconsejado por el deterioro adicional que produce en la muestra.



Figura 4.15. Dragas de roca. **A.** Protegida por goma. **B.** Protegida por una combinación de goma y parpaya.

Este muestreo está dirigido al estudio de las comunidades epibentónicas de fondos rocosos y de las estructuras biogénicas (organismos bioconstructores) (Figura 4.16). Las estaciones de muestreo se seleccionaron previamente tras el estudio de los datos proporcionados por la sonda multihaz. Se procedió al muestreo de aquellas zonas donde se observó la posible presencia de fondos duros y/o de bioconstrucciones carbonatadas (arrecifes coralígenos de aguas frías). Se realizaron arrastres de una duración variable según la complejidad estructural de la zona.



Figura 4.16. Toma de muestras con la draga de roca. **A-B.** Fondos rocosos. **C.** Estructuras bioconstructoras.

El material recogido por la draga de roca se procesó a bordo, siendo el desglose de tareas el siguiente (Figura 4.17 y Figura 4.18):

- 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. En la campaña denominada Patagonia 01/08, cuando la muestra recogida por la draga fue muy grande, se procedió a realizar un submuestreo.
- Identificación: hasta el nivel taxonómico más bajo posible, para lo cual se utilizó la escasa bibliografía existente de dicha área geográfica.
- Contaje y pesado de cada taxón por separado, con una precisión de pesado al gramo.
- El material biológico seleccionado fue fotografiado, anestesiado, 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.



Figura 4.17. Selección de imágenes donde se aprecia el triado de las muestras recolectadas mediante la draga de roca y su posterior tamizado.



Figura 4.18. Identificación, fotografiado, fijación y conservación de invertebrados capturados con la draga de roca.

4.2.3. Arte de arrastre LOFOTEN

Este método de muestreo sólo se utilizó en las campañas de pesca y en el caso de las campañas de bentos, cuando no se hubieran localizado fondos rocosos o estructuras biogénicas susceptibles de ser muestreadas por la draga de roca. Su empleo y descripción se detalla en el apartado 4.3. El objetivo principal del muestreo fue el estudio de la megaepifauna invertebrada asociada a los fondos blandos susceptibles de ser arrastrables, con especial atención a los invertebrados vulnerables. Las dimensiones del arte empleado eran 31,20 m × 17,70 m y la medida de la malla del copo era de 35 mm.

4.2.4. Colector de sedimentos

Durante las campañas en las que se utilizaban artes de pesca de arrastre (tipo LOFOTEN) también se utilizó un colector metálico acoplado a la red, generalmente en los calones, para recoger muestras de sedimentos. El colector es un robusto cilindro de acero inoxidable abierto en su extremo anterior y tapado posteriormente por una malla de 500 μm donde el sedimento queda retenido a la vez que el arte de pesca está arrastrando por el lecho marino (Figura 4.19). En algunas ocasiones, en el colector se recogieron especies bentónicas pertenecientes principalmente al Phylum Echinodermata.



Figura 4.19. Colector de sedimentos utilizado en las campañas del B/O Miguel Oliver.

4.3. Pesca

Del total de campañas de investigación realizadas en la zona de estudio, con el objetivo principal de recopilar información acerca de la localización en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental de Ecosistemas Marinos Vulnerables, las denominadas ATLANTIS 2008, ATLANTIS 2009 y ATLANTIS 2010, incorporaron otro objetivo fundamental que fue el estudio de los stocks más importantes de peces demersales y cefalópodos distribuidos en el área de prospección.

Las campañas ATLANTIS (Del Río *et al*, 2008a; Del Río *et al*, 2008b; Del Río *et al*, 2009a; Del Río *et al*, 2009b; Del Río *et al*, 2010) se contemplan como el inicio de una serie histórica de campañas de investigación dirigidas a la evaluación de los recursos pesqueros, con los siguientes objetivos:

- i. evaluación del estado de los stocks más importantes de peces demersales y cefalópodos distribuidos en el área de estudio mediante la estimación de índices de abundancia y biomasa y el conocimiento de la estructura demográfica de las poblaciones.
- ii. identificación de los Ecosistemas Marinos Vulnerables mediante el estudio de las comunidades que componen la megafauna epibentónica.
- iii. cartografiado del fondo marino (ecosonda Multihaz EM-302) y realización de perfiles sísmicos (sistema TOPAS PS 18) para completar la batimetría en el área de estudio y buscar fondos apropiados para las pescas.
- iv. estudio de las condiciones oceanográficas en el área de trabajo (CTD) y el análisis de las interacciones de las actividades pesqueras con los VMEs, cetáceos, aves y tortugas marinas.

Para la consecución de los objetivos mencionados se concretaron las siguientes tareas:

- Prospeccionar el área correspondiente a las aguas internacionales de la Plataforma Patagónica entre los paralelos 44° y 48°S, exteriores a la Zona Económica Exclusiva de Argentina hasta la isóbata de 1.500 metros, mediante un muestreo aleatorio estratificado. En las campañas se programó la realización de pescas diurnas, entre las 06:00 y las 22:00 horas, con una duración de 30 minutos de arrastre utilizando un arte de arrastre tipo LOFOTEN. En la campaña del año 2010 se prospectó una nueva zona comprendida, aproximadamente, entre los grados de latitud 41°30' y 42°30'S, desde la ZEE de Argentina hasta profundidades de 1.000 metros.

- Realizar en cada pesca un muestreo biológico detallado de la captura para cada una de las especies objetivo de peces y cefalópodos, que incluyera talla, sexo y peso de cada ejemplar, y la recogida de otolitos y gónadas. Para las demás especies sólo se requirió el muestreo de tallas.
- Separación «de visu» y con la ayuda de los medios disponibles a bordo (lupa binocular y microscopio) de la captura correspondiente a la fauna invertebrada para su clasificación en los taxones de menor rango posibles. Registro del peso y recogida muestras para su posterior análisis en el laboratorio.
- Observar las condiciones oceanográficas mediante el uso de un CTD.
- Registro de los avistamientos de cetáceos, aves marinas y tortugas.
- Analizar la granulometría y el contenido de materia orgánica del sedimento mediante la instalación de un colector de red.

Las especies objetivo de estas campañas fueron:

- merluza común (*Merluccius hubbsi*)
- merluza austral (*Merluccius australis*)
- calamar patagónico (*Loligo gahi*)
- pota argentina (*Illex argentinus*)
- rosada (*Genypterus blacodes*)
- merluza de cola (*Macruronus magellanicus*)
- merluza negra, róbalo (*Dissostichus eleginoides*)
- polaca (*Micromesistius australis*)
- bertorella (*Salilota australis*)
- marujito (*Patagonotothen ramsayi*)
- granaderos (*Macrourus carinatus* y *Macrourus holotrachys*)

La campaña de investigación ATLANTIS 2008 fue realizada entre el 12 de marzo y el 15 de abril de 2008, la campaña ATLANTIS 2009 tuvo lugar entre el 27 de febrero y el 29 de marzo de 2009 y, por último, la campaña ATLANTIS 2010 se realizó entre el 6 de marzo y el 7 de abril (Figura 4.20).

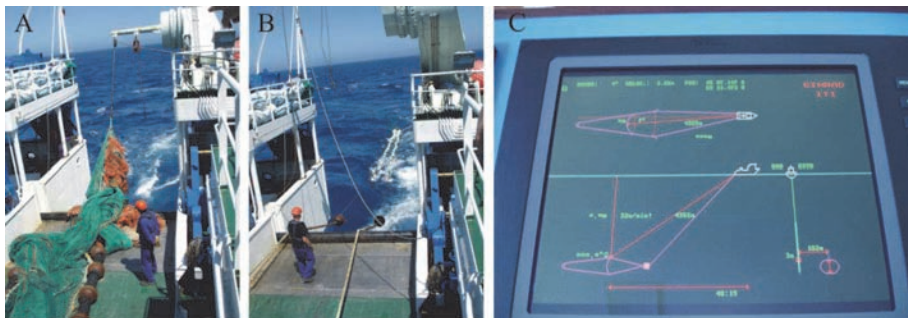


Figura 4.20. A-B. Largado del arte. C. Control de la maniobra desde el puente.

Las campañas siguieron el modelo de prospección estratificada aleatoria (Del Río y Vilela, 2008; 2009; 2010). El área de estudio se dividió en 13 estratos batimétricos (Figura 4.21), que a su vez fueron subdivididos en cuadrículas con una superficie aproximada de 5 mn², resultando un total de 2.571 y 2.608 cuadrículas en las campañas de 2008 y 2009 respectivamente, que se corresponden con las posibles pescas.

El número de pescas previstas por estrato se determinó manteniendo la proporcionalidad con el número de rectángulos en cada estrato y garantizando un mínimo de dos pescas por estrato. La elección de los diferentes lances a efectuar por estrato entre todos los posibles se realizó en un sorteo de dos etapas, inicialmente fueron sorteados los rectángulos para, a continuación, sortear las cuadrículas correspondientes a esos rectángulos seleccionados inicialmente. Por último, las cuadrículas seleccionadas se corresponden con las pescas a realizar. En la Tabla 4.1 se presentan las características técnicas de la prospección de fondo, barco y arte empleado.

Las pescas se realizaron con presencia de luz diurna. A continuación, en el ocaso, comenzaban los trabajos de reconocimiento del fondo marino dirigidos a la identificación de las posiciones de las pescas del día siguiente, utilizando la ecosonda Multihaz EM-302, y se realizaban los perfiles sísmicos oportunos mediante el perfilador de sedimentos de alta resolución (TOPAS PS 18), que eran examinados antes del amanecer para decidir, en función del tipo y/o orografía del fondo, si las pescas eran mantenidas en su posición prevista o eran reubicadas a otras posiciones del mismo estrato con fondos más adecuados para realizar el arrastre.

En general, las pescas pudieron ser realizadas en la posición aleatoria definida inicialmente, sobre todo las programadas en la plataforma continental (<200 m) y en la zona del talud hasta los 500 m de profundidad. Sin embargo, en profundidades superiores a 500 m tuvieron que ser movidas algunas de las pescas de su posición inicial por la presencia de fondos no adecuados para realizar los arrastres, debido fundamentalmente a la presencia de una red de canales y cárcavas submarinas muy desarrolladas, sobre todo en los estratos 12 y 13.

El estrato 7 prácticamente no pudo ser prospectado debido a la presencia de fondos rocosos no aptos para el arrastre de fondo. Es por ello que se desestimó la prospección en este estrato ante la posibilidad real de producir daños importantes en el arte por la presencia de fondos duros y la falta de tiempo para la búsqueda de zonas donde estos pudieran ser realizados con un mínimo de garantías.

En la campaña ATLANTIS 2010, el área de estudio fue modificada debido a la presencia de organismos vulnerables cuya identificación y descripción se efectuó en campañas previas. Para proteger las zonas donde se han detectado esos organismos, el área de estudio y el plan de pescas se modificaron, de tal forma que la prospección en 2010 solo se realizó hasta la isóbata de los 1.000 m. Además se añadió una nueva zona a prospectar comprendida entre los grados de latitud 41°30' y 42°30'S, desde la ZEE de Argentina hasta profundidades de 1.000 metros. Ambas zonas de prospección incluyen el área de actuación de la flota española de arrastre de fondo que faena en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental.

Todos los individuos de peces demersales y cefalópodos capturados durante la campaña fueron muestreados. Cuando las capturas fueron superiores a 50 kg/pesca se seleccionó una muestra al azar para su estudio.

Procedimiento	Especificación
Barco	B/O Miguel Oliver
Arqueo	2495 GT
Motor propulsor	2 × 1.000 kW
Diesel-generadores	4 × 850 kW
Eslora total	70 m
Manga	14,40 m
Área a prospectar	aguas internacionales Plataforma Patagónica (fondos < 1.500 m)
Velocidad objetivo en arrastre	3,5 nudos
Duración de cada pesca	30 minutos $t = 32 + \text{prof (m)}/100$ t (minutos efectivos de pesca) = entre «firmes» y «virando»
Arte de pesca	LOFOTEN
corcho/burlón	31,20 / 17,70 m
armadura	19 bolos de acero de 35 cm
flotadores	20 de 24 cm (boca) + 15 de 24 cm (alas)
vientos	8 m (16 mm en el corcho y 18 mm en el plomo)
apertura vertical	3,5 m
calón	tipo campana de 45 cm
malleta	200 m, semialambrada de 50 mm
puertas de arrastre	1300 kg, POLY-ICE Concord V 4,0
diámetro cable filado	20 mm
longitud del cable filado	10 * profundidad (m) ^{0,775}
tamaño de malla en copo	35 mm
Tipo de muestreo	aleatorio estratificado
Método de selección de pescas	aleatorio
Criterio seguido para cambiar la posición de una pesca	existencia de fondos inadecuados para el arrastre de fondo según información del cartografiado del fondo y la pesca comercial
Criterios para rechazar pescas	<ul style="list-style-type: none"> • enganche en el fondo • roturas importantes del arte o en el copo • menos de 20 minutos de arrastre • mal funcionamiento del arte
Período diario de pesca	06:00 a 22:00 horas
Especies que se muestrean	todos los peces demersales y cefalópodos; invertebrados marinos

Tabla 4.1. Datos técnicos de la prospección de fondo, barco y arte empleado.

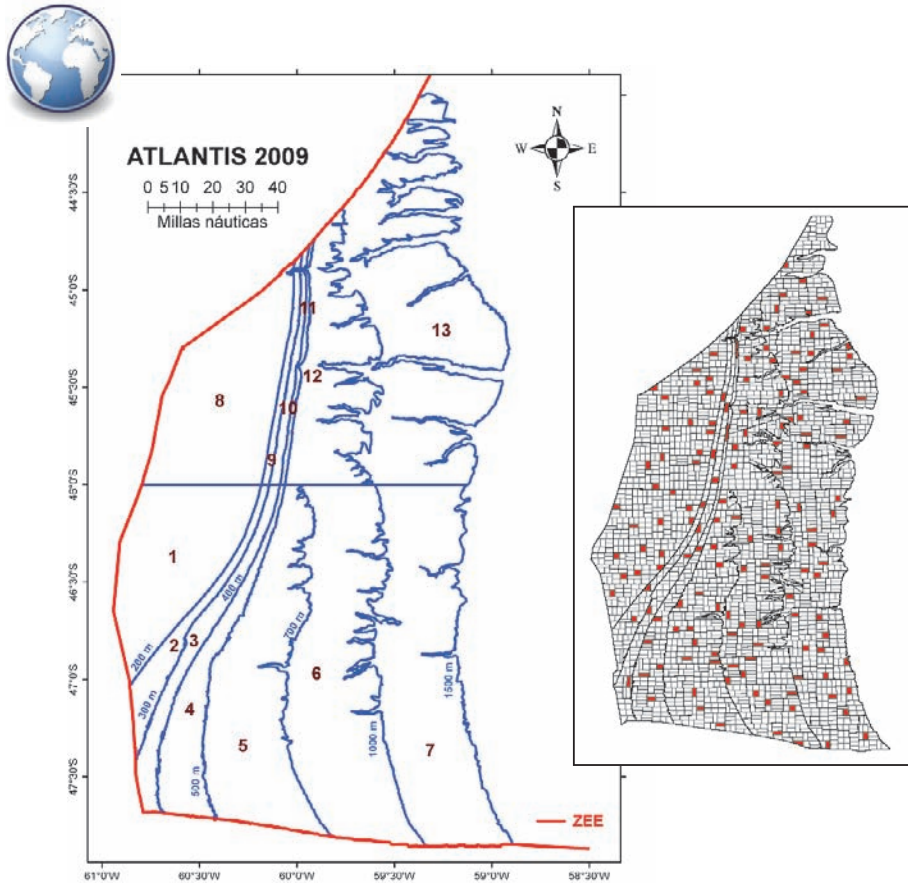


Figura 4.21. Batimetría y estratificación del área de estudio. El recuadro lateral derecho indica las cuadrículas seleccionadas al azar (rojo) para realizar las pescas.

Asimismo, se efectuó el muestreo de los organismos bentónicos capturados, realizando a bordo la separación e identificación preliminar en los taxones de menor rango posible con los medios disponibles a bordo. Se fijaron y conservaron muestras de todos los taxones con la metodología propia para cada grupo zoológico, para su posterior estudio taxonómico completo en el laboratorio.

4.4. Hidrografía

Las estaciones hidrográficas se realizaron con un CTD Seabird 25, distribuyéndose a lo largo de todo el área muestreada y coincidentes con los lances de pesca. La mayoría de los muestreos alcanzaron los 500 m de profundidad, y en menor proporción se muestreó la columna de agua completa, procurando cubrir uniformemente el área en estudio.

El CTD se atemperó en cada estación alrededor de los 5 m de profundidad durante 3 min con el fin de estabilizar los sensores; posteriormente se viraba hasta la superficie para iniciar el perfil y se arriaba a una velocidad constante de 60 m/min. El SBE25 trabajó en modo auto-contenido utilizando una frecuencia de muestreo de 8 scans/s, guardando la información en memoria. Posteriormente se extrajo la información y se procesó con el software suministrado por el fabricante, convirtiendo la información almacenada en datos con sentido físico, de acuerdo con la calibración instrumental.

El CTD se atemperó en cada estación alrededor de los 5 metros de profundidad durante 3 min con el fin de estabilizar los sensores (Tabla 4.2). Posteriormente se viraba hasta la superficie para iniciar el perfil y se arriaba a una velocidad constante de 60 m/min. El SBE 25 trabajó en modo auto-contenido utilizando una frecuencia de muestreo de 8 scans/s, guardando la información en memoria. Posteriormente se extrajo la información y se procesó con el software suministrado por el fabricante, convirtiendo la información almacenada en datos con sentido físico, de acuerdo con la calibración instrumental.

CTD SBE 25-01		Archivo de Configuración: 0333Mayo.con			
Sensores SeaBird					
Presión	Mod. 29	N° Serie	290480	Últ. Cal.	29/03/2007
Temperatura	Mod. 3-F	N° Serie	034210	Últ. Cal.	30/03/2007
Conductividad	Mod. 4-C	N° Serie	042713	Últ. Cal.	30/03/2007
Oxígeno	Mod. 43	N° Serie	43048	Últ. Cal.	02/05/2007
Ph	Mod. 18-IN	N° Serie	180453	Últ. Cal.	02/05/2007
Otros sensores					
PAR	Mod. QSP2200PD	N° Serie	20160	Últ. Cal.	19/04/2007
Fluorómetro	Sin identificar				

Tabla 4.2. Ejemplo de información instrumental utilizado en los trabajos de hidrografía (Patagonia 10/08).

De forma complementaria y para obtener una climatología de la zona que permita comparar los resultados, se ha realizado un estudio retrospectivo de los datos oceanográficos en la zona de estudio. Para ello se ha utilizado la información proporcionada por la base de datos NCEP-GODAS del US National Weather Service NCEP (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GODAS>), y en particular las variables mensuales de temperatura, salinidad y componentes de la corriente del periodo que va desde 1980 a 2010.

Los datos fueron analizados y procesados con el programa Matlab. Se analizó el ciclo estacional de las variables mencionadas a 10 y 500 m de profundidad, así como el ciclo estacional promedio de todo el área de estudio superponiendo la serie temporal desestacionalizada para poder determinar la variabilidad temporal y posibles tendencias.

Como método de interpolación/estimación se utilizó el análisis objetivo (AO). El análisis objetivo (AO) es un procedimiento de estimación comúnmente utilizado en oceanografía y su desarrollo ha sido paralelo al desarrollo de los ordenadores que permiten hacer grandes cálculos. Como referencias, los primeros ejemplos corresponden a Bretherton *et al.*, (1976), Freeland y Gould (1976), Hiller y Kase (1983) o Bennet (1992), entre otros.

Lo más común es hacer estimación lineal mediante ajuste por mínimos cuadrados, lo que se conoce como suavizado de Gauss-Markov. Partiendo de datos distribuidos no uniformemente, se obtienen valores estimados en una cuadrícula, y de esta forma se tiene el mapa. La base de este desarrollo es el teorema de Gauss-Markov (Gandia, 1965) que proporciona una forma sistemática de producir mapas en rejilla, utilizando la función de covarianza del campo de datos observados. El suavizado de Gauss-Markov es óptimo en el sentido en que minimiza el error cuadrático medio entre las observaciones y las estimaciones.

Como el estimador utilizado es lineal y consiste en una suma ponderada de todas las observaciones dentro de un rango para cada punto de la rejilla, el AO produce mapas que suavizan las características del campo original. Esto es, si un punto observado coincide con un punto de la rejilla, el valor observado y el interpolado probablemente no sean iguales debido a la presencia de ruido en los datos. El grado de suavizado viene determinado por las características de la señal y el error de las funciones de covarianza.

4.5. Análisis contaminantes sedimento

Los estudios de metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) en sedimentos de la zona permiten conocer los valores existentes en el área objeto de estudio. Las muestras fueron recogidas en los muestreos realizados por el «Grupo de sedimentos e infauna» con draga *box corer* (Figura 4.12). Corresponden a la primera capa de sedimento sin contacto con la pared metálica de la draga y las muestras se congelaron a bordo en recipientes de aluminio. Posteriormente, en el C.O. de Vigo, se liofilizaron, homogenizaron y tamizaron con malla de 2 mm ya que se analiza la fracción total del sedimento (Fracción < 2 mm).

La metodología analítica utilizada para la determinación de todos los metales, excepto el mercurio, consistió en una digestión total de la muestra empleando ácido fluorhídrico y agua regia, en reactores de teflón a presión y en horno microondas. Posteriormente se procedió a la neutralización del exceso de fluorhídrico con ácido bórico. La determinación final se llevó a cabo por espectrofotometría de absorción atómica con llama o cámara de grafito con corrector Zeeman.

El contenido de mercurio total en las muestras se cuantificó con la técnica de vapor frío automatizada mediante el sistema FIAS, previa mineralización de los sedimentos con ácido nítrico.

El método analítico empleado para la determinación de PAHs en sedimentos consiste en una serie de etapas consecutivas. Inicialmente el sedimento previamente liofilizado y tamizado se extrae en Soxhlet con mezcla acetona: hexano (1:3). La limpieza del extracto se realiza con alúmina desactivada al 10% y virutas de cobre para eliminar el azufre.

La técnica seleccionada para el análisis fue la Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) con detector de fluorescencia de longitud de onda programable. Como eluyente se utiliza gradiente de metanol: agua y para la cuantificación se utilizó 2-Metil-Criseno como patrón interno.

El laboratorio tiene establecido un riguroso sistema de Control de Calidad para garantizar la fiabilidad de los resultados que genera. Todo el trabajo de muestreo y analítico se realiza siempre bajo estas condiciones, lo que implica el uso frecuente de Materiales de Referencia Certificados y la participación regular en Ejercicios de Intercalibración internacionales, obteniendo siempre resultados muy satisfactorios.

4.6. Almacenamiento de datos geográficos y científicos

El conjunto de datos procedentes de las campañas oceanográficas en el marco del Proyecto ATLANTIS se integraron en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, por sus siglas en inglés) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñado para capturar, almacenar, manipular y analizar la información *geográficamente referenciada* con el fin de ayudar a resolver problemas de distinta naturaleza. En la actualidad la tecnología SIG se utiliza como sistema de apoyo a la investigación científica.

El equipo científico participante en el estudio ha elegido el GIS de ESRI denominado ArcGIS, para almacenar la información recogida en las campañas y la información resultante de los estudios geológicos y biológicos. De esta forma toda la información está disponible para su explotación y consulta.

La información almacenada en el GIS se puede clasificar en tres tipos:

1. Información general:
 - Metadatos (campaña, nombre del B/O, jefe de campaña, tipo de campaña...)
 - Modelo digital del terreno de las áreas prospectadas.
 - Isóbatas.
 - Líneas de navegación.
2. Información geológica:
 - Muestras (dragas de roca, dragas shipeck, box corer, CTDs, SVPs...)
 - Interpretación de calidad de fondos.
 - Interpretación geomorfológica.
 - Perfiles sísmicos.
 - Reflectividad.
 - Metadatos asociados a las capas anteriores.
3. Información biológica:
 - Posiciones de lances.
 - Muestras de taxones.
 - Metadatos (arte utilizado, volumen de capturas realizadas, índice de abundancia de una especie...)

Dependiendo de la naturaleza de los datos, el formato interno de almacenamiento es:

- Raster, formato matricial que almacena un valor numérico asociado a una unidad de superficie situada en el espacio (modelos digitales).

- Vectorial, permite representar entidades geográficas (curvas batimétricas, líneas de navegación, puntos donde se han realizado muestreos, etc).
- Metadatos, es información numérica, alfanumérica e imágenes, asociadas a una entidad georeferenciada.

El diagrama adjunto representa, como entrada, la información digital obtenida a partir de los datos adquiridos en la campaña y los datos digitales procedentes de las interpretaciones y análisis científicos realizados en el laboratorio (Figura 4.22). La base de datos geográfica del GIS que almacena toda la información se denomina geodatabase, toda la información contenida en la base de datos está georeferenciada, es decir, está referida a un sistema de proyección. Para la explotación de datos marinos generalmente se utiliza la proyección Mercator.

A partir las herramientas que incorpora el GIS es posible realizar consultas y generar diferentes salidas como son: cartas náuticas, generar mapas temáticos y realizar vuelos virtuales sobre los fondos prospectados.

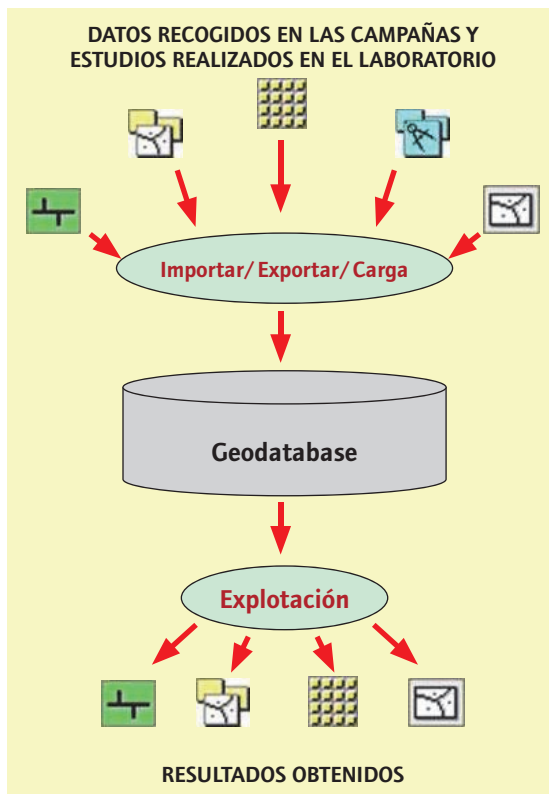


Figura 4.22. Esquema del Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizado para el tratamiento y análisis de la información georeferenciada recogida en las campañas de investigación realizadas a bordo del B/O Miguel Oliver.

En el caso concreto de los datos de hidrografía obtenidos en estas campañas, se incorporan a la base de datos oceanográficos del IEO (CEDO) una vez validados convenientemente. Esta base de datos está vinculada a otras bases de datos nacionales e internacionales así como a proyectos europeos de gran envergadura en la gestión de datos como SEADATANET o EMODNET. De esta forma se garantizan todas las salvaguardas respecto a la protección de la autoría y propiedad de los datos (generación de metadatos siguiendo estándares internacionales), a la vez que facilitan el acceso a los mismos, cuando se cumplen las condiciones debidas, a través de los canales ya existentes. La voluntad de permanencia en el tiempo del CEDO así como de los desarrollos de este tipo de proyectos y su amplia cobertura internacional aseguran que los datos almacenados de esta manera serán accesibles en tiempos futuros, ampliando así las posibilidades de reutilización de la información y la importancia del estudio realizado.

4.7. Metodología para la realización de los Mapas EMVs

El objetivo principal de este estudio es la identificación y descripción de los posibles organismos vulnerables que pudieran existir en el área de estudio, incluyendo la propuesta de posibles zonas de protección y las pertinentes medidas de gestión. Para la realización de los mapas con la propuesta de zonas marinas a proteger se ha partido de dos tipos de criterios:

- criterios biológicos en los que se han estudiado los grupos de organismos considerados como vulnerables por diferentes organismos internacionales como OSPAR, FAO, ONU, etc;
- criterios geomorfológicos que han tenido en cuenta los elementos topográficos, hidrofísicos o geológicos, incluyendo estructuras geológicas frágiles, tales como cañones, cáravas, escapes de fluidos, volcanes de fango, etc.

Los datos de partida para la elaboración de los mapas siguiendo los criterios biológicos, proceden de posiciones georeferenciadas de largada de los lances de pesca con presencia en la captura de organismos considerados vulnerables, y cuya captura superó los límites establecidos como captura mínima de referencia para la propuesta de áreas con Ecosistemas Marinos Vulnerables EMVs (Tabla 4.3). Cada posición representa un lance completo.

	Peso (gr)	%
Pennatulacea	1889	80
Gorgonacea	288	82
<i>Bathelia candida</i>	PRESENCIA	–
Stylasteridae	104	75
Hidrozoa	105	96,5
Rhodaliidae	1830	75
Alcyonacea	120	90
Porifera hexactinellida	2258	65
Porifera demospongidae	8035	90
Esponjas carnívoras	PRESENCIA	–

Tabla 4.3. Captura mínima de referencia para los distintos organismos vulnerables.

Los límites establecidos como captura mínima de referencia fueron acordados por los investigadores del equipo de bentos participante en el estudio, siguiendo criterios utilizados en anteriores Grupos de Trabajo de la NAFO y OSPAR así como las recomendaciones de la Consulta

Técnica sobre las Directrices Internacionales para la Ordenación de las Pesquerías de Aguas Profundas en Alta Mar (FAO, 2008).

Además se dispuso de una segunda capa comprendida dentro de la aplicación de los criterios biológicos para la definición de posibles zonas de protección, consistente en las posiciones georeferenciadas las dragas de roca con resultados significativos sobre la presencia de organismos vulnerables.

Para la aplicación de los criterios geomorfológicos, se dispuso de una tercera capa con los accidentes geomorfológicos relevantes que deberían ser protegidos, según los organismos internacionales citados y que fueron determinados previamente por el equipo de geología.

Las tres capas, lances y dragas de roca con presencia de organismos vulnerables o sensibles y la capa con accidentes geomorfológicos que pudieran respaldar la existencia de los grupos o comunidades de especies vulnerables o sensibles, se han representado en ArcGis 9.3 utilizando una proyección Mercator (Datum WGS_84).

La posición de los lances con una captura significativa de organismos vulnerables representa en los mapas utilizando la posición de largada y se considera en torno a cada punto una región de 2 millas náuticas de radio de protección. Se considera esta región como de alta probabilidad de presencia de EMVs.

Los muestreos realizados con la draga de roca se representan en los mapas únicamente señalando su posición indicando la presencia de los organismos considerando vulnerables.

No se precisa la creación de ningún área de protección en torno a los megahábitats geomorfológicos o geológicos.

La función de cada área de protección es la siguiente:

Zona con presencia de EMVs:

En el caso de las posiciones de lances con presencia de organismos vulnerables se trata de lances de media hora de arrastre a una velocidad media de 3 millas náuticas. Por ello se considera la posición del lance como de presencia de Ecosistema Marino Vulnerable (EMV) y se establece una zona de protección de 2 millas náuticas de protección.

Regiones de protección: Son áreas extensas delimitadas por líneas simplificadas que establecen los límites de protección de EMVs. Estas regiones engloban todas las zonas con presencia de organismos vulnerables y en la medida de lo posible tratan de englobar las zonas de protección y zonas precautorias que actúan como enlace entre otras zonas de protección o por motivos de sencillez de trazos.

Con estos criterios se han creado un total de 9 regiones de protección. Se propone una primera gran área de protección (14.038 mn²) correspondiente a zonas con presencia de cañones submarinos, volcanes de fango, escape de fluidos, afloramientos rocosos y con presencia de organismos vulnerables, a continuación, en la plataforma continental existen dos pequeñas regiones, denominadas «A Pistola» (99,5 mn²) y «O Caixón» (67,9 mn²) y otras 6 regiones más, situadas en el tercio norte de la zona estudiada, definidas por la presencia de cañones submarinos y de comunidades bentónicas vulnerables (1.765,4 mn²). En total estas 9 zonas propuestas de protección constituyen 15.970,8 mn² y en las secciones 6 y 7 del libro se amplía la descripción de las zonas de protección y regiones de protección, delimitadas en base a criterios Geológicos, Geomorfológicos y Biológicos, incluyendo los mapas correspondientes.

Capítulo 5. Principales resultados

5.1. Geomorfología

5.1.1. Marco geográfico y geológico

5.1.1.1. Plataforma continental

5.1.1.2. Talud continental

5.1.1.3. Talud continental superior

5.1.1.4. Talud continental medio

5.1.1.5. Corrientes de fondo y depósitos sedimentarios

5.1.1.6. Cráteres de escape de fluidos (Pockmarks)

5.1.1.7. Volcanes de fango

5.1.1.8. Arrecifes de origen biogénico

5.1.1.9. Cañones, cárcavas y barrancos

5.2. Bentos

5.2.1. Sedimentos

5.2.2. Infauna

5.2.3. Epifauna

5.2.3.1. Presencia de hábitats destacados

5.2.3.1.1. Campos de esponjas

5.2.3.1.2. Corales de aguas frías

5.2.3.1.3. Jardines de corales blandos

5.2.3.1.4. Zonas rocosas de alta biodiversidad

5.3. Pesca

5.3.1. Campañas de evaluación pesquera

5.3.1.1. Granadero (*Macrourus carinatus*)

5.3.1.2. Marujito (*Patagonotothen ramsayi*)

5.3.1.3. Merluza común (*Merluccius hubbsi*)

5.3.1.4. Pota argentina (*Illex argentinus*)

5.3.1.5. Calamar patagónico (*Loligo gahi*)

5.3.1.6. Especies marinas vulnerables

5.3.2. Acciones Piloto de Pesca Experimental

5.4. Hidrografía

5.4.1. Serie histórica

5.4.1.1. Ciclo estacional

5.4.1.2. Variabilidad temporal

5.4.2. Campañas

5.4.2.1. Masas de agua

5.4.2.2. Mapas estacionales de temperatura y salinidad

5.5. Análisis contaminantes sedimento

Durante los 347 días efectivos de mar de las 13 campañas del proyecto ATLANTIS se ha prospectado una zona muy extensa del fondo marino que comprende una superficie total de 59.105 km² en los que, desde las zonas más someras a las más profundas, la orografía es muy cambiante así como las condiciones ambientales, los tipos de sustratos, sedimentos y factores físico-químicos, sobre todo las corrientes. Esto condiciona que los tipos de ecosistemas y de hábitats, van a ser muy diversos y consecuentemente las especies que los pueblan serán igualmente muy diferentes adaptadas a los rangos ecológicos, en ocasiones muy estrechos, en los que pueden vivir.

A medida que se va obteniendo información sobre la identificación de las muestras en el laboratorio se va integrando e interpretando con la información que proporcionan los análisis geológicos de la zona. Se ha prospectado una superficie total de 59.105 km² y se han realizado 91.905 km de perfiles geofísicos.

La integración de toda esta información se utilizará para la realización de dos tesis doctorales que están ya en curso; se han presentado hasta la fecha varias comunicaciones científicas en congresos de investigación internacionales. Asimismo hay varios trabajos aceptados para su publicación en revistas científicas de carácter internacional y que tratan sobre diversas disciplinas: aspectos geomorfológicos y estratigráficos, distribución cefalópodos, descripción de especies de esponjas nuevas para la ciencia, etc.

El volumen de datos de campo recogidos sobre aspectos tan diferentes como la hidrografía, geomorfología, infauna, epifauna o pesca nos permite ser muy optimistas en cuanto a que el retorno científico de este proyecto va a ser muy importante y los trabajos, publicaciones, comunicaciones científicas e informes por el desconocimiento existente sobre la zona y por las técnicas de estudio empleadas, servirán de referencia para posteriores estudios en la zona del Atlántico Suroccidental.

5.1. Geomorfología

5.1.1. Marco geográfico y geológico

El área del margen patagónico estudiado en las campañas Patagonia 11/07, 12/07, 01/08, 02/08, 10/08, 11/08, 12/08, 02/09 y 02/10 se extiende desde 47°51'S al 41°50'S y desde una profundidad de 128 m en la plataforma externa hasta más de 1940 m en el talud medio. El mapa batimétrico y el modelo digital del terreno (MDT) de la Figura 5.1 muestran su morfología.

Hidrografía

La sedimentación y geomorfología de la plataforma externa y talud continental del margen continental argentino están fuertemente influenciadas por la corriente de Malvinas en profundidades inferiores a 2.500 metros. La corriente de Malvinas se genera como una rama de la Corriente Circumpolar Antártica (CCA) y discurre hacia el NE a lo largo del margen argentino (Legeckis y Gordon, 1982). Cuando la CCA alcanza el talud sur de las Islas Malvinas, se divide en dos ramas que circunvalan las islas, siendo de mayor intensidad la rama oriental. La corriente frente a la Patagonia Argentina tiene unos 100 km de ancho y su límite oeste corre paralelo a la isóbata de 200 m. La corriente de Malvinas tiene una gran influencia en la plataforma externa y talud del margen patagónico, siendo su flujo estimado entre 1 y 2 Sv hacia el NNE (Piola y Rivas, 1997) y las velocidades de la misma en la plataforma media y externa variables entre 5 y 10 cm s⁻¹ (Peterson, 1992).

Esta importante dinámica marina ha sido comprobada en la presente investigación por la evidencia de ondas de arena en la plataforma externa investigada orientadas SSW-NNE a profundidades de 150 m, mega ripples orientados E-W situados en el talud medio a profundidades entre 1.000 y 2.000 m y la existencia de fondos erosivos y escarpes continuos en la zona sur de estudio entre 1.000 y 1.500 m (Muñoz *et al.*, 2012).

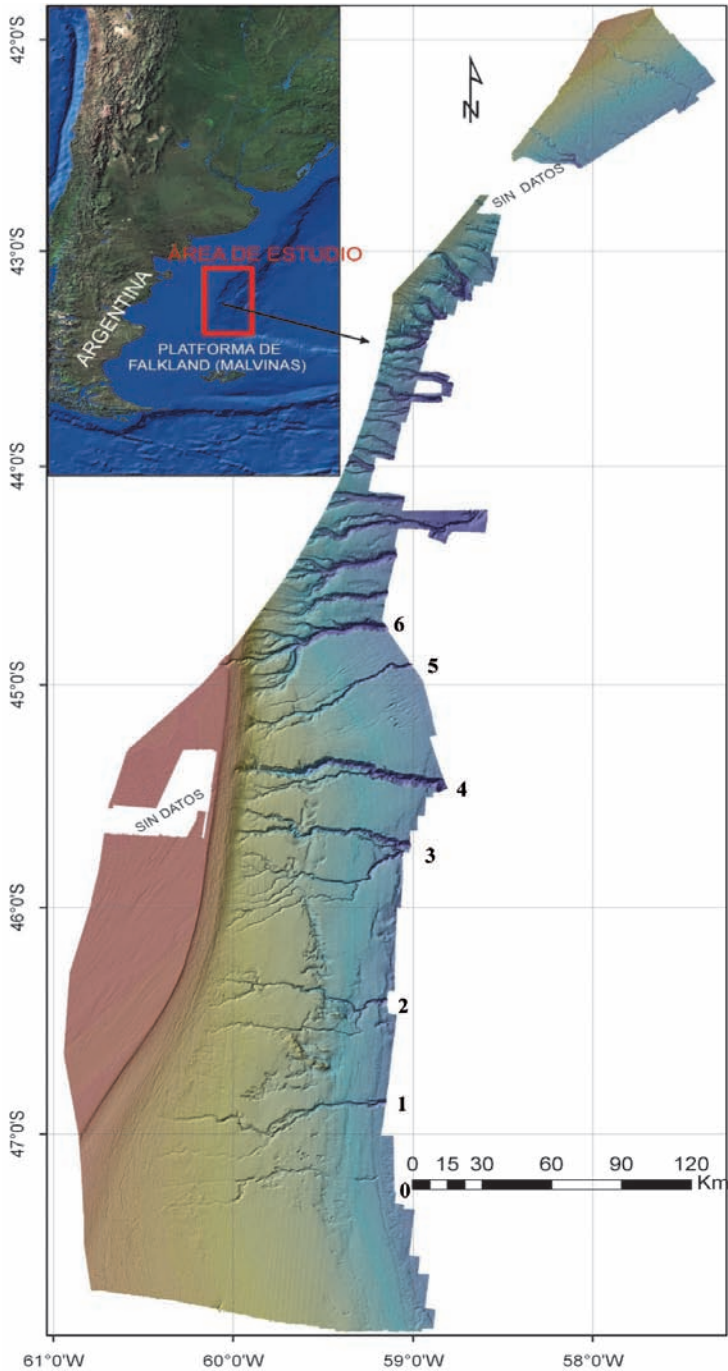


Figura 5.1. Modelo Digital del Terreno (MDT) de la zona estudiada. Batimetría codificada en color (azul = profundo; rojo = somero). Números de 0 a 6: cañones submarinos.

5.1.1.1. Plataforma continental

El segmento de plataforma investigado está dominado geomorfológicamente por ondas y dorsales de arena alineadas en dirección NNE-SSW, oblicuas al borde de plataforma que está orientado NE-SW y pasando a N-S en su extremo más septentrional (Figura 5.2). Estas dorsales posiblemente son relictas y fueron construidas durante la trasgresión post-glacial por la corriente de Malvinas.

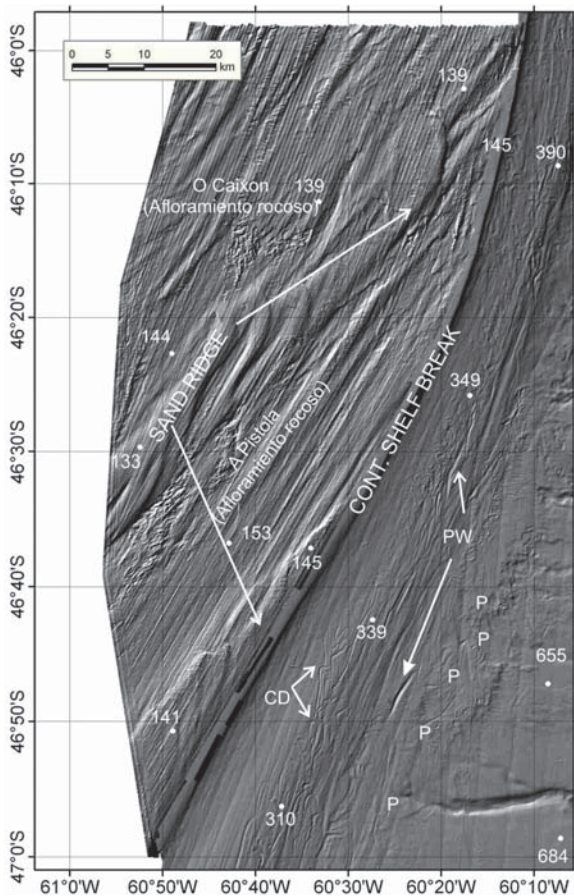


Figura 5.2. MDT de un segmento de la plataforma investigada, mostrando las dorsales de arena y afloramientos rocosos de bajo relieve. Puntos blancos: profundidad en metros. PW: huellas de arrastre de Icebergs. P: cráteres de expulsión de fluidos (pockmarks). (Modificada de Muñoz *et al.*, en prensa).

Las crestas de las dorsales de arena tienen una altura de 15 m y se sitúan separadas entre sí de 3 a 4 km, con las aperturas de los fondos abiertas hacia el SW.

Los afloramientos rocosos presentan bajo relieve, siendo en muchos casos superados en altura por las ondas sedimentarias que parecen progradan sobre las rocas recubriéndolas en algunos sectores en su progresión hacia el NE. Estos afloramientos rocosos son conocidos por los pescadores españoles con nombres como «O Caixon», «A Pistola», o «Callejón de Núñez». En la presente investigación se ha determinado la naturaleza de estos afloramientos mediante muestreos por draga de roca, estaciones de fotografía digital vertical y «vuelos» sobre el fondo marino mediante ROV. Su naturaleza corresponde a grandes fragmentos rocosos aplanados, que están formados por areniscas abundantemente colonizadas por fauna de diferentes especies (Figura 5.3).



Figura 5.3. Fotografía digital en la zona rocosa de «A Pistola». Las rocas presentan alta fracturación y bajo relieve. Están colonizadas por especies de, al menos, siete filos o grupos zoológicos diferentes, lo que da una idea de la variedad de organismos que viven en estos ambientes. Destacan por su abundancia los equinodermos como erizos Cidaroides, Ofiuras, Crinoideos, pero también son frecuentes gorgonias, briozoos y esponjas.

5.1.1.2. Talud continental

Topográficamente el talud continental patagónico se puede dividir en tres segmentos: **Superior, Medio e Inferior**.

El **Talud Superior** presenta una anchura entre 6 y 20 km y una pendiente superior a los 6°, descendiendo desde el borde de plataforma situado a 150 m hasta una profundidad de 250-750 m.

El **Talud Medio** está constituido por un «plateau» marginal y ocupa profundidades entre 750 m hasta 2000 m, tiene una anchura de 50 a 150 km y una pendiente menor de 1°.

El **Talud Inferior** desciende desde una profundidad de 2000 m a unos 3200-4000 m (Lonardi y Ewing, 1971; Parker *et al.*, 1997; Hernández-Molina *et al.*, 2008a, 2008b, 2008c). La presente investigación solamente cubre las zonas correspondientes al talud superior y medio.

5.1.1.3. Talud continental superior

La mayor parte de la superficie del talud superior es en general plana y suave, pero al norte de 45°45'S, la base del talud está surcada por siete cañones submarinos, posiblemente generados por la acción de escapes de gases y fluidos y la acción erosiva de las corrientes de turbidez. Del total de cañones submarinos encontrados en este sector, solamente el que está situado más al norte corta el borde de la plataforma continental en 45°S (Figura 5.1).

El MDT de la Figura 5.4 muestra la parte superior del talud superior surcado por marcas de erosión (plow marks) producidas en el fondo marino por las quillas de mega-icebergs localizados en un rango de profundidad entre 200 y 620 metros. La mayoría de estas marcas tienen unos 500 m de ancho y 10-25 metros de profundidad, teniendo algunas de estas marcas longitudes de más de 20 km (López-Martínez *et al.*, 2011).

El origen de estas marcas de fondo a tan gran profundidad hace pensar en un origen producido por mega-icebergs, con calados de más de 500 metros, provenientes de la Antártida y transportados hacia el norte por la corriente de Malvinas. Estos calados de icebergs se asocian a las grandes plataformas de hielo Antárticas o salidas de glaciares (Dowdeswell y Bamber, 2007).

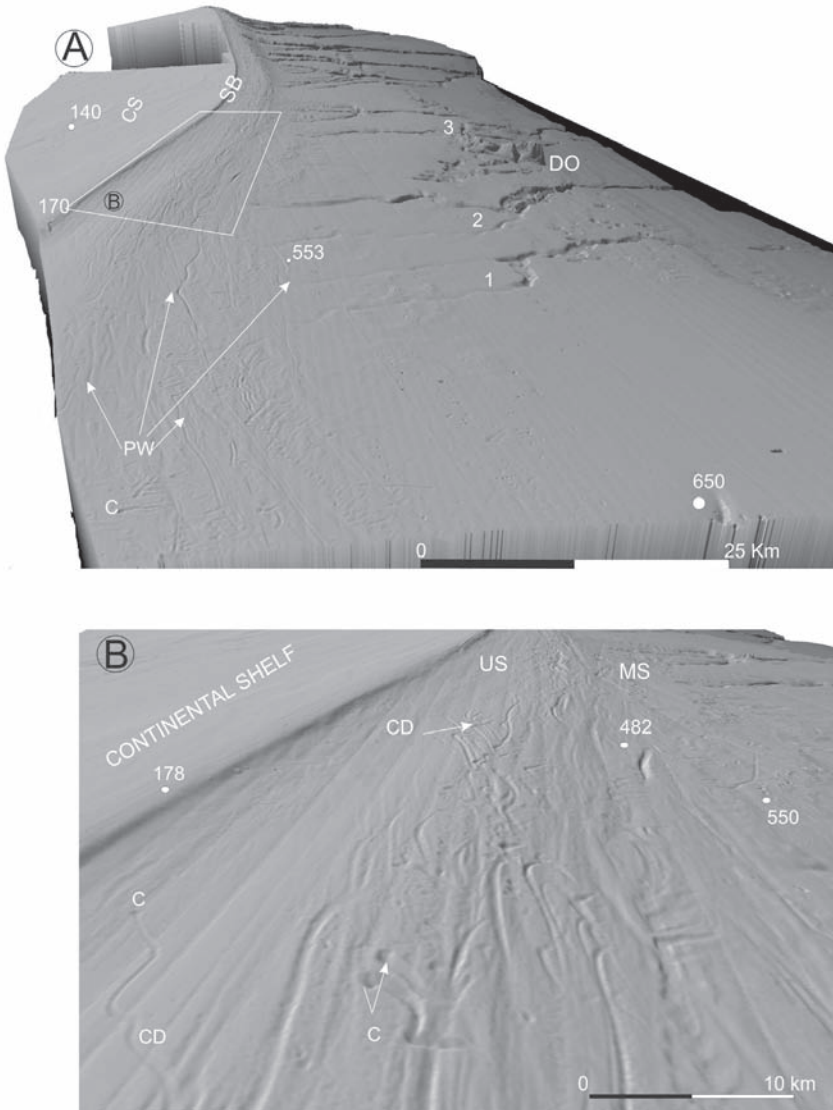


Figura 5.4. Diagrama 3D del talud superior, (US) y medio (MS) mostrando huellas de arrastre de icebergs (plow marks), y algunos de los cañones submarinos (1, 2 y 3). Puntos blancos = profundidad en metros; C = cráteres donde los icebergs se anclan al fondo marino (pit marks); CD = cambio en dirección de las huellas de arrastre; PW=plow marks. (Figura de Muñoz *et al.*, en prensa).

La aparición de estas marcas de fondo en el tramo de la plataforma externa localizado más al Norte del área estudiada es un aspecto singular, y con connotaciones paleogeográficas claras. La Figura 5.5, muestra un esquema en 3D en el que se aprecian dichas marcas (Plow marks). (PM en la Figura 5.5). Este novedoso hecho ha sido ya estudiado por López-Martínez *et al.* (2011), en la zona Sur dentro del proyecto ATLANTIS, corroborando ahora la existencia de

dichas marcas producidas por las quillas de enormes Icebergs Antárticos arrastrados hacia el norte por la corriente de Malvinas. La presencia de estas marcas a estas latitudes es la referencia más al norte citada hasta el momento en el hemisferio sur, implicando una circulación persistente en tiempos Pleistocenos y la existencia de una menor temperatura del agua en esos tiempos, facilitando la deriva sin derretirse de mega-icebergs tabulares de espesores superiores a 500 metros provenientes del continente Antártico, a miles de kilómetros de distancia.

