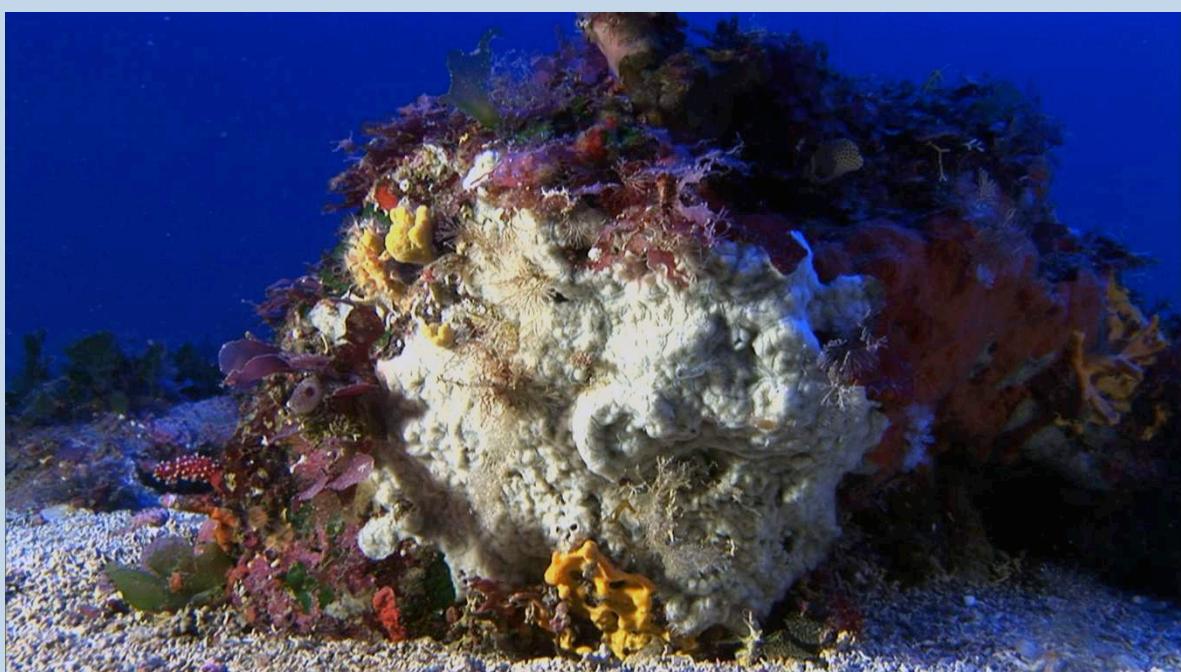




# CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL (50-100 M) DEL CANAL DE MENORCA

INFORME IEO  
PROYECTO LIFE+ INDEMARES

FEBRERO 2014



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



NATURA 2000





Fundación Biodiversidad



INDEMARES



# CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL (50-100 M) DEL CANAL DE MENORCA

Informe IEO  
Proyecto LIFE+ INDEMARES

Informe realizado por el Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Baleares.

**Investigador principal:** Joan Moranta<sup>1</sup>

**Coordinación:** J. Moranta y Carmen Barberá<sup>1</sup>

**Edición:** J. Moranta, C. Barberá, María Druet<sup>2</sup> y Nuria Zaragoza<sup>1</sup>

**Autores:**

SIG y cartografía: C. Barberá, M. Druet<sup>2</sup> y Olvido Tello<sup>2</sup>

Geología: M. Druet y Juan Acosta<sup>2</sup>

Hidrografía: José Luis López-Jurado<sup>1</sup>, Rosa Balbín<sup>1</sup> y Mar Flexas<sup>3</sup>

Comunidades endobentónicas: Marta Fernández<sup>4</sup> y C. Barberá

Comunidades epibentónicas: C. Barberá, N. Zaragoza, J. Moranta

Comunidades suprabentónicas: C. Barberá y N. Zaragoza

Comunidades nectobentónicas: N. Zaragoza, José Manuel Hidalgo<sup>1</sup>, C. Barberá y J. Moranta

Pesquerías: Marta Domínguez<sup>1</sup>, Antoni Quetglas<sup>1</sup>, Raquel Goñi<sup>1</sup>, Sandra Mallol<sup>1</sup>, C. Barberá y J. Moranta

Modelado sistema nectobentónico: Marta Díaz-Valdés<sup>1</sup> y Francisco Sánchez<sup>5</sup>

Análisis de imagen: M. Díaz-Valdés, N. Zaragoza, Stefano Ambrosio<sup>6</sup>, Natalia Comalada<sup>1</sup> y J. Moranta

**Asesores especialistas en taxonomía:** Algas: Sergi Joher (*Universitat de Girona*); Ascidiás: M. Díaz-Valdés, Briozoos: Eugenio Fernández y Javier Souto (*Universidad de Santiago de Compostela*); Cnidarios: Josep M<sup>a</sup> Gili<sup>6</sup>; Crustáceos: C. Barberá, María Valls<sup>1</sup>, Guillermo Guerau (*Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentari de la Generalitat de Catalunya*) y Pere Abelló<sup>6</sup>; Equinodermos: Antonio Esteban (*Centro Oceanográfico de Murcia, IEO*), Esponjas: M<sup>a</sup> Jesús Uriz (*CSIC-Institut d'Estudis Avançats de Blanes*); Moluscos: Montserrat Ramón<sup>1</sup>; Peces: Francesc Ordines<sup>1</sup>

**Otros colaboradores de este proyecto:** Sara Albuixec<sup>4</sup>, Miguel A. Bécares<sup>2</sup>, Daniel Contreras (TRAGSATEC), Marcial Cosme (*Universidad Autónoma de Madrid*), Silvia de Juan<sup>6</sup>; Laura del Valle<sup>4</sup>, Carlos Domínguez<sup>6</sup>, Joan J. Fornós<sup>4</sup>, Raúl Gómez<sup>2</sup>, Beatriz Guijarro<sup>1</sup>, Juan M<sup>a</sup> Junoy (*Universidad de Alcalá de Henares*), Vicens Moltó<sup>4</sup>, Carlos Morell<sup>4</sup>, Araceli Muñoz (TRAGSATEC), Alba Muntades<sup>6</sup>, Gavin Newman (ROV NEMO), Nuria Ortega (TRAGSA), Gabriel Pomar<sup>1</sup>, Sergi Quesada (*Empresa PRAESENTIS*); Verónica Sanz (TRAGSATEC), Susana Ruiz<sup>5</sup>, Bàrbara Terrasa (*Direcció General d'Universitats, Recerca i Transferència del Coneixement, Govern de les Illes Balears*)

<sup>1</sup> Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Baleares

<sup>2</sup> Instituto Español de Oceanografía, Servicios Centrales de Madrid

<sup>3</sup> Consejo Superior de Investigaciones Científicas, *Institut Mediterràni d'Estudis Avançats/NASA*, Jet Propulsion Laboratory

<sup>4</sup> Universitat de les Illes Balears

<sup>5</sup> Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Santander

<sup>6</sup> Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Institut de Ciencias del Mar

**Agradecimientos:** Enric Massutí (Director del Centro Oceanográfico de Baleares), Antoni M<sup>a</sup> Grau (*Cap del Servei de Recursos Marins de la Direcció General de Medi Rural i Marí del Govern de les Illes Balears*), Erica Knie† (Fundación MarViva), tripulación de los Buques Oceanográficos MarViva MED, Francisco de Paula Navarro y Miguel Oliver; Empresas TECMARIN 1990 (Madrid) y ALBATROS (Palma). A todas las personas involucradas de alguna manera en los proyectos CANAL "Estudio integral del canal de Menorca y su explotación pesquera" y EQUIPAR "Acción Especial para la adquisición de equipamiento para el estudio de los hábitats sensibles de la plataforma de las Islas Baleares", financiados por el Govern de les Illes Balears, y las series de campañas BALAR/MEDITS del Instituto Español de Oceanografía.

**Cita recomendada:**

---

Moranta, J., Barberá, C., Druet, M., Zaragoza, N., (Editores). 2014. Caracterización ecológica de la plataforma continental (50-100 m) del canal de Menorca. Informe final área LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732). Instituto Español de Oceanografía-Centro Oceanográfico de Baleares (Palma). Coordinación: Fundación Biodiversidad, Palma, 504 pág.

---

# Índice

<b>Resumen Ejecutivo .....</b>	<b>19</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>27</b>
1.1. Introducción general .....	27
1.2. Descripción del área de estudio .....	29
<b>2. Marco jurídico del proyecto .....</b>	<b>31</b>
2.1. Directivas y reglamentos comunitarios .....	31
2.2. Normativa estatal.....	32
2.3. Convenios internacionales .....	33
<b>3. Estudios previos y fuentes de información .....</b>	<b>35</b>
3.1. Proyecto LIFE POSIDONIA.....	35
3.2. Campañas BALAR y MEDITIS .....	36
3.3. Campañas TUNIBAL .....	38
3.4. Campañas CALMEN 07 y CALMEN 08 .....	38
3.5. Ecocartografías .....	39
3.6. Proyecto CANAL .....	40
<b>4. Metodologías y equipamientos de estudio .....</b>	<b>41</b>
4.1. Campañas Oceanográficas: recursos, objetivos y diseño muestral.....	41
4.2. Oceanografía e hidrodinámica .....	48
4.3. Geomorfología y sedimentología.....	49
4.3.1. Métodos acústicos: multihaz, sísmica de alta resolución y sonar de barrido lateral .....	49
4.3.1.1. Ecosondas multihaz .....	49
4.3.1.2. Sísmica de alta resolución .....	55
4.3.1.3. Sónar de barrido lateral.....	59
4.3.2. Métodos de muestreo de sedimento .....	60
4.4. Comunidades endobentónicas .....	63
4.5. Comunidades suprabentónicas .....	66
4.6. Comunidades epibentónicas .....	68
4.7. Comunidades nectobentónicas .....	70
4.8. Metodologías visuales y tratamiento de imágenes.....	74
4.8.1. Vehículo submarino operado desde superficie .....	74
4.8.2. Trineo de fotografía y vídeo .....	79
4.8.3. Cámara de exploración submarina .....	83
4.9. Identificación y clasificación de hábitats .....	84
4.9.1. Interpretación del tipo de fondo .....	86
4.10. Pesquerías .....	92
4.10.1.Origen de los datos .....	92
4.10.2.Análisis tipo pesquerías .....	92

4.10.3. Análisis de la evolución temporal y la distribución espacial del esfuerzo pesquero a partir de datos VMS .....	95
4.11. Modelización trofodinámica del ecosistema .....	98
4.11.1. Ecuaciones y parámetros básicos .....	98
4.11.2. Parametrización del modelo .....	99
4.11.2.1. Biomasa por grupo funcional .....	100
4.11.2.2. Cociente producción/biomasa .....	101
4.11.2.3. Cociente consumo/biomasa .....	101
4.11.2.4. Información trófica .....	102
4.11.2.5. Alimento no asimilado .....	103
4.11.2.6. Capturas .....	103
4.11.2.7. Migración .....	103
4.11.3. Definición de los grupos funcionales y parámetros básicos .....	104
4.11.3.1. Definición de grupos funcionales .....	104
4.11.3.2. Parámetros básicos .....	109
4.11.3.3. Equilibrio del modelo .....	110
<b>5. Características físicas del área de estudio .....</b>	<b>119</b>
5.1. Oceanografía e hidrodinámica .....	119
5.1.1. Oceanografía e hidrodinámica general del Mediterráneo noroccidental .....	119
5.1.2. Circulación general de corrientes .....	120
5.1.3. Características de la columna de agua .....	121
5.2. Geología .....	125
5.2.1. Geomorfología .....	129
5.2.2. Calidad de fondo .....	137
5.2.3. Sedimentología .....	141
<b>6. Descripción y distribución de hábitats y biocenosis .....</b>	<b>147</b>
6.1. Descripción de los hábitats presentes en la plataforma .....	147
<b>7. Características biológicas del área de estudio .....</b>	<b>173</b>
7.1. Descripción de la biodiversidad .....	173
7.1.1. Inventario de especies .....	173
7.1.2. Biodiversidad por hábitat .....	175
7.2. Comunidades bentónicas de la plataforma .....	176
7.2.1. Comunidades endobentónicas .....	176
7.2.1.1. Composición de la comunidad endobentónica en fondos de maërl y Osmundaria .....	176
7.2.1.2. Cambios en la comunidad relacionados con el esfuerzo pesquero .....	180
7.2.1.3. Factores que afectan la estructura de la comunidad endobentónica en fondos de maërl .....	188
7.2.2. Comunidades suprabentónicas .....	191
7.2.2.1. Composición taxonómica de los poblamientos suprabentónicos .....	191
7.2.2.2. Variabilidad espacial en el suprabentos y su relación con variables ambientales .....	193
7.2.3. Comunidades epibentónicas .....	202

---

7.2.3.1. Caracterización de las biocenosis: especies estructurales y grupos funcionales .....	202
7.2.3.2. Patrones de distribución espacial de parámetros ecológicos .....	210
7.2.3.3. Variaciones espaciales en la estructura de las comunidades: hábitat y presión pesquera.....	213
7.2.3.4. Cambios en los hábitats de maërl/rodolitos afectados por la pesca de arrastre .....	230
7.3. Comunidades nectobentónicas .....	241
7.3.1. Composición de las comunidades nectobentónicas .....	241
7.3.2. Parámetros ecológicos descriptores de las comunidades nectobentónicas .....	245
7.3.3. Factores que influyen en la composición y variabilidad de las comunidades demersales.....	249
7.4. Resultados del análisis de los vídeos del ROV .....	267
<b>8. Análisis de las presiones.....</b>	<b>293</b>
8.1. Breve descripción de las presiones detectadas en la zona.....	293
8.2. La actividad pesquera como principal amenaza de la biodiversidad .....	295
8.2.1. Pesca artesanal.....	295
8.2.1.1. Descripción de las pesquerías y especies objetivo .....	295
8.2.1.2. Estacionalidad de la actividad pesquera .....	297
8.2.1.3. Evolución temporal de las capturas .....	299
8.2.1.4. Esfuerzo de la flota artesanal.....	302
8.2.1.5. Distribución espacial de la pesca artesanal .....	303
8.2.1.6. Análisis de los efectos de la pesca artesanal.....	305
8.2.2. Pesca de arrastre .....	307
8.2.2.1. Descripción de las pesquerías y especies objetivo .....	307
8.2.2.2. Flota y esfuerzo de pesca .....	311
8.2.2.3. Evolución de las capturas .....	313
8.2.2.4. Evolución temporal y distribución espacial del esfuerzo de pesca estimado a partir de datos VMS ..	319
<b>9. Modelización trofodinámica del ecosistema.....</b>	<b>331</b>
9.1. Estimaciones básicas .....	331
9.2. Análisis básicos .....	334
9.2.1. Flujos tróficos, eficiencia de transferencia de energía y estructura de la red trófica.....	334
9.2.2. Índice de omnivoría .....	338
9.2.3. Especies clave y control de flujos tróficos .....	340
9.3. Estadísticos .....	344
9.4. Índices relacionados con el impacto de los grupos funcionales y la pesca .....	347
9.4.1. Análisis mixto de impacto .....	347
9.4.2. Mortalidades .....	351
9.4.3. Producción primaria requerida .....	352
9.4.4. Rendimiento bruto de la pesquería .....	353
9.4.5. Nivel trófico de la comunidad y nivel trófico de la captura .....	353
9.4.6. Comparativa con otros ecosistemas marinos.....	355
9.4.7. Análisis de la creación de una zona de exclusión de pesca en el canal de Menorca.....	357
<b>10.Criterios para la designación del área marina protegida.....</b>	<b>361</b>

## Índice

---

10.1. Hábitats de interés comunitario, hábitats vulnerables y esenciales .....	361
10.2. Hábitats vulnerables y sensibles a las pesquerías .....	363
10.3. Especies de interés comunitario, protegidas y/o vulnerables .....	365
10.4. Criterios ecológicos .....	370
10.4.1. Diversidad (especies y comunidades).....	370
10.4.2. Conectividad y dependencia entre sistemas ecológicos .....	371
10.4.3. Representatividad .....	371
10.4.4. Sensibilidad .....	372
10.4.5. Evaluación del estado de fragilidad (especies y comunidades).....	372
10.4.6. Naturalidad .....	374
10.4.7. Potencial de restauración .....	375
10.5. Criterios de valoración espacial de la zona de estudio .....	376
<b>11. Recomendaciones para la zonificación y la gestión del LIC .....</b>	<b> Error! Marcador no definido.</b>
<b>12. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>381</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>411</b>
MAPAS .....	413
Inventario de especies de la zona de estudio .....	421
Propuesta formulario normalizado Red Natura 2000.....	449
Producción científica y de divulgación generada en el marco del proyecto INDEMARES .....	479
Dossier de prensa.....	483

## Índice de figuras

<b>Figura 1.1.1.-</b> Situación geográfica de la 10 áreas marinas seleccionadas en el proyecto. ....	28
<b>Figura 1.2.1.-</b> Localización del canal de Menorca.....	30
<b>Figura 1.2.2.-</b> Localización del la zona de estudio. ....	30
<b>Figura 3.1.1.-</b> Mapa de localización de la cartografía de <i>Posidonia oceanica</i> . ....	36
<b>Figura 3.2.1.-</b> Localización de las estaciones de muestreo de las campañas BALAR, MEDITS y TUNIBAL.....	38
<b>Figura 4.1.1.-</b> Diseño del muestreo sistemático por cuadrículas realizado en la campaña CANAL0209. ....	42
<b>Figura 4.1.2.-</b> Área muestreada mediante sonar de barrido lateral durante la campaña CANAL0209. ....	42
<b>Figura 4.1.3.-</b> Distribución de las 10 localidades seleccionadas sobre fondos de maërl. ....	44
<b>Figura 4.1.4.-</b> Muestreo biológico realizado durante de la campaña INDEMARES_CANAL0811. ....	46
<b>Figura 4.1.5.-</b> Muestreo geomorfológico realizado durante la campaña INDEMARES_CANAL0811.....	47
<b>Figura 4.1.6.-</b> DMuestreo hidrográfico realizado durante la campaña INDEMARES _CANAL0811.....	48
<b>Figura 4.2.1.-</b> Sondas multiparamétricas utilizadas durante las campañas. ....	49
<b>Figura 4.3.1.-</b> Imagen ilustrativa de la cobertura que ofrecen las ecosondas. ....	50
<b>Figura 4.3.2.-</b> Esquema de la cobertura de los haces de las ecosondas multihaz. ....	51
<b>Figura 4.3.3.-</b> Puesto de trabajo para la visualización y el control de la adquisición de datos multihaz. ....	51
<b>Figura 4.3.4.-</b> Instrumentos y medidas utilizados en el levantamiento batimétrico. ....	52
<b>Figura 4.3.5.-</b> Cobertura de las diferentes campañas con multihaz que se han utilizado para elaborar el modelo digital del terreno del canal de Menorca. ....	53
<b>Figura 4.3.6.-</b> Interfaz del editor de bandas de sondaje de la aplicación informática <i>Caris HIPS and SIPS</i> . ....	54
<b>Figura 4.3.7.-</b> Interfaz del editor de subconjuntos de datos de la aplicación informática <i>Caris HIPS and SIPS</i> ..	54
<b>Figura 4.3.8.-</b> Procedimiento seguido en la adquisición y el procesado de los datos batimétricos. ....	56
<b>Figura 4.3.9.-</b> Esquema ilustrativo de la generación del efecto paramétrico. ....	57
<b>Figura 4.3.10.-</b> Líneas de sísmica de alta resolución TOPAS.....	58
<b>Figura 4.3.11.-</b> Interfaz de la aplicación informática para la adquisición y procesado de datos sísmicos con el perfilador paramétrico TOPAS PS-018. ....	58
<b>Figura 4.3.12.-</b> Esquema del funcionamiento del sonar de barrido lateral. ....	59
<b>Figura 4.3.13.-</b> Pez hidrodinámico (sensor) del sonar de barrido lateral modelo Klein 3000.....	60
<b>Figura 4.3.14.-</b> Líneas de Sonar de Barrido Lateral y estaciones de muestreo de sedimento. ....	61
<b>Figura 4.3.15.-</b> Sistemas de toma de muestras sedimentarias. ....	62
<b>Figura 4.4.1.-</b> Diseño muestral para el análisis de la comunidad endobentónica. ....	64
<b>Figura 4.4.2.-</b> Filtrado de las muestras de sedimento para la obtención de la endofauna.....	65
<b>Figura 4.4.3.-</b> Medida de la longitud total de un anfípodo. ....	65
<b>Figura 4.5.1.-</b> Distribución de los transectos de suprabentos. ....	67
<b>Figura 4.5.2.-</b> Trineo suprabentónico modelo Macer-Giroq. ....	68
<b>Figura 4.6.1.-</b> Distribución de muestreos con patín epibentónico. ....	69
<b>Figura 4.6.2.-</b> Patín epibentónico modelo Jennings-2m.....	69
<b>Figura 4.7.1.-</b> Posición de las muestras realizadas durante las campañas de evaluación de recursos demersales de la serie BALAR y MEDITS. ....	71
<b>Figura 4.7.2.-</b> Arte experimental GOC-73 utilizado en las campañas BALAR y MEDITS.....	72
<b>Figura 4.8.1.-</b> Vehículos submarinos operados desde superficie. ....	75
<b>Figura 4.8.2.</b> Mapa de localización de los transectos de ROV. ....	75

<b>Figura 4.8.3.-</b> Esquema de eliminación de secuencias en bucle y en zig-zag en un transecto de ROV .....	76
<b>Figura 4.8.4.-</b> Ejemplo de imágenes tomadas en un transecto de ROV.....	76
<b>Figura 4.8.5.-</b> Ejemplos de diferentes tipos de fondos analizados con imágenes de ROV.....	77
<b>Figura 4.8.6.-</b> Ejemplos de especies macrobentónicas identificadas.....	78
<b>Figura 4.8.7.-</b> Medición de un ejemplar de <i>Paramuricea macrospina</i> .....	78
<b>Figura 4.8.8.-</b> Trineo de fotografía y vídeo utilizado en la campaña.....	80
<b>Figura 4.8.10.-</b> Imagen en directo de la cámara de navegación del trineo de fotografía y vídeo.....	81
<b>Figura 4.8.11.-</b> Ejemplos de macrofauna bentónica identificada en las fotografías de alta resolución del trineo de fotografía y vídeo. ....	82
<b>Figura 4.8.12.-</b> Ejemplos de tipos de fondos identificados en las fotografías de alta resolución del trineo de fotografía y vídeo. ....	82
<b>Figura 4.8.13.-</b> Ejemplo del análisis de una fotografía para calcular la cobertura algal.....	83
<b>Figura 4.8.14.-</b> Dispositivo sumergible IPSE y maniobra desde el barco. ....	83
<b>Figura 4.8.15.-</b> Mapa de localización de los puntos de inmersión realizados con la cámara IPSE.....	84
<b>Figura 4.9.1.-</b> Esquema de las diferentes fases en el proceso de identificación y clasificación de hábitats.....	85
<b>Figura 4.9.2.-</b> Secuencia en el proceso de cartografiado del fondo.....	85
<b>Figura 4.9.3.-</b> Facies sonográficas correspondiente a fondos consolidados o cementados.....	88
<b>Figura 4.9.4.-</b> Facies sonográficas correspondiente a fondos sedimentarios homogéneos. ....	88
<b>Figura 4.9.5.-</b> Facies sonográficas correspondiente a fondos sedimentarios no homogéneos. ....	89
<b>Figura 4.9.6.-</b> Facies sonográficas donde se pueden apreciar marcas de fondo. ....	89
<b>Figura 4.9.7.-</b> Ejemplo de un área donde se han identificado montículos o bloques de coralígeno y roca con relieve, ambas unidades geomorfológicas con elevada reflectividad y rugosidad.....	90
<b>Figura 4.10.1.-</b> Distribución de frecuencias de la velocidad de los barcos de arrastre que operan en la zona del canal de Menorca. Se ha considerado el periodo de años comprendido entre 2005-2010.....	95
<b>Figura 4.10.2.-</b> Zona de estudio del canal de Menorca que se ha considerado para el análisis de los datos de los VMS. ....	96
<b>Figura 4.10.3.-</b> Ilustración del método de "Straight-line approach para estimación del esfuerzo pesquero como porcentaje de área arrastrada en cuadrículas de 1 km x 1km. ....	97
<b>Figura 4.11.1.-</b> Distribución de la biomasa en grandes grupos taxonómicos, excluyendo el detrito.....	100
<b>Figura 4.11.2.-</b> Resultado del análisis de ordenación jerárquica de las dietas de 67 especies de peces de plataforma del mar Balear.....	107
<b>Figura 4.11.3.-</b> Resultado del análisis de ordenación jerárquica de las dietas de 34 especies de peces de talud del mar Balear.....	108
<b>Figura 5.1.1.-</b> Esquema de la circulación oceánica general en el área de las Islas Baleares. ....	120
<b>Figura 5.1.2.-</b> Perfiles verticales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. ....	122
<b>Figura 5.1.3.-</b> Diagramas de temperatura-oxígeno-salinidad de las 43 estaciones realizadas en la campaña INDEMARES_CANAL0811.....	122
<b>Figura 5.1.4.-</b> Distribución espacial de la capa de mezcla en la zona de estudio obtenida a partir de las 43 estaciones realizadas en la campaña INDEMARES_CANAL0811.....	123
<b>Figura 5.1.5.-</b> Distribución de la temperatura, salinidad y densidad y velocidad geopotencial a 20 metros de profundidad en el canal de Menorca obtenidas en la campaña INDEMARES_CANAL0811. ....	124
<b>Figura 5.2.1.-</b> Esquema geológico del segmento occidental del Orógeno Alpino Perimediterráneo. Tomado de Vera (2004). ....	125
<b>Figura 5.2.2.-</b> Esquema de la distribución de las litologías presentes en las islas de Mallorca y Menorca, tomado del mapa litológico E1:1.000.000 del IGME. ....	126

---

<b>Figura 5.2.3.-</b> Modelo digital del terreno, sombreado desde el NW.....	127
<b>Figura 5.2.4.-</b> Modelo digital del terreno y mosaico de reflectividad.....	128
<b>Figura 5.2.5.-</b> Ejemplos de modelos derivados del modelo digital del terreno mostrado.....	128
<b>Figura 5.2.6.-</b> Perfiles batimétricos en la zona de estudio. ....	129
<b>Figura 5.2.7.-</b> Mapa de interpretación geomorfológica de la plataforma continental del canal de Menorca.....	130
<b>Figura 5.2.8.-</b> Escarpe erosivo en un cuerpo sedimentario al SW de la isla de Menorca.....	131
<b>Figura 5.2.9.-</b> Ejemplo de dorsales de arena identificadas en el área de trabajo. ....	132
<b>Figura 5.2.10.-</b> Ejemplo de escarpe tectónico identificado en el área de trabajo.....	133
<b>Figura 5.2.11.-</b> Montículos de coralígeno al NE de la isla de Menorca.....	134
<b>Figura 5.2.12.-</b> Ejemplo de barras litorales relictas al SW de la isla de Menorca. ....	135
<b>Figura 5.2.13.-</b> Detalle de algunas áreas donde se observan depresiones de morfología circular. ....	136
<b>Figura 5.2.14.-</b> Detalle de la mayor estructura circular identificada en la zona de estudio. ....	136
<b>Figura 5.2.15.-</b> Mapa de calidad de fondo. Sobre él se han dibujado contornos batimétricos cada 10 m.....	138
<b>Figura 5.2.16.-</b> Ejemplos de las diferentes morfologías observadas en los fondos de tipo rocoso. ....	139
<b>Figura 5.2.17.-</b> Aspecto del fondo sedimentario de reflectividad alta. ....	139
<b>Figura 5.2.18.-</b> Ejemplos de diferentes morfologías observadas en los fondos de tipo sedimentario. ....	140
<b>Figura 5.2.19.-</b> Mapa de distribución del porcentaje de la fracción de grava.....	144
<b>Figura 5.2.20.-</b> Mapa de distribución del porcentaje de la fracción de arena.....	144
<b>Figura 5.2.21.-</b> Mapa de distribución de la abundancia de la fracción de fango.....	145
<b>Figura 5.2.22.-</b> Mapa de distribución del contenido en materia orgánica.....	146
<b>Figura 6.1.1.-</b> Distribución de los hábitats de coralígeno y coralígeno de plataforma.....	153
<b>Figura 6.1.2.-</b> Distribución del hábitat de detrítico costero sin cobertura algal.....	157
<b>Figura 6.1.3.-</b> Distribución del hábitats de fondos de maërl/ rodolitos. ....	161
<b>Figura 6.1.4.-</b> Distribución de los hábitats de detrítico costero con <i>Peyssonnelia</i> spp. ....	164
<b>Figura 6.1.5.-</b> Distribución de los hábitats de detrítico costero con <i>Osmundaria volubilis</i> . ....	166
<b>Figura 6.1.6.-</b> Distribución de los fondos con <i>Laminaria rodriguezii</i> en el canal de Menorca. ....	169
<b>Figura 6.1.7.-</b> Distribución del hábitat denominado fondos detríticos biogénicos infralitorales y circalitorales con <i>Halopteris filicina</i> en la plataforma del canal de Menorca.....	171
<b>Figura 7.1.2.-</b> Valores de nº especies promedio, biomasa algal, abundancia y biomasa fauna en diferentes hábitats. ....	175
<b>Figura 7.2.1.-</b> Grupos de macrofauna característicos de los sedimentos de detrítico costero de los fondos del canal de Menorca. ....	178
<b>Figura 7.2.2.-</b> Variación de la densidad de puntos VMS.....	180
<b>Figura 7.2.3.-</b> Abundancia media y error entandard de poliquetos, anfípodos, nemátodos, isópodos y ofiuras, atendiendo al factor impacto de arrastre (control, medio, alto) y en cada localidad del muestreo. ....	182
<b>Figura 7.2.4.-</b> Abundancia media y error estándar de reptantia, natantia, tanaidáceos, moluscos y ostrácodos, atendiendo al factor impacto de arrastre (control, medio, alto) y en cada localidad del muestreo. ....	183
<b>Figura 7.2.5.-</b> Abundancia media y error estándar de cumáceos, huevos peces, copépodos harpacticoida y erizos; atendiendo al factor impacto de arrastre (control, medio, alto) y en cada localidad del muestreo.....	184
<b>Figura 7.2.6.-</b> Biomasa media y error estandardde poliquetos y anfípodos; en relación al factor nivel de impacto de arrastre (C: control, MT: medio, HT: alto) y en función de la localidad del muestreo. ....	185
<b>Figura 7.2.7.-</b> Distribución de frecuencias de tallas (mm) de poliquetos para los diferentes niveles de impacto (control, medio y alto). ....	186

<b>Figura 7.2.8.-</b> Distribución de frecuencias de tallas (mm) de anfípodos para los diferentes niveles de impacto (control, medio y alto). ....	187
<b>Figura 7.2.9.-</b> Imágenes de algunos grupos taxonómicos abundantes en las muestras del suprabentos del canal de Menorca. ....	193
<b>Figura 7.2.10.-</b> Resultados del análisis multivariante MDS y ANOSIM de las muestras del suprabentos.....	194
<b>Figura 7.2.11.-</b> Densidad de suprabentos en diferentes hábitats.. ....	196
<b>Figura 7.2.12.-</b> Densidad de diferentes grupos de suprabentos permanente en diferentes hábitats.....	197
<b>Figura 7.2.13.-</b> Densidad de diferentes grupos de suprabentos/zooplancton en diferentes hábitats. ....	198
<b>Figura 7.2.14.-</b> Análisis de ordenación de las muestras MDS y CLUSTER.....	203
<b>Figura 7.2.15.-</b> Distribución espacial del índice de riqueza específica.....	211
<b>Figura 7.2.16.-</b> Distribución espacial de cobertura y biomasa total de algas, biomasa de algas coralináceas tipo rodolitos y biomasa de algas blandas.....	212
<b>Figura 7.2.17.-</b> Distribución espacial de la abundancia y biomasa de fauna. ....	212
<b>Figura 7.2.18.-</b> Resultados del análisis PCA teniendo en cuenta el tipo de habitat y las variables ambientales.	214
<b>Figura 7.2.19.-</b> Gráficos MDS y CLUSTER de ordenación de las muestras de epibentos. ....	216
<b>Figura 7.2.20.-</b> Parámetros estructurales del epibentos relacionados con la cantidad de algas. ....	225
<b>Figura 7.2.21.-</b> Parámetros estructurales del epibentos. ....	226
<b>Figura 7.2.22.-</b> Valores de presión pesquera. ....	230
<b>Figura 7.2.23.-</b> Valores de biomasa del total de rodolitos y de algas blandas y de la especie <i>Laminaria rodriguezii</i> y el porcentaje de rodolitos muertos. ....	231
<b>Figura 7.2.24.-</b> Valores de porcentaje de las diferentes especies de rodolitos en cada una de las localidades seleccionadas. ....	232
<b>Figura 7.2.25.-</b> Figura que ilustra el procedimiento de análisis de imagen mediante el software <i>Image-Pro Plus</i> Versión 6.0 para Windows. ....	235
<b>Figura 7.2.26.-</b> Frecuencia de morfotipos en el total de las muestras y en las localidades. ....	236
<b>Figura 7.2.27.-</b> Distribución de frecuencia del diámetro de los rodolitos de la especie <i>Spongites fruticulosa</i> . ...	237
<b>Figura 7.3.1.-</b> Resultados del análisis cluster y MDS de las estaciones de muestreo obtenidas durante las serie de campañas BALAR y MEDITS. ....	241
<b>Figura 7.3.2.-</b> Gráficos de los parámetros ecológicos de los diferentes grupos taxonómicos que componen la comunidad nectobentónica. ....	248
<b>Figura 7.3.3.</b> Gráficos de los parámetros ecológicos de la comunidad nectobentónica. ....	249
<b>Figura 7.3.4.-</b> Representación gráfica del efecto del esfuerzo de pesca de arrastre. ....	251
<b>Figura 7.3.5.-</b> Representación del Modelo GAM para la abundancia de cefalópodos. ....	256
<b>Figura 7.3.6.-</b> Representación del Modelo GAM para la abundancia de crustáceos. ....	257
<b>Figura 7.3.7.-</b> Representación del Modelo GAM para la abundancia de peces. ....	258
<b>Figura 7.3.8.-</b> Representación del Modelo GAM para la abundancia de <i>Aristeus antennatus</i> . ....	259
<b>Figura 7.3.9.-</b> Representación del Modelo GAM para la abundancia de <i>Lepidotrigla cavillone</i> . ....	260
<b>Figura 7.3.10.-</b> Representación del Modelo GAM para la abundancia de <i>Merluccius merluccius</i> . ....	261
<b>Figura 7.3.11.-</b> Representación del Modelo GAM para la abundancia de <i>Mullus surmuletus</i> . ....	262
<b>Figura 7.3.12.-</b> Representación del Modelo GAM para la abundancia de <i>Nephrops norvegicus</i> . ....	263
<b>Figura 7.3.13.-</b> Representación del Modelo GAM para la abundancia de <i>Octopus vulgaris</i> . ....	264
<b>Figura 7.3.14.-</b> Representación del Modelo GAM para la abundancia de <i>Phycis blennoides</i> . ....	265
<b>Figura 7.3.15.-</b> Representación del Modelo GAM para la abundancia de <i>Scyliorhinus canicula</i> . ....	266
<b>Figura 7.4.1.-</b> Density plots de <i>Coris julis</i> ....	271

---

<b>Figura 7.4.2.- Density plots de <i>Serranus cabrilla</i>.</b> .....	272
<b>Figura 7.4.3.- Density plots de <i>Eunicella singularis</i>.</b> .....	273
<b>Figura 7.4.4.- Density plots de <i>Pseudistoma curnusense</i>.</b> .....	274
<b>Figura 7.4.5.- Density plots de <i>Synoicum blochmanni</i>.</b> .....	275
<b>Figura 7.4.6.- Density plots de <i>Myriapora truncata</i>.</b> .....	276
<b>Figura 7.4.7.- Density plots de <i>Inachus</i> sp.</b> .....	277
<b>Figura 7.4.8.- Density plots de <i>Bonellia viridis</i>.</b> .....	278
<b>Figura 7.4.9.- Density plots de <i>Echinaster (Echinaster) sepositus</i>.</b> .....	279
<b>Figura 7.4.10.- Density plots de <i>Ophiura ophiur</i>.</b> .....	280
<b>Figura 7.4.11.- Density plots de <i>Axinella</i> sp.</b> .....	281
<b>Figura 7.4.12.- Density plots de <i>Haliclona (Reinera) mediterranea</i>.</b> .....	282
<b>Figura 7.4.13.- Mapas de distribución de densidad de: <i>Coris julis</i>, <i>Serranus cabrilla</i>, <i>Eunicella singularis</i>, <i>Pseudistoma curnusense</i>, <i>Synoicum blochmanni</i> y <i>Myriapora truncata</i>.</b> .....	283
<b>Figura 7.4.14.- Mapas de distribución de densidad de: <i>Inachus</i> sp., <i>Bonellia viridis</i>, <i>Echinaster Echinaster</i> <i>sepositus</i>, <i>Ophiura ophiura</i>, <i>Axinella</i> sp. y <i>Haliclona (Reinera) mediterranea</i>.</b> .....	284
<b>Figura 7.4.15.- Representación gráfica de la L-función (Ripley's K) de <i>Alcyonium</i> sp., <i>Anthenedon mediterránea</i> y <i>Anthias anthias</i></b> .....	285
<b>Figura 7.4.16.- Representación gráfica de la L-función (Ripley's K) de <i>Axinella</i> spp. y <i>Bonellia viridis</i>.</b> .....	286
<b>Figura 7.4.17.- Representación gráfica de la L-función (Ripley's K) de <i>Cerianthus</i> spp., <i>Chrondria reniformis</i>, <i>Coris julis</i> y <i>Echinaster sepositus</i>.</b> .....	287
<b>Figura 7.4.18.- Representación gráfica de la L-función (Ripley's K) de <i>Eunicella singualris</i>.</b> .....	288
<b>Figura 7.4.19.- Representación gráfica de la L-función (Ripley's K) de <i>Halocynthia papillosa</i>, <i>Haliclona mediterránea</i>, <i>Holoturia forkali</i>, <i>Hornera frondiculata</i>.</b> .....	289
<b>Figura 7.4.20.- Representación gráfica de la L-función (Ripley's K) de <i>Inachus</i> spp. y <i>Myriapora truncata</i></b> .....	290
<b>Figura 7.4.21.- Representación gráfica de la L-función (Ripley's K) de <i>Ophiocammina nigra</i>, <i>Ophiura ophiura</i>, <i>Pagurus prideauxi</i> y <i>Paramuricea macrospina</i></b> .....	291
<b>Figura 7.4.22.- Representación gráfica de la L-función (Ripley's K) de <i>Pseudistoma curnusense</i>, <i>Sphaerochiuns granularis</i> y <i>Synoicum blochmanni</i></b> .....	292
<b>Figura 8.1.1.- Mapa infraestructuras de Baleares en operación e incluidas en la Planificación 2012-2020</b> .....	294
<b>Figura 8.2.1.- Cofradías ubicadas en el canal de Menorca y radio de acción de la flota pesquera artesanal perteneciente a cada una de ellas.</b> .....	296
<b>Figura 8.2.2.- Evolución del número de embarcaciones de la flota artesanal.</b> .....	297
<b>Figura 8.2.3.- Cronograma de la actividad pesquera anual de la flota artesanal.</b> .....	298
<b>Figura 8.2.4.- Evolución anual de los desembarcos totales y capturas.</b> .....	300
<b>Figura 8.2.5.- Evolución anual de las descargas totales de las principales especies objetivo de la pesca artesanal.</b> .....	301
<b>Figura 8.2.6.- Evolución anual del esfuerzo pesquero de la flota de pesca artesanal.</b> .....	302
<b>Figura 8.2.7.- Distribución espacial del fondeo de los dispositivos agregadores utilizados para la pesca de la llampuga en el canal de Menorca durante la temporada de 2009.</b> .....	303
<b>Figura 8.2.8.- Distribución espacial del esfuerzo de la pesca de langosta.</b> .....	304
<b>Figura 8.2.9.- Distribución espacial del esfuerzo de la pesca con palangre.</b> .....	304
<b>Figura 8.2.10.- Distribución del esfuerzo de pesca artesanal (trasmallo y palangre).</b> .....	306
<b>Figura 8.2.11.- Distribución en porcentaje de las diferentes estrategias de pesca utilizadas por la flota de arrastre en los puertos de Alcudia, Cala Rajada, Pollença, Portocolom, Santanyí y Sóller.</b> .....	307
<b>Figura 8.2.12.- Composición de especies objetivo por estrategia de pesca de arrastre.</b> .....	309

<b>Figura 8.2.13.- Variacion interanual de las capturas de arrastre.....</b>	311
<b>Figura 8.2.14.- Evolución del esfuerzo pesquero de la flota de arrastre.....</b>	313
<b>Figura 8.2.15.- Evolución de las capturas de la flota de arrastre.....</b>	314
<b>Figura 8.2.16.- Puerto de Alcudia: composición específica (en porcentaje) de los desembarcos de la flota de arrastre y evolución de las capturas (en t) de las principales especies comerciales a lo largo de la serie histórica 2000-2011.....</b>	316
<b>Figura 8.2.17.- Puerto de Cala Rajada: composición específica (en porcentaje) de sus desembarcos y evolución de las capturas (en t) de las principales especies comerciales a lo largo de la serie histórica 2000-2011.....</b>	316
<b>Figura 8.2.18.- Puerto de Pollença: composición específica (en porcentaje) de sus desembarcos y evolución de las capturas (en t) de las principales especies comerciales a lo largo de la serie histórica 2000-2011.....</b>	317
<b>Figura 8.2.19.- Portocolom: composición específica (en porcentaje) de sus desembarcos y evolución de las capturas (en t) de las principales especies comerciales a lo largo de la serie histórica 2000-2011.....</b>	317
<b>Figura 8.2.20.- Puerto de Santanyí: composición específica (en porcentaje) de sus desembarcos y evolución de las capturas (en t) de las principales especies comerciales a lo largo de la serie histórica 2000-2011.....</b>	318
<b>Figura 8.2.21.- Puerto de Sóller: composición específica (en porcentaje) de sus desembarcos y evolución de las capturas (en t) de las principales especies comerciales a lo largo de la serie histórica 2000-2011.....</b>	318
<b>Figura 8.2.22.- Evolución temporal del número medio de días de pesca de arrastre por puerto.....</b>	321
<b>Figura 8.2.23.- Evolución temporal del número medio de días de pesca de arrastre por puerto y estrato batimétrico..</b>	324
<b>Figura 8.2.24.- Distribución espacial de del esfuerzo de pesca de arrastre en el canal de Menorca.....</b>	327
<b>Figura 8.2.25.- Evolución temporal de la distribución espacial del esfuerzo de pesca de arrastre en el canal de Menorca obtenido a partir los datos de las cajas azules.</b>	328
<b>Figura 8.2.26.- Mapa conjunto de la distribución de hábitats de interés comunitario presentes en el canal de Menorca y de la distribución de la intensidad de pesca de arrastre durante el año 2012 .....</b>	329
<b>Figura 9.1.1- Representación gráfica de la biomasa y el cociente producción/biomasa de los grupos funcionales del modelo en equilibrio.</b>	333
<b>Figura 9.1.2.- Representación de la distribución de la biomasa en función de la estrategia alimenticia de los consumidores.....</b>	334
<b>Figura 9.2.1.- Representación gráfica de la estructura de la red trófica del ecosistema.</b>	335
<b>Figura 9.2.2.- Representación esquemática de la cadena trófica.</b>	338
<b>Figura 9.2.3.- Representación gráfica del índice de omnivoría de los grupos funcionales.</b>	338
<b>Figura 9.2.4.- Esquema simplificado a cuatro niveles del control de flujos tróficos.</b>	340
<b>Figura 9.2.5.- Representación gráfica del índice de especies clave y del impacto relativo total de los grupos funcionales.....</b>	341
<b>Figura 9.2.6.- Interacciones tróficas del grupo trófico pequeños pelágicos y peces demersales 2.</b>	343
<b>Figura 9.2.7.- Interacciones tróficas del grupo trófico calamares y tiburones.</b>	344
<b>Figura 9.4.1.- Representación gráfica de la matriz mixta de impacto .....</b>	349
<b>Figura 9.4.2.- Diagrama de barras de los resultados de los grupos funcionales de la matriz de impactos tróficos combinados.....</b>	350
<b>Figura 9.4.3.- Diagrama de barras de los resultados de los diferentes artes de pesca de la matriz de impactos tróficos combinados.</b>	351
<b>Figura 9.4.4.- Partición en porcentaje de la mortalidad por pesca, mortalidad por depredación y otras causas de mortalidad natural, en el sistema del mar Balear.....</b>	352
<b>Figura 9.4.5.- Representación de los niveles tróficos de los grupos funcionales, de la captura, del sistema y del sistema sin los productores primarios ni detritos.</b>	354
<b>Figura 9.4.6.- Biomasa, captura y cociente captura / biomasa por nivel trófico.....</b>	354

<b>Figura 9.4.7.-</b> Partición en porcentaje de la mortalidad por pesca, por depredación y otras causas de mortalidad natural.....	358
<b>Figura 9.4.8.-</b> Representación gráfica del índice de especies clave y del impacto relativo total de los grupos funcionales.....	359
<b>Figura 10.4.1.-</b> Zonas del canal de Menorca donde se concentran los elementos claves para su conservación (hábitats y especies de interés comunitario) y las áreas con una mayor intensidad de pesca.....	377

## Índice de tablas

<b>Tabla 3.1.-</b> Resumen de los estudios previos y fuentes de información existentes en el canal de Menorca.....	35
<b>Tabla 3.2.1.-</b> Características de las muestras obtenidas en las campañas BALAR y MEDITS.....	37
<b>Tabla 4.7.1.-</b> Número de muestras realizadas en las campañas BALAR y MEDITS.....	71
<b>Tabla 4.9.1.-</b> Correspondencia entre las facies sonográficas y los hábitats.....	87
<b>Tabla 4.9.2.-</b> Correspondencias entre las unidades geomorfológicas y los hábitats.....	91
<b>Tabla 4.10.1.-</b> Nombre vulgar científico de las diferentes categorías comerciales.....	94
<b>Tabla 4.11.1.-</b> Parámetros básicos de los grupos funcionales.....	111
<b>Tabla 4.11.2.-</b> Matriz de dietas.....	112
<b>Tabla 4.11.3.-</b> Listado de especies y artículos de investigación que se han utilizado para la construcción de la matriz de dietas.....	113
<b>Tabla 4.11.4.-</b> Captura anual por grupo funcional y por arte de pesca en el mar Balear.....	116
<b>Tabla 4.11.5.-</b> Descartes anuales por grupo funcional y por arte de pesca en el mar Balear.....	117
<b>Tabla 5.1.1.-</b> Características de la Temperatura Potencial y la salinidad.....	119
<b>Tabla 5.2.1.-</b> Resumen de los resultados granulométricos obtenidos durante la campaña CALMEN07.....	141
<b>Tabla 5.2.2.-</b> Resumen de los resultados granulométricos durante la campaña CANAL0209.....	142
<b>Tabla 5.2.3.-</b> Resumen de los resultados granulométricos durante la campaña INDEMARES_CANAL0811....	143
<b>Tabla 6.1.1.-</b> Listado de hábitats identificados durante el proyecto INDEMARES la plataforma.....	148
<b>Tabla 6.1.2.-</b> Correspondencia entre los hábitats descritos y la clasificación EUNIS y Convenio Barcelona....	150
<b>Tabla 7.1.1.-</b> Nº de especies por grupo taxonómico.....	174
<b>Tabla 7.1.2.-</b> Total de especies inventariadas con el patín epibentónico y con el arte de pesca GOC.....	174
<b>Tabla 7.2.1.-</b> Valores medios de las variables ambientales de las localidades de infauna.....	177
<b>Tabla 7.2.2.-</b> Valores medios de abundancia y frecuencia de aparición de macroinfauna.....	179
<b>Tabla 7.2.3.-</b> Valores medios de abundancia de macroinfauna en los fondos de maërl.....	181
<b>Tabla 7.2.4.-</b> Correlaciones entre la abundancia de macroinfauna y las variables ambientales.....	189
<b>Tabla 7.2.5.-</b> Densidades de los grupos de suprabentos.....	192
<b>Tabla 7.2.6.-</b> Resultados del análisis RELATE y BIO-ENV para las muestras de suprabentos.....	195
<b>Tabla 7.2.7.-</b> Correlaciones de Pearson entre abundancia de grupos del suprabentos, zooplancton y variables ambientales.....	199
<b>Tabla 7.2.8.-</b> Biomasa algal de las especies dominantes en los diferentes hábitats.....	204
<b>Tabla 7.2.9.-</b> Lista de rasgos funcionales y categorías utilizadas para describir la diversidad funcional de las comunidades epifaunales.....	205
<b>Tabla 7.2.10.-</b> Abundancia de las especies y grupos funcionales de fauna dominantes.....	206
<b>Tabla 7.2.11.-</b> Resumen de los resultados del análisis BIO-ENV entre las variables ambientales y la composición de especies de algas, especies de fauna y grupos funcionales.....	207
<b>Tabla 7.2.12.-</b> Correlaciones entre variables ambientales y especies y grupos funcionales dominantes.....	208
<b>Tabla 7.2.13.-</b> Valores medios de las variables ambientales en diferentes hábitats.....	215
<b>Tabla 7.2.14.-</b> Valores medios de la biomasa de algas en diferentes hábitats.....	217
<b>Tabla 7.2.15.-</b> Valores medios de la abundancia de fauna en diferentes hábitats.....	219
<b>Tabla 7.2.16.-</b> Valores medios de la biomasa de fauna en diferentes hábitats.....	220
<b>Tabla 7.2.17.-</b> Resumen de los resultados del análisis BIO-ENV para el epibentos.....	221
<b>Tabla 7.2.18.-</b> Correlaciones entre las variables ambientales y las especies de fauna dominantes.....	223

---

<b>Tabla 7.2.19.-</b> Resultados del test de ANOVA de comparación de las medias de parámetros ecológicos de la comunidad epibentónica.....	224
<b>Tabla 7.2.20.-</b> Correlaciones entre variables ambientales y parámetros ecológicos del epibentos.....	228
<b>Tabla 7.2.21.-</b> Correlaciones entre las variables ambientales y biológicas.....	233
<b>Tabla 7.2.22.-</b> Clasificación de morfologías de rodolitos.....	234
<b>Tabla 7.2.23.-</b> Resumen de los análisis de ANOVA y S.N.K. para los parámetros morfométricos.....	236
<b>Tabla 7.2.24.-</b> Correlaciones entre variables ambientales y parámetros relacionados con la morfología y tamaño de los rodolitos.....	238
<b>Tabla 7.3.1.-</b> Resultados del análisis SIMPER de la contribución relativa de las principales especies nectobentónicas.....	243
<b>Tabla 7.3.2.-</b> Resultado del análisis de disimilitud entre estratos.....	244
<b>Tabla 7.3.3.-</b> Resultados obtenidos del análisis RELATE y BIO-ENV.....	245
<b>Tabla 7.3.4.-</b> Valores medios de los parámetros ecológicos de la comunidad nectobentónica.....	247
<b>Tabla 7.3.5.-</b> Modelos aditivos generalizados para la abundancia de cefalópodos, crustáceos y peces.....	250
<b>Tabla 7.3.6.-</b> Resultado de los modelos aditivos generalizados para la abundancia de las 8 especies seleccionadas.....	255
<b>Tabla 7.4.1.-</b> Porcentaje del tipo de sustrato dominante en los transectos de ROV.....	267
<b>Tabla 7.4.2.-</b> Índices de abundancia de los 8 transectos de ROV con sustrato homogéneo.....	268
<b>Tabla 7.4.3.-</b> Índices de abundancia de los 11 transectos de ROV con diferentes tipos de sustratos.....	269
<b>Tabla 8.2.1.-</b> Evolución de la flota de arrastre.....	312
<b>Tabla 8.2.2.-</b> Resumen de la actividad de los barcos de arrastre.....	320
<b>Tabla 8.2.3.-</b> Actividad de pesca por año, barco y estrato de profundidad.....	322
<b>Tabla 8.2.4.-</b> Distribución del número de días de pesca.....	326
<b>Tabla 9.1.1.-</b> Valores de los parámetros básicos del modelo trofodinámico.....	332
<b>Tabla 9.2.1.-</b> Estadísticos de cuantificación de flujos tróficos del sistema.....	335
<b>Tabla 9.2.2.-</b> Matriz de agregación de niveles tróficos.....	336
<b>Tabla 9.2.3.-</b> Eficiencias de transferencia de energía entre nivel trófico entero.....	337
<b>Tabla 9.2.4.-</b> Valores del índice de omnivoría de los grupos funcionales y del sistema.....	339
<b>Tabla 9.2.5.-</b> Resultados del índice de especies clave y del impacto relativo total.....	342
<b>Tabla 9.4.1.-</b> Producción primaria requerida para sostener la actividad pesquera teniendo en cuenta los productores primarios, el detrito y la producción primaria total.....	353
<b>Tabla 9.4.2.-</b> Principales índices ecológicos de modelos <i>Ecopath</i> publicados previamente.....	356
<b>Tabla 9.4.3.-</b> Grupos funcionales en los que aumenta la eficiencia ecotrófica por encima de 1.....	357
<b>Tabla 9.4.4.-</b> Producción primaria requerida para sostener la actividad pesquera teniendo en cuenta los productores primarios, el detrito y la producción primaria total.....	360
<b>Tabla 10.3.1.-</b> Lista de especies marinas de interés para su conservación en el canal de Menorca.....	368
<b>Tabla 10.3.2.-</b> Evaluación del estado de fragilidad de los hábitats del canal de Menorca en función de los riesgos potenciales detectados.....	373

## Índice de fotografías

<b>Fotografía 4.1.-</b> Buque oceanográfico MARVIVA MED .....	41
<b>Fotografía 4.2.-</b> Buque oceanográfico Francisco de Paula Navarro.....	43
<b>Fotografía 4.3.-</b> Buque oceanográfico Miguel Oliver. ....	45
<b>Fotografía 4.4.-</b> Enjambre de misidáceos nadando sobre el substrato. ....	66
<b>Fotografía 6.1.-</b> Fondo de coralígeno con <i>Paramuricea macroespinosa</i> .....	151
<b>Fotografía 6.2.-</b> Fondo de coralígeno sobre roca con <i>Paramuricea macrospina</i> .....	152
<b>Fotografía 6.3.-</b> Fondo de coralígeno sobre roca con <i>Anthias anthias</i> . ....	154
<b>Fotografía 6.4.-</b> Hábitat de detrítico costero sin cobertura algal.....	155
<b>Fotografía 6.5.-</b> Ejemplar de la ascidia <i>Phallusia mammillata</i> en un fondo de detrítico costero. ....	155
<b>Fotografía 6.6.-</b> Ejemplar de la ascidia <i>Synoicum blochmanni</i> en un fondo de detrítico costero. ....	156
<b>Fotografía 6.7.-</b> Ejemplar del equinodermo <i>Astropecten aranciacus</i> en un fondo de detrítico costero. ....	156
<b>Fotografia 6.8.-</b> Fondo de maërl/rodolitos con una elevada cobertura.....	158
<b>Fotografía 6.9.-</b> Ejemplar de la anémona <i>Cerianthus membranaceus</i> . ....	159
<b>Fotografía 6.10.-</b> Marcas de arrastre sobre fondo de maërl. ....	160
<b>Fotografía 6.11.-</b> Fondo de maërl cubierto por el alga roja blanda <i>Peyssonnelia spp.</i> .....	162
<b>Fotografía 6.12.-</b> Fondo de detrítico costero con rodolitos. ....	163
<b>Fotografía 6.13.-</b> Fondo de detrítico costero con <i>Osmundaria volubilis</i> . ....	165
<b>Fotografia 6.14.-</b> <i>Osmundaria volubilis</i> sobre fondo de rodolitos. ....	166
<b>Fotografía 6.15.-</b> <i>Laminaria rodriguezii</i> sobre detrítico costero. ....	167
<b>Fotografia 6.16.-</b> <i>Laminaria rodriguezii</i> sobre detrítico. ....	168
<b>Fotografia 6.17.-</b> Ejemplar de <i>Palinurus elephas</i> en un fondo de maërl y <i>Laminaria rodriguezii</i> . ....	169
<b>Fotografia 6.18.-</b> Alga parda <i>Halopteris filicina</i> ,.....	170
<b>Fotografia 7.1.-</b> <i>Nebalia bipes</i> . ....	176
<b>Fotografia 7.2.-</b> Detalle de la estrella <i>Echinaster sepositus</i> .....	202
<b>Fotografia 7.3.-</b> El erizo irregular <i>Spatangus purpureus</i> .....	211
<b>Fotografia 7.4.-</b> La ofiura <i>Ophiura texturata</i> . ....	222
<b>Fotografia 7.5.-</b> Captura realizada por una embarcación de pesca de arrastre (plataforma continental). ....	242
<b>Fotografia 7.6.-</b> Captura realizada por una embarcación de pesca de arrastre (talud continental). ....	246
<b>Fotografia 7.7.-</b> Captura realizada por una embarcación de pesca de arrastre (gamba roja). ....	249
<b>Fotografía 7.8.-</b> Pesca realizada por una embarcación de arrastre (peces).....	252
<b>Fotografia 7.9.-</b> Pesca realizada por una embarcación de arrastre (peces).....	253
<b>Fotografía 7.10.-</b> Pesca realizada por una embarcación de arrastre (rodolitos).....	254
<b>Fotografía 8.1.-</b> Típica embarcación artesanal de pesca.....	296
<b>Fotografía 8.2.-</b> Captura realizada por una embarcación de pesca artesanal.....	299
<b>Fotografía 8.3.-</b> Pescador artesanal desenmallando una langosta capturada en un trasmallo.....	305
<b>Fotografía 8.4.-</b> Captura realizada por una embarcación de arrastre en el talud superior. ....	308
<b>Fotografía 8.5.-</b> Puerta utilizada por una embarcación de pesca de arrastre.....	312
<b>Fotografía 8.6.-</b> Embarcación de arrastre navegando hacia puerto después de un día de pesca. ....	319
<b>Fotografía 8.7.-</b> Maniobra de arriado del arte de pesca en una embarcación de arrastre.....	325

# Resumen Ejecutivo

## Introducción

El ámbito de actuación del proyecto Life+ INDEMARES “Inventario y Designación de la Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español” abarca las aguas marítimas bajo jurisdicción española, incluyendo la plataforma continental, el mar territorial y la Zona Económica Exclusiva. Su principal objetivo es contribuir a la protección y uso sostenible de la biodiversidad en los mares españoles mediante la identificación de espacios de valor para la Red Natura 2000. El proyecto incluye 10 áreas marinas con una superficie aproximada de 2,5 millones de ha, de las cuales 7 están repartidas por la geografía marina peninsular (3 en la región atlántica y 4 en la región mediterránea), 1 en las islas Baleares en la región mediterránea y 2 en las Islas Canarias en la región macaronésica.

## Descripción del área de estudio

El área de estudio del presente informe se sitúa en el la plataforma continental del canal de Menorca entre 50 y 100 m de profundidad. Se encuentra entre las islas de Mallorca y Menorca y su plataforma se extiende a lo largo de 1274 km<sup>2</sup> con una amplitud mínima entre islas de 36 km. Se localiza dentro de la delimitación de aguas exteriores y únicamente las bahías de Pollença y Alcudia en Mallorca, y la zona costera de Menorca pertenecen a aguas interiores. La zona litoral hasta los 40 m de profundidad se encuentra parcialmente protegida por la declaración de tres LIC cuya demarcación se obtuvo a partir del proyecto Life Posidonia. En la zona del canal, existe una Reserva Marina situada en el litoral nordeste de Mallorca, con una zona bajo protección especial, donde está prohibida cualquier tipo de pesca marítima, extracción de flora y fauna, fondeo de embarcaciones y buceo. En el resto del canal, así como su área de influencia, se desarrollan actividades de pesca profesional y recreativa, reguladas por la normativa pesquera autonómica, estatal y europea.

## Marco jurídico del proyecto

El proyecto pretende contribuir a la aplicación de las Directivas Hábitats y Aves de la Unión Europea, centrándose en los hábitats y las especies que forman parte de los anexos de ambas directivas. Además, el proyecto pretende dar respuesta a otras Directivas, Convenios y Acuerdos Internacionales de los que España forma parte y a otras Normativas Estatales de reciente aplicación, como por ejemplo: la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina; el Reglamento (CE) nº1967/2006, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo; la Ley 42/2007, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad; la Ley 41/2010, de protección del medio marino; la Orden APA/254/2008, por la que se establece un plan integral de gestión para la conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo español; el Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas y el Convenio de Barcelona

## Estudios previos y fuentes de información

Existe información previa de la plataforma continental entre 50 y 100 metros del canal de Menorca. Esta información se ha generado a partir de diferentes proyectos y campañas desarrollados por el Instituto Español de Oceanografía durante los años 2001-2012 y del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente en los años 2007-2008. Los datos batimétricos utilizados para elaborar el modelo digital del terreno del canal de Menorca proceden de 8 campañas geofísicas y oceanográficas realizadas por la Secretaría General del Mar, el Instituto Español de Oceanografía y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. También existe información de la parte más somera del canal de Menorca entre 0 y 50 m de profundidad. En concreto en este informe se han utilizado las cartografías bionómicas realizadas en el proyecto LIFE Posidonia y las Ecocartografías del litoral.

## Metodologías de estudio

Se han desarrollado tres campañas de investigación oceanográfica: CANAL0209 en 2009, EQUIPAR0410 en 2010 y INDEMARES\_CANAL0811 en 2011. En estas campañas se han tomado datos hidrográficos con sonda multiparamétrica; datos acústicos registrados con ecosonda multihaz, sonda paramétrica TOPAS y sónar de barrido lateral; datos granulométricos, de materia orgánica y endofauna, obtenidos con dragas de sedimento; y otros datos biológicos obtenidos con trineo suprabentónico, patín epibentónico, muestrador GOC-73, trineo de fotografía-vídeo, cámara de exploración submarina y vehículo remoto operado desde superficie. El cartografiado de las comunidades bentónicas se ha realizado a partir de la interpretación espacial de diferente información, basada en técnicas acústicas, muestreos biológicos y observaciones directas con cámaras submarinas. Para el estudio de la actividad pesquera se han utilizado datos de distintas fuentes: ventas anuales efectuadas por la flota y registradas en las lonjas, información obtenida en proyectos realizados en el Centro Oceanográfico de Baleares, entrevistas realizadas a patrones de embarcaciones de pesca artesanal; registros de localización de la actividad de las embarcaciones de pesca de arrastre obtenidos a partir de los datos VMS (del inglés *Vessel Monitoring System*) y embarques a bordo de la flota comercial de arrastre.

## Oceanografía e hidrodinámica de la zona de Estudio

En la zona central del canal de Menorca se ha detectado la presencia de dos masas de aguas superficiales de origen atlántico que pueden ocupar los 150 primeros metros de la columna de agua. Ambas masas de agua pueden cruzar los canales y su mezcla da lugar a la aparición de frentes oceánicos al norte o al sur de las islas que pueden afectar a la circulación regional de toda la zona. Los perfiles verticales de temperatura registrados durante la campaña INDEMARES\_CANAL0811 muestran claramente la estratificación térmica típica del verano y los efectos de esta sobre las diferentes variables. Al norte y al sur de la zona del canal, los valores de temperatura, salinidad y oxígeno son más amplios. La distribución espacial de los datos muestra una capa de mezcla superficial en donde la temperatura y salinidad se mantienen casi homogéneas. Los valores de corrientes geostróficas asociados a los de la anomalía de geopotencial indican la presencia de una intrusión de aguas del sur en el canal, entrando por su parte SW y recirculando en el interior del canal con salida por el SE contorneando el sur de la isla de Menorca.

## Batimetría, geomorfología y sedimentología

La ruptura de la pendiente de la plataforma con el talud se encuentra a aproximadamente 120 m de profundidad hacia el SE del canal y a unos 175 m de profundidad en la vertiente NW. Este tránsito entre la plataforma y el talud es abrupto en la vertiente SE y más suave hacia el NW. Se han identificado diversos rasgos morfológicos que se han agrupado en: rasgos de origen erosivo (gullies, escarpes erosivos y dorsales de arena), rasgos tectónicos (escarpes tectónicos), rasgos biogénicos (montículos de coralígeno, crestas de coralígeno y barras relictas) y otros rasgos morfológicos (depresiones circulares). La interpretación de calidad de fondo se ha realizado fundamentalmente a partir del análisis de la respuesta acústica, pero teniendo en cuenta también su aspecto morfológico en el modelo digital del terreno y la información procedente de la sísmica de reflexión TOPAS disponible. Se han diferenciado cuatro tipos fundamentales de fondos: fondo rocoso, fondo sedimentario de reflectividad alta, sedimento de reflectividad media, y sedimento de baja reflectividad. En cuanto a la sedimentología, en general, los valores de abundancia de gravas son muy bajos en el centro del canal de Menorca y hacia la vertiente NW del mismo, mientras que son mayores en las zonas SW y NE, coincidiendo con extensos poblamientos de maël/rodolitos. La mayor abundancia de arena se encuentra en el centro del canal de Menorca, sobre la zona de menor batimetría. La mayor abundancia

de fango se encuentra hacia la vertiente NW del canal de Menorca, donde la abundancia relativa de las fracciones más gruesas es menor.

### **Descripción de la biodiversidad: inventario de especies y hábitats**

A partir de toda la información disponible en el canal de Menorca, obtenida en las diferentes campañas y proyectos previos y durante el proyecto INDEMARES, se han inventariado un total de 1329 especies en fondos de la plataforma y del talud. Se han identificado 137 especies de algas que pertenecen al Filum Rhodophyta (86 especies), la Clase Phaeophyta (32 especies) y Filum Chlorophyta (18 especies). Se han identificado 301 especies de crustáceos, 242 especies de peces y 227 especies de moluscos. Además se han identificado 126 especies de esponjas, 73 de ascidias, 55 de equinodermos, 49 de briozoos, 46 de cnidarios y 35 de anélidos.

Los hábitats presentes en la plataforma del canal de Menorca entre 50 y 100 m de profundidad pertenecen al denominado piso circalitoral, como son los fondos de coralígeno, fondos de maërl/rodolitos y fondos detriticos biogénicos. Además, estos hábitats coexisten con diversas biocenosis ligadas al detrítico costero con algas blandas (*Laminaria rodriguezii*, *Osmundaria volubilis*, *Phyllophora críspsa*, *Peyssonnelia* spp. y *Halopteris filicina*).

### **Comunidades endobentónicas**

Se han identificado 34 grupos taxonómicos de endofauna asociados a fondos de maërl y *Osmundaria*. Los grupos con una mayor contribución en la abundancia han sido poliquetos, anfípodos, nemátodos, isópodos, gasterópodos, poríferos y larvas de peces. Otros grupos frecuentes han sido: decápodos, ofiuras, tanaidáceos, ostrácodos, moluscos, cumáceos, copépodos harpacticoides y erizos. La composición taxonómica no ha variado entre los diferentes niveles de esfuerzo de pesca, pero sí entre tipos de hábitat y localidades. Los poliquetos, crustáceos y moluscos son los grupos más abundantes en la macrofauna de los fondos de maërl. En general existe una tendencia al aumento de la abundancia de endofauna en las localidades con mayor actividad de arrastre en algunos grupos como ofiuras, poliquetos, ofiuras y nemátodos, que son considerados grupos oportunistas tolerantes a cambios ambientales. En cambio isópodos, tanaidáceos, erizos y huevos de peces son menos abundantes en comparación con zonas sin actividad de arrastre. A nivel univariante, se han detectado diferencias significativas en la abundancia según el impacto de pesca en los siguientes grupos: poliquetos, ostrácodos, copépodos harpacticoides, nemátodos y ofiuras. Entre localidades también han existido diferencias significativas en poliquetos, nemátodos y ostrácodos. La macrofauna refleja perturbaciones debidas a los efectos inmediatos del efecto del arrastre sobre el sedimento o en los niveles de sedimentación y turbidez, que si son crónicos pueden tener graves consecuencias en el funcionamiento en los ecosistemas, ya que afecta a las cadenas tróficas.

### **Comunidades suprabentónicas**

La composición taxonómica de los poblamientos suprabentónicos se ha clasificado en diferentes categorías según su relación con el bentos: i) organismos típicamente suprabentónicos (5 grupos); ii) organismos pertenecientes al zooplancton (18 grupos); y iii) organismos propios del epibentos (9 grupos). La composición taxonómica del suprabentos está dominada por copépodos y otros grupos que, aunque se definen como planctónicos, como es el caso de las larvas de decápodos y larvas de peces, pueden estar formados por individuos en un estadio larvario que se encuentra más ligado al bentos. Aunque existe poca variabilidad espacial la composición taxonómica y la densidad en las muestras de detrítico costero sin cobertura algal es diferente al resto de hábitats. En general, se observa que la mayoría de grupos son más abundantes en los fondos de maërl, *Osmundaria* y *Peyssonnelia*, que estructuralmente son más complejos y presentan mayor variedad de microhábitats y recursos tróficos. Las diferencias se deben principalmente a la densidad de decápodos, quetognatos

y copépodos, que han sido inferiores en los fondos sin vegetación. Las variables ambientales analizadas que más afectan a la composición de las muestras han sido el porcentaje de fango, la posición geográfica, la velocidad de la corriente, biomasa y cobertura de algas blandas y la presión pesquera. Respecto a la posible influencia de la actividad de arrastre se ha evidenciado una relación negativa para el total de suprabentos permanente, los isópodos y el grupo Natantia. Este estudio muestra los primeros resultados referentes al suprabentos de fondos detríticos en Baleares, del que han surgido interesante trabajos que están actualmente en ejecución sobre el análisis mediante isótopos estables del papel trófico del misidáceo *Leptomysis fragilis* y un estudio de larvas y reclutamiento de especies de góbidos.

### Comunidades epibentónicas

De las 137 especies de algas identificadas, las pertenecientes al grupo de Corallinaceas *Spongites fruticulosus*, *Phymatholithum calcareum*, *Lithothamnium coralliooides* y *L. valens*, el alga parda *Laminaria rodriguezii* y el alga roja *Osmundaria volubilis* han sido las principales especies en términos de biomasa. En relación a la composición de fauna, se han identificado 643 especies. En todas las muestras dominan los poliquetos *Ditrupa eritrina* y *Hyalinoecia tubicola* y los decápodos *Inachus dorsettensis*, *I. thoracicus*, *Galathera intermedia* y *Pagurus prideaux*. Algunas especies que se distribuyen ampliamente y de forma abundante no están presentes en maërl, como el poliqueto *Ditrupa arietina*, la ofiura *Ophiocomina nigra* y *Ophiura texturata*, y algunos decápodos del género *Liocarcinus*. Otras especies presentan una mayor correlación con la biomasa de rodolitos, como la estrella de mar *Echinaster sepositus*, la ascidia *Aplidium nordmani* y el decápodo *Inachus thoracicus*, que es más abundante en fondos con rodolitos/maërl. Los valores de riqueza de especies y grupos funcionales más elevados coinciden con áreas de elevada cobertura algal, tanto de maërl/rodolitos como fondos de *Osmundaria volubilis* y fondos de *Peyssonnelia*). La biomasa y cobertura de rodolitos, la profundidad, la longitud, la velocidad de corriente, el porcentaje de fango y el esfuerzo de pesca son los factores más importantes que determinan la composición específica y funcional de las comunidades epibentónicas. El análisis morfométrico de los rodolitos mostró que en los fondos del canal de Menorca existen diferentes morfologías y que la distribución de tamaños (diámetro) cambió con el grado de presión pesquera. En áreas no afectadas por el arrastre se alcanzaron diámetros máximos de 210 mm de la especie *Spongites fruticulosa*. Si consideramos que rodolitos de plataforma de profundidad de 30 cm pueden tener 800 años de edad, se deduce la vulnerabilidad de este tipo de fondos, cuya regeneración es prácticamente imposible a una escala de tiempo humana..

### Comunidades nectobentónicas

Se han inventariado un total de 246 especies nectobentónicas (112 actinopterigios, 28 elasmobranquios, 1 holocéfalo, 24cefalópodos, 78 crustáceos decápodos, 1 crustáceo del orden Lophogastrida, 1 crustáceo del orden Stomatopoda y 1 crustáceo del orden Scalpelliformes). La profundidad ha sido el principal factor que ha determinado la estructura y composición específica de la comunidad diferenciando los 4 estratos batimétricos establecidos entre 50-100<sup>1</sup> m, 100-200<sup>2</sup> m, 200-500<sup>3</sup> m y 500-800<sup>4</sup> m. Las principales especies que caracterizan cada estrato son: 1) *Scyliorhinus canicula*, *Serranus cabrilla*, *Octopus vulgaris*, *Mullus surmuletus*, *Chelidonichthys lastoviza*, *Trachinus draco* y *Dardanus arrosor*; 2) *Merluccius merluccius*, *Serranus hepatus*, *Lepidotrigla cavillone*, *Chelidonichthys cuculus* y *Alloteuthis media*; 3) *Gadiculus argenteus*, *Coelorinchus caelorhincus*, *Sepiella oweniana*, *Micromesistius poutassou* y *Phycis blennoides*; y 4) *Aristeus antennatus*, *Phycis blennoides*, *Nezumia aequalis*, *Plesionika martia*, *Pasiphaea multidentata* y *Galeus melastomus*. Se han analizado los factores que influyen en la composición y variabilidad de estas comunidades siendo la profundidad, la latitud-longitud y la presión pesquera, las variables que mejor determinan la

composición de la comunidad nectobentónica con algunas diferencias dependiendo del rango bátimétrico, el grupo taxonómico a las especies analizadas.

## La actividad pesquera

### Pesca artesanal o de artes menores

En el canal operan las flotas artesanales de cinco cofradías: Cala Rajada, Alcudia y Pollença en Mallorca, y Ciutadella y Maó en Menorca, con un total de 92 embarcaciones en abril del 2012. La flota de la modalidad de artes menores representa el 85% del total de la flota profesional que opera en el canal de Menorca. Se han identificado 16 *métiers* que emplean diferentes tipos de artes y aparejos: redes de enmallé o trasmallos para capturar sepia, langosta, y diversas especies de peces, además de aparejos de anzuelo para espáridos y serránidos, y también otros artes y aparejos como el jonquillero, la lampuguera y la potera. La actividad se caracteriza por una marcada estacionalidad en la utilización de diversos artes dirigidos a la pesca de distintas especies objetivo. La evolución temporal de las capturas muestra una tendencia estable con un ligero aumento en los últimos años debido principalmente al incremento de las descargas de la flota de Alcudia desde 2007. Por el contrario, la evolución del esfuerzo pesquero ha sufrido un ligero descenso durante la última década. Las pesquerías artesanales que en determinadas circunstancias pueden afectar negativamente los ecosistemas bentónicos vulnerables del canal de Menorca son las de trasmallo de langosta y las de palangre de fondo. Las zonas donde se produce una mayor actividad de estas pesquerías son áreas que se corresponden con afloramientos rocosos y fondos de coralígeno, cascajo y maërl.

### Pesca de arrastre

El número de embarcaciones de pesca de arrastre que actualmente faenan en la zona es de 22: 4 embarcaciones de los puertos de Santanyí, Cala Rajada, Ciutadella y Alcudia, 3 del puerto de Maó y 1 embarcación de los puertos de Pollença, Portocolom y Sóller. En cada uno de los puertos se siguen diferentes estrategias de pesca en función de las especies objetivo de la flota: *gerret*, *pop* y *morralla* en la plataforma superficial; *moll vermell*, *lluç* y *moralla* en la plataforma profunda; y *maire*, *escamerlá* y gamba roja en el talud superior. Las capturas totales han seguido tendencias diferentes en función de las estrategias de pesca y del puerto. En todos los puertos el esfuerzo pesquero ha permanecido relativamente constante o mostrado una tendencia descendente. Las embarcaciones de los puertos de Cala Rajada, Alcudia, Portocolom y Ciutadella son las que presentan una mayor actividad en el canal de Menorca. Sin tener en cuenta las embarcaciones de los dos puertos más alejados (Santanyí y Sóller), que pescan puntualmente en el canal de Menorca, los valores medios de la actividad han oscilado entre 66 y 211 días de pesca al año. Excepto las embarcaciones de los puertos de Cala Rajada, Portocolom y Santanyí, que presentan una actividad de pesca importante en la plataforma (50-100 m), el resto de embarcaciones de los otros puertos realizan un mayor esfuerzo de pesca en los estratos del talud (200-500 m y 500-800 m). Un análisis más detallado de la distribución espacial del esfuerzo de pesca de las embarcaciones que faenan en la plataforma superior permite observar que la mayor actividad pesquera se concentra en el norte del Cabo de Formentor, zona central del canal de Menorca, noroeste de Menorca, costa oeste de Menorca y zona SW del canal. La intensidad de pesca ha aumentado en los últimos dos años, concretamente en áreas de la plataforma continental donde existen hábitats de interés comunitario como los fondos de maërl/rodolitos y formaciones de coralígeno.

## Modelización trofodinámica del ecosistema

El modelo *Ecopath* se ha aplicado para todo el mar balear y no sólo para el canal de Menorca. Las eficiencias ecotróficas son en general elevadas, indicando que una proporción alta de los grupos funcionales son depredados dentro del sistema o exportados fuera de él en forma de capturas. Las mayores biomassas se concentran en los niveles tróficos mas bajos, mientras que los grupos

funcionales con nivel trófico mayor de 4.5 representan tan solo el 1.2% de la biomasa total del sistema. Aunque algunos estadísticos del modelo parecen indicar que el mar Balear es un sistema que todavía no ha alcanzado un nivel de madurez, sino que se encuentra todavía en desarrollo, en términos de la estructura de la comunidad y de homeostasis general del sistema se puede afirmar que se trata de un ecosistema maduro y complejo. La producción primaria requerida (%PPR) para sostener la pesquería del sistema balear varía entre el 22.06% y el 26.7%. Aunque el rendimiento bruto es relativamente bajo (0.0013), los valores de %PPR contrastan con los obtenidos en el sistema catalán a finales de los 2000 siendo el valor de %PPR del 7.92. El nivel trófico de la captura es sensiblemente más bajo que en otros ecosistemas del Mediterráneo y se corresponde con grupos funcionales que se alimentan directamente de los productores primarios y/o detritos. Por el contrario, el nivel trófico de las especies objetivo de la pesca de arrastre están muy por encima del valor medio de la captura. Esto se explica por la gran cantidad de descartes que se producen en el mar Balear, especialmente en la plataforma, donde se descartan grandes biomassas de macroalgas (productores primarios) y de invertebrados bentónicos (consumidores primarios en su mayor parte).

Se ha realizado un ejercicio de modelado para saber cual sería el estado en el que quedaría el sistema en el caso que se cerrara a la pesca el canal de Menorca. De los 1713 km<sup>2</sup> de plataforma superior (entre 50-100 m de profundidad) explotados en las Baleares, al hacer una zona de exclusión pesquera en el canal, se estarían eliminando un total de 655 km<sup>2</sup>. Esto provocaría un aumento presión pesquera ya que el mismo número de barcos pasarían a en 1058 km<sup>2</sup>. Se ha calculado que sería necesario reducir la presión pesquera en un 20% para el caso de la pesca de arrastre y en un 10% en el caso de la flota artesanal. Esta disminución supondría aumento del nivel trófico de la captura debido a una reducción de los descartes que se producen en la plataforma, que por norma general tienen un nivel trófico menor. Esto también implicaría una reducción de la %PPR.

## Hábitats y especies de interés para su conservación

El canal presenta un estado de conservación excelente con una amplia distribución de hábitats y especies de interés para su conservación. Los principales hábitats presentes en la plataforma (fondos de coralígeno, fondos de maërl/rodolitos y fondos detritícos biogénicos asociados a *Laminaria rodriguezii*, *Osmundaria volubilis*, *Phyllophora crispa*, *Peyssonnelia* spp. y *Halopteris filicina*) son fondos de elevada biomasa y diversidad. También se consideran hábitats esenciales, ya que actúan como áreas de reclutamiento y puesta de especies comerciales nectobentónicas. Las especies de interés se han definido como aquellas que presentan alguna figura de protección a nivel europeo, nacional o regional, teniendo en cuenta diferentes normativas en materia de conservación. La lista de especies de interés para su conservación surge de la información recopilada en el marco del proyecto INDEMARES, campañas realizadas, campañas y proyectos existente y otras fuentes de información publicada relacionadas con la zona de estudio. A partir de este trabajo de inventariado se han identificado 58 especies con alguna figura de protección. El listado incluye 9 especies de aves y 9 mamíferos, 8 moluscos, 7 algas, 6 crustáceos, 6 peces, 4 poríferos, 3 equinodermos, 3 reptiles, 2 cnidarios y 1 fanerógama.

## Criterios para la designación del área marina protegida

Se han considerado como criterios para la designación del área a proteger la existencia de hábitats de interés comunitario de acuerdo a la Directiva Hábitats y el Convenio de Barcelona; los hábitats vulnerables y sensibles a las pesquerías; las especies de interés comunitario, protegidas y/o vulnerables; diversos criterios ecológicos que incluyen la diversidad de especies y comunidades, conectividad y dependencia entre sistemas ecológicos, representatividad, sensibilidad, evaluación del

estado de fragilidad de las especies y las comunidades, naturalidad y potencial de restauración. En base a estos criterios se ha realizado una valoración espacial de la zona de estudio.

A partir de la información obtenida respecto a la biocenosis y especies de interés se han considerado los siguientes elementos clave para la conservación: hábitats y biocenosis de interés comunitario (coralígeno, mäerl y detrítico costero con rodolitos); hábitats de elevada representatividad y biodiversidad en la zona de estudio (detrítico costero con *Osmundaria volubilis* y detrítico costero con *Peyssonnelia* spp.); y especies de interés comunitario, protegidas y/o vulnerables. La valoración espacial de las zonas de máxima vulnerabilidad se ha basado en los siguientes aspectos: presencia de elementos clave de conservación (hábitats y especies); valoración del estado de conservación de los hábitats y de las especies de interés; y valoración de la presión pesquera.

Prácticamente toda la plataforma superficial comprendida entre 50 y 100 m de profundidad presenta elementos clave para su conservación ya sea por presencia de hábitats de mäerl, rodolitos o coralígeno, o por especies de especial interés para su conservación. Desde el punto de vista de la presión pesquera se han localizado varias zonas de mayor vulnerabilidad: zona norte del Cabo de Formentor, diferentes franjas frente a la costa de Menorca, la zona central del canal y la zona frente a la costa de Cala Rajada.

## **Recomendaciones para la gestión y la zonificación del LIC**

En este apartado se realizan una serie de consideraciones generales que pueden ser de utilidad para elaborar las directrices de gestión del Lugar de Interés Comunitario (LIC) en el canal de Menorca:

1. La plataforma del canal de Menorca presenta un muy buen estado de conservación, con una amplia distribución de hábitats y especies de interés para su conservación en toda la zona.
2. Los principales hábitats presentes en la plataforma (fondos de coralígeno, fondos de mäerl/rodolitos y fondos detríticos biogénicos asociados a *Laminaria rodriguezii*, *Osmundaria volubilis*, *Phyllophora crispa*, *Peyssonnelia* spp. y *Halopteris filicina*) se consideran hábitats esenciales por su elevada biomasa y biodiversidad, y porqué actúan como áreas de reclutamiento y puesta de especies comerciales nectobentónicas.
3. Se han identificado 58 especies con alguna figura de protección, incluyendo 9 especies de aves, 9 mamíferos, 8 moluscos, 7 algas, 6 crustáceos, 6 peces, 4 poríferos, 3 equinodermos, 3 reptiles, 2 cnidarios y 1 fanerógama.
4. Se ha observado una actividad relevante de la pesca de arrastre sobre los fondos de mäerl/rodolitos de la plataforma del Canal de Menorca, que además ha experimentado un incremento significativo entre los años 2009 y 2012, provocando la existencia de un claro conflicto de intereses entre conservación y explotación.
5. En el estudio se tratan los posibles impactos de actividades antropogénicas en el medio, citándose la alta sensibilidad de los fondos de mäerl/rodolitos a la erosión mecánica producida por actividades como la pesca de arrastre. Si bien aún se encuentran zonas de la plataforma donde dichos hábitats presentan coberturas muy altas y una buena conservación, también se han detectado variaciones en la composición y forma de las especies que componen dichos hábitats que podrían tener su origen en la actividad de pesca de arrastre citada.
6. Las diferentes modalidades de pesca artesanal también tienen una importante presencia en la plataforma. El palangre de fondo y el trasmallo de langosta pueden afectar negativamente los ecosistemas bentónicos vulnerables ya que se realizan principalmente en afloramientos rocosos con presencia de coralígeno y fondos de mäerl/rodolitos.

7. La pesca recreativa es una actividad de ocio muy importante en las Islas Baleares con un elevado número de practicantes. En este informe no se ha evaluado el impacto de esta actividad sobre los hábitats y especies de interés para su conservación. Especialmente sería interesante evaluar el posible impacto de esta actividad sobre las especies estructurantes de los fondos de coralígeno.

8. De acuerdo con la legislación vigente, se recomienda establecer un plan de seguimiento científico para evaluar la evolución de los elementos claves de conservación del LIC.

# 1. Introducción

## 1.1. Introducción general

España cuenta con más de un millón de km<sup>2</sup> de aguas jurisdiccionales (mar territorial, zona económica exclusiva y plataforma continental) y su costa bañada por el Océano Atlántico y los mares Cantábrico y Mediterráneo, cuenta aproximadamente con 7880 km de longitud, una de las más amplias de la UE. Las zonas marinas españolas se incluyen respectivamente en la región biogeográfica atlántica, en la región biogeográfica macaronésica alrededor del archipiélago de las Islas Canarias, y la correspondiente al mar Mediterráneo en la región biogeográfica mediterránea.

El ámbito de actuación del proyecto Life+ INDEMARES abarca las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción española, incluyendo el mar territorial (12 millas náuticas desde la línea de costa) y según cada caso la Zona Económica Exclusiva (ZEE), así como la plataforma continental. Por el momento, la ZEE española solo está establecida en el Atlántico y en el área noroccidental del mar Mediterráneo que coincide con la antigua zona de protección pesquera del Mediterráneo. La ZEE del Atlántico tiene una anchura de 200 millas náuticas desde las líneas de base rectas o, en su defecto, la línea de bajamar escorada, mientras que la del Mediterráneo abarca de 12 a 49 millas náuticas, desde Girona hasta Almería. En los estrechos o zonas limítrofes con otros países, el ámbito lo marca la línea de medianía entre los respectivos países.

El proyecto LIFE+ INDEMARES partió de una propuesta de lugares concretos de actuación, 10 amplias zonas de estudio en las regiones Atlántica, Mediterránea y Macaronésica, acordadas por los beneficiarios del proyecto. Dichas áreas se seleccionaron para el proyecto al formar parte de una propuesta de inventariación de la biodiversidad marina del Ministerio de Medio Ambiente (2004) y de una propuesta de Red Representativa de Áreas Marinas Protegidas en España que WWF/Adena realizó en los años 2005 y 2006, gracias al apoyo económico de la Fundación MAVA ([www.mava-foundation.org](http://www.mava-foundation.org)), con el asesoramiento de una amplia representación de científicos de los principales institutos de investigaciones marinas, Universidades y ONG españolas (documentos disponibles en [www.indemares.es](http://www.indemares.es)).

Los criterios utilizados en la selección de estas áreas se basaron en los siguientes aspectos:

- representación biogeográfica de las áreas propuestas,
- presencia de estructuras submarinas de interés para su conservación y estudio,
- presencia de especies o hábitats amenazados,
- presencia de áreas naturales bien conservadas.

Como resultado preliminar de este trabajo previo, se identificaron 49 áreas marinas a lo largo del litoral peninsular español, las Islas Baleares y las Islas Canarias, con una extensión de aproximadamente 6 millones de Ha. De estas se seleccionaron 10 en el marco del actual proyecto LIFE+ INDEMARES, que suponen una superficie aproximada de unos 2,5 millones de ha, de las cuales 7 están repartidas por la geografía marina peninsular (3 en la región atlántica y 4 en la región mediterránea), 1 en las islas Baleares en la región mediterránea y 2 en las Islas Canarias en la región macaronésica. Estas zonas han sido consideradas suficientemente representativas y de interés prioritario a la hora de realizar los trabajos de inventariación y representan una primera propuesta de actuación, pudiéndose ampliar y/o modificar en función de la investigación realizada en las medidas preparatorias y de los medios técnicos y económicos disponibles a través del proyecto, teniendo también en cuenta los plazos de actuación.



Figura 1.1.1.- Situación geográfica de la 10 áreas marinas seleccionadas en el proyecto LIFE+ INDEMARES.

La diversidad biológica asociada al medio marino y litoral de España es muy relevante debido tanto a factores oceanográficos como a su compleja historia paleobiogeográfica. Las aguas marinas atlánticas y mediterráneas que bañan el litoral español presentan diferencias considerables, tanto en lo oceanográfico como en la morfología de los márgenes continentales y fondos, por lo que se diferencian diversas regiones y áreas con características propias. Toda esta diversidad geográfica, oceanográfica y biogeográfica determina una enorme variedad de ecosistemas marinos, lo que conlleva que España sea uno de los países europeos con mayor diversidad biológica marina.

En el caso concreto del Mediterráneo, su diversidad marina ha recibido una mínima atención en comparación a su homólogo terrestre, a pesar de la gran importancia cultural y económica que el mar ha teniendo siempre en los países mediterráneos. El Mediterráneo, debido probablemente a la estrechez y poca profundidad en su comunicación con el Atlántico, a su extensión y orientación este-oeste y a su propia historia geológica, constituye un punto caliente de la diversidad de especies marinas (Bianchi y Morri, 2000; Boudouresque, 2004). A pesar de su reducido tamaño, solo ocupa el 1% de la superficie marina global, engloba aproximadamente el 10% de la fauna marina mundial. Lel conocimiento actual de la elevada diversidad del Mediterráneo hay que atribuirlo, en parte, a la larga tradición de estudio que se remonta a tiempos de Aristóteles (384-322 a. C.) y Plinio (23 a. C.-79 d. C.) que no se ha dado en otra áreas del mundo.

El último censo global realizado en el Mediterráneo estima que la diversidad de especie marinas asciende a 17.000, aunque seguramente esta estima está incompleta ya que todavía faltan especies por descubrir, la diversidad de microorganismos está subestimada y las zonas más profundas y algunas partes del Sur y del Este están poco estudiadas (Coll et al., 2010). Otra característica importante de la diversidad del Mediterráneo es el elevado número de endemismos que disminuye en función de la profundidad, con un número relativamente más bajo por debajo de los 500 m (Fredj y Laubier, 1985), y que varía de un grupo taxonómico a otro. Por ejemplo, el porcentaje de endemismos

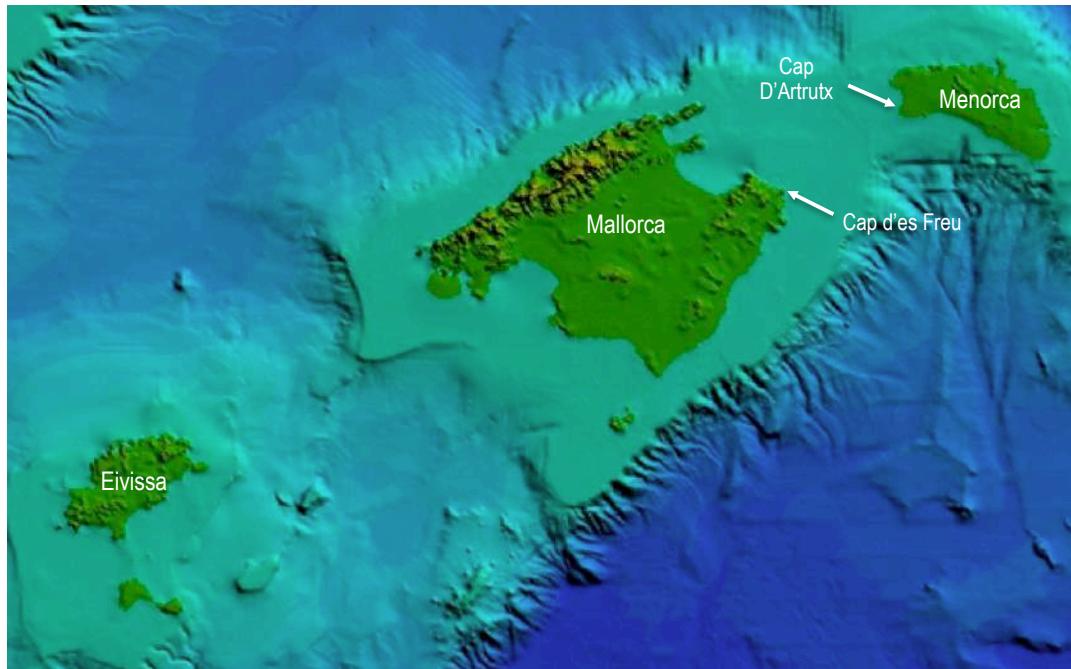
es de alrededor del 45% de esponjas y ascidias, el 24% de equinodermos, 20% de algas, el 18% de peces y crustáceos decápodos y el 16% de moluscos (modificado de Boudouresque, 2004).

Otra característica importante del Mediterráneo es la gran diversidad de hábitats que presenta destacando las praderas de *Posidonia oceanica*, humedales, sistemas dunares, lagunas costeras y estuarios; incluidos todos ellos en la Directiva Hábitats, algunos incluso como hábitats prioritarios. Otros hábitats importantes por sus características estructurales y funcionales son: biocenosis de coralígeno y corales de aguas profundas (principalmente formados por *Lophelia pertusa* y *Madrepora oculata*), fondos de Maërl, surgencias frías, montañas y cañones submarinas; y campos de *Leptometra phalangium*, *Funiculina quadrangularis* o *Isidella elongata*, entre otros.

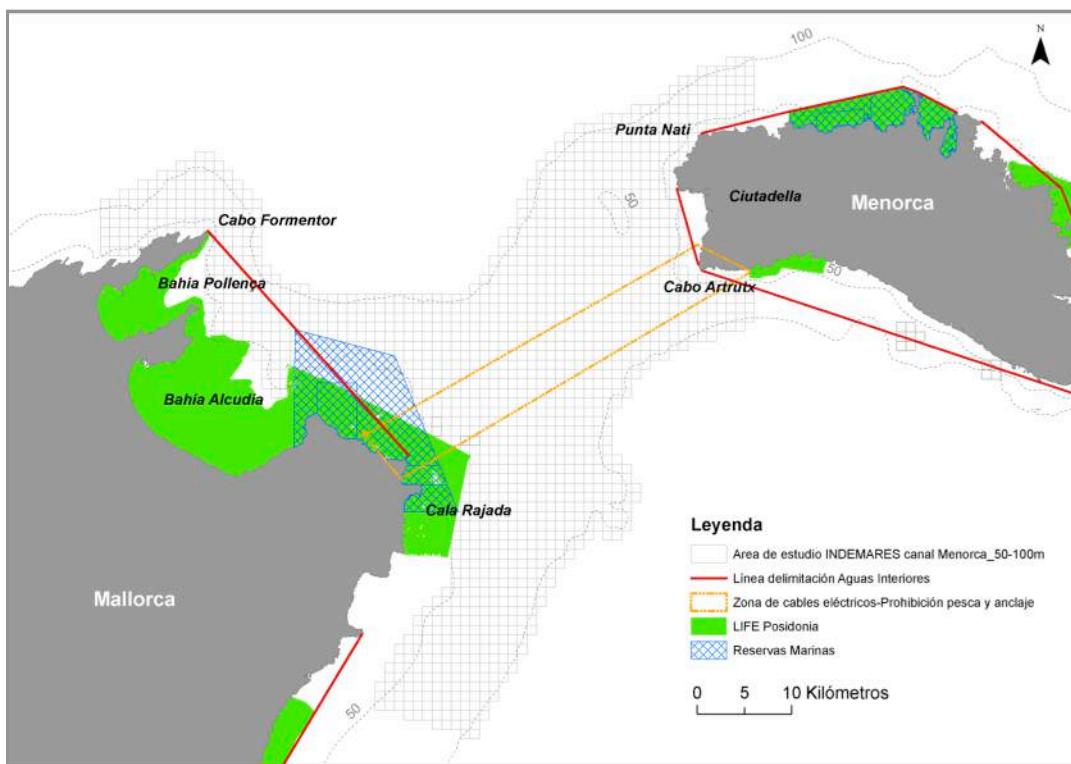
## 1.2. Descripción del área de estudio

El área de estudio objetivo de este estudio se sitúa en el la plataforma continental del canal de Menorca entre 50 y 100 m de profundidad. El canal de Menorca se encuentra en la región del archipiélago Balear, entre las islas de Mallorca y Menorca, y representa un umbral batimétrico entre estas dos islas, caracterizado por tener un fondo relativamente regular y sometido a un régimen hidrodinámico intenso. Esta zona presenta una plataforma de relativa poca profundidad (entre los 50 y 100 metros de profundidad), con una pendiente suave, estando limitada al norte y al sur por taludes pronunciados (Figura 1.2.1). Los fondos de esta plataforma están formados por material sedimentario biogénico calcáreo, constituido principalmente por arena y gravas. Las corrientes predominantes (NO y SE) generan acumulaciones diferenciadas de este material, dando lugar a fondos sedimentarios dinámicos, con morfologías características como son los megaripples y las dunas (Balson y Collins, 2007). La plataforma del canal de Menorca se extiende a lo largo de 1274 km<sup>2</sup>, representando alrededor del 19% de la plataforma de Mallorca y Menorca. Su amplitud mínima es de 36 km (desde Cap d'es Freu en Cala Rajada hasta Cap d'Artrutx en Ciutadella), y es donde la plataforma continental balear alcanza su máxima anchura, con un mínimo de 28 km en dirección NW-SE (Figura 1.2.1).

El canal de Menorca se localiza prácticamente en su totalidad dentro de la delimitación de aguas exteriores y únicamente las bahías de Pollença y Alcudia en Mallorca, y la zona costera de Menorca pertenecen a aguas interiores (Figura 1.2.2). La zona litoral hasta los 40 m de profundidad se encuentra parcialmente protegida por la declaración de tres LIC cuya demarcación se obtuvo a partir del proyecto Life Posidonia. Estos LIC se localizan en las Bahías de Alcúdia y Pollença (ES5310005) y la costa de Artà (ES0000227) en la isla de Mallorca; y en el sur de la isla de Menorca (ES5310036). En la zona del canal, existe una Reserva Marina situada en el litoral nordeste de Mallorca, que abarca 59 km<sup>2</sup> (aproximadamente el 5% del área de la plataforma del canal de Menorca), con 19 km<sup>2</sup> bajo protección especial, donde está prohibida cualquier tipo de pesca marítima, extracción de flora y fauna, fondeo de embarcaciones y buceo. En el resto de la reserva se permite la pesca profesional con artes menores, con limitaciones relativas a los artes y aparejos, y la pesca recreativa en determinados días de la semana. El arrastre, cerco, palangre de superficie, marisqueo y la pesca de coral están prohibidos, además de las competiciones de pesca deportiva. La pesca de arrastre y el fondeo de embarcaciones también está prohibido en la zona de cables eléctricos submarinos que une las islas de Mallorca y Menorca. En el resto del canal, así como su área de influencia, se desarrollan actividades de pesca profesional y recreativa, reguladas por la normativa pesquera autonómica, estatal y europea. Los estudios previos y los realizados en el contexto del proyecto INDEMARES han identificado una amplia distribución de biocenosis propias del detritico costero y de comunidades del coralígeno, con elevado valor ecológico y diversidad de especies (Ballesteros, 1992, 1994, 2006; Ordines y Massutí, 2009; Barberá et al., 2012).



**Figura 1.2.1.-** Localización del canal de Menorca ubicado en el promontorio balear entre las islas de Mallorca y Menorca.



**Figura 1.2.2.-** Localización del la zona de estudio situada en la plataforma continental entre 50 y 100 metros de profundidad en el canal de Menorca indicando la delimitación de aguas interiores, la zona de cables eléctricos que unen ambas islas, la situación de la Reserva Marina del Levante de Mallorca y los LIC del proyecto LIFE Posidonia.

## 2. Marco jurídico del proyecto

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

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

### 2.1. Directivas y reglamentos comunitarios

La Directiva Hábitats 92/43/EEC, relativa a la conservación de los hábitats y de las especies de flora y fauna silvestres, establece la obligación de designar espacios para garantizar o restablecer en un estado de conservación favorable los hábitats y las especies en su área de distribución natural, que constituyen la Red Natura 2000. Los Anexos I y II de la Directiva recogen los tipos de hábitats y las especies cuya conservación requiere la designación de Zonas Especiales de Conservación (ZEC). Algunos casos se definen como tipos de hábitats o de especies “prioritarios” (en peligro de desaparición). El anexo III establece los criterios de selección de los lugares que pueden clasificarse como lugares de importancia comunitaria y designarse zonas especiales de conservación. Los Anexos IV y V enumeran respectivamente las especies animales y vegetales que requieren una protección estricta y aquellas cuya recogida y explotación pueden ser objeto de medidas de gestión. Su objetivo principal es la conservación de la biodiversidad, materializado a través de la creación de una red de Lugares de Interés Comunitario (LIC) hasta su transformación en ZEC. La Directiva Aves 2009/147/EC, relativa a la conservación de las aves silvestres, establece igualmente la obligación de designar los espacios más adecuados en superficie y número para la conservación de las especies de aves de interés comunitario y de las especies migratorias, designados como Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Por lo tanto, el conjunto de LIC, ZEC y ZEPA constituyen la Red Natura 2000, una red ecológica de áreas de conservación de la biodiversidad en la Unión Europea.

Asimismo la Directiva Hábitats plantea en diversos artículos los mecanismos de acción, vigilancia y seguimiento de los objetivos de conservación, y en particular, para impedir el deterioro de los hábitats y las alteraciones que repercutan en las especies que hayan motivado la designación de estas áreas. Los Estados Miembros deberán velar para que la realización de planes, programas y proyectos fuera de los espacios LIC, ZEC o ZEPA que puedan tener afecciones sobre los mismos sean sometidos a evaluación y, en su caso, se apliquen medidas compensatorias para revertir los posibles efectos negativos. También plantea la conservación de corredores ecológicos y la gestión de los elementos o zonas que resulten esenciales para la migración, el intercambio de individuos y de genes entre poblaciones de flora y fauna silvestres.

La Directiva 2008/56/CE, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva Marco sobre la Estrategia Marina), establece que los Estados Miembros deben adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un buen estado medioambiental del medio marino, a más tardar en el año 2020. Para esto, cada Estado miembro debe elaborar una estrategia marina para cada región o subregión marina (o subdivisión menor que cada estado pueda determinar). De acuerdo con esta directiva, los programas de medidas establecidos con arreglo al artículo 13 de la misma incluirán medidas de protección espacial, que contribuyan a la constitución de redes coherentes y representativas de zonas marinas protegidas y que cubran adecuadamente la diversidad de los ecosistemas que las componen. Esto se aplicaría tanto a las áreas designadas ZEC y ZEPA como a las zonas marinas protegidas que han sido acordadas por la Comunidad o los Estados miembros interesados, en el marco de los acuerdos internacionales o regionales de que sean Partes, como por ejemplo las ZEPIM, designadas en virtud del Convenio de Barcelona (ver apartado 2.3).

El Reglamento (CE) nº1967/2006, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo (por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 2847/93 y se deroga el Reglamento (CE) nº 1626/94), surge a partir de diferente legislación pesquera y de conservación, así como de dictámenes científicos. Este reglamento establece las normas sobre protección de especies y hábitats de interés de la Directiva Hábitats. Además tiene en cuenta los principales elementos del Plan de acción comunitario para la conservación y la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo en el marco de la política pesquera común (COM 2002 535 final). Prohíbe la pesca sobre hábitats formados por *Posidonia oceanica* u otras fanerógamas marinas, en hábitats de coralígeno y de mantos de rodolitos, así como la captura de las especies marinas del anexo IV de la Directiva Hábitats. Esta prohibición se aplica a todos los parajes de Natura 2000 (ZEC y ZEPA) y todas las ZEPIM, designadas en virtud del Convenio de Barcelona. También insta a los estados miembros a obtener la información científica necesaria para identificar y describir estos fondos, al establecimiento de zonas protegidas de pesca e informar sobre las medidas de gestión.

## 2.2. Normativa estatal

La Ley 42/2007, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (PNyBD, BOE 299 14/12/2007) sustituye a la antigua Ley 4/89 de Conservación de los Espacios Naturales y la Flora y Fauna Silvestres y sus sucesivas reformas. Propuesta por el Ministerio de Medio Ambiente, asume los principios fundamentales del Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica e incorpora las dos directivas europeas fundamentales para la conservación de la naturaleza, Directivas Aves y Hábitats. En concreto, los Anexos I-VII de la ley PNyBD incorporan los anexos de ambas directivas. Además, el Título II de la ley, recoge la catalogación y conservación de hábitats y espacios del patrimonio natural. También establece la obligación de designar espacios para garantizar o restablecer en un estado de conservación favorable los hábitats y especies en su área de distribución natural y que la obligación se extiende a las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, incluidas la Zona Económica Exclusiva y la plataforma continental, y que la lista inicial será propuesta por las Comunidades Autónomas (CCAA) y sometida a información pública.

Por último señalar que este Título también establece el régimen especial para la protección de los espacios naturales, con la incorporación específica de las Áreas Marinas Protegidas, y la creación de la Red de Áreas Marinas Protegidas, en línea con las directrices de la Unión Europea. Según esta Ley, tienen consideración de áreas protegidas por instrumentos internacionales todos aquellos espacios naturales formalmente designados de conformidad con lo dispuesto en los Convenios y Acuerdos internacionales de los que sea parte España, en particular: los Humedales de Importancia

Internacional del Convenio de Ramsar; los sitios naturales de la Lista del Patrimonio Mundial de la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural; las áreas protegidas del Convenio OSPAR; las Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM) del Convenio de Barcelona; los Geoparques; las Reservas de la Biosfera en el marco del Programa MaB y las Reservas biogenéticas del Consejo de Europa. Además, la Ley insta a la realización de un Catálogo Nacional de Hábitats en Peligro, Especies de Protección Especial y un mayor conocimiento de estos, así como el desarrollo de un Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, siguiendo las pautas del Convenio de Biodiversidad de Río y de la legislación europea.

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

La Orden APA/254/2008, por la que se establece un plan integral de gestión para la conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo español, prohíbe la pesca con redes de arrastre, dragas y redes de cerco sobre los hábitats protegidos de lechos de *Posidonia oceanica* u otras fanerógamas marinas, en los fondos coralígenos y de maërl. Además, prohíbe la pesca de arrastre de fondo a profundidades superiores a 1000 metros en todas las aguas exteriores del litoral mediterráneo español.