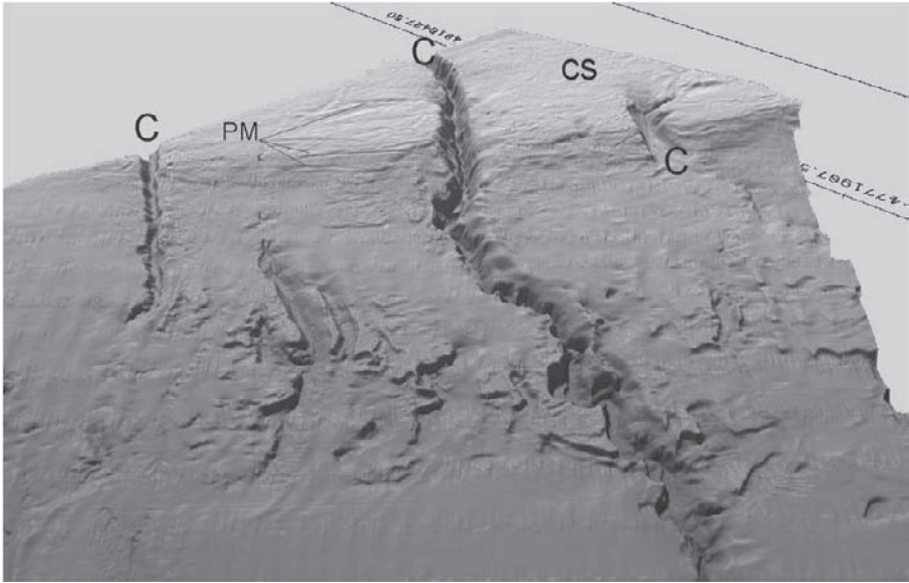


Figura 5.5. Esquema 3D del segmento Norte . Se aprecian claras marcas de arrastre de Icebergs (PM) con longitudes de 4-5 km. C: Cañones. CS: Borde externo de plataforma o límite de terraza.

La extensión longitudinal de las marcas detectadas son menores a las descritas en la zona sur del proyecto y estudiadas por López-Martínez *et al.* (2011), como corresponde a la mayor lejanía de la fuente de emisión de los mega-icebergs. Las máximas longitudes y anchuras de los plow marks documentados en la zona sur son: 32.2 Km de largo y 685 metros de ancho, siendo la profundidad máxima a la que se han detectado 646 metros en la zona Sur. En la parte Norte las marcas detectadas se presentan a una profundidad máxima de 600 metros, tienen longitudes de hasta 10 km y anchuras de unos 500 metros.

Posiblemente, la disolución parcial de los mega-icebergs en su navegación hacia el norte limitara tanto sus dimensiones de largo/ancho, como el calado de los mismos.

5.1.1.4. Talud continental medio

El talud continental medio tiene una anchura de 67 a 100 km y profundidades entre 750 m a 1.600 m en su límite inferior. Algunos de los principales caracteres geomorfológicos que se presentan en esta parte del talud consisten en cañones submarinos y cárcavas orientadas perpendicularmente a los veriles, montículos, ondas de sedimentos, escarpes erosivos paralelos o sub-paralelos a los contornos batimétricos y la presencia de depresiones circulares o elongadas (pockmarks) producidas por el escape de gases o fluidos del subsuelo. Asimismo se aprecia la existencia de una amplia zona de volcanes/diapiros de fango a los que se asocian estructuras biohémicas (probables arrecifes de coral o de esponjas silíceas).

5.1.1.5. Corrientes de fondo y depósitos sedimentarios

El talud continental medio en la zona situada más al sur, sufre una intensa erosión resultando como consecuencia de la misma la no deposición y el afloramiento de sedimentos Eocenos en amplias zonas de este talud (Ewing y Lonardi, 1971; Burkle y Hays, 1974). Esta erosión ha sido también importante en la cuenca este de Malvinas donde existe una casi continua exposición de materiales Eocenos entre los 900 y los 2.500 m (Del Ben y Mallardi, 2004; Burkle y Hays, 1974). En la zona de estudio localizada más al norte por el contrario, se produce una intensa sedimentación, con depósitos excepcionales de Mega dunas de alta amplitud.

La Figura 5.6A muestra uno de los afloramientos rocosos identificados en la zona de estudio, este afloramiento presenta una altura de varias decenas de metros por encima del fondo marino adyacente y puede estar constituido por materiales Eocenos o bien por erosión diferencial de los sedimentos y materiales de alrededor y menos competentes. La Figura 5.6B muestra asimismo un afloramiento o montículo de menor extensión y relieve (CM), que puede ser debido a la acreción de carbonatos de origen biogénico.

Esta interpretación está soportada por la presencia de corales de aguas profundas, crinoideos y estrellas recogidas en las dragas DR-3 y DR-6 (Figura 5.7). En estos fondos, *Bathelia candida* es la especie principal capaz de construir arrecifes y proporcionar un hábitat para la fauna diversa que se asocia, tal como esponjas, crustáceos, equinodermos, moluscos, y otros cnidaria; entre estas especies se incluyen corales duro (Scleractinia), gorgonias, pennatuláceos y alcyonáceos (Octocorallia), corales negros (Antipatharia) e Hydrozoa.

A mayor profundidad, y fuera del borde de plataforma los ecosistemas de coral aparecen normalmente entre 400-800 m y más profundos, donde existen masas de agua con temperaturas menores de 4°C, en nuestro caso debido a la existencia del Agua Profunda Antártica. Las mayores densidades de coral se dan en los techos de los montes submarinos, donde el flujo de corriente es mayor. Estas estructuras representan acumulaciones de sedimentos constituidos por corales muertos rodeados por restos de coral y corales vivos en su parte superior (Figura 5.8).

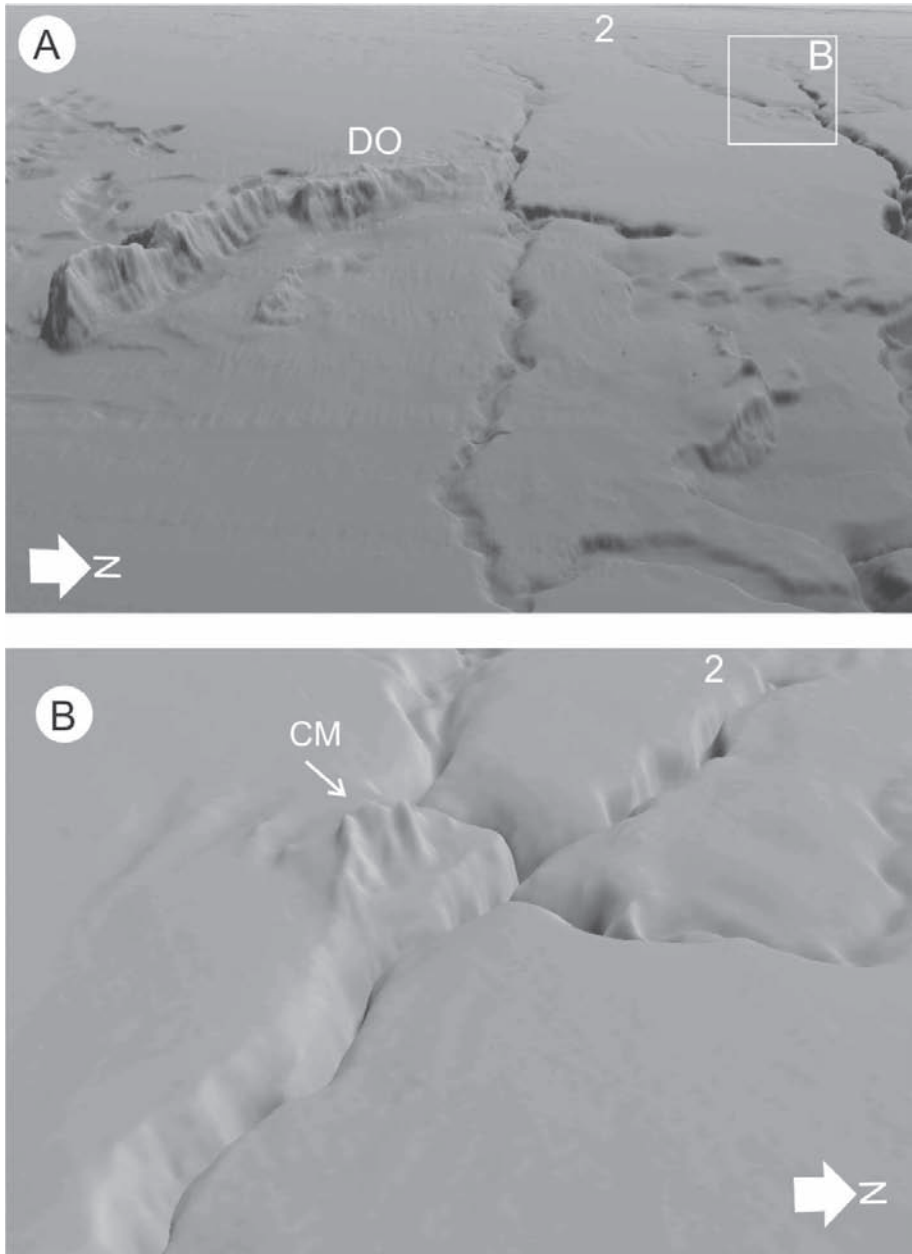


Figura 5.6. **A)** esquema 3D mostrando el afloramiento profundo (DO), de varias decenas de metros de relieve. En este afloramiento se han dragado y fotografiado zonas de gran riqueza biológica y corales de aguas profundas (Figura 5.7). **B)** ampliación del cuadrado blanco de la Figura 5.6A, mostrando elevaciones que pueden representar montículos carbonatados o arrecifes (CM) (Figura de Muñoz *et al.*, en prensa).



Figura 5.7. Draga de roca DR-3 situada en el afloramiento DO en la Figura 5.6A, mostrando Octocorallia, esponjas, crinoideos y estrellas.

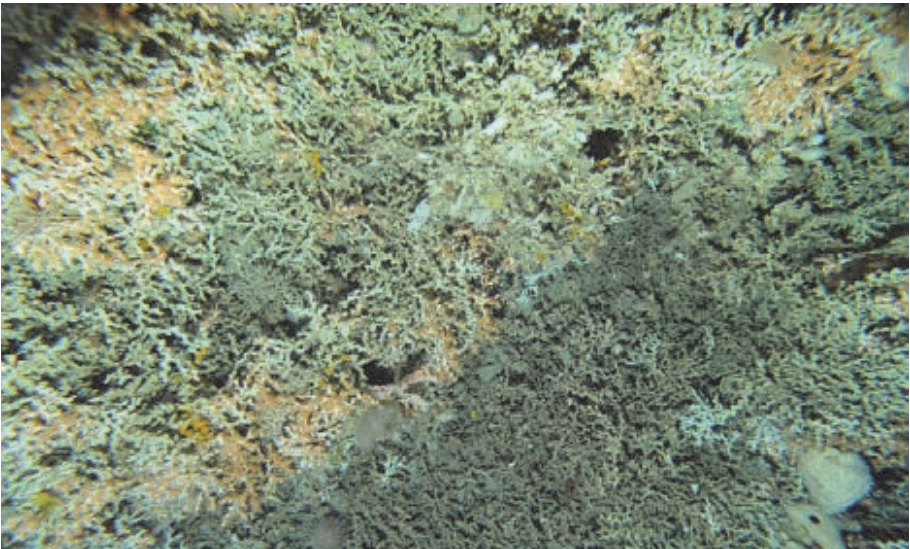


Figura 5.8. La fotografía submarina de alta resolución, nos muestra un fondo del coral de aguas frías *Bathelia candida* que forma arrecifes densos y extraordinariamente diversos en cuanto a su fauna asociada. Las ramas de coral muerto suponen un soporte para el coral vivo (pólipos de color naranja), al mismo tiempo que representan un refugio o un punto de fijación para muchas especies de organismos como crustáceos decápodos, hidrocorales, esponjas, briozoos, gorgonias o braquiópodos, entre otros.

En la zona norte del área estudiada, la intensa sedimentación ha generado la existencia de ondas sedimentarias tractivas de las dimensiones y extensión que se pueden considerar un hecho morfo-sedimentario único en el mundo. La Figura 5.9 muestra un perfil batimétrico que corta a varias de estas mega-estructuras, apreciándose una amplitud (altura de cresta a base de unos 25 metros y una amplitud en su base de más de 1.000 metros). La orientación de este campo de ondas es NW-SE y su extensión linear supera los 25 km en algunos casos con una clara continuidad de sus crestas.

La superficie aproximada de este campo de dunas se estima en más de 780 km² (Figura 5.10).

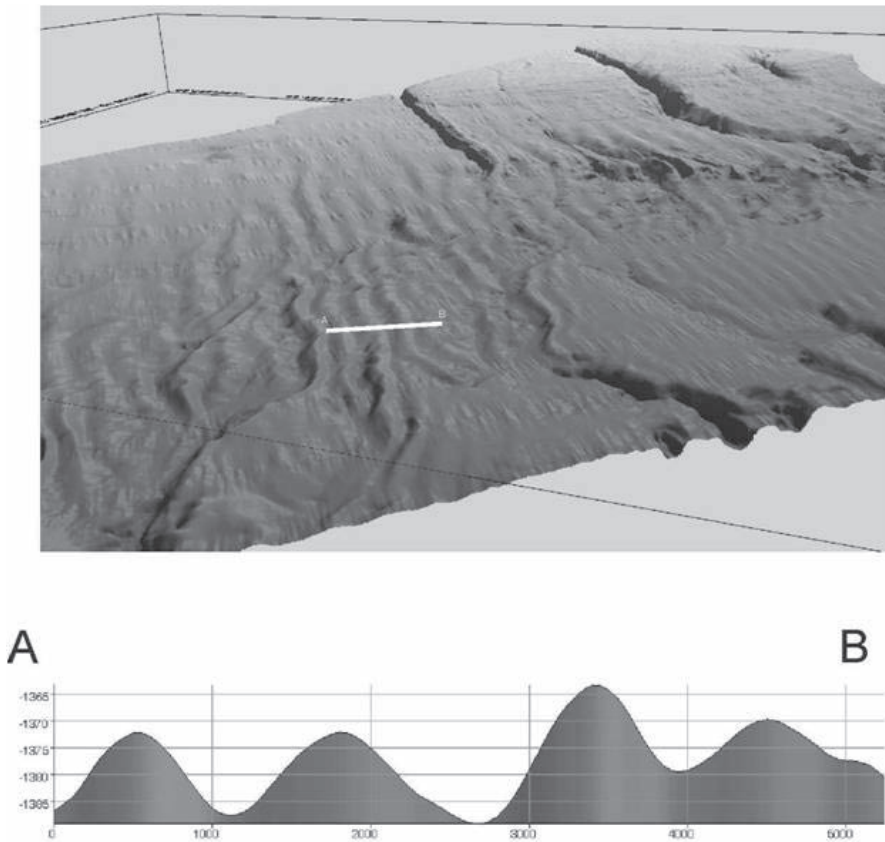


Figura 5.9. Arriba: MDT del campo de dunas. Abajo: perfil batimétrico de algunas de ellas apreciándose la amplitud de las mismas.

Por su extensión y dimensiones podemos afirmar la singularidad de este fenómeno morfo-sedimentario, que a falta de un estudio más detallado podemos avanzar se debe a la acción continuada de una enorme masa de agua de dirección norte (corriente Antártica / Malvinas), que con un frente de más de 25 km presenta una acción sobre el fondo capaz de movilizar estas enormes dorsales de sedimentos no consolidados.

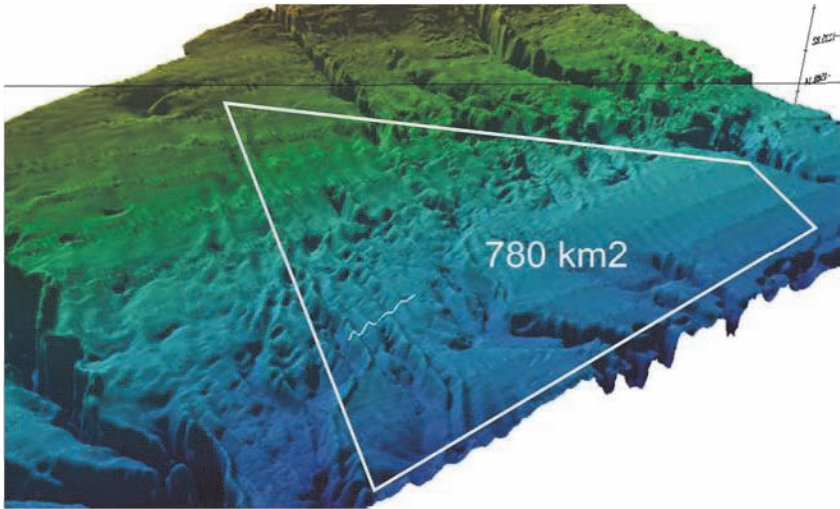


Figura 5.10. Extensión aproximada del campo de Mega dunas.

En las líneas sísmicas realizadas en esta zona cuya posición se muestra en la Figura 5.11, destaca marcada en amarillo en dicha figura, la línea L_34-0210 (Figura 5.12), por la espectacularidad de su registro de las Mega dunas.

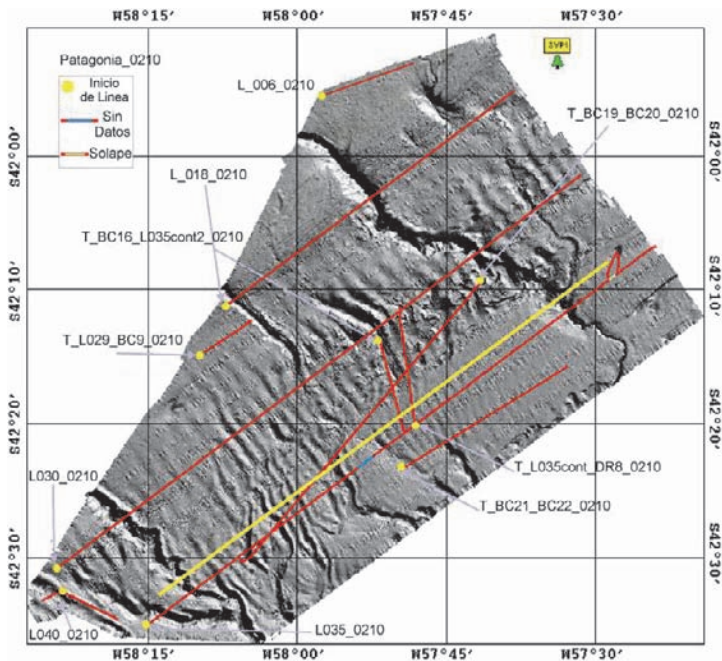


Figura 5.11. Situación de parte de las líneas registradas de sísmica de alta resolución TOPAS.

En esta línea sísmica (Figura 5.12), puede apreciarse en la parte Norte un escaso recubrimiento sedimentario, y en su mitad Sur el desarrollo del extenso campo de Mega dunas de gran amplitud. El estudio de detalle de este singular hecho morfológico precisará de un estudio detallado tanto de las condiciones de dinámica sedimentaria como de su naturaleza sismo-acústica.

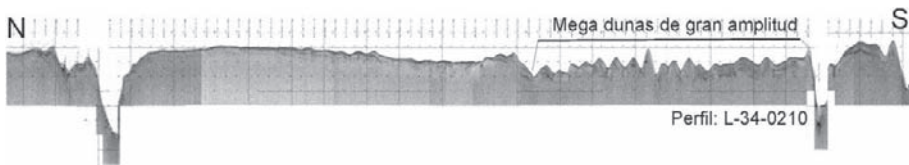


Figura 5.12. Perfil Sísmico Topas orientado N-S mostrando la suave morfología de la mitad Norte, con escaso recubrimiento sedimentario y la presencia de Mega dunas de gran amplitud en su mitad Sur.

5.1.1.6. Cráteres de escape de fluidos (Pockmarks)

Los MDT y esquemas 3D elaborados a partir de los datos de ecosonda multihaz, indican que existen cráteres de escape de fluidos distribuidos en toda la superficie reconocida en esta investigación y son responsables en gran medida de las irregularidades del margen y de alguno de los rasgos más característicos del mismo.

Los pockmarks, están formados por escapes de fluidos y gases (termogénicos, biogénicos o volcánicos), son circulares o elipsoidales en planta y aparecen como depresiones o cráteres aislados, en grupos, o alineados formando una cadena o tren o en asociación con estructuras mayores (Hovland y Judd, 1988; Pilcher y Argent, 2007).

En el margen patagónico los pockmarks tienen relieves entre 10 y 120 m, diámetro entre 700-800 m y están alineados N_S y E-W (Figura 5.13). La existencia de gas sub-superficial en el margen Patagónico tiene un posible origen termogénico probablemente asociado a la cuenca Norte de Malvinas, un rift con dirección Norte. Esta presencia generalizada de gas sub-superficial ha facilitado la erosión y colapso de zonas del fondo marino, creando una morfología única. Asimismo ha podido contribuir de manera positiva al crecimiento y desarrollo de arrecifes de coral.

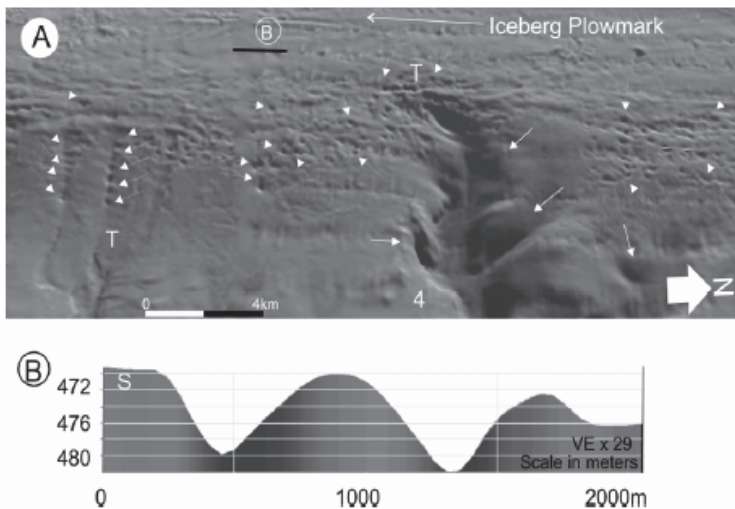


Figura 5.13. Trenes o cadenas de pockmarks iniciando la formación de gullies y cañones. Flechas blancas = Pockmarks. Panel inferior: perfil batimétrico sobre dos pockmarks.

5.1.1.7. Volcanes de fango

El tercio sur de la zona de estudio presenta unas características diferenciales al resto del área estudiada en lo que respecta a la presencia de indicios escapes de gases y otros fluidos (Figura 5.14).

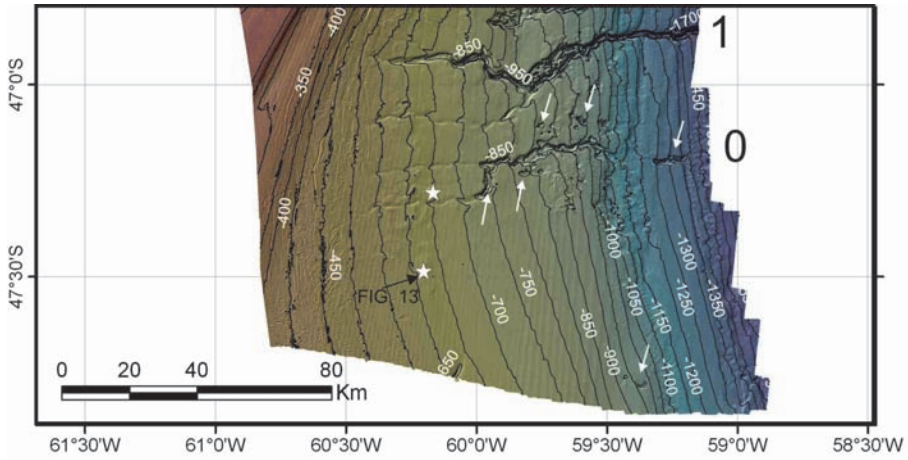


Figura 5.14. MDT de la zona sur. Flechas blancas: mega pockmarks. Estrellas blancas: volcanes de fango. 0-1: cañones submarinos.

Esta zona está caracterizada por la presencia de mega pockmarks de dimensiones hectométricas y por la existencia de abundantes estructuras intrusivas que evolucionan en algunos casos a volcanes de fango (Figura 5.15).

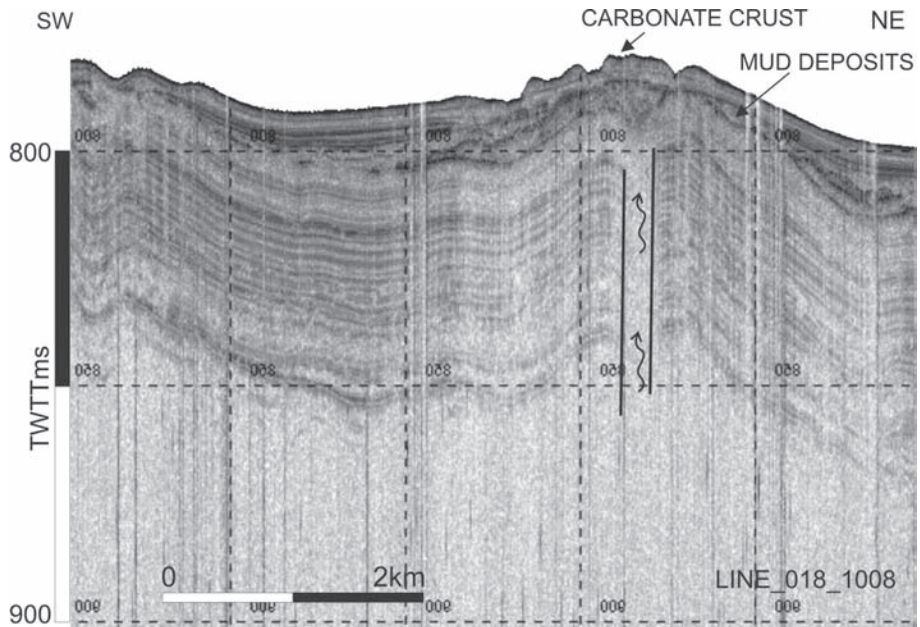


Figura 5.15. Volcán de fango presentando un relieve topográfico. Se observa un conducto central posiblemente fallado por el que surgen gases y fluidos con alto contenido en fango y que se depositan por rebosamiento en los flancos del mismo. El techo actual del volcán parece corresponder a una cobertera de carbonatos de origen autigénico que se han fracturado parcialmente. Ver situación en las Figura 5.1 y Figura 5.14.

La presencia de estructuras actuales interpretadas como volcanes de fango, implican la existencia de escapes de fluidos fríos que son un elemento activo en la generación y crecimiento de especies biológicas que utilizan estos fluidos y gases favoreciendo su crecimiento. Por otra parte estas estructuras están consideradas «per se» hábitats vulnerables (FAO, 2008).

5.1.1.8. Arrecifes de origen biogénico

A partir de los datos sísmicos de alta resolución se han detectado tres niveles de arrecifes que se pueden considerar fósiles (Figura 5.16).

Los arrecifes o biohermos relictos presentan una extensión muy amplia, ocupando prácticamente la mitad sur del área prospectada. Estos biohermos, aparecen a profundidades que van desde algunos metros bajo el fondo marino actual, hasta más de 150 m bajo el fondo marino. Los tres niveles de arrecifes detectados, están separados por niveles sedimentarios con alternancia de reflectores de baja y alta amplitud y presentan disposición casi horizontal (Figura 5.16).

La base de los arrecifes o biohermos está marcada por un reflector de gran continuidad y amplitud y se asocian a la presencia de estructuras diapíricas y volcanes de fango. Las dimensiones en vertical de los biohermos varían entre metros y decenas de metros, siendo su extensión horizontal de varios km².

Interpretamos esta disposición general como respuesta a grandes cambios climáticos y de circulación hidrológica, que posiblemente corresponde a los cambios glacial-interglacial. El reflector de base, de gran amplitud, correspondería a niveles de tillitas y sedimentos glucio-génicos (materiales de grano grueso), sobre el que se desarrollan las estructuras biohémicas favorecidas por los fenómenos de escape de gases y fluidos asociados a los volcanes de fango.

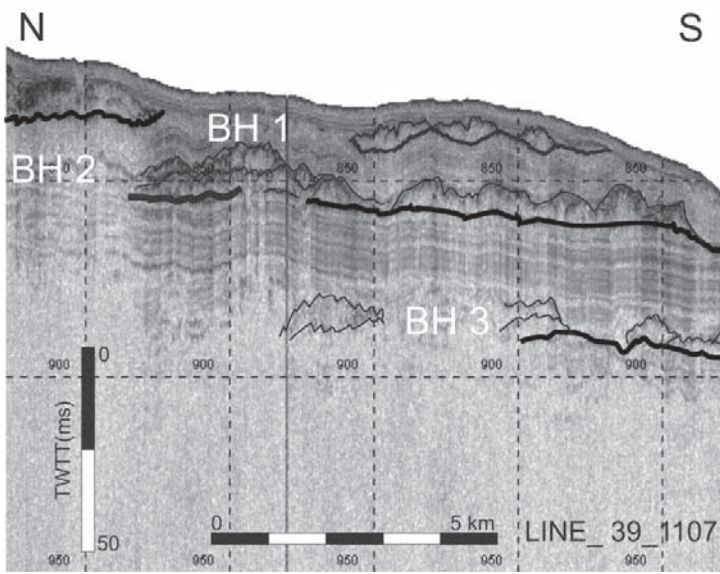


Figura 5.16. Perfil sísmico TOPAS, mostrando tres niveles de estructuras biohérticas (BH1, BH2 y BH3) separadas por niveles de sedimentación homogénea, caracterizada por reflectores paralelos.

Actualmente, se está depositando el nivel sedimentario correspondiente a una sedimentación interglacial. En la Figura 5.16, esta unidad está representada por los primeros metros de sedimentos bajo el fondo marino.

5.1.1.9. Cañones, cárcavas y barrancos

Basándose en su posición geográfica y geomorfología Lonardi y Ewing (1971) clasificaron los cañones submarinos del margen argentino en cuatro sistemas de cañones:

1. Río de la Plata : 35°S a 38°S
2. Colorado-Negro : 39°S a 42°S
3. Ameghino (o Chubut) : 42°S a 46°S
4. Patagonia (o Deseado): 46°S a 49°S

Solamente los sistemas 3 y 4 caen dentro del área sur estudiada en la presente investigación. En la Figura 5.1 se pueden observar los 7 cañones cartografiados en el área que se corresponden con los sistemas definidos anteriormente. Los cañones 0 a 2 pertenecen al sistema 4 y los 3 al 6 al sistema 3.

En la Figura 5.17 se pueden apreciar perfiles transversales a los cañones en sus tramos superior, medio e inferior. Los perfiles pasan de sección en «V» a «U» y relieves de decenas de metros en su cabecera a centenares de metros en su parte media.

La génesis de los cañones estudiados en esta zona del margen Patagónico puede obedecer a dos procesos; Corrientes de turbidez y unión alineada de pockmarks formados por expulsión de gases de origen termogénico. De todos los cañones representados en la Figura 5.1 y Figura 5.17, solamente el número 6 y el existente en el extremo norte del área estudiada (41° 50'N), presentan características de tener un origen por corrientes de turbidez, siendo también los únicos que llega a cortar el borde de la plataforma continental. Estos cañones están constituidos por un grupo de tributarios bien desarrollados que se unen pendiente abajo en un único valle. Los cañones 0 al 5 presentan en sus cabeceras cadenas o trenes de pockmarks y en sus cursos medios depresiones y escarpes semicirculares enfrentados en ambas márgenes.

Aparentemente estas irregularidades morfológicas pueden ser indicativas de pockmarks que se han unido para favorecer la formación de los cañones. Si este proceso es así la expulsión de fluidos puede ser uno de los procesos primarios en la formación de los cañones.

Pilcher y Argent (2007) describen una génesis similar, indicando que este tipo de cañones se forman como resultado de trenes de pequeños pockmarks que evolucionan a un mayor tamaño y que con el tiempo evolucionan conectándose para formar cárcavas y en estadios más avanzados cañones submarinos. Un proceso secundario en la formación de los cañones descritos se puede atribuir a la existencia de corrientes de turbidez (flujos hiperpícnicos) producidos en la base de las líneas de anclaje de los mega-icebergs en el talud superior, cuyas huellas y procesos han sido ya descritas anteriormente en entornos de alta latitud (O' Cofaigh et al., 2006).

Localizados hacia la parte Norte de los cañones principales descritos anteriormente, se han identificado numerosos cañones y cárcavas submarinas en diversos estadios de desarrollo. Desgraciadamente, y por la limitación geográfica de la zona a estudiar dichos cañones y cárcavas submarinas se limitan a un tramo limitado de sus cursos longitudinales, correspondiendo a los tramos que surcan la pendiente superior y media y no alcanzando a descubrir su posible origen, que presumiblemente se situaría en el borde externo de la plataforma continental a una profundidad de 150 a 200 metros. De igual manera, los tramos medios de su curso, correspondientes al talud inferior, y las partes más distales quedan fuera de nuestra zona de trabajo.

En el esquema 3D mostrado por la Figura 5.18 se aprecia el desarrollo desigual de los mismos así como la posible confluencia de muchos de estos cañones pendiente-abajo para formar parte como tributarios de un Cañón axial o principal.

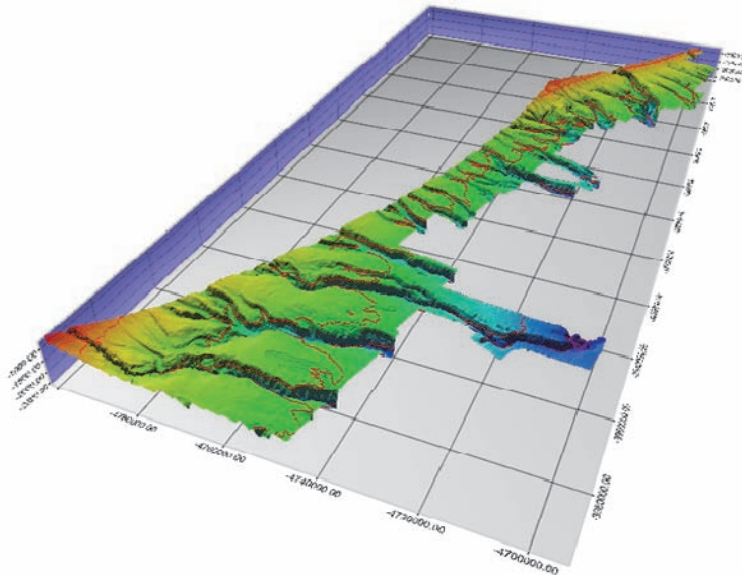


Figura 5.18. Esquema 3D de la zona correspondiente a la zona situada al norte del 47°, vista desde el SE. Se aprecia que los numerosos cañones y cárcavas de la parte central de esta zona son tributarios de un Cañón axial o principal aguas abajo del límite estudiado.

La extraordinaria variedad de morfologías tanto longitudinales como transversales de este conjunto de cañones nos hacen pensar en mecanismo de génesis y procesos de erosión-transporte y sedimentación muy diferentes. En la Figura 5.19 se puede apreciar por ejemplo la coexistencia en una distancia de pocas millas de cañones con un relieve de 300 metros de encajamiento y con un fondo plano de 4 km (Figura 5.19-A) con cañones encajados 250 metros y perfil transversal en «V» (Figura 5.19-B). Otro aspecto singular en esta zona es la presencia de numerosos cañones y tributarios colgados, destacando en particular la presencia de uno de ellos situado en el límite Sur de la zona estudiada en esta campaña (Figura 5.20).

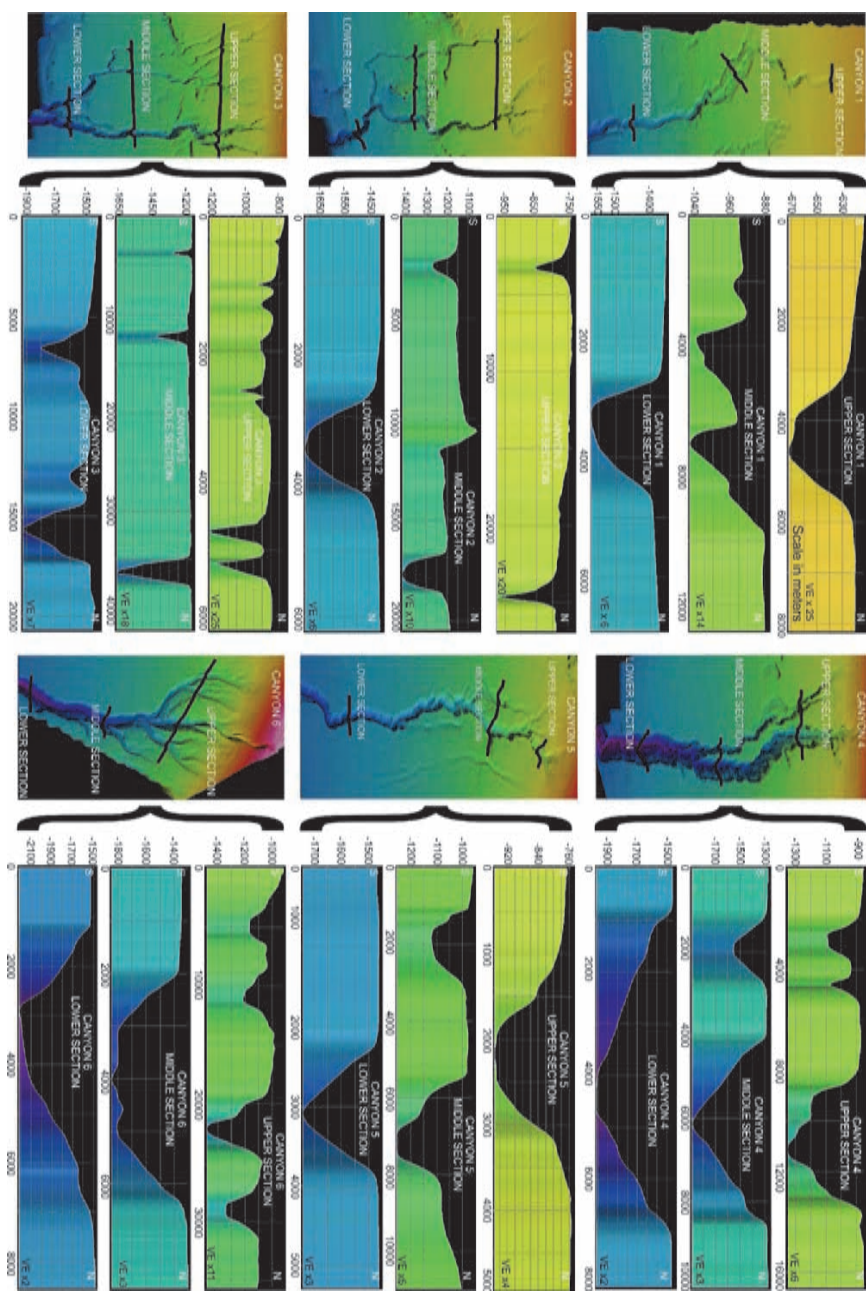


Figura 5.17. Perfiles batimétricos transversales a los diferentes cañones en sus tramos alto, medio y bajo.

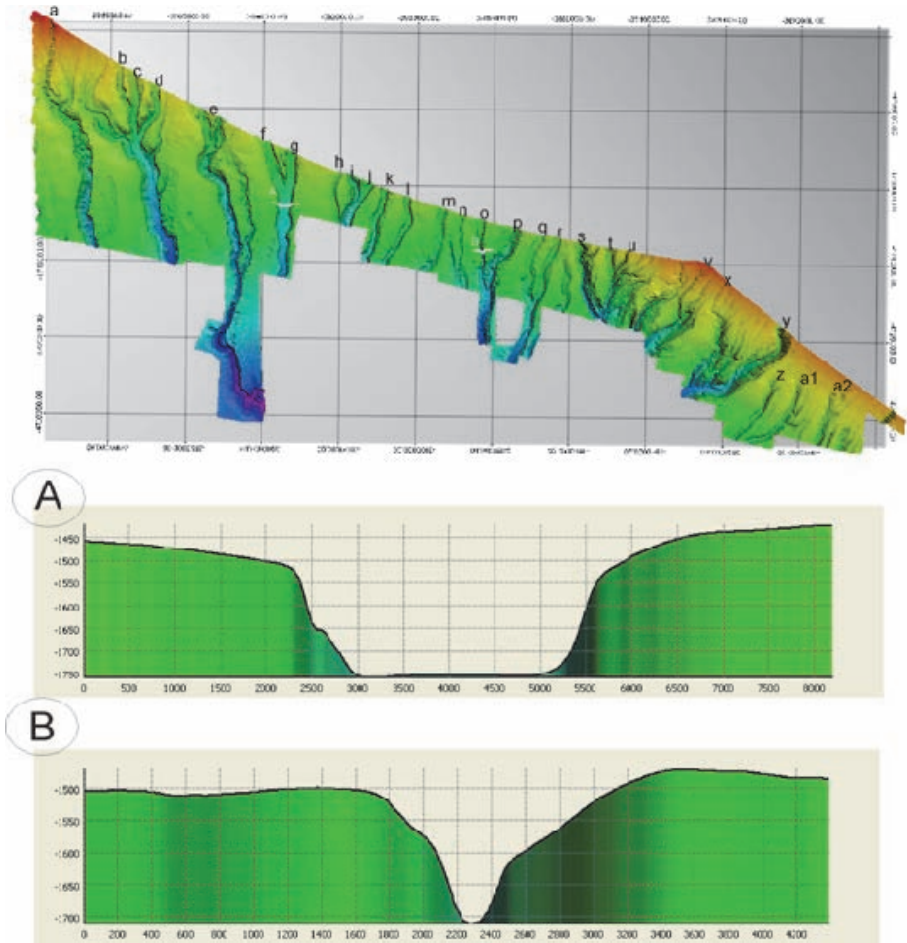


Figura 5.19. Arriba: MDT de la zona estudiada con más de 25 cañones y cárcavas. Se aprecia que en una escasa distancia entre si los perfiles transversales de dos de ellos difieren radicalmente, siendo uno un claro perfil en U y el otro en V.

La presencia del «proto-cañón» mostrado en la Figura 5.20 como 1a—1a' puede ser la clave para conocer el origen de algunos de los numerosos cañones tributarios colgados, tan abundantes en esta zona. A partir de la imagen morfológica parece deducirse que tras el encajamiento profundo de los principales cañones de la zona, con desniveles de más de 400 metros en algunos casos, se pueden producir fenómenos de desestabilización sedimentaria (slides/slumps) que dan lugar a escarpes de deslizamiento sobre los que se canalizan flujos turbidíticos «across-slope» que son el inicio de los cañones tributarios colgados. Estos proto-cañones, en su actual fase de crecimiento presentan escaso relieve (sobre 30-50 metros), y evolucionarán encajándose hasta alcanzar su perfil de equilibrio.

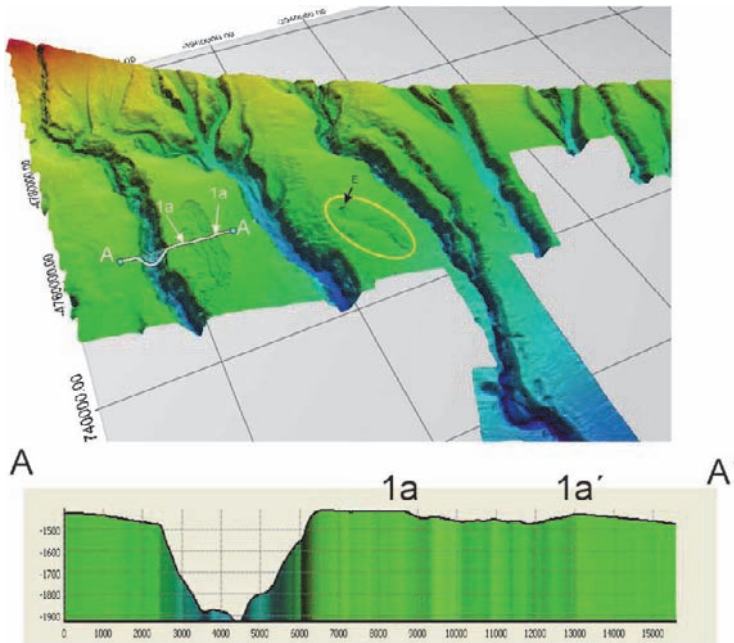


Figura 5.20. Esquema 3D del límite sur de la zona estudiada. El perfil A-A' corta de Sur a Norte el Cañón principal, con un encajamiento de 400 metros sobre el fondo circundante, y una anchura de 4 km. En su flanco norte se aprecia una depresión en forma de pluma de anchura 4 km y con un escaso relieve (aproximadamente 30 m) que interpretamos como un «proto-cañón», generado inicialmente por acarcavamientos o deslizamientos sedimentarios.

Otro posible origen, se asigna a la erosión remontante tras un inicio a partir de pequeñas acanaladuras o cárcavas, asociado a la enorme erosión producida por las aguas Antárticas que fluyen de Sur a Norte y a la existencia local de gases sub-superficiales (Lastras *et al.*, 2011). Estas morfologías no se ponen de manifiesto en esta nueva zona de estudio al estar asociadas a profundidades menores (Talud superior).

Finalmente, otro posible origen de los canales y cárcavas presentes en la zona pueden ser asociados a surgencias de fluidos existentes a poca profundidad bajo el fondo marino, que erosionan pendiente abajo formando cárcavas de escaso encajamiento. La Figura 5.20 presenta un espléndido ejemplo de dicho proceso (elipse de color amarillo), en el que se aprecia un escarpe localizado y no muy extenso de un relieve de 60 metros y una extensión N-S de 800 metros, a partir del cual se inicia desde su base la creación de un pequeño «arroyo» (10 km de largo y un encajamiento de 30 metros).

En la Figura 5.21 se representan los itinerarios correspondientes al área de estudio comprendida aproximadamente entre la latitud 44° 40' y 44° 0' S, representando la línea amarilla el perfil sísmico de alta resolución mostrado en la Figura 5.21 y orientado SSW-NNE, se cortan dos cañones principales; Cañón Sur y Cañón Norte, quedando entre ellos el «proto-cañón» que aparece en la Figura 5.20 marcado como 1a-1a'. El carácter sísmico del perfil de la Figura 5.22 muestra un escaso recubrimiento sedimentario y un basamento acústico homogéneo e impenetrable a las frecuencias utilizadas con el sistema sísmico TOPAS.

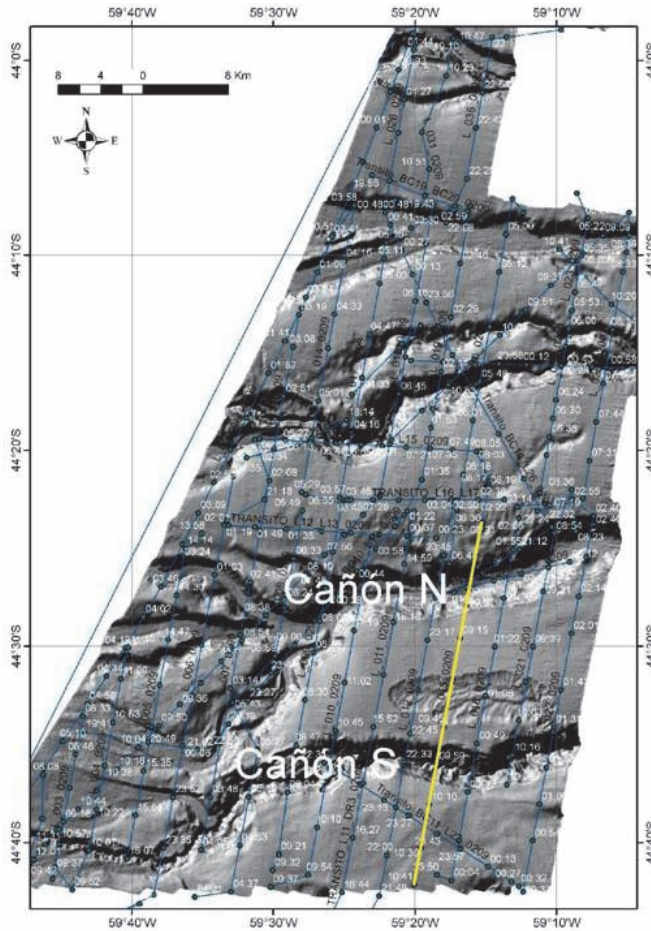


Figura 5.21. Plan de posición de las líneas sísmicas realizadas. En amarillo línea sísmica SSW-NNE cortando de sur a norte Cañón S, depresión somera «proto-cañón» y Cañón N.

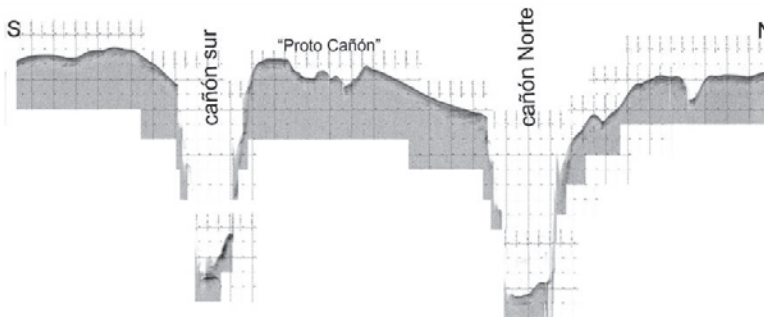


Figura 5.22. Perfil sísmico S-N cortando dos cañones y un «proto-cañón» situado entre ambos.

En el área localizada más hacia el norte de la zona prospectada se aprecian dos cañones principales (Figura 5.23), estando el situado más al norte encajado en la plataforma continental. El rango de profundidades estudiado va de 178 metros en la plataforma externa Patagónica hasta los 1940 metros del talud medio.

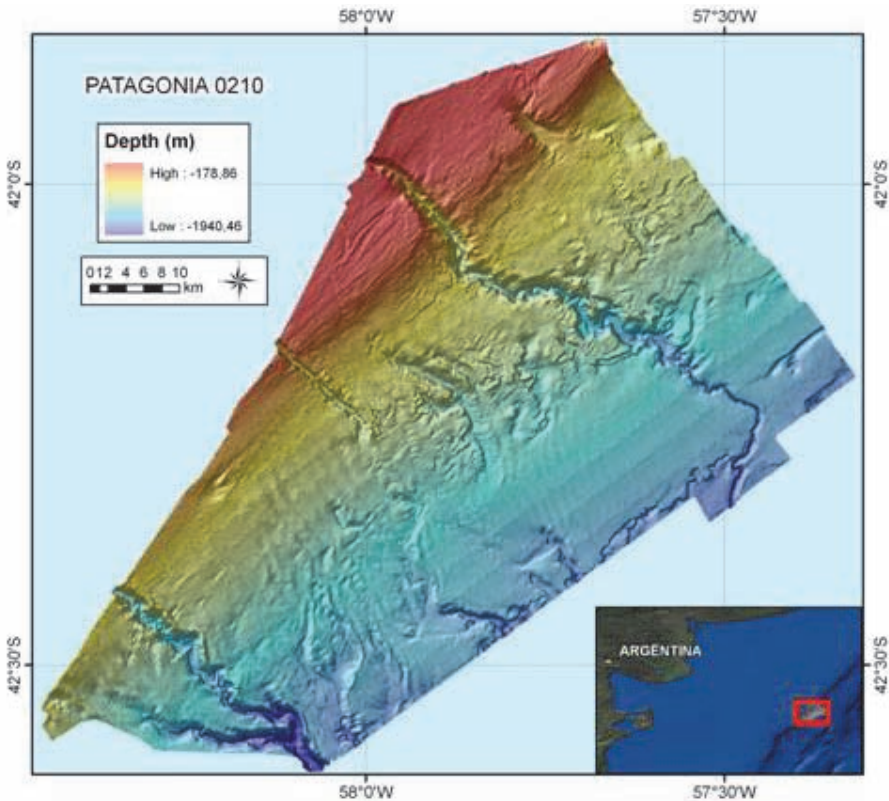


Figura 5.23. MDT codificado en color de la zona explorada en el área más al norte de la zona de estudio. En esta figura se aprecia el borde de la plataforma encajado por cañones y el campo de mega dunas en el talud superior.

5.2. Bentos

Durante las investigaciones que se están llevando a cabo en el marco del proyecto ATLANTIS, los resultados preliminares están confirmando la estrecha relación ecológica existente entre la fauna profunda patagónica y la fauna antártica de zonas más someras. Por otra parte, una idea de la diversidad de especies de la zona, se constata por el hecho de que de las cerca de 7000 especies de zooplancton que se han descrito para el océano mundial, cerca del 60% está presente en el Atlántico Sudoccidental, y de ellas un tercio fueron registradas en aguas subantárticas. La comparación de estos valores con respecto a los animales bentónicos indica que, con respecto al total de especies descritas en el zooplancton, la proporción que habita en aguas frías duplica a las del bentos. En concordancia con ello, la proporción de endemismos es mucho más alta en el bentos que en el plancton (Boltovskoy *et al.* 2005).

A pesar de que, desde el momento de la recolección de las muestras a bordo, se ha hecho un gran esfuerzo en la pre identificación de la fauna bentónica recolectada en la zona, y que se está estudiando igualmente las muestras de fondos blandos para conocer la composición sedimentaria para interrelacionar ambos campos, los trabajos taxonómicos de identificación, descripción y publicación de los resultados exigen una importante esfuerzo de medios y horas de científicos especializados dedicados a esta misión. Con todo ello, se han realizado hasta la fecha importantes avances que nos indican la importancia en lo que se refiere a abundancia, número de taxones, diversidad y composición específica de las comunidades bentónicas más someras y profundas. El equipo científico que desarrolla el presente proyecto es consciente de que todavía queda mucho por hacer en este sentido pero también que las investigaciones en curso de esta área casi desconocida del océano, especialmente en sus zonas más profundas, están dando sus primeros frutos.

Empleando una serie de modernas tecnologías a bordo del Buque Oceanográfico Miguel Oliver tales como las ecosondas multihaz, el empleo de muestreadores en profundidad, las unidades de inspección remota (ROV) o las cámaras fotográficas digitales, entre otras y también en los laboratorios como el uso del microscopio electrónico de barrido, se pretende encontrar respuestas a la estructura, función e importancia de los ecosistemas bentónicos profundos, con especial atención a aquellos que se pueden considerar como vulnerables en relación con las actividades pesqueras.

El presente capítulo pretende, a través del análisis científico, mostrar los resultados de las campañas efectuadas destacando la importancia ecológica de las comunidades que se han encontrado y se están describiendo. La captura de la megafauna bentónica incluyendo tanto los invertebrados como los Phyla Chordata y Hemichordata, observada en la totalidad de las campañas ATLANTIS muestra una dominancia tanto en biomasa como en diversidad de los Phyla

Porifera, Cnidaria y Echinodermata. A estos Phyla pertenecen gran parte de los organismos considerados vulnerables, según los últimos criterios establecidos internacionalmente por la ONU y OSPAR.

Particularmente los resultados en cuanto a la fauna bentónica y los ecosistemas vulnerables detectados en la zona se han obtenido, por una parte, sobre fondos blandos y llanuras batiales en las campañas de pesca como fauna acompañante de las especies objetivo, y por otro lado en campañas específicas de prospección con draga de roca y draga *box corer*, una vez que el equipo de geología había caracterizado e identificado estructuras y composición de los fondos ya que solo entonces era posible una exploración específica en ambientes particulares.

En el primer caso, al realizarse una distribución de los lances regularmente repartida en toda la zona entre los 150 y los 1.500 m de profundidad aproximadamente, se han podido analizar los datos por estratos de profundidad, tal y como se describe en el capítulo 4.3 de la presente memoria. En el caso de los muestreos con draga *box corer*, se han tratado de hacer los muestreos igualmente con una repartición homogénea, pero en el caso de la draga de roca, se han realizado los muestreos en enclaves que pudieran tener interés científico particular por las comunidades que las pueblan. Parte de los resultados de estas prospecciones se señalan en los apartados siguientes.

5.3. Sedimentos

Para este estudio se han analizado los sedimentos de 156 muestras recogidas mediante un colector de red acoplado arte de pesca de arrastre tipo *LOFOTEN* durante las campañas ATLANTIS 2008, ATLANTIS 2009 y PATAGONIA 12/07 (Tabla 5.1). Además también se han analizado los sedimentos de 36 muestras recogidas mediante una *megabox corer* de 0,25 m² de área de muestreo durante las campañas PATAGONIA 12/07 y PATAGONIA 01/08 (Tabla 5.1). En la Figura 5.24 se indica la situación de las estaciones y en la Tabla 5.1 se relacionan los valores medios, por rango de profundidad, de las variables del sedimento de la zona de estudio. Estas 4 campañas fueron realizadas entre los paralelos 44°40'S y 48°S

De una forma global, los sedimentos de la zona de estudio están formados principalmente por arenas, de bajo a moderado contenido orgánico y de selección media moderada. En general, los tipos sedimentarios más finos y con mayor contenido orgánico los encontramos en la zona sur del área de estudio, por debajo del paralelo 46°50'S (Figura 5.25A y Figura 5.25B). A continuación vamos a describir, con más detalle, los distintos tipos sedimentarios y su distribución espacial a lo largo de toda la zona de estudio, según el rango batimétrico.

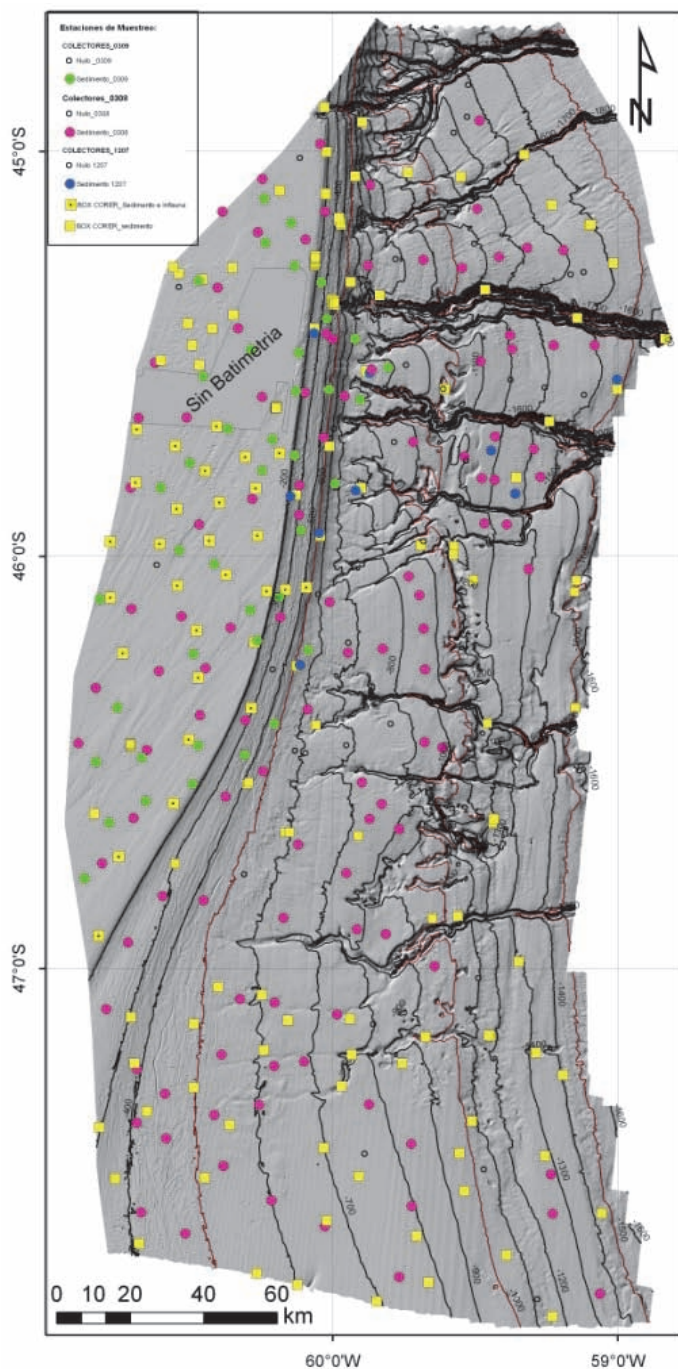


Figura 5.24. Situación de las estaciones de muestreo con colector de red y con *megabox corer* en la campañas ATLANTIS 2008, ATLANTIS 2009, PATAGONIA 12/07 y PATAGONIA 01/08.

Rango prof. (m)	N° Colec.	N° BC	Tipo	% M.O.	Q ₅₀ (phi)	Q ₅₀ (mm)	S ₀	Selección
<200	54	5	AF	1,02	2,20	0,22	1,36	Mod
201-300	10	2	AF	0,92	2,40	0,19	1,34	modB
301-400	11	3	AF	1,01	2,68	0,16	1,31	modB
401-500	11	1	AMF	2,09	3,10	0,12	1,76	Mod
501-700	15	6	AMF	2,19	3,01	0,13	1,59	Mod
701-1.000	30	7	AF	1,75	2,63	0,16	1,49	Mod
1.001-1.500	25	9	AF	1,44	2,44	0,19	1,39	Mod
>1.500	0	6	AF	1,68	2,45	0,20	3,07	M

Tabla 5.1. Valores medios, por rango de profundidad, de las variables del sedimento de la zona estudio. Símbolos: N° Colec.: n° de estaciones muestreadas con colector; N° BC: n° de estaciones muestreadas con box corer; % M.O.: contenido orgánico; Q₅₀: diámetro medio; S₀: coeficiente de selección; AF: arena fina; AMF: arena muy fina; M: mala; Mod: moderada; modB: moderadamente buena.

Profundidades menores de 200 m

Se han muestreado un total de 59 estaciones (54 colectores y 5 *megabox corer*) en este segmento de plataforma continental patagónica (Tabla 5.1). Los sedimentos de la plataforma están caracterizado por la presencia de tipos sedimentarios de los más arenosos de todo el estudio, mayoritariamente compuestos por arena fina (Q₅₀ = 0,220 ± 0,06 mm), aunque el 30% de las estaciones esta dominado por la arena media y el 16% por la arena muy fina. El diámetro medio del sedimento varía entre los 0,110 mm de la estación 41 (ATLANTIS 2009) y los 0,350 mm de la estación 18 (ATLANTIS 2009). El promedio del contenido orgánico es bajo (1,02 ± 0,54%), oscilando entre 0,55% de la estación 5 (ATLANTIS 2009) y los 3,35% de la 7 (PATAGONIA 01/08). El valor medio de la selección es moderada (S₀ = 1,36 ± 0,16), variando entre buena y pobre. Especialmente, las estaciones con sedimentos de mayor tamaño de partículas los encontramos en la zona central de la plataforma continental (entre latitudes 45° 70' y 46° 40'), separados al norte por arenas finas y al sur por los sedimentos arenosos, también finos, con el mayor contenido orgánico y mayor porcentaje en limos (Figura 5.25 y Figura 5.26).

Profundidades de 201-300 m

Es uno de los estratos batimétricos peor estudiados ya que sólo se han recogido muestras en 12 estaciones (10 colectores y 2 *megabox corer*; Tabla 5.1). El sedimento de este rango batimétrico esta caracterizado por la presencia de arenas finas (Q₅₀ = 0,19 ± 0,05 mm) oscilando entre el diámetro medio de 0,117 mm de la estación 53 (ATLANTIS 2008) y los 0,300 mm de la 20 (ATLANTIS 2009). El contenido orgánico de este estrato es el más bajo de todo el estudio, clasificado como bajo y con un promedio de 0,92 ± 0,60%, con un máximo de 2,28% para la estación 53 (ATLANTIS 2008) y la selección del sedimento, en promedio, es moderadamente buena (S₀ = 1,34 ± 0,08).

A diferencia con la plataforma continental, los sedimentos más gruesos casi no están presentes en estas profundidades y observamos una clara gradación de norte a sur disminuyendo el diámetro de partícula y aumentando de forma moderada el contenido orgánico del sedimento según aumenta la latitud (Figura 5.25 y Figura 5.26).

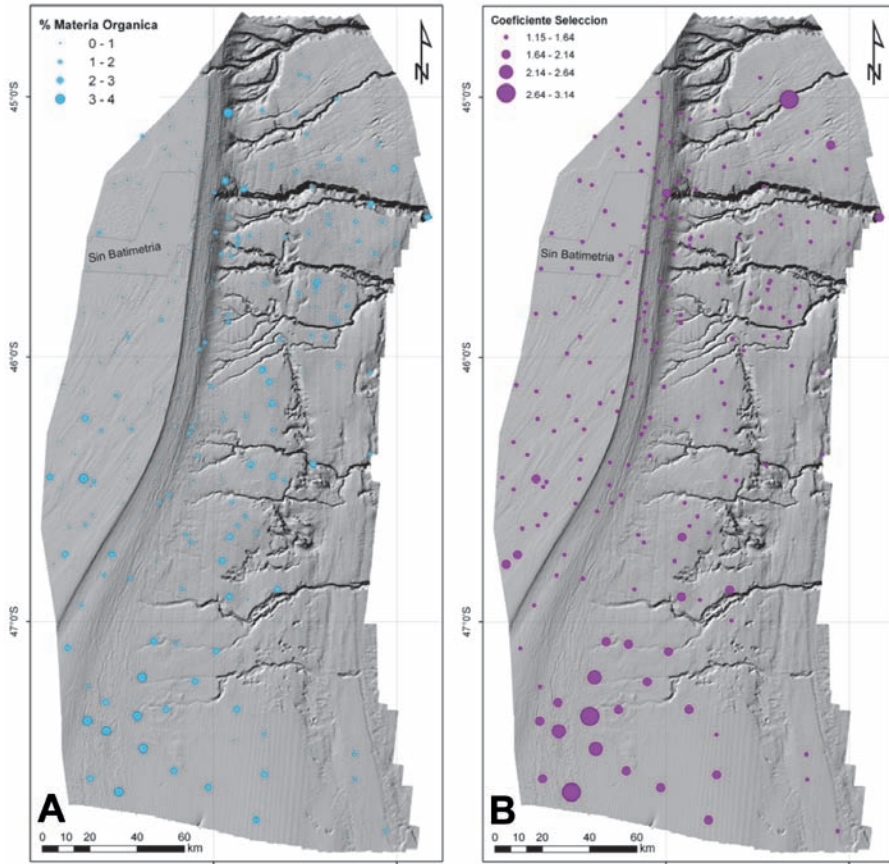


Figura 5.25. Distribución espacial del contenido orgánico (%; A) y del coeficiente de selección (S_0 ; B) en la zona de estudio.

Profundidades de 301-400 m

En este estrato se han obtenido muestras de un total de 14 estaciones (11 colectores y 3 *mega-box corer*; Tabla 5.1). De nuevo, la arena fina es el tipo de sedimento que caracteriza este rango batimétrico ($Q_{50} = 0,160 \pm 0,04$ mm), donde el diámetro medio fluctúa entre las arenas muy finas de la estación 52 ($Q_{50} = 0,09$ mm; ATLANTIS 2008) y las arenas finas de la 7 ($Q_{50} = 0,210$ mm; ATLANTIS 2009). El promedio de contenido orgánico es el segundo más bajo de todo el estudio ($1,01 \pm 0,64\%$), nunca superando el 2,11% de la estación 8 (PATAGONIA 01/08). El valor medio de la selección es moderadamente buena ($S_0 = 1,31 \pm 0,13$) siendo este valor el más bajo de toda la zona de estudio. La selección del sedimento varía entre buena y moderada, en las estaciones 20 y 14 (PATAGONIA 01/08), respectivamente.

Espacialmente, como en el rango batimétrico anterior, en este estrato nos encontramos los sedimentos más finos y con más materia orgánica según aumentamos la latitud (Figura 5.25 y Figura 5.26).

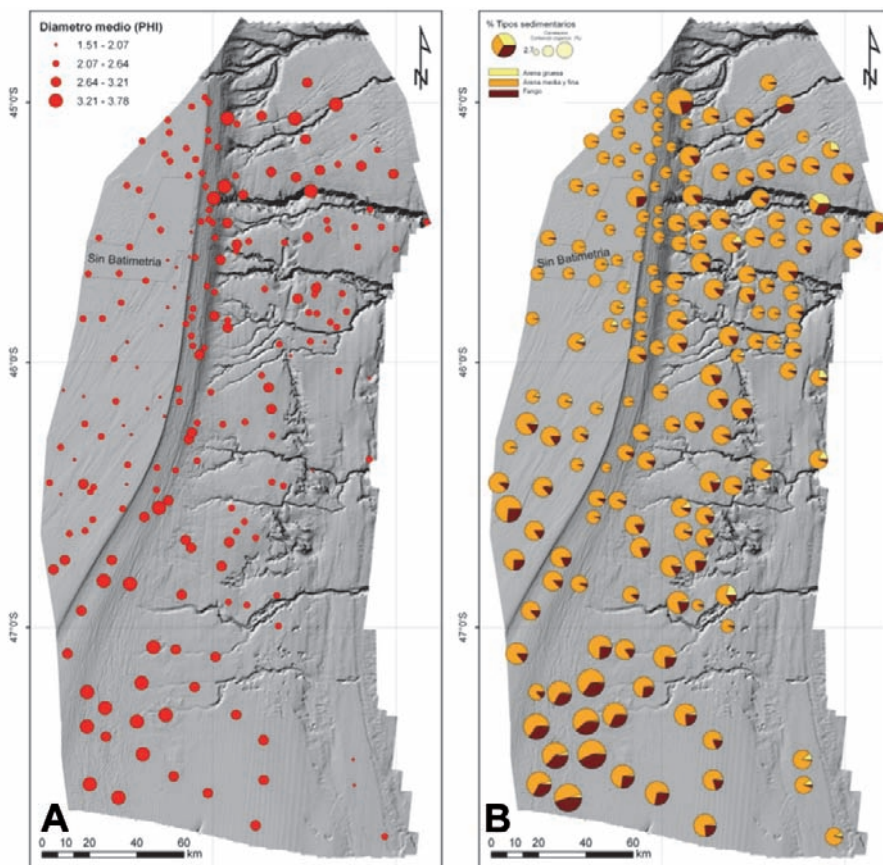


Figura 5.26. Distribución espacial del diámetro medio de partículas (Q₅₀; A) y del porcentaje de tipos sedimentarios (arena gruesa, arena media-fina y fango) correlacionados con el contenido orgánico (%; B) en la zona de estudio.

Profundidades de 401-500 m

Al igual que en el estrato 201-300, este es uno de los estratos batimétricos peor estudiados para toda la zona estudiada. Se han muestreado un total de 12 estaciones, 11 procedentes de colectores y 1 de la *megabox corer* (Tabla 5.1). Está caracterizado por presentar, junto al siguiente estrato (501-700), los sedimentos más finos y fangosos de todos los estratos batimétricos estudiados. Este rango está dominado por la presencia de tipos sedimentarios principalmente compuestos por arenas muy finas ($Q_{50} = 0,120 \pm 0,04$ mm), donde el diámetro medio de las partículas varía entre los 0,077 mm de la estación 47 (ATLANTIS 2008) y los 0,200 mm de la 38 (ATLANTIS 2009). El promedio de contenido orgánico es moderado y es el segundo más elevado de todo el estudio ($2,09 \pm 1,09\%$), llegando a alcanzar hasta el 3,64% de la estación 47 (ATLANTIS 2008). Los sedimentos presentan la segunda peor selección del estudio ($S_0 = 1,76 \pm 0,58$) oscilando entre moderadamente buena ($S_0 = 1,15$) y mala ($S_0 = 2,80$), en la estación 103 y 47 (ATLANTIS 2008), respectivamente.

Como en el estrato batimétrico anterior, las estaciones situadas más al sur presentan los tipos sedimentarios más finos y con un porcentaje más elevado de materia orgánica en superficie (Figura 5.25 y Figura 5.26).

Profundidades de 501-700 m

En este estrato se han obtenido muestras de un total de 21 estaciones (15 colectores y 6 *megabox corer*; Tabla 5.1). Como en el rango batimétrico anterior el sedimento está dominado por la presencia de arenas muy finas, con un diámetro medio promedio de $0,130 \pm 0,03$ mm; el valor mínimo de diámetro medio se ha registrado en los sedimentos de la estación 55 de la campaña ATLANTIS 2008 (arena muy fina: $Q_{50} = 0,077$ mm) y el máximo en la 26 de la misma campaña (Arena fina; $Q_{50} = 0,167$ mm). El contenido orgánico del sedimento es moderado, y es el más elevado para todo el estudio (promedio de M.O. = $2,19 \pm 0,84\%$), llegando a alcanzar hasta el 3,93% de materia orgánica en la estación 55 (ATLANTIS 2008). La selección del sedimento, en promedio, es moderada ($S_0 = 1,59 \pm 0,35$), con un gran rango de variación, entre buena ($S_0 = 1,17$; estación 37; ATLANTIS 2008) y pobre (máximo $S_0 = 2,47$, estación 55; ATLANTIS 2008).

Espacialmente, como en el rango batimétrico anterior, en este estrato nos encontramos los sedimentos más finos y con mayor contenido orgánico según aumentamos la latitud (Figura 5.25 y Figura 5.26).

Profundidades de 701-1.000 m

Junto a la plataforma continental este estrato es el que ha recogido la mayor intensidad de muestreo (37 estaciones; 30 colectores y 7 *megabox corer*) en parte debido a su mayor amplitud batimétrica (Tabla 5.1). Los sedimentos están caracterizados por la presencia de tipos sedimentarios arenosos, mayoritariamente compuestos por arena fina ($Q_{50} = 0,160 \pm 0,02$ mm), excepto la estación 106, de la campaña ATLANTIS 2008, que está compuesta por la arena muy fina ($Q_{50} = 0,121$). El diámetro medio del sedimento varía entre los 0,121 mm de la ya mencionada estación 106 y los 0,215 mm de la estación 36 (ATLANTIS 2008). El promedio del contenido orgánico es bajo ($1,75 \pm 0,47\%$), oscilando entre 0,68% de la estación 78 y los 2,52% de la 74, ambas estaciones de la campaña ATLANTIS 2008. El valor medio de la selección es moderada ($S_0 = 1,49 \pm 0,17$), variando entre moderadamente buena y moderada.

Desde el punto de vista espacial, y a diferencia con los estratos anteriores, no es tan patente de reducción de tipos sedimentarios acompañada del aumento del contenido orgánico según nos desplazamos hacia el sur. Además observamos en este rango batimétrico que algunas estaciones presentan elevados porcentajes de arenas gruesas en su composición granulométrica, como en la estación 1 (PATAGONIA 01/08), la 11 (PATAGONIA 12/07) y la 36 (ATLANTIS 2008; Figura 5.25 y Figura 5.26).

Profundidades de 1.001-1.500 m

En este estrato profundo se han recogido un total de 24 muestras, 25 procedentes de colectores y 9 de la *megabox corer* (Tabla 5.1), la mayoría de ellas al norte del paralelo 46° S (Figura 5.24). Los sedimentos profundos están caracterizados por la presencia de tipos sedimentarios arenosos, mayoritariamente compuestos por arena fina ($Q_{50} = 0,190 \pm 0,05$ mm), aunque en 4 estaciones están dominados por la arena medias (67 y 116 de ATLANTIS 2008; 3 y 9 de PATAGONIA 01/08) y en 3 por arenas muy finas (estación 15 de ATLANTIS 2008; 24 y 25 de

PATAGONIA 01/08). El diámetro medio del sedimento varía entre los 0,094 mm de la estación 25 (PATAGONIA 01/08) y los 0,332 mm de la estación 9 (PATAGONIA 01/08). El promedio del contenido orgánico es bajo ($1,44 \pm 0,37\%$), oscilando entre 0,77% de la estación 27 y los 2,35% de la 28, ambas de la misma campaña (PATAGONIA 01/08). El valor medio de la selección es moderado ($S_0 = 1,39 \pm 0,11$), variando entre moderadamente buena y moderada.

Aunque espacialmente no observamos ningún patrón claro de distribución en este estrato, si se registran los valores más bajos de porcentaje de sedimentos finos ($< 62 \mu\text{m}$) de todo el estudio. Además, al igual que en el estrato anterior, observamos algunas estaciones que presentan elevados porcentajes de arenas gruesas ($> 500 \mu\text{m}$) en su composición granulométrica, por encima del 11%, como en la estación 31 de la campaña PATAGONIA 01/08 (25,86%) y la 67 de ATLANTIS 2008 (11,69%; Figura 5.25 y Figura 5.26).

Profundidades mayores de 1.500 m

En la zona más profunda del presente estudio se han recogido un total de 6 muestras con la *megabox corer* (Tabla 5.1), principalmente en fondos situados en el interior de cañones y canales submarinos. Los sedimentos profundos están caracterizado por la presencia de tipos sedimentarios arenosos, mayoritariamente compuestos por arena fina ($Q_{50} = 0,200 \pm 0,08 \text{ mm}$), aunque en la estación 10 están dominados por la arena media ($Q_{50} = 0,330 \text{ mm}$) y en la 29 por arenas muy finas ($Q_{50} = 0,073 \text{ mm}$), ambas de la campaña PATAGONIA 01/08. El promedio del contenido orgánico es bajo ($1,68 \pm 0,43\%$), oscilando entre 1,10% de la estación 7 (PATAGONIA 12/07) y los 2,19% de la 30 (PATAGONIA 01/08). Los sedimentos presentan la peor selección del estudio ($S_0 = 3,07 \pm 2,99$) oscilando entre moderada ($S_0 = 1,38$) y mala ($S_0 = 9,06$), en la estación 7 y 26 (PATAGONIA 01/08), respectivamente.

Como ya hemos mencionado anteriormente, estas estaciones profundas están situada en el fondo de los grandes cañones y canales submarinos de recorren transversalmente toda la zona de estudio, por lo que el estudio de la distribución espacial no tiene sentido. Ahora bien, sí podemos destacar la elevada heterogeneidad de los sedimentos de estas muestras, donde observamos algunas estaciones que presentan elevados porcentajes de arenas gruesas ($> 500 \mu\text{m}$) en su composición granulométrica, por encima del 17%, como en las estación 26, 10 y 4, con 39,5%, 23,04% y 17,47%, respectivamente (PATAGONIA 01/08). También encontramos en este estrato tres estaciones con porcentajes de fangos ($< 62 \mu\text{m}$) por encima del 23%, y el segundo máximo registrado para todo el estudio, en la estación 29 de la campaña PATAGONIA 01/08, donde encontramos un 42,58% de fangos (Figura 5.25 y Figura 5.26).

5.2.2. Infauna

La información analizada sobre la macroinfauna de la plataforma continental y el talud patagónico procede del estudio de 29 estaciones recogidas durante la campaña PATAGONIA 12/08. En la Tabla 5.2 se relacionan algunos parámetros ambientales y poblacionales de las comunidades macroinfaunales y en la Figura 5.27 se indica la situación de las estaciones de muestreo.

Estación	Prof. (m)	N m ⁻²	% P	% M	% C	% E	% O
28	115	2171	73,68	15,79	10,53	0,00	0,00
27	118	2.629	56,52	17,39	21,74	0,00	4,35
29	121	2.971	76,92	11,54	7,69	0,00	3,85
25	124	2.343	51,22	14,63	34,15	0,00	0,00
26	125	2.057	75,00	2,78	22,22	0,00	0,00
17	128	629	72,73	9,09	18,18	0,00	0,00
24	128	1.371	41,67	25,00	25,00	4,17	4,17
19	130	1.886	66,67	15,15	18,18	0,00	0,00
3	134	857	53,33	13,33	33,33	0,00	0,00
13	134	971	70,59	23,53	5,88	0,00	0,00
7	134	1.886	60,61	9,09	15,15	0,00	15,15
12	136	2.286	55,00	7,50	27,50	0,00	10,00
5	136	2.629	23,91	56,52	17,39	0,00	2,17
4	137	2.286	37,50	5,00	40,00	0,00	17,50
9	137	2.914	58,82	21,57	15,69	0,00	3,92
10	139	971	76,47	17,65	5,88	0,00	0,00
6	140	286	40,00	0,00	60,00	0,00	0,00
18	140	1.314	69,57	17,39	13,04	0,00	0,00
11	140	2.686	42,55	27,66	23,40	6,38	0,00
2	142	1.486	46,15	0,00	34,62	19,23	0,00
1	143	1.543	66,67	14,81	11,11	3,70	3,70
20	146	1.371	79,17	0,00	12,50	4,17	4,17
8	146	2.000	62,86	8,57	22,86	5,71	0,00
21	149	2.971	34,62	32,69	21,15	7,69	3,85
16	152	1.314	39,13	0,00	60,87	0,00	0,00
23	156	1.143	40,00	10,00	45,00	0,00	5,00
15	285	1.520	2,63	0,00	1,75	95,61	0,00
22	294	4.400	9,09	0,00	0,00	88,31	2,60
14	447	1.829	12,50	6,25	28,13	31,25	21,88

Tabla 5.2. Estaciones, profundidad (m) y algunas variables de la comunidad macroinfaunal. Símbolos: N m⁻²: abundancia total (ind · m⁻²); % P: % de poliquetos; % M: % de moluscos; % E: % de equinodermos; % C: % de crustáceos; % O: % otros.

Desde un punto de vista global, las comunidades infaunales de esta zona están caracterizadas por la dominancia del grupo de los poliquetos (48,9%), representados principalmente por las familias Paraonidae, Onuphidae, Maldanidae y Cirratulidae. Le siguen en número el grupo de los crustáceos (20,1%), los moluscos (14,4%) y el grupo de los equinodermos (12,5%), siendo el de los «otros» (sipuncúlidos, nemertinos, etc) el grupo peor representado (3,9%).

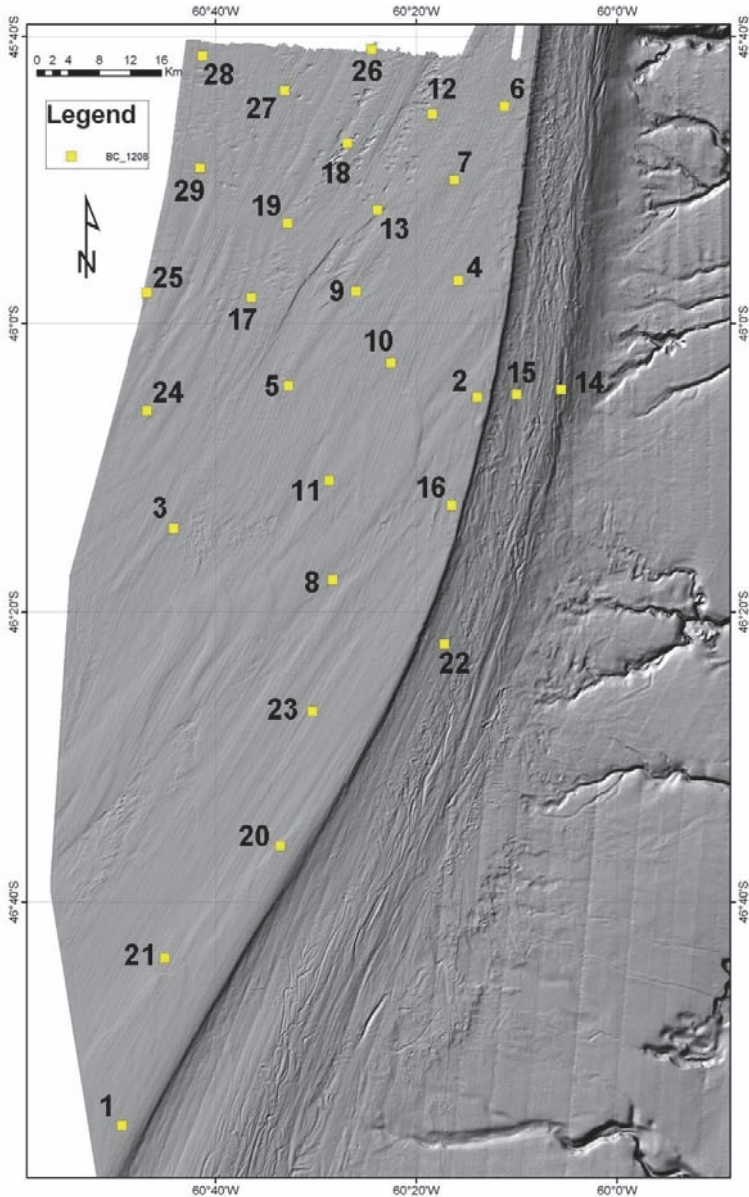


Figura 5.27. Situación de las estaciones de muestreo de macroinfauna en la campaña PATAGONIA 12/08.

En cuanto al compartimento endobentónico inicialmente podemos agrupar las estaciones analizadas hasta el momento en dos grupos según la batimetría: la comunidad de la plataforma continental (estaciones 28, 27, 29, 25, 26, 17, 24, 19, 3, 13, 7, 12, 5, 4, 9, 10, 6, 18, 11, 2, 1, 20, 8, 21, 16 y 23) y la comunidad del talud (estaciones 15, 22 y 14; Figura 5.27, Figura 5.28, Figura 5.29 y Figura 5.30).

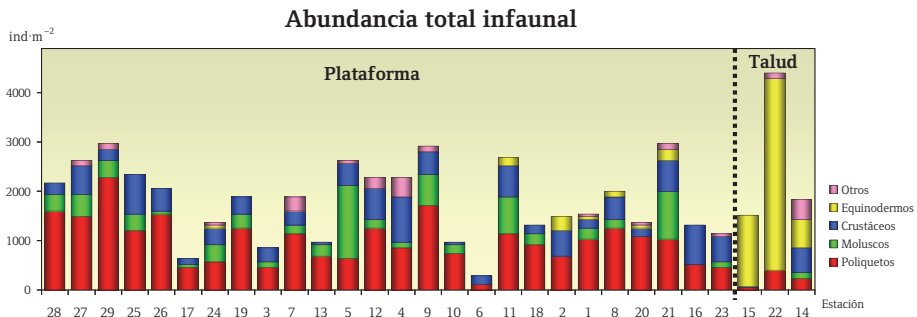


Figura 5.28. Abundancia total ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$) de los principales grupos faunísticos de la macroinfauna en las estaciones de muestreo de la campaña PATAGONIA 12/08.

La comunidad infaunal de la plataforma continental patagónica está localizada sobre sedimentos arenosos (arena fina; $Q_{50} = 0,220 \pm 0,05 \text{ mm}$), de bajo contenido orgánico ($1,12 \pm 0,46\%$), que ocupan la zona más somera de toda la campaña (115-156 m; Tabla 5.2).

Esta comunidad está dominada principalmente por los poliquetos (55,6%), siendo las familias Paraonidae ($\text{máx} = 1.068 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$, estación 28), Onuphidae ($\text{máx} = 857 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$, estación 26), Maldanidae ($\text{máx} = 571 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$, estación 19) y Cirratulidae ($\text{máx} = 743 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$, estación 19) las mejor representadas en abundancia. Especialmente, los poliquetos paraónidos están distribuidos principalmente al norte de la zona de estudio, a poca profundidad (estaciones 19, 25, 26, 27, 28 y 29), donde alcanzan sus valores máximos de abundancia; desde $229 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ de la estación 19 hasta el máximo de $1.086 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ en la 28 (Figura 5.29). De igual forma, los poliquetos onuphidos alcanzan sus máximos valores de abundancia en las estaciones situadas más al norte, a profundidades intermedias (estaciones 4, 7, 12, 13, 26 y 27), llegando a alcanzar un máximo de $857 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ en la estación 26. Similar patrón de distribución espacio-batimétrica observamos para la familia de poliquetos Cirratulidae. Por el contrario, los poliquetos de las familias Capitellidae y Spionidae parecen alcanzar los valores más elevados en las zonas más profunda y al sur del área de estudio (Figura 5.29).

Le siguen en abundancia el grupo de los crustáceos peracáridos (22,3%), representado mayoritariamente por el grupo de los anfipodos, llegando a alcanzar una abundancia de $800 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ en la estación 25 (Figura 5.30). El grupo de los moluscos está moderadamente representado, alcanzando los bivalvos un máximo de $971 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ en la estación 21, a 149 m de profundidad. Los «otros» y los equinodermos son los grupos peor representados en este estrato batimétrico, con un 3,5 y 2% de la abundancia, respectivamente. En cuanto al principal parámetro estructural, la abundancia total es relativamente elevada para este tipo de comunidades de plataforma

continental ($1.807 \pm 762 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), alcanzándose un máximo de $2.971 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ en la estación 25 (Figura 5.28; Tabla 5.2).

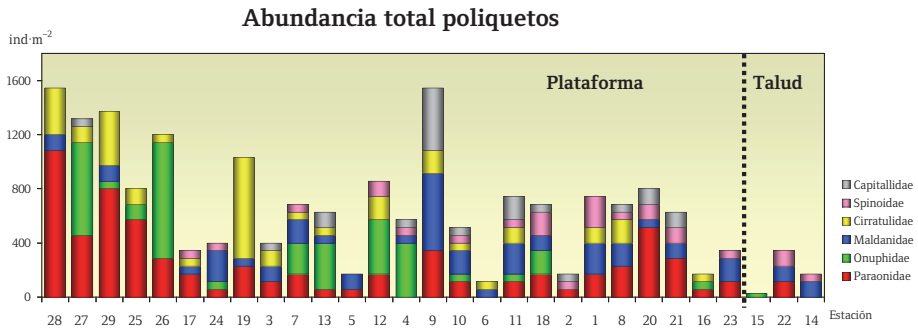


Figura 5.29. Abundancia total ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$) de las principales familias de poliquetos de la macrofauna en las estaciones de muestreo de la campaña PATAGONIA 12/08.

Por otro lado la comunidad macroinfaunal del talud está localizada sobre sedimentos arenosos más finos (de arena muy fina a arena fina; $Q_{50} = 0,11-0,18 \text{ mm}$), de bajo a moderado contenido orgánico (0,89-2,47%), que ocupan la zona más profunda de toda la campaña (285-447 m; Tabla 5.2).

A diferencia con la plataforma continental, esta comunidad de talud está dominada principalmente por el grupo de los equinodermos (76,3%), especialmente representados por el orden Ophiuroidea, que en la estación 22, a 294 m de profundidad, llega a alcanzar una abundancia de hasta $3.829 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ (Figura 5.28). El siguiente grupo dominante, pero en valores más moderados, es el de los poliquetos (8,6%), siendo las familias Paraonidae, Maldanidae y Spionidae las mejor representadas en abundancia, sin llegar a sobrepasar en ninguna de las tres familias los $114 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ (estaciones 22 y 14, Figura 5.29).

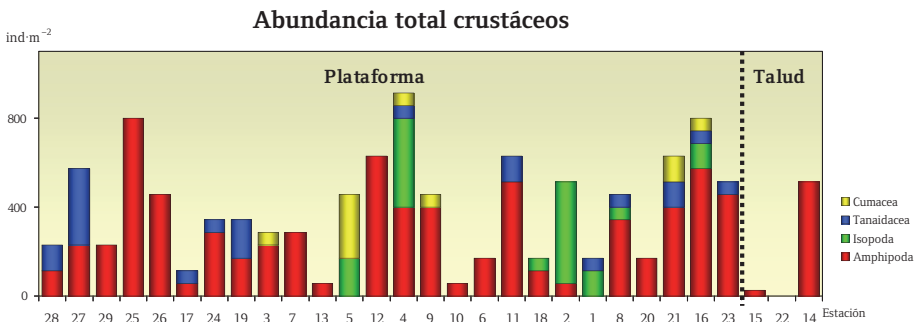


Figura 5.30. Abundancia total ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$) de los principales grupos de crustáceos peracáridos de la macrofauna en las estaciones de muestreo de la campaña PATAGONIA 12/08.

Le siguen, en abundancia, el grupo de los crustáceos (6,9%), representado mayoritariamente por el grupo de los anfípodos, llegando a alcanzar una abundancia de $514 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ en la

estación 14 (Figura 5.30). El grupo de los «otros» está pobremente representado (6,6%), alcanzando los cnidarios un máximo de $286 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ en la estación 14 a 447 m de profundidad. Los moluscos son el grupo peor representado en este estrato batimétrico, con un 1,5% de la abundancia total. En cuanto al principal parámetro estructural, la abundancia total es elevada para este tipo de comunidades de plataforma continental ($2.583 \pm 1.581 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), alcanzándose un máximo de $4.400 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ en la estación 22, a 294 metros de profundidad (Figura 5.28; Tabla 5.2).

5.2.3. Epifauna

En el desarrollo del proyecto ATLANTIS, se ha realizado un enorme esfuerzo de muestreo para cartografiar la zona objeto de estudio. La recolección de muestras del bentos marino en las 13 campañas realizadas y 347 días efectivos en la mar se ha realizado por medio de la draga de roca con la que se han hecho 102 muestreos en toda la zona, 209 muestreos con la draga *box corer*, 413 lances con la red LOFOTEN, que aunque diseñada para la pesca demersal, recolecta una cantidad importante de especies bentónicas al tiempo que nos ha proporcionado 413 muestras de sedimentos, una en cada lance (Figura 5.31).

Además, durante la campaña Patagonia 01/09, se estudiaron mediante fotografía subacuática, las comunidades epibentónicas en 13 zonas del área de estudio entre profundidades de 135 y 1.320 metros, seleccionadas previamente por su interés faunístico o geológico en relación con la presencia de ecosistemas vulnerables. Se identificaron comunidades distintas, algunas de las cuales están consideradas en la actualidad como sensibles.

A medida que se van obteniendo información de la identificación de las muestras en el laboratorio se va integrando e interpretando con la información que proporcionan los análisis geológicos de la zona. Se ha prospectado una superficie total de 59.105 km² y se han realizado 91.905 km de perfiles geofísicos.

La captura de la megafauna bentónica incluyendo tanto los invertebrados como los Phyla Chordata y Hemichordata, observada en la totalidad de las campañas realizadas en el marco del proyecto ATLANTIS muestra una dominancia tanto en biomasa como en diversidad de los Phyla Porifera, Cnidaria y Echinodermata. A estos Phyla pertenecen gran parte de los organismos considerados vulnerables, según los últimos criterios establecidos internacionalmente por la ONU y OSPAR.

Particularmente los resultados en cuanto a la fauna bentónica y los ecosistemas vulnerables detectados en la zona se han obtenido, por una parte, sobre fondos blandos y llanuras batiales en las campañas de pesca como fauna acompañante de las especies objetivo, y por otro lado en campañas específicas de prospección con draga de roca y draga *box corer*, una vez que el equipo de geología había caracterizado e identificado estructuras y composición de los fondos ya que solo entonces era posible una exploración específica en ambientes particulares.

En el primer caso, al realizarse una distribución de los lances regularmente repartida en toda la zona entre los 150 y los 1.500 m de profundidad aproximadamente, se han podido analizar los datos por estratos de profundidad, tal y como se describe en el capítulo 4.3 de la presente memoria. En el caso de los muestreos con draga *box corer*, se han tratado de hacer los mues-

treos igualmente con una repartición homogénea, pero en el caso de la draga de roca, se han realizado los muestreos en enclaves que pudieran tener interés científico particular por las comunidades que las pueblan. Parte de los resultados de estas prospecciones se señalan en los apartados siguientes.

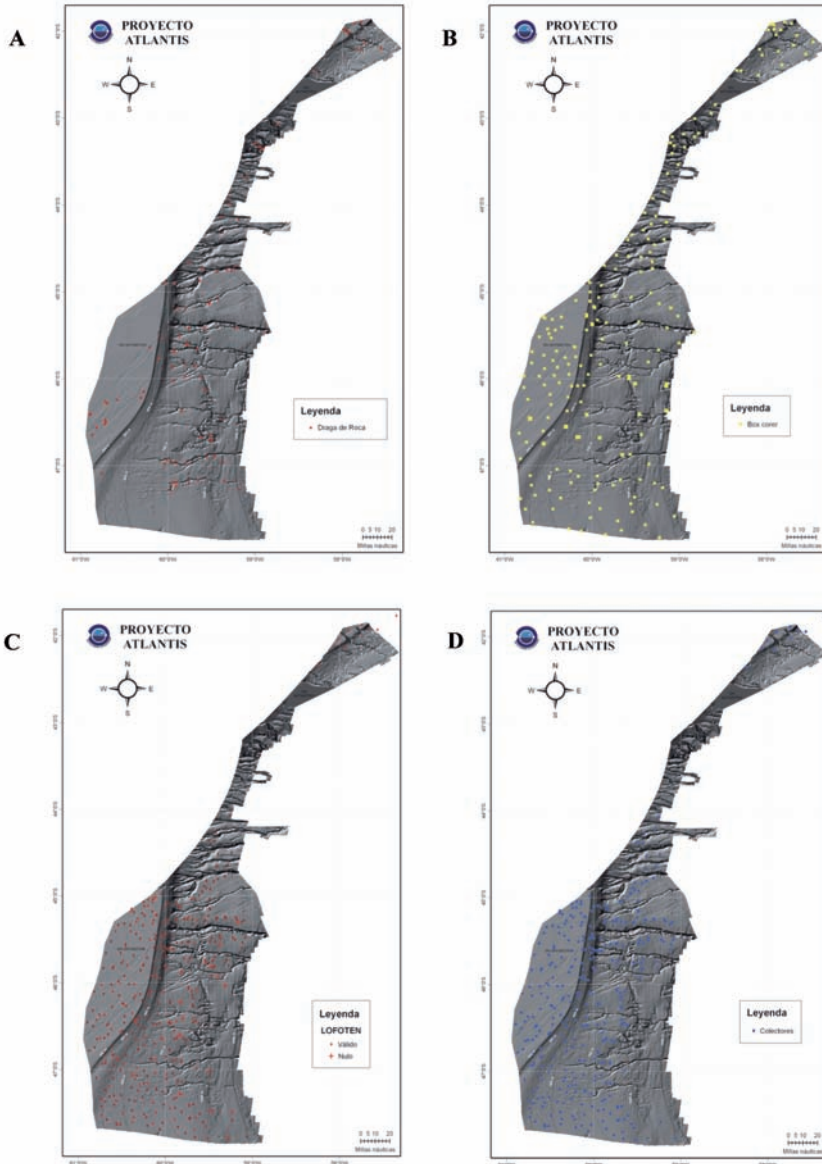


Figura 5.31. Mapas de la zona de estudio en la que se muestra el esfuerzo de muestreo realizado en las campañas de investigación. **A.** Muestreo con dragas de roca. **B.** Muestreo con draga *box corer*. **C.** Muestreo con red LOFOTEN. **D.** Muestreo con colectores de sedimento.

5.2.3.1. Presencia de hábitats destacados

5.2.3.1.1. Campos de esponjas

Los campos o agregados de esponjas en aguas profundas (Código EUNIS: A6.62) están formados principalmente por poríferos de dos clases: Cl. Hexactinellida y Cl. Demospongiae. Su presencia es relevante a profundidades entre 250 y 1.300 m (Bett y Rice, 1992), en zonas donde la temperatura de agua varía entre 4 y 10°C y donde las corrientes circulan a una velocidad aproximada de 0,5 nudos.

Los agregados de esponjas se encuentran principalmente sobre sustrato rocoso, aunque algunas especies están provistas de largas espículas de anclaje que les permiten sobrevivir en sustratos blandos. Es frecuente encontrar determinadas especies que se asientan sobre pequeñas piedras que se encuentran entre sedimentos blandos.

Las esponjas de profundidad presentan preferencias por hábitats análogos a los de los corales de aguas frías y de hecho es corriente hallar ambos tipos de ecosistemas conviviendo en los mismos emplazamientos así como es habitual la colonización de la superficie de determinados corales por poríferos de la Cl. Demospongiae (Figura 5.32).