## 2.3. Convenios internacionales

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

El “Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación”, conocido como el Convenio de Barcelona, se adopta en 1976. Este convenio establece el marco jurídico del Plan de Acción para la Protección y el Desarrollo de la Cuenca del Mediterráneo (1975), que representa el primer acuerdo regional bajo los auspicios del Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente (PNUMA). En la conferencia de Barcelona de 1995 se enmienda el Convenio y pasa a denominarse

“Convenio para la protección del medio marino y la región costera del Mediterráneo”. En la actualidad son 22 las partes contratantes del Convenio de Barcelona, integrando solamente 7 países de la Unión Europea (España, Francia, Chipre, Grecia, Italia, Malta y Eslovenia) más la Comisión Europea, que también es firmante. De los siete protocolos que constituyen el Convenio cabe destacar dos. En el contexto del Convenio de Barcelona se instituye el protocolo sobre áreas protegidas (1982), que en 1995 se convierte en el “Protocolo sobre Zonas Especialmente Protegidas y Diversidad Biológica en el Mediterráneo” (Protocolo ZEPIM), que establece que las partes deberán tomar las medidas necesarias para proteger, conservar y manejar de una manera sostenible y ecológicamente racional áreas con valor natural o cultural particular, mediante el establecimiento de Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM); y proteger, preservar y ordenar las especies amenazadas o en peligro de la flora y fauna. Este protocolo fue aprobado en 1995 y entró en vigor en 1999. Por otra parte, el “Protocolo relativo a la Gestión Integrada de las Zonas Costeras del Mediterráneo” (Protocolo GIZC), establece que las Partes, reconociendo la necesidad de proteger las zonas marinas que albergan hábitats y especies de alto valor de conservación, independientemente de su calificación como áreas protegidas, adoptarán las medidas necesarias para garantizar su protección y conservación, a través de legislación, planificación y gestión de las zonas marinas y costeras, en particular de aquellas que albergan hábitats y especies de alto valor de conservación. Este protocolo fue aprobado en 2008 y entró en vigor en 2011.

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

### 3. Estudios previos y fuentes de información

Existe información previa, de diversa índole (pesca, hábitats, oceanografía, etc.) de la plataforma continental entre 50 y 100 metros del canal de Menorca, que es el área de estudio objeto de este informe. Esta información se ha generado a partir de diferentes proyectos y campañas desarrollados por el Instituto Español de Oceanografía durante los años 2001-2010 y del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente (Tabla 3.1).

**Tabla 3.1.- Resumen de los estudios previos y fuentes de información existentes en el canal de Menorca.**

Años	Campaña/Proyecto	Objetivos
2001-2006	Proyecto LIFE POSIDONIA	Cartografía bionómica y medidas de conservación para las praderas de Posidonia en las zonas LIC de las Islas Baleares.
2001-2010	Campañas BALAR, MEDITIS	Evaluación de recursos demersales (nectobentónicos). Información sobre distribución de especies y diversidad biológica.
2001-2010	Proyecto TUNIBAL	Estudio de la ecología larvaria de túnidos en aguas de las Baleares, una de las principales zonas de puesta para el atún rojo del Atlántico.
2007-2008	Campañas CALMEN	Estudio biológico y geológico del canal de Menorca.
2008-2013	ECOCARTOGRAFÍAS	Ecocartografía de las islas de Menorca, Ibiza y Formentera. Integrado en los Estudios Ecocartográficos del Litoral, trabajos de ingeniería marítima y ecología del medio marino del litoral español, con sus resultados estructurados en un GIS y bases de datos asociadas.
2009	Proyecto CANAL	Caracterización del ecosistema demersal y betónico del canal de Menorca y su explotación pesquera.

#### 3.1. Proyecto LIFE POSIDONIA

La información de la parte más somera del canal de Menorca entre 0 y 50 m de profundidad se ha obtenido de dos fuentes de información: i) el proyecto LIFE Posidonia (<http://lifeposidonia.caib.es/user/home.htm>), cuyo objetivo principal era la protección de la praderas de *Posidonia oceánica* de la Islas Baleares mediante la declaración de los LIC marinos en esta Comunidad Autónoma; ii) las Ecocartografías (ver apartado 3.5). Esta información se ha utilizado básicamente para completar el formulario normalizado de datos de la Red Natura 2000.

En el marco del proyecto LIFE POSIDONIA (00/NAT/E/7303) se realizó una cartografía de los fondos en las zonas LIC de las Islas Baleares que también ha servido como información complementaria en el presente informe (Fig. 3.1.1). El proyecto de protección de las praderas de Posidonia en Baleares se desarrolló durante los años 2001-2006 por la Conselleria de Medio Ambiente del Govern Balear. Nació en respuesta a la necesidad de adoptar medidas de

conservación y garantizar la viabilidad y la riqueza biológica del hábitat en aguas de las Islas Baleares. Entre los objetivos estaba proteger una importante representación del hábitat de *Posidonia oceanica* evitando las principales amenazas (sobreexplotación, uso público incontrolado, colonización por parte de especies exóticas, etc.), garantizar la conservación de las especies del anexo II de la Directiva Hábitat y de las especies prioritarias de la Directiva Aves, y adquirir y difundir nuevos conocimientos sobre su hábitat, ecología y su influencia en la dinámica litoral. En base a los buenos resultados obtenidos con las medidas reguladoras de fondeos en el Parque Nacional Marítimo Terrestre de Cabrera, Portocolom y Cala d'Or, este proyecto propuso, entre otras acciones, la instalación de unos 1.125 puntos de amarre y la gestión de zonas de fondeo.



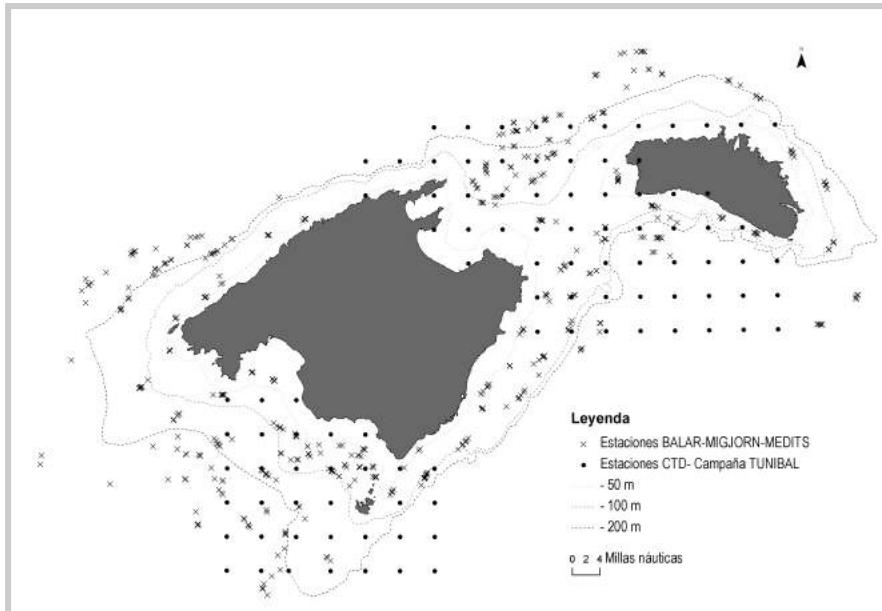
**Figura 3.1.1.-** Mapa de localización de la cartografía de *Posidonia oceanica* realizada en las zonas LIC de las Islas Baleares en el contexto del proyecto LIFE POSIDONIA.

## 3.2. Campañas BALAR y MEDITS

Las campañas BALAR y MEDITS se enmarcan en el proyecto de recolección de datos pesqueros (*Data Collection Framework for the Common Fisheries Policy*) que se lleva a cabo simultáneamente en diversos países de la Unión Europea. Están dirigidas a evaluar la evolución de la comunidad nectobentónica o demersal (especies que viven ligadas al bentos pero realizan desplazamientos importantes). Los datos utilizados para el estudio de las comunidades nectobentónicas del canal de Menorca se han obtenido a partir de las campañas de evaluación de recursos demersales de la serie BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2012) llevadas a cabo por el IEO en aguas de las Islas Baleares (GSA-05) (Figura 3.2.1). En la tabla 3.2.1 se muestran la fecha, el número de muestras, el rango de profundidad, número de especies demersales y biomasa de captura obtenidas para los grupos faunísticos de cefalópodos, crustáceos e ictiofauna obtenidos en la zona del canal de Menorca en cada una de las campañas. En este informe se utiliza el término de peces para referirse a la ictiofauna que incluye los actinopterigios y elasmobranquios.

**Tabla 3.2.1.-** Número de muestras, rango de profundidad, fecha, número total de especies neotibentónicas y biomasa de captura por grupo taxonómico obtenidos por cada una de las campañas de prospección de la serie BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2012) en el canal de Menorca.

Campaña-año	Nº muestras	Fecha	Profundidad (m)	Nº total especies	Cefalópodos (Tn)	Crustáceos (Tn)	Peces (Tn)
BALAR-01	17	10-19 abril	70-697	118	866,51	348,06	8.857,04
BALAR-02	22	11-22 mayo	54-654	152	3.335,05	950,34	26.724,09
BALAR-03	20	28 junio-08 julio	55-661	126	1.290,45	598,74	17.601,93
BALAR-04	24	07-16 mayo	54-662	124	1.035,98	510,76	17.311,23
BALAR-05	23	24 junio-03 julio 07	54-664	146	3.312,10	391,81	16.256,66
BALAR-06	25	11-20 junio	50-666	141	6.916,07	582,08	45.620,93
MEDITS-07	17	20-26 junio	57-695	161	2.356,86	382,74	28.752,38
MEDITS-08	17	11-17 junio	57-699	140	3.441,87	447,75	18.903,46
MEDITS-09	17	13-19 mayo	57-705	141	2.230,96	221,21	48.346,70
MEDITS-10	17	16-22 junio	56-698	141	6.410,63	374,53	21.341,96
MEDITS-11	17	10-16 junio	57-707	147	6.596,25	381,68	18.318,36
MEDITS-12	17	01-07 junio	56-713	141	3.261,10	429,11	18.497,01



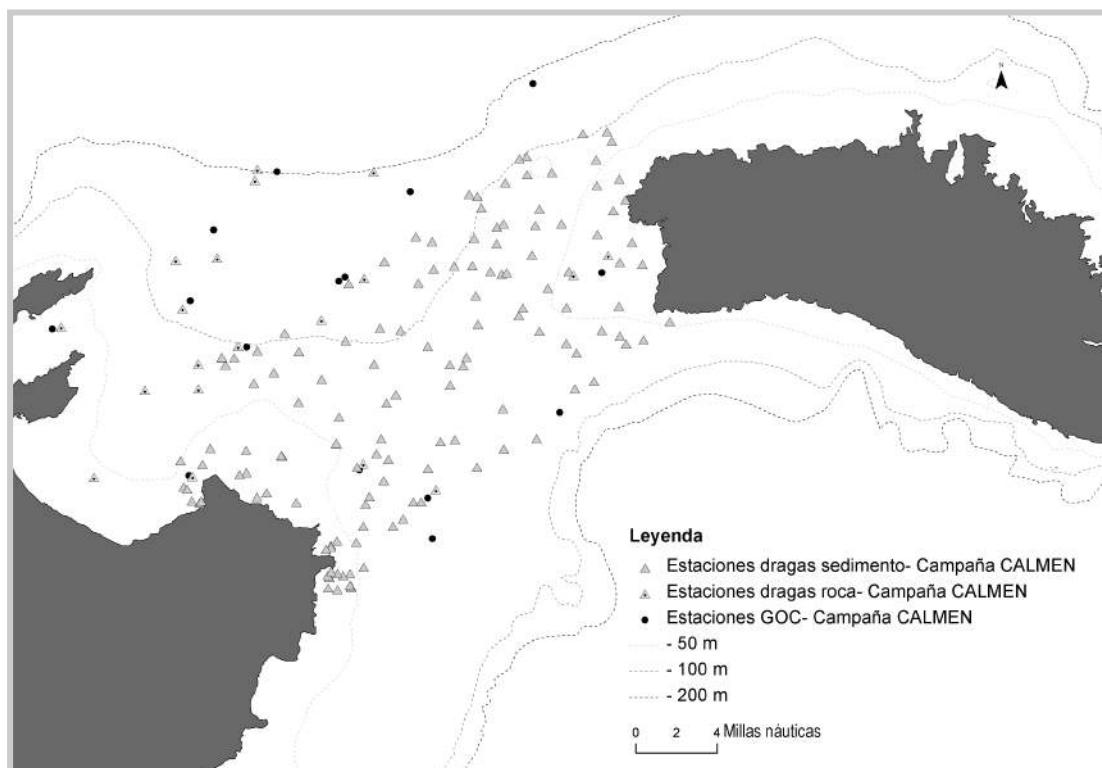
**Figura 3.2.1.-** Localización de las estaciones de muestreo de las campañas BALAR y MEDITS (2001-2012) realizadas con el arte de arrastre GOC y de las estaciones de muestreo de la columna de agua mediante CTD de las campañas TUNIBAL.

### 3.3. Campañas TUNIBAL

Las campañas TUNIBAL se desarrollan desde 2001 en el entorno de las Islas Baleares (Figura 3.1.1). Están dirigidas al estudio de las larvas de atún rojo y han servido para caracterizar el escenario ambiental que requiere esta especie para favorecer la supervivencia en fases larvarias. En el proyecto INDEMARES, los datos oceanográficos recopilados se han utilizado para la caracterización de la columna de agua y las corrientes en la zona del canal de Menorca. Para ello se seleccionaron aquellas estaciones situadas en la zona del canal de Menorca. Los datos de estas estaciones sirvieron para el mapeado de la temperatura potencial encontrada a la máxima profundidad muestreada y realizar un estudio del movimiento de las masas de agua.

### 3.4. Campañas CALMEN 07 y CALMEN 08

Estas campañas se engloban en el proyecto de Zonas Marinas de Protección Pesquera establecido por la Secretaría General del Mar del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente (MAGRAMA). Se llevaron a cabo por el Equipo Multidisciplinar de Cartografiado Marino de la empresa TRAGSATEC en los meses de Julio del los años 2007 y 2008 a bordo del B/O Emma Bardán (29 m de eslora, 7.5 m de manga, 2.6 m de calado y 200 GT de desplazamiento) propiedad del MAGRAMA. Se llevaron a cabo estudios biológicos y geológicos del área de estudio. Como resultado se realizó un levantamiento sistemático de batimetría multihaz, completado con la recolección de muestras de sedimento (dragas box-corer) y biológicas (arrastre con GOC y dragas de roca) (Figura 3.3.1). Los resultados del estudio de multihaz y sedimentos han servido de base para la caracterización geomorfológica del fondo de la plataforma del canal de Menorca, cuya información ha sido completada en campañas desarrolladas en INDEMARES. El proceso de elaboración de esta cartografía se explica con más detalle en el apartado 4.3.



**Figura 3.3.1.-** Localización de las estaciones de muestreo de las campañas CALMEN, realizadas por la Secretaría General del Mar empleando artes de arrastre (GOC), dragas de roca y dragas box-corer para sedimento.

### 3.5. Ecocartografías

Las Ecocartografías del litoral (<http://www.ecocartografias.com>) comprenden una serie de estudios de ingeniería marítima y ecología del medio marino, con sus resultados perfectamente estructurados en un GIS y bases de datos asociadas que incluyen información batimétrica y de la morfología del fondo, así como estudios de sedimentos y estudios biológicos entre otros. Son propiedad de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar, perteneciente al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Estos trabajos se vienen realizando desde 1999 a través de la empresa de consultoría ambiental y de estudios medioambientales especializada en puertos y costas HIDTMA S.L. y un grupo experto en ingeniería y construcción INTECSA-INARSA. El objetivo es tener un profundo conocimiento del medio marino y del litoral de la costa española. Dicha información se está utilizando, por ejemplo, en la redacción de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa español, en las Estrategias para la Protección de la Costa en zonas con problemas de erosión y las Estrategias Marinas. En el año 2008 se realizó el estudio de Ecocartografía de las islas de Menorca, Ibiza y Formentera, que dispone de una cartografía bionómica que se ha utilizado como información complementaria en el proyecto INDEMARES.

### 3.6. Proyecto CANAL

El proyecto CANAL “Estudio integral del canal de Menorca y su explotación pesquera”, se desarrolló mediante convenio de colaboración entre el IEO y la *Conselleria d’Agricultura i Pesca del Govern de les Illes Balears*. El principal objetivo de este proyecto fue determinar los valores medioambientales del canal de Menorca y establecer las bases científicas para la declaración del canal de Menorca como área marina protegida. Los objetivos de este proyecto fueron: (i) realizar una cartografía de sus hábitats marinos de interés comunitario; (ii) inventariar su biodiversidad; (iii) estimar la distribución de la actividad pesquera y (iv) elaborar una propuesta de elementos clave para la conservación y zonas vulnerables del canal de Menorca. Se llevó a cabo una campaña oceanográfica desarrollada en colaboración entre el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y la Fundación MarViva (ver apartado 4.1 para mayor información), campaña CANAL0209, cuyos resultados han servido de base para el proyecto INDEMARES.

## 4. Metodologías y equipamientos de estudio

### 4.1. Campañas Oceanográficas: recursos, objetivos y diseño muestral

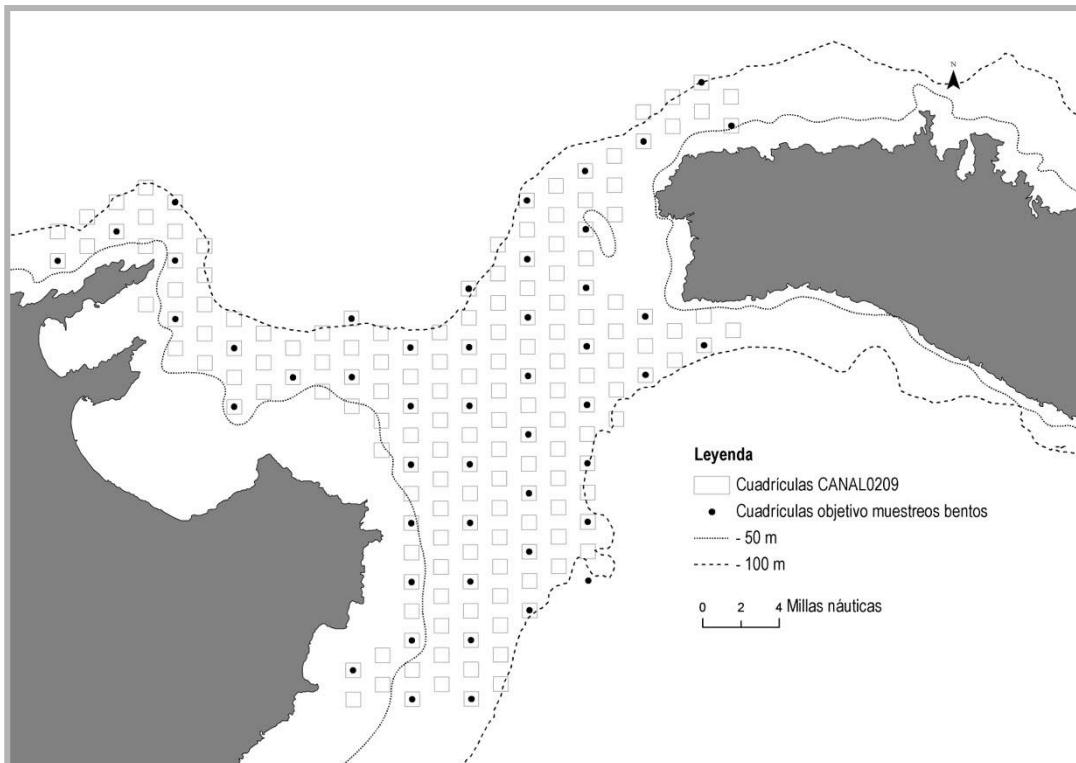
En el marco del proyecto INDEMARES se han desarrollado tres campañas de investigación oceanográfica. La primera campaña **CANAL0209** se realizó del 26 de febrero al 18 de marzo de 2009 gracias a la colaboración entre el Instituto Español de Oceanografía (IEO), la *Conselleria de Agricultura i Pesca de Govern de les Illes Balears* y la Fundación MarViva, organización privada que promueve la protección y el establecimiento de Áreas Marinas Protegidas (AMPs) en zonas oceánicas y costeras, y que era propietaria del B/O MarVivaMed (43.5 m de eslora, 9.4 m de manga, 4.1 m de calado y 546 GT de desplazamiento), que sirvió de soporte para el desarrollo de la campaña. En esta campaña participó un equipo multidisciplinar compuesto por 16 científicos especialistas en diferentes campos de la geología, biología y ecología marina, pertenecientes al IEO, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidad de Girona, Universidad de Alcalá de Henares y las empresas TRAGSA, Tecmarin 1990 S.L. y Praesentis S.L. Los objetivos de esta campaña fueron:

- Completar el cartografiado geológico-geofísico con sonar de barrido lateral.
- Realizar la bionomía bentónica de los fondos de plataforma en la zona de estudio.
- Realizar su inventario faunístico, lo más detallado posible, y determinar la biodiversidad bentónica.
- Identificar y localizar sus principales hábitats de interés.
- Caracterizar sus condiciones hidrodinámicas.

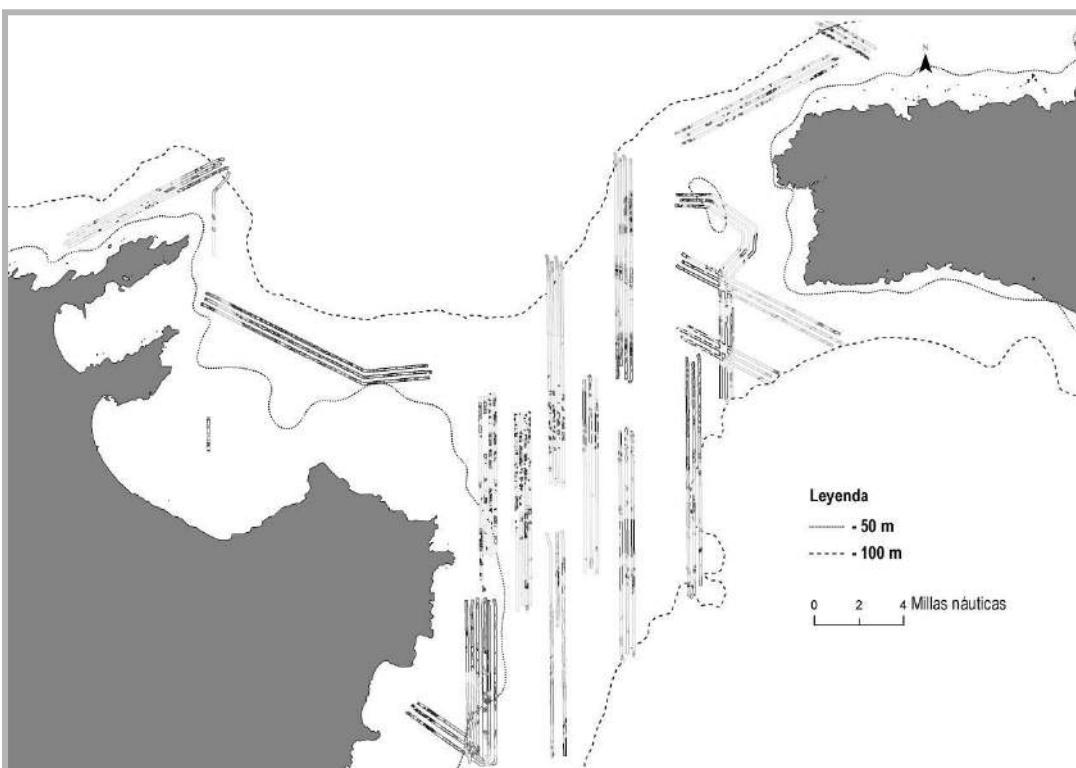


**Fotografía 4.1.-** Buque oceanográfico MARVIVA MED utilizado en la campaña CANAL0209 gracias a la colaboración de la Fundación MarViva.

En esta campaña se diseñó un muestreo sistemático que es uno de los más adecuados para el cartografiado de comunidades. Para ello se dividió la plataforma del canal de Menorca en cuadrículas, de  $1 \times 1$  millas náuticas de superficie, dispuestas a lo largo de radiales, entre 50 y 100 m de profundidad (Figura 4.1.1). Para conseguir un muestreo intensivo, se cubrió uno de cada dos radiales mediante sonar de barrido lateral (Figura 4.1.2) y en cada radial seleccionada, se realizaron muestreos de sedimentos y bentos cada dos cuadrículas (cuadrículas marcadas con punto negro en la Figura 4.1.1). Esta intensidad de muestreo espacial se completó con la obtención de información visual (ROV y cámara IPSE) en el resto de las cuadrículas y algunos perfiles de CTD a lo largo del canal.



**Figura 4.1.1.-** Diseño del muestreo sistemático por cuadrículas realizado en la campaña CANAL0209 para la realización de la cartografía de las comunidades bentónicas.



**Figura 4.1.2.-** Área muestreada mediante sonar de barrido lateral durante la campaña CANAL0209.

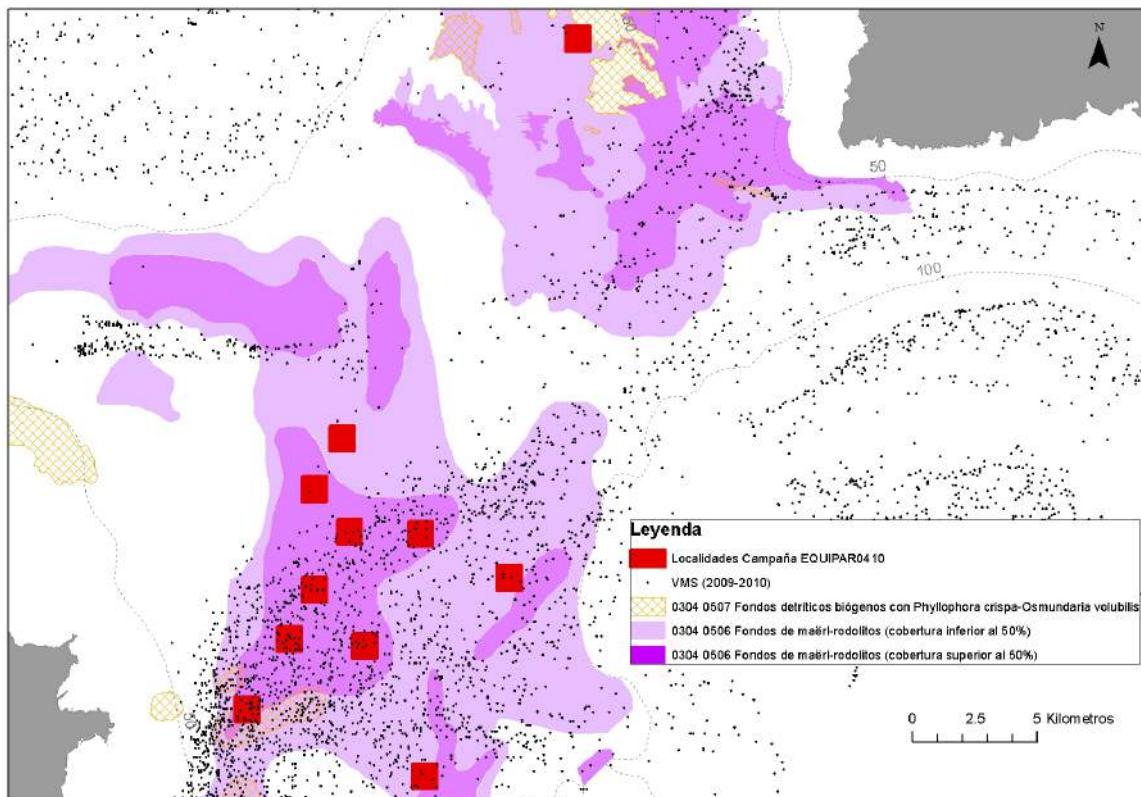
La segunda campaña **EQUIPAR0410** se realizó del 18 al 27 de marzo de 2010 gracias a la Acción Especial “Adquisición de equipamiento tecnológico para el estudio de los hábitats sensibles de la plataforma de las Islas Baleares” (EQUIPAR) financiada por la *Direcció General d'Investigació, Desenvolupament Tecnològic i Innovació del Govern de les Illes Balears*. La campaña se realizó a bordo del B/O Francisco de Paula Navarro (30.5 m de eslora, 7.4 m de manga, 4.2 m de calado y 178 GT de desplazamiento) propiedad del IEO. En esta campaña participaron 7 investigadores, 6 del IEO y 1 de la *School of Ocean Sciences (University of Bangor)*. La importancia ecológica de los hábitats presentes en el canal de Menorca, el interés para su conservación, y la necesidad de innovar en las metodologías a aplicar en los estudios dirigidos a este tipo de comunidades, marcaron los objetivos de la campaña EQUIPAR, que fueron principalmente:

- Puesta a punto de los equipos obtenidos mediante la Acción Especial EQUIPAR para el estudio de los hábitats bentónicos vulnerables y esenciales de la plataforma continental y talud de las Islas Baleares.
- Analizar el impacto de la pesca de arrastre sobre los fondos de maërl y su fauna asociada.



**Fotografía 4.2.-** Buque oceanográfico Francisco de Paula Navarro propiedad del Instituto Español de Oceanografía utilizado en la campaña EQUIPAR0410.

Se seleccionaron 10 localidades situadas todas ellas en fondos de maërl, sometidos a diferente intensidad de pesca de arrastre (Figura 4.1.3). En cada localidad se realizaron 2 muestreos con trineo fotográfico (cada uno de 20 minutos de duración, lo que equivale a ~308 m), 3 dragas en dos sitios de cada localidad (3×2 réplicas en cada localidad; para determinación de fauna y granulometría), y 3 patines epibentónicos (de 5 minutos de duración cada uno, lo que equivale a ~230 m).



**Figura 4.1.3.-** Distribución de las 10 localidades seleccionadas para el muestreo de los fondos de maërl, indicando el esfuerzo pesquero (número de veces que se ha arrastrado por año por km<sup>2</sup>) en cada localidad.

La tercera campaña **INDEMARES\_CANAL0811** se realizó del 22 de agosto al 14 de septiembre del 2011 a bordo del B/O Miguel Oliver (70 m de eslora, 14.4 m de manga, 5.5 m de calado y 2495 GT de desplazamiento) propiedad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente. El personal científico participante fueron 26 personas pertenecientes al IEO, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidad de las Islas Baleares, Universidad de Girona, Universidad de Santiago de Compostela, Universidad Complutense de Madrid; las empresas ROV NEMO y TRAGSA y la Direcció General d'Universitats, Recerca i Transferència del Coneixement del Govern de les Illes Balears. El personal se organizó en tres turnos coincidiendo con las tres fases de la campaña: i) del 23/08 al 27/08, 12 personas; ii) del 28/08 al 01/09, 16 personas; iii) del 2/09 al 14/09, 21 personas. Los objetivos de esta campaña fueron:

- Completar la cartografía y bionomía bentónica del área de estudio, centrándose en la parte del coralígeno y fondos duros de la plataforma continental entre 50 y 100 m.
- Completar el listado de diversidad biológica en hábitats de los que existe poca información, como el coralígeno y fondos de detritico costero con *Osmundaria volubilis*.
- Determinar la diversidad funcional del canal de Menorca.
- Valoración del estado de conservación de áreas con diferente grado de impacto de pesca y complejidad estructural del canal de Menorca (arena, fondos de maërl y fondos de *O. volubilis*).
- Realización de planos topográficos y geológicos de detalle de las zonas de interés del canal.
- Completar el modelado de la hidrodinámica del canal.

La toma de muestras y datos se realizó durante las 24 horas del día y se organizó en tres fases:

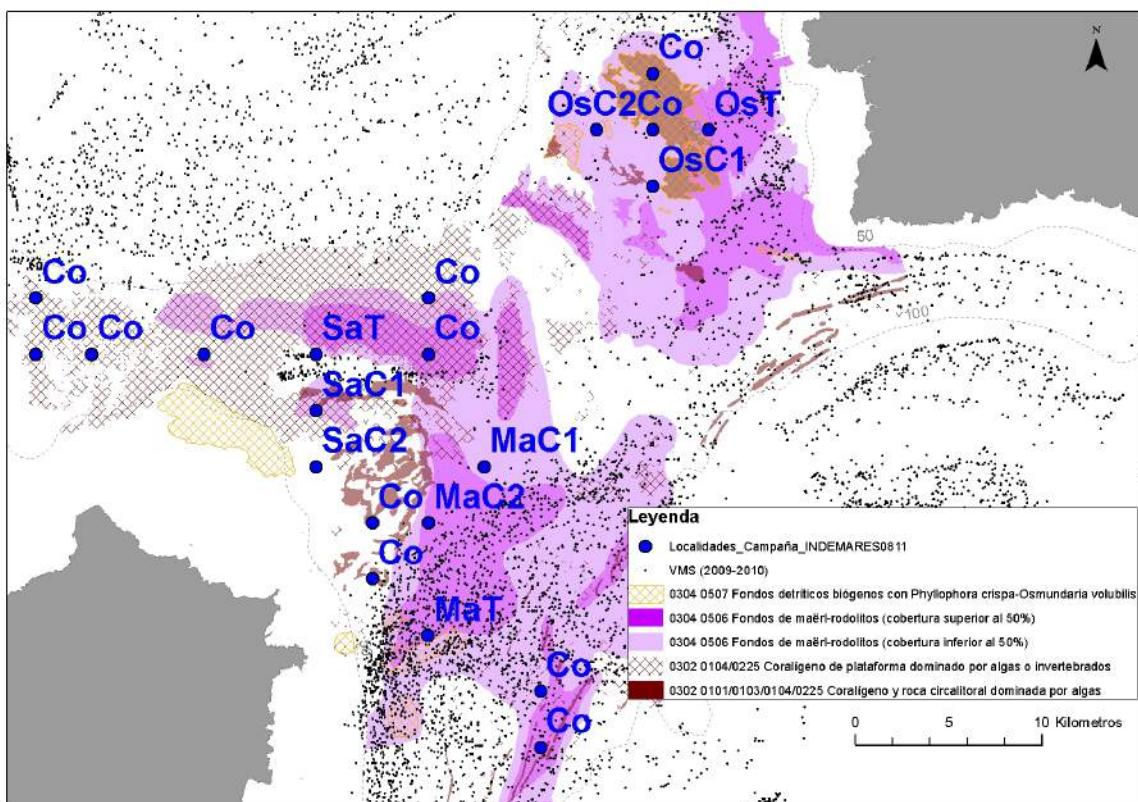
- Primera fase del 23/08 al 27/08:
  - De 8h:00 a 20h:00 Muestreo intensivo con ROV
  - De 20h:00 a 23h:00 Muestreo con Dragas
  - De 23h:00 a 08h:00 Muestreo geológico con sistema topas y multihaz
- Segunda fase del 28/08 al 30/08:
  - Días 28 y 29: Muestro de 24h con CTD
  - Días 30: Muestreo con ADCP
- Tercera fase del 31/08 al 14/09:
  - De 8h:00 a 20h:00 Muestreo y datos biológicos (Beam trawl, Dragas, Trineos).
  - De 20h:00 a 23h:00 Muestreo con Dragas
  - De 23h:00 a 08h:00 Muestreo geológico con sistema topas y multihaz



**Fotografía 4.3.-** Buque oceanográfico Miguel Oliver propiedad del MAGRAMA utilizado en la campaña INDEMARES\_CANAL0811.

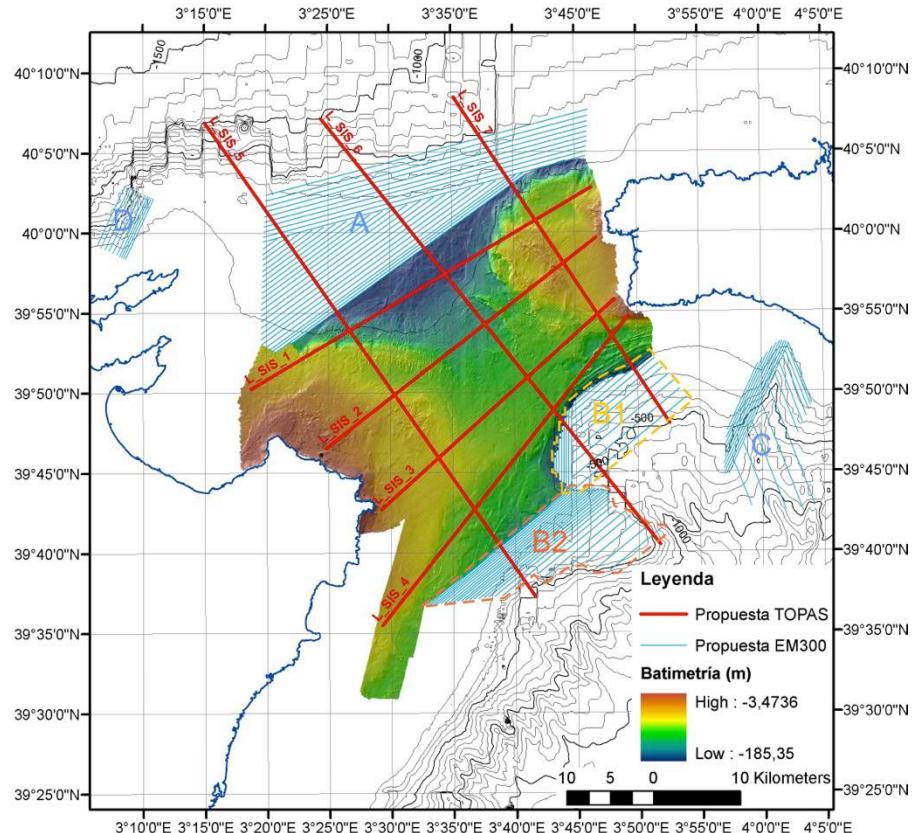
Para completar la información sobre las principales biocenosis presentes en el canal, se llevó a cabo un muestreo jerárquico y multi-escalar, centrándose en cuatro hábitats: fondos de maërl, detrítico costero sin cobertura algal, lechos de *Osmundaria* (Os) y coralígeno (Co) (Figura 4.1.4). Para cada hábitat se seleccionaron 3 localidades (cuadrículas de 3x3 km), separadas varios kilómetros, una con intensa actividad de pesca de arrastre (T) y dos sin actividad de arrastre (C). En cada localidad se muestearon tres sitios al azar distantes aproximadamente 100 metros, donde se realizó tanto muestreo visual mediante trineo de fotografía y vídeo y ROV, del sedimento (dragas) y flora y fauna (patín epibentónico y trineo de suprabentos). El hábitat de coralígeno se muestreó únicamente con el ROV, realizando 1 transepto de longitud definida en cada localidad. En los hábitats de fondos blandos (maërl, arena y *Osmundaria*), por localidad y sitio, se realizaron 2 transectos con el trineo de fotografía y vídeo, 2 dragas, 2 arrastres con patín epibentónico y 2 con trineo supra-bentónico. En estos hábitats también se realizarán muestreos con ROV. También se realizó un muestreo complementario, siguiendo el mismo esquema del diseño experimental, (2 transectos con el trineo con vídeo-cámara, 2 dragas, 2 arrastres con patín epibentónico y 2 con trineo supra-bentónico) en fondos de *Peyssonellia spp.*, situado en el sur de Menorca, frente al cañón de Son Bou, dónde se sabe de la existencia de este

hábitat de particular estructura e importancia. Se seleccionaron 3 localidades, pero esta vez sin distinción entre niveles de presión pesquera. En cada una de ellas se muestreó en tres sitios al azar, tomando 2 replicas de cada muesreador (trineo fotografía y vídeo, dragas, arrastres con patín epibentónico y trineo supra-bentónico).



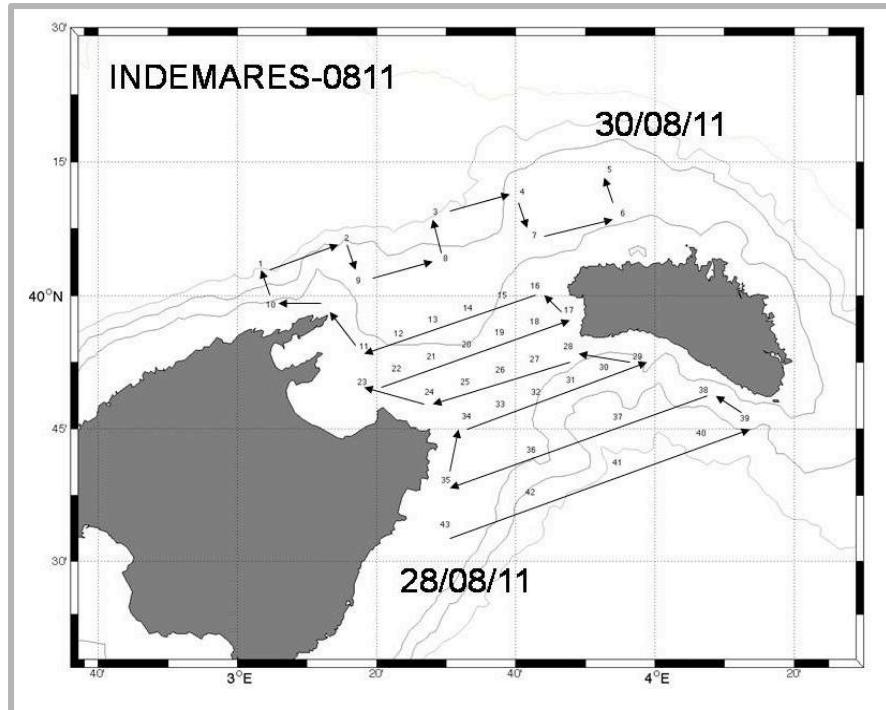
**Figura 4.1.4.-** Distribución de las estaciones de muestreo biológico de la campaña INDEMARES\_CANAL0811. El muestreo se centró en 4 hábitats: maërl, detritico sin cobertura algal, fondos de *Osmundaria* y *Peyssonnelia* spp. Y se seleccionaron 3 localidades (separadas por kms), una con una actividad de arrastre frecuente y dos sin impacto de pesca.

En esta campaña se realizaron 7 líneas de sísmica de alta resolución obtenidas con la sonda TOPAS PS-18 y se ampliaron las zonas de levantamiento batimétrico con multihaz de las zonas adyacentes al canal de Menorca (Figura 4.1.5).



**Figura 4.1.5.-** Muestreo geomorfológico realizado durante la campaña INDEMARES\_CANAL0811. En color rojo se muestran las líneas de sísmica de alta resolución obtenidas con la sonda TOPAS PS-18. Las zonas A, B y C indican las áreas de levantamiento batimétrico multihaz realizadas durante la campaña.

La toma de datos hidrográficos se realizó en una red de estaciones mediante una sonda multiparamétrica (CTD), del modelo SBE25 trabajando a 8 Hz desde la superficie al fondo. Así, se llevaron a cabo cuatro secciones dentro del propio canal con estaciones separadas unas 5 mn entre si y entre secciones, y otras cuatro secciones repartidas dos al norte y dos al sur de la zona de estudio con estaciones separadas 10 mn entre si y 5 mn entre secciones, con un total de 43 estaciones de muestreo (Figura 4.1.6). También se realizó un muestreo en continuo con el perfilador Doppler ACDP RDI 150 kHz.



**Figura 4.1.6.-** Distribución de las estaciones de muestreo hidrográfico de la campaña INDEMARES\_CANAL0811. Se seleccionaron 43 estaciones de CTD para caracterizar la hidrografía, y las velocidades y transportes geostróficos. Siguiendo la malla de estaciones se realizó un muestreo en continuo con el perfilador Doppler ACDP RDI 150 kHz.

## 4.2. Oceanografía e hidrodinámica

La toma de datos hidrográficos en el transcurso de la campaña INDEMARES\_CANAL0811 se extendió más allá de la zona de estudio (plataforma entre 50 y 100 m de profundidad) para poder determinar las características hidrográficas al norte y al sur de la misma (Figura 4.1.6). La sonda multiparamétrica (CTD) utilizada estaba equipada con sensores de presión, temperatura, conductividad (salinidad) y oxígeno disuelto (Figura 4.2.1). Estos datos fueron procesados, verificados y validados de acuerdo con los protocolos establecidos por el IEO para el Mediterráneo Occidental, para finalmente disponer de distribuciones verticales de los distintos sensores reducidas a un dato por metro. En algunas gráficas se representa la temperatura potencial que es la temperatura que tendría un elemento del fluido que se mueve adiabáticamente (sin transferencia de calor) desde una profundidad dada hasta la superficie del mar. Por lo que, básicamente, es la temperatura “*in situ*” corregida del efecto de la presión. Ambas temperaturas, potencial y real, son casi coincidentes en los primeros 100 metros. Las velocidades geostróficas fueron calculadas a partir de los datos de las anomalías de las alturas dinámicas en diferentes superficies isobáricas calculadas en relación a la superficie de 600 db, considerada como de no movimiento.

Algunas de las gráficas de los resultados que se presentan en el apartado 5.1 han sido realizadas utilizando las herramientas que proporciona el programa Ocean Data View (Schlitzer, 2011). La presencia de estructuras mesoescalares que afectaban la zona de estudio se analizó a partir de imágenes satélite.



**Figura 4.2.1.-** Sondas multiparamétricas (CTD) utilizadas durante la campaña CANAL0209 (arriba) y INDEMARES\_CANAL0811 (izquierda).

## 4.3. Geomorfología y sedimentología

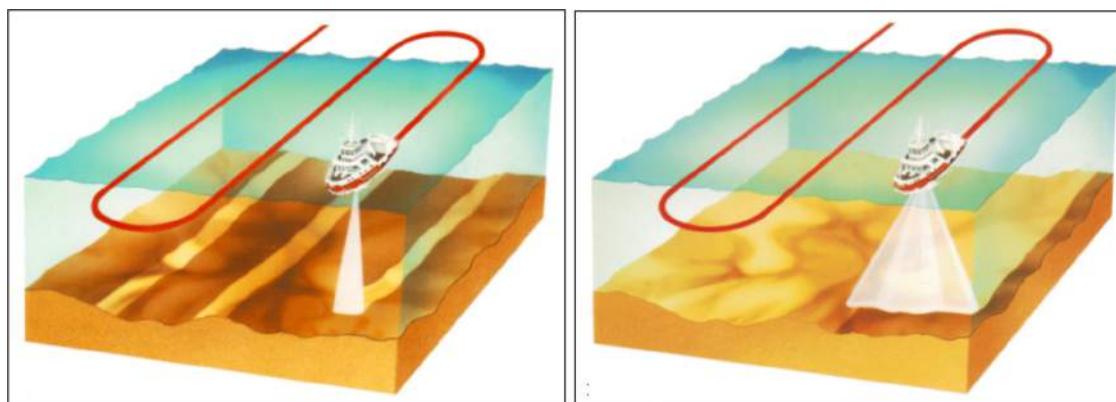
Como parte del estudio geológico del área de trabajo, se ha elaborado un análisis de la geomorfología y del tipo de fondo a partir del análisis de los datos acústicos registrados con ecosonda multihaz (batimetría y reflectividad del fondo), sonda paramétrica TOPAS y sónar de barrido lateral. Para completar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

### 4.3.1. Métodos acústicos: multihaz, sísmica de alta resolución y sonar de barrido lateral

#### 4.3.1.1. Ecosondas multihaz

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

Las ecosondas monohaz están diseñadas para realizar una detección y seguimiento del fondo marino con gran precisión en la vertical del barco, de modo que sólo se obtienen datos a lo largo de las derrotas seguidas por el mismo (Figura 4.3.1, izquierda). En el caso de las ecosondas multihaz, la emisión de múltiples haces de sonido con un ángulo variable hace posible cubrir una franja de fondo oceánico de anchura variable y dependiente del ángulo de apertura de los haces y de la profundidad. Así, empleando un espaciado entre líneas de navegación adecuado, es posible obtener una cobertura del fondo oceánico del 100%, no siendo necesario el realizar interpolaciones (Figura 4.3.1, derecha).



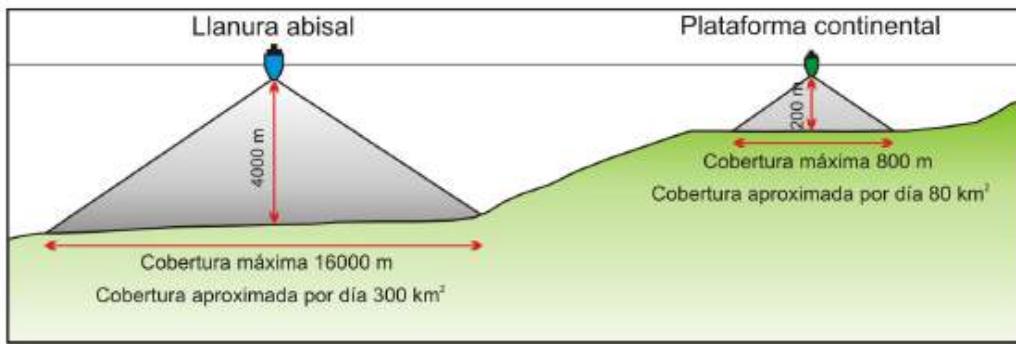
**Figura 4.3.1.-** Imagen ilustrativa de la cobertura que ofrecen las ecosondas monohaz (izquierda) y multihaz (derecha).

El diseño de un levantamiento sistemático de batimetría multihaz depende, en primer lugar, de la profundidad de las aguas en que se va a trabajar, de modo que el aguas menos profundas se requerirá un espaciado menor entre las derrotas a seguir por el barco y, por tanto, mayor tiempo de utilización del barco, que si se trata del mismo tamaño de superficie a cubrir pero de mayor profundidad (Figura 4.3.2). En las campañas en las que se han adquirido los datos objeto de este estudio se han utilizado distintos buques para las prospecciones geológicas y se han empleado dos tipos de ecosondas (de aguas someras y de aguas intermedias) de diferentes modelos. Las ecosondas multihaz empleadas en los diferentes buques para obtener el modelo digital del terreno (Figura 5.2.3) son las siguientes:

- B/O García del Cid: Ecosonda multihaz Elac SeaBeam 50/180. Opera con dos frecuencias, una de 50 kHz (hasta 3000 m) y otra de 180 kHz (hasta 600 m).
- B/O Miguel Oliver: Ecosonda Kongsberg-Simrad modelo EM-302. Frecuencia de transmisión entre 26 kHz y 34 kHz (hasta 7000 m).
- B/O Vizconde de Eza: Ecosonda Kongsberg-Simrad modelo EM-300. Frecuencia de transmisión de 30 kHz (hasta 5000 m).
- B/O Emma Bardán: Ecosonda Kongsberg-Simrad modelo EM-3002. Frecuencia de transmisión de 300 kHz (desde 0.5 m hasta 150 m).
- B/O Investigador y B/O Aqua Cabrera: Ecosonda Reson SeaBat 8101. Frecuencia de transmisión de 240 kHz (hasta 480 m).

Las aplicaciones informáticas que se emplean durante la adquisición de los datos multihaz, permiten visualizar en tiempo real los datos que se van adquiriendo y controlar diferentes parámetros que influyen en la calidad de los datos (Figura 4.3.3). Con esto lo que se pretende es obtener la cobertura máxima con los haces de los que dispone la ecosonda, espaciados de forma equidistante en

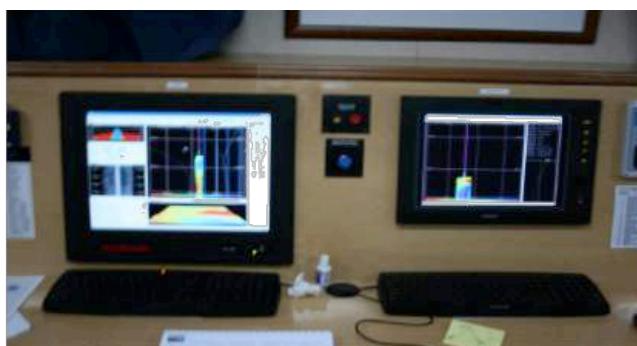
cada configuración, dando como resultado una cobertura máxima sobre el fondo oceánico de hasta 5 veces la profundidad de la lámina de agua, dependiendo del modelo de ecosonda y de la profundidad.



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

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

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

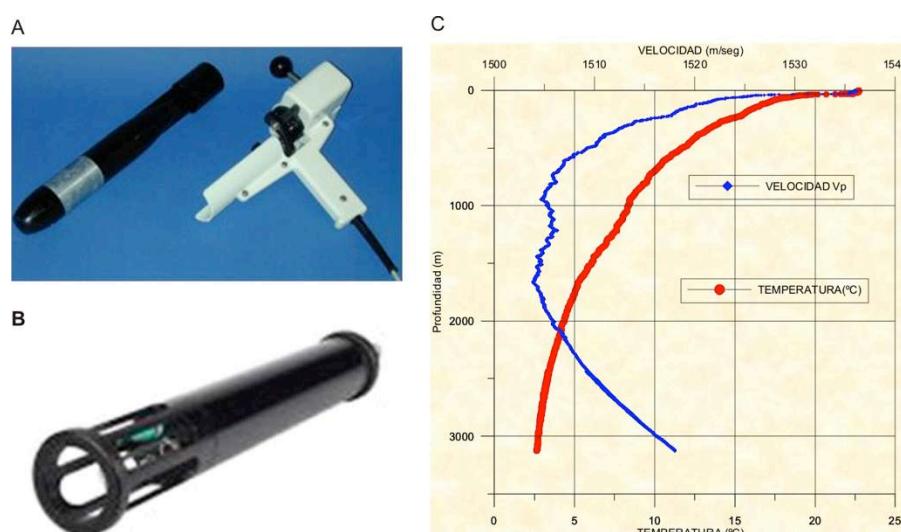


**Figura 4.3.3.-** Puesto de trabajo para la visualización y el control de la adquisición de datos multihaz mediante la aplicación informática SIS, en el B/O Miguel Oliver.

Los requisitos de procesado son limitados puesto que hay correcciones que se aplican directamente durante la adquisición de los datos. Se usa el procesado de los datos batimétricos para, a la vez, eliminar haces erróneos antes de procesar el mosaico de reflectividad. Para obtener mejores resultados, la información de reflectividad debe ser corregida en aspectos como la pauta de los haces, la pendiente del fondo marino y artefactos dependientes de la frecuencia de trabajo de la ecosonda.

Esto se suele corregir internamente durante la adquisición de los datos por parte de la ecosonda, pero hay aplicaciones informáticas que permiten hacer correcciones de post-procesado. De cualquier modo, aunque la reflectividad registrada por las ecosondas multihaz modernas ha mejorado bastante, sigue sin alcanzar la calidad de la reflectividad que se registra con el sónar de barrido lateral.

Es muy importante durante la realización del levantamiento batimétrico el tener un buen conocimiento del perfil de velocidad de propagación del sonido en la columna de agua. Así, para la adquisición de datos batimétricos durante las campañas se obtuvieron perfiles de la variación de velocidad con la profundidad cada pocos días de navegación. Para ello se lanzaron sondadores de velocidad XBT (*Expendable Bathymeterograph*, Figura 4.3.4a), con un alcance de varios cientos de metros de profundidad. En los barcos de la SGM, también se utilizó un sondador SVplus (Figura 4.3.4b). En ambos casos el sondador se encontraba conectado a un ordenador que recogía los datos en continuo a medida que el sensor descendía. Posteriormente, los valores de velocidad del sonido se convierten en profundidades, para lo cual se emplea como valor medio de la salinidad del agua el obtenido por el termosalinógrafo. Los valores obtenidos por los XBT y la sonda SVplus se complementan en las áreas de grandes profundidades con la base mundial Levitus (Levitus, 1982). Los perfiles de velocidad obtenidos (Figura 4.3.4c) se transmiten a las ecosondas y éstas los utilizan en tiempo real para introducir las oportunas correcciones a la profundidad medida.

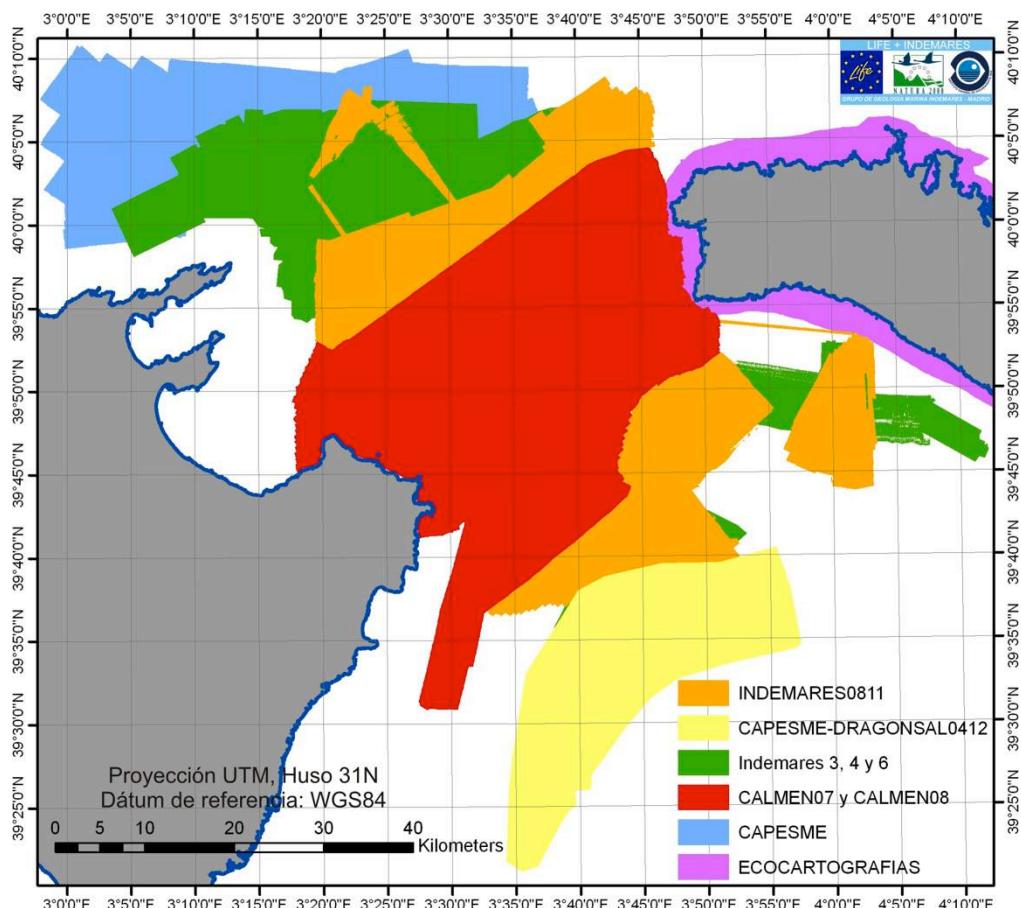


**Figura 4.3.4.-** Instrumentos y medidas utilizados en el levantamiento batimétrico. **A:** Batítermógrafo desechable (XBT); **B:** Sensor de la sonda SVplus; **C:** Curva de velocidad de sonido y temperatura en la columna de agua.

Los datos batimétricos empleados en el presente estudio proceden de diversas campañas geofísicas y oceanográficas (Figura 4.3.5). Según la institución de procedencia de los datos y el tipo de información multihaz disponible, estas campañas son:

- Secretaría General del Mar (SGM): Se dispone de mallas de datos multihaz procesados, procedentes de las campañas CALMEN 07 y CALMEN 08, realizadas respectivamente en 2007 y 2008, a bordo del B/O Emma Bardán y de la campaña CAPESME (N de canal de Menorca), realizada en abril de 2012 a bordo del B/O Vizconde de Eza.
- Instituto Español de Oceanografía (IEO): Durante el desarrollo de este proyecto se han procesado datos de ecosonda multihaz adquiridos durante la campaña INDEMARES\_CANAL0811, a bordo del B/O Miguel Oliver, y de la campaña CAPESME-DRAGONSAL0412, realizada en colaboración con la Secretaría General del Mar a bordo del B/O Vizconde de Eza en abril de 2012.

- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC): Durante el desarrollo del actual proyecto se han procesado también datos de ecosonda multihaz adquiridos durante las campañas Indemares 3, Indemares 4 e Indemares 6, realizadas a bordo del B/O García del Cid en los años 2010, 2011 y 2012, respectivamente.
- Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar: Se ha dispuesto de la malla batimétrica en el entorno de la isla de Menorca realizada como parte del proyecto de Ecocartografías, desarrollado por las empresas Intecsia-Inarsa s.a., Tecnoambiente s.l. y Geofísica Mar y Tierra s.a. Los datos fueron adquiridos a bordo del B/O Investigador (0-50 m de profundidad) y el B/O Aqua Cabrera (0-10 m de profundidad).



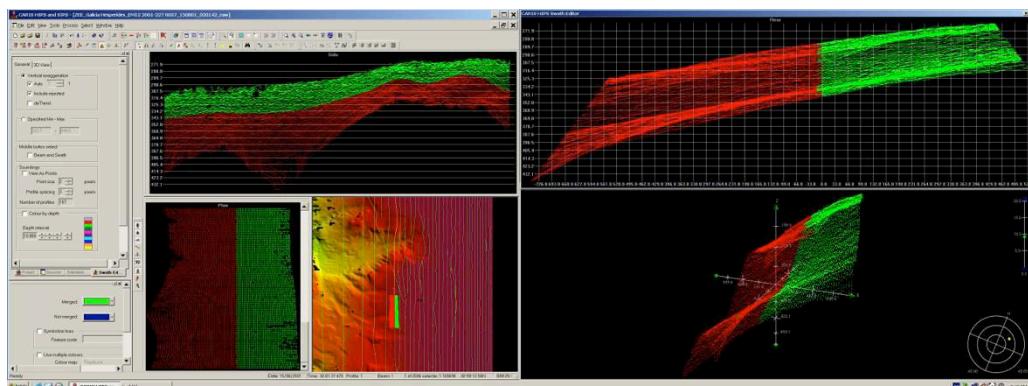
**Figura 4.3.5.-** Cobertura de las diferentes campañas con multihaz que se han utilizado para elaborar el modelo digital del terreno del canal de Menorca. En el conjunto de datos simbolizado con color amarillo se incluyen todos los datos brutos procesados durante este proyecto (campañas del IEO y del CSIC).

Los datos batimétricos adquiridos en el contexto de este proyecto (campañas Indemares 3, 4 y 6 realizadas por el CSIC y campaña INDEMARES\_CANAL0811 realizada por el IEO), así como parte de los datos de la campaña CAPESME-DRAGONSAL0412, han sido procesados con la aplicación informática *Caris Hips V.7.1*. El procesado de los datos multihaz consta principalmente de tres pasos fundamentales: corrección de sondas, limpieza y chequeo de las sondas y visualización de las mismas.

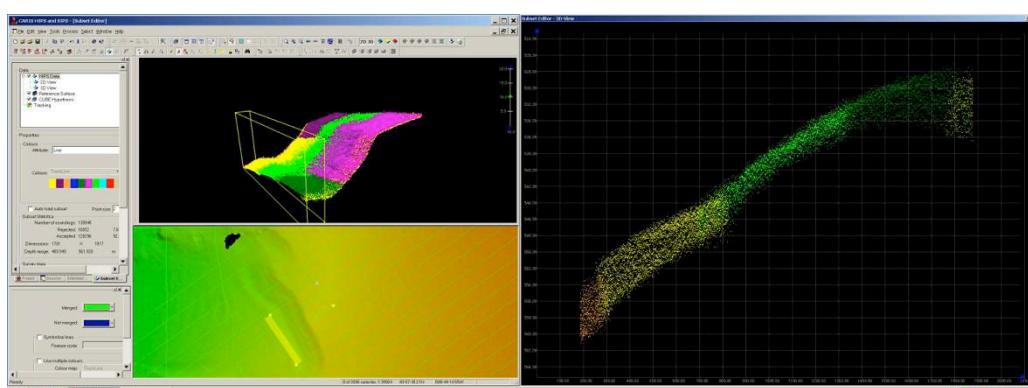
Una secuencia sintetizada del proceso es la siguiente:

- *Importación y conversión:* Importación de los datos brutos (incluidos los datos de posición y del sensor de movimiento del barco) y conversión al formato de archivos del programa.

- **Correcciones:** Si fuera necesario, se corrige el perfil de velocidad del sonido en el agua (las ecosondas de la marca Kongsberg-Simrad lo incorporan ya en el archivo bruto). Incorporación de la información de mareas para corregir las sondas a un nivel del mar estándar.
- **Limpieza y chequeo de los datos:** Se comienza con una inspección visual de los datos de navegación y de los datos de los sensores de movimiento de la embarcación para identificar y eliminar cualquier lectura inválida. A continuación se realiza una limpieza de sondas erróneas (debidas, por ejemplo, a ruidos, burbujas de aire en el agua...); esta limpieza se puede realizar a mano o bien mediante la aplicación de filtros. La visualización y limpieza a mano de los datos se puede hacer de dos maneras diferentes: Limpieza de los datos de las bandas de sondaje (de cada disparo) de cada archivo de línea por separado, o limpieza de subconjuntos de datos (procedentes de archivos de líneas adyacentes). Para la limpieza manual de los datos erróneos, tanto de bandas de sondaje como de subconjuntos de datos, Caris Hips ofrece una interfaz que permite la visualización de subconjuntos de datos en 2D y 3D, lo que es muy útil para controlar la calidad de los datos y que el solape entre líneas adyacentes sea correcto (Figs. 4.3.6 y 4.3.7). Los métodos de filtrado son numerosos y pueden ser más o menos complicados. Los más simples filtran profundidades máximas y mínimas, estrechan las bandas de sondaje (los haces extremos suelen ser los más ruidosos) o emplean algoritmos un poco más avanzados, como los de cálculo de pendiente entre sondas adyacentes.



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



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

- *Visualización de los datos:* Del resultado del procesado se obtienen datos limpios (registros x,y,z y de reflectividad), que se pueden utilizar para visualizar e interpretar los datos batimétricos mediante la construcción de modelos digitales del terreno (MDT) y mosaicos de reflectividad. En este punto, se realizan cálculos de paso de malla, filtrado y suavizado de los datos.
- Una vez realizados los MDT se pueden extraer diferentes modelos derivados. Éstos pueden poner de manifiesto algunos errores en el procesado anterior de los datos, por lo que se realizan nuevamente procesados no automáticos y se vuelven a representar los datos. Este proceso iterativo se prolonga hasta que la calidad de los resultados permite considerarlos definitivos.
- Con los resultados definitivos, se pueden utilizar otros modos de visualización del MDT, como mapas de isobatas, diagramas tridimensionales, mapas de pendientes, modelos de sombras, etc.

El procedimiento seguido en la adquisición y procesado de los datos batimétricos multihaz, hasta la obtención de los productos finales, se sintetiza en la Figura 4.3.8.

Además de los datos de profundidad, se adquirieron y procesaron datos de reflectividad del fondo marino a razón de un valor de reflectividad por cada sonda. Estos datos de reflectividad fueron importados durante la conversión de archivos previa al procesado, de modo que al limpiar los datos erróneos, hemos ido limpiando también valores de reflectividad no válidos. Con estos datos de reflectividad ya limpios se puede montar un mosaico parecido a los que se obtienen con sónar de barrido lateral, aunque de calidad inferior. Para obtener mejores resultados habría que procesar esta reflectividad de forma similar a como se procesan los datos obtenidos con sónar de barrido lateral.

Para unir los datos batimétricos procedentes de diferentes campañas y ecosondas en una malla única ha sido necesario reproyectar parte de ellos para unificar los dátum de referencia al WGS 1984 y realizar un nuevo muestreo de las mallas regulares de datos a un paso de malla igual para todas (40 m). Las distintas mallas han sido unidas mediante la aplicación de ArcGIS Raster Mosaic en una malla única que es la que se muestra en la Figura 5.2.3.

#### 4.3.1.2. Sísmica de alta resolución

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

Las sondas paramétricas se basan en la generación de ondas acústicas de baja frecuencia relativa a través de la interacción no lineal, en los primeros metros de la columna de agua, de dos haces de sonido de alta frecuencia. Es lo que se denomina efecto paramétrico (Figura 4.3.9). Estos dos haces de baja frecuencia están separados entre sí por un incremento de frecuencia próximo a la frecuencia primaria media. La interacción entre estos dos haces acústicos da lugar a dos frecuencias secundarias que son la suma y la diferencia, respectivamente, de las frecuencias primarias generadas por el emisor. La señal resultante tiene una banda de frecuencias relativamente amplia y un perfil de haces estrecho (próximo a las señales de alta frecuencia transmitidas por los transductores) sin lóbulos laterales, que aumenta la resolución del sistema. Todo esto hace que la resolución espacial en los perfiles de sedimento sea muy elevada. Los haces estrechos también dan como resultado unos niveles de reverberación bajo y, por tanto, mayor capacidad de penetración de la señal.

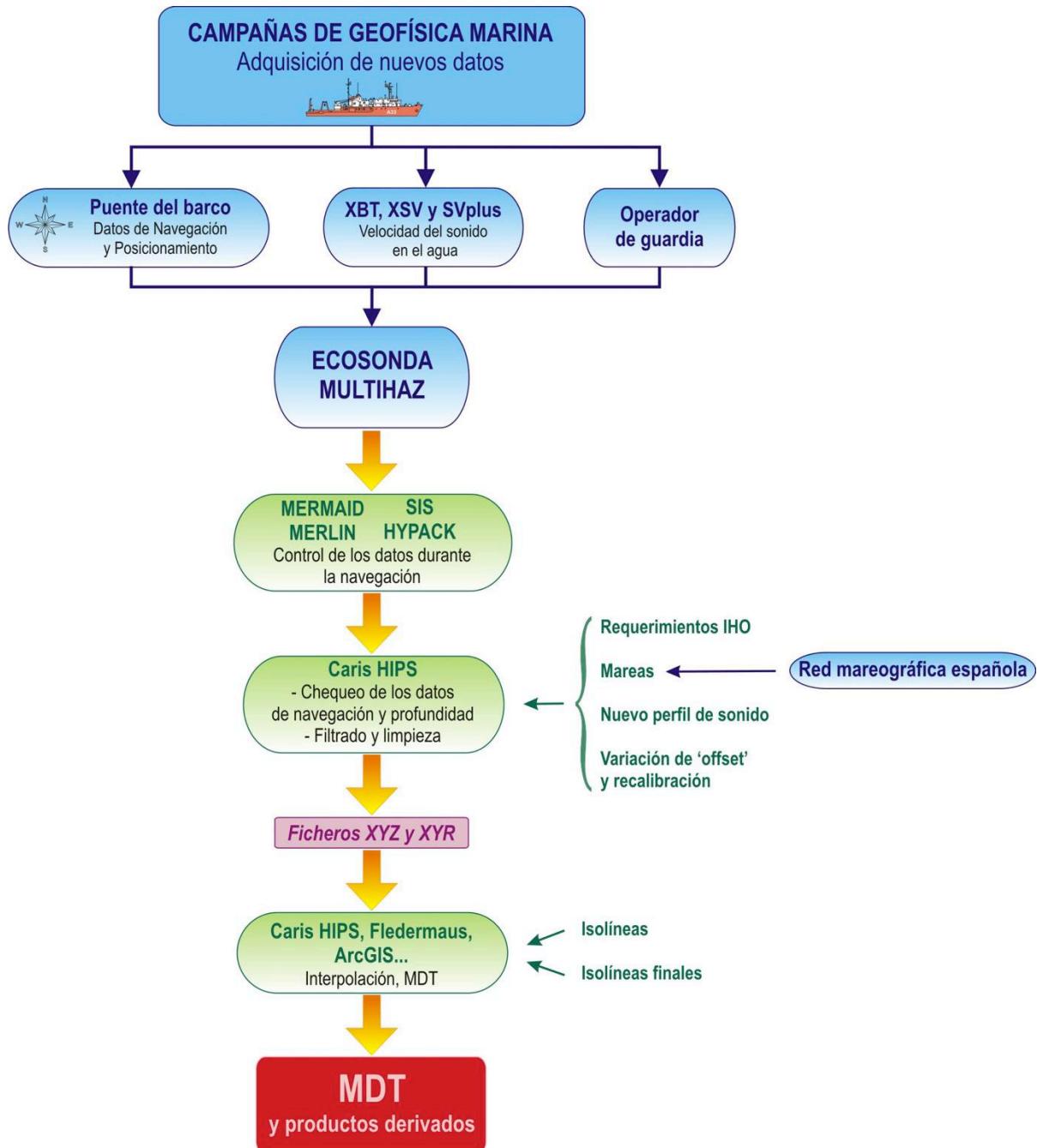
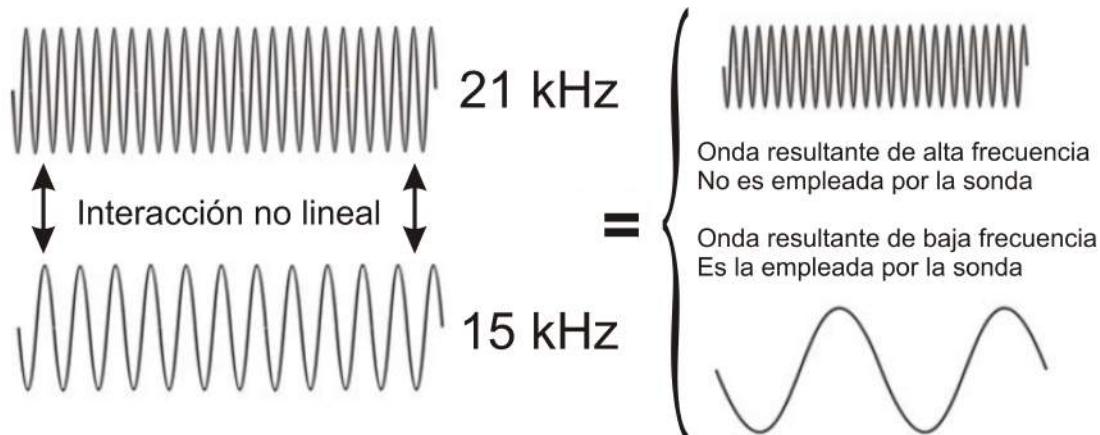


Figura 4.3.8.- Procedimiento seguido en la adquisición y el procesado de los datos batimétricos.



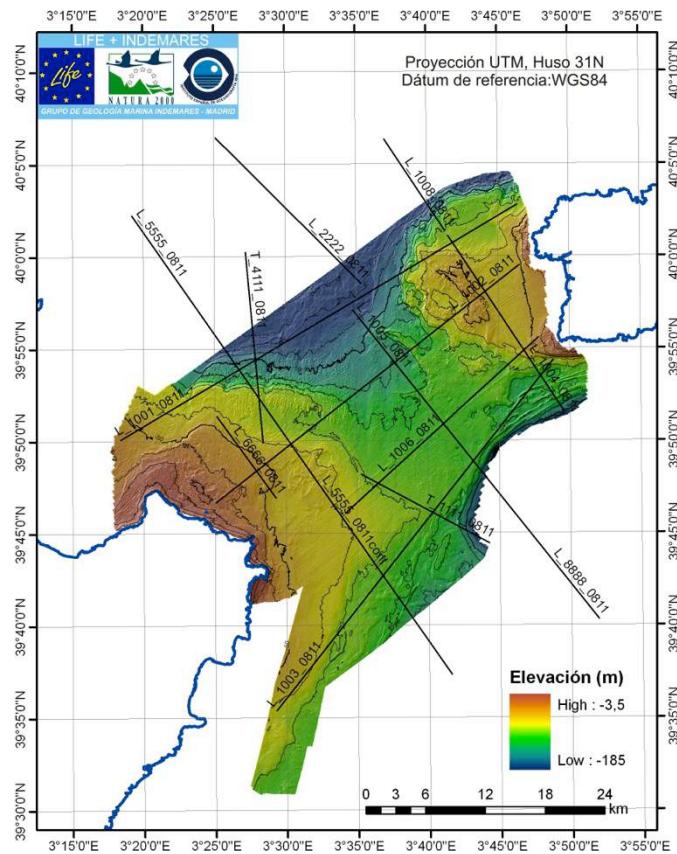
**Figura 4.3.9.-** Esquema ilustrativo de la generación del efecto paramétrico.

Los datos de sísmica de alta resolución empleados en este estudio son los obtenidos durante la campaña INDEMARES\_CANAL0811, realizada a bordo del B/O Miguel Oliver, que está equipado con una sonda TOPAS PS-018, que emplea frecuencias primarias centradas en 16 y 20 kHz (Figura 4.3.10). Las frecuencias secundarias resultantes son la suma, con una frecuencia de 33 kHz, y la diferencia, que es la que se utiliza para prospección y que oscila entre 0,5 y 4 kHz. La frecuencia que se emplea generalmente es de 3,5 kHz. El equipo permite variar el modo de emisión de los trenes de ondas (modos *burst*, *ricker* o *chirp*) dependiendo del medio en que se trabaja y el objetivo de la prospección. Este equipo combina una muy buena penetración con una muy alta resolución.

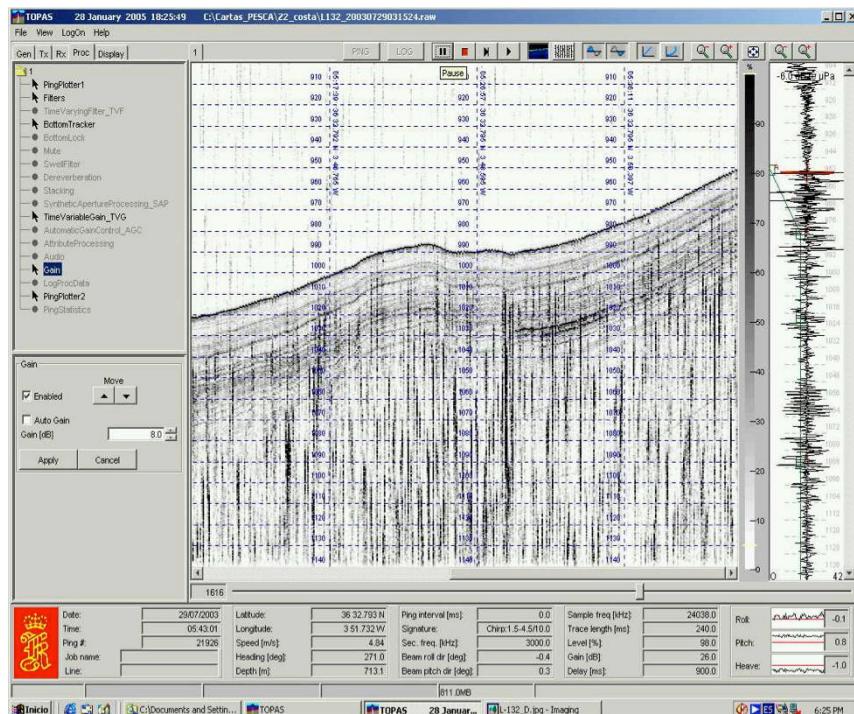
El eco o señal recibida se amplifica, digitaliza y procesa en tiempo real. La sonda TOPAS está estabilizada electrónicamente para los movimientos de cabeceo, balanceo y serpenteo del buque. Para el procesado de los datos, la aplicación informática permite el uso de funciones de filtrado (generalmente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

El modo de disparo empleado por defecto durante la adquisición ha sido el *chirp*, con una cadencia de emisión de la señal controlada por la unidad de sincronía que evita interferencias entre las diferentes sondas que van funcionando a la vez, en este caso la TOPAS, la ecosonda multihaz y la ecosonda monohaz. Con esta configuración, la resolución vertical máxima es de 0.2 ms, y la horizontal de hasta 0.3 m. La capacidad máxima de penetración en el subsuelo, variable según el tipo de material, es de 150 m (Figura 4.3.11).

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



**Figura 4.3.10.-** Líneas de sísmica de alta resolución TOPAS adquiridas durante la campaña INDEMARES\_CANAL0811 y analizadas en este proyecto. Las etiquetas de las líneas están situadas en el punto de inicio de las mismas.

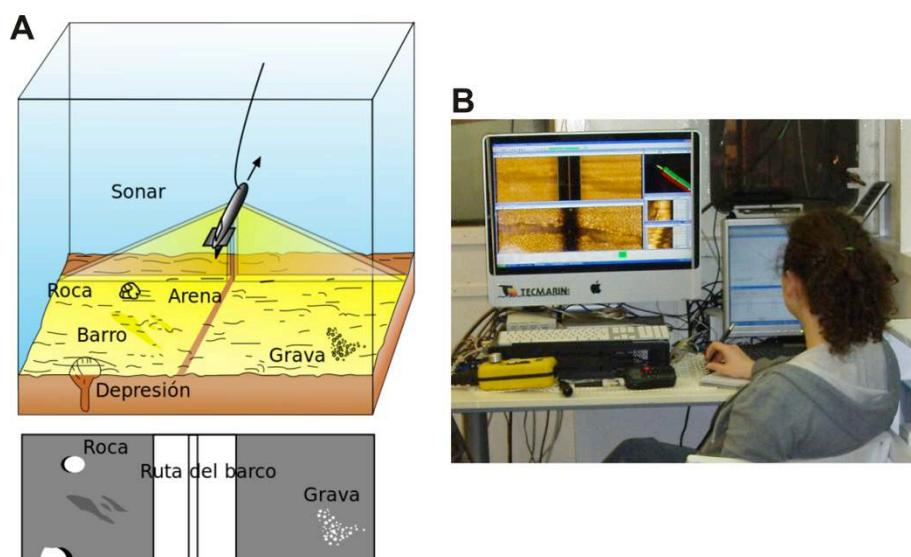


**Figura 4.3.11.-** Interfaz de la aplicación informática para la adquisición y procesado de datos sísmicos con el perfilador paramétrico TOPAS PS-018.

#### 4.3.1.3. Sónar de barrido lateral

El sónar de barrido lateral es un sistema que proporciona una cobertura continua a ambos lados de la trayectoria del barco, obteniendo información detallada de la superficie del fondo marino mediante la emisión de haces de sonido. El sistema tiene las mismas bases físicas que las ecosondas multihaz, pero emplea frecuencias menores y registra con gran exactitud la intensidad de la energía acústica que es devuelta por el fondo marino hacia la superficie. El resultado son sonografías, que permiten describir la superficie del fondo en función de su morfología, pudiéndose determinar direcciones y alturas.

El sistema emisor-receptor se compone de un sensor hidrodinámico remolcado, un cable de arrastre y el sistema de registro analógico y/o digital de superficie (Figura 4.3.12). El sensor remolcado (pez hidrodinámico, Figura 4.3.13) contiene dos transductores cerámicos, constituidos por un cristal piezoelectrónico, que emiten sendos haces laterales a una frecuencia determinada. Una de las causas principales de falta de linealidad del equipo durante la adquisición está asociada a los movimientos del barco. Por ello los resultados dependen de la capacidad de éste de mantener una navegación estable, y del estado de la mar. Para corregir en lo posible estos efectos, el sistema tiene un diseño lineal que limita los movimientos al navegar y el remolque del mismo se configura con elementos para absorber tirones.



**Figura 4.3.12.-** Esquema del funcionamiento del sonar de barrido lateral . **A:** operación del sónar de barrido lateral, y del tipo de datos que se obtienen; **B:** sistema de registro digital en superficie.



Figura 4.3.13.- Pez hidrodinámico (sensor) del sonar de barrido lateral modelo Klein 3000.

Los datos de sonar de barrido lateral de los que se ha dispuesto proceden del Proyecto CANAL, y fueron adquiridos durante la campaña CANAL0209 a bordo del B/O MarViva Med, propiedad de la Fundación MarViva. La adquisición, procesado e interpretación de estos datos corrió a cargo de la empresa Tecmarin 1990 SL. En cuanto a resolución y cobertura, el Klein 3000 (frecuencias de operación de 100-500 kHz) operando a 500 kHz puede permitir resoluciones mejores de 5 cm y coberturas de hasta 150 m por lado (300 m total). Operando a baja frecuencia (100 kHz), tiene menor resolución, pero permite alcances de hasta 450 m (900 m total). Por ello el sistema se puede utilizar con escalas de máxima cobertura para un cartografiado general y de máximo detalle para hacer estudios más locales.

Para disponer de una referencia de posición adecuada, durante la adquisición se usó un sistema GPS diferencial submátrico, basado en las correcciones enviadas por radiofaros.

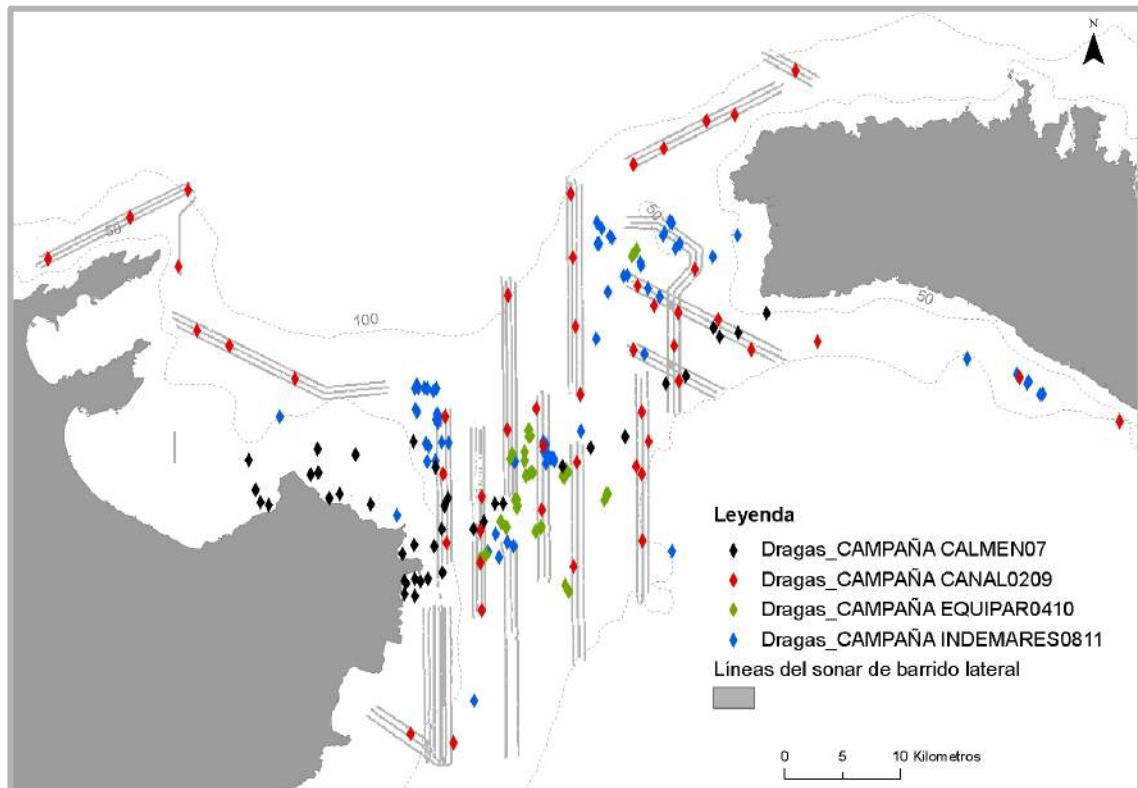
Los productos obtenidos fueron:

- Imágenes GeoTiff de cada uno de los transectos, o de tramos de ellos, con ficheros \*.dxf que incluyen los puntos de interés observados durante la adquisición y el procesado.
- Ficheros PDF para facilitar la impresión de las imágenes con las zonas de interés.

El levantamiento con sónar de barrido lateral se realizó, condicionado por el tiempo disponible durante la campaña, siguiendo líneas de navegación rectas y paralelas entre sí, sobre áreas seleccionadas de especial interés, pero sin solapamiento entre líneas (Figura 4.3.14). La información se procesaba *in situ* obteniendo sonografías georreferenciadas que permitieron conocer la morfología y batimetría del fondo, así como interpretar sus características (tipo fondo, rugosidad, presencia de algas, etc.), aunque de manera discontinua.

#### 4.3.2. Métodos de muestreo de sedimento

Para el presente estudio se ha dispuesto de los resultados del análisis granulométrico y de materia orgánica de las muestras de sedimento adquiridas durante las campañas CALMEN07, CALMEN08, CANAL0209, EQUIPAR0410 e INDEMARES\_CANAL0811 (Figura 4.3.14).



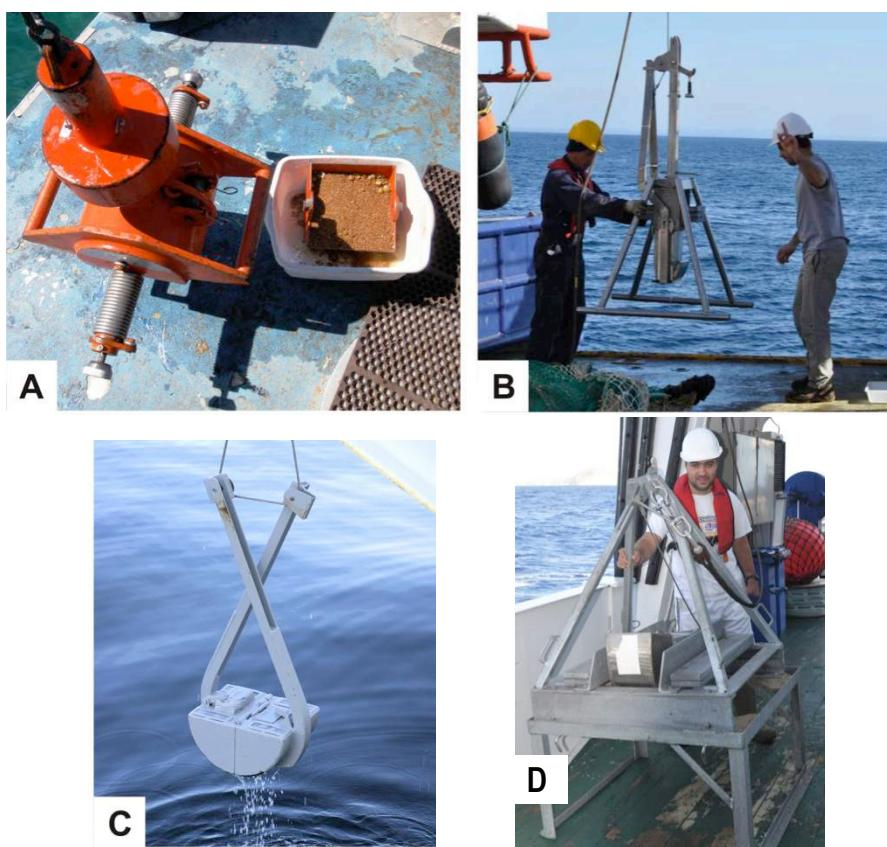
**Figura 4.3.14.-** Líneas de Sonar de Barrido Lateral y estaciones de muestreo de sedimento de todas las campañas realizadas en el canal de Menorca entre 50 y 100 m de profundidad.

Los métodos de muestreo empleados en cada caso han sido:

- CALMEN 07 y CALMEN 08: Draga tipo Shipeck (Figura 4.3.15a). Análisis granulométricos realizados en la Universidad de A Coruña.
- CANAL0209: Dragas tipo Shipeck y Box-Corer (Figura 4.3.15b). Análisis granulométricos realizados en la Universidad de las Islas Baleares.
- EQUIPAR0410: Dragas tipo Van Veen y Hamon (Figura 4.3.15c y 4.3.15d). Análisis granulométricos realizados por el IEO.
- INDEMARES\_CANAL0811: Draga tipo Van Veen (Figura 4.3.15.c). Análisis granulométricos realizados en la Universidad de las Islas Baleares.

El uso de un tipo u otro de sistema de muestreo ha estado condicionado por su disponibilidad y, en los casos en que se ha dispuesto de más de un tipo de método (campañas CANAL0209 e INDEMARES\_CANAL0811), del estado de la mar y el tipo de sedimento, ya que su efectividad depende de estos factores.

La cantidad de muestra de sedimento que se guardó para la realización de los análisis granulométricos fue de aproximadamente 200 g. En el caso de las muestras obtenidas durante las campañas CANAL 0209 e INDEMARES\_CANAL0811, las muestras se conservaron congeladas y fue posible analizar el contenido en materia orgánica, siguiendo la metodología de Buchanan (1984) y Luczak et al. (1997).



**Figura 4.3.15.-** Sistemas de toma de muestras sedimentarias. **A:** Draga tipo Shipeck; **B:** Draga tipo Box-Corer; **C:** Draga tipo Van Veen; **D:** Draga tipo Hamon.

Para cada muestra se obtuvieron datos de: i) materia orgánica en porcentaje; ii) distribución del tamaño de grano: grava, arena y fango, en sus diferentes categorías: gruesos, medios y finos; iii) parámetros relacionados con el tamaño y forma del grano en medidas geométricas ( $\mu\text{m}$ ) y logarítmicas ( $\phi$ ): tamaño medio de grano y parámetros de dispersión como *sorting* (medida de la variación de tamaño de grano dentro de una muestra), *skewness* (simetría de la distribución del tamaño de granos), y *kurtosis* (forma de la distribución del tamaño de granos), iv) categorización del tipo de sedimento según estos parámetros. Por ejemplo, en el canal de Menorca el tipo de sedimentos más común fue *Slightly Gravelly Sand or Gravelly Sand, Poorly or Moderately Sorted, Symmetrical*, con nivel de *kurtosis* variable. Para reflejar los resultados sedimentológicos en el canal de Menorca se realizó un mapeado de contornos con el método de interpolación de *kriging* para las siguientes variables: materia orgánica, % gravas, % arenas y % fangos. También se realizaron análisis de los datos de sedimento en conjunción con otras variables ambientales para la caracterización de las comunidades o hábitats, utilizando análisis de componentes principales (PCA) de las variables ambientales y análisis de correlación con las variables biológicas (RELATE, BIO-ENV). En ambos casos únicamente se consideraron las variables: materia orgánica, tamaño medio de grano, % gravas, % arenas y % fangos.

## 4.4. Comunidades endobentónicas

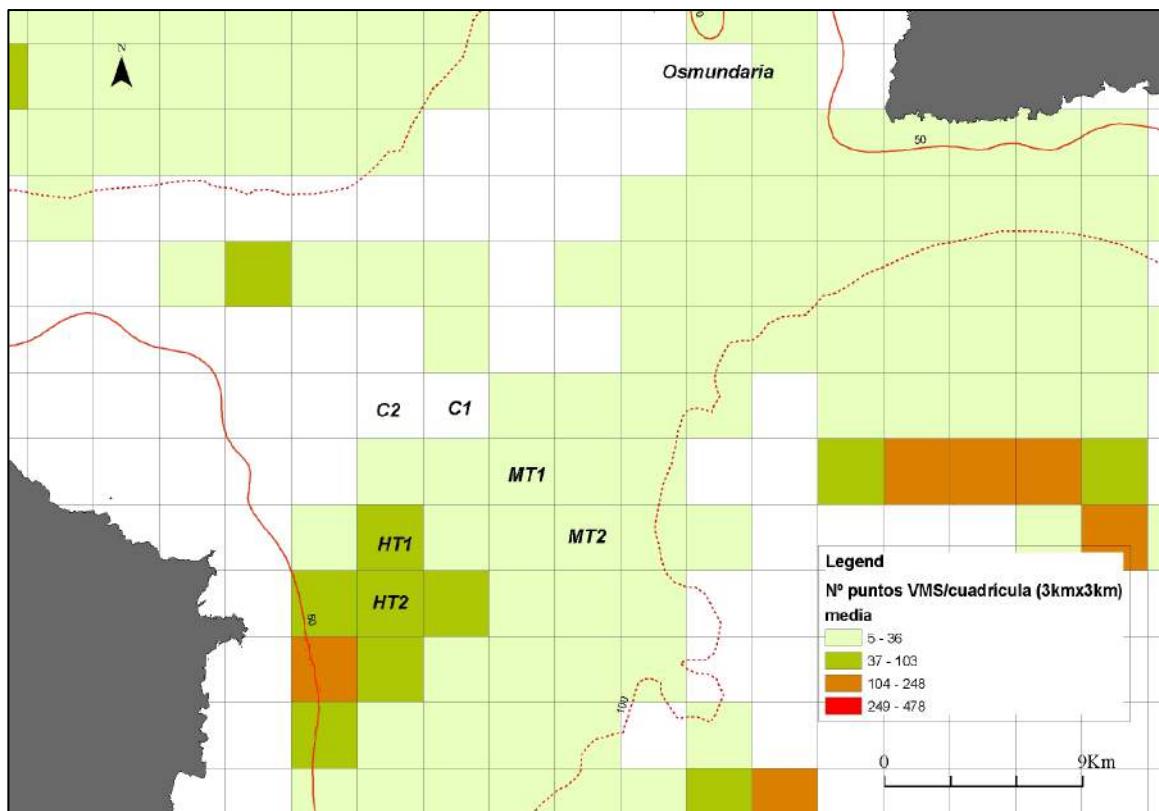
La endofauna, o conjunto de individuos que viven en el interior del substrato, es un recurso natural importante en los ecosistemas de fondos blandos ligados a lechos de maërl (BIOMAËRL team, 1999; Giménez-Casalduero et al., 2001; Bordehore et al., 2003), fundamentalmente por su contribución a las redes tróficas (Grall et al., 2006). Además, numerosos trabajos han evidenciado que pueden ser un indicador de la alteración por el impacto de la pesca de arrastre, que afecta a la comunidad a través de la alteración de las características sedimentarias, tanto físico-químicas como biológicas, reduciéndose así la riqueza específica y la productividad (Giménez-Casalduero et al., 2001; Jennings et al., 2001a; de Juan, 2007, Hinz et al., 2009).

El estudio de las comunidades endobentónicas en el canal de Menorca se focalizó en la caracterización de los poblamientos en los fondos de maërl, comparando entre localidades con diferente grado de intensidad de esfuerzo de pesca de arrastre. Las comunidades endobentónicas del maërl están representadas tanto por la infauna en sentido estricto (organismos que viven enterados entre las partículas del sedimento), como por la criptofauna (organismos que viven escondidos en las estructuras), que es muy importante debido a la gran cantidad de huecos y túneles que existen entre las ramas de los rodolitos y cascajo que forman este tipo de fondos.

Los objetivos de este estudio fueron:

1. Caracterizar la infauna (>0.5 mm, denominada macroinfauna) recolectada en fondos de maërl del canal de Menorca, comparándolo con muestreos complementarios realizados en fondos de *Osmundaria volubilis*.
2. Identificar los cambios espaciales en la composición de los grupos de macroinfauna relacionados con el grado de esfuerzo pesquero.
3. Analizar los cambios en la biomasa y tallas de los grupos más importantes de la macroinfauna relacionados con el esfuerzo pesquero.
4. Establecer relaciones entre la estructura de los grupos de la macroinfauna con las características del sedimento (granulometría y materia orgánica), así como otros parámetros ambientales (biomasa y composición algal).

Las muestras de sedimento e infauna se tomaron en la campaña EQUIPAR0410, a bordo del B.O. Francisco de Paula Navarro en abril del 2010. Se seleccionaron 6 localidades (cuadrículas de 1km<sup>2</sup>) en fondos de maërl con diferente grado de esfuerzo pesquero. Se realizaron muestreos complementarios en una localidad de fondos de *Osmundaria volubilis* (Figura 4.4.1). Dos de las localidades de maërl estaban ubicadas en una zona donde está prohibido el anclaje y actividad pesquera debido al tendido de cables eléctricos submarinos, estableciendo estas como zonas control (C1 y C2). Otras dos localidades se situaron en una zona de impacto medio (MT Medium Trawling; MT1 y MT2) y las dos restantes en una zona de alta intensidad pesquera (HT High Trawling; HT1 y HT2). Por lo tanto, en los análisis se consideró el factor impacto de pesca, con tres niveles ("control" = impacto nulo, "medio" y "alto") y el factor localidad (dos localidades por cada nivel de impacto). En cada localidad se recolectaron 3 dragas en dos sitios separados centenares de metros (S1 y S2) obteniéndose un total de 42 dragas.



**Figura 4.4.1.-** Diseño muestral para el análisis de la comunidad endobentónica en el canal de Menorca. Cada cuadrícula está coloreada según el grado de esfuerzo de pesca por año y cuadrícula de 3 km x 3 km, estimado como número medio de observaciones de datos de las cajas azules o VMS (del inglés Vessel Monitoring System) facilitados por el Centro de Seguimiento de Buques Pesqueros de la Secretaría General de Pesca del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (ver apartado 4.10.1). Se seleccionaron 2 localidades por cada grado de impacto, donde C=control, MT= impacto medio, HT= impacto alto.

Las muestras se recolectaron mediante dragas tipo “Hamon” y “van Veen” (Figura 4.3.14), que son los sistemas de muestreo más recomendados para la recogida de muestras de macrofauna en fondos blandos con presencia de rodolitos. Ambos son sistemas fáciles de utilizar y muy efectivos en la recolección de muestras, con una capacidad de 0.01 m<sup>3</sup>. Una vez a bordo, la muestra fue homogeneizada, dejándola reposar para que se depositase el sedimento fino y extraer una muestra de aproximadamente 150 ml para hacer análisis granulométrico. Debido al gran volumen de las muestras, se procedió a la extracción de la macrofauna por resuspensión y filtrado. El procedimiento se realizó a bordo, y consistió en el lavado de la muestra con agua de mar, filtrando los sedimentos finos y la fauna de pequeño tamaño en suspensión por una columna de tamices de luz de malla de 0.5 mm para retener la macrofauna y 0.1 mm que retine la meiofauna. Este proceso se realizó 5 veces con cada muestra, o en caso necesario, hasta que el agua del sobrenadante estuviese libre de sedimentos finos (Figura 4.4.2).

Las muestras de infauna fueron inmediatamente fijadas con formaldehído al 4% para el posterior trabajo de clasificación en laboratorio. Se estimó la abundancia como en número de individuos por 0.01 m<sup>3</sup> para cada muestra, clasificando a nivel de grupo taxonómico bajo lupa binocular. Algunos ejemplares fueron fotografiados mediante una cámara modelo “LEICA M205C” asociada a la aplicación fotográfica “Leica Application Suite” (LAS V3.3). Para los análisis de los datos se eliminaron los grupos planctónicos y aquellos con una frecuencia inferior al 5%, que resultó en una selección de 21 grupos de infauna.



**Figura 4.4.2.-** Filtrado de las muestras de sedimento para la obtención de la endofauna durante la campaña EQUIPAR0410.

Se llevó a cabo la determinación de la biomasa y tallas de los grupos más abundantes (poliquetos y anfípodos), ya que estudios previos han identificado estos grupos como buenos indicadores del impacto del arrastre en la infauna (Hinz et al., 2009; Jennings et al., 2001b; de Juan et al., 2007b). En cada muestra se seleccionaron aquellos individuos mejor conservados, se realizaron fotografías y se analizaron utilizando el programa de tratamiento de imágenes *Image Tools* para Windows, versión 3.0 (ver apartado de programas utilizados) para realizar las medidas de las tallas. En el caso de los poliquetos se midió longitud total, distancia desde el extremo de la cabeza al final del cuerpo. En el caso de anfípodos, se consideró la longitud total como la distancia desde la base de las antenas hasta el principio del telson (Figura 4.4.3). La biomasa se estimó para el total de individuos en cada muestra como el peso seco, obtenido después de mantener las muestras 12 horas en la estufa a 60°C. Para ello se utilizaron cápsulas de papel de aluminio de pequeño tamaño, que fueron pesadas, antes y después de introducir las muestras. Se utilizó una báscula con una precisión de 0.001 mg.



**Figura 4.4.3.-** Medida de la longitud total de un anfípodo, línea discontinua gris que va desde la base de las antenas hasta el telson, tomada con el visor del programa de tratamientos de imágenes *Image Tools* para Windows, versión 3.0.

Para definir los cambios en la composición de las muestras relacionados con el nivel de impacto y el factor localidad se realizaron análisis multivariantes (MDS, ANOSIM y SIMPER) con la matriz de datos de abundancia por grupo. Se definieron las relaciones con la matriz de datos ambientales (granulometría, materia orgánica, biomasa algal, latitud, longitud, profundidad) mediante el análisis RELATE y BIOENV. En todos los casos se realizó una transformación logarítmica de los datos. Para estos análisis se utilizó el programa PRIMER v.6 (Clarke y Warwick 2001). Las comparaciones en la abundancia de cada grupo de infauna, así como la biomasa y talla media de poliquetos y anfípodos se analizaron mediante ANOVA. No se realizó un análisis comparativo a nivel estadístico entre los dos tipos de hábitat (maërl y Osmundaria), ya que el tamaño muestral entre ambos fue muy diferente. El diseño del muestreo se planteó siguiendo la recomendaciones de una análisis Control-Impacto, seleccionando dos localidades al azar para cada nivel de impacto (factor Localidad anidado en factor Impacto. Cuando existieron diferencias significativas, se realizó un análisis post-hoc de comparaciones múltiples (SNK). También se comparó la frecuencia de tallas entre niveles de impacto, agregando los datos de las localidades y utilizando el test no paramétrico de Z de Kolmogorov-Smirnov. Todos estos análisis univariantes se realizaron con el programa SPSS v12.

## 4.5. Comunidades suprabentónicas

El suprabentos es la fauna que ocupa la capa de agua inmediatamente adyacente al fondo del mar (hiperbentos o la fauna bentónica de la capa límite), constituida básicamente por crustáceos nadadores de pequeño tamaño. Es uno de los elementos más importantes que conectan el dominio pelágico y bentónico y además constituye un recurso trófico elemental para especies de interés pesquero como el salmonete y la merluza (Bell y Harmelin-Vivien, 1983; Cardinale et al., 1997). La ecología y la influencia de la variabilidad ambiental en la dinámica del suprabentos sigue siendo poco conocida, pero guarda una fuerte relación con la profundidad y las características del hábitat, además de las variaciones en la columna de agua y la propia dinámica del grupo, con importantes migraciones estacionales y/o nictemerales.

Los fondos detriticos costeros son potencialmente ambientes idóneos para el suprabentos debido a la producción primaria y la disponibilidad de detritus, pero también debido a las entradas de materia orgánica y de origen terrígeno, especialmente cerca de ríos (Cartes et al., 2007). Además, el suprabentos puede ser un excelente indicador de alerta temprana del estado del ecosistema ya que, a pesar de su capacidad natatoria y respuesta de escape, experimentan cambios notables en sus poblamientos ante cualquier alteración del hábitat. Además, considerando el alto P/B exhibida por los organismos suprabentónicos en comparación con infauna, este compartimiento tiene un papel importante en la regulación de las redes alimentarias en los ecosistemas (Cartes et al., 2002).



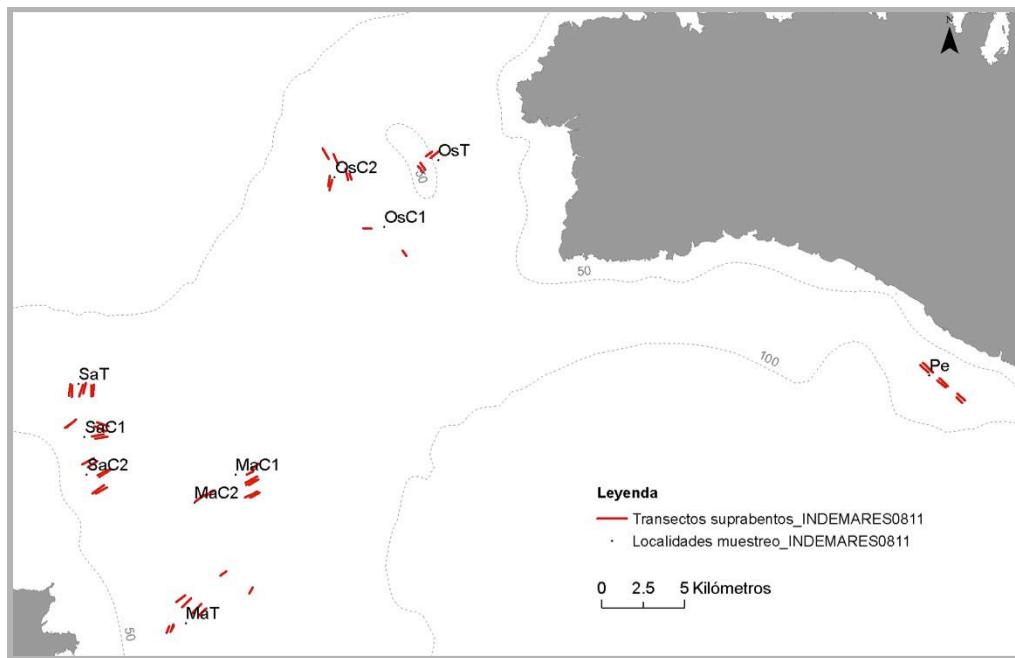
**Fotografía 4.4.-** Enjambre de misidáceos nadando sobre el substrato, representantes del suprabentos de hábitats litorales y profundos.