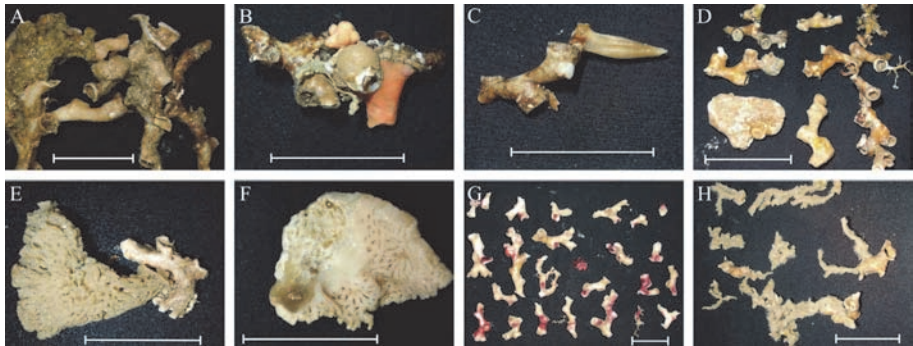


Figura 5.32. Asentamiento de diferentes especies de poríferos sobre *Bathelia candida*, recolectados en la campaña Patagonia 01/08. **A.** Orden Astrophorida. **B.** *Polymastia* sp. **C.** *Tentorium* sp. **D.** Familia Bubaridae. **E.** Orden Poecilosclerida. **F.** *Tedania* sp. **G.** *Hymedesmia* sp. **H.** Familia Raspailiidae. (Escala: 4 cm).

Los campos de esponjas constituidos por esponjas de la Clase Hexactinellida y algunos de los de mayor porte incluidos en la Clase Demospongiae (principalmente del Orden Astrophorida) constituyen un excelente hábitat para una amplia variedad de especies, tanto de invertebrados como de vertebrados marinos.

Las esponjas de profundidad tienen un crecimiento muy lento y son muy sensibles a los cambios ocurridos en su medio, por lo que son vulnerables a los efectos provocados por las actividades antropogénicas, entre ellas la pesca de arrastre de fondo, ya que algunos de estos campos coinciden con zonas de arrastre, fundamentalmente las zonas de sedimentos blandos.

Se ha constatado que algunos pescadores evitan arrojar las redes de arrastre sobre zonas con gran cantidad de esponjas de gran porte, ya que podría dañar el arte y contaminar la captura de peces con las espículas silíceas que suelen ser de gran tamaño, pero en otros casos utilizan estos artes para tratar de eliminarlas «limpiando» la zona, para poder practicar el arrastre posteriormente en esa zona (Fossa y Tendal, sin fecha).

Los daños provocados en los campos de esponjas se refieren principalmente a la destrucción o el daño de los propios ejemplares, bien sea debido al by-catch o al aplastamiento o daño parcial provocado por las redes de pesca y cuya recuperación es altamente improbable.

Además la mayoría de las esponjas son filtradoras, lo que significa que el agua penetra en su cuerpo por una multitud de pequeños orificios inhalantes denominados poros y circula por medio de una red de canales hasta llegar a la zona denominada cámaras coanocitarias, donde el agua es filtrada por los coanocitos, que están provistos de un collar de microvellosidades alrededor de un flagelo que provoca el movimiento del agua, quedando retenidas en ellas las partículas en suspensión (generalmente bacterias) que son fagocitadas por las células. El agua es expulsada a continuación por una red exhalante que desemboca en una gran abertura, denominada ósculo.

El arrastre de fondo genera una nube de sedimentos que puede obstruir tanto los poros como la red de canales inhalantes y exhalantes, así como las cámaras coanocitarias, ya que son incapaces de diferenciar entre partículas alimenticias y las de otro tipo, provocando el colapso del sistema filtrador y por tanto alimenticio, en estos organismos.

Campos de esponjas de la Clase Hexactinellida

En la zona estudiada se han observado áreas donde la presencia de esponjas Hexactinellidas, pertenecientes al género *Rossella* (Figura 5.33), proporcionan al fondo marino una estructura tridimensional, ofreciendo a otras especies una superficie donde vivir, un lugar de caza, así como un refugio contra los depredadores y las corrientes existentes en aguas profundas. Se trata de zonas con una mayor biodiversidad en comparación con los fondos circundantes, no solo en lo que respecta a invertebrados diferentes de los pertenecientes al Phylum Porifera (Echinodermata, Polichaeta, Mollusca entre otros) o peces, sino también a que en esas áreas suele haber una elevada diversidad dentro del propio Phylum Porifera.

Campos de esponjas Carnívoras

Las esponjas se han considerado hasta fechas recientes como animales muy simples, desprovistos de órganos, de tejidos diferenciados y de sistema nervioso, estando organizadas para filtrar grandes cantidades de agua y recoger las partículas nutritivas, como se indicó anteriormente.

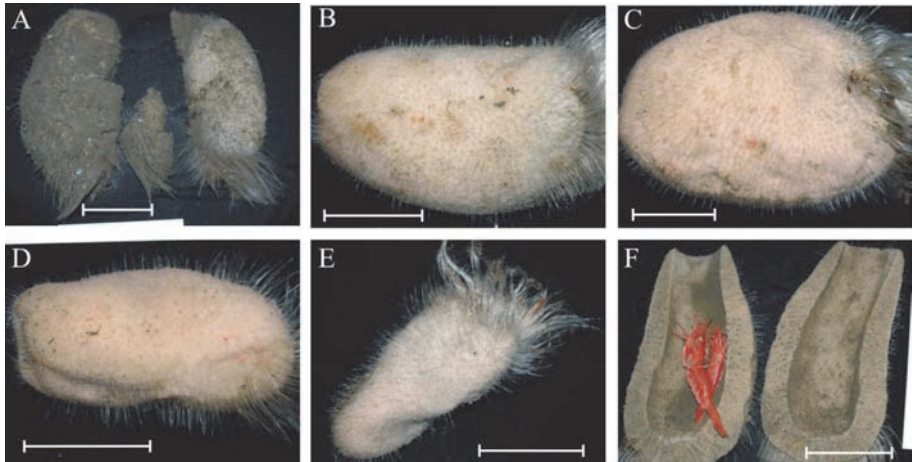


Figura 5.33. Esponjas de la Clase Hexactinellida (*Rossella* spp.) procedentes de la campaña ATLANTIS 2008. **A.** Estación Lo 18. **B.** Estación Lo 47. **C.** Estación Lo 48. **D.** Estación Lo 49. **E.** Estación Lo 51. **F.** Estación Lo 47. Crustáceos (*Campilonothus* sp.) protegiéndose en la cavidad atrial de la esponja. (Escala 10 cm).

Las esponjas carnívoras, cuyo principal hábitat son zonas de gran profundidad, carecen de dicho sistema filtrador, presentando una organización totalmente diferente al resto de los poríferos. Capturan las presas, que generalmente son crustáceos de pequeño porte, gracias a los filamentos de la esponja, que están recubiertos de una gran cantidad de espículas en forma de gancho, orientadas en la misma posición. Este revestimiento actúa a modo de «velcro» y en el momento que la presa toca uno de estos filamentos, las sedas y pelos de los que están provistos quedan enganchados. Es una captura mecánica, sin intervención de músculos ni de sustancias tóxicas o paralizantes.

La digestión, todavía no bien conocida en su totalidad, se realiza mediante el recubrimiento de la presa por células de la propia esponja y secreción de enzimas extracelulares lo que provoca la autólisis de la presa cortándola en pequeños fragmentos, colaborando en ello bacterias simbióticas de la esponja. Estos fragmentos son fagocitados por las células realizando una digestión intracelular (Vacelet y Boury-Esnault, 1995; Vacelet y Dupont, 2004).

Las esponjas carnívoras en general colonizan zonas abisales y fuentes hidrotermales y por tanto muchas de ellas aún no se conocen. Todas las esponjas conocidas y que presentan este régimen alimenticio, pertenecen al orden Poecilosclerida y en las muestras que proceden de las diferentes campañas del proyecto ATLANTIS se están identificando especies, algunas de ellas nuevas para la ciencia, pertenecientes a los géneros *Asbestopluma*, *Chondrocladia* y *Euchelypluma* (Figura 5.34) y que han sido descritas en un reciente artículo científico (Ríos *et al*, 2011).

Se admite que las esponjas en general representan un punto clave en la evolución de la vida animal, el paso del estado unicelular al pluricelular, con células poco especializadas y relativamente autónomas.

Estudios recientes de filogenia molecular sugieren que el ancestro de los animales pluricelulares, tendría una organización semejante a la de las esponjas; coanocitos y sistema acuífero se habrían conservado en diferentes grupos de esponjas, pero habrían desaparecido en el curso de la evolución en los otros animales pluricelulares. Las esponjas carnívoras muestran que el abandono del sistema de filtración puede pertenecer a un organismo simple, pero que funciona eficazmente, aunque carezca de órganos y tejidos diferenciados.

Los diferentes géneros de esponjas carnívoras tienen muchos caracteres en común y parece poco probable que hayan aparecido por convergencia, siguiendo diferentes líneas evolutivas. Existe una hipótesis en la que la adaptación sería anterior a la diferenciación completa de las microscleras de diferentes esponjas del Orden Poecilosclerida, que tratará de ser confirmada mediante estudios de la filogenia de diferentes esponjas carnívoras, empleando técnicas moleculares (Vacelet, com.pers.). Por tanto, estas esponjas son muy importantes desde un punto de vista evolutivo, cuya destrucción podría impedir que se llegaran a conocer especies desconocidas hasta la fecha y comprobar la veracidad de dichas hipótesis evolutivas.

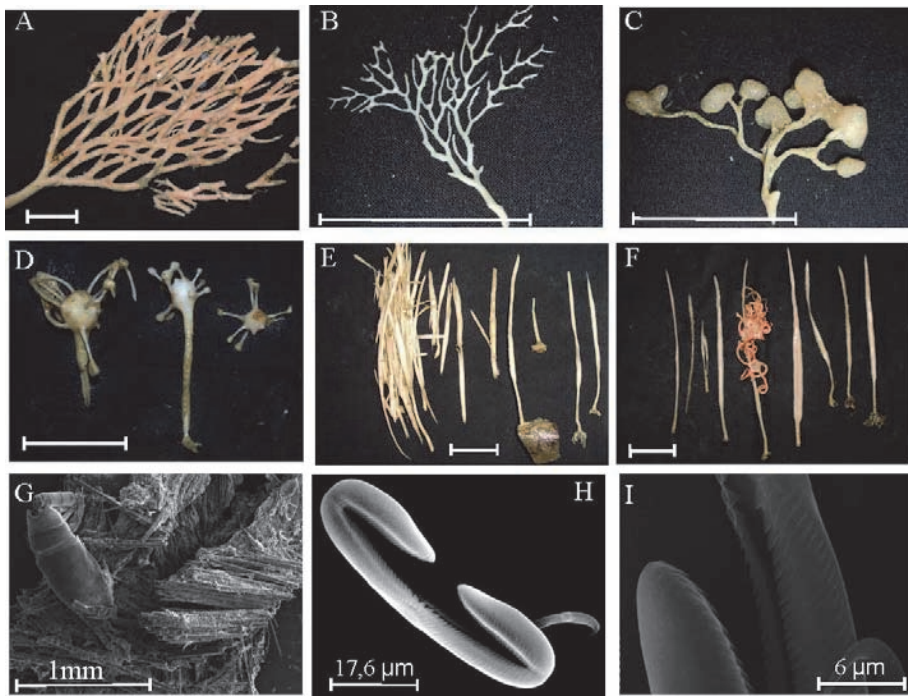


Figura 5.34. Esponjas carnívoras procedentes de las campañas realizadas en el proyecto ATLANTIS. **A.** *Asbestopluma* sp. Lanceo Lo36, campaña ATLANTIS 2008. **B.** *Asbestopluma* sp. Estación DR4, campaña Patagonia 10/08. **C.** *Chondrocladia* sp. Estación DR4, campaña Patagonia 10/08. **D.** *Chondrocladia* sp. Estación DR5, campaña Patagonia 12/08. **E.** *Euchelipluma* sp. Estación DR16, campaña Patagonia 01/08. **F.** *Euchelipluma* sp. y ofiuras enlazadas en uno de los ejemplares. Estación DR5, campaña Patagonia 12/08. (Escala A-F 5 cm). **G.** Crustáceo enganchado por las espículas de una esponja del género *Euchelipluma* sp. del lanceo Lo 110 de la campaña ATLANTIS 2008. **H.** Espículas de *Euchelipluma* sp.; placochela y sigma. **I.** Detalle central de placochela.

5.2.3.1.2. Corales de aguas frías

Los corales de aguas profundas o conocidos igualmente por corales de aguas frías (cold-water corals en la denominación inglesa), pertenecen al Filo Cnidaria. A menudo forman agregaciones llamadas parches, montículos, bancos o matorrales. A pesar de que muchas referencias a estas agregaciones con frecuencia se citan como arrecifes (como aquellos que habitan las aguas someras tropicales) solo unas pocas de estas especies de aguas profundas llegan a formar verdaderos arrecifes. En cualquier caso, forman hábitats que son cruciales como zonas de reproducción de muchas especies de peces comerciales ya que a su alrededor se desarrolla una abundante y diversa fauna de invertebrados y peces.

Hay tres principales grupos de corales que forman las comunidades de corales de profundidad: los corales pétreos o duros del Orden Scleractinia que forman los arrecifes, corales negros y corales córneos del Orden Antipatharia y los corales blandos del Orden Alcyonacea que incluyen asimismo a las gorgonias, aunque generalmente nos referimos a los del primer grupo cuando hablamos de corales de aguas frías. Pueden vivir a grandes profundidades y en muy bajas temperaturas (4°C) donde prevalece la más absoluta oscuridad y por lo tanto no se asocian con algas del tipo Zooxantellas cuya simbiosis les proporciona el alimento sino que capturan y consumen detritus orgánicos y plancton que llegan a los pólipos transportados por fuertes corrientes. La distribución de los corales de aguas frías se extiende por todos los océanos desde el Ártico a la Antártida y pueden tener un rango de talla muy amplio, desde aquellos corales solitarios de pequeño porte a grandes estructuras ramificadas. En el hemisferio norte, donde se han realizado los mayores esfuerzos para su estudio, las principales especies que contribuyen a la formación de arrecifes son *Lophelia pertusa*, *Oculina varicosa*, *Madrepora oculata*, *Desmophyllum cristagalli*, *Enallopsammia rostrata*, *Solenosmilia variabilis* y *Goniocorella dumosa*. Cuatro de estos géneros (*Lophelia*, *Desmophyllum*, *Solenosmilia* y *Goniocorella*) constituyen la mayoría de los bancos conocidos de corales de aguas frías entre 400 y 700 m de profundidad (Cairns y Stanley, 1982).

Algunas de ellas se han descrito también en el hemisferio sur como *Lophelia pertusa*, *Madrepora oculata*, *Solenosmilia variabilis* y *Goniocorella dumosa*; sin embargo en el desarrollo de las expediciones del proyecto ATLANTIS, la especie que se ha encontrado más frecuentemente en la zona de estudio es *Bathelia candida*, mucho menos conocida que *Lophelia pertusa* (código EUNIS A5.631 et A6.611) pero que al igual que ésta de una gran importancia ecológica en los fondos en los que se desarrolla.

Creemos que las investigaciones en curso del presente proyecto ATLANTIS nos pueden llevar a conclusiones similares para *B. candida* a las encontradas para *L. pertusa* en las que la diversidad biológica de la comunidad de arrecifes de coral de aguas frías es tres veces superior a la de los sedimentos blandos de los alrededores, lo que hace pensar y se ha llegado a definir a estos arrecifes de coral como «puntos calientes» de biodiversidad (ICES, 2003). Al igual que se

ha comentado anteriormente para el Filo Porífera, estos organismos forman estructuras tridimensionales complejas diferenciadas del lecho marino que son refugio, lugares aptos para la puesta y fuente de recursos tróficos para numerosas especies, incluyendo entre estas diversas especies de peces de interés comercial. Su lenta tasa de crecimiento (en ocasiones unos pocos milímetros al año) hace que se consideren especies vulnerables a las actividades pesqueras por el impacto directo, mecánico o indirecto por remoción y resuspensión de sedimentos. En este sentido son de destacar los hidrocorales de gran porte (*Stylasteridae*) de las que se han encontrado un gran número de especies de las que se conoce poco acerca de su biología.

Las mayores biomásas de corales de aguas frías en la zona de estudio se localizaron a profundidades entre 400 y 1.000 m, en ocasiones en zonas de poca pendiente sobre fondos arenosos, formando desde pequeñas agregaciones, hasta arrecifes de pocos metros de altura pero con una gran densidad de individuos y de fauna acompañante (Figura 5.35).

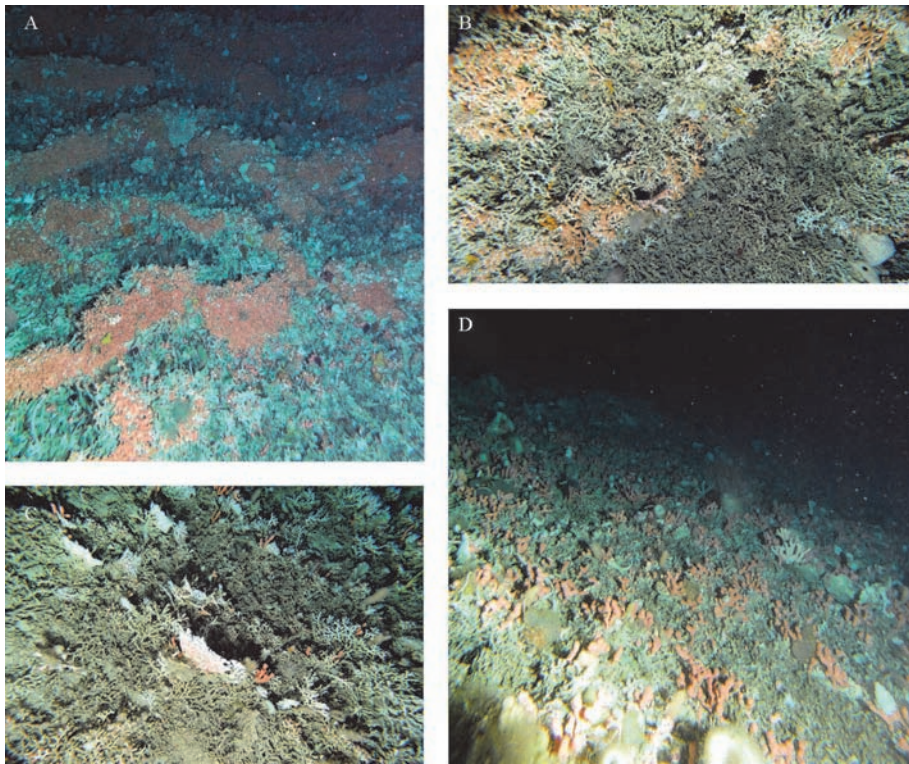


Figura 5.35. Comunidad de corales de aguas frías, *Bathelia candida*. **A.** Puede observarse la complejidad y la densidad de la población. **B.** Los pólipos de *Bathelia* destacan por su coloración anaranjada marcando una clara diferencia entre el coral vivo y en muerto que forma una capa inferior. **C.** Sobre las ramas de coral muerto se asientan otros organismos que aprovechan un sustrato adecuado para su fijación como los hidrocorales del género *Stylaster*, los Cnidarios de los géneros *Paragorgia*, *Flavellum* o *Primnoa*, además de muchos otros invertebrados que encuentran protección en este hábitat. **D.** Zona con gran abundancia del octocoral *Paragorgia* acompañado de esponjas, alcionáceos, hidrozoos y briozoos.

5.2.3.1.3. Jardines de corales blandos

Los ecosistemas de corales de aguas frías no son exclusivamente del dominio de los corales pétreos o corales duros (Scleractinias). En algunas zonas del mundo, y particularmente en la zona de estudio del proyecto ATLANTIS, se están descubriendo extraordinarios ejemplos de ecosistemas de corales blandos citados entre las más ricas y coloridas comunidades de aguas profundas a altas latitudes (Freiwald *et al.*, 2004). Estos hábitats conocidos como Jardines de corales blandos (Coral Gardens u Octocoral Gardens, en su denominación inglesa) se pueden encontrar dentro de distintos tipos de fondos marinos calificados por EUNIS (OSPAR, 2008):

- A6.1 Rocas de aguas profundas y sustratos duros artificiales.
- A6.2 Sustratos mixtos de aguas profundas.
- A6.3 Arena en aguas profundas.
- A6.4 Arena fangosa en aguas profundas.
- A6.5 Fango en aguas profundas.
- A6.7 Elevaciones características en aguas profundas.
- A6.8 Fosas y cañones de aguas profundas, canales, hundimientos y deslizamientos de la plataforma continental.
- A6.9 Chimeneas, fuentes hidrotermales, hipoxicas y anóxicas de aguas profundas.

Aunque las comunidades de jardines de coral están presentes en la denominación EUNIS de aguas profundas, estos se encuentran también en aguas menos profundas en algunas latitudes como en fiordos o laderas de montañas submarinas (A6.7).

Los jardines de corales blandos se caracterizan principalmente por una agregación relativamente densa de colonias o de individuos de una o varias especies de coral. Se pueden encontrar sobre una gran variedad de sustratos duros y blandos, pero en el caso de Patagonia han sido localizados en grandes extensiones arenosas de poca pendiente entre los 400 y los 1.000 metros de profundidad. En el informe de la campaña ATLANTIS 2008 (Del Río *et al.*, 2008) estas zonas se encuentran en los estratos 4, 11, 5, 6 y 12 de profundidades intermedias donde presentan un importante incremento en número y biomasa de organismos considerados vulnerables, destacando el incremento en taxones, numerosidad y biomasa de octocorales, esponjas, escleractineas coloniales (*Bathelia candida*) e hidrocorales de gran porte.

Entre los octocorales destacan colonias de diversos géneros de las familias Primnoidae e Isididae (Del Río *et al.*, 2008). Algunas especies de estas familias presentan en su base estructuras de fijación en sustratos blandos, permitiendo la colonización de fondos de tipo sedimentario sobre los que se asientan y crecen. El crecimiento y proliferación de estas especies origina un complejo entramado tridimensional, que permite el asentamiento de una gran diversidad

de especies sésiles con requerimientos de sustratos consolidados o «duros», que utilizan este entramado para su fijación y crecimiento, además de formar hábitats idóneos para una gran diversidad de fauna vágil. La presencia importante de fauna sésil, de estrategia trófica filtradora y/o suspensiva, es indicadora de ecosistemas complejos, estructurados y no alterados (IEO, 2008). Las muestras recolectadas mediante diferentes muestreadores a lo largo de las campañas del proyecto en estas zonas nos indicaron la importancia ecológica de estas comunidades de jardines de coral que fue corroborada mediante la realización de fotografías submarinas durante la campaña Patagonia 01/09 (Figura 5.36).

La importancia de las especies que conforman la comunidad, las altas densidades de las poblaciones, así como la protección que conforman para otras muchas especies de invertebrados marinos y peces hacen que los jardines de coral descubiertos en el Atlántico Suroccidental sean considerados como ecosistemas vulnerables.

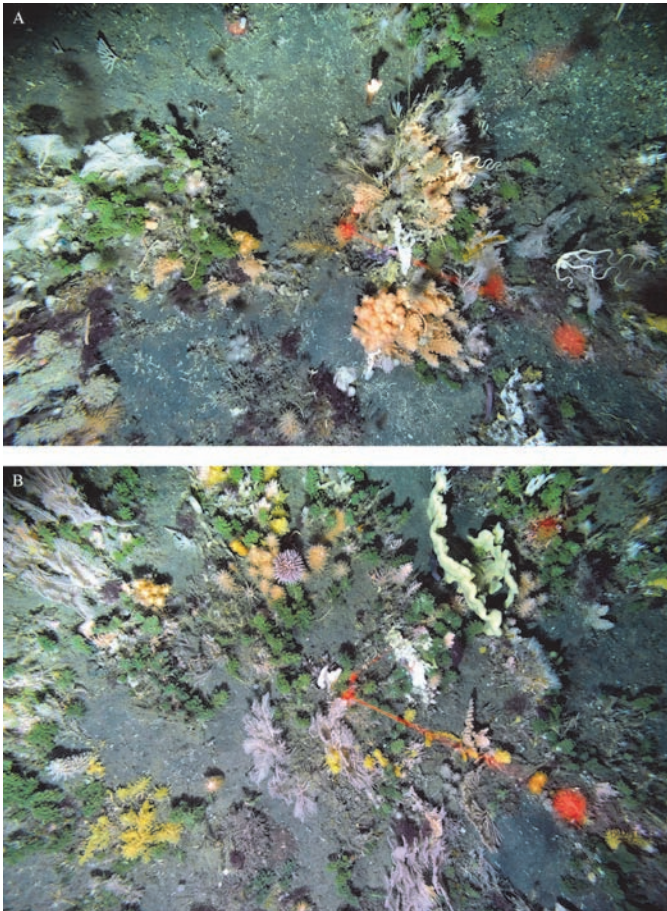


Figura 5.36. Fondos de jardines de coral. Los dos haces paralelos de luz roja del láser al tocar con el fondo indican una separación de 5 cm.

5.2.3.1.4. Zonas rocosas de alta biodiversidad

Los ambientes rocosos marinos de profundidad pueden considerarse como ecosistemas vulnerables en base a sus características particulares como contener especies raras o endémicas, importantes para la supervivencia funcionalidad o recuperación de las poblaciones de peces, su fragilidad o su alta biodiversidad (Figura 5.37).

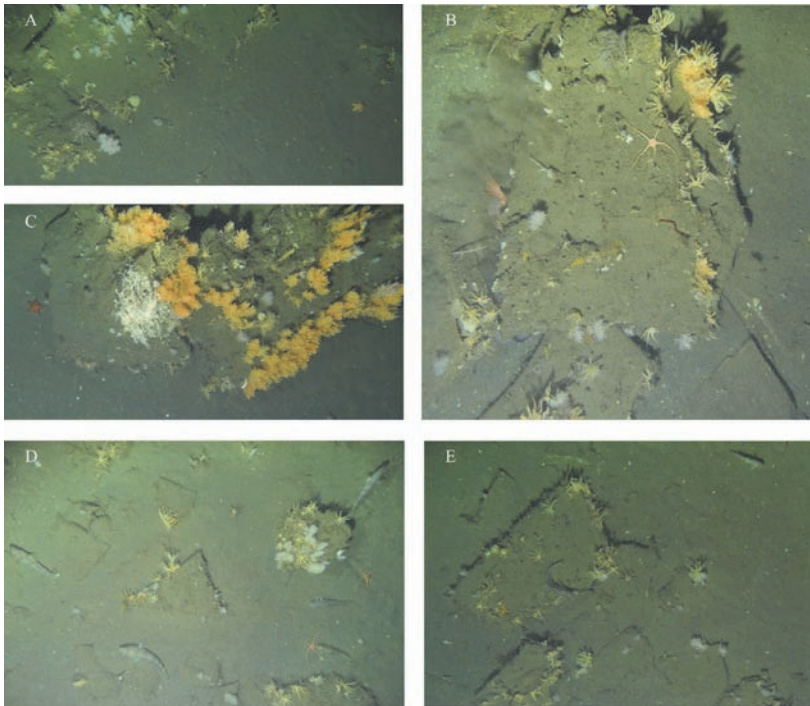


Figura 5.3 7. Zonas rocosas de alta biodiversidad en la zona de «A Pistol»; sobre sedimentos fango-arenosos, las rocas que quedan al descubierto se colonizan con una gran variedad de organismos de distintos grupos zoológicos, que se concentran compitiendo por el espacio disponible. **A.** Los equinodermos es uno de los grupos dominantes. En la imagen se aprecian asteroideos del género género *Labidiaster*, crinoideos, ofiuroides como *Ophiacantha vivipara* y erizos cidarioideos. También otros grupos como Alcyonaceos, gorgonias de la familia Primnoidae, nemertinos, antipatarios, gasterópodos y poríferos. **B.** Además de *Ophiacantha vivipara*, *Ophiuroglypha limanii* es un ofiuroides frecuente en este tipo de ambientes en el que se presentan también gorgonias, nemertinos o briozoos de diferentes especies incrustantes sobre las rocas. **C.** *Gorgonocephalus* es una ofiura de gran tamaño, en la fotografía, con distintas especies de gorgonias de la familia Primnoidae. **D-E.** Estos ambientes con alta diversidad atraen a las poblaciones de peces.

En el área de estudio se han detectado este tipo de ecosistemas en distintas zonas. La alta diversidad de especies está siendo estudiada en estos momentos pero las primeras estimaciones de las muestras que han sido recogidas mediante la draga de roca apoyadas con las imágenes submarinas que se han obtenido con el ROV y mediante cámaras fotográficas (ver capítulo de material y métodos) muestran que estas zonas rocosas albergan una alta diversidad de especies de muy distintos filos zoológicos incluyendo aquellos que tradicionalmente se consideran vulnerables o a proteger como poríferos o cnidarios pero también otros taxones muy diversos (ofiuras, crionideos, asteroideos, briozoos, tunicados, etc).

5.3. Pesca

5.3.1. Campañas de evaluación pesquera

El área prospectada en las campañas ATLANTIS 2008 y ATLANTIS 2009 correspondiente a las aguas internacionales de la Plataforma Patagónica entre los grados de latitud 48° y 44°S, desde la Zona Económica Exclusiva hasta profundidades de 1.500 metros. En la tercera campaña de la serie, ATLANTIS 2010, se ha modificado la metodología utilizada en las campañas previas con el objetivo de evitar realizar pescas en las zonas en las que se detectó la presencia de organismos vulnerables y que permitió la identificación cuantitativa, cualitativa y geográfica de los Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMVs).

Las modificaciones se refieren fundamentalmente a las zonas tipificadas como áreas marinas de posible protección que se corresponden con los estratos situados entre 500 y 1.000 m de profundidad (estratos 5, 6 y 12), donde la posición de las pescas a realizar se determinó descartando las cuadrículas en las que se ha constatado la presencia de organismos sensibles. Esto permitió la protección de las áreas en las que se ha observado la existencia de organismos catalogados como vulnerables y, asimismo, se obtuvo más información que permitió cotejar/confirmar resultados obtenidos en las campañas realizadas hasta marzo de 2009. Además, se descartó la prospección de los estratos de 1.000-1.500 m de profundidad (estratos 7 y 13).

Estratos	Rango de profundidad (m)	Área (mn ²)	Cuadrículas (~5 mn ²)	Pescas realizadas	
				Válidas	Nulas
1	<200	1.148	219	12	
2	201-300	272	51	4	
3	301-400	381	71	3	
4	401-500	518	119	7	
5	501-700	1.513	318	18	
6	701-1.000	1.952	349	20	3
7	1001-1.500	2.007	435	2	5
8	<200	1.394	254	15	
9	201-300	111	24	2	
10	301-400	121	21	2	
11	401-500	78	26	2	
12	501-1.000	933	170	12	
13	1.001-1.500	2.507	515	26	5
TOTAL		12.933	2.571	125	13

Tabla 5.3. Plan de pescas y lances realizados en la campaña ATLANTIS 2008.

El número de días efectivos de pesca en la campaña ATLANTIS 2008 fue de 29 (desde el 15 de marzo hasta el 12 de abril). La campaña realizada en 2009 sufrió un ligero adelanto en sus fechas, así como una reducción del número de días efectivos de pesca hasta los 26 días (desde el 1 al 26 de marzo). Por último, en la campaña ATLANTIS 2010 los días efectivos de pesca aumentaron hasta los 28 (desde el 9 de marzo hasta el 5 de abril). Los estratos de muestreo en los que se dividió la zona a prospectar, el rango de profundidad, área y número de cuadrículas de cada estrato y el número de pescas realizadas en cada una de las campañas ATLANTIS se presentan en las Tabla 5.3 y Tabla 5.4, respectivamente.

Estratos	Rango de profundidad (m)	Área (mn ²)	Cuadrículas (~5 mn ²)	Pescas realizadas	
				Válidas	Nulas
1	<200	1.144	229	13	
2	201-300	279	56	3	
3	301-400	366	73	4	1
4	401-500	538	108	6	
5	501-700	1.483	297	17	2
6	701-1.000	1.964	393	21	1
7	1.001-1.500	2.037	407	–	–
8	<200	1.395	279	18	1
9	201-300	111	22	2	
10	301-400	123	25	2	
11	401-500	74	15	2	
12	501-1.000	977	195	11	
13	1.001-1.500	2.547	509	28	
TOTAL		13.038	2.608	127	5

Tabla 5.4. Plan de pescas y lances realizados en la campaña ATLANTIS 2009.

Como se puede observar, al comparar el año 2008 y 2009, existen pequeñas diferencias en el área de los estratos debido a las correcciones realizadas con la información real de la batimetría obtenida a bordo y que han permitido mejorar los datos usados inicialmente por el software GEBCO.

El muestreo ha cubierto adecuadamente 12 de los 13 estratos en que se divide el área de estudio en el año 2008 y 2009. En el estrato 7 los fondos encontrados no fueron adecuados para la realización de las pescas programadas y finalmente sólo 2 pescas fueron consideradas válidas en el año 2008. En la campaña de 2009 se añadió a este factor, una reducción en el número de días de la campaña que imposibilitaron el muestreo de este estrato. En el año 2010, como ya ha sido comentado, se han producido variaciones en el esquema de muestreo debido a la información disponible sobre los organismos vulnerables procedente de campañas anteriores, que han provocado una reducción del área muestreada y del número de lances en los estratos cuya profundidad fue mayor de 500 metros.

La Figura 5.38 indica las posiciones de los lances realizados durante las campañas.

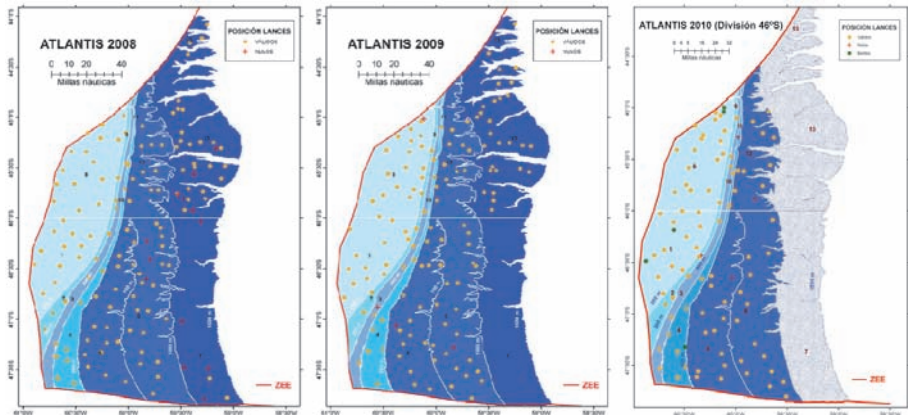


Figura 5.38. Mapa de la zona prospectada en las campañas de investigación ATLANTIS, con la posición de los lances totales realizados.

La biomasa y abundancia calculada por el método del área barrida de granadero (*Macrourus carinatus*), marujito (*Patagonotothen ramsayi*), merluza común (*Merluccius hubbsi*), pota argentina (*Illex argentinus*) y calamar patagónico (*Loligo gahi*) en las campañas ATLANTIS se muestra en la Tabla 5.5.

Biomasa (t)					
Año	Granadero	Marujito	Merluza común	Pota argentina	Calamar patagónico
2008	116.679	19.791	15.877	45.073	2.108
2009	212.768	80.096	18.512	22.149	1.867
2010*	98.486	121.346	17.273	7.941	839
Abundancia (x10 ³)					
Año	Granadero	Marujito	Merluza común	Pota argentina	Calamar patagónico
2008	172.464	305.927	39.045	261.702	136.869
2009	315.430	1.270.618	35.364	79.933	100.450
2010*	134.825	1.560.045	45.863	24.513	47.745

* reducción del número de lances

Tabla 5.5. Biomasa y abundancia estimada de las principales especies capturadas en las campañas ATLANTIS.

La especie que destacó con una mayor biomasa estimada en las dos primeras campañas fue el granadero (*Macrourus carinatus*), con una biomasa estimada de 116.679 t en 2008 incremen-

tándose hasta 212.768 t en la campaña del año 2009. En el año 2010, la biomasa estimada de granadero fue de 100.000 t, situándose a los niveles semejantes a los obtenidos en el año 2008. En el año 2010 la especie con una mayor biomasa fue el marujito (*Patagonotothen ramsayi*), con una biomasa estimada de 121.346 t. Esta especie fue la segunda especie en orden de importancia en la campaña ATLANTIS 2009, con una biomasa estimada de 80.096 t, representando un importante incremento con respecto a la primera campaña. La pota argentina, por el contrario muestra una reducción importante de su biomasa con respecto al año 2008, reduciendo su biomasa estimada desde las 45.000 hasta las 8.000 t. El calamar patagónico también experimenta una reducción desde 2008 hasta 2010 en su biomasa estimada y, por último, los valores estimados de biomasa para la merluza común son muy semejantes en las tres campañas.

Otras especies sin interés comercial como el congrio (*Bassanago albecenses*), la *Antimora ros-trata*, la *Bathyraja brachyurops*, el pampanito (*Stromateus brasiliensis*), la viuda (*Ilucoetes fim-briatus*), el *Lepidion ensiferus* y el *Halargyreus johnsonii*, estuvieron presentes en las pescas de forma habitual, constituyendo un porcentaje importante de las capturas tanto en peso como en número. La biomasa estimada de congrio (*Bassanago albecenses*) se ha incrementado de forma espectacular en la campaña de 2010 en relación a las campañas anteriores, alcanzando una biomasa de 53.940 t, situándola en la tercera especie en orden de importancia en las capturas.

La distribución de la biomasa de granadero, marujito, merluza, pota argentina y calamar patagónico se representa en mapas de densidad que incluyen también la captura por lance para cada especie (Figura 5.39, Figura 5.40, Figura 5.41, Figura 5.42 y Figura 5.43). Los mapas de densidad se calcularon a partir de los valores de capturas (kg) obtenidos para cada especie, usando la herramienta Density del software ArcGIS. Para dicho cálculo se empleó la función cuadrática Kernel (Silverman, 1986) de modo que los valores de densidad vienen expresados en kg/0,5 h/unidades de área al cuadrado, en este caso $0,0125 \times 0,0125$.

5.3.1.1. Granadero (*Macrourus carinatus*)

El granadero (*Macrourus carinatus*) fue la especie de mayor captura en las dos primeras campañas, siendo la biomasa total estimada de 116.679 t en 2008 y 212.768 t en 2009. Esta especie se capturó en el rango de profundidades comprendido entre los 200 hasta los 1.500 m, destacando las capturas realizadas a profundidades entre 500 y 1.000 m en los estratos 5, 6 y 12. Los rendimientos obtenidos en el estrato 6 han alcanzado los 1.310 kg/h en la campaña realizada en 2009. El mapa de densidad muestra una distribución bastante homogénea, con una zona de valores más elevados obtenida en la campaña de 2009 comprendida entre el 46° 30' y 47° 30'S (Figura 5.39).

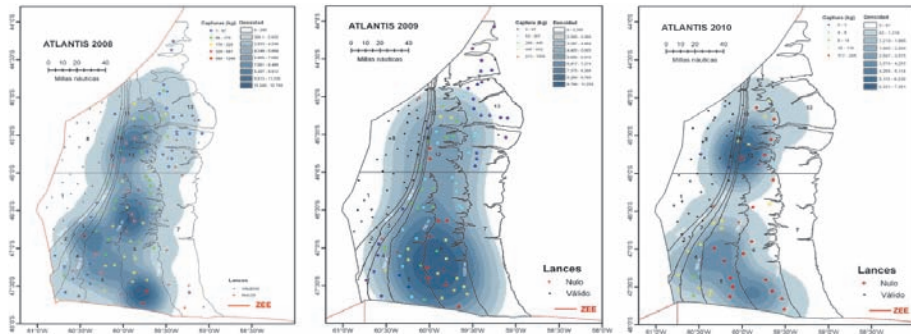


Figura 5.39. Distribución de las capturas de granadero, *Macrourus carinatus* (kg/pesca) y mapa de densidad en las campañas ATLANTIS 2008, 2009 y 2010.

5.3.1.2. Marujito (*Patagonotothen ramsayi*)

El marujito fue la segunda especie en orden de importancia en relación a su captura durante la campaña de 2009 y la primera en la campaña de 2010, con un importante incremento en su biomasa total estimada, aumentando desde las 19.791 toneladas en 2008, hasta las 80.096 t en 2009 y las 121.346 t en 2010. Esta especie, que hasta hace pocos años era totalmente descartada, está siendo explotada comercialmente por su abundancia en las capturas y haberse abierto un mercado especializado. Se observó su presencia en todos los lances que se realizaron en la plataforma y talud continental, localizándose las mayores densidades a profundidades inferiores a los 200 metros.

Esta especie estuvo presente en todos los lances que se realizaron en la plataforma y talud continental, produciéndose el 94% de la captura total en los estratos 1 y 8, a profundidades inferiores a 200 m (Figura 5.40).

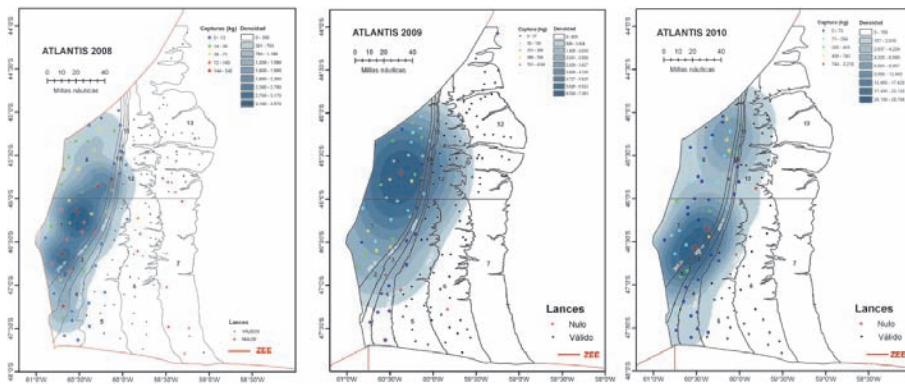


Figura 5.40. Distribución de las capturas de marujito, *Patagonotothen ramsayi* (kg/pesca) y mapa de densidad en las campañas ATLANTIS 2008, 2009 y 2010.

5.3.1.3. Merluza común (*Merluccius hubbsi*)

Las mayores capturas de merluza común se registraron a menos de 200 m de profundidad (estratos 1 y 8). La distribución batimétrica de esta especie es muy similar en las tres campañas realizadas, siendo el índice estimado en 2009 ligeramente superior a los obtenidos en 2008 y 2010. La distribución de las capturas de merluza común indica con claridad que su distribución batimétrica está relacionada con zonas poco profundas, correspondiendo a los lances realizados en la plataforma continental (Figura 5.41).

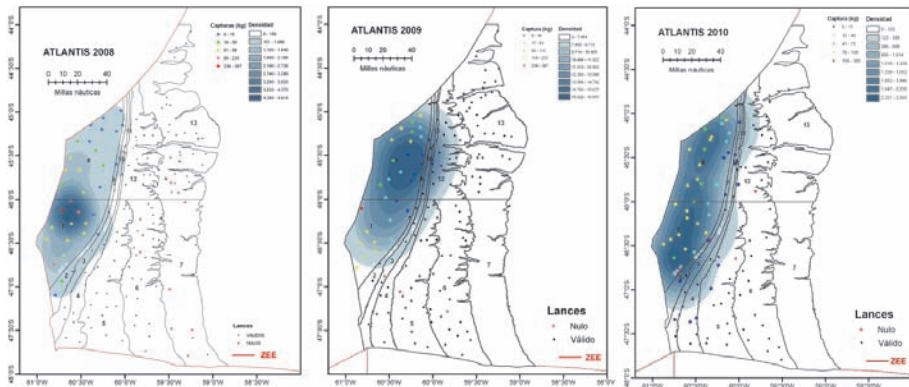


Figura 5.41. Distribución de las capturas de merluza común, *Merluccius hubbsi* (kg/pesca) y mapa de densidad en las campañas ATLANTIS 2008, 2009 y 2010.

5.3.1.4. Pota argentina (*Illex argentinus*)

Las estimaciones de los índices de abundancia y biomasa de la pota argentina muestran una reducción importante en relación a la primera campaña realizada en 2008 (Portela *et al.*, 2010). La biomasa estimada de esta especie ha sufrido en estos 3 años un fuerte descenso: 45.073 t en 2008, 22.149 t en 2009 y 7.941 t en 2010. Es una especie que está presente en todos los estratos prospectados excepto el 13, aunque sus mayores rendimientos se han obtenido, principalmente, en las campañas de 2008 y 2010 entre 300-500 m de profundidad y entre 200-300 m en el año 2009 (Figura 5.42).

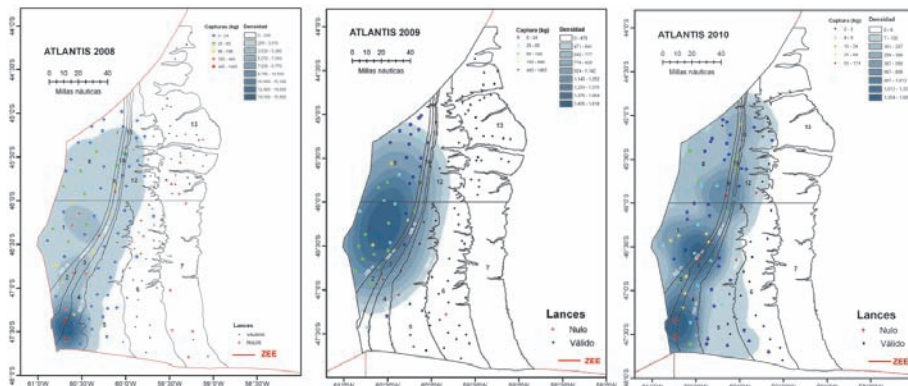


Figura 5.42. Distribución de las capturas de pota argentina, *Illex argentinus* (kg/pesca) y mapa de densidad en las campañas ATLANTIS 2008, 2009 y 2010.

5.3.1.5. Calamar patagónico (*Loligo gahi*)

Las mayores capturas de calamar patagónico se registraron a menos de 200 m de profundidad, en los estratos que incluyen la plataforma continental (estrato 1 y 8). La distribución batimétrica y los índices obtenidos en las campañas de 2008 y 2009 son muy similares (Figura 5.43), siendo la biomasa estimada de 2.108 t en la campaña de 2008 y 1.867 t en 2009 (Portela *et al.*, 2010). En cambio, durante la campaña de 2010 se mostró un descenso en la biomasa estimada de esta especie hasta las 839 t. Los mayores rendimientos de esta especie se han obtenido en la campaña de 2008 y fueron de 31 kg/h, indicando claramente que el calamar patagónico es una especie secundaria en la zona de aguas internacionales.

Esta especie tiene una distribución más austral, registrándose las mayores concentraciones en torno al paralelo 53°S, al sur de las islas Malvinas, que es donde tiene lugar la pesquería comercial dirigida a esta especie.

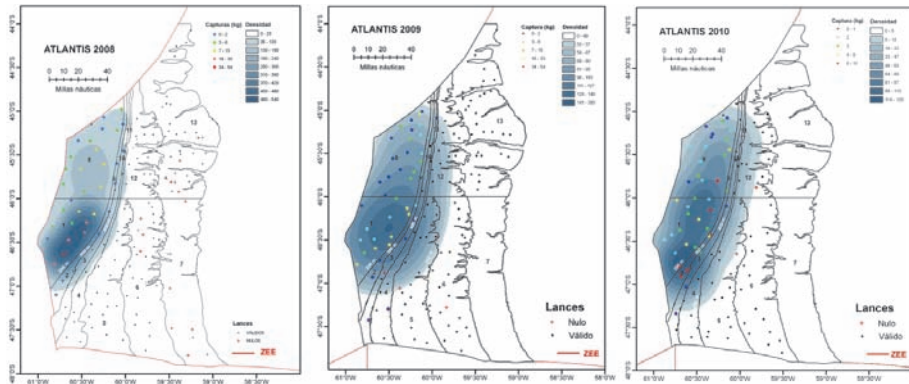


Figura 5.43. Distribución de las capturas de calamar patagónico, *Loligo gahi* (kg/ pesca) y mapa de densidad en las campañas ATLANTIS 2008, 2009 y 2010.

5.3.1.6. Especies marinas vulnerables

Durante las dos campañas de evaluación pesquera se registraron capturas de tres especies incluidas en la lista roja de la International Union for Conservation of Nature (IUCN). Estas especies fueron la raya lija (*Bathyraja griseocauda*), clasificada como especie **amenazada** con población decreciente, la raya hocicuda (*Dipturus chilensis*), clasificada como especie **vulnerable** con población decreciente y el galludo o tiburón espinoso (*Squalus acanthias*), clasificado como especie **vulnerable**. Esta última especie tiene también esta misma clasificación en la lista de OSPAR.

5.3.2. Acciones Piloto de Pesca Experimental

En 2005 y 2007-2008, se desarrollaron dos Acciones Piloto de Pesca Experimental en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental bajo la tutela científica del IEO. La primera de ellas (RAI-AP 40/2004) tuvo lugar entre el 18 de junio y el 20 de diciembre de 2005, siendo su principal objetivo la pesca de merluza negra o róbalo de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) con nasas de nuevo diseño.

La segunda Acción Piloto (RAI-AP 25/2006) se realizó entre el 23 de noviembre de 2007 y el 7 de abril de 2008, teniendo como objetivo la misma especie, pero en esta ocasión el aparejo de pesca era un palangre de fondo modificado para reducir la depredación de las capturas por parte de mamíferos marinos.

En ambas Acciones Piloto se prestó especial atención a las interacciones entre el aparejo de pesca y los EMVs. En la Figura 5.44 se representa la situación de los lances en los que se registró una captura significativa de organismos catalogados como vulnerables por las distintas convenciones y organizaciones internacionales (OSPAR, NAFO, ONU, FAO, etc.) en cada una de las campañas.

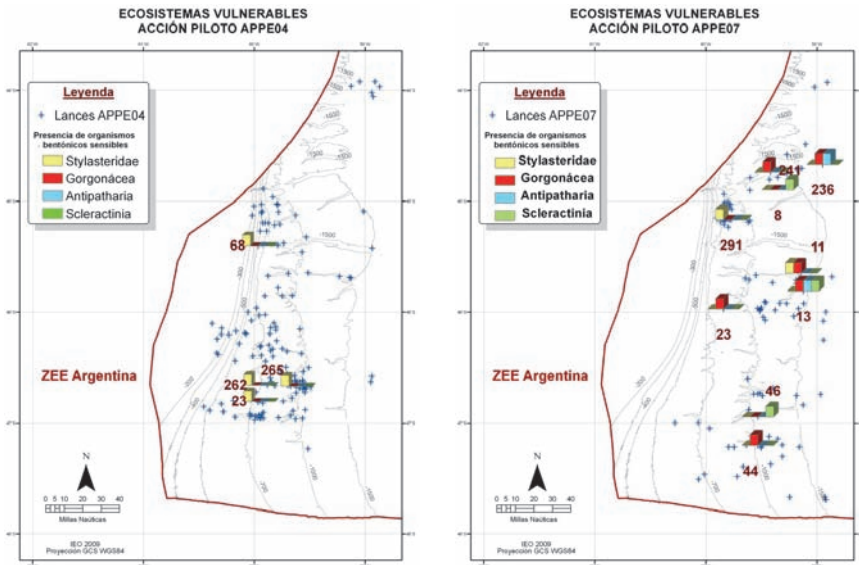


Figura 5.44. Situación de los lances en los que se registró una captura significativa de organismos catalogados como vulnerables en las Acciones Piloto RAI-AP 40/2004 y RAI-AP 25/2006.