Por lo tanto, en el contexto del proyecto INDEMARES en el canal de Menorca se planteó el estudio de este componente en hábitats de detrítico costero de la plataforma, cuyo conocimiento es escaso en estos ambientes del Mediterráneo, en comparación con la zona litoral y de profundidad (Cartes et al., 2007). Los objetivos concretos de este trabajo fueron:

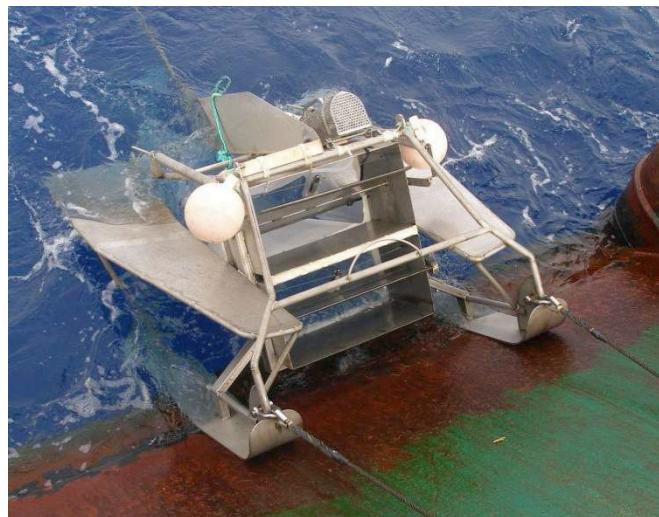
1. Definir la composición de los poblamientos suprabentónicos comparando entre los diferentes hábitats identificados, así como su variabilidad espacial a diferentes escalas (kms, 100ms).
2. Identificar los factores ambientales que más influyen en la diversidad, distribución y estructura de estos poblamientos, relacionándolo con la complejidad del hábitat y el nivel de presión pesquera.

Las muestras de suprabentos se obtuvieron durante la campaña INDEMARES\_CANAL0811. El diseño de muestreo suprabentónico se centró en 4 sectores del canal de Menorca con diferentes hábitats: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detrítico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe). Excepto en Pe, en cada sector se seleccionaron 3 localidades, una con actividad de arrastre frecuente (T) y dos sin impacto de pesca (C). En cada localidad se tomaron 6 muestras separadas cientos de metros (Figura 4.5.1).

El modelo de trineo suprabentónico utilizado fue Macer-Giroq (e.g. Cartes et al., 2003; 2007) equipado con dos redes superpuestas, una a una altura de 10-50 cm del fondo y la otra a 60-100 cm, ambas con una malla de 500 micras. Cada red está dotada de un sistema de apertura y cierre automático funcionando por contacto con el substrato, colectores para recogida de la muestra y un flujómetro para estimación del volumen de agua filtrada o área arrastrada en el fondo (Figura 4.5.2). Se realizaron arrastres de 10 min at 1.5 nudos, en transectos contiguos a los realizados con trineo de fotografía y vídeo. Las muestras fueron inmediatamente conservadas en alcohol o formaldehido para su posterior análisis en laboratorio.



**Figura 4.5.1.-** Distribución de los transectos de suprabentos realizados durante la campaña INDEMARES\_CANAL0811. Se seleccionaron 4 sectores del canal de Menorca donde dominan diferentes hábitats: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detrítico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe). T: actividad de arrastre frecuente; C: control sin impacto de pesca.



**Figura 4.5.2.-** Trineo suprabentónico modelo Macer-Giroq, utilizado durante la campaña INDEMARES\_CANAL0811, al que se adjuntó un CTD, flujómetros y sistema SCANMAR.

Se estimó abundancia como individuos por 100 m<sup>3</sup> para cada muestra, clasificando a nivel de grupo taxonómico bajo lupa binocular, llegando a nivel de especie en el caso de misidáceos y larvas de peces. Algunos ejemplares fueron fotografiados mediante una cámara modelo "LEICA M205C" asociada a la aplicación fotográfica "Leica Application Suite" (LAS V3.3).

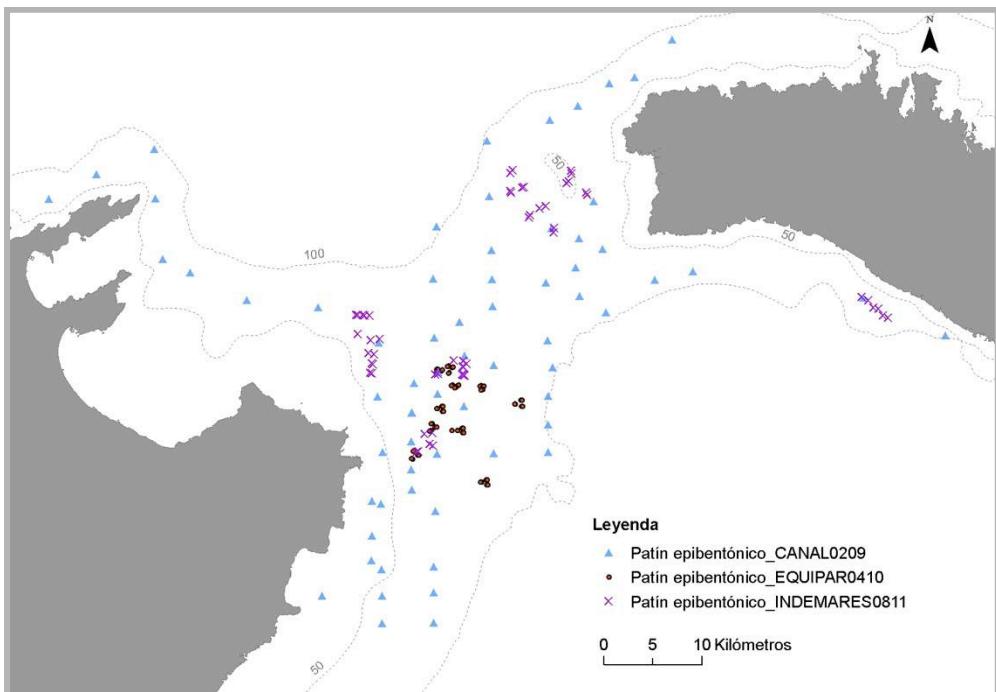
Para los análisis de los datos se eliminaron los grupos plantónicos y aquellos con una frecuencia inferior al 5%, que resultó en una selección de 26 grupos de infauna. Se realizó un análisis de correlación entre la matriz de datos de abundancia por grupo y la matriz de datos ambientales (profundidad, temperatura, corriente, granulometría, materia orgánica, cobertura algal, biomasa algal, latitud y longitud) mediante el análisis RELATE y BIOENV. En todos los casos se realizó una transformación logarítmica de los datos log(X+1). Para estos análisis se utilizó el programa PRIMER v.6 (Clarke y Warwick 2001). También se realizaron análisis univariantes para detectar cambios a nivel de abundancia de cada grupo de suprabentos mediante ANOVA. En los grupos que se produjeron diferencias significativas, se realizó un análisis post-hoc de comparaciones múltiples (SNK).

## 4.6. Comunidades epibentónicas

El estudio de las comunidades epibentónicas, que incluyen la flora y la macrofauna, son especialmente útiles en estudios de caracterización de hábitats, proporcionando información sobre la complejidad estructural del bentos y la biodiversidad. La distribución de hábitats y especies indicadores o claves para el ecosistema ayuda a establecer las prioridades de conservación y facilita la gestión del medio marino. Estudios previos han identificado una serie de elementos de las comunidades epibentónicas como indicadores, que incluyen tanto variables relacionados con el hábitat, como las especies o grupos funcionales (de Juan et al., 2007b; Barberá et al., 2011). Durante los trabajos previos al proyecto INDEMARES se han identificado como elementos clave de conservación de fácil monitoreo: biomasa y cobertura de algas, abundancia de macrofauna, etc.

Las comunidades epibentónicas se han estudiado en diferentes campañas del proyecto INDEMARES (Figura 4.6.1). Por un lado, en la campaña CANAL0209 se identificaron los elementos clave para la conservación y en la campaña EQUIPAR0411 se definieron los cambios en fondos de maërl por efecto del arrastre. En la campaña INDEMARES\_CANAL0811 el estudio se dirigió a detectar cambios a diferentes escalas espaciales en las comunidades del epibentos, relacionándolos con el nivel de impacto y la complejidad del hábitat. Los detalles sobre el diseño de muestreo de cada campaña se puede ver en el apartado 4.1. El hábitat de fondos duro de coralígeno se muestreó con

ROV, realizando 1 transecto de longitud definida en cada localidad (ver apartado ROV). Los hábitats sedimentarios se muestrearon con patín epibentónico modelo Jennings de 2 metros de amplitud y una altura de 50 cm, y equipado con un tamaño de malla de 20 mm de red en el copo (Figura 4.6.2). Cada muestra consistió en un arrastre de 5-10 minutos a una velocidad de 1,5 nudos, muestreándose una superficie de 230-460 m<sup>2</sup>. Dependiendo del volumen de la muestra se realizaron sub-muestreos para determinar la composición específica. El patín se equipó con el sensor de profundidad del sistema de Scanmar parav detectar cuando llegaba al fondo. La mayor parte de las algas y los animales fueron identificados a nivel de especie a bordo, mientras que los especímenes no identificados se conservaron para su posterior identificación en el laboratorio por especialistas en taxonomía. La abundancia y biomasa de las especies fueron estandarizadas a 500 m<sup>2</sup> ó 1000 m<sup>2</sup> según la campaña.



**Figura 4.6.1.-** Distribución de muestreos con patín epibentónico realizados en el contexto del proyecto INDEMARES. El estudio de epibentos se ha desarrollado durante tres campañas: CANAL0209, EQUIPAR0410 e INDEMARES\_CANAL0811.



**Figura 4.6.2.-** Patín epibentónico modelo Jennings-2m, también llamado “bou de vara” o “beam-trawl”, utilizado en las diferentes campañas realizadas durante el proyecto INDEMARES.

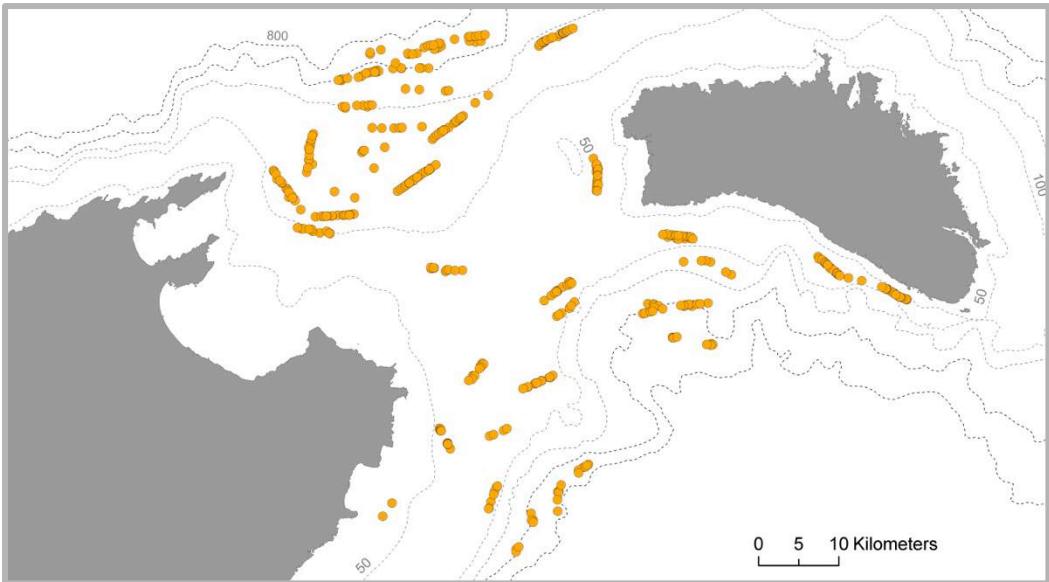
En el estudio de las comunidades epibentónicas se estimó la abundancia como el número de individuos por 500 ó 100 m<sup>2</sup> para cada muestra, y biomasa algal y de fauna, como el peso húmedo en gramos por 500 ó 100 m<sup>2</sup> para cada muestra. La estandarización dependió del tamaño muestral, que fue diferente en cada campaña y dependió del tipo de hábitat. Se clasificaron todas las algas y la fauna a nivel de especie, realizando la clasificación “de visu” en el barco siempre que fué posible, y en laboratorio cuando existió alguna dificultad en la determinación. Para algunos grupos taxonómicos se contó con la colaboración de taxónomos especialistas (ver colaboraciones en la portada del informe).

En los análisis de los datos de las comunidades epibentónicas se consideró como variables ambientales la complejidad del hábitat, medida mediante cálculo de parámetros relacionados con la cobertura y la fragmentación del hábitat. La covebtura de hábitat se midió como biomasa algal y cobertura algal, siempre calculadas para el total de algas, total de rodolitos y total de algas blandas. Los parámetros relacionados con la fragmentación del hábitat fueron: número de parches de vegetación y tamaño medio de los parches de vegetación. La biomasa algal se calculó a partir de los datos del beam-trawl. El resto de parámetros se calculó a partir del análisis de tratamiento de imágenes realizado con los vídeos y fotográficas del fondo obtenidas con el trineo de fotografía-vídeo (ver Apartado 4.8.2).

Para los análisis de los datos se eliminaron los grupos necto-bentónicos y aquellos con una frecuencia inferior al 5-10%. Se realizó un análisis de correlación entre la matriz de datos de abundancia y la matriz de datos ambientales (latitud y longitud, profundidad, temperatura, corriente, granulometría, materia orgánica, cobertura algal, número y tamaño de los parches, biomasa algal) mediante el análisis RELATE y BIOENV. En todos los casos se realizó una transformación logarítmica de los datos. Para estos análisis se utilizó el programa PRIMER v.6 (Clarke y Warwick 2001). También se realizaron análisis univariante para detectar cambios a nivel de abundancia entre hábitats mediante ANOVA. En caso de que resultasen diferencias significativas, se realizó un análisis post-hoc de comparaciones múltiples (SNK). Se realizaron análisis de correlaciones de Pearson para definir las relaciones individuales entre las variables ambientales definidas anteriormente y los parámetros ecológicos relacionados con la biodiversidad, entre los que se ha considerado: riqueza de especies total, de algas y de fauna, cobertura y biomasa algal, número y tamaño de parches de vegetación, abundancia y biomasa de fauna).

## 4.7. Comunidades nectobentónicas

El estudio de las comunidades nectobentónicas o demersales se ha realizado a partir del análisis de las muestras recogidas en las campañas BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2012) (ver apartado 3.1). Para el estudio de las comunidades demersales del canal de Menorca, se han considerado únicamente las muestras realizadas dentro de dicho canal (233 muestras) (Figura 4.7.1), y los cuatro estratos de profundidad en las que faena la flota de arrastre: B (50-100 m), C (100-200 m), D (200-500 m) y E (500-800 m). La nomenclatura utilizada para la designación de los estratos batimétricos es la misma que se utiliza en el protocolo MEDITS. En la Tabla 4.7.1 se detalla el número de muestras realizadas por año y estrato.



**Figura 4.7.1.-** Posición de las muestras realizadas durante las campañas de evaluación de recursos demersales de la serie BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2012) en el canal de Menorca.

**Tabla 4.7.1.-** Número de muestras por año y estrato realizadas en las campañas de prospección de la serie BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2012) en el canal de Menorca.

Estrato	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
B (50-100 m)	3	8	6	7	7	11	7	7	7	7	7	7	84
C (100-200 m)	7	6	6	9	8	7	5	5	5	5	5	5	73
D (200-500 m)	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	42
E (500-800 m)	3	4	4	4	4	3	2	2	2	2	2	2	34
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>233</b>

El muestreador utilizado en todas las campañas ha sido un GOC-73 (Figura 4.7.2). Se trata de una red de arrastre de fondo, de 58.6 m de burlón, 47.5 m de relinga de flotadores y 20 mm de luz de malla en el copo, acoplado a unas malletas de 100 ó 200 m de longitud en función de la profundidad de muestreo ( $\leq 200$  m y  $> 200$  m, respectivamente) y a unas puertas tipo Morgere WHS, de  $2.5 \text{ m}^2$  y 350 Kg. Suertura horizontal y vertical sobre el fondo se ha estimado en 16 y 2.7-3.2 m, respectivamente. La eficiencia de este arte para el muestreo de los recursos demersales ha sido evaluada por Fiorentini et al. (1999), Dremière et al. (1999) y Bertrand et al. (2002). Se realizaron muestreos diurnos, cuya duración efectiva, desde que la red llega al fondo hasta el inicio de la virada, dependió de la profundidad (20, 30 ó 60 minutos en los intervalos de profundidad de  $\leq 100$  m, 101-200 m y  $> 200$  m, respectivamente) y a una velocidad media entre 2.5 y 3.0 nudos. La menor duración de los lances costeros se debe a la gran cantidad de biomasa existente en estos fondos, lo que hace que disminuya la eficacia de captura de la red a medida que se prolonga el tiempo de muestreo (Massutí y Reñones, 2005).

De cada muestreo con GOC se tomaron sus principales características (situación, profundidad, rumbo, velocidad, cable y malletas, dirección y velocidad del viento, estado del mar, velocidad, abertura horizontal y vertical de la red) y se realizó una lista faunística (número y peso) de todas las especies (o grupo taxonómico más bajo posible) capturadas. Los datos obtenidos durante la campaña se informatizaron a bordo en la aplicación OCEAN y se procesaron con esta misma aplicación. Como índices de abundancia y biomasa, se han calculado las capturas medias estratificadas por Km<sup>2</sup>.



**Figura 4.7.2.-** Arte experimental GOC-73 utilizado en las campañas BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2012).

Se aplicó un análisis multivariante para analizar la composición específica de la comunidad nectobentónica. Se ha considerado la abundancia de cada una de las especies demersales, pertenecientes a los grupos taxonómicos de cefalópodos, crustáceos y peces, en cada una de las estaciones de muestreo realizadas en el canal de Menorca en las campañas de prospección pesquera de la serie BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2012). El PRIMER versión 6 ha sido el programa estadístico utilizado para realizar el análisis multivariante (Clarke y Warwick, 2001). Para reducir el número de ceros en la matriz y la varianza de los datos, se eliminaron del análisis las especies demersales que tenían una frecuencia de aparición menor o igual a 3 % y una contribución menor o igual al 1 % en abundancia. Finalmente, la matriz de datos constó de 137 especies, de los cuales, 15 eran cefalópodos, 42 crustáceos (40 del orden decápoda, 1 del orden Lophogastrida y 1 del orden Scalaphiformes) y 80 peces (67 actinopterigios y 13 eslamobranquios).

La similitud entre estaciones de muestreo en base a la abundancia de especies demersales se determinó mediante un análisis de escalamiento multidimensional (MDS) y un análisis clúster, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis. Se transformaron los datos de abundancia a log (x+1) para reducir la influencia de especies dominantes (Clarke y Warwick, 2001). Se analizó la contribución relativa de cada una de las especies entre estratos de profundidad mediante el análisis del porcentaje de similitud (SIMPER). Seguidamente, se realizó un análisis de la similitud (ANOSIM) entre estratos.

Se analizó la relación entre la composición en abundancia de especies demersales y variables explicativas que pueden determinar la varianza de la matriz de especies. La variables explicativas incluidas en el modelo fueron: año de muestreo (yr); latitud (lat) y longitud (long); profundidad (prof) y esfuerzo de pesca de arrastre, calculado a partir de los registros de VMS/km<sup>2</sup>. Los registros VMS (del inglés Vessel Monitoring System) son los datos que provienen de las cajas azules instaladas en las embarcaciones de pesca con una eslora superior a 18 m. Los datos VMS fueron

facilitados por el Centro de Seguimiento de Buques Pesqueros de la Secretaría General de Pesca del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (ver apartado 4.10.1). La relación entre la composición específica y las variables explicativas se determinó mediante el análisis RELATE y BIO-ENV, utilizando en ambos casos la correlación de "Spearman". En los 4 estratos, se calculó la matriz de similitud a partir del índice de Bray-Curtis para los datos de abundancia, habiendo transformado los datos a log ( $x+1$ ) con anterioridad; y se calculó la matriz de distancia Euclídea para las variables explicativas, los cuales también fueron transformados a log ( $x+1$ ) (excepto la profundidad) y normalizados (Clarke y Warwick 2001). Finalmente, se utilizó el análisis BIO-ENV para determinar qué conjunto de variables explicativas definían mejor su relación con la matriz de composición de especies.

El análisis univariante se aplicó con los objetivos de analizar: 1) cambios en los parámetros descriptores de la comunidad para los diferentes grupos taxonómicos (cefalópodos, crustáceos y peces) en cada una de los estratos de muestreo y 2) la contribución de cada una de las variables explicativas seleccionadas en la variación de la abundancia de cada uno de los grupos taxonómicos (cefalópodos, crustáceos y peces) y de 8 especies pertenecientes a los diferentes grupos taxonómicos, 1 cefalópodo (*Octopus vulgaris*), 2 crustáceos (*Aristeus antennatus* y *Nephrops norvegicus*), y 5 peces (*Lepidotrigla cavillone*, *Merluccius merluccius*, *Mullus surmuletus*, *Phycis blennoides* y *Scylohrinus canicula*). Estas 8 especies fueron seleccionadas por contribuir a la disimilitud entre estratos y/o por tratarse de especies objetivo en la pesca de arrastre.

Los parámetros descriptores de la comunidad se analizaron a partir del cálculo de la riqueza específica, la abundancia y la biomasa media de cefalópodos; peces, concretamente de las clases Actinopterygii, Eslamobranchii y Holocephali, y crustáceos, concretamente de las órdenes Decapoda, Lophagastrida, Stomapoda y Scalpelliformes, en cada uno de los estratos de muestreo: B (50-100 m), C (100-200 m), D (200-500 m) y E (500-800m). Los resultados obtenidos fueron contrastados mediante un test ANOVA de un solo factor (estrato) para cada uno de los grupos taxonómicos considerados.

La contribución de las variables explicativas en la variación de la abundancia de los diferentes grupos y de las 8 especies seleccionadas se analizó a partir de Modelos Aditivos Generalizados (GAMs, Hastie y Tibshirani, 1986) y se aplicaron 'splines' suavizados para representar el posible efecto de las variables explicativas en cada uno de los grupos taxonómicos. Los análisis GAMs se realizaron usando la librería 'mgcv' del software estadístico R. Las variables explicativas incluidas en los GAMs fueron: año (yr\_f), incluido como factor para poder explicar diferencias interanuales entre las muestras; latitud (lat) y longitud (long) de las estaciones de muestreo, para incorporar en el modelo el efecto geográfico; profundidad (prof); y log (VMS), para explicar el efecto de la presión pesquera.

Para cada una de las especies, solamente se han tenido en cuenta el rango de profundidad en el que se capturan, con la finalidad de evitar incluir en el modelo falsos ceros en la abundancia; en el caso de *Lepidotrigla cavillone* y *Mullus surmuletus* el rango de profundidad fué 50-500 m; para *Octopus vulgaris* 50-200 m; para *Merluccius merluccius* y *Scylohrinus canicula* 50-800 m; para *Phycis blennoides* 100-800 m; para *Nephrops norvegicus* 200-800 m y finalmente para *Aristeus antennatus* fue de 500-800 m. Por otro lado, en el caso de *Aristeus antennatus* y *Nephrops norvegicus*, no se pudo incluir en el modelo el efecto geográfico debido al bajo número de muestras con presencia de estas especies.

La abundancia de cada grupo taxonómico y especie ha sido modelada usando el error de distribución normal (familia Gaussiana y 'link identity') sobre los datos de abundancia transformados a loge ( $x-1$ ), para ajustar los datos a una distribución normal y para excluir los ceros. La formulación del modelo fue:

$$\text{Grupo/especie}_i \sim \text{yr\_f} + s_1(\text{lat}, \text{log}) + s_2(\text{prof}) + s_3(\text{log(VMS)}) - 1 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde ‘grupo/especie’ es el grupo taxonómico o la especie a analizar, ‘s’ es una función no paramétrica continua de 2 dimensiones ( $s_1$ ) o de una dimensión ( $s_{2-3}$ ), típicamente una línea fina de regresión ‘spline’ (Wood 2006) continuos con un máximo de tres grados de libertad. El criterio de selección de variables estuvo basado en el intervalo de confianza por el efecto continuo o suavizado, el  $R^2$ , y la puntuación del criterio de validación cruzada (GCV) (Wood, 2006).

Finalmente, para poder ver si existía alguna relación entre la zona geográfica y los registros de VMS, dichos registros se modularon usando el error de distribución normal (familia Gaussiana y link “identity”) e incorporando únicamente la latitud y la longitud en el modelo, tal y como se muestra en la ecuación 2.

$$\text{VMS} \sim s_1(\text{lat}, \log) \quad (\text{Ecuación 2})$$

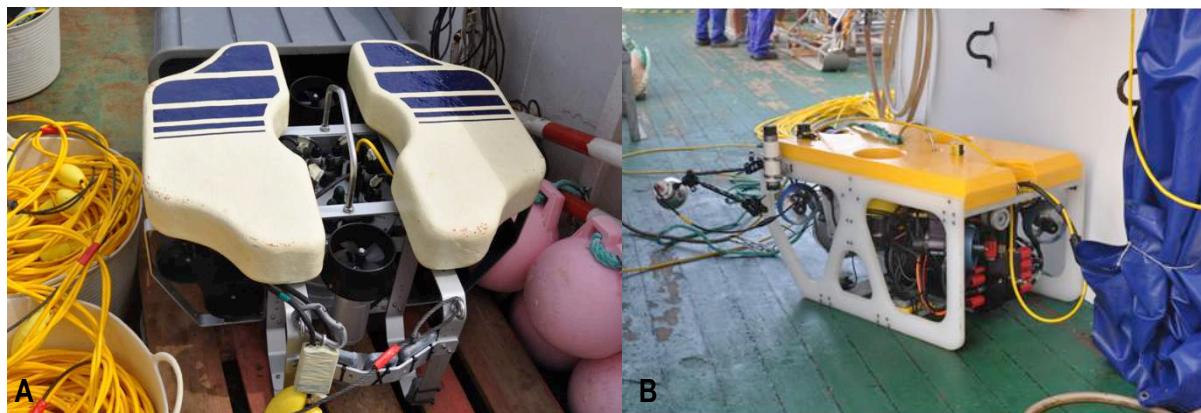
## 4.8. Metodologías visuales y tratamiento de imágenes

En las tres campañas realizadas en el marco del proyecto se han utilizado tres sistemas independientes de captación de imágenes para realizar las prospecciones. La utilización de un tipo u otro de sistema dependió del tipo de hábitat a analizar y de los objetivos específicos del proyecto. De esta manera se realizaron prospecciones de larga duración sobre fondos duros de coralígeno, roca, maërl y detritico costero (arrena o grava) con un vehículo submarino operado desde superficie, prospecciones de larga duración con un trineo de fotografía y vídeo sobre fondos blandos de arena, maërl y detritico costero, y por último prospecciones puntuales, independientemente del tipo de fondo, con una cámara de exploración submarina (IPSE).

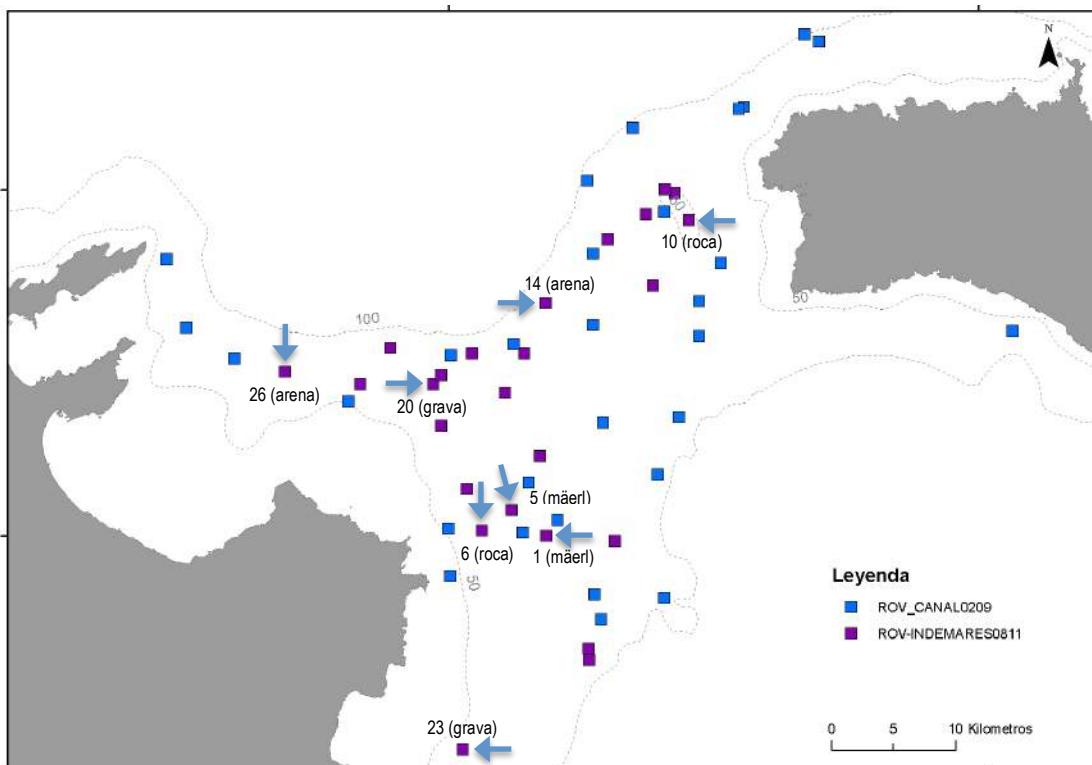
### 4.8.1. Vehículo submarino operado desde superficie

Los vehículos submarinos operados desde superficie (ROV, de las siglas en inglés *remoted operated vehicle*) se operan de forma remota desde la superficie. Son vehículos de observación submarina que al estar provistos de motores pueden maniobrar de manera relativamente independiente del barco, aunque su maniobrabilidad se ve limitada por la longitud del umbilical que los une a la superficie, por la corriente y por la deriva del barco que los puede arrastrar.

Durante la campaña CANAL0209, realizada en 2009, el ROV utilizado fue el modelo Bleeper EVO de *Praesentis* (Figura 4.8.1a). Se trabajó de manera totalmente autónoma, con el barco parado, de manera que fuera el ROV el que realizaba los transectos. Se realizaron 26 inmersiones y se filmaron un total de 29 vídeos en fondos de diversa naturaleza, que permitieron la obtención de imágenes de diferentes comunidades biológicas y diferentes sectores del canal de Menorca (Figura 4.8.2).



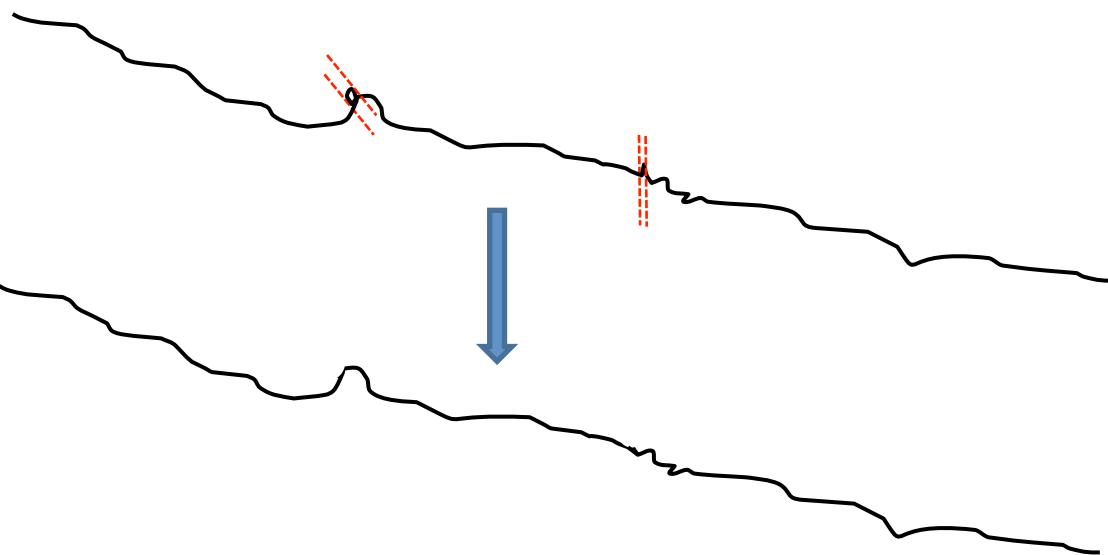
**Figura 4.8.1.-** Vehículos submarinos operados desde superficie utilizados en el proyecto. **A:** ROV Bleeper EVO propiedad del IEO; **B:** ROV Nemo alquilado a la empresa *Gavin Newman T/A Action Photographic*.



**Figura 4.8.2.** Mapa de localización de los transectos de ROVs realizados en la campaña CANAL0209 e INDEMARES0811. Se indica la localización de los 8 transectos homogéneos analizados: 2 de mäerl (transectos 1 y 5), 2 de roca con coralígeno (transectos 6 y 10), 2 de grava (transectos 20 y 23) y 2 de arena (transectos 14 y 26).

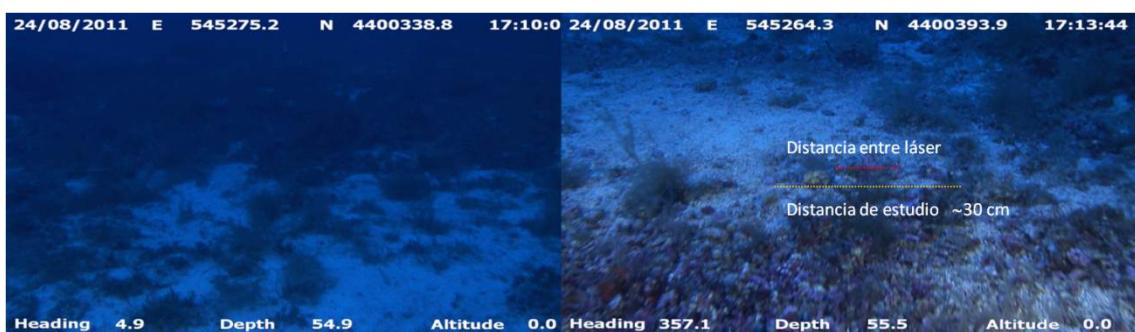
En la campaña INDEMARES\_CANAL0811, no estaba disponible el ROV Bleeper EVO, por lo que se alquiló uno a la empresa *Gavin Newman T/A Action Photographic* (ROV Nemo) (Figura 4.8.1b). Se realizaron un total de 26 inmersiones de ROV obteniendo imágenes de alta resolución (Figura 4.8.2). Por regla general, cada inmersión constaba de dos fases, una primera fase en la que se realizaba un transecto en el que el ROV era arrastrado por el barco a una velocidad constante de 0.5 nudos durante una hora, tras la cual se detenía el ROV para realizar primeros planos para la

identificación de las especies aparecidas durante el transecto. De las 26 inmersiones dos de ellas, la número 8 y la 24, se consideraron nulas por el mal funcionamiento de los láseres, que son indispensable para poder procesar las imágenes de cada una de los vídeos.. Una vez que se grabaron las imágenes se procedió a la edición de las secuencias de vídeo. La primera fase de la edición consistió en la eliminación de las repeticiones de tramos o bucles en la secuencia, para evitar poder contar dos o más veces el mismo organismo (Figura 4.8.3). Para ello se trasladan las coordenadas de cada transecto de ROV registradas en continuo a un sistema de información geográfica (GIS) y se analizó la secuencia. Cuando se detectaron bucles se eliminaron, tanto en el GIS como en el vídeo, para poder obtener una secuencia continua del transecto sin repeticiones.



**Figura 4.8.3.-** Esquema de eliminación de secuencias en bucle y en zig-zag en un transecto de ROV.

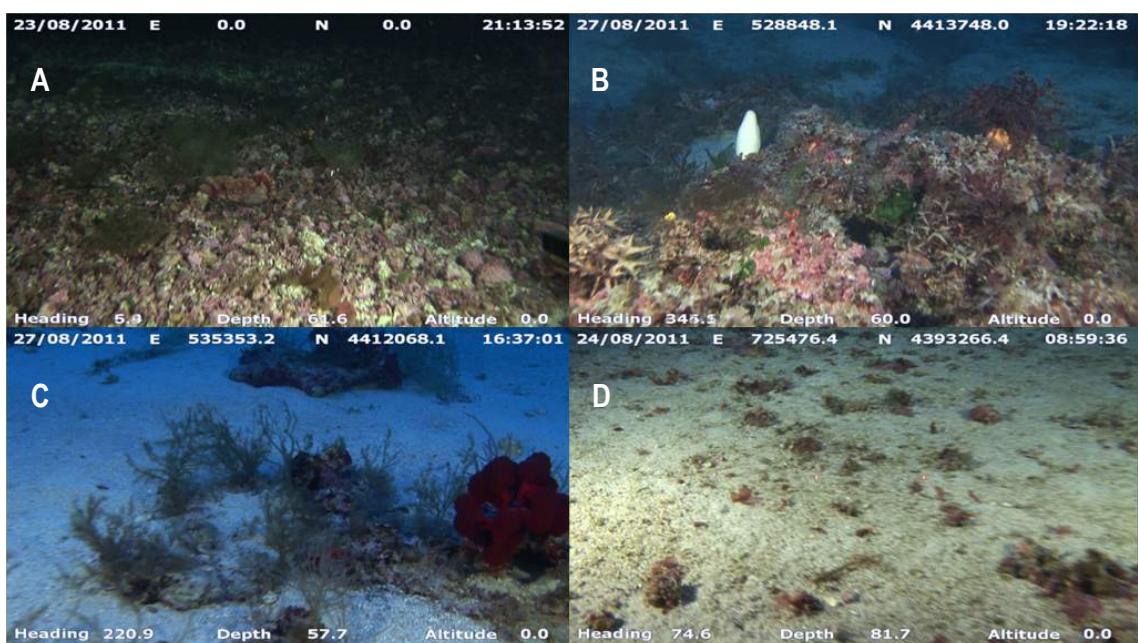
En una segunda fase de la edición se procedió a eliminar, con el programa Final Cut Pro 7, las secuencias de aquellos tramos de vídeo que no se podían analizar porque la velocidad, o la distancia al fondo no eran las adecuadas, o por haber problemas con los láser que no permitían tomar medidas. Se trabajó con una distancia entre láser de 10 cm y con una distancia efectiva de análisis de 30 cm, esto quiere decir que si los láser no se podían ver porque el ROV estaba lejos o muy próximo al sustrato y no se alcanzó a ver un mínimo de 30 cm de éste, la secuencia se clasificaba como nula (Figura 4.8.4).



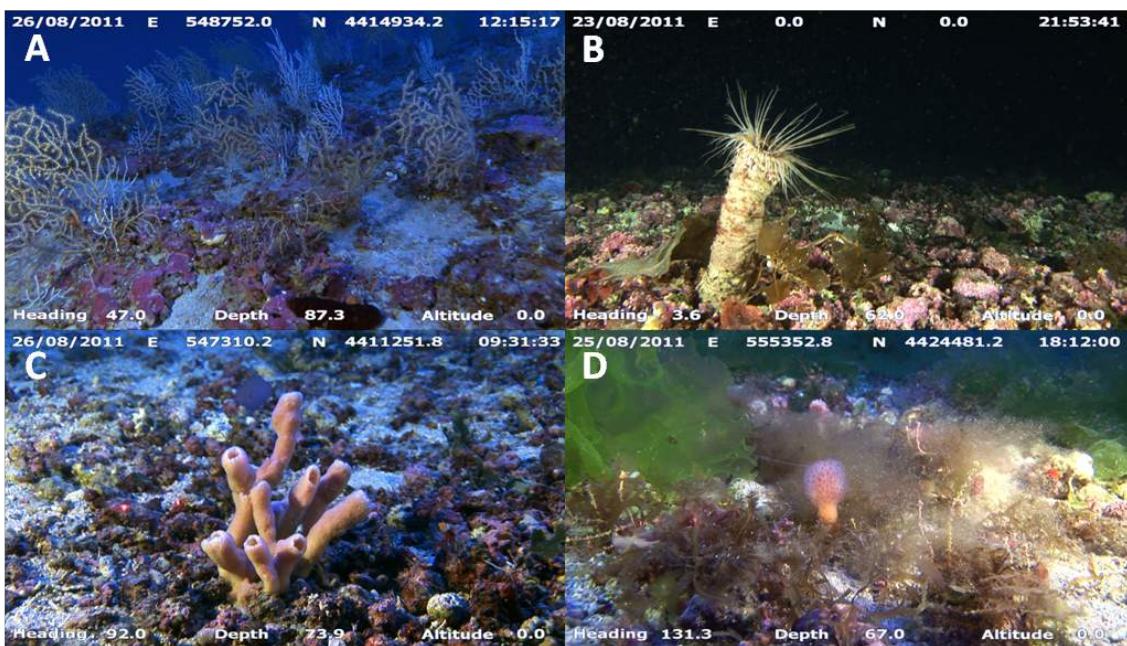
**Figura 4.8.4.-** Ejemplo de imágenes tomadas en un transecto de ROV. En la parte izquierda la imagen aparece muy alejada del fondo, por lo que no se pueden ver los láser, mientras que en la parte derecha el ROV se desplaza a una distancia óptima del fondo. Aparece indicada la distancia entre los láser y la distancia de estudio.

Una vez eliminadas las secuencias no deseadas se comenzó con el análisis de imagen propiamente dicho. En primer lugar se identificó el tipo de sustrato dominante a lo largo de cada transecto, considerando el sustrato con una cobertura >50 % de la anchura del transecto. En total, se identificaron 4 tipos de sustratos dominantes: maërl, roca con coralígeno, fondos detriticos de grava (tamaño de grano comprendido entre 4 y 256 mm) y fondos detriticos de arena (tamaño de grano de 0.25 a 2 mm) (Figura 4.8.5). Al mismo tiempo se identificaron y contabilizaron todos los ejemplares de especies macrobentónicas, indicando su posición precisa dentro de la secuencia (Figura 4.8.6).

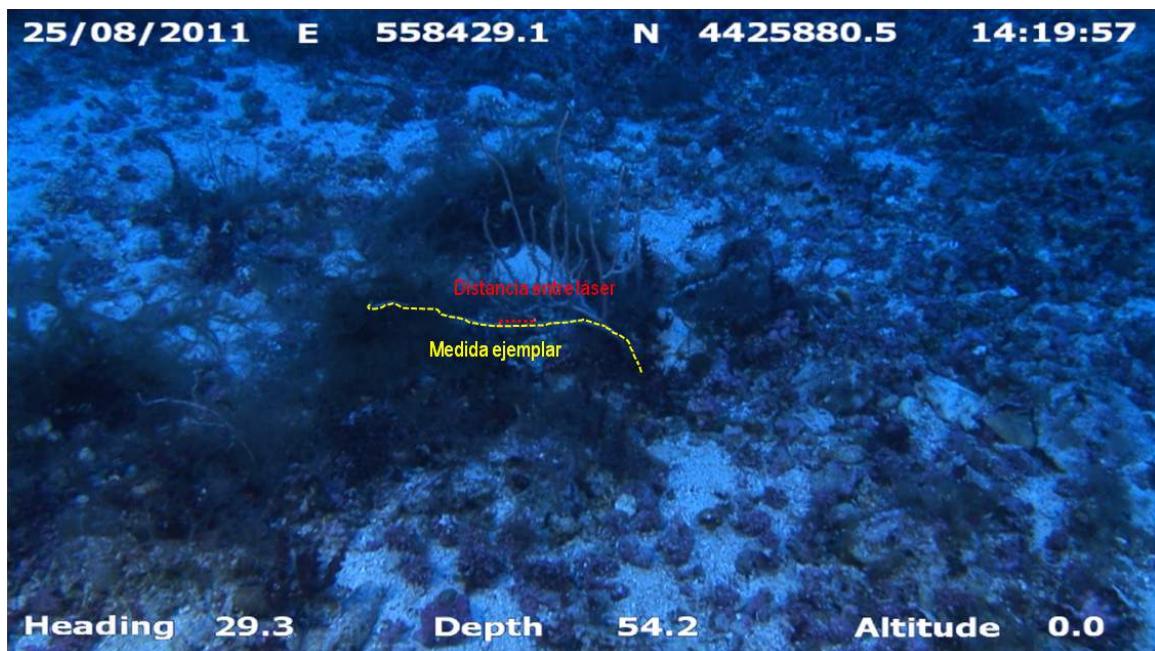
En el caso de las especies de gorgonia *Paramuricea macrospina* y *Eunicella* spp. se realizó una captura de un fotograma para poder analizarla posteriormente. Con las capturas de imágenes de las especies de gorgonias se realizó una medida de longitud máxima, siempre que la especie se encontraba en el mismo plano del láser y tomando la distancia entre puntos como referencia, para poder obtener un espectro de tallas de los individuos de la población (Figura 4.8.7). Las medidas se realizaron con el programa Macnification 2.0.1. Con todos estos resultados se realizó un análisis espacial de distribución de hábitat, especies y de tallas de especies indicadoras mediante representaciones de presencia, densidad y correspondencia con los tipos de sustrato a lo largo de los transectos y la utilización de estadísticos espaciales en secuencias de sustrato homogéneos para determinar el grado de distribución contagiosa, patrones de agregación o la frecuencia de parcheo.



**Figura 4.8.5.-** Ejemplos de diferentes tipos de fondos analizados con imágenes de ROV. **A:** fondo de maërl, **B:** fondo de coralígeno, **C:** detritico costero con cobertura algal, **D:** detritico costero sin cobertura algal.



**Figura 4.8.6.-** Ejemplos de especies macrobentónicas indidentificadas. **A.** *Paramuricea macrospina*. **B.** *Cerianthium* sp. **C.** *Haliclona mediterranea*. **D.** *Pseudodistoma cymusense*.



**Figura 4.8.7.-** Medición de un ejemplar de *Paramuricea macrospina* en una fotografía de un vídeo de ROV.

Con todos estos resultados se realizó un análisis espacial de distribución de hábitat, especies y de tallas de especies indicadoras mediante representaciones de presencia, densidad y correspondencia con los tipos de sustrato a lo largo de los transectos y la utilización de estadísticos espaciales en secuencias de sustrato homogéneos para determinar el grado de distribución contagiosa, patrones de agregación o la frecuencia de parcheo.

Los datos se analizaron aplicando estadístico espaciales mediante el software PASSaGE 2.0 (Rosenberg, 2008). Cada transecto fue transformado en una cadena de cuadrados agregados de 2 m<sup>2</sup>, en los que se contabilizaron el número de individuos de cada una de las especies identificadas. El análisis se realizó siguiendo dos aproximaciones diferentes. En primer lugar se seleccionaron 8 transectos homogéneos, con el mismo tipo de sustrato a lo largo de todo el transecto, situados en distintas posiciones geográficas del canal de Menorca: 2 de mäerl (transecto 1 y 5), 2 de roca con coralígeno (transecto 6 y 10), 2 de grava (transecto 20 y 23) y 2 de arena (transecto 14 y 26) (Figura 4.8.2). Para este análisis, se seleccionaron 12 especies macrobentónicas atendiendo a tres criterios: i) especies fácilmente identificables visualmente; ii) abundancia de individuos; iii) representatividad de grupos taxonómicos. Las especies seleccionadas fueron: 2 actinopterígeos (*Coris julis* y *Serranus cabrilla*), 1 antozoo (*Eunicella singularis*), 2 ascidias (*Pseudistoma cymusense* y *Synoicum blochmanni*), 1 briozoo (*Myriapora truncata*), 1 decápoda (*Inachus* sp.), 1 echíura (*Bonellia viridis*), 2 equinodermos (*Echinaster sepositus* y *Ophiura ophiura*) y 2 poríferos (*Axinella* sp. y *Haliclona mediterranea*). La distribución de estas especies a lo largo de cada transecto se representó con gráficos de densidad de individuos por longitud de transecto (*density plots*). La distribución espacial de estas doce especies en el todo el canal de Menorca se representó en forma de burbujas de densidad de individuos.

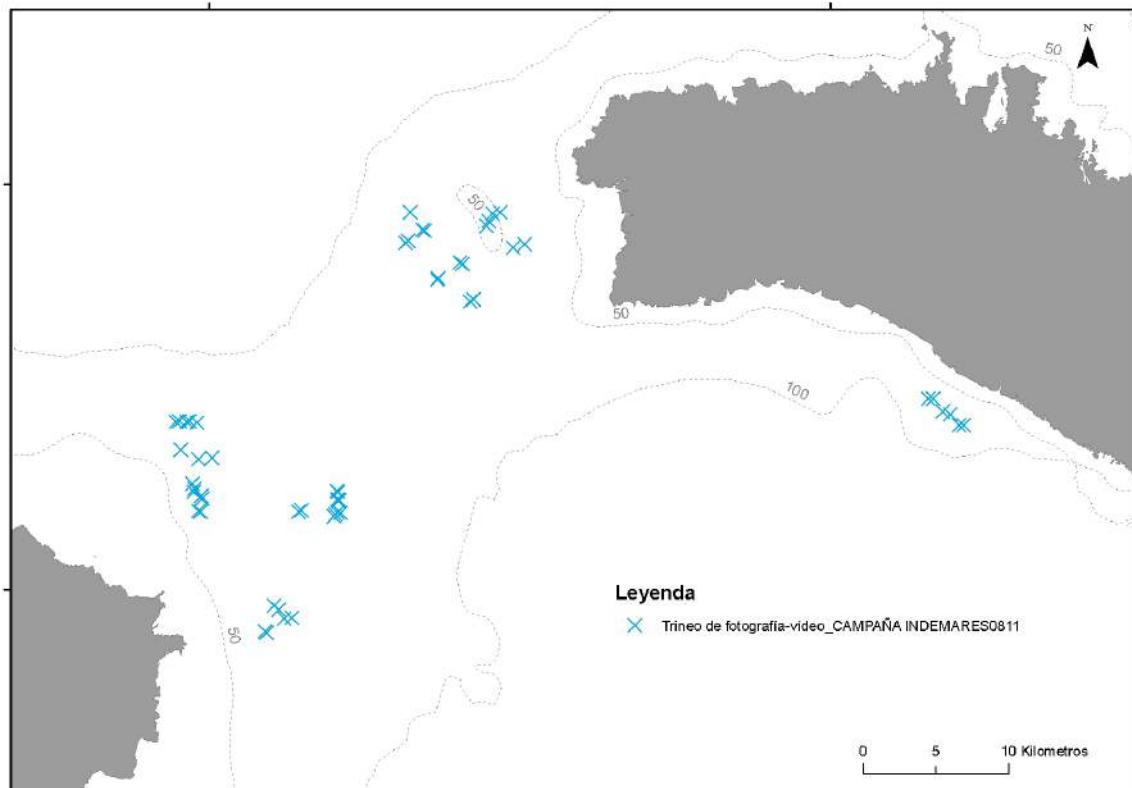
Se realizó un segundo tipo de análisis para aquellas especies que tuvieron una densidad superior a 20 individuos en alguno de los transectos. En este caso se seleccionaron 23 especies y se analizó el tipo de distribución espacial a partir de la desviación significativa de una distribución aleatoria calculada según la versión 1-dimensional de la K-función de Ripley, representada como una L-función:  $L_{(t)} = t - K_{(t)}/2$  (Ripley, 1976, 1981; Haase, 1995; Haase, et al. 1996; Fortin y Dale, 2005). La K-función de Ripley cuenta el número de individuos cercanos dentro de una distancia (*t*) para cada una de las especies. Una desviación significativa positiva de la especie, indicaría una distribución regular, mientras que una desviación significativa negativa sugiere una distribución agregada (Fortin y Dale 2005).

#### 4.8.2. Trineo de fotografía y vídeo

El trineo de fotografía y vídeo consta de un armazón de acero en el que acoplan dos sistemas de captación de imágenes independientes (Figura 4.8.8). En la parte frontal del armazón se sitúa un sistema de vídeo de baja resolución que actúa como cámara de navegación, ya que al estar conectado al barco por un cable umbilical, permite la grabación y observación de imágenes del fondo marino en tiempo real en el monitor y en el sistema de grabación. El sistema de fotografía de alta resolución se sitúa en la parte central del armazón del trineo y funciona de manera autónoma, independiente de la superficie. La cámara fotográfica se orienta en la vertical y se programa para que realice una fotografía del fondo cada 10 segundos en una superficie de 20x20 cm.



**Figura 4.8.8.-** Trineo de fotografía y vídeo utilizado en la campaña. Se señalan los dos sistemas independientes de captación de imágenes (fotografía y vídeo).