5.4. Hidrografía

Las actividades de hidrografía se desarrollaron siguiendo la metodología descrita en el apartado 4.4, utilizando un CTD Seabird 25 con el objeto de recoger la información necesaria para analizar las condiciones oceanográficas de la zona de estudio.

En la Tabla 5.6 puede consultarse el listado de campañas incorporadas a este trabajo y el número de perfiles CTD realizados en las mismas. En la Figura 5.45 pueden observarse las estaciones muestreadas que se sitúan en el área de estudio.

Campaña	CTDs
Patagonia 12/07	13
Patagonia 01/08	38
Atlantis 2008	86
Patagonia 10/08	32
Patagonia 11/08	41
Patagonia 12/08	50
Patagonia 01/09	17
Patagonia 02/09	38
Atlantis 2009	89
Patagonia 02/10	28
Atlantis 2010	95

Tabla 5.6. Listado de campañas incluidas en el presente trabajo y perfiles de CTD efectuados.

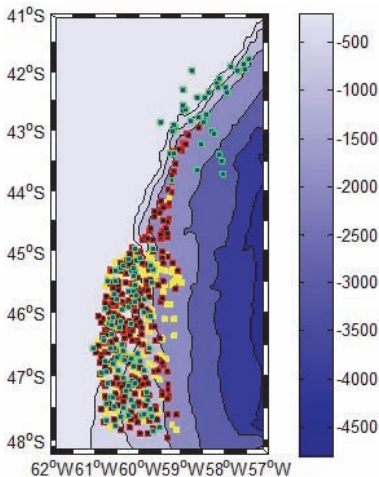
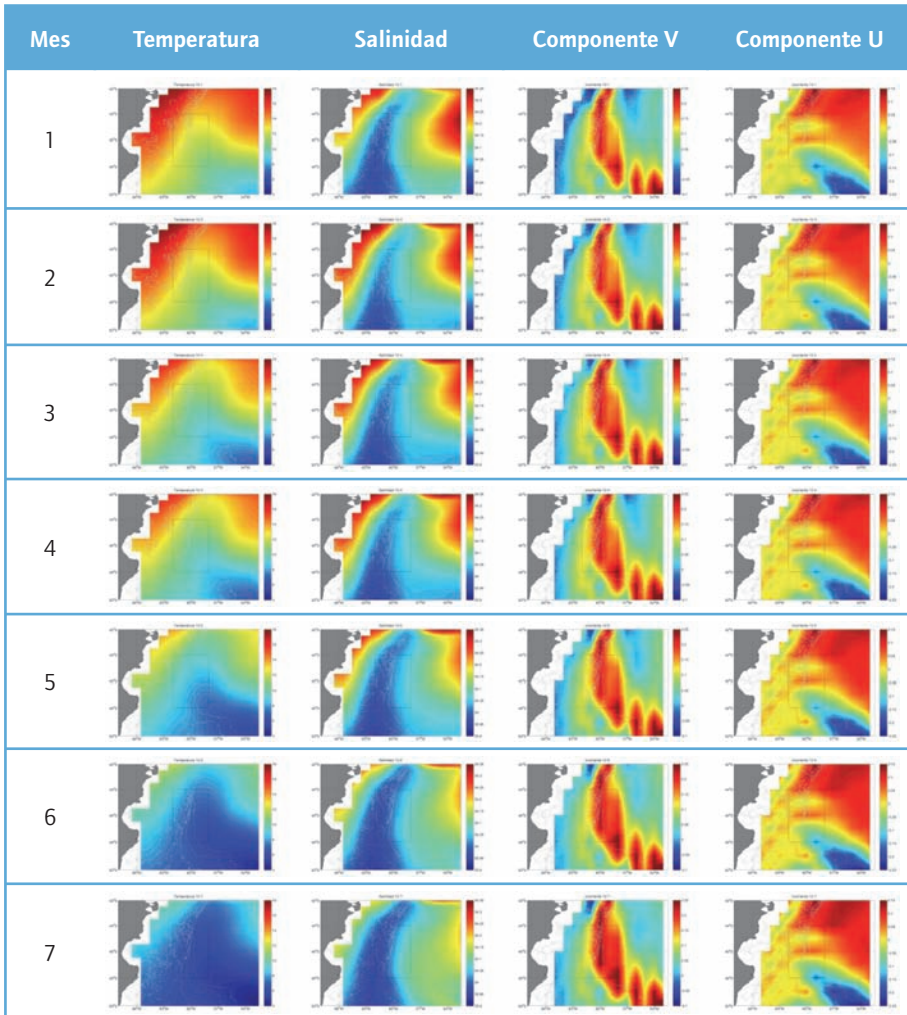


Figura 5.45. Mapa de estaciones realizadas durante las campañas de 2007-2008 (amarillo), 2008-2009 (rojo) y 2010 (verde).

5.4.1. Serie historica

5.4.1.1. Ciclo estacional

En las Figuras 5.46 y 5.47 se muestra el análisis de las distintas variables estudiadas según la climatología de NCEP que describe de manera general la distribución de las variables en la zona.



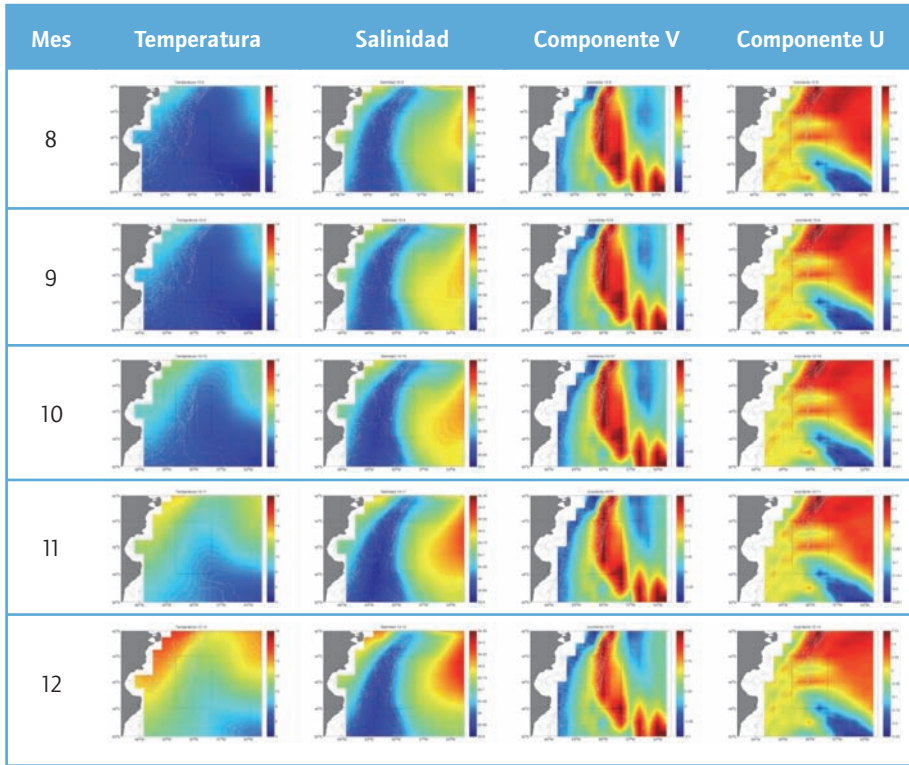
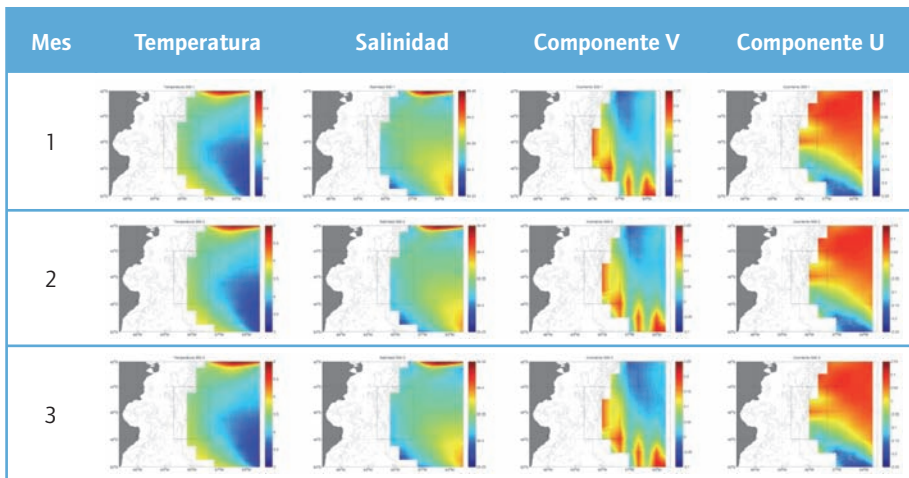


Figura 5.46. Ciclo estacional de las variables temperatura, salinidad, componente V de la velocidad de la corriente y componente U a 10m.



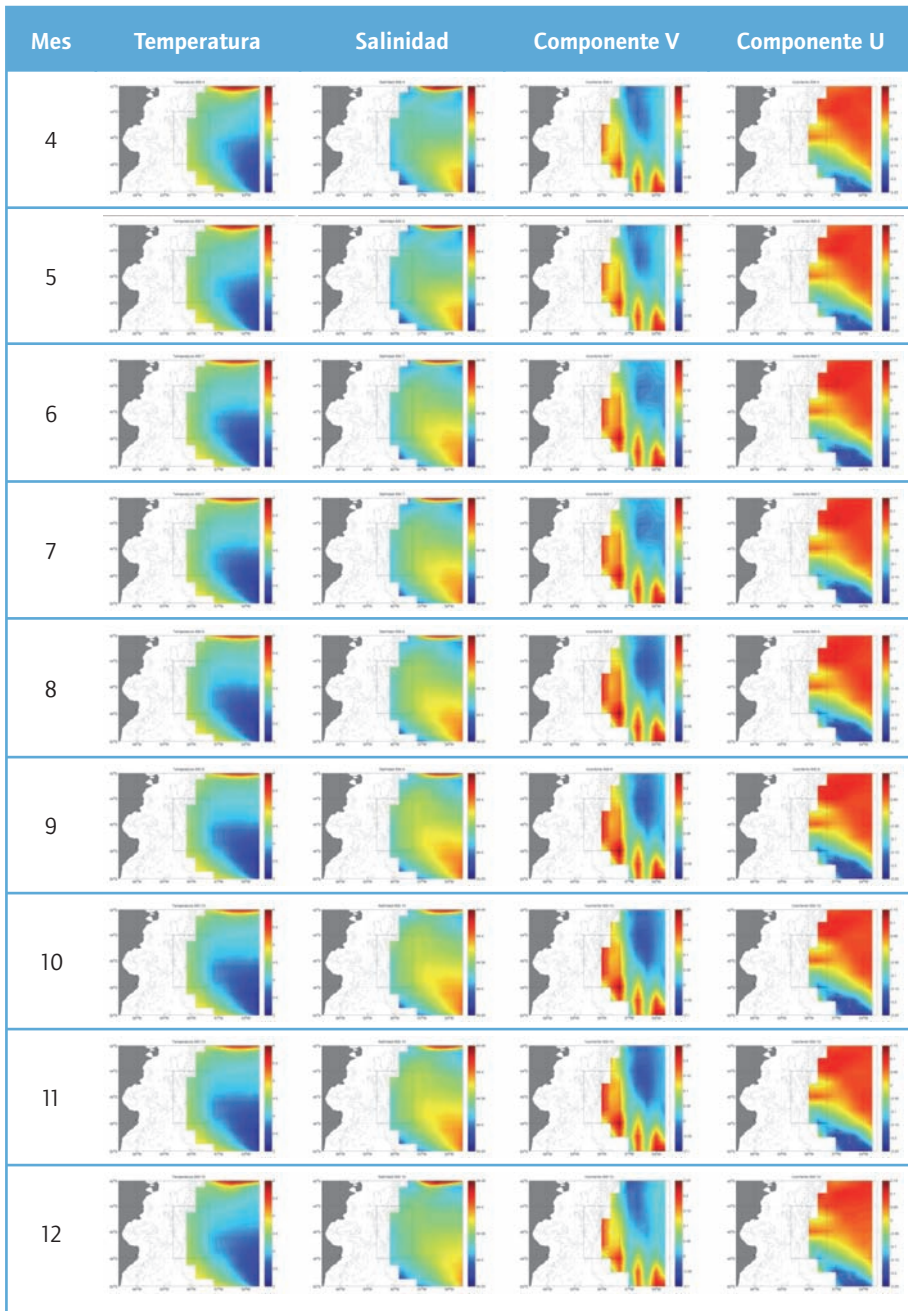


Figura 5.47. Ciclo estacional de las variables temperatura, salinidad, componente V de la velocidad de la corriente y componente U a 500m.

Atendiendo a los resultados obtenidos con los datos de NCEP puede observarse que el ciclo estacional de la temperatura es muy marcado en los primeros metros y va suavizándose al ganar en profundidad. Igualmente, existe un gradiente costa-océano que es más importante durante los meses de verano. Este gradiente se sigue observando, mucho más suavizado, en capas más profundas. Debido a esta diferenciación plataforma-océano puede observarse la existencia de un frente que corre a lo largo del talud continental.

En relación a la salinidad, el ciclo estacional es mucho menos importante que en el caso de la temperatura tanto en superficie como en profundidad, pero se mantiene un gradiente (creciente hacia el océano) de salinidad. Coincidente con los resultados obtenidos para la temperatura, se observa así un frente sobre la zona de talud tal y como se indicaba en el trabajo de Rivas y Dell'Arciprete, 2000.

Atendiendo a las corrientes obtenidas por geostrofia, se observa que la corriente predominante es hacia el Norte, y su intensidad varía estacionalmente siendo más importante los meses de invierno, no apreciándose grandes diferencias a lo largo de la columna de agua. Esta corriente se intensifica en la zona de talud. En la parte más austral se observa recirculación en la parte más costera. La componente zonal (Este-Oeste) no presenta estacionalidad aparente, pero sí diferencias zonales: en la parte norte del estudio es predominantemente hacia el este, lo que puede asociarse a la célula de circulación del Atlántico Sur. En contraposición con la parte sur donde la corriente es hacia el Oeste, ligada a la orientación del talud y a la corriente de Malvinas.

5.4.1.2. Variabilidad temporal

En la Figura 5.48 se puede observar la variación temporal en las series del NCEP (1980-2010). La temperatura presenta mayor variabilidad de corta escala en superficie asociada con los cambios del ciclo estacional e interacción con procesos atmosféricos. Aunque la longitud del registro no permite asegurarlos, es posible que también exista una oscilación a largo plazo en superficie. Puede observarse también un incremento de la temperatura hasta la mitad de la serie y descenso posterior. En profundidad, aunque no es tan claro, se detecta el descenso de temperatura en los últimos 10 años. Al igual que la temperatura, la salinidad presenta mayor variabilidad en superficie. Se observan ciclos de alrededor de 12 años con máximos en 1980, 1992 y 2004. Al ganar en profundidad puede observarse una tendencia lineal descendente que provoca un descenso continuado de la salinidad.

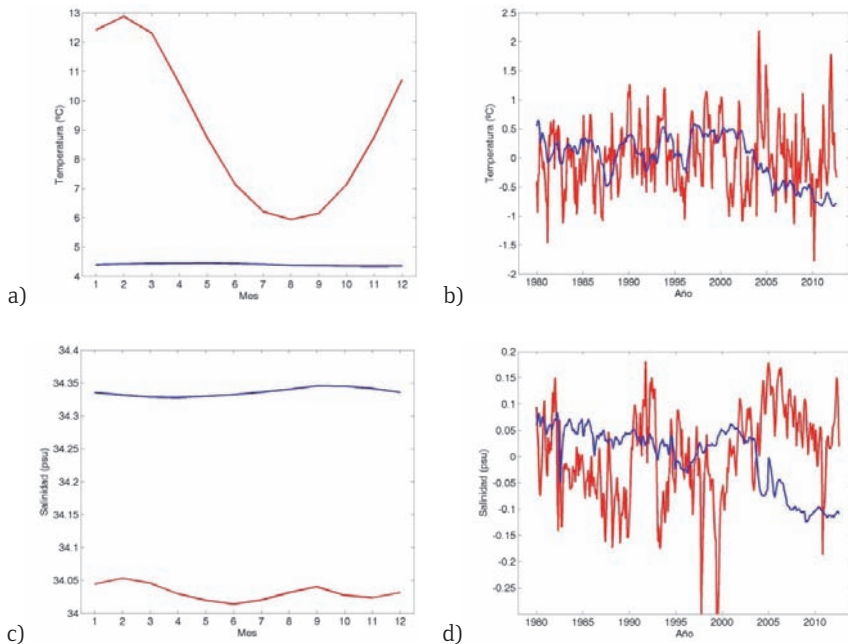


Figura 5.48. a) Temperatura mensual promedio de la zona y periodo de estudio (rojo). Serie temporal desestacionalizada (azul). b) Temperatura mensual promedio de la zona de estudio para cada uno de los años analizados (rojo). Serie temporal desestacionalizada (azul). c) Salinidad mensual promedio de la zona y periodo de estudio (rojo). Serie temporal desestacionalizada (azul). d) Salinidad mensual promedio de la zona de estudio para cada uno de los años analizados (rojo). Serie temporal desestacionalizada (azul).

La corriente no presenta grandes diferencias de comportamiento en superficie y profundidad (Figura 5.49). En su componente Sur-Norte presenta una reducción de la intensidad desde 1980, mientras que la componente Este-Oeste presenta mayor variabilidad de corta escala en superficie que en el fondo, llegándose a apreciar un incremento a lo largo de los 20 años considerados. Este incremento no se aprecia a 500db.

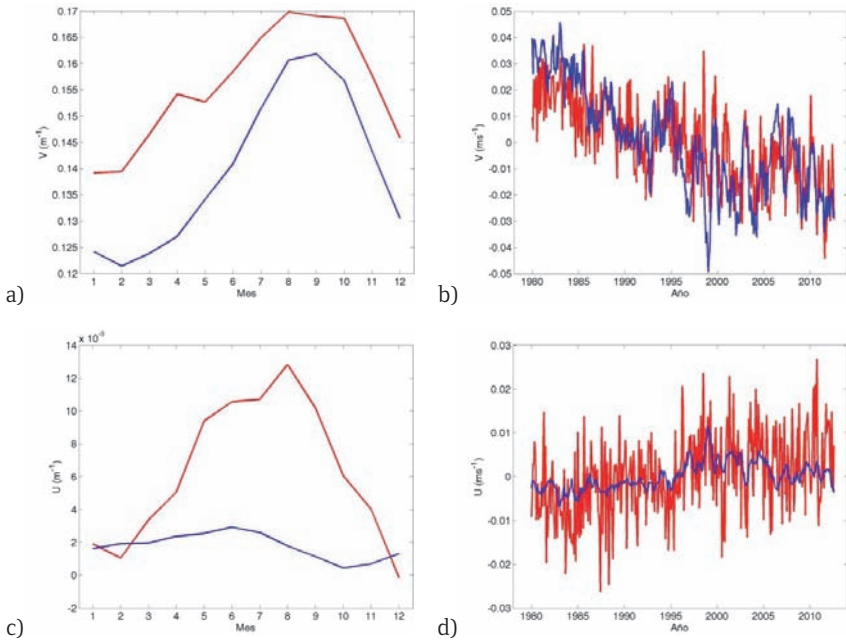


Figura 5.49. a) Componente V de la velocidad de la corriente mensual promedio de la zona y periodo de estudio (rojo). Serie temporal desestacionalizada (azul). b) Componente V de la velocidad de la corriente mensual promedio de la zona de estudio para cada uno de los años analizados (rojo). Serie temporal desestacionalizada (azul). c) Componente U de la velocidad de la corriente mensual promedio de la zona y periodo de estudio (rojo). Serie temporal desestacionalizada (azul). d) Componente U de la velocidad de la corriente mensual promedio de la zona de estudio para cada uno de los años analizados (rojo). Serie temporal desestacionalizada (azul).

5.4.2. Campañas

En esta sección se realiza una descripción general de la hidrografía relacionándola con el período del año en el que se realiza la campaña y el año que se muestra.

5.4.2.1. Masas de agua

En la Figura 5.50 se muestran perfiles generados por los registros de temperatura y salinidad de todas las estaciones. Puede observarse que los gradientes y la varianza de los datos son mayores en los primeros 100 m, a partir de los cuales el agua se vuelve más homogénea. La temperatura desciende desde los 7-12°C en superficie hasta los 2-3°C que se registran en aguas profundas. Mientras tanto, la salinidad, más baja en superficie, va aumentando progresivamente hasta alcanzar valores cercanos a 34.3-34.4 en cota de 700-100db.

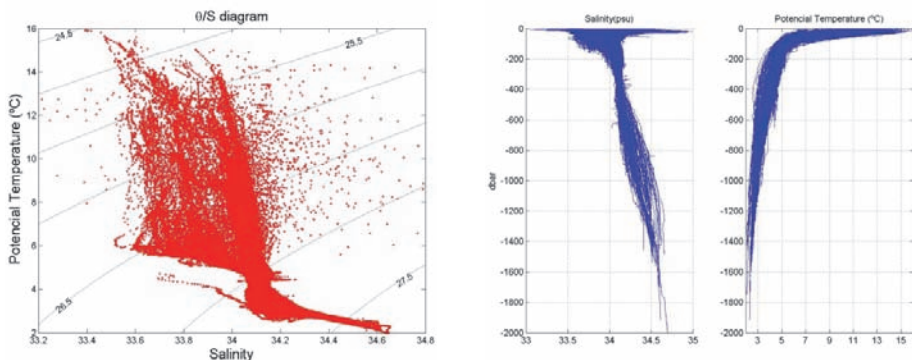


Figura 5.50. Perfiles de temperatura y salinidad y gráficas TS para el total de los perfiles de CTD realizados.

El desglose por temporadas de la Figura 5.51 permite observar pequeñas variaciones en superficie, igualándose en profundidad.

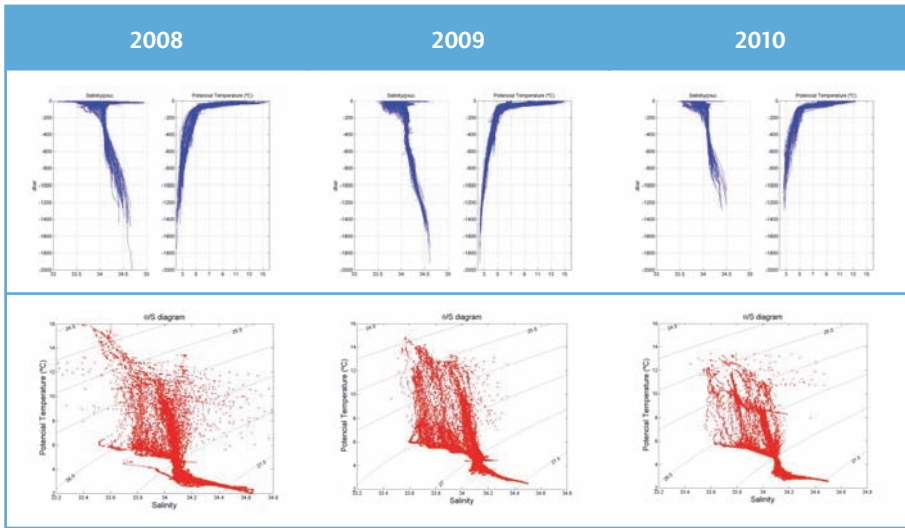


Figura 5.51. Perfiles de temperatura y salinidad y gráficas TS desglosadas para las distintas temporadas: 2007-2008, 2008-2009 y 2010.

Esta estratificación vertical define dos capas diferenciadas, la primera referida a aguas de superficie y la segunda a aguas de fondo, separadas por una termoclina claramente diferenciada. Dada la época en la que se realizaron los muestreos (verano austral) se asume que parte de esta estratificación tiene un marcado carácter estacional. Guerrero y Piola, (1997) recomiendan no utilizar la temperatura como indicador de las distintas masas de agua.

Atendiendo así a las diferencias en salinidad, la principal fuente de agua en esta zona procede de las aguas de origen subantártico que llegan desde el sur a lo largo del talud y caracterizadas por una salinidad mayor y observable a medida que se gana profundidad. Esta masa de agua es bastante homogénea y se mantiene hasta alcanzar el fondo de la zona de estudio. Las aguas más superficiales, ligadas a la plataforma presentan salinidades menores. Bianchi *et al.*, (1982) diferencia entre las Aguas Costeras con salinidades muy bajas (<33.2) que no se recogen en este muestreo, y Aguas de Plataforma (33.2-33.8). En la confluencia entre la plataforma y el océano donde llegan las aguas superficiales de la corriente de Malvinas (33.8-34.2) se forma un frente que delimita la influencia de las aguas de plataforma y dicha corriente. Este frente presenta una gran importancia biológica (Guerrero y Piola, 1997) para las comunidades fitoplanctónicas hasta para los grandes mamíferos.

5.4.2.2. Mapas estacionales de temperatura y salinidad

En las Figuras 5.52 a 5.55 se muestran la temperatura y salinidad a las profundidades de 10, 50, 100 y 500 m para las distintas temporadas.

Con los datos procedentes de estos muestreos y obviando las pequeñas variaciones que se observan de año a año, en general se encuentra que debido al aporte continental, el agua más cálida y dulce, se distribuye sobre la plataforma. Esto puede observarse al Oeste de la zona de muestreo, y especialmente entre los 45-46°S.

La temperatura decrece rápidamente al alcanzar aguas abiertas a la vez que la salinidad aumenta hasta 34 en superficie, lo que se vincula a la corriente de Malvinas y a las aguas frías de origen subantártico que alimentan la zona. En profundidad, las aguas son bastante más homogéneas y las variaciones zonales son mucho menores. La información obtenida está en concordancia con las climatologías de NCEP descritas anteriormente y la con la bibliografía existente. El frente así definido se sitúa sobre el talud y marca la separación entre Aguas de Plataforma y Aguas Subantárticas.

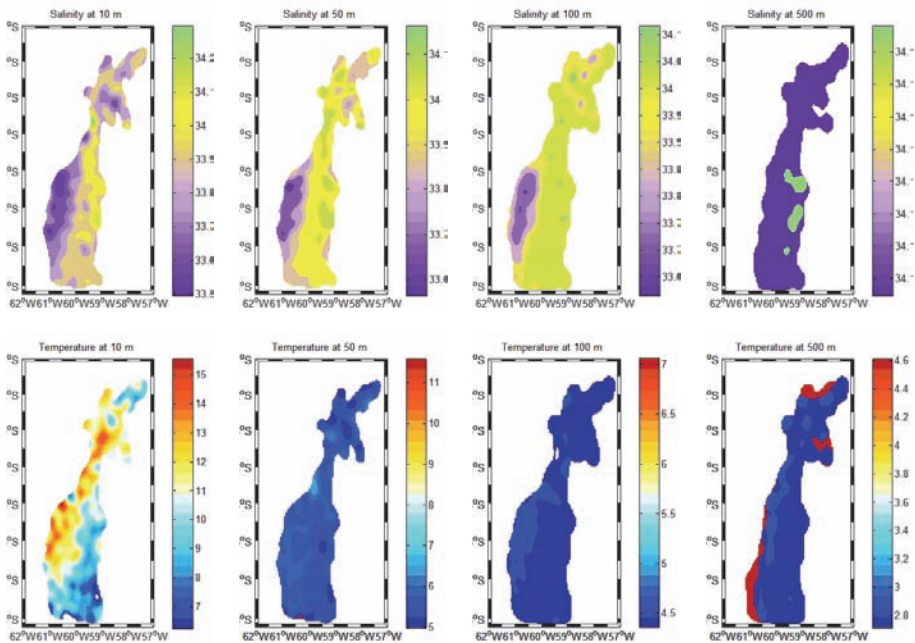


Figura 5.52. Cortes de salinidad y temperatura para el conjunto completo de muestreos (2007-2010).

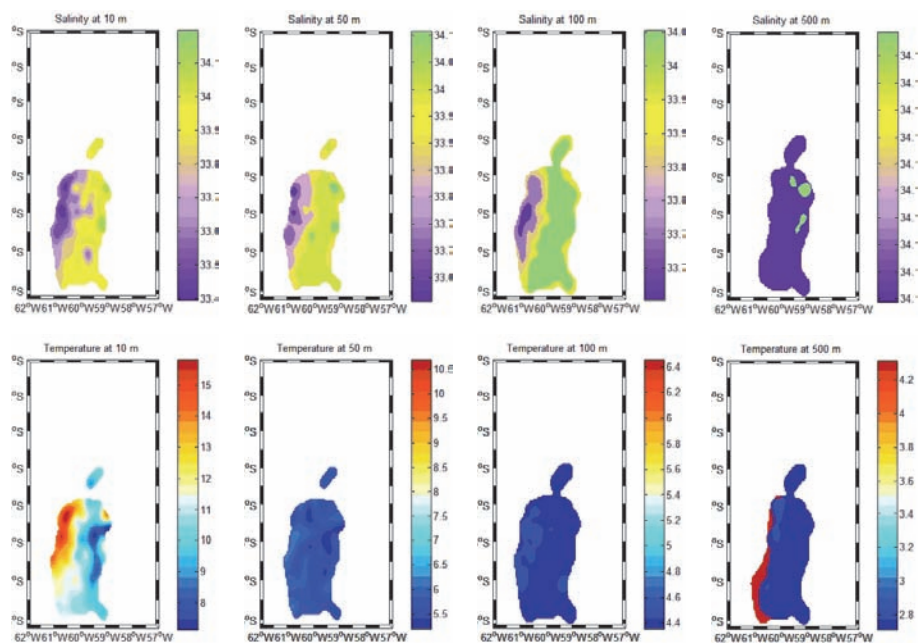


Figura 5.53. Cortes de salinidad y temperatura para la temporada 2007-2008.

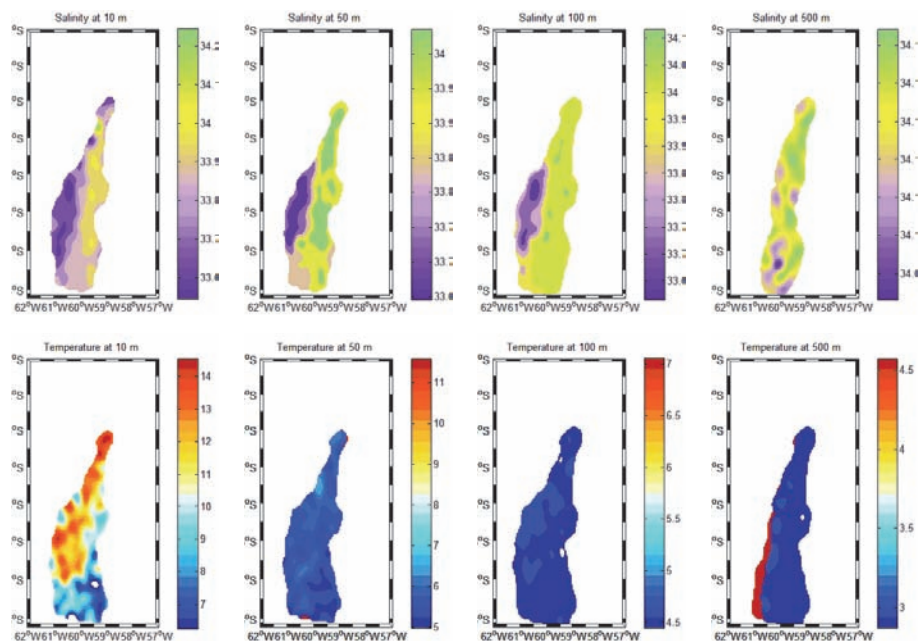


Figura 5.54. Cortes de salinidad y temperatura para la temporada 2008-2009

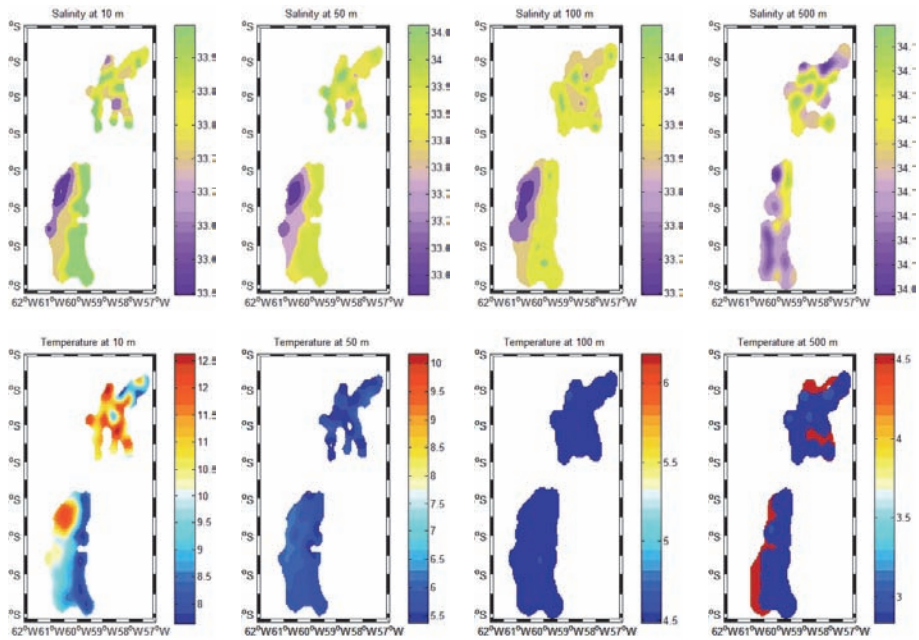


Figura 5.55. Cortes de salinidad y temperatura para la temporada 2010.

La corriente de Malvinas corre a lo largo de todo este talud continental hasta alcanzar la corriente de Brasil a la altura del estuario del Río del Plata (Legeckis y Gordon, 1982; Garzoli, 1993; Vivier y Provost, 1999). La temperatura superficial en la parte más septentrional de la zona de muestreo puede estar marcada parcialmente por la influencia de esta corriente de Brasil formando eddies cálidos como resultado del encuentro de ambas corrientes (ver figura 5.54 que comprende un área de muestreo más al norte que las otras). También puede observarse un fuerte gradiente de temperatura y salinidad en la zona de confluencia de estas dos Corrientes (Goni *et al.*, 1996).



5.5. Análisis contaminantes sedimento

En el marco del Proyecto ATLANTIS, se incluyó como objetivo secundario, el estudio de los niveles de ciertos metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) en sedimentos, debido a la oportunidad de investigarlo en un contexto multidisciplinar, ya que el conocimiento geológico y biológico-pesquero del área de estudio, puede ser de gran utilidad para comprender e interpretar los niveles de algunas de estas sustancias.

Los metales pesados forman parte de la corteza terrestre de forma natural y se encuentran presentes en los océanos, ríos y suelos por lo que los niveles encontrados no pueden atribuirse solamente a la influencia de la actividad humana. Para una evaluación correcta del nivel de contaminación en una zona es importante poder distinguir entre el componente natural y el aportado por el hombre. El llamado nivel de fondo o concentración natural es difícil de conocer y no se dispone en la actualidad valores que sean aceptados universalmente.

Algunos metales como Fe, Cu, Zn, Se, entre otros, son esenciales para los organismos marinos pero cuando su nivel supera determinada concentración resultan tóxicos. Existen otros metales que no presentan ninguna acción beneficiosa y son también tóxicos incluso a concentraciones muy bajas. Al no ser elementos biodegradables tienden a acumularse en el medio ambiente asociados a la materia orgánica e inorgánica. Uno de las consecuencias más graves de su persistencia es su acumulación a través de la cadena trófica. Los metales más problemáticos por su toxicidad y bioacumulación son el mercurio, el cadmio y el plomo. En este estudio, se han analizado los siguientes elementos metálicos: Aluminio (Al); Arsénico (As); Cadmio (Cd); Cobre (Cu); Cromo (Cr); Hierro (Fe); Litio (Li); Manganeseo (Mn); Niquel (Ni); Plomo (Pb); Zinc (Zn) y Mercurio (Hg).

Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) son compuestos formados por tres o más anillos aromáticos fusionados. Aunque los PAHs pueden originarse en procesos naturales, la fuente principal de estos compuestos en el medio ambiente son los procesos antropogénicos. Dentro de éstos se incluyen la combustión o pirólisis de materia orgánica y la petrogénesis (procedente de productos del petróleo), siendo complicado distinguir la procedencia en cada caso.

Algunos de estos compuestos son considerados agentes mutágenicos y carcinogénicos estando determinada su peligrosidad por su estructura química. Los organismos pertenecientes a niveles tróficos altos presentan una elevada capacidad metabólica de estos compuestos, por lo que se encuentran en niveles no detectables en tejidos de peces o mamíferos. Las matrices recomendadas para el estudio de estos contaminantes son o bien las abióticas (fundamentalmente sedimentos que actúan como fuente y sumidero de estos compuestos) o bien organismos filtradores del tipo mejillón de roca que los acumulan a partir del agua y las partículas que filtran.

En este trabajo se analizaron los siguientes hidrocarburos: fenantreno (Fen), antraceno (Ant), fluoranteno (Fluo), pireno (Pir), benzo[a]antraceno (BaA), criseno (Cris), benzo[e]pireno (BeP), benzo[b]fluoranteno (BbF), benzo[k]fluoranteno (BkF), benzo[a]pireno (BaP), dibenzo[a,h]antraceno (dBahA), benzo[g,h,i]perileno (BghiP) e indeno[1,2,3-c,d]pireno (IP).

A continuación se presentan los resultados del análisis de las muestras obtenidas en las campañas oceanográficas realizadas a lo largo del estudio. Se continúan diferentes estudios de correlación entre los diferentes contaminantes así como con sus parámetros complementarios (% de materia orgánica, % de fango, naturaleza del substrato geológico, etc).

Las concentraciones de metales que se muestran en la Tabla 5.7 corresponden a los datos medios de las diferentes campañas realizadas. Todos los valores se expresan en mg/kg peso seco excepto el Aluminio y el Hierro cuyas concentraciones se presentan en %.

	Aluminio	Arsénico	Cadmio	Cobre	Cromo	Hierro	Litio	Manganeso	Níquel	Plomo	Zinc	Mercurio
Campaña 1207	5,12	4,81	0,088	4,49	43,4	1,9	21	360	10,3	7,17	41	0,014
Campaña 0108	4,92	6,65	0,073	5,39	48	2,44	33	417	8,18	7,08	39	0,011
Campaña 1008	3,87	5,46	0,112	10,4	68,5	2,67	22	397	10,7	5,3	47	0,02
Campaña 1108	4,23	8,75	0,066	8,42	86,9	2,75	20	378	9,03	7,49	38	0,012
Campaña 1208	4,88	7,93	0,058	2,63	34,1	1,76	24	265	7,29	8,94	33	0,006
Campaña 0209	5,52	4,9	0,103	5,94	32,8	1,72	31	375	10,1	7,99	42	0,011

Tabla 5.7. Concentraciones medias de metales (mg/kg peso seco) en las diferentes campañas.

A efectos comparativos en la Tabla 5.8 se muestran los rangos de algunos metales en sedimentos superficiales correspondientes a diversos estudios llevados a cabo por el equipo de contaminación de Vigo del Instituto Español de Oceanografía. En general, se puede observar que en las muestras obtenidas durante las Campañas ATLANTIS, las concentraciones de los metales más peligrosos para el ecosistema marino (por ejemplo, mercurio y plomo) son bajas.

Área		Cadmio	Cobre	Níquel	Plomo	Zinc	Mercurio
Ría de Vigo	Ría	0,013-1,08	0,883-165	<1,00-47,6	8,72-268	11,7-348	0,010-0,656
	Puertos	0,013-1,52	1,05-250	1,00-42,8	23,4-295	25,7-731	0,010-1,61
Galicia		0,031-0,127	2,23-14,0	2,90-22,6	3,86-21,3	22,1-96,5	0,002-0,045
Cantábrico		0,068-0,410	1,13-47,6	2,73-49,8	10,0-100	42,5-237	0,013-0,879
Golfo de Cádiz		0,029-2,77	6,30-1.692	4,53-61,4	11,1-842	67,8-1901	0,047-3,46
Banco Hatton		0,217-0,321	6,23-13,1	10,3-18,4	4,41-6,11	27,1-75,4	0,020-0,056
ATLANTIS		0,022-0,291	< 2-26,5	1,62-16,6	2,37-30,9	17,8-72,4	0,002-0,113

Tabla 5.8. Rangos de concentración de metales en otras áreas.

Complementariamente, para una mejor comprensión de los resultados se muestran en la Figura 5.56, empleando diagramas de cajas, los rangos de algunos metales en las diferentes campañas llevadas a cabo.

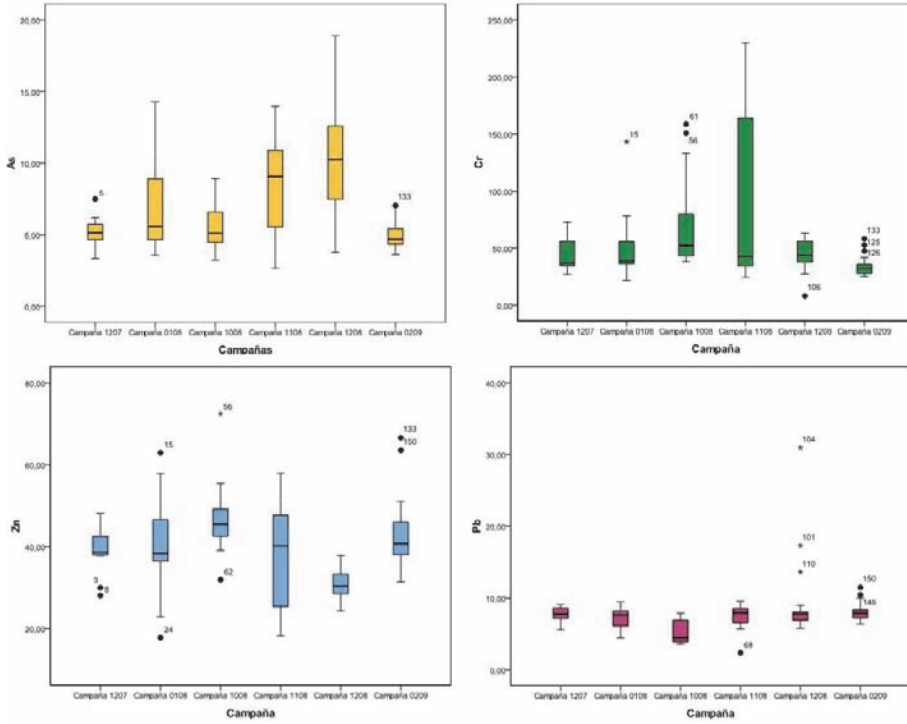


Figura 5.56. Diagramas de cajas con los valores (mg/kg) de arsénico, cromo, zinc y plomo en las campañas realizadas.

En general, los niveles más elevados de la zona se han obtenido en las muestras más fangosas y con mayor porcentaje en materia orgánica.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)

Es de destacar los bajos valores observados, en general, en las muestras analizadas, encontrándose, en la mayor parte de los casos, por debajo del límite de cuantificación de la técnica utilizada. Se presentan en la Tabla 5.9 los rangos de concentraciones, en $\mu\text{g}/\text{kg}$ peso seco, observados en las diferentes áreas (muestreados en diferentes campañas).

Además, en la misma tabla aparecen los rangos de concentraciones en otros sedimentos superficiales de diferentes zonas analizadas previamente en nuestro laboratorio. Como se puede observar, las muestras del proyecto ATLANTIS presentan valores muy bajos comparadas con las zonas costeras y de plataforma españolas y son sólo comparables con zonas alejadas de la influencia antrópica tales como los encontrados en el Banco Hatton.

Es importante destacar, además, que en la mayoría de las muestras solamente son cuantificables los PAHs de menor peso molecular, más ligeros y algo más solubles en agua, mientras que los PAHs más grandes e hidrofóbicos y cuyo origen se asocia generalmente a procesos de combustión incompleta, se encuentran en concentraciones no cuantificables. Esta situación es típica de las zonas muy alejadas de la influencia de las actividades humanas.

	Fen	Ant	Fluo	Pir	BaA	Cris	BeP	BbF	BkF	BaP	BghiP	dBahA	IP	
Campaña 1207	4,01-13,2	<LC-0,73	1,76-3,41	4,45-14,9	<LC	<LC-1,59	<LC-1,01	<LC-0,54	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	
Campaña 0108	1,29-8,95	<LC-2,71	<LC-2,11	0,61-7,30	<LC-0,64	<LC-1,70	<LC-3,40	<LC-3,68	<LC-0,57	<LC-1,03	<LC-7,13	<LC-0,75	<LC-1,24	
Campaña 1008	1,37-3,51	<LC-1,36	0,93-2,88	1,19-3,65	<LC-1,00	0,65-1,95	<LC-1,64	<LC-0,96	<LC-0,53	<LC-0,43	<LC-1,25	<LC	<LC	
Campaña 1108	0,34-5,12	<LC-0,17	<LC-1,23	0,29-2,20	<LC-1,45	<LC-1,92	<LC-3,57	<LC-2,26	<LC-1,13	<LC-0,97	<LC-2,09	<LC	<LC	
Ría de Vigo	Ría	22,4-267	4,07-53,9	38,3-518	25,6-420	16,3-223	23,4-277	10,8-250	23,5-301	10,6-146	18,4-251	18,2-221	<LC-25,2	21,1-297
	Puertos	31,0-2.324	4,7-507	64,0-2.901	67,8-2.115	33,2-1.255	42,6-1.286	43,2-845	56,1-1.496	9,47-675	21,7-1.109	39,3-968	<LC-133	48,2-911
Galicia plataforma	0,53-51,4	0,12-9,97	<LC-90,7	0,55-73,2	<LC-53,3	<LC-50,0	<LC-44,1	0,48-73,8	<LC-25,4	0,29-55,0	<LC-38,9	<LC-7,65	0,29-49,5	
Cantábrico	2,89-445	0,67-186	3,70-633	2,51-483	1,35-352	2,22-385	1,68-239	2,74-511	0,56-138	0,97-311	1,37-234	<LC-51,9	1,52-273	
Golfo de Cádiz	0,65-40,8	<LC-12,4	<LC-86,0	0,53-75,4	0,20-44,6	<LC-39,7	<LC-33,8	<LC-43,17	<LC-25,5	<LC-54,3	<LC-33,3	<LC-5,32	<LC-39,6	
Banco Hatton	3,26-11,9	<LC-0,99	1,47-5,11	2,39-14,9	<LC-1,65	0,52-3,32	<LC-3,57	<LC-1,29	<LC	<LC-0,33	<LC	<LC	<LC	
LC del método	0,33	0,12	0,69	0,21	0,27	0,39	0,78	0,48	0,36	0,27	0,57	0,51	1,08	

<LC: por debajo del límite de cuantificación

Tabla 5.9. Rango de concentración de PAHs individuales (µg/kg peso seco) en las muestras de las diferentes campañas analizadas y comparación con otras zonas.

Las relaciones isoméricas de ciertos pares de PAHs presentadas en la Figura 5.57 dan idea de su posible origen. En este caso y debido al gran porcentaje de valores que se encuentran por debajo del límite de cuantificación, este tipo de estudios isoméricos han podido ser aplicados solamente a los PAHs más ligeros, es decir, a los pares Fen/Ant y Fluo/Pir.

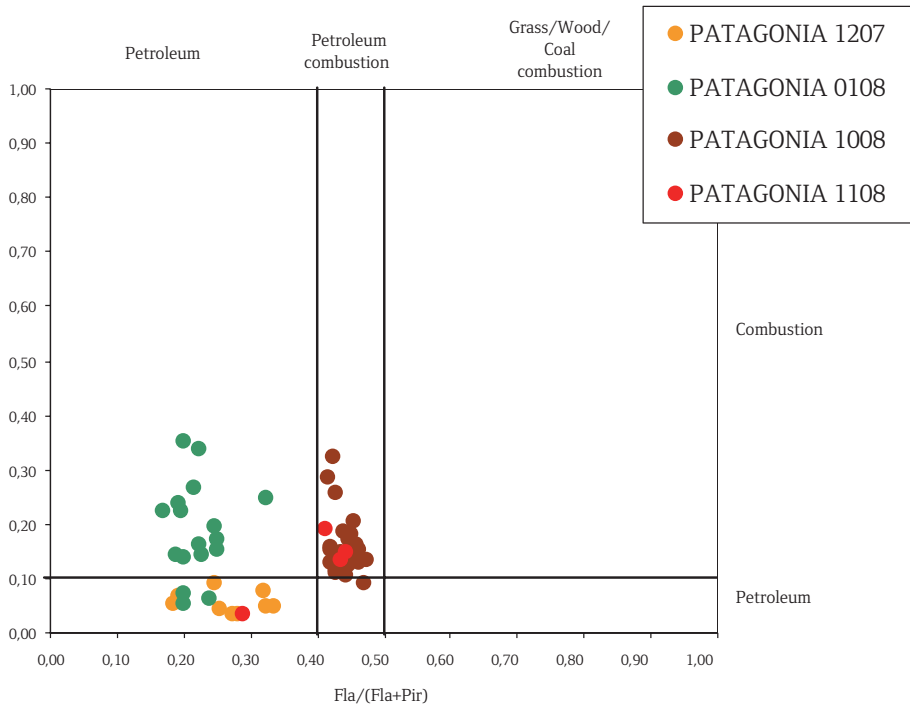


Figura 5.57. Relaciones isoméricas diferenciando las campañas por colores.

Como era de esperar y debido a la distancia de la zona estudiada a la costa, no se observan muestras cuya proporción de PAHs indiquen un origen pirolítico de quema de madera o carbón. Sin embargo se diferencian tres tipos de zonas:

- El área muestreada en la campaña Patagonia 12/07, cuyas relaciones isoméricas apuntan a un origen petrogénico de los PAHs
- El área muestreada en las campaña Patagonia 01/08 cuyas proporciones de PAHs se sitúan en una zona mixta del gráfico con origen intermedio pirolítico-petrogénico
- Las áreas muestreadas durante las campañas Patagonia 10/08 y Patagonia 11/08 cuyos PAHs parecen tener un origen más relacionado con los procesos de combustión de petróleo. Estas zonas son las que en los estudios granulométricos y de composición del sedimento se destacaban como zonas más fangosas y con mayor porcentaje de materia orgánica.