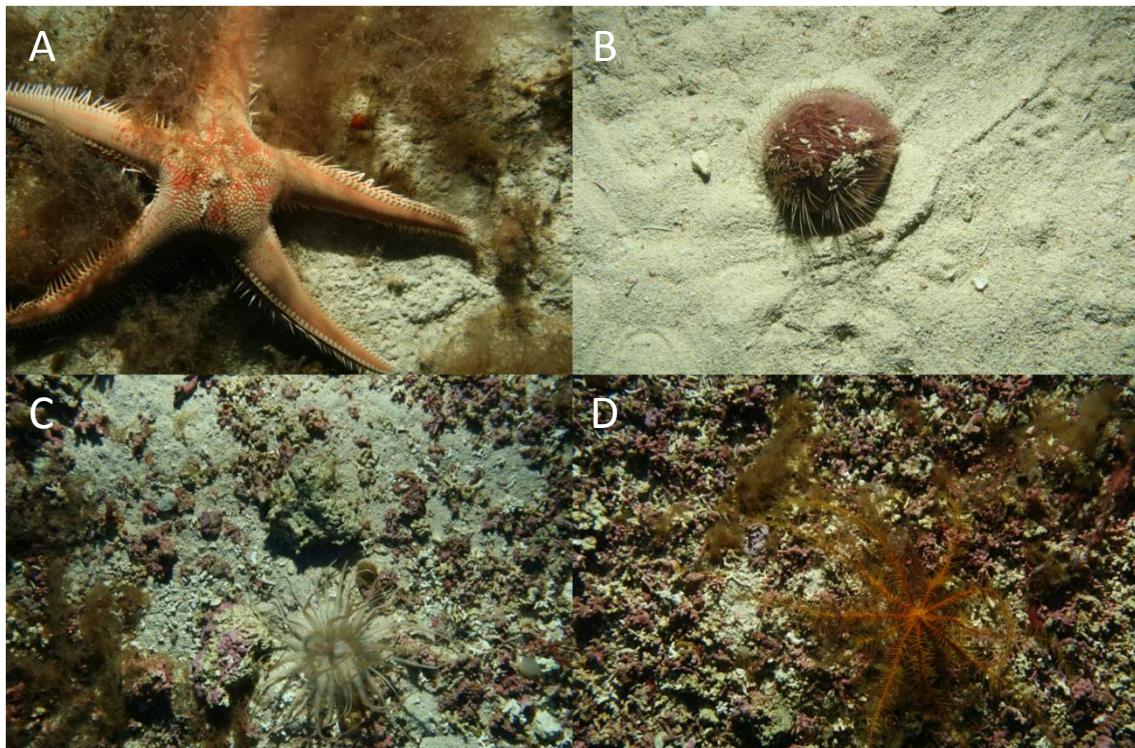
**Figura 4.8.9.-** Distribución espacial de los 57 transectos de fotografía y vídeo realizados durante la campaña INDEMARES\_CANAL0811.



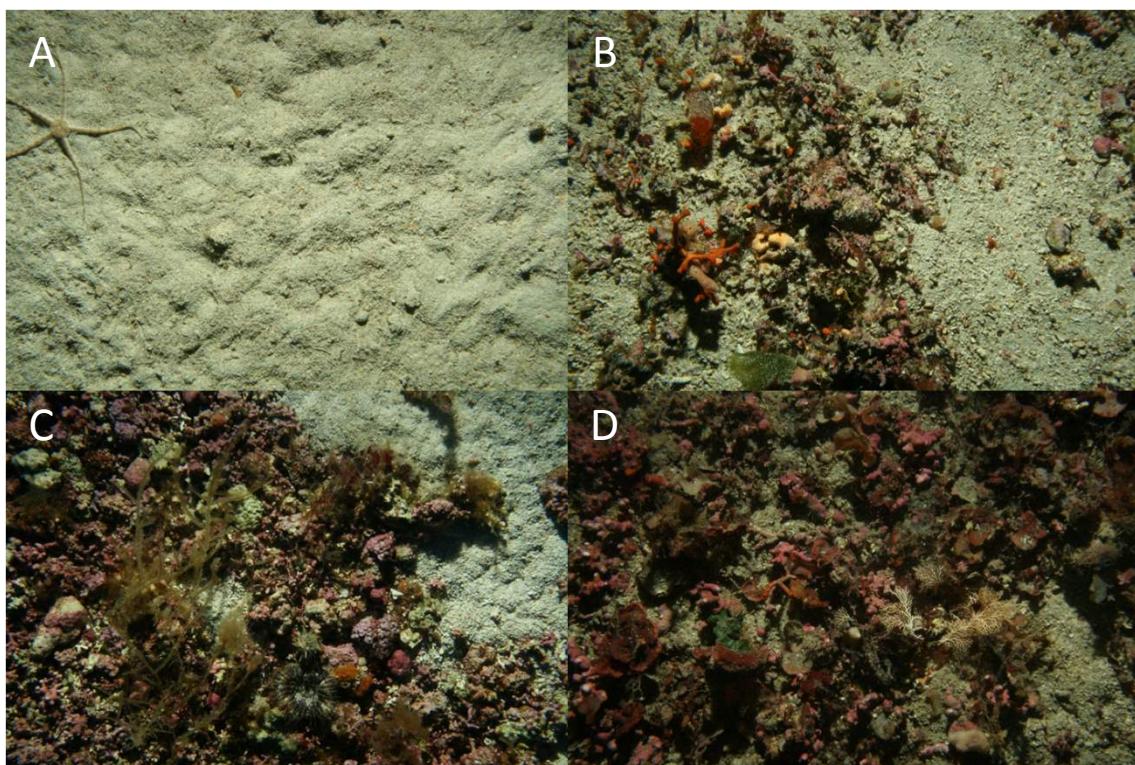
**Figura 4.8.10.-** Imagen en directo de la cámara de navegación del trineo de fotografía y vídeo.

El análisis de las fotografías de alta definición se ha abordado desde dos perspectivas diferentes. Se analizó la presencia y abundancia de todas las especies de macrofauna bentónica que aparecieron en todas las imágenes captadas (Figura 4.8.11) y se realizó un análisis de la cobertura a nivel de microescala, mediante el análisis de imagen de la superficie ocupada por cada tipo de sustrato (Figura 4.8.12). Para determinar el área que ocupa cada tipo de hábitat se utilizó un programa de tratamiento de imágenes (Image Tool para Windows versión 3.0), que permite dibujar en cada fotografía los límites entre los diferentes tipos de hábitat y calcular el número de pixeles que ocupa cada uno (Figura 4.8.12). En cada transecto, este proceso de análisis se realizó en una de cada diez fotografías, es decir, aproximadamente unas 20 fotografías por transecto.

A partir del tratamiento de las imágenes y de los videos, en cada transepto se calcularon parámetros relacionados con la cobertura y fragmentación del hábitat: cobertura algal, número y tamaño de los parches con vegetación. La cobertura algal se estimó como el valor medio del porcentaje de substrato ocupado por algas, calculado a partir de los datos de cobertura de todas las fotografías tratadas en cada transecto. A partir de las imágenes de los videos se estimaron el número de parches de vegetación y el tamaño medio de estos. El número de parches de vegetación se estimó contando a lo largo del recorrido del transecto los cambios de hábitat o vegetación, tanto si cambiaba de arena a parche con vegetación o si ésta era diferente. El tamaño de los parches se calculó como la media del tamaño de todos los parches de vegetación de un transecto. Este tamaño se estimó como proporción relativa (%) = (superficie del parche/superficie del transecto)\*100.



**Figura 4.8.11.-** Ejemplos de macrofauna bentónica identificada en las fotografías de alta resolución del trineo de fotografía y vídeo. **A.** *Astropecten aranciacus*, **B.** *Spatangus purpureus*, **C.** *Ceriathus* sp. **D.** *Antedon mediterránea*.



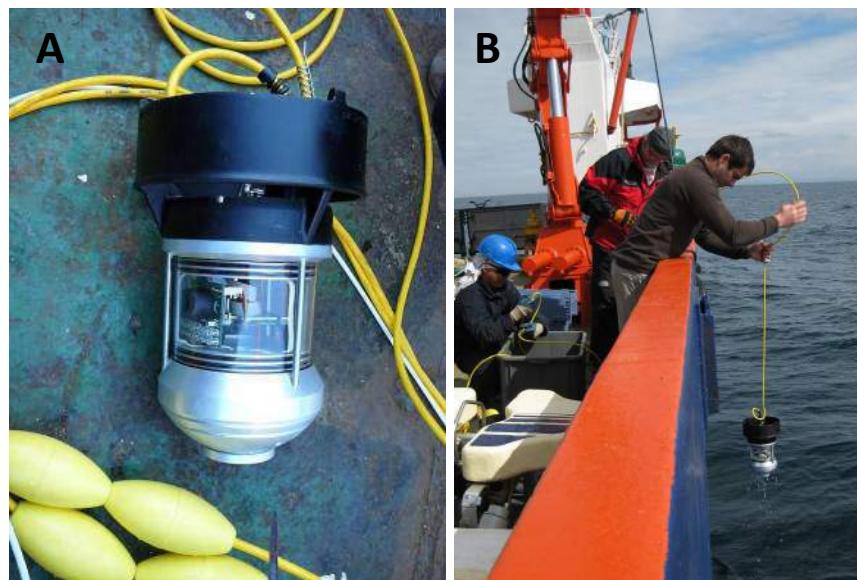
**Figura 4.8.12.-** Ejemplos de tipos de fondos identificados en las fotografías de alta resolución del trineo de fotografía y vídeo. **A.** Arena, **B.** Arena con rodolitos, **C.** Maërl con manchas de arena. **D.** *Peyssonnelia* con rodolitos.



**Figura 4.8.13.-** Ejemplo del análisis de una fotografía para calcular la cobertura algal. En esta imagen se han distinguido dos tipos de sustrato a pequeña escala, claros de arena entre rodolitos de pequeño tamaño.

#### 4.8.3. Cámara de exploración submarina

Las observaciones de larga duración realizadas con los ROV y el trineo fotográfico se complementaron con la utilización de la cámara de exploración submarina (IPSE, Figura 4.8.14), que permite una visualización rápida y puntual del fondo (hasta 80 m) y, opcionalmente, la grabación de imágenes. Se realizaron un total de 120 observaciones puntuales mediante esta cámara y 83 grabaciones en los puntos de mayor interés.



**Figura 4.8.14.-** A. Dispositivo sumergible IPSE, B. Maniobra desde el barco.

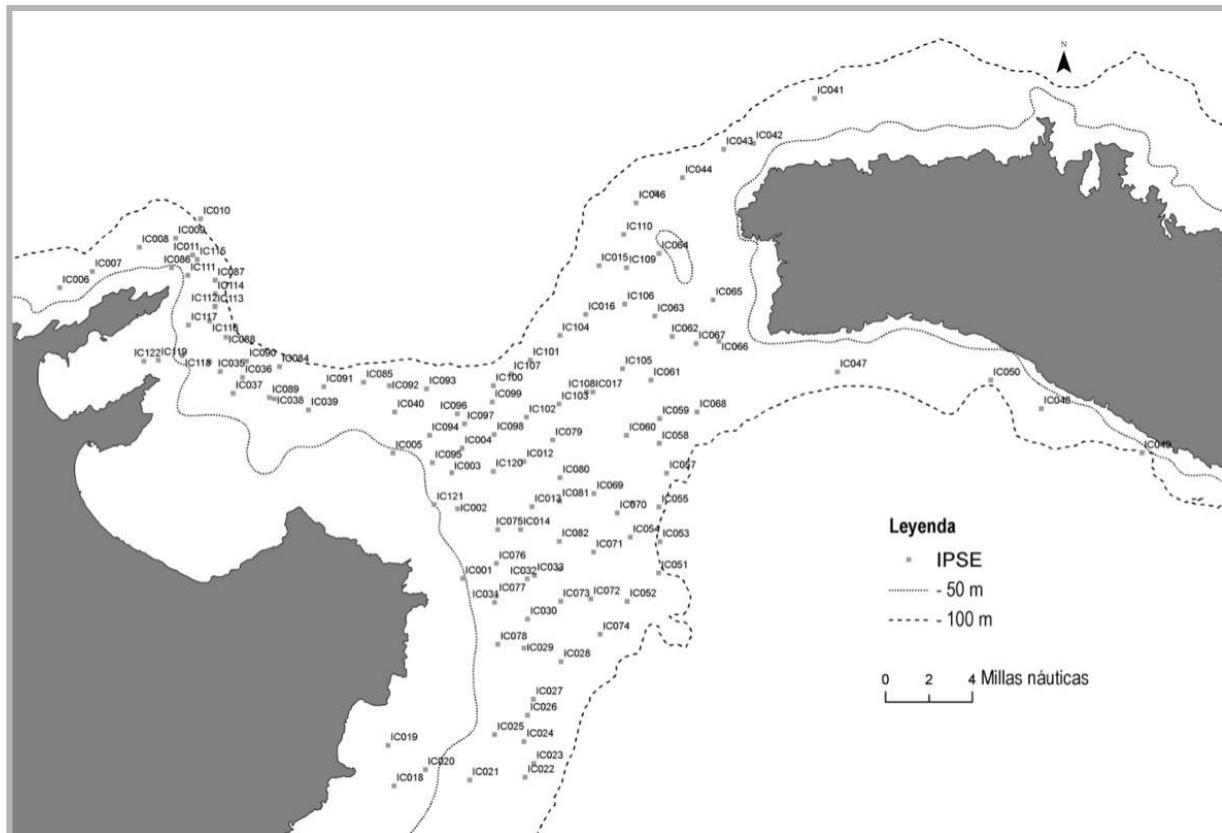


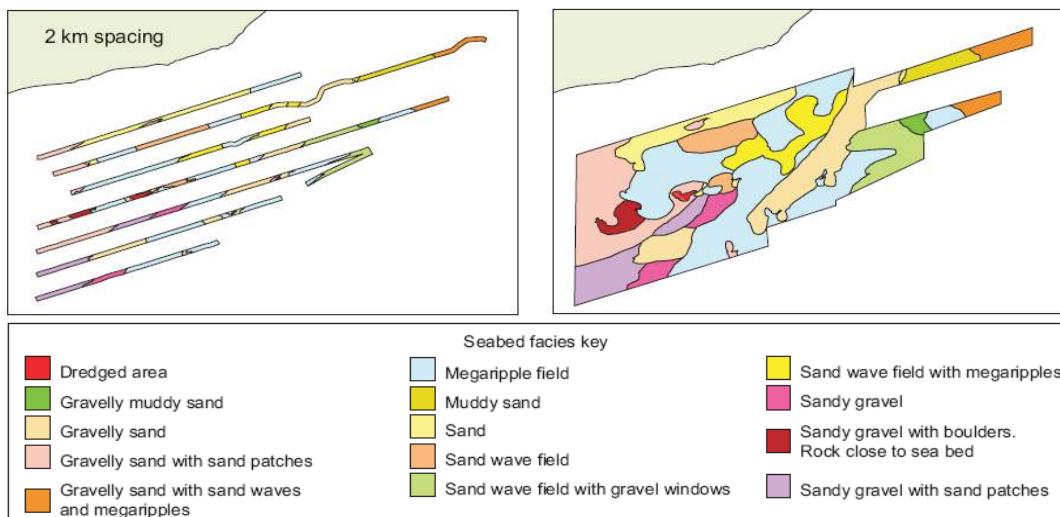
Figura 4.8.15.- Mapa de localización de los puntos de inmersión realizados con la cámara IPSE.

## 4.9. Identificación y clasificación de hábitats

El cartografiado de las comunidades bentónicas en los fondos circalitorales blandos de la plataforma continental del canal de Menorca consistió en la interpretación e interpolación espacial de diferente información, basada en prospección mediante técnicas acústicas (Multihaz y Sonar de Barrido Lateral), muestreos biológicos y observaciones directas con ROV y cámara submarina IPSE (Figura 4.9.1). El cartografiado mediante sistemas acústicos tiene la ventaja que no existe intrusión en el medio, obteniendo información gráfica del tipo de fondo de grandes extensiones en plazos de tiempo relativamente breves. Además, la información acústica permite conocer características físicas del fondo no visibles en los muestreos biológicos y visuales, siendo ambos métodos, por lo tanto, complementarios y necesarios para realizar un estudio completo. En una primera fase se realizó una interpretación previa basada en la información obtenida en el marco del proyecto CANAL, en cuya campaña, denominada CANAL0209, se realizó una prospección del fondo con Sonar de Barrido Lateral (SBL), que no fue en continuo, sino en bandas paralelas. La interpretación de estas sonografías se contrastó con información de los diferentes muestreos biológicos dando lugar a un plano en bandas donde se reflejan las diferentes facies acústicas. La interpretación en líneas se interpoló espacialmente a las áreas no prospectadas dando lugar a los tipos de fondo en toda la superficie prospectada, en un proceso que se ilustra en la figura 4.9.2. En una segunda fase, a partir del año 2010, se procesaron los resultados de la prospección mediante ecosonda multihaz de diferentes campañas (Apartado 4.3.1). Esta prospección en continuo, dio lugar a la batimetría y la reflectividad del fondo. Esta información, junto a nuevos muestreos sedimentarios y biológicos realizados durante la campaña INDEMARES\_CANAL0811 sirvió para completar el cartografiado de hábitats.



**Figura 4.9.1.-** Esquema de las diferentes fases en el proceso de identificación y clasificación de hábitats. El cartografiado se basó en prospección mediante técnicas acústicas (Multihaz y Sonar de Barrido Lateral), muestreos biológicos (patín epibentónico) y observaciones directas con ROV y cámara submarina.



**Figura 4.9.2.-** Secuencia en el proceso de cartografiado del fondo. El método consistente en la interpolación de las líneas de interpretación del sonar que dan lugar a tipos de fondo en toda la superficie prospectada (Boyd et al., 2006).

#### 4.9.1. Interpretación del tipo de fondo

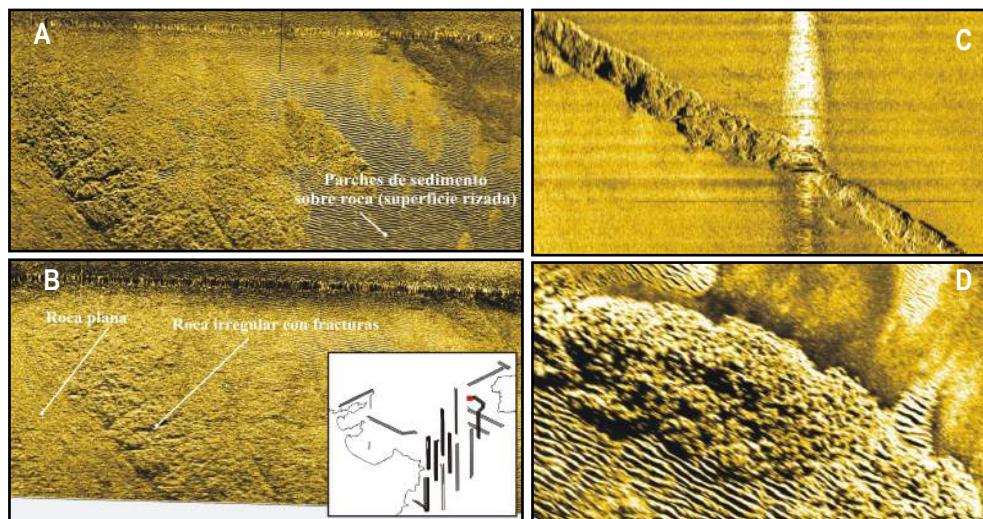
A partir de los resultados del SBL se definieron diferentes facies sonográficas, es decir, tipos de respuesta acústica, basada en cuatro criterios: consolidación, reflectividad, homogeneidad y rugosidad. Los tipos de facies sonográficas permitieron distinguir entre fondos consolidados y no consolidados y diversas formaciones estáticas y dinámicas naturales y de origen antrópico (e.g. marcas de arrastres, objetos sin identificar, cables submarinos, etc.) (Tabla 4.9.1). A continuación se ofrece una breve descripción de los tipos de facies sonográficas más características:

**FONDOS CONSOLIDADOS o CEMENTADOS:** Estas facies representan un fondo genérico formado por un afloramiento rocoso con relieve positivo, con una superficie irregular. A partir del registro visual se ha visto que en los sectores situados a menor cota es frecuente encontrar acumulaciones de sedimento en forma de parches que suelen presentar la superposición de ripples (fondo rizado) (Figura 4.9.3a). En algunos sectores se observa la presencia de fracturas (posiblemente diaclasas) (Figura 4.9.3b). Los fondos cementados se corresponden con fondos consolidados sobre un fondo blando, con relieve positivo y contornos bien definidos. Puede tratarse de afloramientos longitudinales, que presentan una disposición lineal, con un patrón acústico similar a los anteriores, es decir, acumulación masiva de bloques de fragmentos de roca o concreciones biológicas (Figura 4.9.3c) o afloramientos lobulares, de cierta rugosidad y formas simétricas (Figura 4.9.3d).

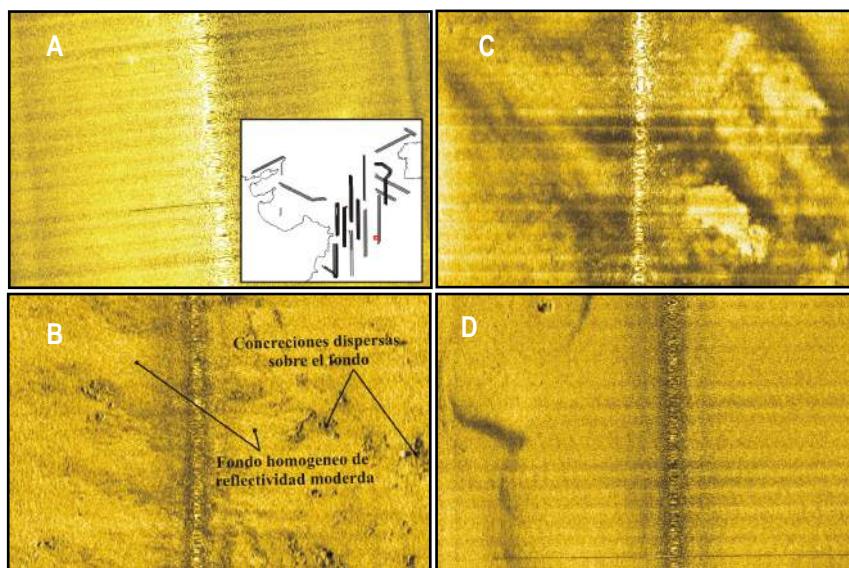
**FONDOS SEDIMENTARIOS HOMOGÉNEOS:** Se consideraron como fondos sedimentarios homogéneos a todos los que muestran de forma genérica un grado de reflectividad relativamente constante, que dan lugar a un patrón acústico continuo a nivel superficial. En este caso la única característica superficial que se puede utilizar para clasificarlos es la reflectividad. El material sedimentario de reflectividad moderada y baja corresponde a los fondos planos, blandos y genéricos donde no se han identificado ningún tipo de comunidad (Figura 4.9.4a y b), aunque frecuentemente se corresponde con detrítico costero sin cobertura vegetal. Existen evidencias visuales que nos confirman que los fondos sedimentarios homogéneos de elevada reflectividad se encuentran asociados a la presencia de fondos de rodolitos con elevadas coberturas y que frecuentemente coinciden en zonas con dunas o *megaripples* (Figura 4.9.4c y d). Aunque un fondo homogéneo de elevada reflectividad también se asocia a fondos de sedimento con un tamaño de grano elevado.

**Tabla 4.9.1.- Correspondencia entre las facies sonográficas resultado del estudio de Sonar de Barrido Lateral y las unidades bionómicas o hábitats identificados a partir de muestreos biológicos y visuales.**

Facies sonográficas	Unidad bionómica/Hábitat
A) FONDOS CONSOLIDADOS con superficie irregular, plana con aristas o plana irregular	Fondo duro rocoso, que puede estar cubierto por arena y puede presentar concreciones de coralígeno y asociaciones de rodolitos y <i>Osmundaria volubilis</i> .
B) FONDOS CEMENTADOS Afloramientos lobulares/ Afloramientos longitudinales/ Apilamientos de concreciones biológicas/ Fondos cementados planos	Fondos duros de coralígeno
C) FONDOS SEDIMENTARIOS C-1) HOMOGÉNEOS Material sedimentario de reflectividad alta y moderada	Fondos blandos
Material sedimentario de reflectividad baja	Material sedimentario grueso y tamaño intermedio (Detritico costero sin cobertura algal y detritico costero con rodolitos).
Recubrimiento masivo de rodolitos	Material sedimentario de tamaño fino (Detritico costero sin cobertura algal y arena).
Recubrimiento de rodolitos sobre fondo rizado	Parches de maërl. Detritico costero con bandas de rodolitos.
C-2) FONDOS NO HOMOGÉNEOS Concreciones dispersas sobre el fondo	Detritico costero sin cobertura vegetal con concreciones de coralígeno de pequeño tamaño dispersas Detritico costero con o sin cobertura vegetal, pero siempre se trata de algas blandas
Fondo parcheado/ Fondo moteado/ Fondo punteado disperse/ Fondo difuminado masivo/ Fondo masivo de contornos irregulares/	
Fondo de fanerógamas marinas masivas Fondo parcheado irregular sobre fondos cohesivos	Praderas de <i>Posidonia oceanica</i>
D) FORMAS DE FONDO DINÁMICAS Fondos rizados	<i>Ripples</i>
Fondos ondulados	Dunas
D-2) FORMAS LONGITUDINALES Lineamientos sedimentarios	<i>Ripples</i> o dunas
Lineamientos erosivos	
Sombras de sedimento	
Morfología de anillo	
Calvas bentónicas	
Hondonadas estabilizadas	
E) OTROS RASGOS MORFOLÓGICOS Taludes sedimentarios	
Marcas de fondo	Marcas de arrastre
Marcas de cables eléctricos	Cables eléctricos

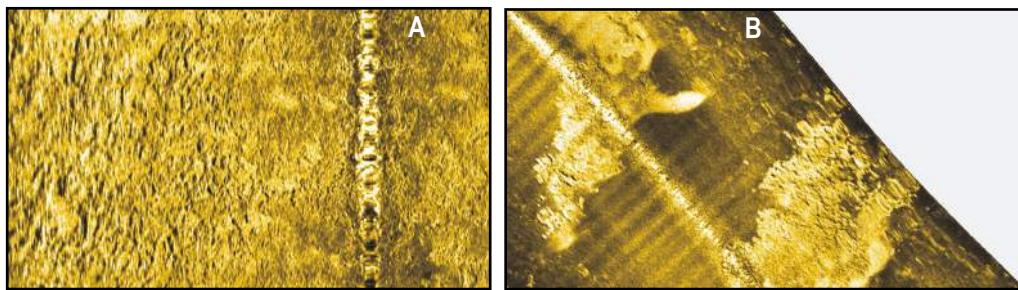


**Figura 4.9.3.-** Facies sonográficas correspondiente a fondos consolidados o cementados. **A:** afloramiento rocoso con parches de sedimento arenoso, **B:** fondo rocoso con diaclasas, **C:** afloramiento cementado longitudinal, **D:** afloramiento cementado lobular.



**Figura 4.9.4.-** Facies sonográficas correspondiente a fondos sedimentarios homogéneos. **A:** fondo de baja reflectividad, **B:** fondo de reflectividad moderada, **C:** fondo de reflectividad muy elevada sobre un fondo ondulado, **D:** fondo masivo de rodolitos con elevada reflectividad.

**FONDOS SEDIMENTARIOS NO HOMOGÉNEOS:** En este grupo se encuentran todos los patrones acústicos que presentan algún patrón de distribución no homogéneo, combinando diferentes características superficiales con un patrón espacial repetitivo. Se define de forma genérica un fondo parcheado como el formado por la combinación de un material con una reflectividad acústica diferente al fondo adyacente. La información visual que se tiene de este tipo patrón acústico confirma que se puede interpretar como varios tipos de fondos blandos: con praderas de *Posidonia oceanica*, con acumulaciones de hojas de *Posidonia*, concreciones biológicas dispersas, además de gran cantidad de rodolitos, fundamentalmente en fondos rizados (Figura 4.9.5).



**Figura 4.9.5.-** Facies sonográficas correspondiente a fondos sedimentarios no homogéneos. **A:** Presencia masiva de concreciones, **B:** praderas de fanerógamas marinas.

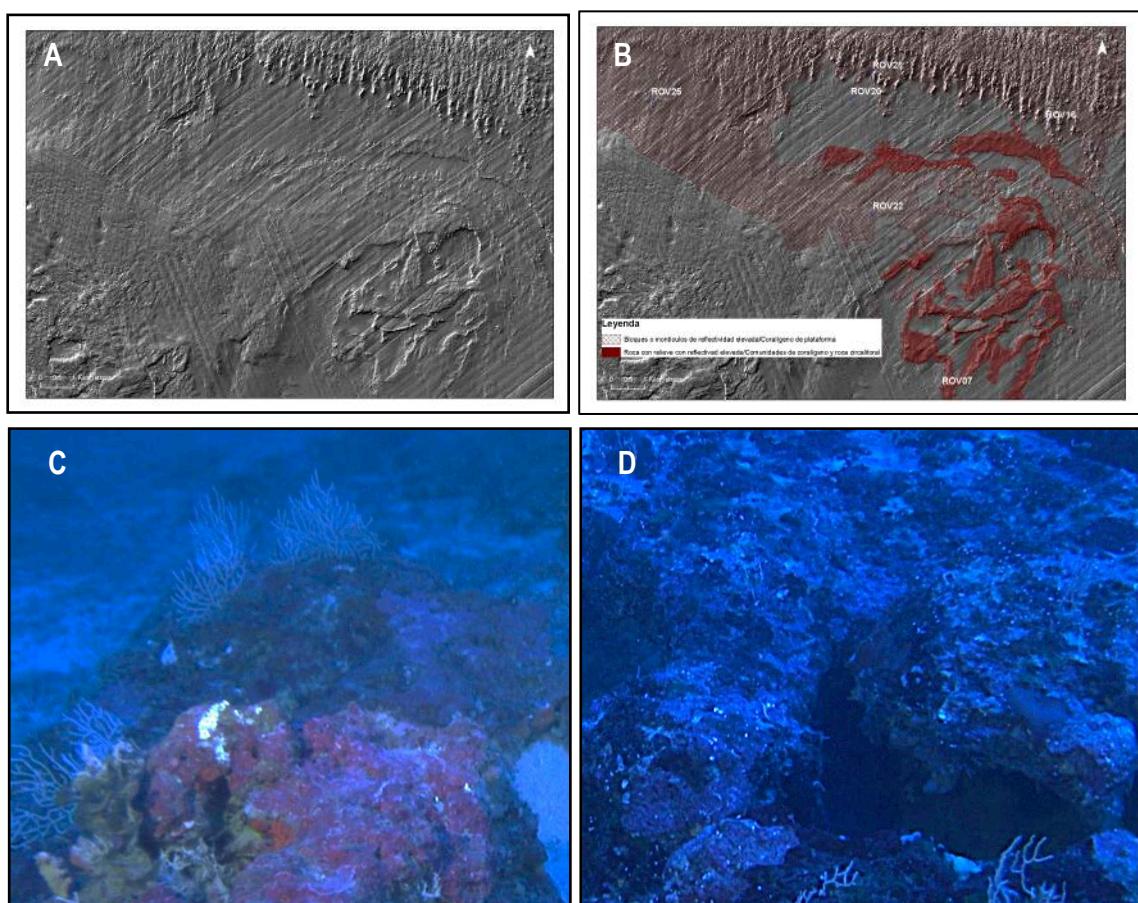
**FORMAS DE FONDO DINÁMICAS:** Se trata de patrones acústicos que se relacionan con formas sedimentarias generadas transversalmente al flujo de la corriente marina. Se pueden diferenciar *megaripples* y dunas. Desde el punto de vista morfodinámico, ambos tipos corresponden al mismo tipo de génesis, siendo la única diferencia su tamaño, considerando los datos de altura y longitud de onda (o espaciamiento). La información visual ha permitido establecer una correspondencia entre los fondos rizados que coincide con la observación de ripples, con acumulaciones de algas en el surco (Figura 4.9.3a y d). Las dunas o fondos ondulados coinciden con diversas comunidades, pero cuando existe maërl/rodolitos siempre ha sido sobre un fondo ondulado (Figura 4.9.4c).

**MARCAS DE ARRASTRE Y DE CABLES ELÉCTRICOS:** Las marcas de fondo es un tipo de morfología que engloba de forma genérica a todas las marcas o arañazos a nivel superficial sobre el fondo marino, generalmente producidos por el desarrollo de prácticas humanas sobre éste. Las más comunes corresponden a marcas de pesca de arrastre, aunque también son frecuentes las marcas producidas por garreos de anclas. Las marcas relacionadas con cables eléctricos tienen una respuesta sonográfica diferente y no existe registro visual que lo corrobore, ya que están enterrados.



**Figura 4.9.6.-** Facies sonográficas donde se pueden apreciar marcas de fondo. **A:** rastros del garreo de ancla o del arte de pesca de arrastre, **B:** líneas de tendido eléctrico enterrado bajo el sedimento.

A partir del mapa de reflectividad elaborado a partir de la MULTIHAZ se ha realizado fundamentalmente una clasificación del tipo de fondo marino diferenciando entre: fondo rocoso, fondo sedimentario de reflectividad alta, sedimento de reflectividad media, y sedimento de baja reflectividad. Además se han identificado diferentes rasgos geomorfológicos que pueden ser de origen erosivo (*Gullies*, *Escarpes erosivos*, *Dorsales de arena*), tectónico (*Escarpes tectónicos*) o biológico (*Montículos de coralígeno*, *Crestas de coralígeno* y *Barras relictas*) (Apartado 5.2.1). Este escenario geomorfológico se ha contrastado con la información procedente de sonar de barrido lateral y de los muestreos biológicos y visuales, que ha llevado a un esquema de correspondencias entre la respuesta acústica y el tipo de hábitat que se expone en la tabla 4.9.1. En general, los resultados de la MULTIHAZ permiten identificar claramente los fondos duros de roca y formaciones de coralígeno, especialmente los montículos que se identifican como bloques de coralígeno (Figura 4.9.7). En algunas zonas están recubiertos por una fina capa de sedimento donde se desarrollan asociaciones de rodolitos y el alga blanda *Osmundaria volubilis*. No se ha podido identificar una unidad geomorfológica que se corresponda con los fondos de maërl con más a menos cobertura. Sería necesario un procesado de la MULTIHAZ a mayor resolución.



**Figura 4.9.7.-** Ejemplo de un área donde se han identificado montículos o bloques de coralígeno y roca con relieve, ambas unidades geomorfológicas con elevada reflectividad y rugosidad. **A:** modelo de sombras de la multihaz (iluminado desde el NW), **B:** modelo de sombras y superposición de la capa de interpretación de hábitats y las estaciones de muestreo de ROV, **C:** imagen de montículos o bloques de coralígeno obtenida a partir del vídeo del ROV 21, **D:** imagen de un fondo rocoso con relieve obtenida a partir del vídeo del ROV 7.

**Tabla 4.9.2.-** Correspondencias entre las unidades geomorfológicas identificadas en la MULTIAZ y las unidades bionómicas, que son los tipos de hábitat interpretados y clasificados a partir de la Lista Patrón de Hábitats del Estado Español.

Unidad geomorfológica	Características acústicas y morfológicas	Unidad bionómica/Hábitat
Roca de relieve suave	Superficie algo rugosa Reflectividad alta	Comunidades de coralígeno y roca circalitoral Fondos detríticos con rodolitos y <i>Osmundaria</i> Fondos de maërl/Rodolitos (cobertura <50%) A veces coincide con: Fondos detríticos con <i>Laminaria</i>
Roca de relieve fuerte	Superficie rugosa Reflectividad alta	Comunidades de coralígeno y roca circalitoral Fondos detríticos con rodolitos y <i>Osmundaria</i> Fondos de maërl/Rodolitos (cobertura <50%)
Montículos	Morfología aproximadamente circular vista en planta, formando normalmente agrupaciones y crestas. Reflectividad alta, rodeados de reflectividad alta (roca, sedimento de alta reflectividad) o baja (sedimento de media y baja reflectividad) En TOPAS tienen facies transparente.	Coralígeno de plataforma rodeado de: Fondos de maërl/Rodolitos (cobertura >50%) Fondos de maërl/Rodolitos (cobertura <50%) A veces coincide con: Fondos detríticos con <i>Laminaria</i>
Crestas	Relieve fuerte, agudo y alargado Reflectividad alta En TOPAS tienen el aspecto de afloramientos rocosos	Comunidades de coralígeno y roca circalitoral rodeado de: Fondos de maërl/Rodolitos
Sedimento de alta reflectividad	Superficie suave, lisa Reflectividad alta En TOPAS se ve una capa delgada de sedimento que da un fondo muy reflectivo, por encima de substrato rocoso, y la facies es transparente.	Fondos de maërl/Rodolitos (cobertura >50%) Fondos de maërl/Rodolitos (cobertura <50%) Fondos de detrítico con <i>Peyssonnelia</i> (a veces) Fondos detríticos con rodolitos y <i>Osmundaria</i> (a veces) Fondos detríticos con <i>Laminaria</i>
Sedimento de reflectividad media y baja	Superficie lisa o con formas sedimentarias (ondas de sedimento) Reflectividad media a baja	Fondos detríticos biogénicos (cobertura <10%) Fondos de detrítico con rodolitos y <i>Peyssonnelia</i> Fondos detríticos con <i>Laminaria</i> Fondos de maërl/Rodolitos (cobertura >50%) (a veces, cerca de montículos y crestas)

## 4.10. Pesquerías

### 4.10.1. Origen de los datos

Para el estudio de la actividad de la flota artesanal en el canal de Menorca se han utilizado datos de distintas fuentes. Los datos de descargas proceden de las ventas anuales efectuadas por la flota y registradas en la lonja de Palma y en las cofradías de Ciutadella y Maó (Fuente DG Pesca). La caracterización de la flota y el establecimiento de los diversos tipos de pesquerías y su estacionalidad se obtuvieron de información generada en el marco de proyectos previos, de la unidad RESMARE del Centro Oceanográfico de Baleares, dedicados al estudio de las pesquerías artesanales que operan en la Reserva Marina de Cala Rajada (Mallol y Goñi, 2004) y del efecto reserva sobre las comunidades explotadas en las reservas marinas de Cala Rajada y Columbretes y pesquerías afectadas (proyectos PESCALA I “Seguimiento de las pesquerías artesanales (punto cero) en el entorno de la Reserva Marina de Cala Rajada (Mallorca)”, PESCALA II “Estudio del efecto reserva en la Reserva Marina de Llevant-Cala Ratjada (RMCR) (Mallorca) (2007-2010)” y ERICOL “Efecto reserva sobre los recursos marinos de la Reserva Marina de las Islas Columbretes (RMIC) y su entorno (2009-2012)”. Los datos de la distribución espacial de la flota proceden de entrevistas realizadas a los patrones de las embarcaciones de pesca artesanal de langosta dentro del marco del proyecto LANBAL “Estudio integral de la langosta (*Palinurus elephas*) en las Islas Baleares para el diseño de un sistema de gestión pesquera sostenible (2010-2012)”. La distribución espacial de otras pesquerías proceden de los datos obtenidos mediante embarques y muestreos a bordo de la flota artesanal dirigidos al seguimiento del efecto reserva (proyectos PESCALA I y II; ERICOL).

Los datos de la flota de arrastre analizados en el presente proyecto provienen de las siguientes fuentes:

- i) Hojas de venta diaria de la lonja de Palma, en la que se centralizan los desembarcos de todos los puertos de Mallorca. Estos datos de desembarcos diarios están disponibles desde el año 2000 hasta la actualidad.
- ii) Registros de la situación espacio-temporal de las embarcaciones de pesca de arrastre obtenidos por medio de los registro VMS (del inglés *Vessel Monitoring System*), también conocido como “cajas azules”. Estos datos han sido proporcionados por el Servicio del Centro de Seguimiento de Pesca de la Secretaría General del Mar (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente).
- iii) Información procedente de embarques a bordo de la flota comercial de arrastre de Mallorca disponible en el Centro Oceanográfico de Baleares desde el año 2000 al 2011. Los datos incluyen la abundancia y biomasa de todas las especies capturadas, tanto si son finalmente desembarcadas y comercializadas como si son devueltas al mar en forma de descartes.

### 4.10.2. Análisis tipo pesquerías

El análisis de los tipos de pesquerías artesanales se ha efectuado basándose en el informe del proyecto PESCALA I, y en los embarques realizados posteriormente para el seguimiento del efecto reserva tras la creación de la Reserva Marina de Llevant (Mallorca), proyecto PESCALA II.

En la pesca de arrastre, la selección de los puertos se ha hecho a partir de las embarcaciones que trabajan en la zona del canal de Menorca utilizando para ello los datos de posición geográfica proporcionados por los registros de VMS. Los resultados mostraron que embarcaciones de los puertos de Alcudia, Cala Rajada, Ciutadella, Pollença, Portocolom, Santanyí y Sóller trabajan en la zona. Ahora

bien, como sólo se han podido obtener estadísticas pesqueras de los puertos de Mallorca, el puerto de Ciutadella (Menorca) no se ha incluido en el análisis de desembarcos y esfuerzo pesquero obtenido a partir del análisis de las hojas de venta diaria. Para cada uno de los seis puertos restantes se ha determinado la composición específica de las capturas (en porcentaje) y para la serie histórica disponible 2000-2011, se ha analizado la evolución del número de embarcaciones, desembarcos (en toneladas), capturas por unidad de esfuerzo (CPUEs) y esfuerzo pesquero (número de días al año trabajados por la flota), así como las capturas de las principales especies comerciales. En el análisis de los datos de desembarcos se ha mantenido la denominación comercial utilizada para las distintas especies (se incluye una tabla con los nombres comerciales utilizados en la lonja de Mallorca, Tabla 4.10.1).

Dependiendo de la especie pesquera objetivo de la flota de arrastre, ésta dirige su actividad a diferentes estratos bátimétricos en los que habitan dichas especies. La flota de las Islas Baleares utiliza cuatro estrategias de pesca diferentes: 1) Plataforma costera o Shallow Shelf (SS) a profundidades de entre 50 y 100 m, donde la principal especie de interés comercial es el salmonete de roca; 2) Plataforma profunda o Deep Shelf (DS) entre 100 y 235 m de profundidad, donde la principal especie es la merluza; 3) Talud superior o Upper Slope (US) entre 350 y 600 m, la principal especie es la cigala; y 4) Talud medio o Middle Slope (MS): entre 600 y 800 m, donde la principal especie comercial es la gamba roja. En un mismo día una embarcación puede realizar diferentes lances y, por tanto, diferentes estrategias de pesca, pero también es posible la combinación de dos, o incluso tres, de dichas estrategias (p.e, SS+DS, SS+MS, SS+US+LS). Para cada uno de los seis puertos analizados se han determinado, a partir de las hojas de venta diaria, las diferentes estrategias de pesca que desarrollan sus embarcaciones y la composición específica de cada una de ellas, según la metodología desarrollada por Palmer et al. (2009). Además, se ha seguido la evolución temporal de las capturas procedentes de cada estrategia para determinar cambios en los patrones de explotación de cada puerto a lo largo de la década (2000-2011).

Los descartes, o captura no retenida para su comercialización y por tanto devuelta al mar, proporcionan una estimación del impacto de la pesca sobre los ecosistemas explotados. La información sobre descartes de la flota de arrastre se ha obtenido a partir de embarques a bordo de la flota comercial y no cubre los siete puertos anteriormente citados ya que tan sólo existen datos de Alcudia, Cala Rajada, Pollença, Santanyí y Sóller desde 2001 a 2011. Para la presentación de resultados, los datos de descarte se han expresado como porcentaje del total de la captura ( $\% \text{Descarte} = 100 \cdot \text{peso descarte/peso captura}$ ). Se ha seguido la evolución anual del volumen de descartes generado por la flota de cada puerto; puesto que el muestreo sistemático de los descartes no se inició hasta el año 2004, sólo se ha considerado la serie temporal 2004-2011. Dado que el volumen descartado depende de la estrategia pesquera desarrollada por la flota, se han calculado los porcentajes para las cuatro principales estrategias (SS, DS, US, MS). Finalmente, se ha seguido la evolución espacio-temporal del porcentaje de descartes de la flota de arrastre en la zona del canal de Menorca.

**Tabla 4.10.1.-** Nombre vulgar en castellano y nombre científico de las diferentes categorías comerciales (en catalán) utilizadas en la lonja de Palma de Mallorca.

Categoría comercial	Nombre vulgar	Nombre científico
Bruixa	Gallos	<i>Lepidorhombus</i> spp.
Calamar	Calamares	<i>Loligo vulgaris</i> , <i>L. forbesi</i>
Calamarí bou	Chipirones	<i>Alloteuthis media</i> / <i>Loligo</i> spp.
Cap roig	Cabracho	<i>Scorpaena scrofa</i>
Congre	Congrio	<i>Conger conger</i>
Cornet de pues	Cañaílla	<i>Bolinus brandaris</i>
Escamarla	Cigala	<i>Neprrops norvegicus</i>
Gall	Gallo de San Pedro	<i>Zeus faber</i>
Gamba roja	Gamba rosada	<i>Aristeus antennatus</i>
Gamba blanca	Gamba de altura	<i>Parapenaeus longirostris</i>
Gamba paxuda	Camarón soldado	<i>Plesionika edwardsii</i>
Gambussí	Variado de diferentes especies de gambas de pequeño tamaño	
Gato	Pintarroja	<i>Scyliorhinus canicula</i>
Gerret	Caramel	<i>Spicara smaris</i>
Gerret gabioles	Caramel imperial	<i>Centracanthus cirrus</i>
Llop	Lubina	<i>Dicentrarchus labrax</i>
Llus	Merluza	<i>Merluccius merluccius</i>
Mabre	Herrera	<i>Lithognathus mormyrus</i>
Maire	Bacaladilla	<i>Micromesistius poutassou</i>
Melva	Melva	<i>Auxis rochei</i>
Moixina	Pintarroja bocanegra	<i>Galeus melastomus</i>
Moll blanc	Salmonete de fango	<i>Mullus barbatus</i>
Moll vermell	Salmonete de roca	<i>Mullus surmuletus</i>
Mollera	Brótola de fango	<i>Phycis blennoides</i>
Morralla/Morrallí	Variado de diferentes especies de peces de sopa	
Morena	Morena	<i>Muraena helena</i>
Oriola	Bejel	<i>Trigla lucerna</i>
Pagell	Breca	<i>Pagellus erythrinus</i>
Polido/Ull verd	Ojiverde	<i>Cholorphthalmus agassizii</i>
Pop	Pulpos	<i>Octopus vulgaris</i> , <i>Eledone</i> spp.
Pota/Aluda/Canana	Potas	<i>Illex coindetii</i> / <i>Todarodes sagittatus</i>
Raor	Galán	<i>Xyrichtys novacula</i>
Rap	Rapes	<i>Lophius</i> spp.
Rata	Miraciolo	<i>Uranoscopus scaber</i>
Ratjada	Rayas	Familia Rajidae
Sípia	Sepia	<i>Sepia officinalis</i>
Sirviola	Pez limón	<i>Seriola dumerili</i>
Sorell	Jureles	<i>Trachurus</i> spp.

#### 4.10.3. Análisis de la evolución temporal y la distribución espacial del esfuerzo pesquero a partir de datos VMS

El análisis de la distribución espacial del esfuerzo de pesca artesanal se ha realizado basándose en los datos de los informes existentes de los proyectos mencionados en el apartado 4.10.1 apoyándonos con entrevistas realizadas a los patrones de las embarcaciones de pesca artesanal de langosta dentro del marco del proyecto LANBAL. El análisis del esfuerzo de la pesca de arrastre se ha realizado utilizando la información de los registros de las cajas azules (en adelante VMS). Los registros de la situación espacio-temporal de las embarcaciones de pesca de arrastre contienen los siguientes campos: 1) número de registro interno; 2) nombre del barco; 3) puerto base; 4) modalidad de pesca; 5) fecha y hora; 6) latitud y longitud; 7) rumbo; 8) velocidad; y 9) actividad (si/no); 10) tipo mensaje del registro. Como paso previo al análisis de los datos, la información facilitada se filtró en base a los siguientes criterios.

1) Aunque existen datos de los años 2000-2012 se comprobó que tan sólo aquellos posteriores al 2004 reflejaban de forma coherente la actividad de este sector, por lo que finalmente sólo se consideró la serie temporal 2005-2010.

2) Se seleccionaron únicamente las embarcaciones pertenecientes a puertos de Baleares que trabajan en la zona del canal de Menorca.

3) Se eliminaron los datos en el interior de los puertos y los que están en profundidades inferiores a 50 m. Estos registros se sitúan a distancias comprendidas entre 500-1000 m de la línea de costa (en otras áreas con orografía menos escarpada se establece un criterio que es eliminar todos los registros que estén a menos de 3 millas náuticas).

4) Se filtraron los registros comprendidos en el rango de horario de actividad de la flota que trabaja en la zona (entre 05:00 am y 17:00 pm).

5) Se aplicó un filtraje de los registros en función de los rangos de velocidad de actividad de pesca, definidos a partir de la distribución de frecuencias de la velocidad de la flota de Baleares que opera en la zona del canal de Menorca (Figura 4.10.1). El criterio fue seleccionar registros con velocidades instantáneas comprendidas entre 1.5 y 5 nudos.

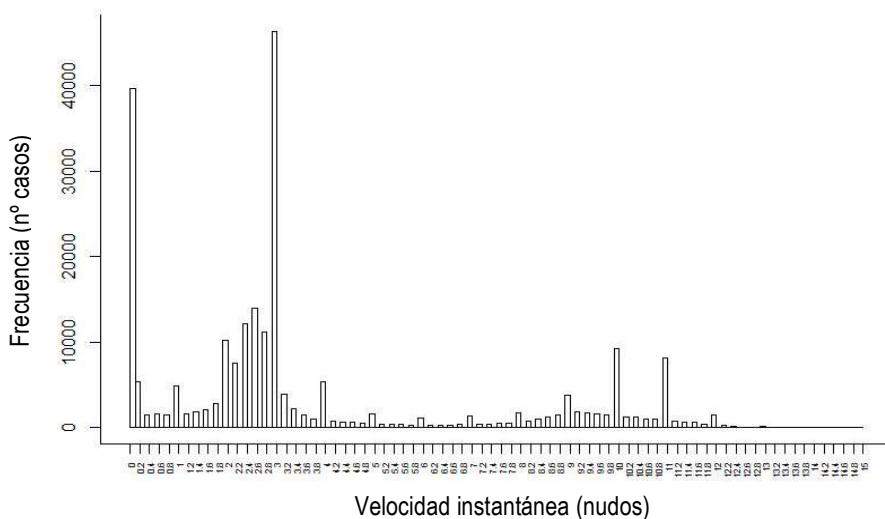
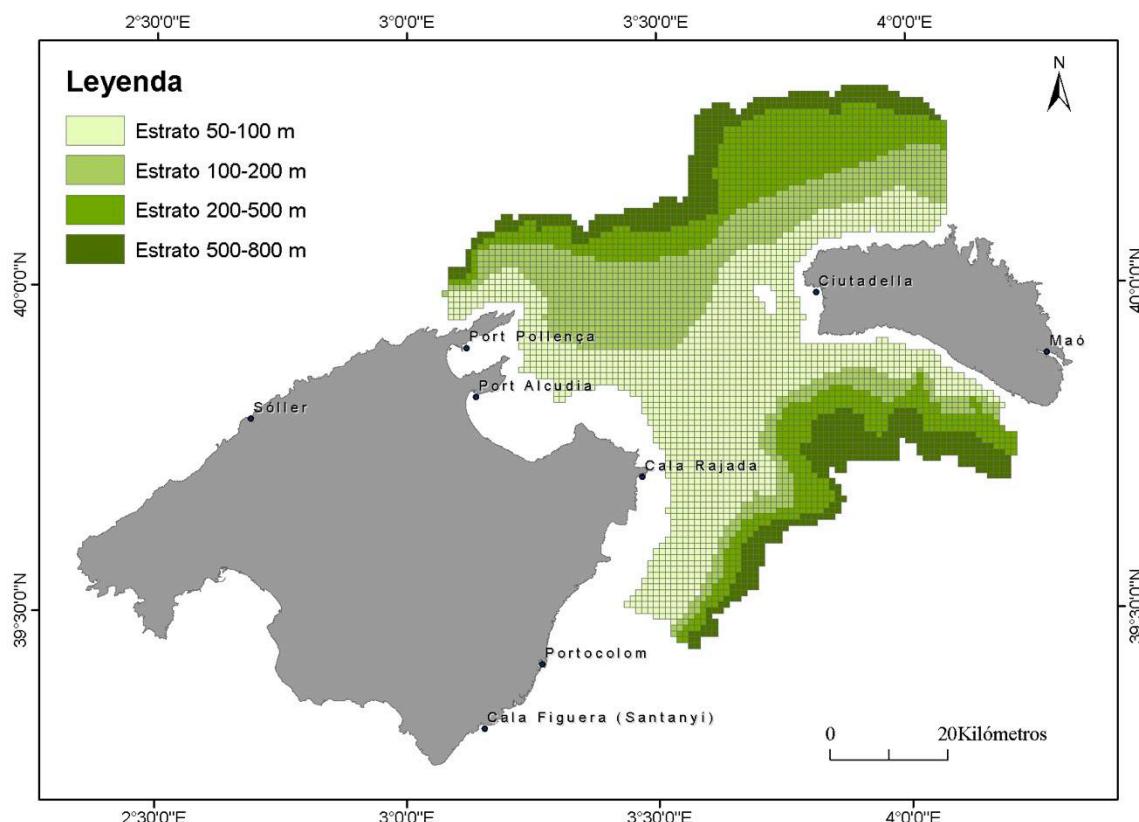


Figura 4.10.1.- Distribución de frecuencias de la velocidad de los barcos de arrastre que operan en la zona del canal de Menorca. Se ha considerado el periodo de años comprendido entre 2005-2010.