Capítulo 6. Identificación y descripción de EMV

- 6.1. Geología y Geomorfología
- 6.2. Principales grupos bentónicos indicadores de EMVS
 - 6.2.1. Orden Scleractinia
 - 6.2.2. Orden Gorgonacea
 - 6.2.3. Orden Pennatulacea
 - 6.2.4. Familia Stylasteridae
 - 6.2.5. Orden Alcyonacea
 - 6.2.6. Superclase Hydrozoa
 - 6.2.7. Esponjas de la clase Hexactinellida
 - 6.2.8. Esponjas de la clase Demospongiae
 - 6.2.9. Familia Rhodalidae
- 6.3. Determinación de los valores de captura significativa
 - 6.3.1. Orden Gorgonacea
 - 6.3.2. Clase Hexactinellida
 - 6.3.3. Clase Demospongiae

6.3.4. Orden Alcyonacea

6.3.5. Familia Stylasteridae

6.3.6. Orden Pennatulacea

6.3.7. Superclase Hydrozoa

6.3.8. Familia Rhodalidae

6.1. Geología y geomorfología

Desde el punto de vista geológico y geomorfológico y teniendo en cuenta los muestreos utilizando métodos directos como las dragas de roca, de sedimentos (*box corer*), y la fotografía digital y video mediante inmersiones por ROV, se pueden identificar las zonas vulnerables que se presentan en la Figura 7.3, basándonos en el informe sobre las directrices internacionales para la ordenación de las pesquerías de aguas profundas en alta mar (FAO, 2008).

La metodología utilizada en estas campañas ha seguido las pautas marcadas por reconocidos grupos de investigación europeos en el campo de cartografía de hábitats (Le Bas, proyecto MESH).

En referencia a los trabajos desarrollados con ecosondas multihaz se han aplicado los procedimientos marcados por la Oficina Hidrográfica Internacional (IHO-S44). En este sentido, la recomendación para cartografía de hábitats establece una cobertura al 100% con al menos un solape del 20% entre líneas adyacentes. En el presente trabajo se han superado los estándares establecidos por la IHO para reconocimientos batimétricos multihaz.

Asimismo se han realizado muestreos directos del fondo marino, tanto mediante dragas de sedimentos como de roca, y finalmente y siguiendo los procedimientos y recomendaciones dadas por grupos y proyectos de investigación relacionados con cartografía de hábitats (Coggan *et al.*, 2007) se han realizado estaciones de inspección del fondo mediante fotografía digital submarina e inspecciones mediante transectos de ROV utilizando grabaciones en video.

En resumen, podemos afirmar que los trabajos realizados para la redacción del presente texto han seguido las normas y recomendaciones internacionalmente aceptadas, y dada la extensión y densidad de información adquirida se puede considerar como una de las zonas estudiadas con mayor resolución y detalle a nivel mundial.

La realización de una cartografía geológica y geomorfológica detallada de las áreas marinas susceptibles a albergar EMVs es una recomendación repetida por los diversos organismos internacionales tales como OSPAR, NAFO, etc. Así la resolución 61/105 de la AGNU en su párrafo 80 expresa: «... y proteger los ecosistemas marinos vulnerables como los montes marinos, los respiraderos hidrotérmicos...».

Asimismo NAFO también identifica mega-hábitats como zonas topográficas, hidrológicas, o geológicas que pueden incluir estructuras geológicas frágiles y son conocidas como soporte de especies vulnerables, comunidades o hábitats vulnerables (WGEAFM NAFO, 2008).

Las formas geológicas y geomorfológicas susceptibles de protección por ser consideradas como mega-hábitats (FAO, 2008) o ecotopos (AGNU, 2009), reconocidas en el área de estudio son las siguientes:

I. Afloramientos rocosos. Códigos Eunis A6.1, A6.7

En la zona estudiada se han cartografiado pocas zonas de este tipo. En la plataforma continental se han detectado dos afloramientos rocosos de bajo relieve:

a) «**O CAIXON**» y «**A PISTOLA**»: constituidos por lajas de material rocoso (areniscas) sobre las que se localizan abundantes especies (ver Figura 5.2 y Figura 5.3). El bajo relieve sobre el fondo marino (< 10 metros), hace que los mega ripples y grandes ondas de arena que las rodean, y que presentan alturas de crestas de más de 10 metros, tiendan a cubrir en algunas zonas estos afloramientos rocosos, dada la movilidad de estas mega formas sedimentarias en su avance hacia el norte.

b) Afloramiento profundo (DO). Códigos Eunis A6.1, A6.7

Situado en el talud medio, entre los cañones 1 y 2 (Figura 5.6 y Figura 5.7). Se trata de un afloramiento lineal, de más de 20 km de longitud y 350 m de relieve, orientado NW-SE. El origen de este afloramiento puede estar asociado a grandes fracturas (Franke *et al.*, 2007) y su composición puede ser de naturaleza volcánica. Las muestras de roca y las estaciones de fotografía submarina (CAM-10), confirman la presencia extensiva de diversas especies vulnerables (Figura 5.6, Figura 5.7 y Figura 5.8).

II. Montículos. Código Eunis. A6.75

Localizados en el borde superior de un meandro del cañón 2 (Figura 5.6b), presentan un relieve de 50 a 60 metros y una extensión de 1.500 metros. Morfológicamente parecen corresponder a montículos carbonatados o estructuras recifales.

III. Morfología rugosa asociada a escapes de fluidos. Código Eunis. A6.9

Se localiza esta morfología en el talud superior y en el tercio norte de la zona estudiada. Su morfología está caracterizada a partir de los MDT de los datos multihaz presentando un aspecto rugoso e irregular (Figura 5.13). Asociada a esta morfología se localizan numerosos cráteres de escape de fluidos (pockmarks). Las imágenes digitales de las estaciones CAM12 y CAM 13 han constatado la existencia de «coral gardens» con una abundante y riquísima variedad biológica con numerosas especies vulnerables (Figura 5.36).

IV. Filtraciones frías y volcanes de fango

En el tercio sur de la zona estudiada y dentro del talud medio, se presentan numerosos cráteres de escapes de fluidos que se pueden clasificar como mega-pockmarks por sus dimensiones. El estudio de los perfiles sísmicos de ultra alta resolución (TOPAS), ha constatado la existencia de gases sub-superficiales y la posible existencia de hidratos de gas (BSR).

La existencia de gases de posible origen termogénico, en la columna sedimentaria, y de un nivel de hidratos de gas, ha producido un deslizamiento hacia el norte de las series geológicas más recientes, provocando a su vez por compresión la formación de estructuras diapíricas y volcanes de fango.

Estos volcanes presentan en algunos casos claras emisiones de fluidos/materiales que desbordan por rebosamiento el cráter en su cima (Figura 5.15).

Asociados a los volcanes de fango se han detectado tres estructuras biohémicas relictas (Figura 5.16). Asimismo en algunos casos, los volcanes de fango presentan un recubrimiento de sedimentos actuales que pueden hacer pensar en su no actividad actual.

V. Cañones y cárcavas submarinas

En la zona estudiada se han cartografiado cañones y cárcavas submarinas (Figura 2.2, Figura 5.1 y Figura 5.18). Las características de los cañones 1 al 6 (Figura 5.1) parecen corresponder a un origen generado por corrientes de turbidez, favorecidas por la presencia de gases sub-superficiales que generan cadenas o trenes de pockmarks que a su vez inician cárcavas submarinas. El cañón 0, el más al sur de nuestra zona de estudio presenta un claro origen asociado a escapes de gas que originan mega pockmarks y colapsos de la cobertera sedimentaria.

La estructura geológica e hidrológica compleja asociada a estos cañones hace que se les considere mega-hábitats y son zonas proclives a contener especies vulnerables. En los muestreos realizados con la draga de roca en los cañones localizados en nuestra zona de estudio se han detectado especies vulnerables, sobre todo en las estaciones de muestreo localizadas en los flancos sur de los cañones.

6.2. Principales grupos bentónicos indicadores de EMVs

6.2.1. Orden Scleractinia

Las especies coloniales originan en su lento crecimiento estructuras tridimensionales muy complejas que albergan a gran cantidad y diversidad de organismos tanto sésiles, como pueden ser otras especies de corales coloniales y solitarios, alcyonáceos, gorgonias, antipatharios, briozoos, hydrozoos, poríferos, cirrípedos, etc, así como invertebrados de carácter vágil que viven y se alimentan sobre ellos. Estos corales coloniales precisan de sustratos duros o consolidados para su fijación y desarrollo. Como es sabido estos organismos, debido a su gran fragilidad al impacto directo o indirecto de diversas actividades humanas entre las que se incluye la pesca de fondo y a que presentan tasas anuales de crecimiento de escasos mm, son uno de los grupos prioritarios de protección en sí mismos y por formar una parte estructural primordial de los EMVs.

En el desarrollo de las campañas de investigación del proyecto ATLANTIS, se constató la presencia de escleractinias tanto coloniales como solitarias, en algunas áreas con una elevada densidad. El estudio por métodos directos por medio de ROV y trineo fotogramétrico de algunas de estas áreas de elevadas densidades confirmó la existencia de estructuras recifales de gran extensión y potencia, constituyendo hábitats de gran complejidad estructural y biodiversidad, altamente vulnerables. Las dos especies coloniales observadas en el Proyecto ATLANTIS del IEO fueron *Bathelia candida* Moseley, 1881, de modo mayoritario, y en mucha menor medida *Solenosmilia variabilis* Duncan, 1873. En el caso de *Bathelia candida*, se adoptó el criterio de presencia/ausencia dada la importancia de esta especie en relación con los organismos y ecosistemas vulnerables o sensibles (Figura 6.1).

La especie *B. candida* presenta su distribución geográfica conocida hasta la fecha en el Atlántico SW, desde las islas Malvinas hasta el Sur de Brasil (Río Grande del Sur) y en el Sur de Chile. La importancia ecológica de esta especie como bioestructura es análoga a la de otras especies de escleractinias coloniales más conocidas y estudiadas como *Lophelia pertusa* (Linnaeus, 1758), *Madrepora oculata* Linnaeus, 1758 y *Oculina varicosa* Lesueur, 1821.

La especie *S. variabilis*, presenta una amplia distribución geográfica estando presente en el Atlántico Norte, Índico y Pacífico. Su presencia en áreas próximas a la zona de estudio del proyecto ATLANTIS se ha constatado en la Fractura Eltanin, en las Islas Orcadas del Sur y en el estrecho de Drake, considerándose circumpolar en los mares australes (Cairns, 1982) y en el Sur de Brasil (Kitahara, 2004; Kitahara, 2007); sin embargo, hasta la fecha no existen en la bibliografía citas de esta especie para la plataforma patagónica argentina.

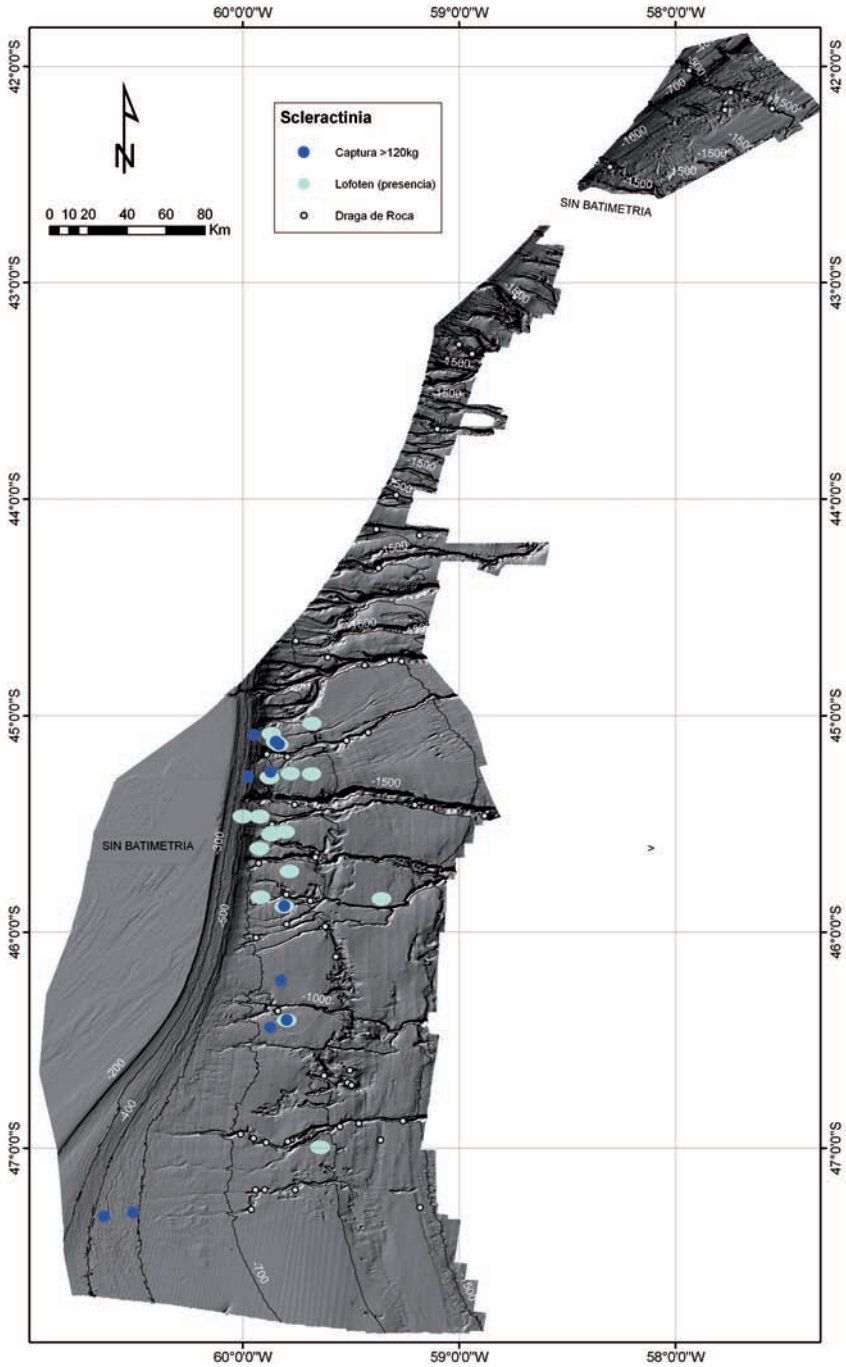


Figura 6.1. Situación de los lances con captura superior a 120 kg de organismos vulnerables, lances y draga de roca con presencia de la especie *Bathelia candida*.

Sobre estas especies coloniales se observó la presencia de una gran biodiversidad de epifauna. Dentro de las escleractinias destacaremos la presencia de especies solitarias que contribuyen a la complejidad estructural de estas áreas. Entre estas escleractinias solitarias destacaron la presencia de diversas especies del género *Caryophyllia* spp (Lamarck, 1801), *Desmophyllum dianthus* (Esper, 1794) y *Javania cailleti* (Duchassaing & Michelotti, 1864) y *Javania antarctica* (Gravier, 1914), entre otras.

Por otra parte se constató por medio de los muestreos con arte LOFOTEN la existencia de áreas con abundancia de escleractinias solitarias adaptadas a la vida sobre los sedimentos, como es el caso de la familia Flabellidae, principalmente *F. thouarsi* Milne Edwards and Haime, 1848 y *F. curvatum* Moseley, 1881 entre otras especies. Estas áreas con elevadas densidades de estos corales de la familia Flabellidae, principalmente *Flabellum* spp Lamarck, 1801 fueron constatadas por observación directa por medio de ROV y trineo fotogravimétrico en la campaña Patagonia 01/09.

6.2.2. Orden Gorgonacea

Los cnidarios representan en los resultados preliminares del proyecto ATLANTIS el segundo Phyla en cuanto a biomasa. En este Phylum tuvo gran importancia la Clase Octocorallia y dentro de ésta, el orden Gorgonacea. A este orden pertenecen las conocidas gorgonias, que están incluidas en todas las directrices y resoluciones aprobadas por la ONU y OSPAR, para el estudio y la conservación de los EMVs.

Estos organismos, de estrategia trófica suspensívora, forman parte de los ecosistemas denominados como «Coral Gardens». Sus lentas tasas de crecimiento, requerimientos tróficos, fragilidad etc, los convierten en organismos altamente vulnerables. En las campañas de investigación del Proyecto ATLANTIS, estos organismos estuvieron representados mayoritariamente por diversos géneros y especies de la familia Primnoidae. Esta es una de las familias con mayor número de especies descritas hasta la fecha (233 spp.), con alta adaptación a aguas profundas, estando la mayoría de sus géneros y especies distribuidas desde el talud hasta el piso batial inferior. Estas gorgonias frecuentemente originan áreas de elevada densidad de tipo monoespecífico, constituyendo hábitats esenciales para una gran diversidad de organismos (Cairns y Bayer, 2009). La familia Primnoidae es la que presenta un mayor número de géneros y especies con distribución en latitudes australes (Cairns y Bayer, 2005), dominando las comunidades de octocorales, como ha sido observado en áreas como South Georgia (Bayer, 1988) y la plataforma argentina (Pérez y Zamponi, 2001).

Los resultados obtenidos en el Proyecto ATLANTIS han constatado esta dominancia, bien por muestreos con el arte LOFOTEN, como por dragas de roca y a través de la observación directa por medio de ROV y trineo fotogravimétrico (Figura 2.2 y Figura 6.2). Los géneros presentes resultaron ser *Plumarella* Gray, 1870, *Thouarella* Gray, 1870, *Convexella* Bayer, 1996, *Primnoidella* Gray, 1858, *Dasystenella* Versluys, 1906, *Amphilaphis* Studer & Wright, 1887 y *Mirostene-lla* Bayer, 1988, entre otros.

En este informe se adoptó tras el análisis de las frecuencias acumuladas de estos organismos una biomasa como referencia de 287,92 gr con una significación en el número total de lances con presencia de estos organismos de un cuantil del 82%.

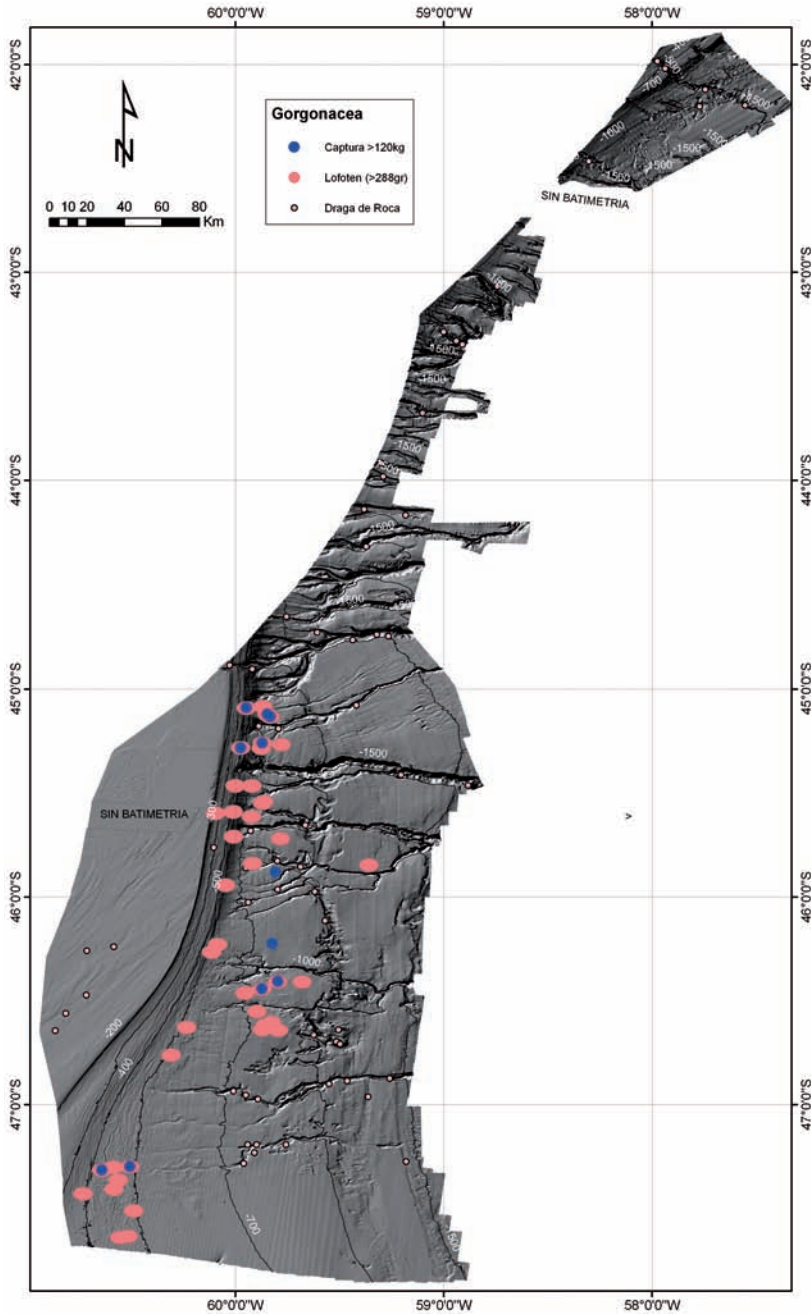


Figura 6.2. Situación de los lances con captura superior a 120 kg de organismos vulnerables, lances con presencia de organismos del Orden Gorgonacea con valores de captura superiores a la considerada significativa para este Orden (288 gr, 18% de los lances con presencia) y posiciones de las draga de roca con presencia del Orden Gorgonacea.

Muchas de las especies de esta familia presentan unos requerimientos mínimos de superficies (cascajo, pequeñas gravas, etc.) aptas para la fijación de su larva y posterior desarrollo, permiten una colonización del fondo marino. El desarrollo de estas gorgonias, de modo destacado aquellas con ramificación en «bottle brush», como *Thouarella* spp. Gray, 1870 y *Dasystenella* sp. Verluys, 1906, entre otras, forman un entramado tridimensional que permite el asentamiento de gran biodiversidad. Las estructuras esqueléticas de estas gorgonias una vez muertas se sedimentan o permanecen verticales en el sustrato, lo que lo hace más accesible a la fijación de fauna sésil entre la que se encuentra nuevas gorgonias en crecimiento.

Otra familia de gorgonias frecuente resultó ser la Familia Isididae, representada por los géneros, *Primnoisis* Studer & Wright, 1887, *Esclerisis* Studer, 1878, *Echinisis* Thomson & Renet, 1932, *Mopsea* Lamoroux, 1816, y *Australisis* Bayer & Stefani, 1987, principalmente. Las gorgonias Isididae están consideradas entre los organismos con menor tasa de crecimiento (Sanchez *et al.*, 2004; Roark *et al.*, 2005; Tracey *et al.*, 2007, Noé *et al.*, 2008; Sherwood y Edinger, 2009) y son conocidas como «bamboo corals».

Se constató de forma generalizada la presencia de gorgonias *Paragorgia arborea* (Linnaeus, 1758), aprovechando el entramado creado por restos esqueléticos de gorgonias de la familia Primnoidae. Este sustrato apto para su crecimiento parece ser insuficiente para que estas gorgonias alcancen las tallas máximas observadas en otras regiones. La altura máxima observada en estas colonias fue muy homogénea. Es conocida la relación entre la altura máxima «critica» y el tamaño del sustrato al que se fijan (Mortensen y Buhl-Mortensen, 2005). Por el contrario, se observaron colonias con importantes tallas (140 cm) de esta especie, en áreas con sustratos más resistentes.

Otras familias de gorgonias frecuentes en estas campañas fueron, Acanthogorgiidae, Plexauridae y Chrysogorgiidae, familia esta última poco frecuente en latitudes australes (Cairns, 2002) y representada en las campañas del Proyecto ATLANTIS exclusivamente por el género *Radicipes* Stearns, 1883.

6.2.3. Orden Pennatulacea

Los pennatuláceos (Octocorallia, Pennatulacea) son octocorales adaptados exclusivamente a la vida en sustratos blandos a los que se fijan enterrando la parte basal de su eje, modificado terminalmente en un bulbo carnoso con capacidad de movimientos peristálticos originados por diferencias de su presión hidrostática. La distribución geográfica de estos organismos es muy amplia, prácticamente circumglobal y de amplio rango batimétrico (intermareal-6100 m). Muchas de las especies de aguas más profundas tienen distribuciones cosmopolitas (Williams, 1995). La especie más frecuente en las campañas ATLANTIS fue *Anthoptilum grandiflorum* (Verrill, 1879) (Pennatulacea; Anthoptilidae) y especies del género *Halipterus* sp Kölliker, 1880 (Pennatulacea; Halipteridae) que son propios de grandes profundidades (Williams, 1995; 1990).

En las campañas del Proyecto ATLANTIS su presencia por tanto se concentra en los estratos de mayor profundidad y su captura se produjo mayoritariamente en los muestreos realizados con el arte de arrastre LOFOTEN, muestreador apropiado para los fondos sedimentarios que habitan, si bien su presencia también se constató en algunos de los muestreos realizados por medio de la draga de roca (Figura 6.3).

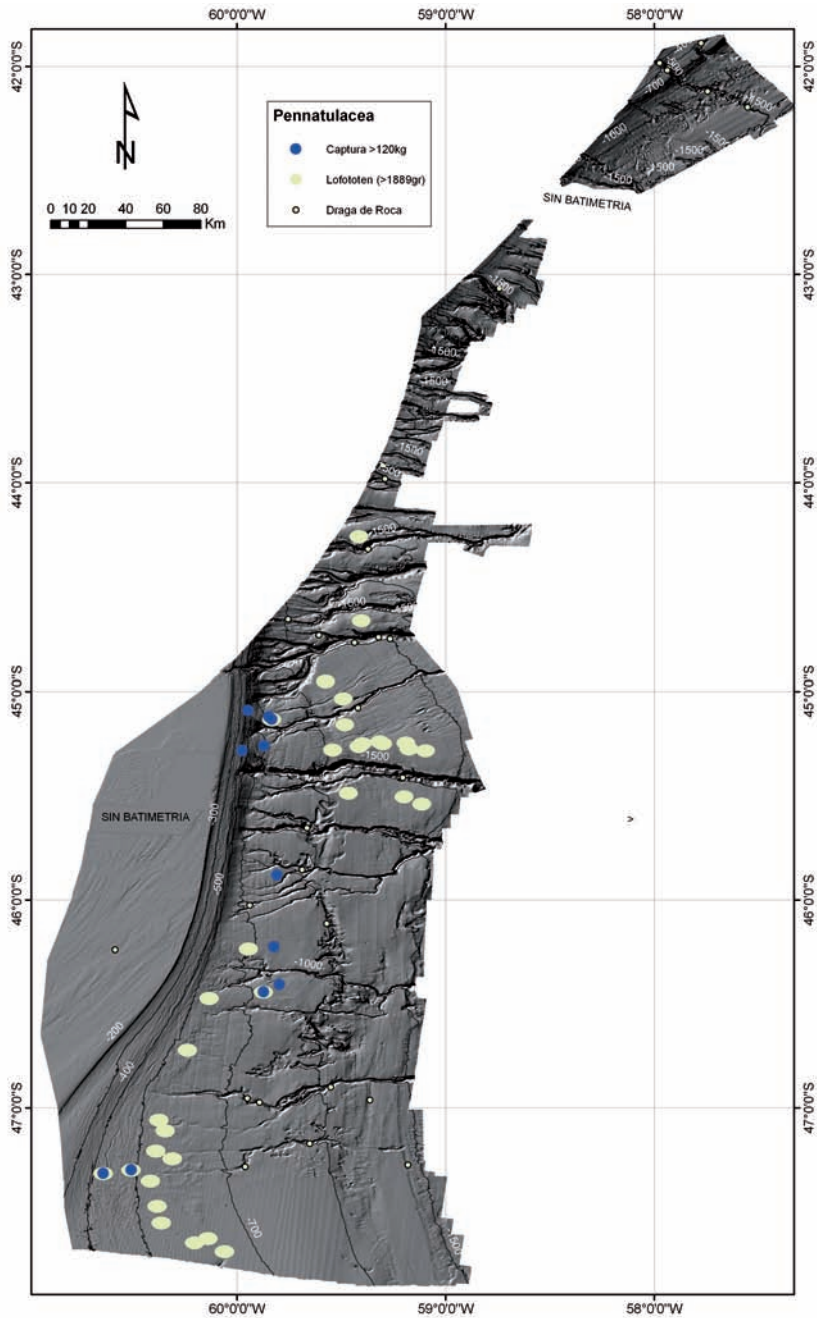


Figura 6.3. Situación de los lances con captura superior a 120 kg de organismos vulnerables, lances con presencia de organismos del Orden Pennatulacea con valores de captura superiores a la considerada significativa para este Orden (1.889 gr, 20% de los lances con presencia) y posiciones de las draga de roca con presencia del Orden Pennatulacea.

Las áreas con elevadas densidades de estos organismos son considerados EMVs. Destacar el hecho de que debido a las características anatómicas y morfológicas de estos organismos, flexibilidad de su eje y escasa o nula ramificación (las especies o géneros dominantes en esta campaña son de estructura alargada no ramificada, «whip corals»), su capturabilidad por parte del arte de arrastre se reduce y la posibilidad de pérdida del mismo antes de ser recuperado aumenta. Todo esto origina que la densidad real en el lecho marino sea más elevada que la que pueda ser inferida de las capturas. La captura de estos organismos tomada como referencia para la protección de un área por medio del cierre a la pesca de arrastre, adoptada en áreas de regulación NAFO es de 1,6 kg, por media hora de arrastre (NAFO, 2008). Tras el análisis de las frecuencias acumuladas de estos organismos, se adoptó como referencia una biomasa de 1889 gr con una significación en el número total de lances con presencia de estos organismos de un cuantil 80%.

De modo destacable en la campaña ATLANTIS 2009 se obtuvieron capturas superiores a los 40 kg por media hora de arrastre observándose veinte lances con capturas netamente superiores (1,69-44,7 kg) a la captura adoptada como referencia, en NAFO. Estas capturas se produjeron principalmente en los estratos 4, 5 y 13.

Las especies dominantes en biomasa y más abundantes en número de colonias en los muestreos fueron *Anthoptilum grandiflorum* (Verrill, 1879) y *Halipteris* sp Kölliker, 1869. Este último género se concentró en la campaña ATLANTIS 2009 en el estrato 4, obteniéndose las mayores capturas en el lance 61 (41,7 Kg. en media hora de arrastre), coincidente con algunos de los surcos («furrows») del lecho marino producidos posiblemente por la deriva de los icebergs de los últimos periodos glaciales.

En menores cantidades también se observó la presencia de *Funniculina quadrangularis* (Pallas, 1766), *Pennatula* spp Linnaeus, 1758, *Virgularia* sp Lamarck, 1816 y *Distichotillum gracile* Verrill, 1882.

6.2.4. Familia Stylasteridae

Estos hydrocorales son organismos que presentan un exoesqueleto (cenosteo) fuertemente calcificado lo que les confiere un aspecto externo de corales verdaderos (scleractinia). Estos organismos biogénicos son muy importantes y están en los criterios establecidos por la ONU y OSPAR.

Debido a que los requerimientos tróficos y de sustrato son similares en los dos tipos de organismos, estos se presentan en la captura, frecuentemente de modo conjunto con los corales verdaderos. Las formas de las colonias son variadas, desde erectas con ramificaciones arbustivas o en abanico, formas erectas con ramificaciones dicotómicas y formas de crecimiento incrustantes.

La presencia de estos organismos en las campañas del IEO en la plataforma patagónica se corresponde a la familia Stylasteridae y estuvo representada por tres subfamilias (Stylasterinae, Errininae y Adeloporinae; Figura 6.4).

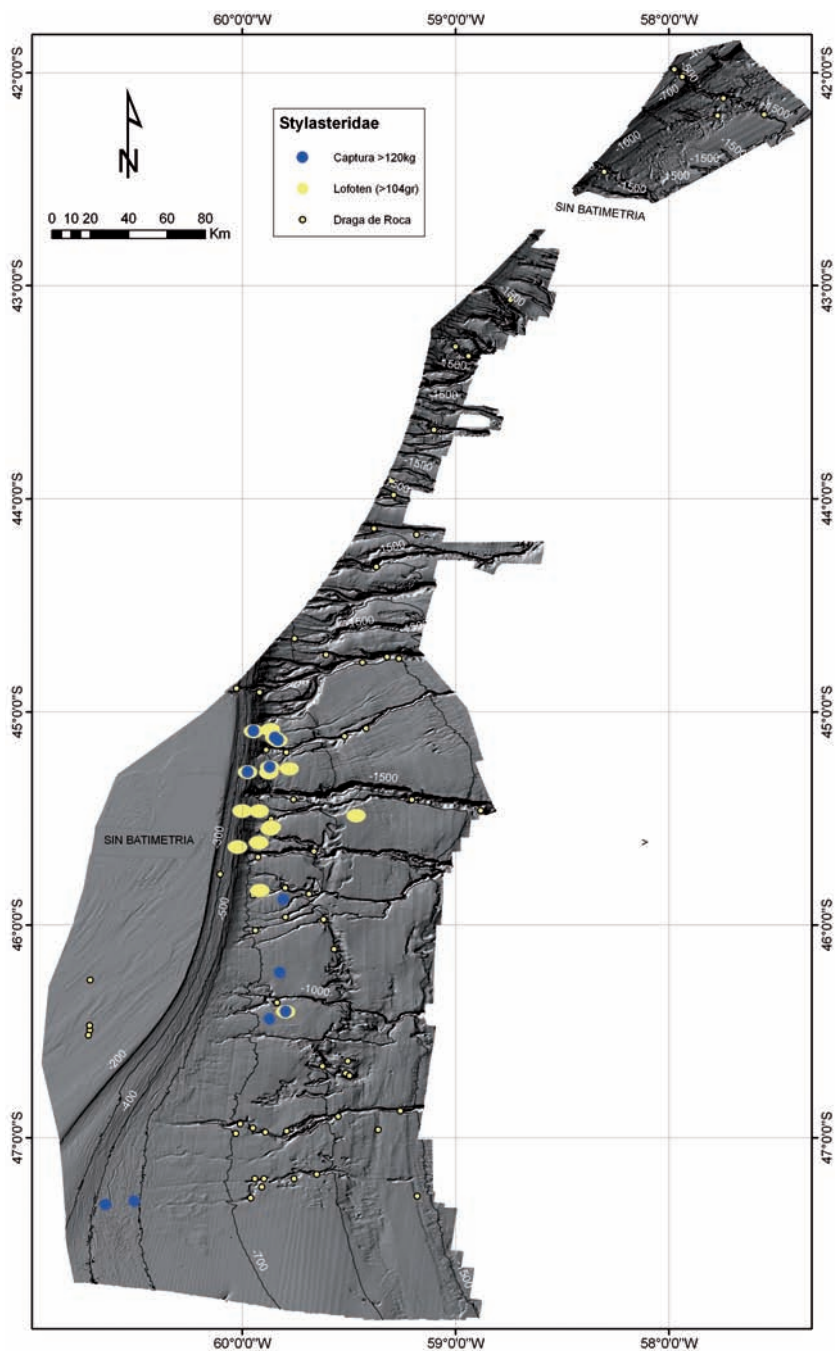


Figura 6.4. Situación de los lances con captura superior a 120 kg de organismos vulnerables, lances con presencia de la Familia Stylanderidae (104 gr, 25% de los lances con presencia) y posiciones de las draga de roca con presencia de la Familia Stylanderidae.

Los estudios sobre el crecimiento de algunas especies de stylasteridos con distribución subantártica, como *Errina novaezalandiae* Hickson, 1912, determinan ritmos de crecimiento del orden de 1 mm anual (Stratford *et al.*, 2001).

La presencia de estos organismos fue mayor en los muestreos efectuados por medio de draga de roca (campañas Patagonia), dado los requerimientos de sustratos duros o consolidados que precisan para su fijación y crecimiento. Algunas de las especies recolectadas en las campañas, son especies con distribución conocida antártica y subantártica, habiéndose identificado la presencia de especies muy poco conocidas y que han sido descritas recientemente en base a escasas colonias (Cairns, 1983), como es el caso de *Adelopora pseudothyron* Cairns, 1982, *Cheiloporidion pulvinatum* Cairns, 1983, *Crypthelia formosa* Cairns, 1983 y *Errinopora cestoporina* Cairns, 1983.

La diversidad de especies de estos organismos, sumamente frágiles y con una gran importancia como organismos biogénicos, en las campañas es elevada; a las anteriores especies citadas se añaden *Errina (Errina) antarctica* (Gray, 1872), *Errinopsis reticulum* Broch, 1951, *Errina (Inferolabiata) echinata* (Moseley, 1879), *Sporadopora dicothoma* (Moseley, 1876), *Conopora pauciseptata* Broch, 1951, *Stylaster densicaulis* Moseley, 1879, *Errina (Inferolabiata) sp*, Broch, 1951, *Errina (Errina) sp* Gray, 1835, y *Lepidopora spp* Pourtalès, 1871.

Durante las campañas ATLANTIS con la utilización de arte LOFOTEN, las especies principalmente recogidas fueron *Errina (Errina) antarctica*, *Stylaster densicaulis*, *Cheiloporidion pulvinatum*, *Errinopsis reticulum*, *Sporadopora dicothoma* y *Lepidopora spp*. La captura máxima conjunta de varias especies de estos organismos en estas campañas fue de más de 200 kg. Fue adoptada, tras el análisis de las frecuencias acumuladas de estos organismos, una biomasa como referencia de 104 gr con una significación en el número total de lances con presencia de estos organismos de un cuantil del 75%.

6.2.5. Orden Alcyonacea

Son cnidarios antozoos mayoritariamente coloniales ; los pólipos están conectados por hilos o láminas de tejido, llamadas estolones; cada pólipo tiene 8 tentáculos, que generalmente son pinnados, con cavidad gastrovascular dividida en 8 cámaras separadas por 8 tabiques o sarcoseptos.

Pertenecen a este grupo de cnidarios los corales blandos. Los diferentes pólipos están conectados unos con otros por medio de estolones o por un gran cenénquima. Generalmente, los nuevos pólipos se originan por gemación a partir del estolón.

Una característica importante de este orden es que sus miembros forman colonias incrustantes o rectas y, a menudo, masivas. Generalmente son carnosas y flexibles, aunque en el cenénquima hay gran cantidad de escleritos. Las partes distales de los pólipos pueden retraerse en el interior de la porción basal, que es más compacta.

La situación de los organismos de este Orden capturados en las campañas del proyecto ATLANTIS en la plataforma patagónica, se presenta en la Figura 6.5.

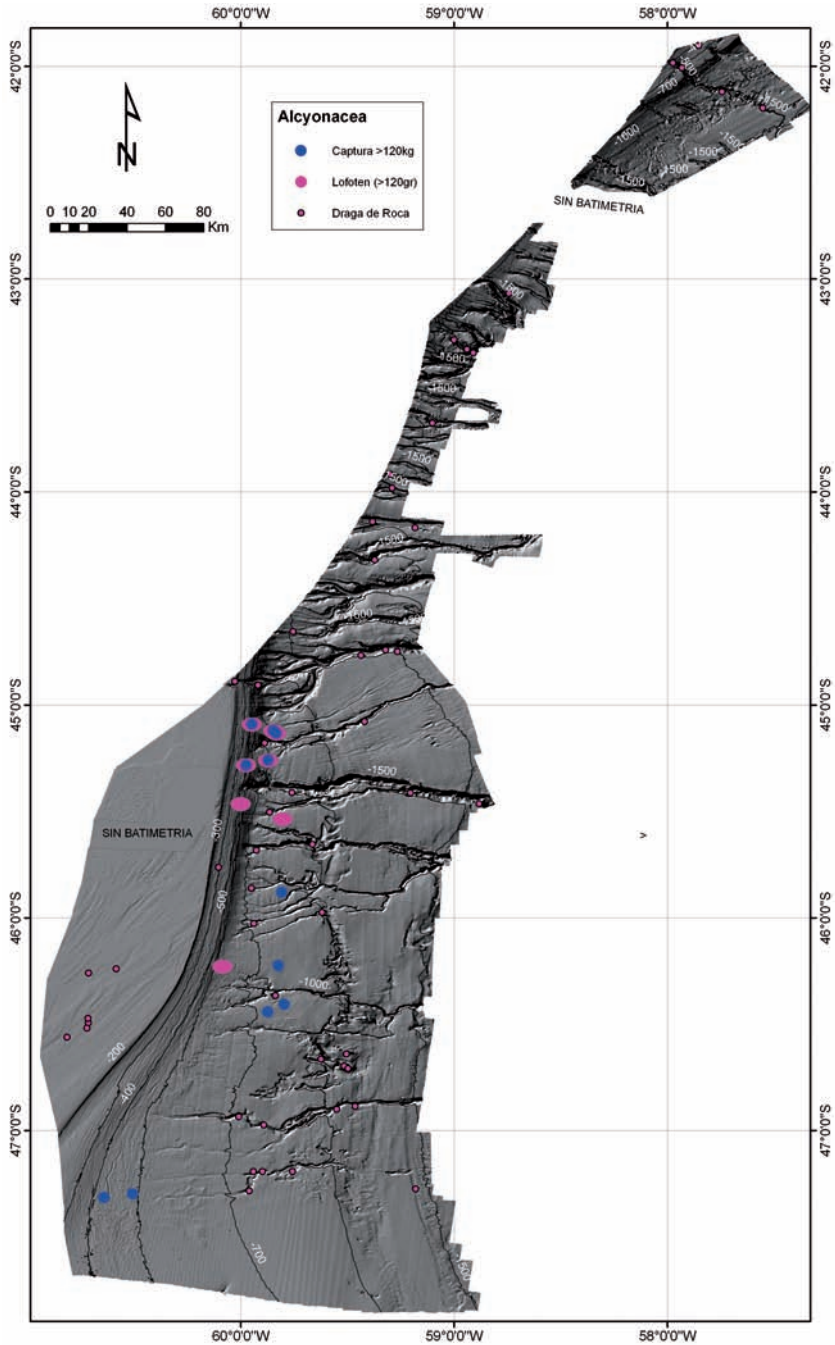


Figura 6.5. Situación de los lances con captura superior a 120 kg de organismos vulnerables, lances con presencia del Orden Alcyonacea (120 gr, 10% de los lances con presencia) y posiciones de las draga de roca con presencia del Orden Alcyonacea.

6.2.6. Superclase Hydrozoa

Este grupo de cnidarios está compuesto por los hidroideos y las hidromedusas. Existen alrededor de 3200 especies actuales, la mayoría marinas, pero este grupo también incluye las especies de agua dulce.

Este grupo representa en la zona de estudio una gran biodiversidad, muchas de las especies pueden ser raras o endémicas y sirven de alimento para otras especies, motivos por los cuales se han incluido dentro de los grupos vulnerables.

En la mayoría de los géneros hay alternancia de generaciones; generalmente los pólipos bentónicos y asexuales alternan con medusas planctónicas y sexuales, aunque puede faltar cualquiera de las dos fases. En muchos casos, los individuos medusoides quedan retenidos sobre los polipoides. Los pólipos suelen formar colonias, con las cavidades gastrovasculares interconectadas y con los individuos polipoides modificados para realizar diferentes funciones, zoioides, como por ejemplo los gastrozoides para la alimentación, gonozoides para la reproducción, dactilozoides para la defensa y la captura de presas.

La posición de los organismos de la Superclase Hydrozoa capturados en las campañas del proyecto ATLANTIS en la plataforma patagónica, se presenta en la Figura 6.6.

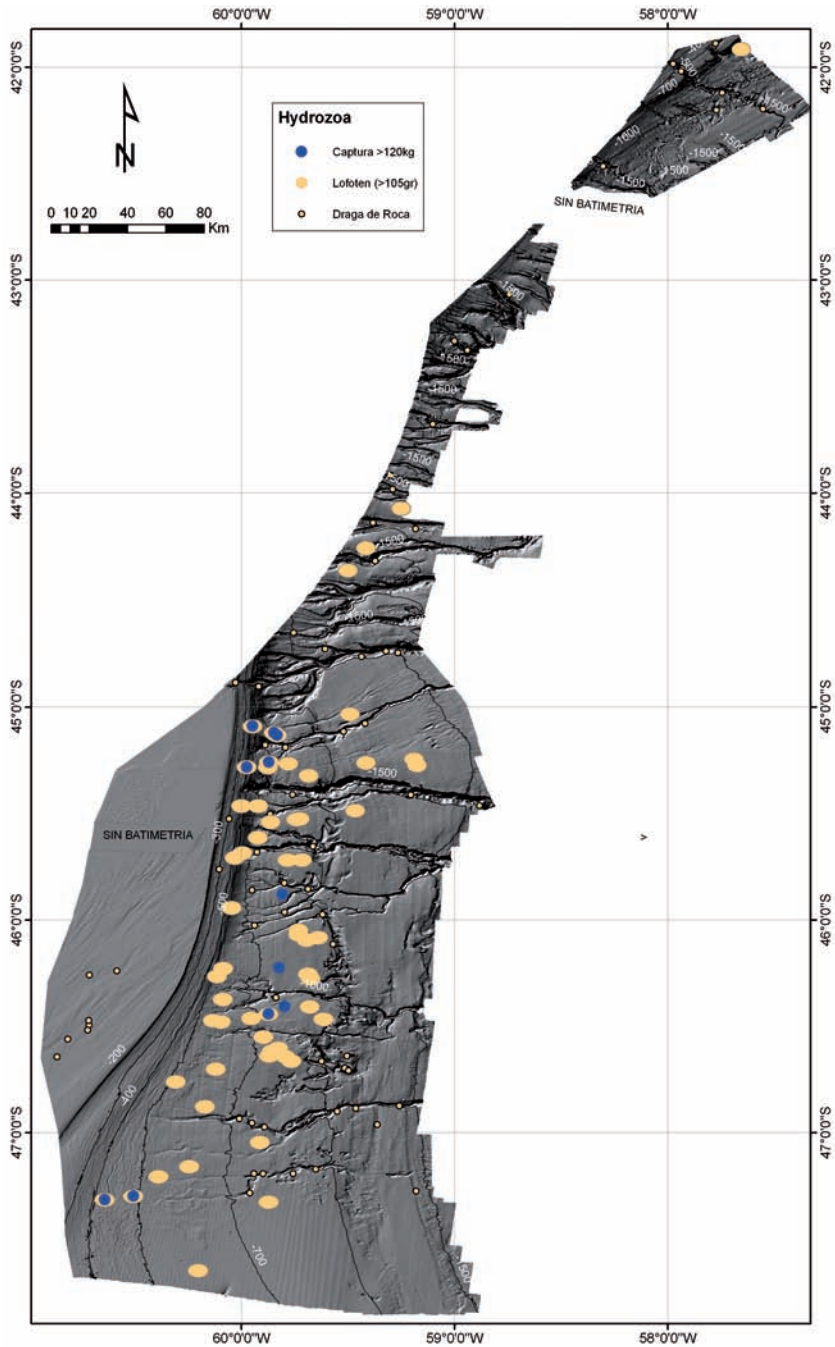


Figura 6.6. Situación de los lances con captura superior a 120 kg de organismos vulnerables, lances con presencia de la Superclase Hydrozoa (105 gr, 4,5% de los lances con presencia) y posiciones de las draga de roca con presencia de la Superclase Hydrozoa.

6.2.7. Esponjas de la clase hexactinellida

Las agregaciones de esponjas de profundidad pueden estar formadas por esponjas de dos clases Hexactinellida y Demospongiae, generalmente entre profundidades de 250 y 1.300 m donde el rango de temperatura varía entre 4° y 10°C y velocidades moderadas de 0,5 nudos (Bett y Rice, 1992), si bien en áreas como Patagonia, los datos preliminares pueden indicarnos que aparecen en rangos ecológicos más amplios (Figura 6.7). Las agregaciones de esponjas se pueden encontrar sobre sustratos blandos y sobre sustratos duros. Algunos autores han sugerido que en las marcas dejadas por los icebergs, encuentran un hábitat ideal para su asentamiento ya que las gravas y cantos rodados proporcionan numerosos puntos de fijación. En la zona sur del área de estudio de Patagonia, las marcas de icebergs detectadas con la sonda multihaz son muy aparentes detectadas con la sonda multihaz, por lo que este es un aspecto a estudiar y contrastar.

Las Hexactinellidas pertenecen a una clase de esponjas generalmente de aguas profundas definidas por su producción de espículas silíceas algunas de ellas con formas en seis ejes de simetría o sus derivados. Carecen de minerales calcáreos o de fibras de espongina como componentes esqueléticos a diferencia de otras esponjas. En ocasiones el esqueleto puede aparecer completamente fusionado lo que les ha valido la denominación de esponjas de cristal. Actualmente este grupo contiene alrededor de 500 especies conocidas, que viven entre 5 y 6770 m de profundidad aunque continuamente se están describiendo especies nuevas. Constituyen comunidades importantes profundas que se consideran como ecosistemas vulnerables por su fragilidad pero asimismo porque pueden formar agregaciones y suponer un importante refugio para otras muchas especies e incluso poblaciones de peces que necesitan este tipo de ambientes para su reproducción.

En la Figura 6.7 se presenta la posición de los organismos de la Clase Hexactinellida capturados en las campañas del proyecto ATLANTIS en la plataforma patagónica.

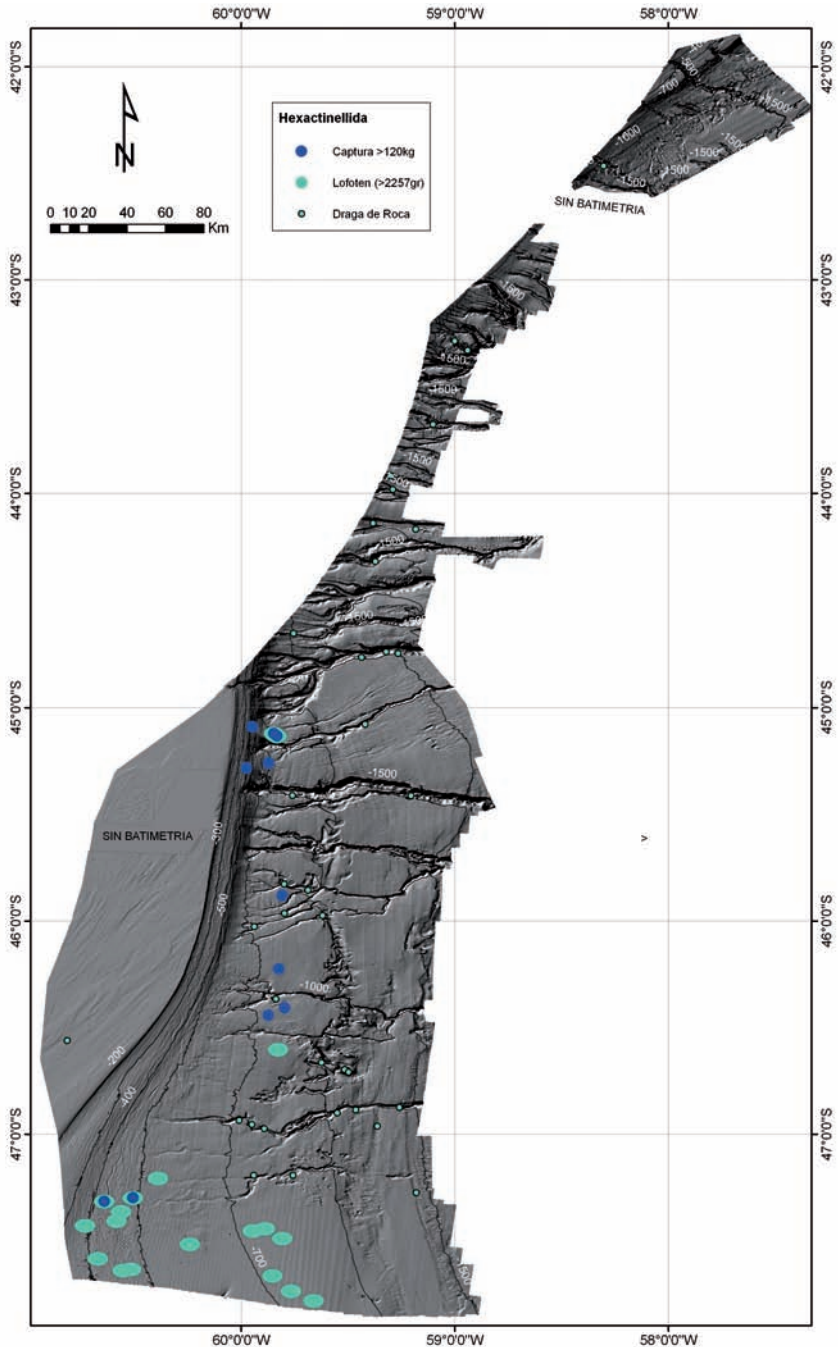


Figura 6.7. Situación de los lances con captura superior a 120 kg de organismos vulnerables, lances con presencia de la Clase Hexactinellida (2.258 gr, 35% de los lances con presencia) y posiciones de las draga de roca con presencia de la Clase Hexactinellida.

6.2.8. Esponjas de la clase demospongiae

Las Demospongiae, que representan hoy en día la mayor parte de las esponjas vivientes (alrededor del 85%), se pueden encontrar en todos los niveles del medio marino. Su esqueleto está formado por espículas de naturaleza silíceas con una gran variedad de morfotipos espiculares e incluso algunas especies carecen de ellos. Se reconocen tres subclases distribuidas en 15 órdenes y 88 familias. Su sistema de organización está concebido para asegurar la filtración de grandes cantidades de agua que llevan el alimento y el oxígeno. A pesar de su simplicidad, el colonizar una gran variedad de nichos ecológicos les ha permitido en el curso de la evolución desempeñar un papel ecológico de primera magnitud ya que reciclan una gran parte de la materia orgánica particulada de origen animal, pueden actuar como bioindicadores de la contaminación marina y producen gran cantidad de compuestos químicos que suponen una novedosa vía para la búsqueda de sustancias efectivas contra diferentes enfermedades como el cáncer o el sida.

Al igual que los representantes de la Clase Hexactinellida, en esta clase, el interés que tienen dentro de los ecosistemas vulnerables se refiere fundamentalmente a las formaciones de agregados que pueden constituir ecosistemas muy particulares esenciales para otras especies y que propician una alta biodiversidad, pero además la gran variedad de especies que puede aparecer en determinados ambientes gracias a especiales condiciones ambientales, hace que por este motivo se consideren a proteger. Por otra parte especies de especial interés, raras o endémicas pueden incluirse dentro de la clasificación de vulnerables. Tal es el caso de las esponjas carnívoras (Familia Cladorhizidae); de este grupo cuyos hábitos alimentarios son de relativamente reciente descubrimiento se conocen pocas especies pertenecientes a solo tres géneros de los cuales se han encontrado representantes en las campañas de ATLANTIS y en algunos casos en densidades importantes (Figura 6.8).

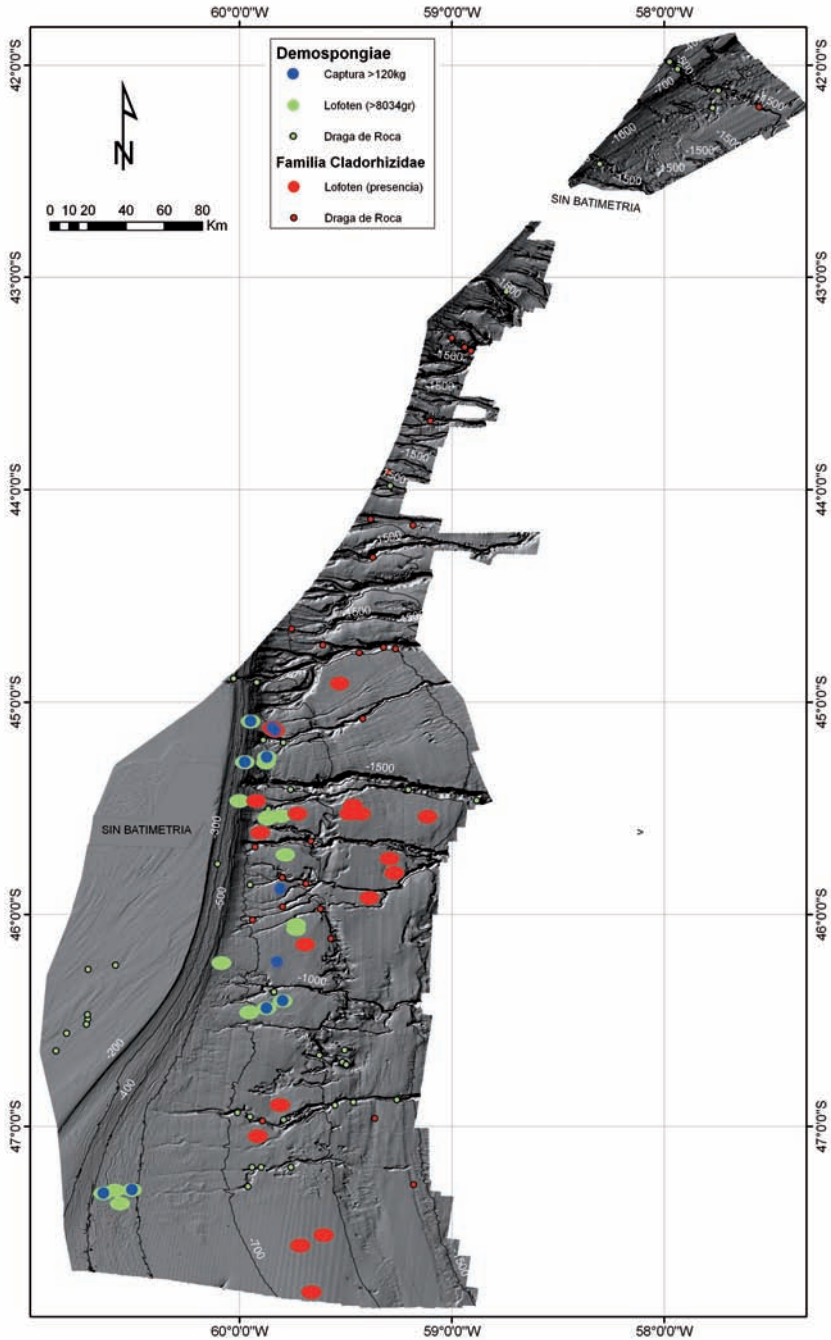


Figura 6.8. Situación de los lances con captura superior a 120 kg de organismos vulnerables, lances con presencia de la Clase Demospongiae (8035 gr, 10% de los lances con presencia) y de la Familia Cladorhizidae y posiciones de las draga de roca con presencia de la Clase Demospongiae y de la Familia Cladorhizidae.

6.2.9. Familia Rhodalidae

La especie *Rhodalia miranda* (Haeckel, 1888), presenta algunas características muy exclusivas dentro de los sifonóforos. Estos organismos son mayoritariamente pelágicos, con la única excepción de la familia Rhodalidae que son bentónicos como ha sido recientemente comprobado por medio de filmaciones por medio de ROV.

Esta especie cumple las características de los criterios de protección establecidos para los EVMs y los organismos vulnerables. Se trata de hydroides que se disponen erectos sobre el sustrato, con tallas superiores a los 5 cm, sumamente frágiles y que suman a estas características ciertas peculiaridades de su distribución geográfica. Esta especie fue descrita por primera vez en 1888 por Haeckel en base a cuatro especímenes obtenidos en la estación 320 por el H.M.S. Challenger en 1876. Esta estación resulto ser la más diversa y rica en nuevas especies de toda esta expedición. Esta estación se sitúa fuera del estuario del Río de la Plata con una batimetría de 1097 m de profundidad. Desde 1876 hasta 1971 tan solo se habían obtenido 47 especímenes, totalizadas como sigue: 1876 H.M.S. Challenger 4 especímenes; 1962 R.V. «Eltanin» 1 espécimen; 1967 R.V. «Academician Knipovich» 9 especímenes; 1974 R.V. «Zoond» 2 especímenes; 1966, 1970/71 «Walter Herwig» 30 especímenes. (Pugh, 1983; Riemann-Zürneck, 1991).

Esta especie es solo conocida en la Plataforma Patagónica del Atlántico Sudoccidental. A esta distribución restringida se debe añadir y destacar que su distribución no es continua si no que se encuentra distribuida en «patches» aislados, sin áreas con presencia conocida entre estos. Esta especie se localiza en las proximidades de los cañones de la plataforma y, como ha sido constatado por Riemann-Zürneck en 1991, su distribución está vinculada a la influencia de corrientes profundas de agua de origen antártico, que, ascendiendo por Shag Rock alcanzan los cañones de la plataforma argentina.

En las campañas del proyecto ATLANTIS se han constatado áreas con una alta densidad de esta especie, con capturas puntuales de hasta 730 especímenes (23.360 gr), coincidentes con este patrón discontinuo en «patches». Las capturas de estos organismos en las campañas ATLANTIS se produjeron entre el 59° 53'S/ 60° 51'S y 45° 07'W/ 47° 78'W (Figura 6.9). Su fragilidad estructural, la excepcionalidad dentro de su grupo taxonómico de su carácter bentónico y su distribución endémica, con áreas discontinuas de elevada densidad, confieren a esta especie una alta vulnerabilidad. En este informe se adoptó tras el análisis de las frecuencias acumuladas de estos organismos una biomasa de 1830 gr como referencia, con una significación del 75%.

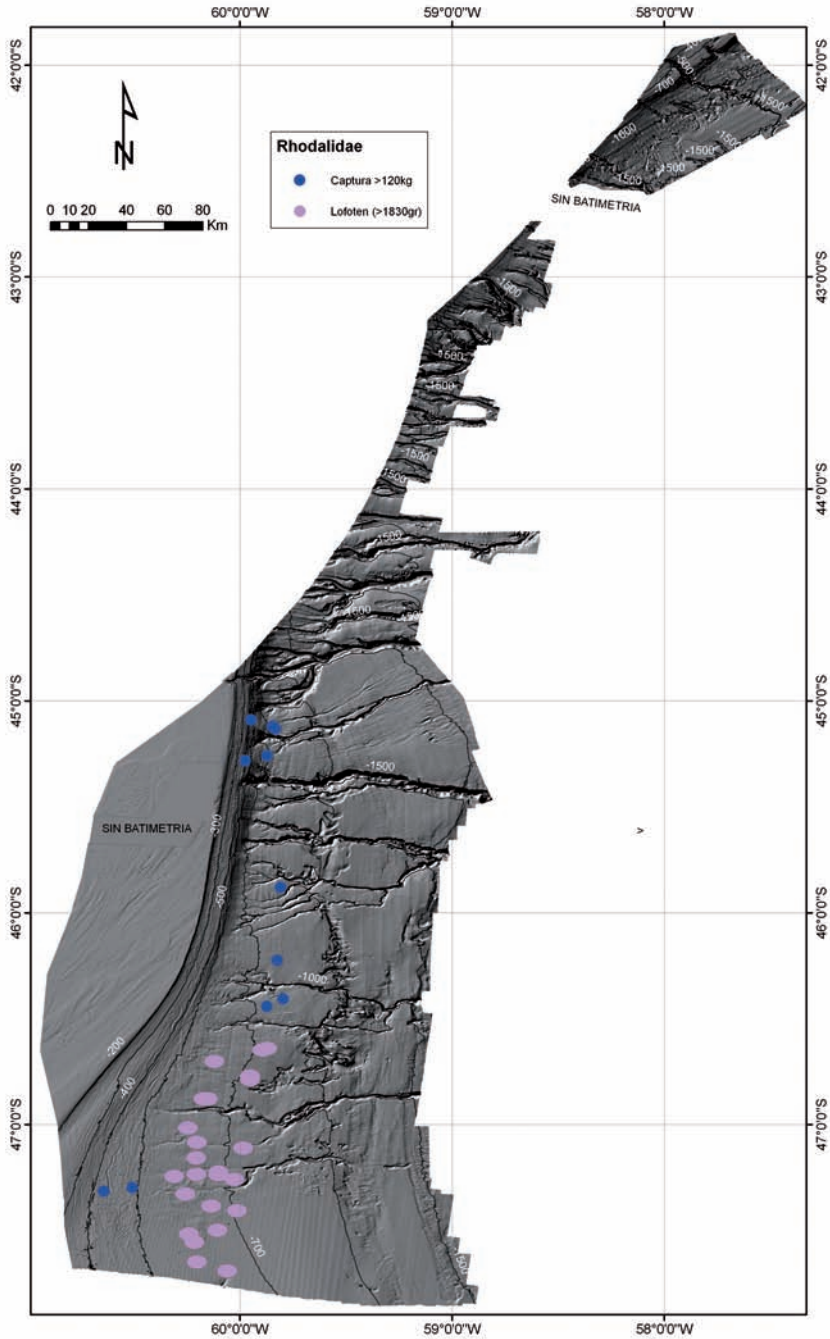


Figura 6.9. Situación de los lances con captura superior a 120 kg de organismos vulnerables y lances con presencia de la especie *Rhodalia miranda* con valores de captura superiores a la considerada significativa para este Orden (1.830 gr, 25% de los lances con presencia).

6.3. Determinación de los valores que representan una Captura Significativa de los distintos taxones considerados como Vulnerables

La Consulta Técnica sobre las Directrices Internacionales para la Ordenación de las Pesquerías de Aguas Profundas en Alta Mar, convocada por la FAO en 2007 establece que la vulnerabilidad está relacionada con la probabilidad de que una población, comunidad o hábitat experimente una alteración sustancial como consecuencia de una perturbación de corta duración o crónica, y con la probabilidad de que se recupere (y en cuánto tiempo). A su vez, estos elementos están relacionados con las características de los propios ecosistemas, en especial las relativas a los aspectos biológicos y estructurales. Los rasgos de los EMVs pueden ser física o funcionalmente frágiles. Los ecosistemas más vulnerables son aquellos que pueden ser perturbados con facilidad y tienen una recuperación muy lenta o no llegan a recuperarse nunca.

En los párrafos 67-69 del informe final de la Consulta Técnica de la FAO se indica que los Estados y las OROP deberían disponer de un protocolo apropiado sobre cómo han de proceder los buques pesqueros cuando durante sus operaciones de pesca hallan un EMVs, y que al elaborar dicho protocolo se debería tener en cuenta la información más fidedigna disponible procedente de estudios y cartografía detallados del fondo marino, otros datos pertinentes de que se disponga sobre el lugar o la zona y las otras medidas de conservación y ordenación que se hayan adoptado para proteger el EMVs.

En el presente estudio, para hacer una determinación adecuada de las posibles áreas con presencia de VMEs se siguió la metodología utilizada por el NAFO SC Working Group on Ecosystem Approach to Fisheries Management (WGEAFM; NAFO, 2008) para determinar posibles áreas de EMVs en la zona de regulación de NAFO. El proceso para calcular los niveles de capturas de invertebrados como referencia mínima para proponer áreas con EMVs, se realizó en base a las frecuencias de biomasa acumuladas.

Para el cálculo de la captura mínima de referencia se representó la frecuencia acumulada de la captura de todos los lances con presencia de cada uno de los taxones de alto rango considerados e incluidos como vulnerables por las Directrices Internacionales para la Ordenación de las Pesquerías (FAO, OSPAR). La selección de la cantidad mínima se realizó en función de las capturas mínimas/máximas, densidad y las características morfológicas de cada taxón.

Como ejemplo, para las Gorgonaceas se determinó como referencia mínima una captura de 288 gr (cuantil 82%), que representa la selección del 18% de los lances con presencia de este taxón. Para determinar esta captura de referencia en este grupo se tuvieron en cuenta los géneros y familias dominantes dentro de este grupo. Los datos obtenidos en las campañas realizadas en el marco del Proyecto ATLANTIS son plenamente coincidentes con la bibliografía, indicando en estas latitudes que la familia Primnoidae es claramente dominante. La captura de referencia

precautoria escogida representa una cantidad significativa de Gorgonias, teniendo en cuenta las densidades y abundancias que pueden representar, ya que los especímenes presentes se corresponden a colonias que en sus tallas máximas no alcanzan grandes pesos. En el caso de las escleractinias (*Bathelia candida*), se adoptó el criterio de presencia/ausencia. En las Figuras 6.10 a 6.17, se presentan las distribuciones acumuladas de capturas y el cuantil elegido para cada taxón.

6.3.1. Orden Gorgonacea

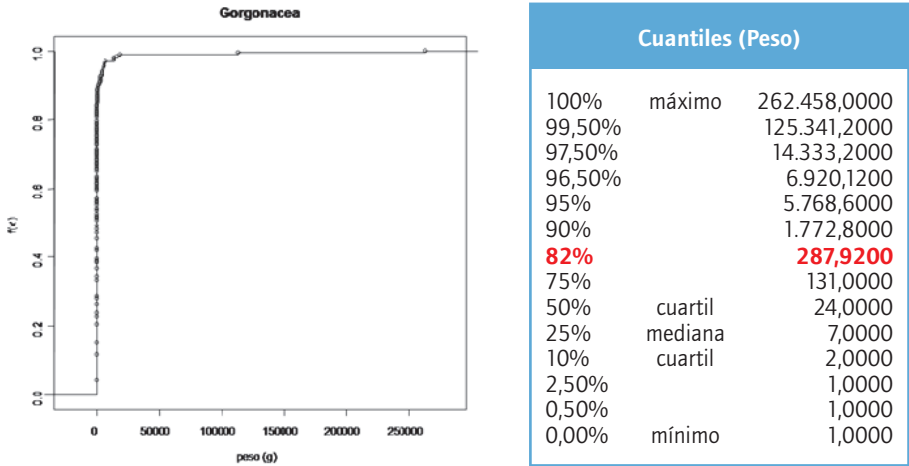


Figura 6.10. Distribución acumulada de las capturas del Orden Gorgonacea (gr) durante las campañas (N = 185). En este caso se adoptó el cuantil del 82%, equivalente a una captura de 287,92 gr.

6.3.2. Clase Hexactinellida

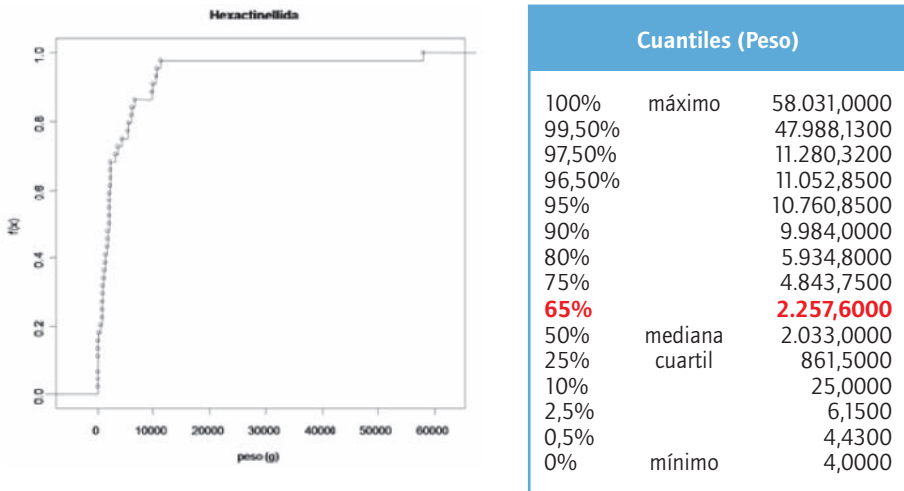


Figura 6.11. Distribución acumulada de las capturas de la Clase Hexactinellida (gr) durante las campañas (n = 44). En este caso se adoptó el cuantil del 65%, equivalente a una captura de 2.257,6 gr.

6.3.3. Clase Demospongiae

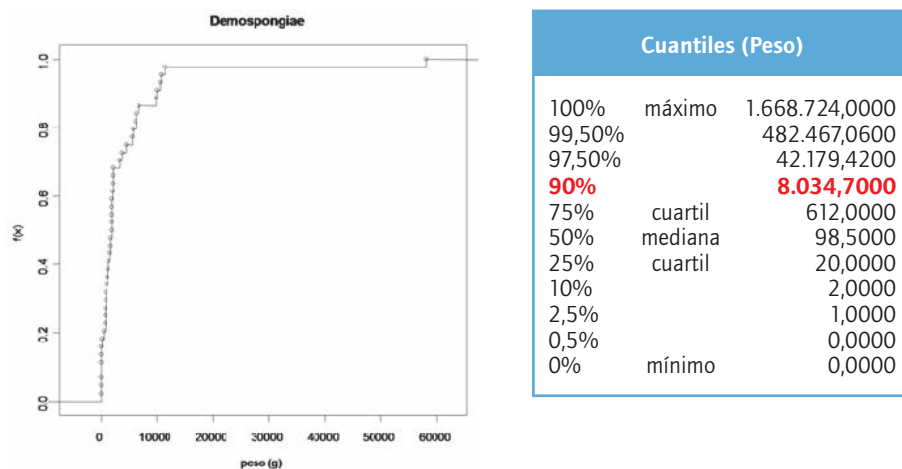


Figura 6.12. Distribución acumulada de las capturas de la Clase Demospongiae (gr) durante las campañas (n = 188). En este caso se adoptó el cuantil del 90%, equivalente a una captura de 8.034,7 gr.

6.3.4. Orden Alcyonacea

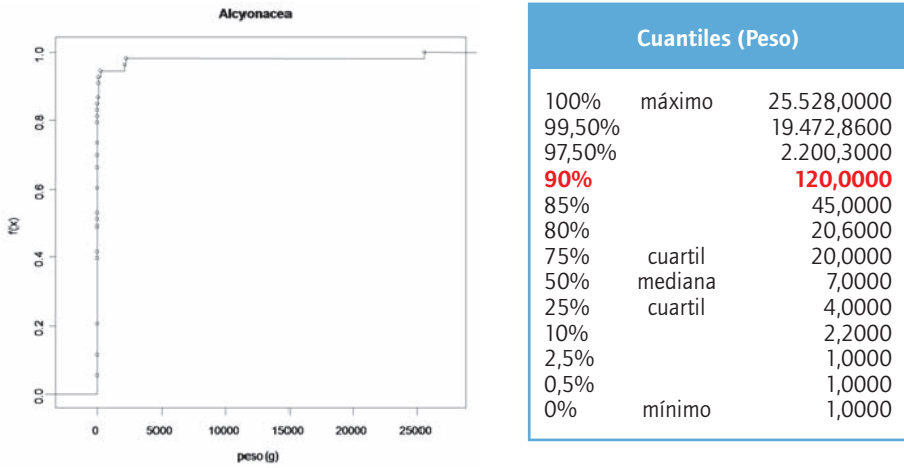


Figura 6.13. Distribución acumulada de las capturas del Orden Alcyonacea (gr) durante las campañas (n = 53). En este caso se adoptó el cuantil del 90%, equivalente a una captura de 120,0 gr.

6.3.5. Familia Stylasteridae

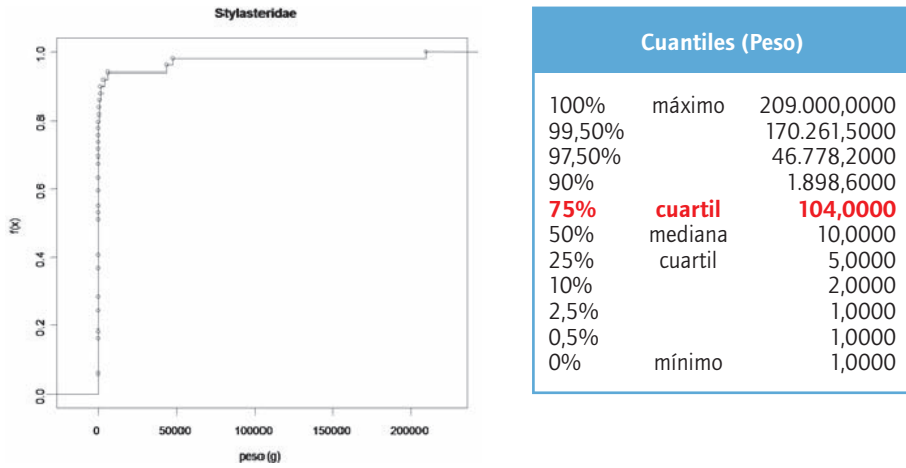


Figura 6.14. Distribución acumulada de las capturas de la Familia Stylasteridae (gr) durante las campañas (n = 49). En este caso se adoptó el cuartil del 75%, equivalente a una captura de 104,0 gr.

6.3.6. Orden Pennatulacea

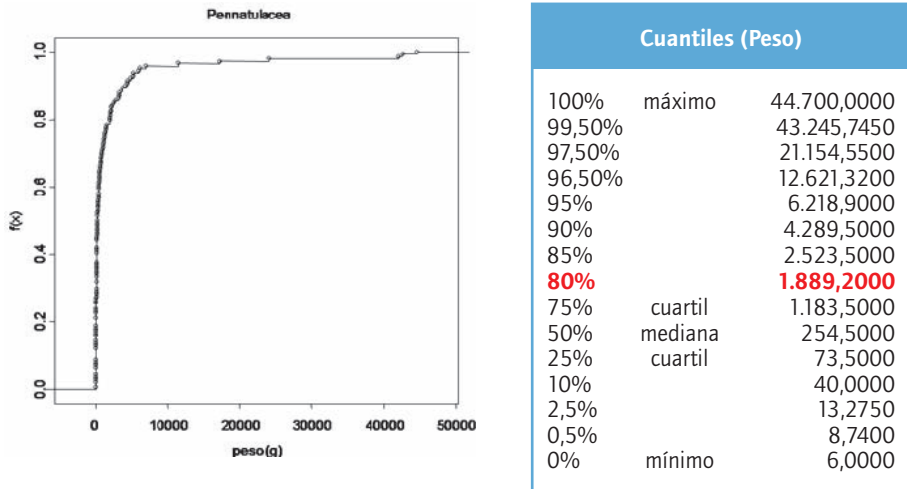


Figura 6.15. Distribución acumulada de las capturas del Orden Pennatulacea (gr) durante las campañas (N= 137). En este caso se adoptó el cuantil del 80%, equivalente a una captura de 1.889,2 gr.

6.3.7. Superclase Hydrozoa

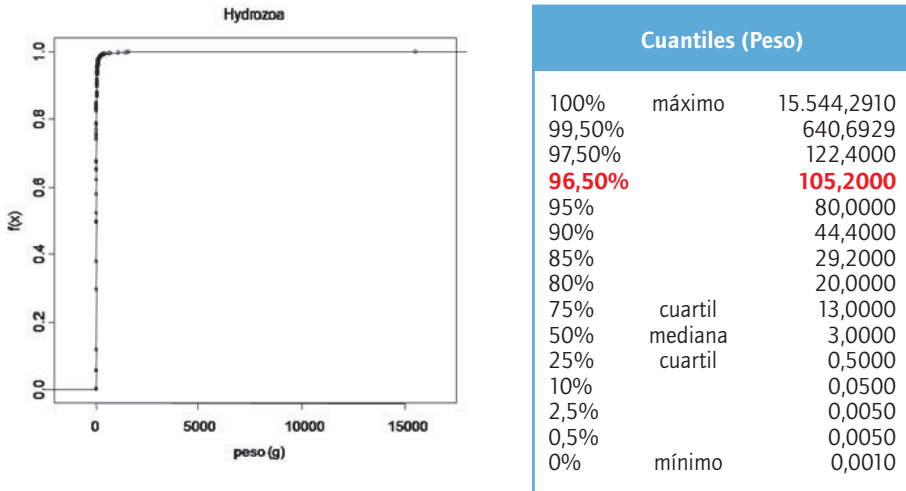


Figura 6.16. Distribución acumulada de las capturas de la Superclase Hydrozoa (gr), excluida la Familia Stylasteridae, durante las campañas (N= 137). En este caso se adoptó el cuantil del 96,5%, equivalente a una captura de 105,2 gr.

6.3.8. Familia Rhodalidae

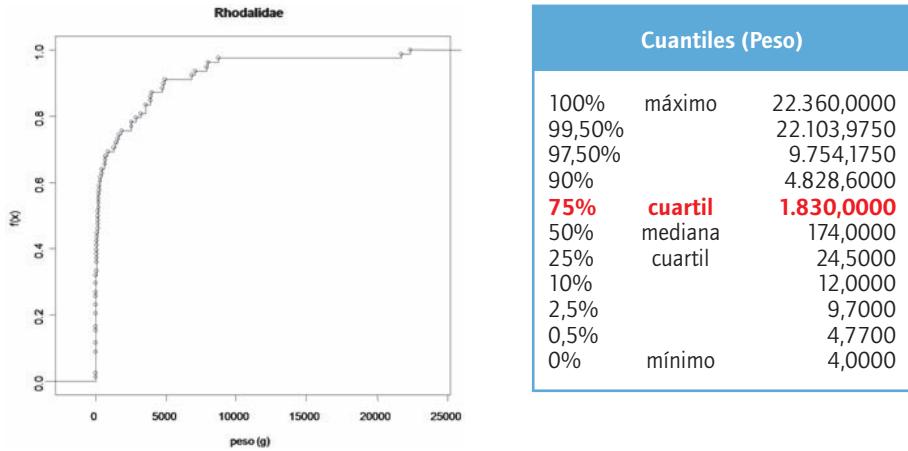


Figura 6.17. Distribución acumulada de las capturas de la Familia Rhodalidae (gr) durante las campañas (n= 78). En este caso se adoptó el cuartil del 75%, equivalente a una captura de 1.830,0 gr.

Capítulo 7. Propuesta de Áreas Marinas Protegidas

En la Figura 7.1, Figura 7.2, Figura 7.3, Figura 7.4 y Figura 7.5 se representan las diferentes zonas para las que, en base a criterios biológicos (bentos), geológicos y mixtos, se ha elaborado una propuesta de áreas marinas que deberían ser consideradas como candidatas a ser protegidas (las coordenadas de las zonas candidatas a ser protegidas se describen en la Tabla 7.1 del Anexo I). Los criterios mixtos se refieren a los casos en los que en una zona determinada se ha apreciado la existencia de ambos criterios (biológico y geológico), por lo que la propuesta de zona candidata a ser protegida adquiere mayor consistencia. Asimismo, en la Figura 7.1 y Figura 7.2 se representan independientemente los lances cuya captura de organismos considerados vulnerables fue superior a 120 kg.

En el caso concreto de los cañones submarinos son figuras protegibles bajo criterios geológicos pero además son enclaves muy exclusivos, cuya topografía, estructura y diversidad de fondos propicia la presencia de hábitats particulares y consecuentemente, el asentamiento de una diversidad de especies que no se encuentran en profundidades similares a esas latitudes. Por lo tanto, en los muestreos realizados en los mismos mediante draga de roca se han detectado ecosistemas bentónicos y especies que son considerados como vulnerables, lo cual justifica que los cañones submarinos sean protegidos también con argumentos biológicos.

En la Figura 7.6 se representan las áreas de solapamiento entre las zonas de pesca (huella de la pesquería) y las zonas candidatas a ser protegidas.

Estas nueve zonas en las que se detectó la presencia de EMVs fueron identificadas y designadas como áreas candidatas a ser cerradas a la pesca de arrastre de fondo. La propuesta de cierre fue presentada públicamente el 4 de abril de 2011 en Madrid, durante una Jornada Internacional de presentación de los Proyectos españoles para la investigación de Ecosistemas Marinos Vulnerables en alta mar, organizada por la Secretaría General de Pesca en colaboración con el Instituto Español de Oceanografía. A la presentación asistieron, entre otros, representantes de la Comisión Europea, FAO, OROP, ONGs, sector pesquero, organismos de investigación y medios de comunicación.

En base a la propuesta científica presentada en este libro y de acuerdo con las resoluciones de la AGNU, dichas zonas - cuya extensión total es cercana a los 41.300 km²- fueron cerradas a la pesca de fondo por la Administración pesquera española para la flota nacional que faena en aguas del Atlántico Suroccidental. La prohibición de faenar en estas nueve zonas se hizo efectiva a partir del día 1 de julio de 2011.

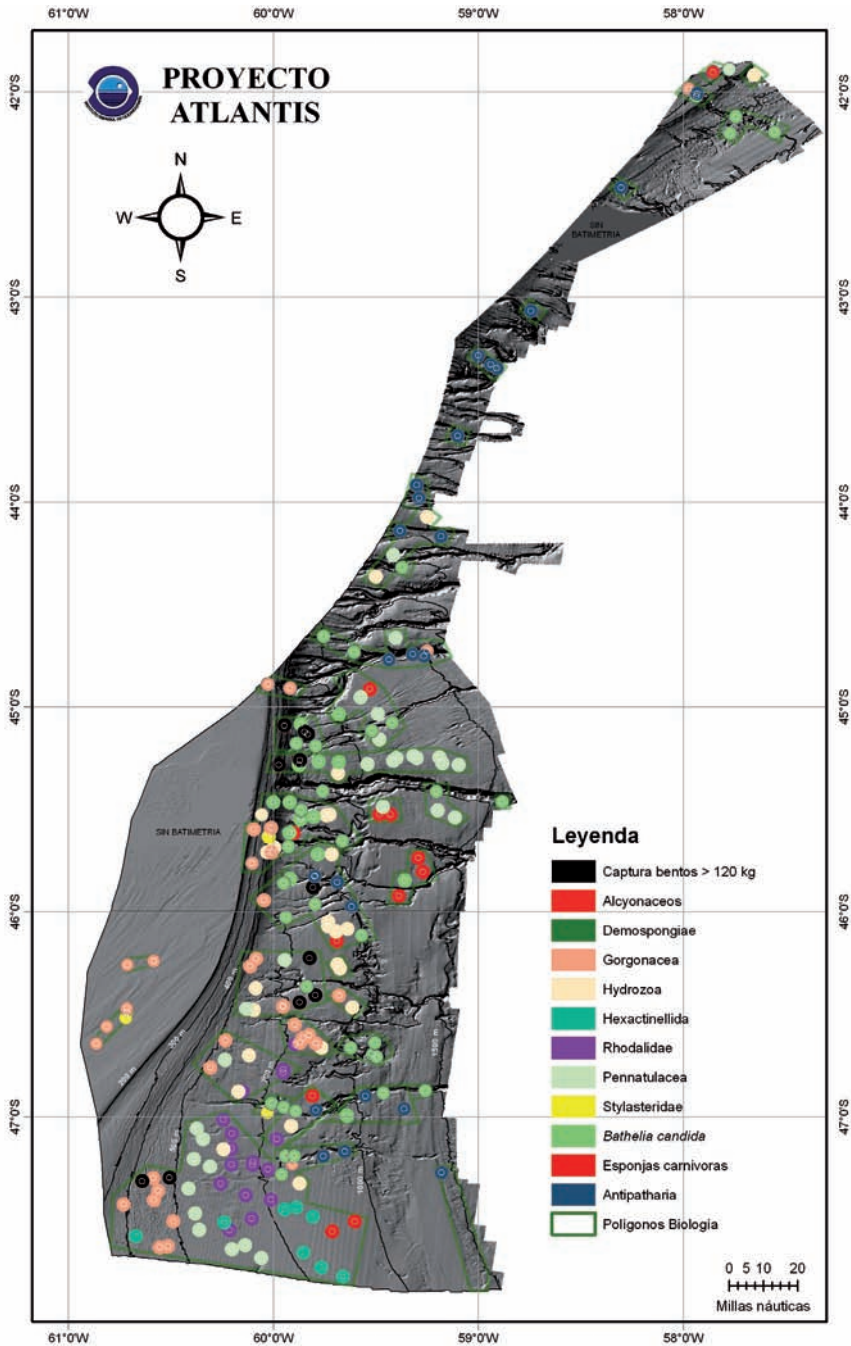


Figura 7.1. Posiciones de todos los organismos (lances y dragas) considerados como vulnerables o sensibles según criterios de Naciones Unidas y OSPAR, obtenidos en las campañas de investigación del B/O Miguel Oliver. En torno a cada posición se ha establecido un área de protección de 2 mn de radio.

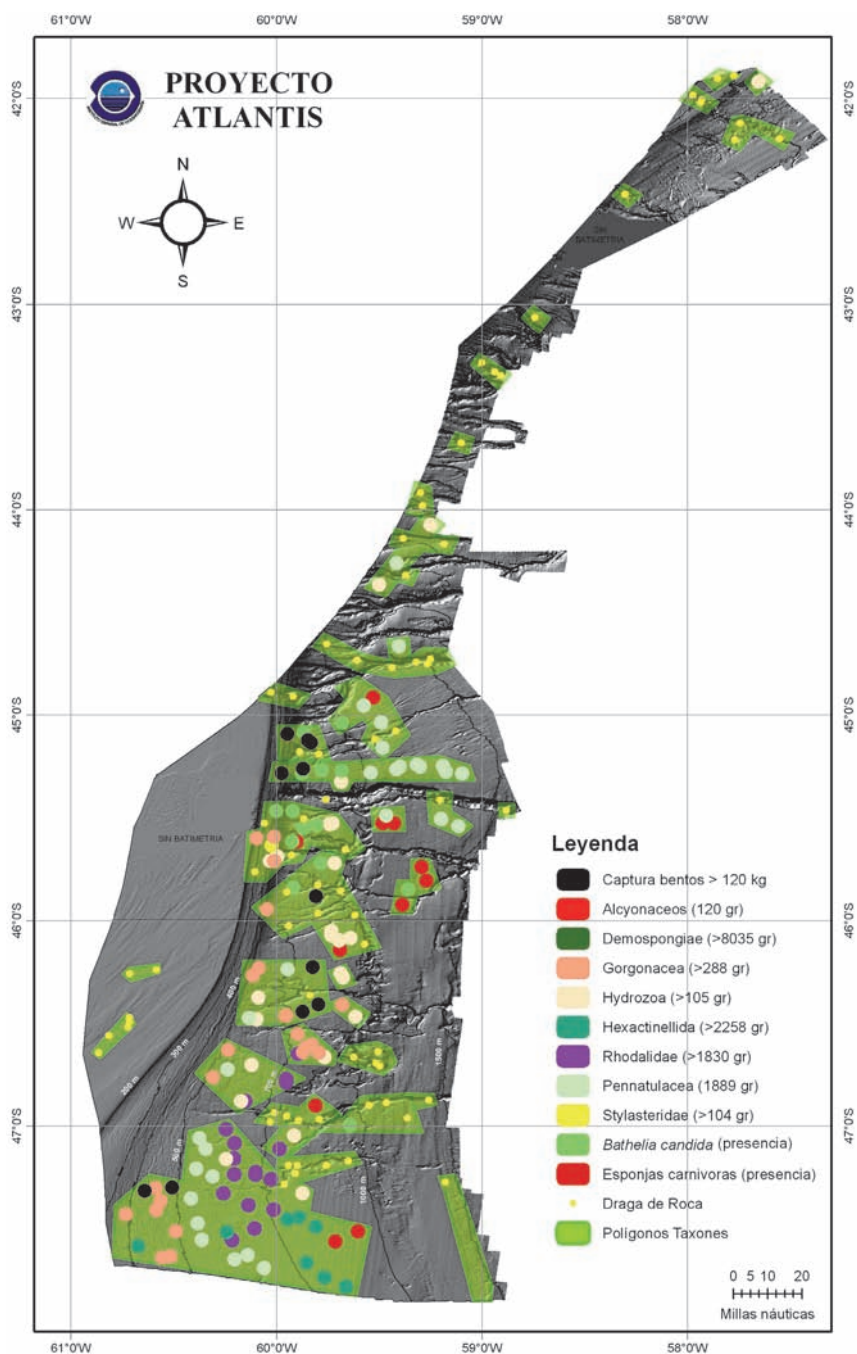


Figura 7.2. Posiciones de todos los organismos (lances y dragas) considerados como vulnerables o sensibles según criterios de Naciones Unidas y OSPAR, obtenidos en las campañas de investigación del B/O Miguel Oliver. Se representan también los polígonos de conservación que los circunscriben.

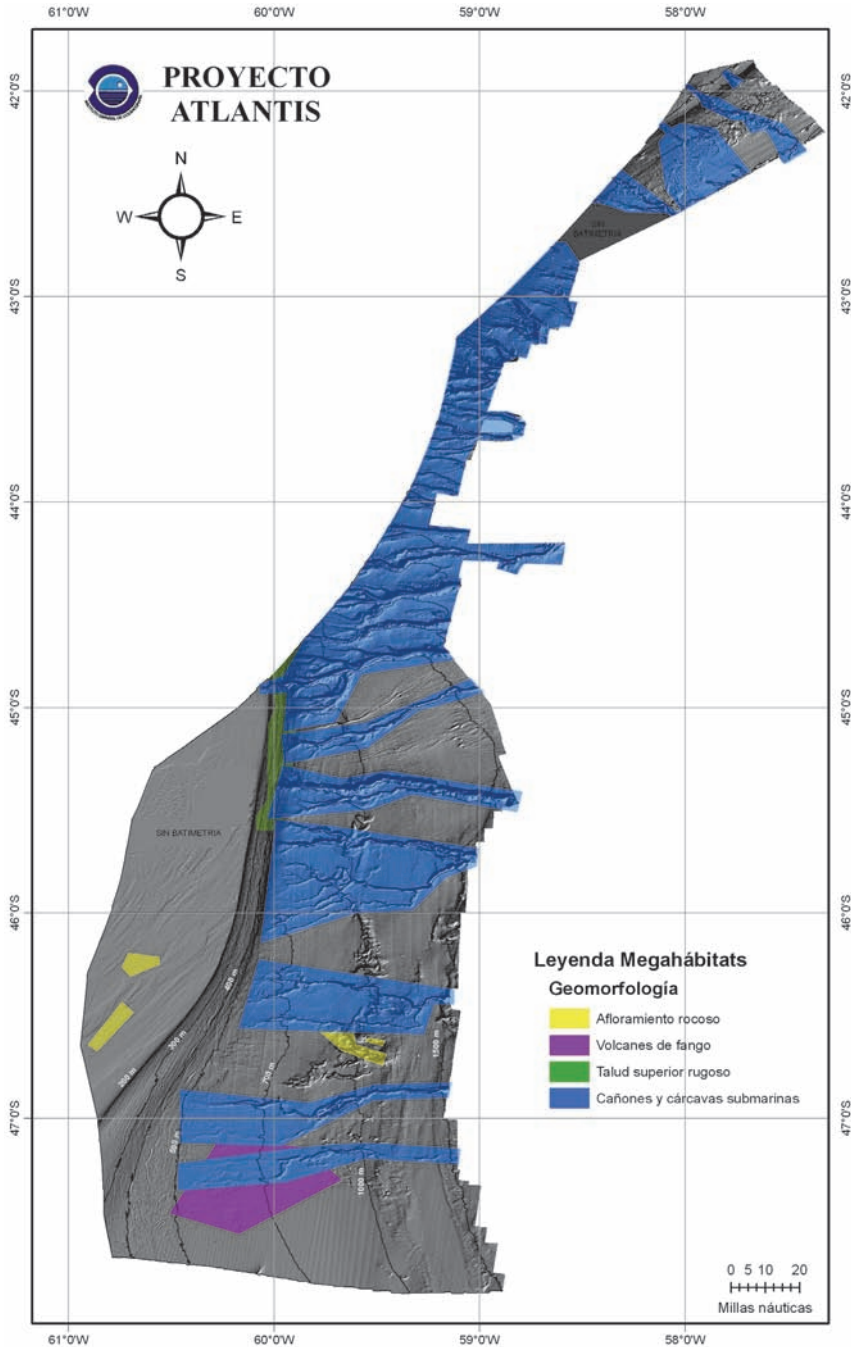


Figura 7.3. Mega-hábitats determinados según criterios geológicos y geomorfológicos. Los principales tipos son cañones y cárcavas submarinas, afloramientos rocosos, volcanes de fango y zonas de escapes de fluidos (talud superior rugoso).

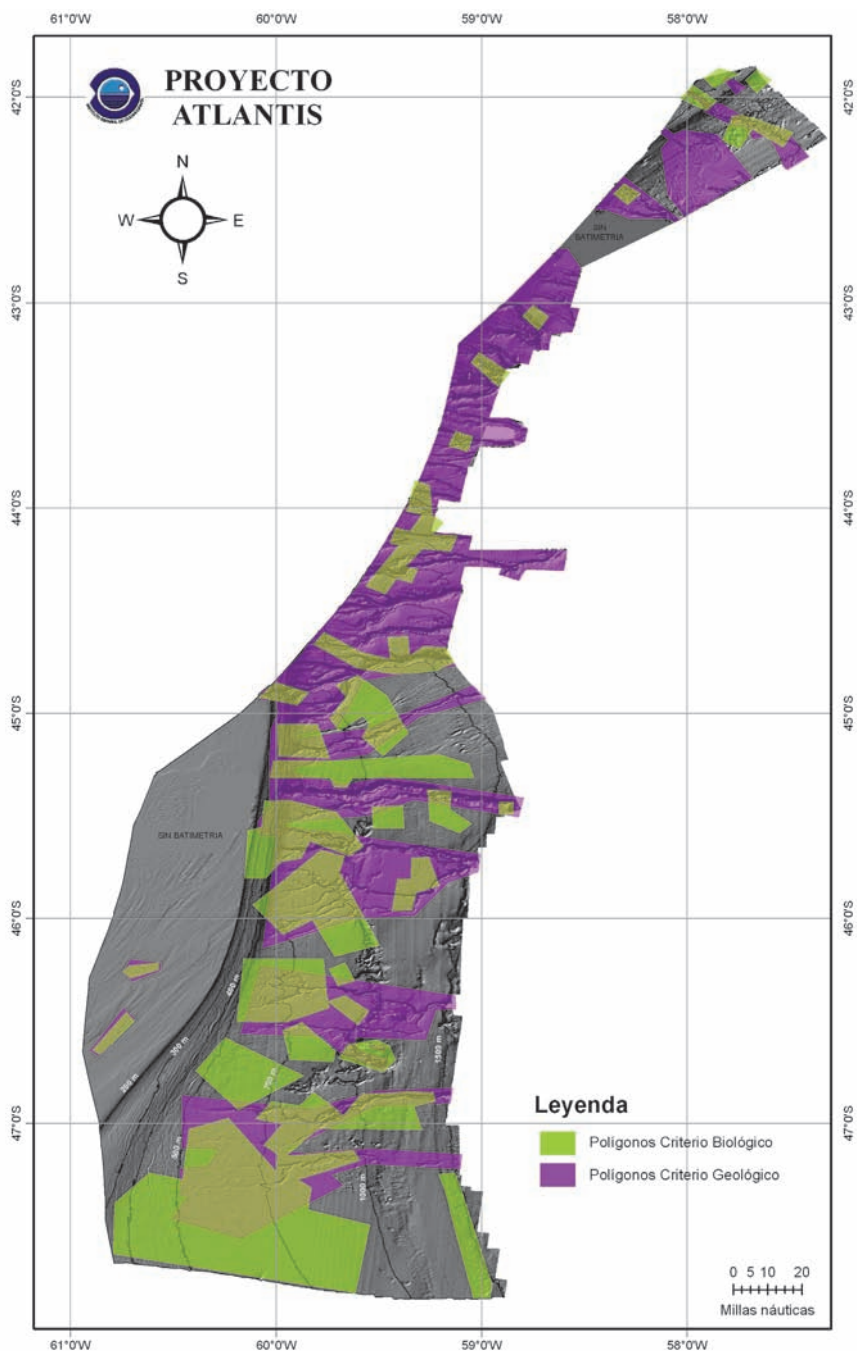


Figura 7.4. Polígonos de conservación determinados según criterios geológicos y biológicos.