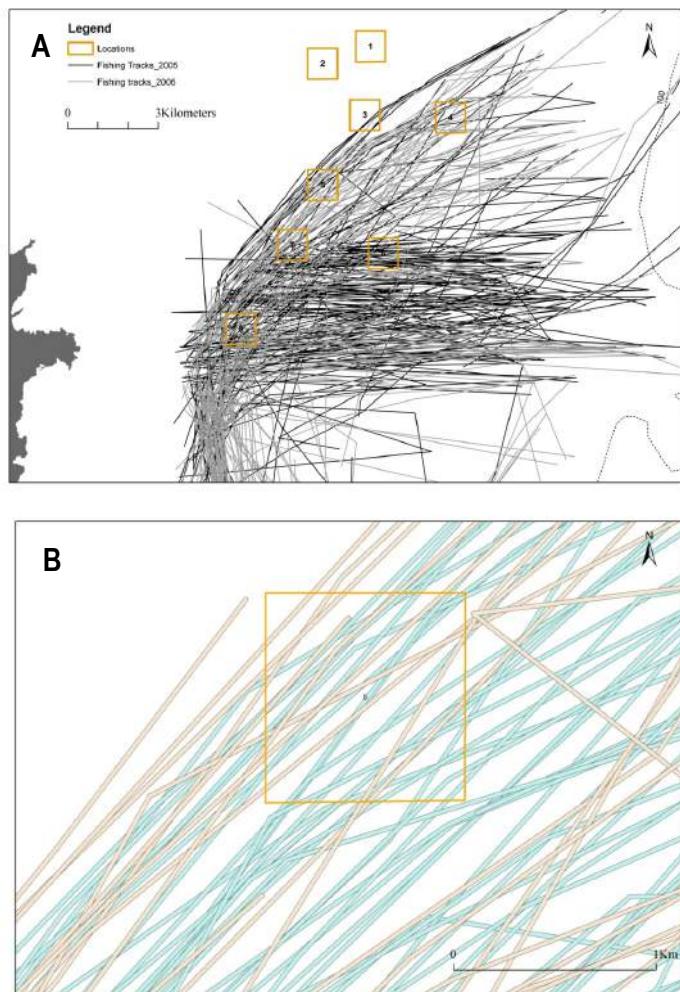
El análisis del esfuerzo de pesca se ha realizado por estrato de profundidad: 50-100 m, 100-200 m, 200-500 m y 500-800 m (Figura 4.10.2). Para determinar la distribución espacial del esfuerzo de pesca de la flota de arrastre en la zona del canal de Menorca se ha representado la densidad de registros VMS como el número de registros por cuadrícula mediante la creación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y la utilización de herramientas de análisis espacial con ArcGis versión 9.2. En general se ha utilizado una malla de cuadrículas de 1x1 km para la representación espacial de la densidad de registros VMS, pero en otros casos la malla de cuadrículas de 3x3 km resultó más adecuada (como por ejemplo en el análisis de las comunidades endobentónicas).



**Figura 4.10.2.-** Zona de estudio del canal de Menorca que se ha considerado para el análisis de los datos de las cajas azules o VMS (del inglés *Vessel Monitoring System*) facilitados por el Centro de Seguimiento de Buques Pesqueros de la Secretaría General de Pesca del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. se puede ver los estratos de profundidad considerados en una malla de cuadrículas de diferente color y la localización de los puertos donde están censadas las embarcaciones que faenan en la zona.

En los análisis de las comunidades biológicas se han empleado diferentes aproximaciones de la estimación del esfuerzo pesquero. En general, el diseño de las campañas se realizó definiendo una malla de cuadrículas de 3 km x 3 km, donde se estimaba la densidad de registros anual y el valor medio, mediante el conteo de registros utilizando herramientas de análisis espacial de ArcGis. En el análisis de las comunidades necto-bentónicas se utilizó como variable ambiental este valor de esfuerzo pesquero. Sin embargo, acorde con el tamaño muestral, en los análisis de comunidades del epibentos (beam-trawl, área muestral= 250-1000 m<sup>2</sup>) y suprabentos (trineo suprabentónico, área muestral= 500–1000 m<sup>2</sup>) se utilizó un valor de esfuerzo pesquero calculado como registro medio anual en cuadrículas de 1km x 1km, mientras que en el caso de las comunidades de infauna (muestras de dragas) se calculó en cuadrículas de 500m x 500m.

En el apartado 7.2.3.4 se muestran los resultados de un estudio específico que trata los cambios en los hábitats de maërl/rodolitos afectados por la pesca de arrastre. En este estudio la estimación del nivel de presión de arrastre se realizó como porcentaje de área arrastrada en cuadrículas de 1 km x 1km. El porcentaje de área arrastrada se estimó mediante el método de “Straight-line approach”, que consistió en convertir los datos de registro de posición en líneas o “tracks” de arrastre, asignándoles una anchura definida (en este caso 24 m). Posteriormente se calculó la proporción de área arrastrada como el resultado de la intersección de la suma de las líneas de arrastre en cuadrículas de 1 km x 1 km. En este caso el registro de posición se obtuvo a partir de datos diarios de un barco pesquero, con una frecuencia de 15 minutos, en el periodo 2005 y 2006. Esto se realizó mediante herramientas de análisis espacial de ArcGis.



**Figura 4.10.3.-** Ilustración del método de “Straight-line approach para estimación del esfuerzo pesquero como porcentaje de área arrastrada en cuadrículas de 1 km x 1km. a) En una primera fase se convierten los datos de registro de posición en líneas o “tracks” de arrastre, asignándoles una anchura definida (en este caso 24 m). b) Posteriormente se calculó la proporción de área arrastrada como el resultado de la intersección de la suma de las líneas de arrastre en cuadrículas de 1 km x 1 km. En este ejemplo el registro de posición se obtuvo a partir de datos diarios de un barco pesquero, con una frecuencia de 15 minutos, en el periodo 2005 y 2006. Esto se realizó mediante herramientas de análisis espacial de ArcGis.

## 4.11. Modelización trofodinámica del ecosistema

Para representar un ecosistema, el primer paso es la caracterización de la red trófica (Link, 2002). Ésta es de gran utilidad, particularmente porque permite el desarrollo de comparaciones entre ecosistemas (Pimm et al., 1991; Link, 2002). En este contexto, el modelo *Ecopath* proporciona una representación esquemática de los flujos de energía de un ecosistema en un período de tiempo determinado. El modelo permite incluir en el análisis los principales elementos del ecosistema relacionados con los niveles tróficos altos y bajos de la cadena trófica, tanto comerciales como no comerciales, y también las flotas pesqueras que se consideran depredadores del ecosistema.

### 4.11.1. Ecuaciones y parámetros básicos

Lindeman (1942) estableció que los flujos de energía y materia a través de las redes tróficas resultan de las interacciones entre depredadores y presas, y Ulanowicz (1986) describió que la materia y los nutrientes de un sistema se encuentran distribuidos en diferentes compartimentos. En Wulff et al. (1989a) se hace una revisión detallada de los métodos y aplicaciones de análisis de flujos tróficos aplicados a la ecología marina. El modelo *Ecopath* permite obtener una representación esquemática de dichos flujos tróficos.

El primer paso cuando se desarrolla un modelo *Ecopath* es organizar e integrar la información disponible para estimar los parámetros necesarios del modelo para cada grupo funcional. Los grupos funcionales son las especies, grupos de especies o fases ontogénicas de una especie, que configuran la representación esquemática del ecosistema. Los parámetros necesarios para el modelo se expresan como medias ponderadas y con ellos se obtiene una representación de la situación del ecosistema en un período de tiempo determinado. El modelo se basa en una primera ecuación que describe la producción secundaria de cada grupo funcional  $i$ . Esta producción ( $P_i$ ) de  $i$  se divide entre la mortalidad por depredación ( $M_{2ij}$ ) sobre  $i$  causada por la biomasa de otros depredadores ( $B_j$ ), la exportación de biomasa de  $i$  fuera del sistema causada tanto por la actividad pesquera ( $Y_i$ ), como por otro tipo de exportaciones ( $E_i$ ), la biomasa de  $i$  acumulada en el sistema ( $BA_i$ ) y la mortalidad natural de  $i$ , de la que se excluye, la depredación natural o por pesca ( $1-EE_i$ ), donde  $EE$  es la eficiencia ecotrófica de  $i$ . La  $EE$  se define como la proporción de la producción de  $i$  que se consume por depredación dentro del ecosistema o es exportada fuera de él, por ejemplo, a causa de la pesca:

Producción de  $i = \text{Capturas de } i + \text{Depredación sobre } i + \text{Biomasa acumulada de } i +$

Migración neta  $i + \text{Otras causas de mortalidad de } i$ ; lo que se puede expresar como:

$$P_i = \sum_j B_j \cdot M_{2ij} + Y_i + E_i + BA_i + O_i \cdot (1 - EE_i)$$

Esta ecuación se puede reformular como:

$$B_i \cdot \left(\frac{P}{B}\right)_i = \sum_j B_j \cdot \left(\frac{Q}{B}\right)_j \cdot DC_{ij} + Y_i + E_i + BA_j + B \cdot \left(\frac{P}{B}\right)_i \cdot (1 - EE_i)$$

Dónde  $(P/B)_i$  es la producción del grupo funcional  $i$  por unidad de biomasa;  $(Q/B)_i$  es el consumo de  $i$  por unidad de biomasa y  $DC_{ij}$  indica la proporción de  $i$  en la dieta del depredador  $j$  en unidades de peso o volumen.

En base a la primera ecuación, *Ecopath* parametriza el modelo describiendo un sistema de ecuaciones lineales que, en un principio, tiene tantas ecuaciones como grupos funcionales se definen. Para cada ecuación, tres de los cuatro parámetros básicos del modelo ( $B_i$ ,  $(P/B)_i$ ,  $(Q/B)_i$ ,  $EE_i$ ) deben

ser conocidos y el cuarto es estimado. Además, el cociente de asimilación de alimento ( $1-U/Q$ ) y el destino del detrito son también parámetros necesarios, aunque existen valores establecidos por defecto. El modelo requiere también información sobre dietas ( $DC_{ij}$ ) e información sobre la actividad pesquera ( $Y_i$ ), en términos de captura por grupo funcional y flota. Todos estos parámetros se integran como:

$$Bi \cdot \left(\frac{P}{B}\right)_i \cdot EEi - \sum_j Bj \cdot \left(\frac{Q}{B}\right)_j \cdot DC_{ij} - Y_i - Ei - BAj = 0$$

El modelo utiliza un sistema de algoritmos para resolver las ecuaciones lineales establecidas a partir de la ecuación anterior empleando el método generalizado (Christensen et al., 2004). Finalmente, el equilibrio de energía de cada grupo se establece cuando el consumo de  $i$  iguala a la suma de la producción de  $i$ , la respiración de  $i$  y el alimento no asimilado por  $i$ :

$$Qi = Pi + Ri + \left(\frac{U}{Q}\right)_i$$

Así, una vez se han estimado los parámetros no conocidos, el modelo equilibra las entradas y las salidas para cada grupo funcional  $i$  según la ecuación de equilibrio de energía. Ésta se rige por la primera ley de la termodinámica, según la cual la energía no se crea ni se destruye, sino que cambia de una forma más concentrada a una más dispersa en un sistema cerrado. En la construcción de un modelo *Ecopath* no se asume que el ecosistema es un ecosistema cerrado, sino que la energía se conserva, es decir, la energía que fluye en el sistema biótico es igual a la energía usada dentro del sistema y a la que se escapa fuera de él (Christensen et al., 2004). La asunción de la conservación de la energía en el ecosistema se realiza para cada grupo funcional y la energía que entra y sale del ecosistema debe adecuarse a cada componente identificado del ecosistema. Esta asunción es muy útil para el cálculo de parámetros del modelo. Cabe destacar que en la ecuación principal de *Ecopath*, la producción de  $i$  ( $P_i$ ) se calcula mediante el producto de  $B_i$  con  $(P/B)_i$ , que es equivalente, bajo condiciones estables del ecosistema, a la mortalidad total ( $Z$ ) según Allen (1971). Además, la mortalidad natural excluyendo la depredación ( $M0i$ ) se calcula como:

$$M0i = Pi \cdot (1 - EEi)$$

Y la mortalidad por depredación se define como:

$$M2i = \sum_{j=1}^n Qj \cdot DC_{ji}$$

Dónde  $Qi$  es el consumo del depredador  $j$  y  $DC_{ji}$  es la fracción de la dieta de  $j$  sobre  $i$ .

#### 4.11.2. Parametrización del modelo

La primera fase de la construcción del modelo ecológico *Ecopath* para el mar Balear ha supuesto la identificación y análisis de los datos iniciales necesarios para parametrizar el modelo.

$$Bi \cdot \left(\frac{P}{B}\right)_i \cdot EEi - \sum_j Bj \cdot \left(\frac{Q}{B}\right)_j \cdot DC_{ij} - Y_i - Ei - BAj = 0$$

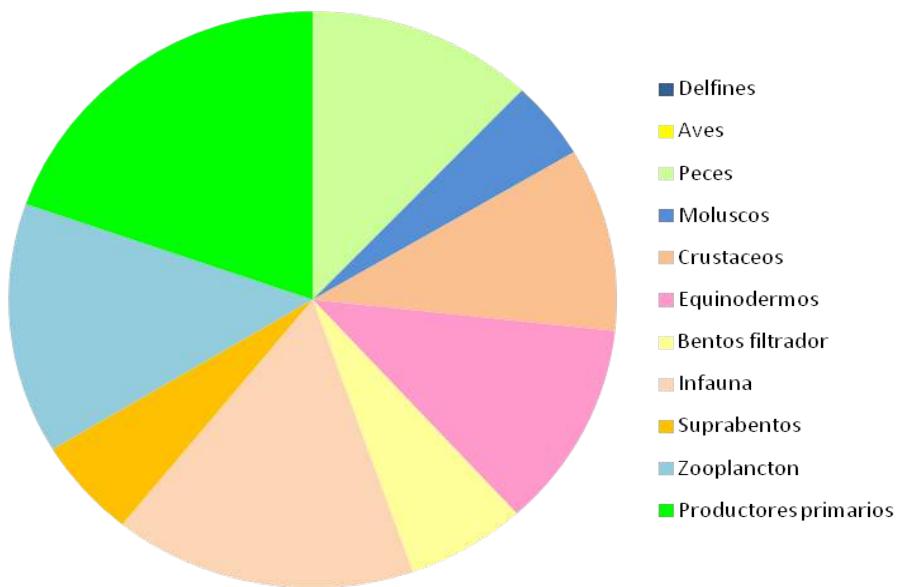
Como se ha comentado antes, la ecuación anterior define los parámetros básicos requeridos para la construcción de un modelo *Ecopath*: biomasa ( $B_i$ ), cociente producción/biomasa ( $P/B_i$ ), cociente consumo/biomasa ( $Q/B_i$ ) y la eficiencia ecotrófica ( $EE_i$ ). Además, son necesarios datos sobre la información trófica de cada grupo funcional  $i$  ( $DC_{ij}$ ), la asimilación de alimento ( $1-U/Q_i$ ), las capturas

totales de cada flota pesquera sobre  $i$  ( $Y_i$ ), la migración ( $E_i$ ), y la biomasa acumulada ( $BA_i$ ). En este modelo se ha asumido un valor de  $BA_i$  igual a 0. La eficiencia ecotrófica ( $EE_i$ ) es el parámetro básico más difícil de calcular, por lo que por defecto se ha dejado como parámetro a estimar durante el proceso de equilibrio del modelo en la mayoría de los grupos funcionales. Las unidades escogidas para el modelo son el peso húmedo por unidad de superficie ( $t/km^2/año$ ) y se han referido a un período de tiempo medio anual. Los datos empleados para la construcción del modelo son medias ponderadas anuales que representan el año 2004. Sin embargo, y con el objetivo de evitar sesgos estacionales en los promedios anuales, los datos de biomasa de los organismos bentónicos y demersales proceden de diferentes campañas oceanográficas realizadas en el mar balear entre los años 2003 y 2011. A continuación se describen brevemente los parámetros básicos requeridos para la construcción de un modelo ecológico *Ecopath* y cómo se han calculado.

#### 4.11.2.1. Biomasa por grupo funcional

A partir del análisis de los datos de 24 campañas científicas desarrolladas en el centro oceanográfico de Baleares (Instituto Español de Oceanografía); de las evaluaciones de especies objetivo para la pesca de la GFCM (General Fisheries commission for the Mediterranean) para *Mullus barbatus*, *M. surmuletus*, *Merluccius merluccius*, *Aristeus antennatus*, *Nephrops norvegicus* y *Pennaeus longirostris* y de la ICCAT (International commission for the conservation of Atlantic Tunas) para *Thunnus thynnus* y *Xiphias glaucus*; y de datos bibliográficos, se han identificado las especies de peces e invertebrados presentes en el sistema y se ha cuantificado su biomasa ( $Bi$ ). La biomasa de cada grupo o especie  $i$ , se expresa en términos de promedios anuales y en peso húmedo por unidad de superficie ( $t/km^2$ ).

En la figura 4.11.1. se puede apreciar cómo se distribuye la biomasa del sistema entre los grandes grupos taxonómicos presentes en el mar balear. El grupo de los productores primarios, que engloba fitoplancton y macroalgas bentónicas, es el que presenta mayor biomasa con un 19.6 % del total, seguido de la infauna y el zooplancton con un 16.1% y 14.1% respectivamente. Las especies comerciales se recogen en los grupos de peces, crustáceos y moluscos que tienen unos porcentajes de biomasa total de 12, 10.3 y 4.4 % respectivamente. Los grupos que menos biomasa aportan al ecosistema son las aves y delfines, que en ninguno de los dos casos llegan al 1%.



**Figura 4.11.1.-** Distribución de la biomasa en grandes grupos taxonómicos, excluyendo el detrito.

#### 4.11.2.2. Cociente producción/biomasa

La producción secundaria ( $P_i$ ) de una especie es la elaboración de tejido en un periodo de tiempo determinado y es difícil de medir directamente (Allen, 1971; Lalli y Parsons, 1993). Para obtener los valores del cociente producción/biomasa ( $P/B$ ) $_i$  de las especies incluidas en el modelo se ha realizado una revisión bibliográfica para obtener datos de producción de los diferentes grupos en la zona de estudio. Cuando no se han encontrado estos datos se ha partido de la premisa de que en condiciones de estabilidad, la mortalidad total ( $Z$ ) de una especie es igual al cociente entre la producción y la biomasa,  $P/B$  (Allen, 1971). Así, se pueden emplear estimaciones de la mortalidad total de una especie para obtener un valor de la producción relativo a la biomasa ( $P/B$ ) (Christensen et al., 2004). De igual modo, se puede calcular la mortalidad total ( $Z_i$ ) como la suma de la mortalidad natural ( $M_i$ ) y la mortalidad por pesca ( $F_i$ ):

$$Z_i = M_i + F_i$$

Dónde  $P/B = Z$  y, en situaciones de equilibrio, la mortalidad por pesca ( $F_i$ ) para las especies explotadas se calcula mediante la biomasa ( $B_i$ ) y la captura ( $Y_i$ ):

$$F_i = \frac{Y_i}{B_i}$$

La mortalidad natural ( $M_i$ ) es la mortalidad causada por los diversos factores de mortalidad menos la pesca, como la mortalidad por depredación o por longevidad (Pauly, 1980). Éste es un parámetro difícil de calcular, pero existen diversas ecuaciones empíricas que permiten estimarlo. En el caso de las especies de peces, una de las ecuaciones empíricas más utilizadas para calcular  $M_i$  es la ecuación formulada por Pauly (1980):

$$\log_{10} M = -0.0066 - 0.279 \cdot \log_{10} L_\infty + 0.6543 \cdot \log_{10} k + 0.4634 \cdot \log_{10} T$$

Donde  $L_\infty$  es la talla de la especie en la asymptota,  $T$  es la temperatura media del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ) y  $k$  es el coeficiente de crecimiento del modelo de von Bertalanffy. Esta ecuación ha sido utilizada para calcular la mortalidad natural ( $M_i$ ) en las especies ícticas del modelo. El coeficiente  $k$  se ha calculado mediante el uso de datos obtenidos en la literatura con el análisis de la distribución de la frecuencia de tallas de las especies ícticas en la región mediterránea.

Para el resto de organismos de los cuales no se disponía de datos del mar Balear, ni de ecuaciones empíricas, se ha realizado una búsqueda bibliográfica de valores de trabajos realizados fuera de la zona de estudio. Estos datos han sido corregidos para adaptarlos a la temperatura media de la zona de estudio según la ecuación propuesta por Opitz (1996):

$$V = (T/T')^{0.6121}$$

Donde  $V$  es el factor de ajuste de la temperatura,  $T'$  es la temperatura del agua en la zona de estudio y  $T$  es la temperatura media del agua en la zona de donde proviene el dato. El factor  $V$  se multiplica por el parámetro adoptado para obtener su corrección.

#### 4.11.2.3. Cociente consumo/biomasa

La determinación del consumo de los organismos marinos permite evaluar la importancia de la especie en el ecosistema y estimar el flujo de energía que se canaliza hacia niveles tróficos superiores (Christensen et al., 2004). El consumo puede calcularse directamente mediante el estudio del tracto

digestivo de las especies y se basa en modelos de digestión (Bajkov, 1935; Eggers, 1977; Elliott y Persson, 1978; Eggers, 1979; Bromley, 1994). En la mayoría de casos se evalúa la ración diaria de consumo de la especie. La ración diaria es una proporción que suele expresarse como un porcentaje en peso seco (%DW) o en peso húmedo (%WW), o proporción de contenido estomacal respecto al peso corporal de los individuos de la especie estudiada. En este trabajo se han utilizado trabajos relativos al estudio de la ración diaria de especies en el área de estudio.

Para especies sin información sobre ración diaria se ha estimado el valor de cociente consumo/biomasa (Q/B) aplicando la ecuación empírica de Pauly et al. (1990):

$$\log_{10}(Q/B) = 6.37 - 1.5045 \cdot T' - 0.168 \cdot \log_{10} W_\infty + 0.1399 \cdot Pf + 0.2765 \cdot Hd$$

Donde  $W_\infty$  es el peso en la asintota de la especie;  $T' = 1000/\text{°C} + 273,15$  ( $^{\circ}$  Kelvin); Pf es una variable relacionada con la actividad trófica (Pf = 1 para grandes depredadores, depredadores del sistema pelágico y organismos consumidores de zooplancton, y Pf = 0 para detritívoros y herbívoros) y Hd es una variable relacionada con el tipo de alimento de la especie (Hd = 1 para especies herbívoras y Hd = 0 para especies carnívoras).  $W_\infty$  ha sido calculado a partir de  $L_\infty$  mediante los parámetros a y b de estudios específicos publicados de talla-peso para las diferentes especies incluidas como se ha mencionado en el caso del cálculo de P/B.

Para el resto de organismos de los que no se disponía de información en el área de estudio sobre Q/B a través de la literatura o con ecuaciones empíricas, se han adoptado valores de estudios realizados en zonas no mediterráneas corregidos para adaptarlos a la temperatura de la zona de estudio según la ecuación de Opitz mencionada en el apartado anterior.

#### 4.11.2.4. Información trófica

La información trófica (DCij) establece la relación de los depredadores con las presas en el seno del ecosistema. La depredación es un factor determinante en la estructura de las poblaciones animales (Paine, 1966; Margalef, 1974) porque lo que para una especie o grupo funcional es alimento, para otra es mortalidad. Así, la caracterización de las dietas de los grupos funcionales del modelo permite establecer el reparto de los recursos en el ecosistema estudiado y la transferencia de energía entre niveles tróficos. A partir de los valores de DCij se construye la matriz de dietas que establece las relaciones tróficas entre los grupos funcionales.

La información sobre la dieta de las especies incluidas en el modelo está expresada en porcentaje en peso (P) o volumen (V) de la presa determinada y ha sido recopilada de la literatura científica, principalmente basada en estudios desarrollados en el mar Mediterráneo. Los datos expresados en peso o volumen se consideran equivalentes (Macdonald y Green, 1983) y se expresan en tanto por uno. También se han utilizado los resultados de trabajos expresados en IRI, Índice de Importancia Relativa de cada presa.

Se ha incorporado al análisis de la dieta un grupo llamado “importación”, que se refiere a importación de biomasa por parte de las especies que obtienen parte de su dieta en zonas que se encuentran fuera del área de estudio. Por ejemplo, éste sería el caso de algunas aves marinas que se alimentan tanto de organismos marinos como en tierra.

#### 4.11.2.5. Alimento no asimilado

La fracción de alimento no asimilado ( $U/Q_i$ ), es la fracción de alimento que es desechada por el animal consumidor en forma de orina y heces, es muy variable entre los diferentes consumidores del ecosistema, dependiendo de factores como la calidad y la cantidad de alimento ingerido y la edad del consumidor (Valiela, 1984). Sin embargo, éste es un parámetro difícil de encontrar y se ha aceptado el valor de  $U/Q=0,2$  que Ecopath proporciona por defecto.

#### 4.11.2.6. Capturas

La captura ( $Y_i$ ) por especies y por arte de pesca se ha establecido a partir del desembarco oficial anual ( $D_o$ ), las estimaciones de la captura no registrada (IUU - *Illegal, Unregulated and Unreported catches*) y de datos de los descartes generados por la actividad pesquera ( $D_e$ ), de manera que  $Y_i=D_o+IUU+D_e$ . El descarte ( $D_e$ ), o la fracción descartada por la actividad pesquera, es la fracción de la captura que es retornada al mar (viva o muerta) por poseer escaso valor económico o porque su venta está prohibida.

Los datos de desembarco oficiales utilizados ( $D_o$ ) proceden de la base de datos del Centro Oceanográfico de Baleares (COB-IEO), que contiene los datos de hojas de venta diarias aportados por las cofradías de pescadores. En el caso de este proyecto se han utilizado los datos que están referidos al año 2004.

Para obtener los datos de la captura no registrada se han confrontado los datos de las hojas de venta diaria con los datos de observadores a bordo durante el periodo de diciembre 2004 a noviembre de 2006. Según estos datos la gamba roja y la cigala son las especies que tienen valores de captura no registrada más elevada, alcanzando en ambos casos un 25% de la captura total. Estos valores no son constantes a lo largo de año sino que existen momentos en los que son más elevados como puede ser vísperas de festivos y fines de semana, Navidad y temporada turística.

En la zona de estudio la fracción descartada ( $D_e$ ) se produce básicamente en la flota pesquera de arrastre y en menor medida en la artesanal. La composición específica del descarte de la flota de arrastre se ha obtenido a través de la base de datos del COB-IEO de observadores a bordo en la flota comercial. Para la pesca artesanal se han analizado los principales metiers que se utilizan en las islas para las pescas de langosta, salmonete, sepia y cabracho diferenciando los descartes de la propia especie objetivo del metier, los descartes de especies comerciales y las no comerciales (Mallol y Goñi, 2004). También se ha utilizado la información de los observadores a bordo para estimar la composición específica de las categorías comerciales de "moralla" y "moralli" (Farriols, 2012).

Se ha incluido en el cálculo de captura de las especies de aves marinas, cetáceos y tortugas que si bien no son objeto de la captura pesquera, pueden ser capturadas de forma accidental.

#### 4.11.2.7. Migración

Algunas especies incluidas en el modelo pueden estar presentes en la zona de manera estacional según la época del año o según períodos temporales (mensuales, diarios, etc.) porque protagonizan migraciones ( $E_i$ ) fuera de la zona de estudio siguiendo su desarrollo ontogénico, por motivos alimenticios, por motivos reproductivos, etc.

En el modelo Ecopath estos fenómenos se pueden tener en cuenta considerando la fracción de la dieta que procede de fuera del ecosistema o es importada y que es adquirida cuando las especies se encuentran fuera de él (Christensen et al., 2004). De esta forma, se considera al organismo como si formara parte constantemente del sistema estudiado, pero pasara cierto tiempo alimentándose fuera de

él. Así, si se considera que la importación es de 0.4 se está asumiendo que el depredador está obteniendo el 40% del total de su alimento de fuentes de alimentación externas al ecosistema. De esta forma se asegura la correcta representación de ciclos vitales entre grupos funcionales ontogénicos y la relación entre ellos, simplificando el modelo únicamente con la asunción de que las relaciones tróficas de las especies que migran fuera del sistema durante un período de tiempo son estables. En el caso del modelo del Mar Balear se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

1. En el caso de las aves marinas, se ha tenido en cuenta que existe una fracción de la dieta de las aves que es importada diariamente al ecosistema, ya que éstas obtienen una parte del alimento en las zonas costeras y en tierra.

2. Las tortugas marinas son capaces de realizar diariamente grandes desplazamientos para alimentarse, ya sea hacia la costa o a zonas de mar abierto, por lo que también se ha considerado que existe una fracción de la dieta de éstas que es importada al sistema.

3. Los grandes predadores pelágicos, el atún rojo y el pez espada en el modelo, en el Mediterráneo realizan dos grandes migraciones reproductoras anuales; una en primavera hacia los puntos de reproducción y otra otoñal, en sentido opuesto, de juveniles y adultos. Se considera por tanto que las dos especies se encuentran fuera de la zona de estudio alrededor de cinco meses al año, con su correspondiente importación de dieta al ecosistema.

4. El bonito es una de las especies de pequeños túnidos más abundante del Mediterráneo. Aunque se encuentra presente a lo largo de todo el año en el sistema, presenta unos picos de abundancia durante la primavera y el otoño, siendo menos abundante en verano, cuando se cree que emigra a zonas del Mediterráneo oriental a reproducirse (Sabatés y Recasens, 2001). Por tanto se asume que se encuentra fuera del sistema alrededor de cuatro – cinco meses al año.

5. La llampuga entra en el sistema como juvenil durante en el verano, permaneciendo en él hasta final de año (Leonart et al., 1999). Por tanto realiza su periodo de mayor crecimiento en las aguas del mar Balear. Se considera por tanto que la especie permanece dentro el sistema alrededor de cinco meses al año.

### **4.11.3. Definición de los grupos funcionales y parámetros básicos**

#### **4.11.3.1. Definición de grupos funcionales**

Los grupos funcionales del modelo son los elementos que forman parte del sistema, y se definen según la información disponible de las especies del ecosistema en términos biológicos y ecológicos (hábitat, abundancia, trofismo), en términos de su importancia económica en el conjunto de la pesquería (Christensen et al., 2004) y en función de los datos disponibles sobre biomasa, dietas, capturas, producción y consumo. Éstos grupos se pueden componer de fracciones poblacionales de una especie (diferentes fases ontogénicas, poblaciones aisladas, etc.), de especies individuales o de grupos de especies con características comunes (Christensen et al., 2004), y deben representar, en mayor o menor medida, todos los niveles tróficos del ecosistema, desde los productores primarios (TL = 1) hasta los depredadores apicales (TL = 4 - 5). En función de los datos recogidos, la definición de los grupos funcionales del modelo se ha realizado mediante el procedimiento siguiente:

A. En primer lugar se han definido aquellos grupos funcionales necesarios por su importancia biológica (en términos de biomasa o en términos de su representación en el ecosistema) o económica (en términos de captura) en la zona de estudio. Los grupos definidos de esta manera y las especies que incluyen son:

1. Delfines: *Tursiops truncatus, Stenella coeruleoalba*
2. Aves marinas: *Calonectris diomedea, Hydrobates pelagicus, Phalacrocorax aristotelis, Puffinus mauretanicus*
3. Gaviota de Audouin: *Larus audouinii*
4. Tortugas: *Caretta caretta*
5. Grandes predadores pelágicos: *Thunnus thynnus, Xiphias glaucus*
6. Bonitos: *Sarda sarda, Auxis rochei*
7. Llampuga: *Coryphaena hippurus*
8. Rape: *Lophius budegassa, Lophius piscatorius*
14. Salmonetes: *Mullus barbatus, Mullus surmuletus*
15. Peces planos: *Arnoglossus imperialis, A. laterna, A. rueppelii, A. thori, Bothus podas, Citharus linguatula, Lepidorhombus boscii, L. whiffagonis, Microchirus spp., Solea impar, S. vulgaris, Symphurus nigrescens, Synaptura kleinii*
19. Pequeños pelágicos: *Engraulis encrasicolus, Sardina pilchardus, Sardinella aurita, Boops boops*
20. Jurel: *Scomber scombrus, Trachurus spp.*
21. Rayas: *Leucoraja circularis, L. naevus, Raja asterias, R. brachyura, R. clavata, R. miraletus, R. montagui, R. polystigma, R. radula, R. rondeleti, R. undulata, Dipturus oxyrinchus, Myliobatis aquila, Dasyatis pastinaca*
22. Tiburones: *Squalus acanthias, Centrophorus granulosus, Dalatias licha, Mustelus mustelus, Torpedo marmorata, Etmopterus spinax, Galeus melastomus*
23. Gató: *Scyliorhinus canicula*
24. Calamares: *Loligo forbesi, L. vulgaris, Illex coindetii, Todarodes sagittatus, Histiotheuthis reversa, H. bonnellii, Alloteuthis media*
25. Sepias: *Sepia officinalis, S. elegans, S. orbignyiana, Sepiella oweniana*
26. Pulpos: *Octopus vulgaris, O. salutii, Eledone cirrhosa, E. moschata, Scaerugus unicirrus, Pteroctopus tetricirrus, Bathypolipus sponsalis*
29. Gamba roja: *Aristeus antennatus*
30. Cigala: *Nephrops norvergicus*
31. Langosta: *Palinurus spp.*
32. Gamba blanca: *Parapenaeus longirostris*
46. Infauna: Anfípodos, poliquetos, isópodos...
47. Suprabentos: Eufausiacos, misidáceos, anfípodos...
48. Plancton gelatinoso: Medusas, apendicularias, Salpas, Pyrosoma...
49. Macrozooplancton: > 5 mm *Meganyctiphantes*, quetognatos, euphausiacos...
50. Micro-mesozooplancton: < 5 mm: copepodos, larvas crustáceos, tintínidos, ostracodos...
51. Fitoplancton
52. Algas litorales

**\*Nota:** Los números situados antes del nombre de cada grupo funcional en todo este apartado, son los que se utilizarán a lo largo de todo el trabajo, y presentan una ordenación de tipo taxonómico, desde los niveles más altos a los más bajos.

**B.** Cuando la información disponible lo ha permitido, se han definido grupos funcionales representativos de fases ontogénicas de una especie según la aplicación del módulo *multiple stanza* de Ecopath (Christensen y Walters 2004; Christensen et al., 2004). Este módulo permite representar de forma separada diferentes clases de edad de una especie. Para ello se requieren datos de mortalidad total ( $Z_i$ ) y dieta ( $DC_{ij}$ ) para cada una de las fracciones poblacionales, que se asumen como iguales para los individuos dentro de cada fracción poblacional. Además se requiere la biomasa ( $B_i$ ) y el consumo ( $Q/B_i$ ) para la fracción poblacional patrón (o líder) a partir de la cual se basa la modelización de toda la población. Además, debe incluirse la constante  $k$  de la función de crecimiento de von Bertalanffy y la relación entre el peso de la especie en la edad de primera madurez y el peso en el infinito ( $W_\infty$ ). Este método asume que el crecimiento de la especie sigue una curva de von Bertalanffy y que la especie en su conjunto posee una mortalidad y reclutamiento relativamente estable por lo menos para unos pocos años durante los cuales alcanza una distribución estable de edad-tamaño. Este módulo se ha aplicado a la merluza. Teniendo en cuenta la información disponible, se han establecido dos grupos: individuos adultos de más de 25 cm o mayores a dos años de edad y los juveniles de menos de 25 cm y menores de dos años. La fracción poblacional de merluza pequeña ha sido escogida como fracción patrón en la modelización. Por tanto los grupos funcionales con los que se va a trabajar son:

9. Merluza adulta: *Merluccius merluccius*

10. Merluza juvenil: *Merluccius merluccius*

**C.** En el caso del resto de especies de peces bentónicos, demersales y bentopelágicos sin una clara importancia biológica o pesquera, se han realizado dos análisis de ordenación jerárquica o dendrogramas con la información disponible sobre dietas, uno para especies de plataforma y otro para especies del talud. Así, con el análisis se han establecido semejanzas entre las dietas disponibles de estas especies y se han definido grupos funcionales coherentes con una base ecológica. Para realizar el análisis se han empleado los datos sobre dietas de las especies considerando la contribución a la dieta del depredador mayor al 3%. El resultado de estos análisis se recoge en las figuras 4.11.2 y 4.11.3 Con el resultado de estos análisis se han podido identificar varios grupos diferenciados según el conjunto de especies analizadas. Se han creado los siguientes grupos funcionales, y las especies que los integran:

11. Peces demersales 1: *Trisopterus minutus*, *Scorpaena elongata*, *S. porcus*, *S. scrofa*, *Epinephelus spp.*, *Zeus faber*, *Pagrus pagrus*, *Synodus saurus*, *Conger conger*, *Pagellus acarne*, *P. bogaraveo*, *Serranus cabrilla*, *Trachinus draco*, *Uranoscopus scaber*, *Syngnathus acus*, *Phycis phycis*, *Ophichthus rufus*, *Chelidonichthys gurnardus*, *C. lucerna*, *Balistes carolinensis*, *Ophidion barbatum*

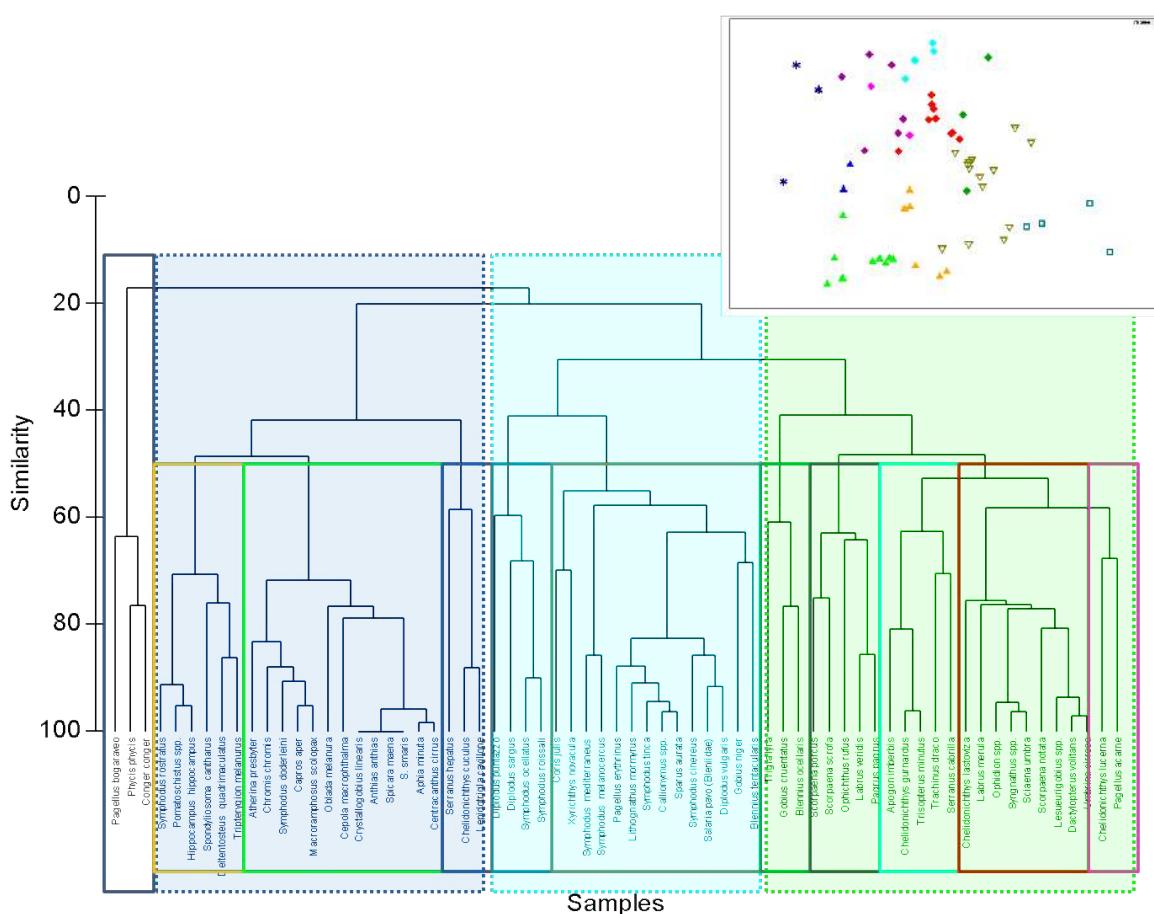
12. Peces demersales profundos 1: *Chlorophthalmus agassizi*, *Micromesistius poutassou*, *Helicolenus dactylopterus*, *Gadiculus argenteus argenteus*, *Symbolophorus veranyi*, *Epigonus spp.*, *Phycis blennoides*, *Nemichthys scolopaceus*, *Chauliodus sloani*, *Stomias boa*, *Lampanyctus crocodilus*, *Hoplostethus mediterraneus*, *Lepidion lepidion*, *Mora moro*, *Nettastoma melanurum*, *Notacanthus bonaparte*, *Lepidopus caudatus*, *Trachyrincus scabrus*, *Molva dypterygia*, *Gaidropsarus biscayensis*, *Gnathophis mystax*

13. Peces demersales 2: *Trigla lyra*, *Lepidotrigla cavillone*, *L. dieuzeidei*, *Scorpaena loppei*, *S. notata*, *Dactylopterus volitans*, *Gobius niger*, *Odontobuenia balearica*, *Blennius ocellaris*, *Callionymus maculatus*, *Lesueurigobius friesii*, *L. sanzoi*, *Diplodus spp.*, *Pagellus erythrinus*, *Serranus hepatus*, *Coris julis*, *Thalassoma pavo*, *Syphodus cinereus*, *Serranus scriba*, *Xyrichtys novacula*, *Chelidonichthys cuculus*, *C. lastoviza*

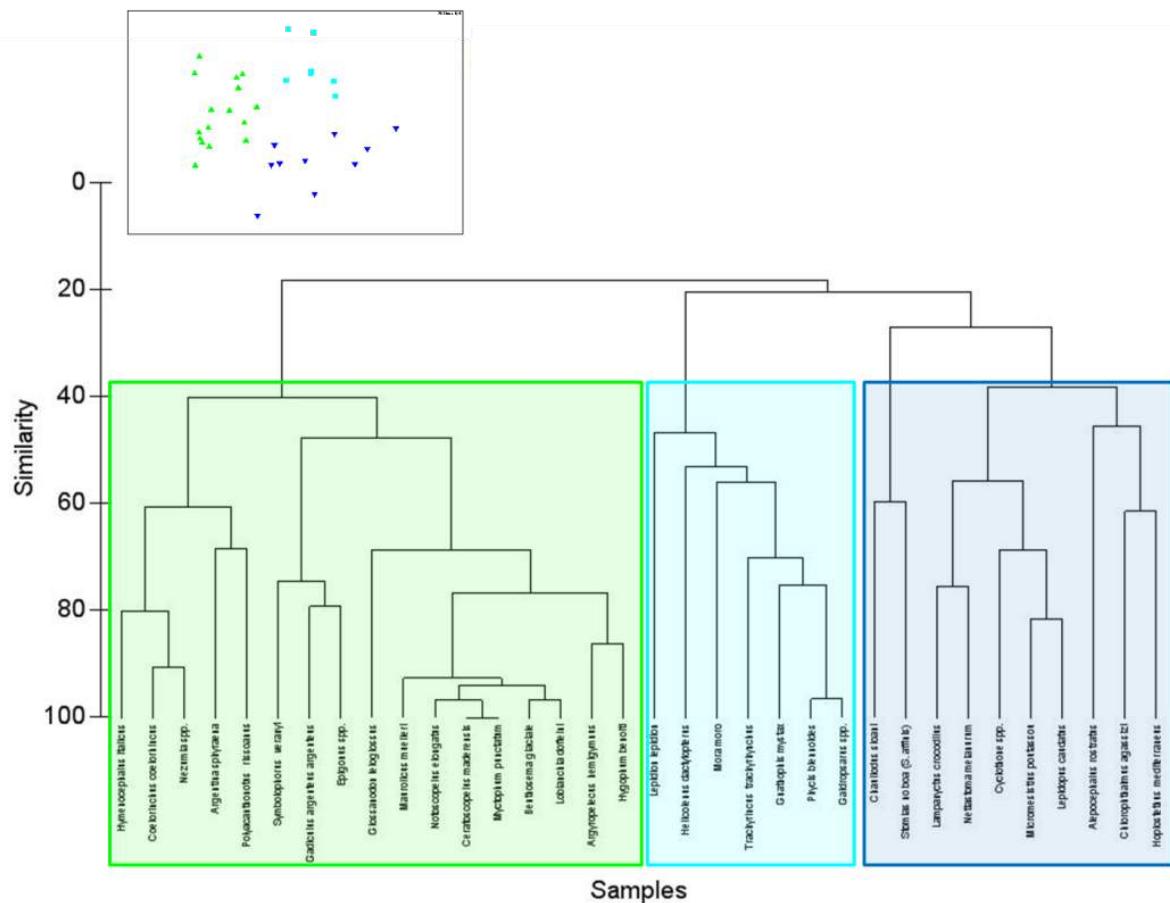
16. Peces demersales profundos 2: *Argentina sphyraena*, *Polyacanthonotus rissoanus*, *Caelorinchus caelorhincus*, *Nezumia aequalis*

**17. Peces planctofagos:** *Capros aper*, *Macroramphus scolopax*, *Deltentosteus quadrimaculatus*, *Crystallogobius linearis*, *Pomatoschistus* spp., *Aphia minuta*, *Spondylisoma cantharus*, *Spicara maena*, *S. smaris*, *Centracanthus cirrus*, *Chromis chromis*, *Anthias anthias*, *Cepola macrophthalmus*

18. Peces planctofagos profundos: *Ceratoscopelus maderensis*, *Argyropelecus hemigymnus*, *Benthosema glaciale*, *Hygophum benoiti*, *Lobianchia dofleini*, *Maurolicus muelleri*, *Myctophum punctatum*



**Figura 4.11.2.-** Resultado del análisis de ordenación jerárquica de las dietas de 67 especies de peces de plataforma del mar Balear.



**Figura 4.11.3.-** Resultado del análisis de ordenación jerárquica de las dietas de 34 especies de peces de talud del mar Balear.

Una vez acabados estos análisis, las especies de peces bentónicos, demersales y bentopelágicos sin información sobre dieta se han incorporado a uno u otro de los grupos anteriormente descritos de acuerdo con la información sobre patrones taxonómicos y ecológicos y con la información cualitativa sobre trofismo proporcionada por la bibliografía.

D. Para el caso de los crustáceos sin un claro valor comercial se ha seguido la separación en base a sus dietas propuesta por Cartes (2002), de la cual obtenemos los siguientes grupos, en los que se indican los principales géneros que los componen:

33. Crustáceos con dieta epibentónica: *Acanthonyx*, *Bathynectes*, *Eriphia*, *Eualus*, *Gnathophyllum*, *Herbstia*, *Homola*, *Inachus*, *Lambrus*, *Ligur*, *Liocarcinus*, *Maja*, *Macropipus*, *Macropodia*, *Maja*, *Paractaea*, *Paromola*, *Parthenope*, *Pilumnus*, *Pisa*, *Polycheles*, *Portunidae*, *Squilla*, *Stomatopoda*, *Xantho*

34. Crustáceos con dieta de infauna: *Acanthonix*, *Achaeus*, *Atelecyclus*, *Calappa*, *Chlorotocus*, *Crangon*, *Coryistes*, *Ebalia*, *Ethusa*, *Eucrate*, *Eurinome*, *Geryon*, *Gnathophyllum*, *Goneplax*, *Ilia*, *Lysmata*, *Medorippe*, *Monodaeus*, *Palaemonidae*, *Palicus*, *Philocheras*, *Pontocaris*, *Pontophilus*, *Processa*, *Sicyonia*, *Solenocera*, *Thia*

35. Crustáceos migradores con dieta de macrozooplancton: *Acanthephyra*, *Gennades*, *Oplophoridae*, *Pasiphæa*, *Sergestes*, *Sergia*

36. Crustáceos no migradores con dieta de macrozooplancton: *Aristaeomorpha*, *Plesionika*

37. Decápodos detritívoros: *Dardanus, Diogenes, Dromia, Galathea, Munida, Paguristes, Pagurus*
38. Crustáceos depositívoros: *Alpheus, Brachynotus, Callianassa, Thoralus, Upogebia, Calocaris, Jaxea, Thalassinidea*
39. Gambas detritívoras: *Lophogaster, Pandalina, Palaemon, Nebalia*

E. Con el resto de organismos identificados se han realizado agrupaciones según criterios taxonómicos y ecológicos, definiéndose los siguientes grupos:

27. Gasterópodos: *Aporrhais pespellicani, A. serresianus, Astraea rugosa, Bolinus brandaris, Calliostoma spp., Cancellaria cancellata, Cassidaria tyrrhenia, Cymatium corrugatum, Euspira fusca, Fusinus rostratus, Lunatia sp., Natica spp, Phalium undulatum, Ranella olearia, Turritella spp., Xenophora crispa*

28. Bivalvos: *Acanthocardia tuberculata, Aequipecten opercularis, Anadara diluvii, Anomia ephippium, Callista chione, Chlamys oppercularis, C. varia, Glossus humanus, Glycimeris sp., Laevicardium oblongum, Mytilus edulis, Mytilus galloprovincialis, Ostrea edulis, Pecten maximus, Pteria hirundo, Pycnodonte cochlear, Venus verrucosa*

40. Estrellas: *Astropecten, Chaetaster, Anseropoda, Echinaster, Hacelia, Marthasterias, Luidia*

41. Erizos: *Centrostephanus, Cidaris, Echinus, Paracentrotus, Psammechinus, Sphaerechinus*

42. Ofiuras: *Ophiura, Ophiocomina, Ophioderma*

43. Equinodermos depositívoros: *Holothuria, Stichopus, Spatangus*

44. Crinoideos: *Antedon mediterránea, Leptometra phalangium*

45. Bentos filtrador: Formado principalmente por esponjas y ascidias (solitarias y coloniales), y en menor medida por briozos

F. Finalmente se han definido los grupos funcionales relacionados con el detrito. Se ha establecido un grupo de detrito depositado, compuesto de materia orgánica procedente de los desechos de los organismos vivos del ecosistema (defecaciones, cadáveres, etc.), un grupo de descartes compuestos por invertebrados y peces, y un tercer grupo relacionado con la nieve marina.

53. Descartes

54. Nieve marina

55. Detrito depositado

#### 4.11.3.2. Parámetros básicos

Una vez establecidos los grupos funcionales, se han integrado los datos básicos de biomasa, dietas, capturas, P/B y Q/B por grupo funcional (Tabla 4.11.1). En el caso de los grupos funcionales compuestos de más de una especie, el valor final de los datos básicos se ha obtenido ponderando los resultados de cada parámetro en función de la biomasa de las diferentes especies dentro del grupo.

La matriz de dietas (Tabla 4.11.2) se ha construido mediante la ponderación de la dieta de cada grupo funcional, según la información sobre dietas disponible de las especies de cada grupo y su importancia relativa dentro del grupo en términos de la biomasa estimada. En la matriz de dietas los grupos funcionales se han dispuesto en filas (presas) y columnas (predadores) y los datos sobre las dietas de cada grupo se han expresado en tanto por uno. Cuando los trabajos sobre contenido estomacal de una especie comprendían categorías indeterminadas, éstas no se han tenido en cuenta y la dieta ha sido reexpresada en tanto por uno. Las fuentes consultadas sobre la información trófica de

las especies incluidas en el modelo para la construcción de la matriz de dieta (DCij) se encuentran resumidas en la tabla 4.11.3.

En la tabla 4.11.4 se recogen los datos de captura anual calculados por arte de pesca y por grupo funcional expresados en t/km<sup>2</sup>. Estos valores integran tanto valores del desembarco oficial, como la fracción de captura no declarada calculada para las principales especies comerciales. Mientras que en la tabla 4.11.5 se muestran los valores de los descartes de los diferentes artes de pesca y por grupo funcional en t/km<sup>2</sup>. Hay que destacar que el grupo sobre el que se produce más descarte es en las macroalgas, aunque estas se distribuyen tan solo en el 30% del área de estudio (la parte más somera de la plataforma).

#### 4.11.3.3. Equilibrio del modelo

El modelo se considera equilibrado cuando se obtienen estimaciones realistas de los parámetros no estimados inicialmente y de los resultados (Christensen et al., 2004). Para ello se tienen que cumplir una serie de requisitos:

- Los valores de eficiencia ecotrófica (EE) de cada grupo funcional deben ser menores que 1, lo que indica que la producción calculada de cada grupo funcional es suficiente para asumir la depredación (natural y por pesca).
- El coeficiente de conversión, o producción/consumo (P/Q), debe mostrar valores entre 0.1 y 0.3, siendo un poco mayor en el caso de organismos de pequeño tamaño (zooplancton) y menor en el caso de los grandes depredadores del sistema.
- Los valores del cociente respiración/biomasa (R/B) por grupo funcional que reflejan la tasa de actividad de los organismos, han de encontrarse entre 1-10 año-1 en el caso de los peces y entre 50-100 año-1 en el caso de los organismos del plancton.
- El cociente respiración/asimilación de alimento (R/A) debe ser menor que 1, ya que la respiración no puede ser mayor que la porción del alimento ingerido que es asimilado. Para los depredadores apicales, la producción es relativamente baja y este cociente es elevado, mientras que es menor para organismos de menor nivel trófico.
- El cociente producción/respiración (P/R) representa el destino del alimento asimilado y, aunque puede tomar cualquier valor positivo, éste no es mayor a 1.
- La eficiencia neta (NE) de conversión del alimento debe ser menor a 1 para todos los grupos funcionales.

Cuando el modelo no está en equilibrio (EE > 1), se puede emplear el módulo automático de equilibrio (AMBP, Automatic mass balance procedure, Kavanagh et al., 2004) para equilibrar el modelo mediante la modificación de los parámetros iniciales. Sin embargo, y antes de la aplicación de este módulo automático, deben identificarse manualmente posibles errores producidos durante el análisis e integración de los parámetros básicos para evitar que el proceso automático de equilibrio se vea afectado por estos errores. Éstos se identifican al estar asociados a un valor de EE y de mortalidad por depredación y/o por pesca elevado y se corrigen teniendo en cuenta la incertidumbre asociada a los datos iniciales.

**Tabla 4.11.1.-** Parámetros básicos de los grupos funcionales definidos para el mar Balear. B: biomasa; P/B: producción/biomasa; Q/B: consumo/biomasa; EE: eficiencia ecotrófica. El color de los grupos funcionales es función del grupo taxonómico al que pertenecen.