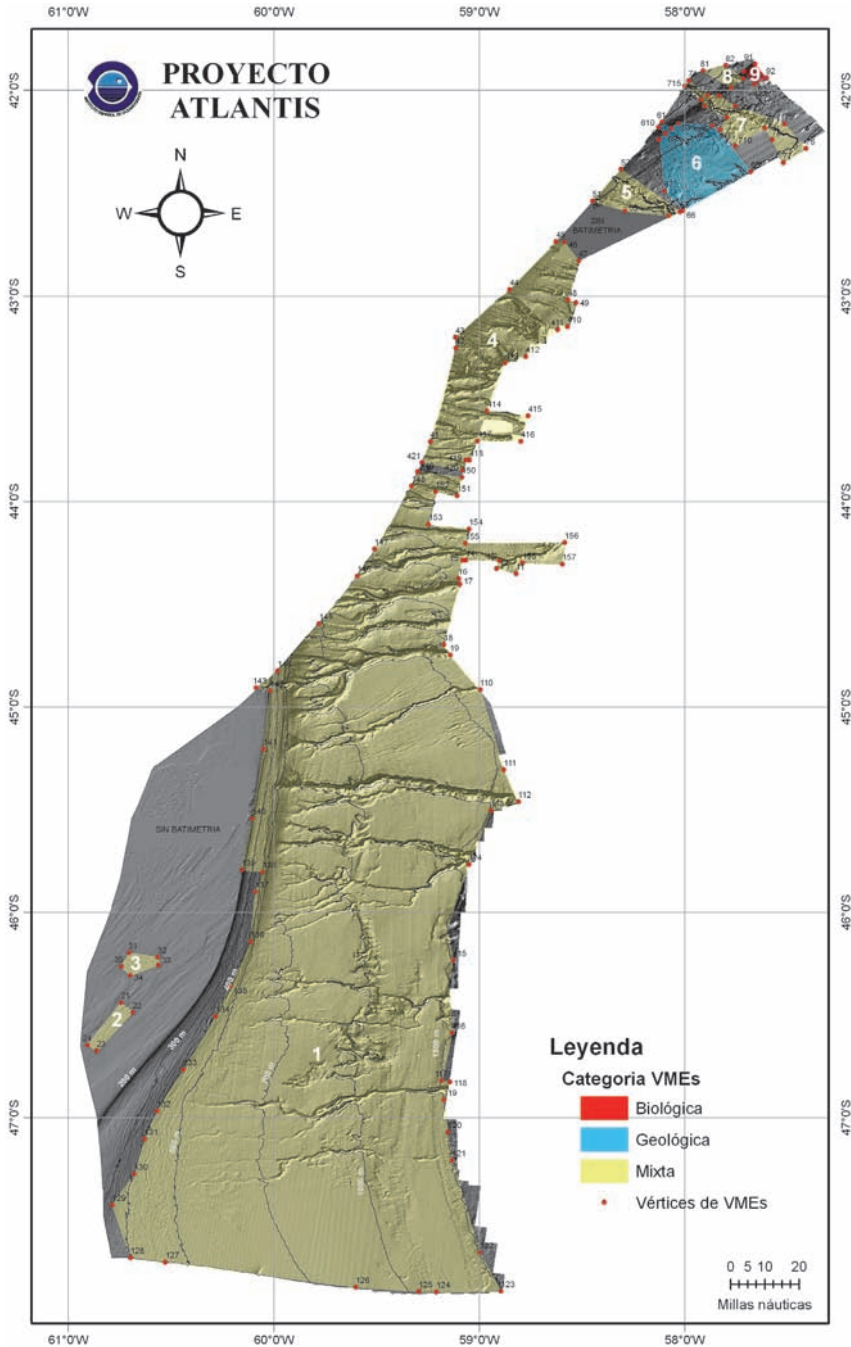


Figura 7.5. Propuesta de zonas candidatas (polígonos 1 a 9) a ser protegidas siguiendo criterios biológicos, geológicos-geomorfológicos y biológicos-geológicos (mixtos).

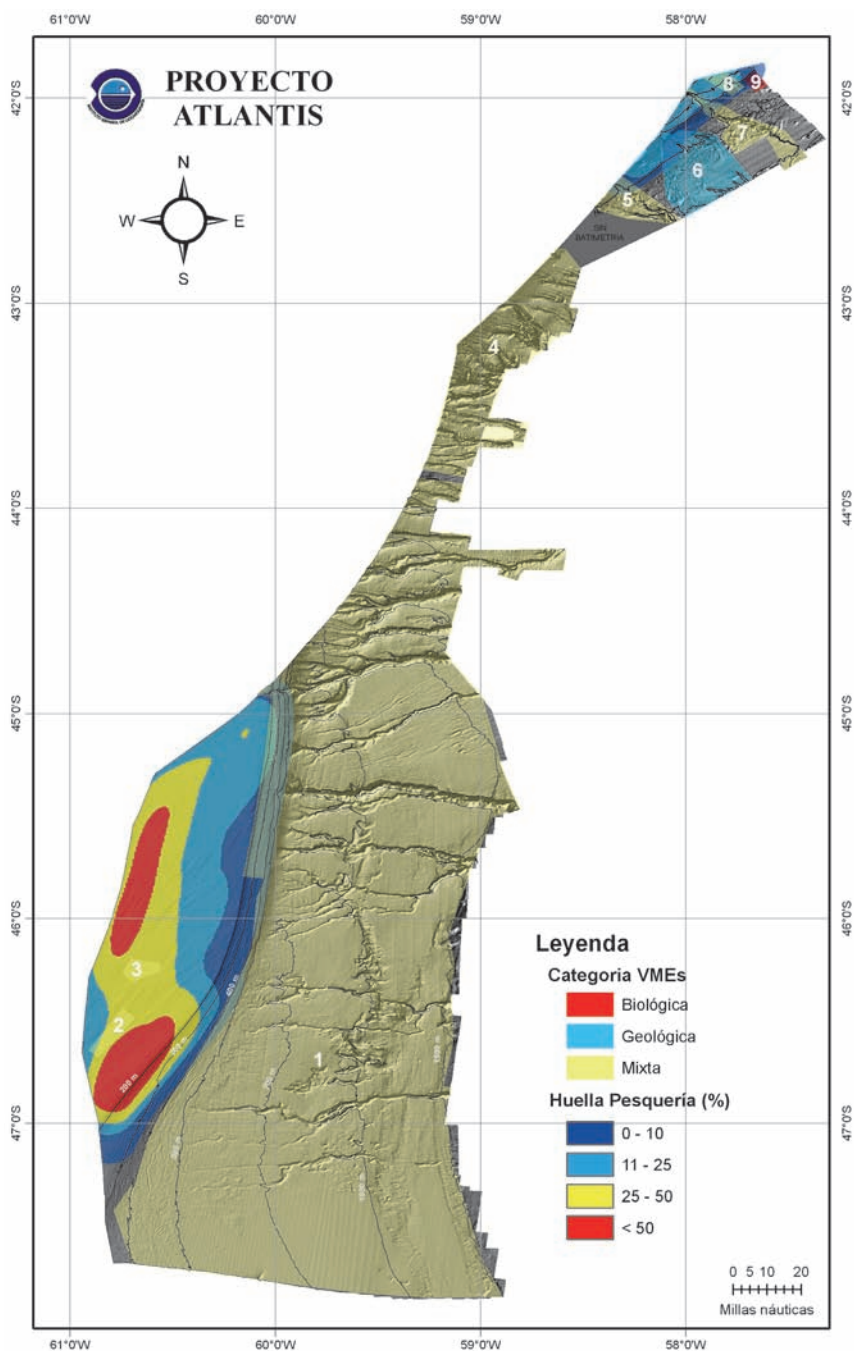


Figura 7.6. Áreas de solapamiento entre las zonas de pesca (huella de la pesquería) y las zonas candidatas a ser protegidas.

Capítulo 8. Conclusiones

La información derivada del proyecto ATLANTIS permitió identificar nueve áreas en alta mar que contienen EMV (corales de aguas frías, agregaciones de esponjas, rasgos geológicos singulares, etc.) y proponer su protección en el ámbito del respeto a los EMVs (Figura 7.5). Esta propuesta se basa en los criterios biológicos y geomorfológicos adoptados para la descripción cuantitativa, cualitativa y geográfica de las zonas en las que se ha observado la existencia de organismos catalogados como vulnerables. En base a este consejo científico, las zonas propuestas fueron cerradas a la pesca de fondo por la Administración pesquera española para la flota nacional que faena en aguas del Atlántico Suroccidental.

La principal característica de la zona de estudio desde el punto de vista de la protección de los EMVs y de la gestión sostenible de los recursos pesqueros, es la de no estar en vigor ningún sistema multilateral para la gestión de las pesquerías, siendo la única zona importante a nivel mundial en términos pesqueros, no cubierta por una OROP. La inexistencia de este tipo de organismo plantea un grave problema a la hora de analizar el impacto de las actividades pesqueras sobre los VMEs y proponer las medidas adecuadas de gestión y conservación, así como garantizar su cumplimiento.

- Se proponen nueve zonas marinas de protección, basadas en criterios biológicos, geológicos, geomorfológicos y mixtos (Figura 7.5). La primera área de protección se corresponde con una gran zona del talud continental superior y medio (14038 mn²) que se caracteriza por la presencia de cañones submarinos, volcanes de fango, escape de fluidos, afloramientos rocosos y con presencia de organismos vulnerables, a continuación, en la plataforma existen dos pequeñas regiones, denominadas «A Pistola» (99,5 mn²) y «O Caixón» (67,9 mn²) y otras 6 regiones más, situadas en el tercio norte de la zona estudiada, definidas por la presencia de cañones submarinos y de comunidades bentónicas vulnerables (1765,4 mn²). Del total de zonas marinas propuestas a protección, únicamente las dos pequeñas zonas denominadas «A Pistola» y «O Caixón» podrían afectar a las actividades de la flota (Figura 7.6). Asimismo, en el grado de latitud 42°N hay otras dos pequeñas zonas que están incluidas en la plataforma continental, aunque en esta área, el esfuerzo pesquero en los últimos años ha sido muy bajo. Las coordenadas de las zonas candidatas a ser protegidas figuran en la Tabla 7.1 (Anexo I).
- La morfología del segmento del margen patagónico estudiado es producto de la creación de cuatro procesos: la circulación oceánica, la expulsión de fluidos de origen termogénico, las glaciaciones Pleistocenas y los cambios de nivel del mar inducidos por las glaciaciones.
- Los datos muestran que la plataforma externa está dominada por ondas de sedimentos orientadas en dirección NNE- SSW, oblicuas al borde de plataforma. Los afloramientos rocosos presentes en la plataforma continental presentan un bajo relieve y su naturaleza corresponde a grandes fragmentos rocosos aplanados, que están formados por areniscas abundantemente colonizadas por fauna de diferentes especies. En el talud medio fue detectado otro afloramiento rocoso lineal, de más de 20 km de longitud y 350 m de relieve, orientado NW-SE.
- La presencia de pockmarks distribuidos sobre la superficie del talud superior y medio patagónico al sur de 45°S (Figura 5.1) indica que la expulsión o fluidos ha jugado un

papel principal en la creación de la morfología presente. Proponemos que el gas responsable de la creación de estos pockmarks es de origen termogénico, asimismo la existencia de cárcavas o barrancos asociadas a pockmarks nos hacen pensar en que la expulsión de fluidos ha influido también en la morfología actual, caracterizada por la presencia de siete cañones submarinos, posiblemente generados por la acción de escapes de gases y fluidos y la acción erosiva de las corrientes de turbidez. Sumida *et al.* (2004) han estudiado comunidades de corales de aguas profundas asociados a pockmarks en el margen brasileño. Si esta asociación se da también en el margen patagónico estas comunidades de corales de aguas profundas pueden ser más frecuentes y extensivas de lo que se presenta en la investigación actual.

- El rasgo más característico de la zona de estudio situada al norte del paralelo 44°50'S es la muy numerosa presencia de cañones y cárcavas submarinas en diversos estadios de desarrollo. Además se detectó la existencia de Mega dunas de alta amplitud, de dimensiones y extensión que pueden representar un hecho morfo-sedimentario único en el mundo. Asimismo se constató la presencia en el borde externo de la plataforma y talud superior de huellas de arrastre de icebergs.
- Los sedimentos de la zona de estudio están formados principalmente por arenas, de bajo a moderado contenido orgánico y de selección media moderada. En general, los tipos sedimentarios más finos y con mayor contenido orgánico los encontramos en la zona sur del área de estudio, por debajo del paralelo 46°50'S.
- La captura de la megafauna bentónica incluyendo tanto los invertebrados como los Phyla Chordata y Hemichordata, observada en las campañas del proyecto ATLANTIS, muestra una dominancia tanto en biomasa como en diversidad de los Phyla Porifera y Cnidaria. A estos Phyla pertenecen gran parte de los organismos considerados vulnerables, según los últimos criterios establecidos internacionalmente por la ONU y OSPAR: las esponjas de porte erecto o masivo, los octocorales, escleractinias coloniales, antipatharios, hidrozoos calcificados (Stylasteridae), hidrozoa y briozoos de alta complejidad estructural erectos, en áreas de elevadas densidades. Las características de estos organismos, como ya se ha mencionado, son su lenta tasa de crecimiento, en muchos casos estas tasas de crecimiento son del orden de escasos milímetros anuales, (Leys y Lauzon, 1998; Stratford, *et al.*, 2001; Mortensen, *et al.*, 2005; Tracey *et al.*, 2007; Sherwood y Edinger, 2009), vulnerabilidad al impacto directo mecánico o indirecto por remoción y resuspensión de sedimentos, escasa o nula probabilidad de recuperación ante una alteración, etc. Estos organismos forman estructuras tridimensionales complejas diferenciadas del lecho marino que son refugio, lugares aptos para la puesta y fuente de recursos tróficos para numerosas especies, incluyendo entre éstas, diversas especies ícticas de interés comercial. Estos ecosistemas marinos vulnerables dominados por organismos de carácter suspensívoro y/o filtradores constituyen hábitats de una enorme riqueza y biodiversidad.
- A estos organismos se han incorporado por su fragilidad y excepcionalidad, como ya se ha justificado, las esponjas de la familia Cladorhizidae y los sifonóforos bentónicos de la familia Rhodalidae, invertebrados no considerados específicamente hasta la fecha

en las listas de OSPAR y ONU, ya que éstas listas están dominadas por la presencia de especies boreales.

- Los estratos más someros (<400 m), son los estratos de menor captura en biomasa, abundancia y diversidad de invertebrados. Estos estratos son coincidentes en gran medida con la «huella» del esfuerzo pesquero de la flota española de arrastre. En ellos se observó una escasa presencia de organismos con un crecimiento vertical diferenciado del sustrato. En estos estratos hay una fuerte dominancia de los moluscos bivalvos *Zygochlamys patagonica*. La presencia de los organismos considerados vulnerables fue muy escasa, estando poco representados en los estratos de menor profundidad. La dominancia de especies de carácter detritívoro y oportunistas, equinodermos y crustáceos, estos últimos con una importante porcentaje de su biomasa debido al isópodo *Acutiserolis neaera*, especie de alimentación necrófaga y detritívora. El incremento de profundidad, inverso al esfuerzo pesquero, va acompañado por un aumento en la frecuencia de esponjas erectas y masivas y en la diversidad de los cnidarios, dominando los pennatuláceos, actinias Actinostolidae, corales adaptados a fondos blandos *Flabellum* spp y pequeñas colonias de gorgonias Primnoidae, principalmente *Primnoella* spp. y *Convexella* spp. No existen criterios geomorfológicos ni hidrodinámicos que justifiquen las diferencias faunísticas observadas en esta zona batimétrica por lo que se infiere que la actividad pesquera es la principal causa de las mismas.
- Las profundidades intermedias (401-1.000 m), presentan un importante incremento en número y biomasa de organismos vulnerables, destacando el incremento en taxones, densidad y biomasa de octocorales, esponjas, escleractinias coloniales (*Bathelia candida*) e hidrocorales de gran porte (*Errina* spp, *Cheiloporidion pulvinatum*, *Sporadopora* sp., *Stylaster densicaulis*), entre otras especies. Entre los octocorales destacan colonias de diversos géneros de las familias Primnoidae, Isididae, Paragorgidae, Plexauridae, Acanthogorgidae, entre otras, y los órdenes Alcyonacea y Pennatulacea. En este estrato se observó la presencia de esponjas de la familia Cladorrhizidae (Demospongiae; Poecilosclerida), de gran interés faunístico. La singularidad de estas esponjas, con escaso desarrollo o inexistencia de su sistema acuífero, es su estrategia trófica ya que son organismos carnívoros, hecho excepcional en este Phylum. Se trata de una adaptación a las grandes profundidades donde la materia particulada en suspensión no es suficiente para su alimentación (Hadju y Vacelet, 2002; Vacelet y Dupont, 2004).
- La abundancia de fauna sésil, de estrategia trófica filtradora y/o suspensívora, es indicadora de ecosistemas complejos, estructurados y no alterados. En estos estratos se encontró la mayor diversidad y abundancia de organismos integrantes y propios de los considerados EMVs.
- En los estratos más profundos (1.001-1.500 m) se observó una mayor presencia de crustáceos de carácter bento pelágico, que si bien realizan migraciones verticales de carácter nictameral, son propios de profundidades elevadas, así como anomuros bentónicos de la familia Lithodidae, principalmente *Paralomis formosa*. En los cnidarios bentónicos se observó una mayor dominancia de octocorales del Orden Pennatulacea, con la presencia

de especies con un rango de distribución batimétrica más profunda y adaptados a la vida sobre sustratos «blandos».

- Debido a la distribución de las especies objetivo de la flota española de arrastre de fondo (25–27 buques) en la zona mencionada, sus actividades tienen lugar fundamentalmente a menos de 300 m de profundidad (99.85% del esfuerzo registrado por los observadores), aunque se sabe que algunos barcos faenan esporádicamente hasta los 400 o 500 m de profundidad, principalmente en la parte sur del talud (Figura 7.6).
- Una de las zonas en las que se aprecia un posible conflicto con estas pesquerías es la situada en la parte sur del talud continental superior, en donde se ha constatado la presencia esporádica de barcos que tienen a la pota como especie objetivo y que pueden llegar a superar los 400 m de profundidad. En esta zona se ha observado la presencia de áreas con escapes de fluidos y grupos de organismos vulnerables como hidrozoos, demospongas, gorgonáceas, hexactinélidas y pennatuláceas, en cantidades que superan las capturas establecidas como referencia mínima, asociados a las marcas de erosión (plow marks) producidas en el fondo marino por las quillas de mega-icebergs (Figura 5.4). Asimismo, en la parte norte del talud continental superior se propone un área de conservación por la existencia de escapes de fluidos, que también podría afectar a la actividad de la flota.
- El granadero fue la especie que presentó la mayor biomasa en las dos primeras campañas de evaluación de los recursos pesqueros (ATLANTIS 2008 y ATLANTIS 2009) y solo fue superada por el marujito (*Patagonotothen ramsayi*) en la campaña de 2010. Esta especie se capturó en el rango de profundidades comprendido entre los 200 hasta los 1.500 m, destacando las capturas realizadas a profundidades entre 500 y 1.000 m (Figura 5.39), que están por fuera del rango de profundidades en que faena la flota en la actualidad. No obstante, no sería descabellado pensar que en un futuro próximo la flota decidiera dirigirse a la captura de esta especie, que es una de las especies objetivo en una pesquería como la de NAFO. La decisión por parte de la flota de faenar entre 500 y 1.000 m de profundidad, se vería obstaculizada por la propuesta de zona de protección que se hace en dicha zona, teniendo en cuenta criterios biológicos y mixtos (Figura 7.2, Figura 7.3, Figura 7.4 y Figura 7.5).
- En las campañas de evaluación de los recursos pesqueros en la zona de aguas internacionales se ha constatado la captura de tres especies de peces incluidas en la lista roja de la International Union for Conservation of Nature (IUCN). Estas especies fueron la raya lija (*Bathyraja griseocauda*), clasificada como especie amenazada con población decreciente, la raya hocicuda (*Dipturus chilensis*), clasificada como especie vulnerable con población decreciente y el galludo o tiburón espinoso (*Squalus acanthias*), clasificado como especie vulnerable. Esta última especie tiene también esta misma clasificación en la lista de OSPAR.
- Como resultado de los estudios de hidrología en la zona de aguas internacionales de la Plataforma Patagónica, se puede concluir que el agua de la zona estudiada tiene características que resultan de la mezcla de las aguas subantárticas que fluyen de sur a norte

(Corriente de Malvinas), con las de la descarga continental a lo largo de la costa y con la Corriente del Brasil que fluye de norte a sur. La temperatura desciende desde los 7-12°C en superficie hasta los 2-3°C que se registran en aguas profundas. Mientras tanto, la salinidad, más baja en superficie, va aumentando progresivamente hasta alcanzar valores cercanos a 34.3-34.4. Esta estratificación vertical define dos capas diferenciadas, la primera referida a aguas de superficie y la segunda a aguas de fondo, separadas por una termoclina claramente diferenciada. La principal fuente de agua en esta zona procede de las aguas de origen subantártico que llegan desde el sur a lo largo del talud y caracterizadas por una salinidad mayor y observable a medida que se gana profundidad. Las aguas más superficiales, ligadas a la plataforma presentan salinidades menores y en la confluencia entre la plataforma y el océano donde llegan las aguas superficiales de la corriente de Malvinas (33.8-34.2) se forma un frente que delimita la influencia de las aguas de plataforma y dicha corriente. Este frente presenta una gran importancia biológica (Guerrero y Piola, 1997) para las comunidades fitoplanctónicas hasta para los grandes mamíferos.

- En general, se puede observar que las concentraciones de los metales más peligrosos para el ecosistema marino (por ejemplo, mercurio y plomo) son bajas, correspondiendo sus valores más elevados en las muestras más fangosas y con mayor porcentaje en materia orgánica. Los valores de concentración obtenidos para los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos también presentan valores bajos característicos de zonas muy alejadas de la influencia de las actividades humanas.

Bibliografía

REFERENCIAS

- Bayer, F.M.**, 1988. *Mirostenella articulata*, a Remarkable New Genus and Species of Primnoid Octocoral (Gorgonacea) with Uncalcified Axial Nodes. Proceedings of the Biological Society of Washington, 101(2): 251-256.
- Bennett, A.F.**, 1992. Inverse Methods in Physical Oceanography. Cambridge University Press. Cambridge.
- Bensch, A.; Gianni, M.; Gréboval, D.; Sanders, J.S.; Hjort, A.**, 2008. *Worldwide review of bottom fisheries in the high seas*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 522. Rome, FAO. 2008. 145p.
- Bett, B.J., and Rice, A.L.**, 1992. The influence of hexactinellid sponge (*Phoronema carpenteri*) spicules on the patchy distribution of macrobenthos in the Porcupine Seabight (bathyal NE Atlantic). *Ophelia* 36 (3): 217-226.
- Bianchi, A., M. Masonneau, and Olivier, R.**, 1982. Análisis estadístico de las características TS del sector austral de la plataforma continental argentina. *Acta Oceanográfica Argentina*. 3 (1). 93-118.
- Boltovskoy, D., Correa, N. and Boltovskoy, A.**, 2005. Diversity and endemism in cold waters of the South Atlantic: contrasting patterns in the plankton and in the benthos. *Sci. Mar.* 69 (supple. 2): 17-26.
- Bouma, A.H. and Marshall, M.F.**, 1964. A method for obtaining and analyzing undisturbed oceanic bed samples. *Marine Geology*, 2: 81-99.
- Brandhorst, W. and Castello, J.P.**, 1971. Evaluación de recursos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. Condiciones oceanográficas, sinopsis del conocimiento actual sobre la anchoíta y el plan para su evaluación. Technical Report 29,63pp, Proy. Des. Pesq. FAO.
- Bretherton, F.P., R.E. Davis and Fandry, C.B.**, 1976. A technique for objective analysis and design of oceanographic experiments applied to MODE-73. *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts* 23(7), 559-582.
- Buchanan, J.B., P. Kingston and Shearer, M.**, 1974. Long-term population trends of the benthic macrofauna in the offshore mud of the northumberland coast. *J. Mar. Ass. U.K.*, 54, 785-795.
- Burckle, L.H. and Hays, J.D.**, 1974. Pre-Pleistocene sediment distribution and evolution of the Argentine continental margin and Falkland Plateau (Abs). *Geol. Soc. America Annual Meeting, abstracts with Programs*, 673-674.
- Cairns, S.D.**, 1982. Antarctic and Subantarctic Scleractinia. Biology of the Antarctic Seas XI. Antarctic Research Series, volume 34, Paper 1. pages 1-74.
- Cairns, S.D.**, 1983. Antarctic and Subantarctic Stylasterina (Coelenterata. Hydrozoa). Biology of the Antarctic Seas XIII. Antarctic Research Series, volume 38, Paper 2. pages 61-164.
- Cairns, S.D.**, 2002. A new species of Chrysogorgia (Anthozoa: Octocorallia) from the Antarctic. Proceedings of the Biological Society of Washington 115(1) 217-222.
- Cairns, S.D. and Bayer, F.M.**, 2005. A Review of the genus *Primnoa* (Octocorallia: Gorgonacea: Primnoidae) with description of two new species. *Bulletin of Marine Science*, 77 (2): 225-256.
- Cairns, S.D. and Bayer, F.M.**, 2009. A generic Revision and Phylogenetic Analysis of the Primnoidae (Cnidaria. Octocorallia). *Smithsonian Contributions to Zoology*. Number 629. 79 pp.
- Cairns, S. and Stanley, G.**, 1982. Ahermatypic coral banks: Living and fossil counterparts. Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium, Manila (1981), 1: 611-618.
- Campagna, C., Piola, A.R., Marin, M.R., Lewis, M., Zajaczkowski, U. and Fernández, T.**, 2007. Deep divers in shallow seas: Southern elephant seals on the Patagonian shelf. *Deep-Sea Research I*, 54, 1792-1814.
- CE**, 2007. Reglamento del Consejo relativo a la protección de los ecosistemas marinos vulnerables de alta mar de los efectos adversos de la utilización de artes de fondo. COM(2007) 605 final. 2007/0224 (CNS). C6-0453/07. [SEC(2007) 1315] [SEC(2007) 1317]
- Coggan, R. J., Populus, J., White, J., Sheehan, K., Fitzpatrick, F. and Piel, S. (eds.)** (2007). Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH.
- Crame, J.A.**, 1999. An evolutionary perspective on marine faunal connections between southernmost South America and Antarctica. *Sci. Mar.*, 63 (Supl. 1): 1-14.
- Del Ben, A. and Mallardi, A.**, 2004. Interpretation and chronostratigraphic mapping of multichannel seismic reflection profile 195167, eastern Falkland Plateau (South Atlantic). *Marine Geol.* 209, 347-361.
- Del Río, J.L. y Vilela, R.**, 2008a. Proyecto de Campaña de investigación pesquera ATLANTIS 2008. Dpto. Pesquerías Lejanas. Informe Interno Instituto Español de Oceanografía. 63 pp.
- Del Río, J.L., Portela, J., Sacau, M. y Patrocinio, T.**, 2008b. Informe de la Campaña de investigación pesquera ATLANTIS 2008. Dpto. Pesquerías Lejanas. Informe Interno Instituto Español de Oceanografía. 118 pp.
- Del Río, J.L. y Vilela, R.**, 2009a. Proyecto de Campaña de investigación pesquera ATLANTIS 2009. Dpto. Pesquerías Lejanas. Informe Interno Instituto Español de Oceanografía. 61 pp.
- Del Río, J.L., Portela, J. y Patrocinio, T.**, 2009b. Informe de la Campaña de investigación pesquera ATLANTIS 2009. Dpto. Pesquerías Lejanas. Informe Interno Instituto Español de Oceanografía. 158 pp.
- Del Río, J.L. y Vilela R.**, 2010. Proyecto de Campaña de investigación pesquera ATLANTIS 2010. Dpto. Pesquerías Lejanas. Informe Interno Instituto Español de Oceanografía. 63 pp.
- Dowdeswell, J.A. and Bamber, J.L.**, 2007. Keel depths of modern icebergs and implications for sea-floor scouring in the geological record. *Marine Geology*. 243, 120-131.
- Eleftheriou, A. and A.D. McIntyre (Ed)**, 2005. Methods for the study of marine benthos. 3rd edition. Blackwell Science: Oxford, UK. 418 pp.
- Ewing, M. and Lonardi, A.G.**, 1971. Sediment transport and distribution in the Argentine Basin. 5. Sediment structure of the Argentine margin, basin, and related provinces. In: Ahrens, L.H., Press, F., Runcorn, S.K., Urey, H.C.(Eds.), *Physics and Chemistry of the Earth 8*. Pergamon Press, New York, pp. 123-251.
- FAO**, 2005. *Review of the state of world marine fishery resources*. FAO Fisheries Technical Paper 457. Rome. 235 pp.
- FAO**, 2008. Consulta técnica sobre las directrices Internacionales para la ordenación de las Pesquerías de aguas profundas en alta mar. Roma (Italia), 4-8 de febrero de 2008. TC:DSF/2008/Inf.3. 33pp.
- Forbes, M.C. and Garrafo, Z.**, 1988. A note on the mean seasonal transport on the argentinian shelf. *Journal of Geophysical Research*, 93:2311-2319.
- Fosså, J.H. and Tendal, O.** (undated). Discovering deep-water sponges. ICES article. <http://www.ices.dk/marineworld/sponge.asp>.
- Franke, D., Neben, S., Ladage, S., Schreckenbergen, B. and Hinz, K.**, 2007. Margin segmentation and volcano-tectonic architecture along the volcanic margin off Argentina/Uruguay, South Atlantic. *Marine Geology* 244, 46-67.

- Freeland, H.J. and Gould, W.J., 1976. Objective analysis of meso-scale ocean circulation features. *Deep. Sea. Res.*, 23, 915-923.
- Freiwald, A., Fosså, J.H., Grehan, A., Koslow, T. and Roberts, J.M., 2004. Cold-water Coral Reefs. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.
- Gage, J.D and Tyler, P.A., 1991. Deep-Sea Biology. A natural history of organisms at the deep-sea floor. Cambridge University Press. 504 pp.
- Gandia, L.S., 1965. Objective analysis of meteorological fields. *Gidrometeor. Isdat.*, Leningrad. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1965, 242 pp.
- Garzoli, S.L., 1993. Geostrophic velocity and transport variability in the Brazil-Malvinas confluence. *Deep Sea Research*, 40, 1379-1403.
- Goni, G., S. Kamholz, S. Garzoli and Olson, D., 1996. Dynamics of the Brazil-Malvinas Confluence based on inverted echo sounders and altimetry. *Journal of Geophysical Research*, 101, 16273-16289.
- Guerrero, R.A. and Piola, A.R., 1997. Masas de agua en la plataforma continental. En "El Mar Argentino y sus recursos pesqueros 1", pp 107-118. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) ISBN: 987-96244-8-3.
- Hajdu, E. and Vacelet, J., 2002. Family Cladorhizidae. In: Hooper JNA, van Soest RWM (eds). *Systema Porifera: a guide to the classification of sponges*, vol. 1. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. 636-641 pp.
- Hernández-Molina, F.J., Paterlini, Marshall, P., de Isasi, M., Somoza, L., Violante, R.A. and Rebesco, M., 2008a. The Argentine continental slope depositional system. XII Reunión Argentina de Sedimentología, Buenos Aires, Argentina, 83.
- Hernández-Molina, F.J., Paterlini, J., Marshall, P., de Asasi, M., Somoza, L., Violante, R. and Rebesco, M., 2008b. El talud continental Argentino: evolución debido a la influencia de las masas de agua Antárticas e implicaciones globales. *Geo-temas* 10, 539-542.
- Hernández-Molina, F.J., Paterlini, J., Marshall, P., de Asasi, M., Somoza, L., Violante, R. and Rebesco, M., 2008c. El talud continental: características mofosedimentarias. *Geo-Temas* 10, 543-546.
- Hernández-Molina, F.J., Paterlini, M., Violante, R., Marshall, P., Isasi, M. de, Somoza, L. and Rebesco, M., 2009. Contourite depositional system on the Argentine slope: an exceptional record of the influence of the Antarctic water masses. *Geology* 37, 507-510.
- Hernández-Molina, F.J., Paterlini, M., Somoza, L., Violante, R., Arecco, M.A., de Isai, M., Rebesco, M., Uenzelmann-Neben, G., Neben, S., Marshall, P., 2010. Giant mounded drifts in the Argentine continental margin: origins, and global implications for the history of thermohaline circulation. *Marine and Petroleum Geology* 27: 1508-1530.
- Hessler, R.R. and Jumars, P.A., 1974. Abyssal community analysis for replicate box corers in the central North Pacific. *Deep-Sea Research*, 21: 185-209.
- Hiller, W. and Kase, R.H., 1983. Objective analysis of hydrographic data sets from mesoscale surveys. *Ber. Inst. Meereskd. Univ. Kiel*, 116.
- Hinz, K., Neben, S., Schrenckenberger, D., Roeser, H.A., Block, M. and Gonçalves de Souza, K., 1999. The Argentine continental margin north of 48°S; sedimentary succession, volcanic activity during breakup. *Marine and Petroleum Geology* 16, 1-25.
- Hovland, M. and Judd, A. G., 1988. Seabed Pockmarks and Seepages. Impact on Geology, Biology and the Marine Environment. Graham and Trotman, Oxford, 293 pp.
- ICES, 2003. Environmental status of the European Seas. A quality status report prepared by the International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen.
- IEO, 2008. Preliminary overview on marine research by IEO in SW Atlantic waters 1988-2008. Informe interno.
- International Hydrographic Bureau, 1998. IHO STANDARDS FOR HYDROGRAPHIC SURVEYS. Special Publication No. 44 (Mónaco).
- Kithara, M.V., 2004. Lista dos corais azooxantelados (Anthozoa, Scleractinia) do Sul do Brasil. Anais do I Congresso Brasileiro de Oceanografia, Itajaí, Brasil. 191 pp.
- Kithara, M.V., 2007. Species Richness and Distribution of azooxanthellate scleractinia in Brazil. *Bulletin of marine science*, 81(3); 497-518.
- Lastras, G., Acosta, J., Muñoz, A. and Canals, M., 2011. Submarine canyon formation and evolution in the Argentine continental margin between 44°30'S and 48°S. *Geomorphology*, 128:116-136.
- Legeckis, R. and Gordon, A.L., 1982. Satellite observations of the Brazil and Falkland currents, 1975 to 1976 and 1978. *Deep-Sea Research* 29, 375-401.
- Leys, S.P and Lauzon, N.R.J., 1998. Hexactinellid sponge ecology: growth rates and seasonality in deep water sponges. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 230:111-29.
- Lonardi, A.G. and Ewing, M., 1971. Sediment transport and distribution in the Argentine Basin. 4. Bathymetry of the continental margin, Argentine Basin and other related provinces. Canyons and sources of sediments. In: Ahrens, L.H., Press, F., Runcorn, S.K., Urey, H.C.(Eds.), *Physics and Chemistry of the Earth* 8. Pergamon Press, New York, pp. 79-121.
- López-Jamar, E. y Mejuto, J., 1985. Bentos infaunal en la zona submareal de la Ría de La Coruña. I. Estructura y distribución espacial de las comunidades. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 2 (3): 99-109.
- López-Jamar, E., 1986. Estudio comparativo de las comunidades infaunales de la zona submareal de las rías de Arosa y de Muros (NW de España). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid: 181 pp.
- López-Martínez, J., Muñoz, A., Dowdeswell, J.A., Linés, A., Acosta, J., 2011. Relict sea-floor plowmarks record deep-keeled icebergs to 45°S on the Argentine margin. *Marine Geology*, 288: 43-48.
- Lusquiños, A. and Valdez, A.J., 1971. Aportes al conocimiento de las masas de agua en el atlántico sudoccidental. *Serv. Hidrog. Naval*, 659:48.
- Lusquiños, A.J. and Schrott, A.G., 1983. Corrientes en el mar epicontinental argentino en invierno. Technical Report 74, Subsecretaría de Estado de Ciencia y Técnica. Programa Nacional de Recursos Naturales Renovables, Buenos Aires.
- Martos, P. and Piccolo, M.C., 1988. Hydrography of the Argentine continental shelf between 38-42°S. *Continental Shelf Research*, 8(9):1043-1056.
- Mortensen, P.B. and Buhl-Mortensen, L., 2005. Coral habitats in The Gully, a submarine canyon off Atlantic Canada. Pages 247-277 in Freiwald A, Roberts JM (eds.), *Cold-water corals and ecosystems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Mortensen, P.B., Buhl-Mortensen, L., Gordon, D.C., Fader, G.B.J., McKewen, D.L. and Fenton, D.G., 2005. Effects of fisheries on deep-water gorgonian corals in the Northeast Channel, Nova Scotia (Canada). *Am. Fish. Soc. Symp.* 41: 369-382.
- Muñoz, A., Acosta, J., Cristobo, J., Druet, M., Uchupi, E. and ATLANTIS Group. Geomorphology of the Argentine Patagonian continental shelf and upper and middle continental slope from 44°40'S to 47°51'S to 58°52'W to 60°56'W. *Earth Science Review* (Submitted).
- Muñoz, A., Cristobo, J., Ríos, P., Druet, M., Polonio, V., Uchupi, E., Acosta, J. and ATLANTIS Group, 2012. Sedi-

ment drifts and cold-water coral reefs in the Patagonian upper and middle continental slope. *Marine and Petroleum Geology*, 36: 70-82.

Naciones Unidas, 2004. Resolución 59/25. La pesca sostenible, incluso mediante el Acuerdo de 1995 sobre la aplicación de las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 10 de diciembre de 1982 relativas a la conservación y ordenación de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios, e instrumentos conexos.

Naciones Unidas, 2006. Resolución 61/105. La pesca sostenible, incluso mediante el Acuerdo de 1995 sobre la aplicación de las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 10 de diciembre de 1982 relativas a la conservación y ordenación de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios, e instrumentos conexos.

Naciones Unidas, 2009. Medidas adoptadas por los Estados y las organizaciones y mecanismos regionales de ordenación pesquera para dar efecto a lo dispuesto en los párrafos 83 a 90 de la resolución 61/105 de la Asamblea General relativa a la pesca sostenible, incluso mediante el Acuerdo de 1995 sobre la aplicación de las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 10 de diciembre de 1982 relativas a la conservación y ordenación de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios, e instrumentos conexos.

NAFO, 2008. Report of the NAFO SC Working Group on Ecosystem Approach to Fisheries Management (WGEAFM). Response to Fisheries Commission Request 9.a. NAFO SCS Doc. 08/24. Serial No. N5592. 19 pp.

NAFO, 2008. Report of the WGEAFM. NAFO SCS Doc. 08/10. Serial No. N5511. 70 pp.

Noé, S.V., Lembke-Jene, W.L. and Dulo, Chr., 2008. Varying growth rates in bamboo corals: sclerochronology and radiocarbon dating of a mid-Holocene deep-water gorgonian skeleton (*Keratois sp.*: *Octocorallia*) from Chatham Rise (New Zealand). *Facies* 54; 151-166.

O'Coifagh, C., Dowdeswell, J.A., and Kenyon, N.H., 2006. Geophysical investigations of a high-latitude submarine channel system and associated channel-mouth lobe in the LOFOTEN Basin, Polar North Atlantic. *Marine Geology* 226, 41-50.

OSPAR, 2008. Descriptions des habitats inscrits sur la liste OSPAR des espèces et des habitats menacés et/ou en decline. Numéro de référence: 2008-7: 1-10.

Parker, G., Paterlini, M.C. and Volante, R.A., 1997. El fondo marino. In: Boschi, E.E. (Ed.), *Antecedentes Históricos de las Exploraciones en el mar y las Características Ambientales*. Mar Argentino Y Sus Recursos Pesqueros 1, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar de Plata, pp. 65-87.

Pérez, C. D. and Zamponi, M.O., 2001. Octocorales de Argentina (Cnidaria; Anthozoa). IX. Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. IX COLECMAR. Septiembre 2001.

Peterson, R.G., 1992. The Boundary Currents in the western Argentine Basin. *Deep-Sea Research* 39, 623-644.

Pilcher, R. and Argent, J., 2007. Megapockmarks and linear pockmark trains on the West African margin continental margin. *Marine Geology*. 244, 15-32.

Piola, A.R. and Gordon, A.R., 1989. Intermediate waters in southeast south atlantic. *Deep-Sea Research*, 36:1-16.

Piola, A.R. and Matano, R.P., 2001. En: *Encyclopedia of Ocean Sciences*. (J.H. Steele, S.A. Thorpe y K.K. Turekian, Eds). London, Academic Press, 1, 340-349.

Piola, A.R. and Rivas, A.L., 1997. Corrientes en la plataforma continental. In: Boschi, E.E. (Ed.), *Antecedentes Históricos de las Exploraciones en el mar y las Características Ambientales*. Mar Argentino Y Sus Recursos Pesqueros 1, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar de Plata, pp. 119-132.

Portela J.M., Pierce G.J., Del Río J.L., Sacau M., Patrocinio T. and Vilela, R., 2010. Preliminary description of the overlap between squid fisheries and VMEs on the high seas of the Patagonian Shelf. *Fisheries Research*, Vol.106, No.2 (November 2010), pp. 229-238.

Pugh, P.R., 1983. Benthic siphonophores: a review of the family Rhodaliidae (Siphonophore: Physonectae). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Biological Sciences*. 301: 165- 300

Reineck, H.E., 1963. Der kastengreifer. *Natur und Museums*, 93: 102-108.

Riemann-Zürneck, K., 1991. The Benthic deep-water siphonophore *Rhodalia miranda* and other coelenterates in the south west Atlantic. Ecological and oceanographical implications. *Hydrobiologia* 216/217: 481-487.

Ríos, P., Kelly, M. & J. Vacelet, 2011. *Cercicladia australis*, a new carnivorous sponge with novel chelae from the Tasman Basin and the Argentine Patagonian Margin (Porifera, Cladorhizidae). *Zootaxa* 3131: 52-62.

Rivas, A.L. and Dell'Arciprete, P., 2000. Frentes térmicos en la plataforma Patagónica inferidos a partir de datos satelitales. IV Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Resúmenes, 107 pp.

Rivas, A.L., Dogliotti, A.I. and Gagliardini, D.A., 2006. Seasonal variability in satellite-measured surface chlorophyll in the Patagonian Shelf, *Continental Shelf Research*, 26: 703-720.

Roark, E.B., Guilderson, T.P., Flood-Page, S.R., Dunbar, R.B., Ingram, B.L, Fallon S.J. and McCulloch, M.T., 2005. Radiocarbon-based ages and growth rates for bamboo corals from the Gulf of Alaska. *Geophys Res Lett* 32:L04606, doi:04610.01029/02004GL021919

Rumohr, H., 2009. Soft-bottom macrofauna: collection, treatment, and quality assurance of samples. *ICES Techniques in Marine Environmental Science* No. 43. 20 pp.

Sanchez, J., D. Tracey, H. Neil, and Marriott, P., 2004. "Coral Rings in the Deep Ocean: Using SEM to date New Zealand's Bamboo Corals." *Water and Atmosphere* 12(4):22-23.

Scasso, L.M. and A.R. Piola, 1988. Intercambio neto de agua entre el mar y la atmósfera en el Golfo San Matías. *Geoacta*, 15:1331.

Sherwood, O.A. and Edinger, E.N., 2009. Ages and growth rates of some deep sea gorgonian and antipatharian corals of New Founland and Labrador. *Canadian Journal of Fisheries and aquatic Sciences*. Vol 66, n° 1; 142-152.

Silverman, B.W., 1986. *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. Chapman and Hall. London.

Stratford, P., Stewart, B.G. and Chong, A., 2001. *In situ* growth rate measurements on the red hydrocoral, *Errina novaezelandiae*, in Doubtful sound. *New Zealand Journal Mar. Freshw. Res.* 35: 659-660.

Sumida, P.Y., Yoshinaga, M.Y., Madsureira, L.A., Hovland, M., 2004. Seabed pockmarks associated with deep-water corals off SE Brazilian continental slope. *Santos Basin: Marine Geology* 207, 159-167.

Sylvan, C.A., 2001. Geology of the Golfo San Jorge Basin, Argentina. *Journal of Iberian Geology* 27, Tim Le Bas (NOC). *Review of standards and protocols for seabed habitat mapping. Establishing Protocols for acoustic survey for the production of habitat maps using multibeam sonar*. PROJECT MESH (MAPPING EUROPEAN SEABED).

Tracey, M.D., Neil, H., Marriott, P., Andrews, A.H., Cailliet, M.G. and Sanchez, J.A., 2007. Age and growth of two genera of deep-sea bamboo cor-

als (Family Isididae) in New Zealand waters. *Bulletin of Marine Science*. 81 (3), 393-408.

Trask, P.D., 1950. Applied sedimentation. Ed.: John Wiley y Sons Inc., New York, 707 pp.

Vacelet, J. and Boury-Esnault, N., 1995. Carnivorous sponges. *Nature* (London) 373: 333-335.

Vacelet, J. and Duport, É., 2004. Prey capture and digestion in the carnivorous sponge *Asbestopluma hypogea* (Porifera: Demospongiae). *Zoomorphology* 123: 179-190.

Vivier, F. and C. Provost., 1999. Direct velocity measurements in the Malvinas Current. *Journal of Geophysical Research*, 104, 21083-21103.

Williams, Gary C., 1990. The Pennatulacea of southern Africa (Coelenterata, Anthozoa). *Annals of the South African Musseum* 99: 31-119.

Williams, Gary C., 1995. Living genera of sea pens (Coelenterata: Octocorallia: Pennatulacea): Illustrated key and synopses. *Zoological Journal of the Linnean Society*, vol 113. n° 2: 93-140.

Anexos

Anexo I. Coordenadas de las zonas candidatas a ser protegidas

N° Polígono	N° Vértice	Punto mapa (polígono y vértice)	x	y
1	1	11	-58.821007	-44.352744
1	2	12	-58.915339	-44.326185
1	3	13	-58.902191	-44.287958
1	4	14	-59.064623	-44.287245
1	5	15	-59.080681	-44.287306
1	6	16	-59.101362	-44.375028
1	7	17	-59.094832	-44.403325
1	8	18	-59.172059	-44.698089
1	9	19	-59.141696	-44.748491
1	10	110	-58.995955	-44.916498
1	11	111	-58.880576	-45.306762
1	12	112	-58.809729	-45.462624
1	13	113	-58.943326	-45.505132
1	14	114	-59.050608	-45.766253
1	15	115	-59.125503	-46.233840
1	16	116	-59.131684	-46.588275
1	17	117	-59.184313	-46.821057
1	18	118	-59.142884	-46.825566
1	19	119	-59.172168	-46.913157
1	20	120	-59.151926	-47.071044
1	21	121	-59.131684	-47.208284
1	22	122	-58.998088	-47.655630
1	23	123	-58.894854	-47.843879
1	24	124	-59.209277	-47.849330
1	25	125	-59.293739	-47.846961
1	26	126	-59.601162	-47.824954
1	27	127	-60.527896	-47.703421
1	28	128	-60.698001	-47.682754
1	29	129	-60.787065	-47.425682
1	30	130	-60.679783	-47.273868
1	31	131	-60.629178	-47.103836
1	32	132	-60.568453	-46.968620
1	33	133	-60.440929	-46.766201
1	34	134	-60.283042	-46.505081
1	35	135	-60.214220	-46.361364
1	36	136	-60.113011	-46.143764
1	37	137	-60.090744	-45.900254
1	38	138	-60.054823	-45.804553
1	39	139	-60.156005	-45.794041
1	40	140	-60.105210	-45.543794
1	41	141	-60.051480	-45.206362
1	42	142	-60.018169	-44.922166
1	43	143	-60.086109	-44.907288
1	44	144	-59.981734	-44.825005
1	45	145	-59.779315	-44.594248
1	46	146	-59.593090	-44.363490
1	47	147	-59.510098	-44.231918
1	48	148	-59.330147	-43.926224
1	49	149	-59.300103	-43.855203
1	50	150	-59.085332	-43.881891

N° Polígono	N° Vértice	Punto mapa (polígono y vértice)	x	y
1	51	151	-59.108207	-43.972120
1	52	152	-59.212543	-43.953592
1	53	153	-59.246954	-44.111479
1	54	154	-59.050608	-44.135769
1	55	155	-59.067420	-44.205490
1	56	156	-58.584640	-44.200543
1	57	157	-58.596785	-44.305801
1	58	158	-58.789083	-44.299728
2	1	21	-60.743390	-46.439396
2	2	22	-60.686471	-46.487909
2	3	23	-60.861556	-46.674362
2	4	24	-60.907790	-46.647077
3	1	31	-60.705892	-46.198144
3	2	32	-60.564443	-46.219598
3	3	33	-60.561411	-46.256737
3	4	34	-60.698598	-46.307519
3	5	35	-60.742559	-46.262801
4	1	41	-59.239103	-43.710328
4	2	42	-59.114561	-43.254352
4	3	43	-59.115832	-43.202248
4	4	44	-58.851244	-42.968160
4	5	45	-58.627021	-42.735853
4	6	46	-58.586061	-42.737634
4	7	47	-58.516607	-42.828459
4	8	48	-58.568252	-43.019012
4	9	49	-58.529073	-43.033259
4	10	410	-58.570033	-43.149015
4	11	411	-58.619897	-43.163262
4	12	412	-58.774994	-43.294765
4	13	413	-58.875390	-43.325265
4	14	414	-58.962061	-43.561640
4	15	415	-58.763811	-43.583880
4	16	416	-58.798123	-43.708422
4	17	417	-59.008991	-43.706224
4	18	418	-59.048177	-43.798845
4	19	419	-59.065989	-43.798845
4	20	420	-59.082020	-43.846937
4	21	421	-59.279731	-43.811314
5	1	51	-58.449406	-42.538999
5	2	52	-58.310885	-42.382686
5	3	53	-58.023676	-42.589832
5	4	54	-58.079593	-42.610165
5	5	55	-58.290551	-42.587290
6	1	61	-58.110460	-42.154158
6	2	62	-58.066802	-42.185082
6	3	63	-58.032847	-42.159009
6	4	64	-57.866855	-42.171854
6	5	65	-57.680042	-42.394250
6	6	66	-58.010459	-42.584876
6	7	67	-58.099418	-42.490453

N° Polígono	N° Vértice	Punto mapa (polígono y vértice)	x	y
6	8	68	-58.125618	-42.240260
6	9	69	-58.095907	-42.208730
6	10	610	-58.129257	-42.179018
7	1	71	-57.981307	-41.951636
7	2	72	-57.890354	-42.023186
7	3	73	-57.833144	-42.025005
7	4	74	-57.754259	-42.075779
7	5	75	-57.515342	-42.160925
7	6	76	-57.409862	-42.282925
7	7	77	-57.521696	-42.351550
7	8	78	-57.575071	-42.239717
7	9	79	-57.611925	-42.183800
7	10	710	-57.754259	-42.270217
7	11	711	-57.829238	-42.191425
7	12	712	-57.797467	-42.131696
7	13	713	-57.905513	-42.077151
7	14	714	-57.922490	-42.044408
7	15	715	-58.000710	-41.976497
8	1	81	-57.911842	-41.904216
8	2	82	-57.801280	-41.878799
8	3	83	-57.717404	-41.942341
8	4	84	-57.775863	-41.986820
9	1	91	-57.658946	-41.869904
9	2	92	-57.603029	-41.938529
9	3	93	-57.662758	-41.970300
9	4	94	-57.713592	-41.908029

Tabla 7.1. Coordenadas de las zonas candidatas a ser protegidas.



Temas de Oceanografía, es una colección de textos de referencia, que el Instituto Español de Oceanografía (IEO) publica con el fin de mejorar la difusión de la información científica relativa a las ciencias del mar dentro de la propia comunidad científica y entre los sectores interesados en estos temas.