G.F.	Nombre del Grupo	Habitat area	B (t/km <sup>2</sup> )	P/B (/año)	Q/B (/año)	EE
1	Delfines	1	0,001	0,07	13,49	
2	Aves marinas	1	0,001	4,56	73,2	
3	Gaviota de Audouin	1	0,001	4,64	70	
4	Tortugas	1	0,032	0,15	2,54	
5	Grandes predadores pelágicos	1	0,14	0,18	3,463	
6	Bonitos	1	0,3	0,52	4,45	
7	Llampuga	1	0,042	1,12	5,68	
8	Rapes	1	0,033	0,37	3,138	
9	Merluza adulta	1	0,2	0,605	3,5	
10	Merluza juvenil	1	0,018	1,211	7,02	
11	Peces demersales 1	0,77	0,5	1,15	6,092	
12	Peces demersales profundos 1	0,77	1,2	1,092	3,92	
13	Peces demersales 2	0,77	1,34	1,35	6	
14	Salmonetes	1	0,12	0,7	6,943	
15	Peces planos	1	0,2	0,925	5,48	
16	Peces demersales profundos 2	0,45	0,21	0,667	6,3	
17	Peces planctofágicos	0,77	1,5	0,925	6,685	
18	Peces planctófagos profundos	0,77	1,775	1,245	7,985	
19	Pequeños pelágicos	0,45	4,456	1,55	6,263	
20	Jureles	1	0,45	0,91	4	
21	Rayas	1	0,112	0,304	4,363	
22	Tiburones	1	0,18	0,82	7	
23	Gató	1	0,091	0,324	5,48	
24	Calamares	0,72	0,15	5,3	11	
25	Sepia	0,77	0,063	8,237	18	
26	Pulpos	1	0,05	4,253	8,85	
27	Gasterópodos	1		4,092	6	0,95
28	Bivalvos	1		2,178	7,3	0,95
29	Gamba roja	0,29	0,114	0,798	9,446	0,95
30	Cigala	0,45	0,02	1,2	4,56	
31	Langosta	0,55	0,05	0,81	6	
32	Gamba blanca	0,49	0,031	3,5	11,177	
33	Crust. dieta epibentónica	1	1,6	2,029	3	
34	Crust. dieta inafuna	1		2,1	5,986	
35	Crust. Migr. zooplantófagos	0,72		3	10,622	
36	Crust. no migr. zooplantófagos	0,72		2,5	6,981	
37	Decápodos detritívoros	1		1,378	13,177	
38	Crust. depositívoros	1		3,315	5,7	
39	Gambas detritívoras	0,45		4,335	9	0,95
40	Estrellas	1	0,24	1,9	13,688	
41	Erízos regulares	1	1,138	3,355	6,8	
42	Ofiuras	0,77	0,6	2,125	5	
43	Equinodermos depositívoros	1	2,717	2,92	6,67	
44	Crinoideos	0,49	0,25	1,315	5	
45	Bentos filtrador	1	3,469	6,85	11,432	
46	Infauna	1		3,425	11,53	0,95
47	Suprabentos	1	4,93	6,59	52,012	
48	Plancton gelatinoso	1	0,425	13,87	50,28	
49	Macrozooplanton	1	1,348	20,41	51,346	
50	Micro-Mesozooplanton	1	8	39,698	83,804	
51	Fitoplanton	1	12,75	127,75		
52	Algas	0,3	2,833	60,715		
53	Descartes	1	0,443			
54	Nieve marina	1	3	2,341	6,688	
55	Detrito depositado	1	32,85			

**Tabla 4.11.2.-** Matriz de dietas del Mar Balear (predador en columnas y presas en filas). El número de los q.f. se puede consultar en la tabla anterior (Tabla 4.12.1).

**Tabla 4.11.3.-** Listado de especies y artículos de investigación que se han utilizado para la construcción de la matriz de dietas.

G.F.	Grupo Funcional	Species	Datos troficos
1	Delfines	<i>Tursiops truncatus, Stenella coeruleoalba</i>	Blanco et al. 2001, Blanco et al. 2006, Fernández et al. 2009, Hassani et al. 1997, Ringelstein et al. 2006, Silva 1999b
2	Aves marinas	<i>Calonectris diomedea, Hydrobates pelagicus, Phalacrocorax aristotelis, Puffinus mauretanicus</i>	Arcos 2001, Arcos y Oro 2002
3	Gaviota de Audouin	<i>Larus audouinii</i>	Arcos 2001, Oro y Ruiz 1997, Pedrocchi et al. 1996, Pedrocchi et al. 2002
4	Tortugas	<i>Caretta caretta</i>	Revelles et al. 2007
5	Grandes predadores pelágicos	<i>Thunnus thynnus, Xiphias glaucus</i>	Chalabi y Ifene 1993, Chancollon et al. 2006, Logan et al. 2011, Ortiz de Zárate y Cort 1986, Orsi Relini et al. 1995, Romeo et al. 2009, Sinopoli et al. 2004
6	Túnidos	<i>Sarda sarda, Auxis rochei</i>	Campo et al. 2006, Consoli et al. 2008, Falautano et al. 2007, Mostarda et al. 2007
7	Llampuga	<i>Coryphaena hippurus</i>	Castriota et al. 2007
8	Rape	<i>Lophius budegassa, Lophius piscatorius</i>	Colloca et al. 2010, Laurenson y Priede 2005, Macpherson 1981, Preciado et al. 2006
9	Merluza adulta	<i>Merluccius merluccius</i>	Bozzano et al. 1997, Cartes et al. 2009, Carpenterier et al. 2005, Colloca et al. 2010, Fanelli 2007, Macpherson 1981
10	Merluza juvenil	<i>Merluccius merluccius</i>	Bozzano et al. 2005, Cartes et al. 2009, Colloca et al. 2010 Barreiros y Thomas 1998, Başçınar 2009, Bell y Harmelin-Vivien 1983, Casadellà 1991, Castriota et al. 2006, Cau y Manconi 1984, Colloca et al. 2010, Costa 1988, Derbal y Kara 2004, Deudero 1998, Dulcic y Dulcic 2004, Esposito et al. 2009, Fanelli et al. 2011, Gramitto 1999, Jaramillo 2009, Khouri 1984, Kouassi et al. 2010, Labropoulou y Eleftheriou 1997, Labropoulou et al. 1999, Linde et al. 2004, Macpherson 1981, Matallanas 1980, Montanini et al. 2010, Morato et al. 1999, Morato et al. 2001, Morte 2001, Olaso y Rodríguez-Marín 1995, Relini et al. 2002, Silva 1999a, Stergiou y Fourtouni 1991, Velasco y Olaso 1998
11	Peces demersales 1	<i>Trisopterus minutus, Scorpæna elongata, Scorpæna porcus, Epinephelus spp., Zeus faber, Pagrus pagrus, Synodus saurus, Conger conger, Scorpæna scrofa, Pagellus acarne, Pagellus bogaraveo, Serranus cabrilla, Trachinus draco, Uranoscopus scaber, Syngnathus acus, Phycis phycis, Ophichthus rufus, Chelidonichthys gurnardus, Chelidonichthys lucerna, Balistes carolinensis, Ophidion barbatum</i>	Anastasopoulou y Kapisis 2008, Bell y Harmelin-Vivien 1983, Bowman et al. 2000, Carrassón 1994, Colloca et al. 2010, Demestre et al. 1993, Fanelli y Cartes 2010, Gramitto 1985, Klimpel et al 2006, Macpherson 1978a y b, Macpherson 1979a, Macpherson 1981, Madurell y Cartes 2005, Matallanas 1982c y d, Morte 2001, Podrazhanskaia 1993, Saldanha et al. 1995
12	Peces demersales profundos 1	<i>Chlorophthalmus agassizi, Micromesistius poutassou, Helicolenus dactylopterus, Gadilus argenteus argenteus, Sympholophorus veranyi, Epigonus spp., Phycis blennoides, Nemichthys scolopaceus, Chauliodus sloani, Stomias boa, Lampanyctus crocodilus, Hoplostethus mediterraneus, Lepidion lepidion, Mura mura, Nettastoma melanurum, Notacanthus bona parte, Lepidorhynchus caudatus, Trachyrhynchus scabrus, Molva dypterygia, Gaidropsarus biscayensis, Gnathophis mystax</i>	Bell y Harmelin-Vivien 1983, Beltrano et al 2006, Ben Jrad et al. 2010, Benchalel et al. 2010, Bradai et al. 1998, Castriota et al. 2005, Castriota et al. 2010, Cardinale et al. 1997, Colloca et al. 2010, Costa 1988, Derbal y Kara 2007, Dulcic 2006, Fabi et al. 2006, Fanelli 2007, Fanelli et al. 2011, Figueiredo et al. 2005, Filiz y Togulga 2009, Horta et al. 2004, Kabasakal 1999, Kabasakal 2001, Labropoulou y Eleftheriou 1997, Labropoulou y Machias 1998, Leitao et al. 2007, López-Jamar et al. 1984, MacPherson 1979a, MacPherson 1981, Morte 2001, Pallaoro et al. 2006, Paulo-Martins et al. 2004, Sala y Ballesteros 1997, Terrats et al. 2000, Randall 1967, Relini et al. 2002, Rodríguez-Ruiz et al. 2001, Rosecchi y Nouaze 1987
13	Peces demersales 2	<i>Trigla lyra, Lepidotrigla cavillone, Lepidotrigla dieuzeidei, Scorpæna loppei, Scorpæna notata, Dactylopterus volitans, Gobius niger, Odontobenus balearicus, Blennius ocellaris, Callionymus maculatus, Lesueurigobius friesii, Lesueurigobius sanzoi, Diplodus spp., Pagellus erythrinus, Serranus hepatus, Coris julis, Thalassoma pavo, Symphodus cinereus, Serranus scriba, Xyrichtys novacula, Chelidonichthys cuculus, Chelidonichthys lastoviza</i>	Baldó y Drake 2002, Bautista-Vega et al. 2008, Bell y Harmelin-Vivien 1983, Colloca et al. 2010, Derbal et al. 2010, Jaramillo 2009, Labropoulou y Eleftheriou 1997
14	Salmonete	<i>Mullus barbatus, Mullus surmuletus</i>	

**Tabla 4.11.3.- Continuación**

15	Peces planos	<i>Arnoglossus imperialis</i> , <i>Arnoglossus laterna</i> , <i>Arnoglossus rueppelii</i> , <i>Arnoglossus thori</i> , <i>Bothus podas</i> , <i>Citharus linguatula</i> , <i>Lepidorhombus boscii</i> , <i>Lepidorhombus whiffianus</i> , <i>Microchirus spp.</i> , <i>Solea impar</i> , <i>Solea vulgaris</i> , <i>Symphurus nigrescens</i> , <i>Synaptura kleinii</i>	Bayhan et al. 2008, Bell y Harmelin-Vivien 1983, Cabral 2000, Cabral et al. 2002, Cabral et al. 2003, Carpentieri et al. 2010, Colloca et al. 2010, Costa 1988, Darnaude et al. 2001, Deniel 1975, Fanelli 2007, Macpherson 1978c, Macpherson 1979a, Macpherson 1981, Morte 2001, Rodriguez 1996, Sá et al. 2003, Santic et al. 2009, Teixeira et al. 2010, Vassilopoulou 2006
16	Peces demersales profundos 2	<i>Argentina sphyraena</i> , <i>Polyacanthonotus rissoanus</i> , <i>Caelorinchus caelorhincus</i> , <i>Nezumia aequalis</i>	Carrassón 1994, Colloca et al. 2010, Crabtree et al. 1985, Fanelli 2007, MacPherson 1979b, MacPherson 1981, Madurell y Cartes 2006, Sever et al. 2008
17	Peces planctófagos	<i>Capros aper</i> , <i>Macroramphosus scolopax</i> , <i>Deltentosteus quadrinaculatus</i> , <i>Crystallogobius linearis</i> , <i>Pomatoschistus spp.</i> , <i>Aphia minuta</i> , <i>Spondylisoma cantharus</i> , <i>Spicara maena</i> , <i>Spicara smaris</i> , <i>Centracanthus cirrus</i> , <i>Chromis chromis</i> , <i>Anthias anthias</i> , <i>Ceolopha macrophthalma</i>	Baldó y Drake 2002, Bell y Harmelin-Vivien 1983, Bradai et al. 1998, Christiansen et al. 2009, Colloca et al. 2010, Costa 1988, Dulöic 2006, Dulcic 2007, Hirch 2009, Khouri 1984, La Mesa et al. 2008, MacPherson 1979a, MacPherson 1981, Martin 2008, Matallanas 1982b, Salgado et al. 2004, Villiers 1980
18	Peces planctófagos profundos	<i>Ceratoscopelus maderensis</i> , <i>Argyropelecus hemigymnus</i> , <i>Benthosema glaciale</i> , <i>Hygophum benoiti</i> , <i>Lobianchia dobleini</i> , <i>Maurolicus muelleri</i> , <i>Myctophum punctatum</i>	Hopkins y Baird 1985, Mauchline y Gordon 1983, Podrazhanskaya 1993, Sameoto 1988
19	Pequeños pelágicos	<i>Engraulis encrasicolus</i> , <i>Sardina pilchardus</i> , <i>Sardinella aurita</i> , <i>Boops boops</i>	Bacha y Amara 2009, Bacha et al. 2010, Baldó y Drake 2002, Colloca et al. 2010, Derbal y Kara 2008, Moreno y Castro 1995, Tsikliras et al. 2005
20	Jurel	<i>Scomber scombrus</i> , <i>Trachurus spp.</i>	Bayhan et al. 2007, Colloca et al. 2010 , Deudero 1998, Moreno y Castro 1995, Olaso y Rodríguez-Marín 1995, Olaso et al. 2005, Santic et al. 2003, Santic et al. 2004, Santic et al. 2005
21	Rayas	<i>Leucoraja circularis</i> , <i>Leucoraja naevus</i> , <i>Raja asterias</i> , <i>Raja brachyura</i> , <i>Raja clavata</i> , <i>Raja miraletus</i> , <i>Raja montagui</i> , <i>Raja polystigma</i> , <i>Raja radula</i> , <i>Raja rondeleti</i> , <i>Raja undulata</i> , <i>Dipturus oxyrinchus</i> , <i>Myliobatis aquila</i> , <i>Dasyatis pastinaca</i>	Ebert y Bizarro 2007, Jardas et al. 2004, Morato et al. 2003, Moura et al. 2008, Valls et al. 2011, Vannucci 2004, Yeldan et al. 2009
22	Tiburones	<i>Squalus acanthias</i> , <i>Centrophorus granulosus</i> , <i>Dalatias licha</i> , <i>Mustelus mustelus</i> , <i>Torpedo marmorata</i> , <i>Etmopterus spinax</i> , <i>Galeus melastomus</i>	Carrasón 1994, Cortés 1999, Demirhan y Seyhan 2007, Fanelli et al. 2009, Macpherson 1981, Matallanas 1982a, Morato et al. 2003, Neiva et al. 2006, Olaso et al. 2004, Preciado et al. 2009, Jaramillo 2009, Jardas et al. 2007, Romanelli et al. 2006, Saïdi et al. 2009a y b, Valls et al. 2011
23	Gató	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Colloca et al. 2010, Macpherson 1981, Olaso et al. 2004, Valls et al. 2011
24	Calamares	<i>L. forbesi</i> , <i>L. vulgaris</i> , <i>I. coindetii</i> , <i>T. sagittatus</i> , <i>H. reversa</i> , <i>H. bonnellii</i> , <i>A. media</i>	Quetglas et al. 1999, Quetglas et al. 2010
25	Sepia	<i>S. officinalis</i> , <i>S. elegans</i> , <i>S. orbignyana</i> , <i>Sepiella oweniana</i>	Vafidis et al. 2009
26	Pulpos	<i>E. cirrhosa</i> , <i>S. unicirrhus</i> , <i>P. tetricirrhus</i> , <i>O. salutii</i> , <i>B. sponsalis</i> , <i>E. moschata</i> , <i>O. vulgaris</i>	Quetglas et al. 2001, Quetglas et al. 2005, Quetglas et al. 2009
27	Gasterópodos	<i>Aporrhais pespelicanus</i> , <i>Aporrhais serresianus</i> , <i>Astraea rugosa</i> , <i>Bolinus brandaris</i> , <i>Calliostoma spp.</i> , <i>Cancellaria cancellata</i> , <i>Cassidaria tyrrhena</i> , <i>Cymatium corrugatum</i> , <i>Euspira fusca</i> , <i>Fusinus rostratus</i> , <i>Lunatia sp.</i> , <i>Natica spp.</i> , <i>Phallium undulatum</i> , <i>Ranella olearia</i> , <i>Turritella spp.</i> , <i>Xenophora crispa</i>	Aguilar-Rosas 1990, Malaquias et al. 2004, Morton et al. 2007
28	Bivalvos	<i>Acanthocardia tuberculata</i> , <i>Aequipecten opercularis</i> , <i>Anadara diluvii</i> , <i>Anomia ephippium</i> , <i>Callista chione</i> , <i>Chlamys opercularis</i> , <i>Chlamys varia</i> , <i>Glossus humanus</i> , <i>Glycimeris sp.</i> , <i>Laevicardium oblongum</i> , <i>Mytilus edulis</i> , <i>Mytilus galloprovincialis</i> , <i>Ostrea edulis</i> , <i>Pecten maximus</i> , <i>Pinna nobilis</i> , <i>Pteria hirundo</i> , <i>Pycnodonte cochlear</i> , <i>Venus verrucosa</i>	Dupuy et al. 2000, Beninger 2009

**Tabla 4.11.3.- Continuación**

29	Gamba roja	<i>Aristeus antennatus</i>	Cartes 1994, Cartes et al. 2008
30	Cigala	<i>Nephrops norvergicus</i>	Cristo y Crates 1998
31	Langosta	<i>Palinus spp.</i>	Goñi et al. 2001
32	Gamba blanca	<i>Parapenaeus longirostris</i>	Kapiris 2004
33	Crustáceos con dieta epibentónica	<i>Acanthonyx, Bathynectes, Eriphia, Eualus, Gnathophyllum, Herbstia, Homola, Inachus, Lambrus, Ligur, Liocarcinus, Maja, Macropipus, Macropodia, Maja, Paractaea, Paromola, Parthenope, Pilumnus, Pisa, Polycelles, Portunidae, Squilla, Stomatopoda, Xantho</i>	Abelló y Cartes 1987, Abelló 1989, Bernández et al. 2000, Cannicci et al. 2002, Cartes y Abelló 1992, Cartes et al. 2002, Freire 1996, Rorandelli et al. 2007
34	Crustáceos con dieta de infauna	<i>Acanthonix, Achaeus, Atelecyclus, Calappa, Chlorotucus, Crangon, Corystes, Ebalia, Ethusa, Eucrate, Eurinome, Geryon, Gnathophyllum, Gonoplax, Ilia, Lysmata, Medorippe, Monodaeus, Palaemonidae, Palicus, Philocheras, Pontocaris, Pontophilus, Processa, Sicyonia, Solenocera, Thia</i>	Cartes 1993a, Cartes y Maynou 1998, Cartes et al. 2002, Mori et al. 1995
35	Crustáceos migradores con dieta de macroplancton	<i>Acanthephyra, Gennades, Oplophoridae, Pasiphæa, Sergestes, Sergia</i>	Cartes 1993b y e, Cartes y Maynou 1998, Cartes et al. 2002
36	Crustáceos no migradores con dieta de macroplancton	<i>Aristaeomorpha, Plesionika</i>	Cartes 1993c, Cartes et al. 2002, Fanelli y Cartes 2004
37	Decápodos detritivores	<i>Dardanus, Diogenes, Dromia, Galathea, Munida, Paguristes, Pagurus</i>	Cartes 1993d, Cartes y Maynou 1998
38	Crustáceos depositívoros	<i>Alpheus, Brachynotus, Callianassa, Thoralus, Upogebia, Calocaris, Jaxeia, Thalassinidea</i>	Cartes et al. 2002, Pinn et al. 1999, Palomar et al. 2004
39	Gambas detritívoras	<i>Lophogaster, Pandalina, Palaemon, Nebalia</i>	Cartes et al. 2002, Guerao 1995
40	Estrellas	<i>Astropecten, Chaetaster, Anseropoda, Echinaster, Hacelia, Marthasterias, Luidia</i>	de Juan et al. 2007a, Jangoux y Lawrence 1982
41	Erizos	<i>Brissus, Centrostephanus, Cidaris, Echinus, Paracentrotus</i>	Jangoux y Lawrence 1982
42	Ofiuras	<i>Ophiura, Ophiocomina, Ophioderma...</i>	Jangoux y Lawrence 1982
43	Equinodermos depositívoros	<i>Holothuria, Stichopus, Spatangus...</i>	Jangoux y Lawrence 1982
44	Crinoideos	<i>Antedon mediterránea, Leptometra phalangium</i>	Jangoux y Lawrence 1982
45	Bentos filtrador	Esponjas, Ascidiás, cnidarios, briozos...	Armsworthy et al. 2001, Barané 1988, Coma et al. 1994, Hernández-Zanuy et al. 2007, Kötter 2002
46	Infauna	Anfípodos, poliquetos, isópodos...	Bautista-Vega et al. 2008, Fanelli 2007
47	Suprabentos	Eufausiaceos, misidaceos, anfípodos...	Cartes y Sorbe 1998, Cartes y Maynou 2001, Fanelli 2007, Madurell et al. 2008
48	Plancton gelatinoso	Medusas, apendicularias, <i>Salpa, Pyrosoma...</i>	Bailey 1984, Katechakis et al. 2004, Lombard et al. 2009, Mills 1995, Purcell 1981
49	Macrozooplancton	> 5 mm <i>Meganyctiphanes</i> , quetognatos, euphausiaceos	Bamstedt y Karlson 1998, Bautista-Vega et al. 2008, Catalán et al. 2007, Fanelli 2007, Kaartvedt et al. 2002, Sánchez-Velasco y Norbis 1997, Sanchez-Verlasco 1998, Virnstein et al. 2000
50	Micro- Mesozooplancton	< 5 mm: Copepodos, larvas crustaceos, tintínidos, ostracodos...	Alcaraz et al. 2007, Broglie et al. 2004, Dolan et al. 2002, Fanelli 2007, Katechakis et al. 2004, Saiz et al. 2007

Caracterización ecológica de la plataforma continental del canal de Menorca

Tabla 4.11.4.- Captura anual por grupo funcional y por arte de pesca en el mar Balear.

G.F.	Nombre del grupo	Arrastre	Artesanal	Cerco	Palangre fondo	Palangre superficie	Total
1	Delfines	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
2	Aves marinas	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
3	Gaviota de Audouin	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
4	Tortugas	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
5	Grandes predadores pelágicos	0,0000471	0,0006921	0,0002668	0,0007050	0,0023063	0,0040174
6	Bonitos	0,0000306	0,0026175	0,0023848	0,0001189	0,0003309	0,0054826
7	Llampuga	0,0000003	0,0105894	0,0000285	0,0012124	0,0008583	0,0126889
8	Rapes	0,0032622	0,0003237	0,0000037	0,0000177	0,0000373	0,0036445
9	Merluza adulta	0,0026991	0,0000012	0,0000000	0,0000015	0,0000051	0,0027069
10	Merluza juvenil	0,0015743	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0015743
11	Peces demersales 1	0,0089714	0,0051976	0,0000712	0,0005351	0,0010519	0,0158272
12	Peces demersales profundos 1	0,0090107	0,0003812	0,0000021	0,0000043	0,0001255	0,0095238
13	Peces demersales 2	0,0090107	0,0003812	0,0000021	0,0000043	0,0001255	0,0095238
14	Salmonetes	0,0085864	0,0015036	0,0000077	0,0000398	0,0001892	0,0103266
15	Peces planos	0,0017631	0,0000904	0,0000009	0,0000039	0,0000048	0,0018631
16	Peces demersales profundos 2	0,0015567	0,0000009	0,0000000	0,0000000	0,0000014	0,0021798
17	Peces planctofágicos	0,0167495	0,0028230	0,0029387	0,0001610	0,0001516	0,0297443
18	Peces planctófagos profundos	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
19	Pequeños pelágicos	0,0009160	0,0024611	0,0242629	0,0000000	0,0000014	0,0360228
20	Jureles	0,0041410	0,0010712	0,0068840	0,0000002	0,0000128	0,0157809
21	Rayas	0,0052437	0,0011940	0,0000112	0,0000259	0,0003561	0,0089022
22	Tiburones	0,0031334	0,0001929	0,0000011	0,0000279	0,0001480	0,0048982
23	Gató	0,0055416	0,0004162	0,0000000	0,0000072	0,0000631	0,0060282
24	Calamares	0,0040271	0,0005523	0,0003936	0,0000255	0,0000096	0,0043794
25	Sepia	0,0004680	0,0021847	0,0000060	0,0000943	0,0001487	0,0059505
26	Pulpos	0,0075359	0,0009793	0,0000102	0,0000176	0,0000412	0,0133472
27	Gasterópodos	0,0000042	0,0000862	0,0000017	0,0000009	0,0000000	0,0000929
28	Bivalvos	0,0000017	0,0000011	0,0000002	0,0000000	0,0000000	0,0000067
29	Gamba roja	0,0116764	0,0000053	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0261111
30	Cigala	0,0016187	0,0000144	0,0000025	0,0000008	0,0000014	0,0076281
31	Langosta	0,0000234	0,0008666	0,0000000	0,0000985	0,0000934	0,0027970
32	Gamba blanca	0,0005297	0,0000002	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0024676
33	Crust. dieta epibentónica	0,0002106	0,0000000	0,0000000	0,0000002	0,0000000	0,0002747
34	Crust. dieta inafuna	0,0008544	0,0000003	0,0000000	0,0000011	0,0000000	0,0019127
35	Crust. Migr. zooplanctófagos	0,0008351	0,0000045	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0018768
36	Crust. no migr. zooplanctófagos	0,0027829	0,0001832	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0040510
37	Decápodos detritívoros	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
38	Crust. depositívoros	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
39	Gambas detritívoras	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
40	Estrellas	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
41	Erizos regulares	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
42	Ofiuras	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
43	Equinodermos depositívoros	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
44	Crinoideos	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
45	Bentos filtrador	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
46	Infauna	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
47	Suprabentos	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
48	Plancton gelatinoso	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
49	Macrozooplanton	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
50	Micro-Mesozooplanton	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
51	Fitoplanton	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
52	Algas	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
53	Descartes	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
54	Nieve marina	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
55	Detrito depositado	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
<b>TOTAL</b>		0,1128060	0,0348151	0,0372799	0,0031039	0,0060635	0,2516314

Tabla 4.11.5.- Descartes anuales por grupo funcional y por arte de pesca en el mar Balear.

G.F.	Nombre del grupo	Arrastre	Artesanal	Cerco	Palangre fondo	Palangre superficie	Total
1	Delfines	0,0000000	0,0000000	0,0000100	0,0000000	0,0000000	0,0000100
2	Aves marinas	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000100	0,0000100	0,0000200
3	Gaviota de Audouin	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000100	0,0000100	0,0000200
4	Tortugas	0,0010000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0002000	0,0003000
5	Grandes predadores pelágicos	0,0000000	0,0000000	0,0020000	0,0000000	0,0003000	0,0005000
6	Bonitos	0,0000000	0,0000000	0,0000100	0,0000000	0,0002000	0,0002100
7	Llampuga	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
8	Rapes	0,0005442	0,0000211	0,0000000	0,0000010	0,0000000	0,0005663
9	Merluza adulta	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
10	Merluza juvenil	0,0026618	0,0000000	0,0000000	0,0080000	0,0000000	0,0106618
11	Peces demersales 1	0,0010034	0,0003559	0,0000000	0,0000400	0,0000000	0,0013993
12	Peces demersales profundos 1	0,0108431	0,0000000	0,0010000	0,0010000	0,0000000	0,0128431
13	Peces demersales 2	0,0024124	0,0005132	0,0000000	0,0000300	0,0000000	0,0029556
14	Salmonetes	0,0001921	0,0002575	0,0000000	0,0001000	0,0000000	0,0005497
15	Peces planos	0,0011514	0,0000157	0,0000000	0,0002000	0,0000000	0,0013671
16	Peces demersales profundos 2	0,0007321	0,0000000	0,0002000	0,0000000	0,0000000	0,0009321
17	Peces planctofágos	0,0011675	0,0000000	0,0003000	0,0000000	0,0000000	0,0014675
18	Peces planctófagos profundos	0,0001563	0,0000000	0,0004000	0,0000000	0,0000000	0,0005563
19	Pequeños pelágicos	0,0212733	0,0000000	0,0420000	0,0000000	0,0000000	0,0632733
20	Jureles	0,0093946	0,0000002	0,0010000	0,0000000	0,0000200	0,0104148
21	Rayas	0,0013899	0,0024545	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0038444
22	Tiburones	0,0085597	0,0000000	0,0000000	0,0000300	0,0000000	0,0085897
23	Gató	0,0051819	0,0000491	0,0000000	0,0000100	0,0000000	0,0052410
24	Calamares	0,0006215	0,0000000	0,0000020	0,0000020	0,0000000	0,0006255
25	Sepia	0,0000776	0,0000298	0,0000000	0,0000020	0,0000000	0,0001094
26	Pulpos	0,0003228	0,0000000	0,0000000	0,0001000	0,0000000	0,0004228
27	Gasterópodos	0,0003034	0,0000264	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0003298
28	Bivalvos	0,0000689	0,0000027	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000715
29	Gamba roja	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
30	Cigala	0,0000084	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000084
31	Langosta	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
32	Gamba blanca	0,0000458	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000458
33	Crust. dieta epibentónica	0,0003003	0,0000505	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0003508
34	Crust. dieta inafuna	0,0002354	0,0000390	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0002743
35	Crust. Migr. zooplanctófagos	0,0001937	0,0000000	0,0005000	0,0000000	0,0000000	0,0006937
36	Crust. no migr. zooplanctófagos	0,0002519	0,0000000	0,0005000	0,0000000	0,0000000	0,0007519
37	Decápodos detritívoros	0,0014676	0,0000261	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0014937
38	Crust. depositívoros	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
39	Gambas detritívoras	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
40	Estrellas	0,0014160	0,0002546	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0016706
41	Erizos regulares	0,0046496	0,0003669	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0050165
42	Ofiuras	0,0000418	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000418
43	Equinodermos depositívoros	0,0185411	0,0012213	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0197624
44	Crinoideos	0,0005979	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0005979
45	Bentos filtrador	0,0041903	0,0001799	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0043702
46	Infauna	0,0000012	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000012
47	Suprabentos	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
48	Plancton gelatinoso	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
49	Macrozooplanton	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
50	Micro-Mesozooplanton	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
51	Fitoplanton	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
52	Algas	0,1387285	0,0010728	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,1398013
53	Descartes	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
54	Nieve marina	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
55	Detrito depositado	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	<b>TOTAL</b>	0,2388276	0,0069371	0,0461220	0,0095350	0,0007400	0,3021617

En el caso del modelo del mar Balear las correcciones manuales de errores que se han efectuado han sido principalmente por aumento de la biomasa en grupos funcionales que presentaban un déficit de la misma, especialmente en el grupo de peces planctófagos profundos, compuesto principalmente por peces mictófidos, de pequeño tamaño, que se desplazan a lo largo de la columna de agua y cuya estimación de biomasa se piensa que está muy subestimada. También se han corregido las dietas de algunos grupos para evitar elevadas tasas de canibalismo, ya que valores mayores o iguales a un 10% provoca problemas en la parametrización del modelo. Los principales cambios se han realizado en los grupos funcionales de calamares y peces demersales profundos 1. En estos casos, parte del porcentaje de canibalismo ha sido repartido de manera proporcional al resto de las presas de estos grupos.

## 5. Características físicas del área de estudio

### 5.1. Oceanografía e hidrodinámica

#### 5.1.1. Oceanografía e hidrodinámica general del Mediterráneo noroccidental

Las Islas Baleares son el límite natural entre dos subcuencas del Mediterráneo Occidental (MEDOC). La subcuenca Argelina (ScA) al sur, receptora de aguas de origen atlántico (AW) cálidas y menos salinas, está sujeta principalmente a forzamientos debidos a gradientes de densidad. La subcuenca Balear (ScB) al norte, con esas mismas aguas más frías y más salinas debido a un mayor tiempo de permanencia en el MED, está afectada por un forzamiento atmosférico fundamentalmente de viento. Los canales entre islas y de estas con la península juegan un papel importante en la circulación regional de la zona y condicionan los intercambios entre ambas sub-cuencas.

Las dos masas de aguas superficiales presentes en el canal de Menorca son de origen atlántico y pueden ocupar los 150 primeros metros de la columna de agua. Se denominan agua “AW reciente” en la ScA y agua “AW residente” en la ScB. Ambas masas de agua pueden cruzar los canales y su mezcla da lugar a la aparición de frentes oceánicos al norte o al sur de las islas que pueden afectar a la circulación regional de toda la zona. Las aguas intermedias que se encuentran en las islas ocupan la capa entre 200 y 700 metros en la columna de agua. El Agua Levantina Intermedia (LIW), originaria del Mediterráneo Oriental (MEDOR), la encontramos justo encima del Agua Profunda (DW) y alcanza las islas después de recorrer la parte septentrional del MEDOC. La LIW está presente durante todo el año y se caracteriza por proporcionar el máximo absoluto de salinidad y un máximo relativo de temperatura. Existe otra masa de agua intermedia formada estacionalmente y denominada Agua de Invierno del MEDOC (WIW), la cual no está presente todos los años. Se encuentra por debajo de las aguas superficiales y encima de la LIW, con espesores muy variables y se caracteriza por mostrar el mínimo absoluto de temperatura, con valores inferiores a los 13°C. La WIW se forma en procesos de convección en mar abierto y sobre el talud continental. Las aguas profundas (WMDW) se forman durante los procesos convectivos invernales en el golfo de León y Mar Ligur, ocupan la parte baja de la columna hasta el fondo y la profundidad de su interfase es variable, estando generalmente por debajo de los 800 metros. Los valores de temperatura y salinidad (T y S) característicos de estas aguas los podemos encontrar en la Tabla 5.1.1.

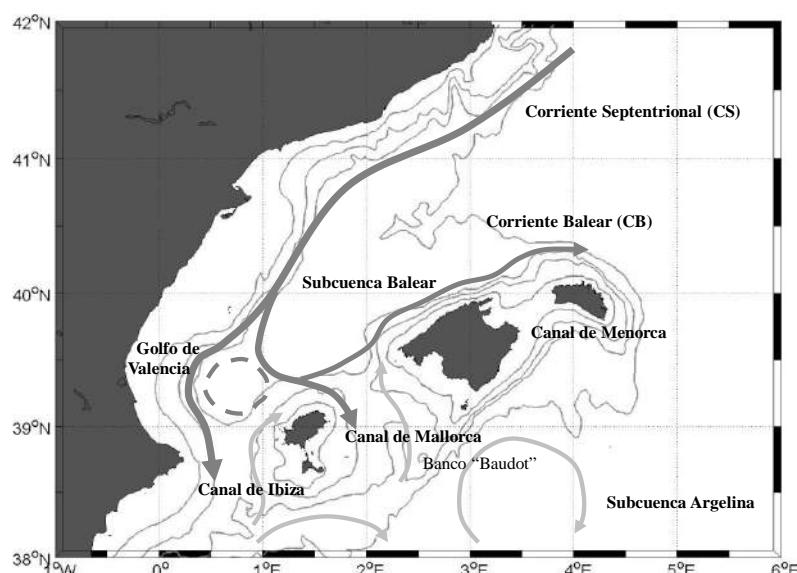
**Tabla 5.1.1.-** Características de la Temperatura Potencial ( $\theta$ ) y la salinidad (S) correspondiente a las masas de agua del Mediterráneo Occidental.  $\theta$  en °C y S referida a UPS (Unidades Prácticas de Salinidad).

Masas de agua	Valores en origen	Valores locales
AW Recientes	15.0 < $\theta$ < 18.0	15.0 < $\theta$ < 28.0
	36.15 < S < 36.50	36.50 < S < 37.50
AW Residentes	13.0 < $\theta$ < 28.0	13.0 < $\theta$ < 28.0
	37.50 < S < 38.30	37.50 < S < 38.20
WIW	12.5 < $\theta$ < 13.0	12.5 < $\theta$ < 13.0
	37.90 < S < 38.30	37.90 < S < 38.30
LIW	14.0 < $\theta$ < 15.0	13.0 < $\theta$ < 13.4
	38.70 < S < 38.80	38.45 < S < 38.60
WMDW	12.7 < $\theta$ < 12.9	12.7 < $\theta$ < 12.9
	38.40 < S < 38.48	38.40 < S < 38.48

La variabilidad estacional hidrográfica, está controlada por procesos que se desarrollan en toda la cuenca del MEDOC. Así, el forzamiento atmosférico invernal intensifica la Corriente Septentrional (CS) que, con origen en el Mar Ligur, fluye en dirección sur hacia el canal de Ibiza a lo largo del talud continental europeo, pasando de un transporte de 1 Sv ( $106 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en verano a 2 Sv en invierno (Font et al., 1988). Este mismo forzamiento favorece el proceso de formación de agua estacional de invierno (WIW) y de agua profunda (WMDW) que a su vez da lugar a una *cuasi* interrupción del flujo del agua Levantina (LIW). Como consecuencia, durante el invierno se registran los valores de salinidad más bajos de esta agua en las islas, para recuperarse posteriormente al final de la primavera y durante el verano (Font, 1987).

### 5.1.2. Circulación general de corrientes

En la Figura 5.1.1. se puede ver un esquema general de la circulación regional superficial del MEDOC. La presencia progresiva de WIW en el golfo de Valencia y en el canal de Ibiza, a finales del invierno y principio de primavera, genera un efecto perturbador sobre la circulación favoreciendo la aparición de estructuras mesoescalares (Pinot et al., 2002). Estas estructuras (grandes giros o remolinos) pueden bloquear el canal de Ibiza y desviar parte de la Corriente Septentrional (CS) y de las aguas intermedias hacia el canal de Mallorca con reforzamiento de la Corriente Balear (CB) que corre en dirección nordeste por el talud occidental de las islas alcanzando el norte de Menorca (García-Ladona et al., 1996). Durante la primavera, se produce una disminución de la intensidad de la CS debido al decaimiento progresivo del forzamiento invernal y el progreso de aguas superficiales atlánticas en dirección norte a través de los canales que también pueden reforzar la CB. El área sur de las islas se ve afectada en menor grado por esos procesos, pero está influenciada por la inestabilidad del frente Almería-Oran y por estructuras mesoescalares generadas a partir de la corriente Argelina (Millot, 1987). Condiciones de bloqueo, similares a las anteriores, también pueden producirse por la presencia de grandes giros situados al sur de Ibiza y Formentera que provocarían un estancamiento de la circulación a través de estos canales y el desvío de las aguas superficiales Atlánticas que normalmente progresan hacia los canales de Ibiza y de Mallorca, hacia la islas de Cabrera, levante de Mallorca y Menorca (Salas, 2003; Font et al., 2004).



**Figura 5.1.1.-** Esquema de la circulación oceánica general en el área de las Islas Baleares.

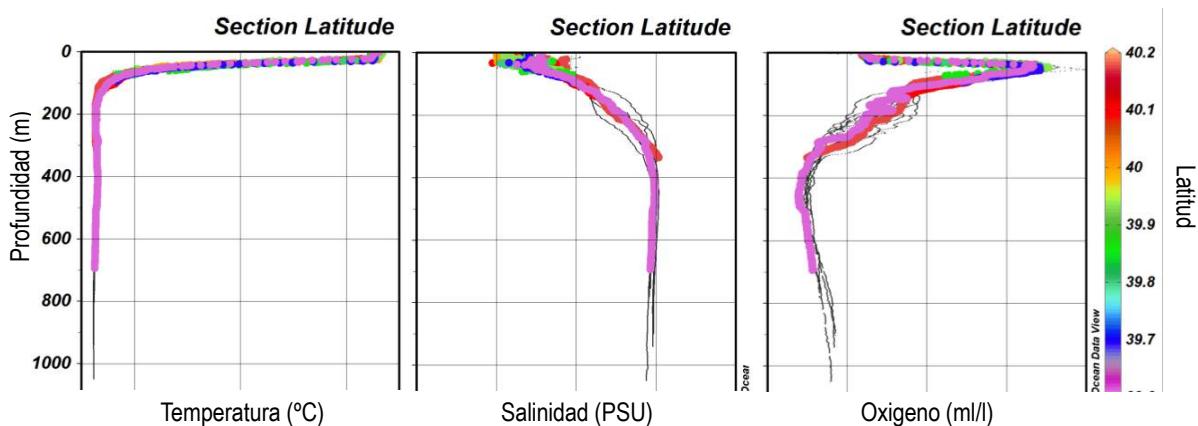
La variabilidad interanual de la circulación en este área está relacionada con la variabilidad atmosférica (Vignudelli et al., 1999), la interacción aire-mar (Mertens y Schott, 1998), el efecto de anomalías regionales como la *Eastern Mediterranean Transient* (Manca, 2000), fenómenos globales como el calentamiento global y por tendencias a largo plazo. En su conjunto y en un sentido amplio, afectan a las distintas variables oceanográficas, al intercambio de flujos de temperatura y salinidad, a los procesos de formación de masas de agua y finalmente a la circulación regional y general oceánica, generando tendencias y una significativa variabilidad temporal y espacial (Vargas-Yáñez et al., 2005). Una consecuencia de ello a escala regional, es la aparición de estructuras mesoescalares (frentes, giros, filamentos) en los canales y los cambios de circulación oceánica a que dan lugar. Las consecuencias en el área de estudio desde el punto de vista hidrográfico son, cambios de circulación, la presencia de más o menos volumen de las diferentes masas de agua, variaciones en sus valores característicos, profundidades a las que se encuentran, espesores y áreas de influencia. De lo expuesto anteriormente se deduce el importante papel que tienen los canales entre las Islas Baleares en la circulación marina regional. Esa importancia es claramente evidente en el caso de los canales de Ibiza y Mallorca, con profundidades en sus umbrales de 800 y 700 metros respectivamente. Lo que permite la circulación a través de ellos de las masas de agua superficiales e intermedias, mientras que las aguas profundas al no poder superar esos umbrales contornean los taludes insulares de las islas, alcanzando la subcuenca Argelina por el norte de Menorca.

La isla de Menorca es la más oriental de las islas Baleares, ubicada en la parte central del MEDOC y abierta a todos los vientos. De principal relevancia son los vientos de componente Norte (Tramontana, Mistral y Gregal), por lo que el área del canal de Menorca está expuesta localmente a un importante forzamiento atmosférico. A su vez, el área del canal está influenciada por la presencia de estructuras mesoescalares tanto al norte como al sur que influyen en la variabilidad de la CB en el norte y en la hidrodinámica de toda la zona.

### 5.1.3. Características de la columna de agua

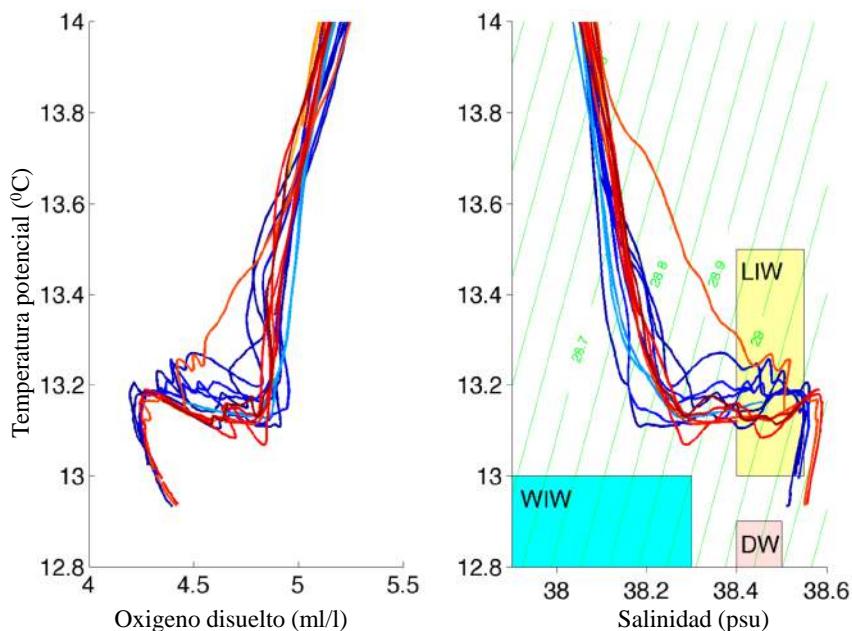
Los perfiles verticales de temperatura registrados durante la campaña INDEMARES\_CANAL0811 muestran claramente la estratificación térmica típica del verano y los efectos de esta sobre las diferentes variables (Figura 5.1.2). Mientras que la salinidad aumenta progresivamente con la profundidad hasta alcanzar los núcleos de LIW (sobre los 400 m) y disminuye ligeramente hasta el fondo en el dominio de las DWMW, la distribución del oxígeno disuelto presenta un mínimo relativo superficial asociado a la capa de mezcla y un máximo absoluto por debajo de ella.

A partir de las diferentes gráficas podemos ver como la capa de agua sobre los 100 metros de profundidad en la zona de estudio está ocupada por aguas superficiales de procedencia Atlántica, con valores de temperatura comprendidos entre los 26.7 y los 17 °C, de salinidad entre los 37.90 y 37.47, mientras que el oxígeno disuelto oscila entre los 5.80 y 4.20 ml/l. Al norte y al sur de la zona del canal, alcanzando los 1000 metros, los rangos de esas variables son más amplios, con valores de temperatura comprendidos entre los 26.85 y los 13.05 °C, de salinidad entre los 38.52 y 37.45, mientras que el oxígeno disuelto oscila entre los 5.90 y 3.65 ml/l. La distribución del oxígeno disuelto en esta zona exterior muestra un mínimo relativo en superficie y un máximo absoluto sobre los 50 metros, para ir disminuyendo progresivamente hasta el mínimo absoluto de los 440 metros, volviendo a repuntar con los valores de las aguas profundas. Entre 100 y 300 metros se registraron valores que oscilaban entre los 4.5 y los 5.0 ml/l.



**Figura 5.1.2.-** Perfiles verticales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Datos registrados en la campaña INDEMARES\_CANAL0811 en la plataforma continental del canal de Menorca. En color se muestran los valores en un perfil norte-sur de las estaciones centrales. En negro los valores de las estaciones fuera del perfil.

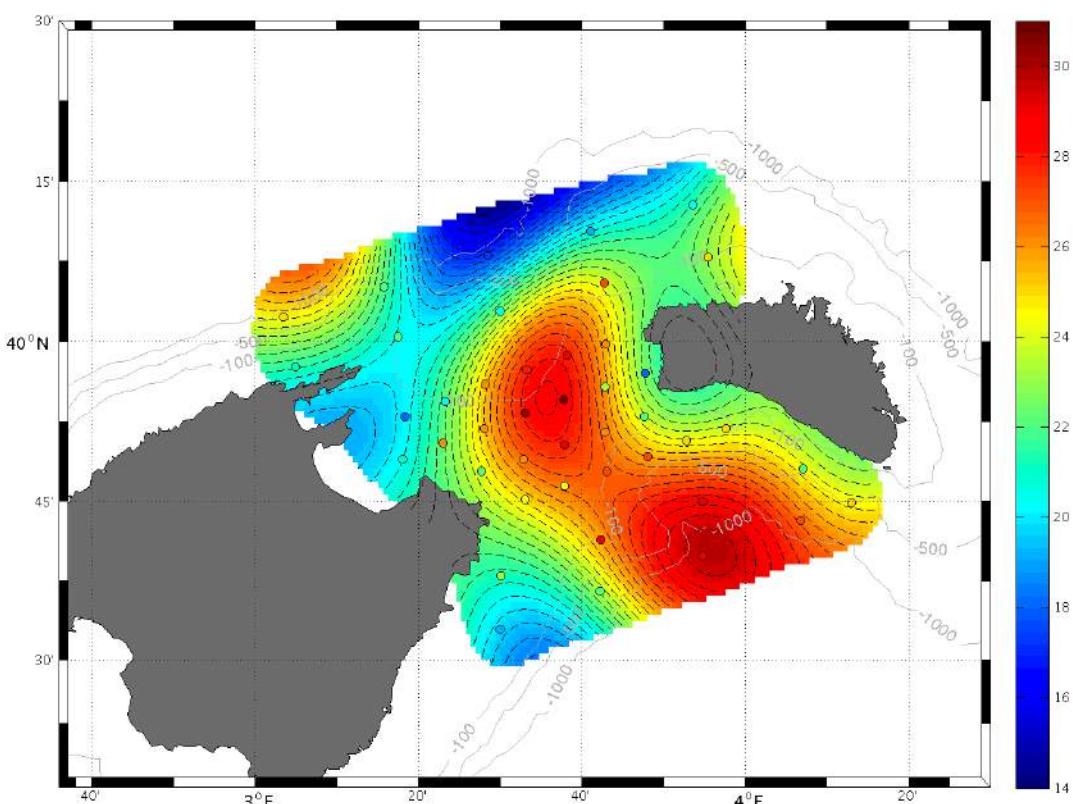
En las gráficas T/S y T/O<sub>2</sub> de la Figura 5.1.3., se pueden observar los valores de las distintas estaciones de la zona de estudio. En esas gráficas los valores de los núcleos de las aguas intermedias y profundas están limitados por cajas de diferentes colores. Se puede observar como las salinidades de las aguas LIW de la zona norte son algo más salinas que las del sur. Igualmente sucede con el oxígeno ya que los valores de las aguas profundas del norte son más altos que los de las estaciones profundas del sur. Una característica que muestran estas gráficas es que prácticamente en todas las estaciones exteriores aparecen aguas próximas a los 13 °C, con valores de salinidad entre 38.10 y 38.30, valores muy próximos a las aguas de invierno WIW y que a su vez se corresponden con los valores significativos de oxígeno disuelto que oscilaban entre los 4.5 y los 5.0 ml/l registrados entre los 100 y 300 metros (Figura 5.1.2).



**Figura 5.1.3.-** Diagramas de temperatura-oxígeno-salinidad de las 43 estaciones realizadas en la campaña INDEMARES\_CANAL0811.

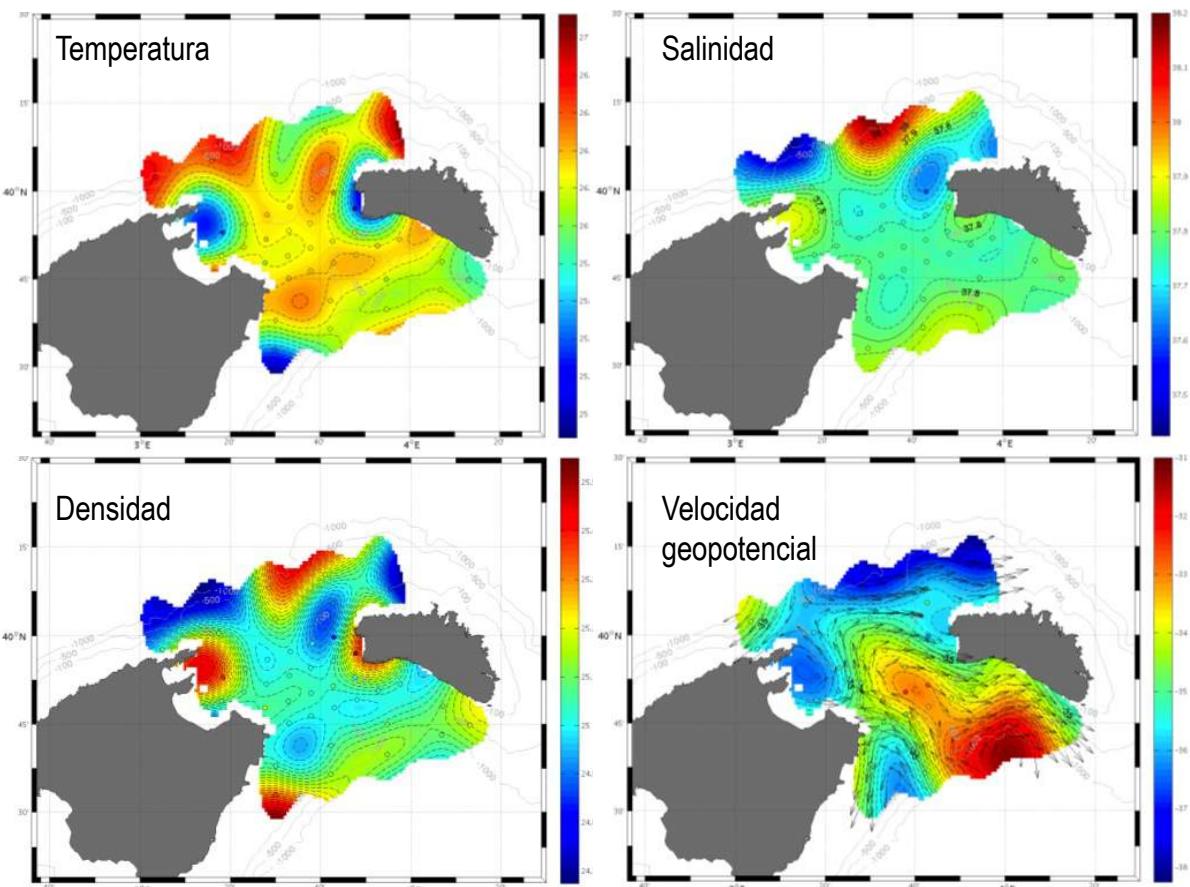
La distribución espacial de los datos muestra una capa de mezcla (CM) superficial en donde la temperatura y salinidad se mantienen casi homogéneas. Las profundidades alcanzadas por esta CM en las distintas estaciones, pone de manifiesto que la mayor parte de la zona central y sur del canal registran una capa de mezcla superior a los 25 metros y que únicamente el área NE muestra valores inferiores a 20 metros (Figura 5.1.4).

La distribución espacial de la temperatura a 20 metros de profundidad (Figura 5.1.5) pone de manifiesto que el rango de variación de este parámetro en esta campaña no fue superior a los 2 °C, encontrándose las temperaturas más altas al norte del canal, las temperaturas intermedias en su parte central y disminuyendo estas hacia el sur. Las aguas más frías se encontraron en algunos puntos sobre la costa. La distribución de la salinidad a 20 metros de profundidad (Figura 5.1.5) pone de manifiesto a su vez que las salinidades más bajas y más altas se encontraron al norte del canal y que las diferencias entre ellas nos fueron superiores a 0.5 de salinidad, estando sus núcleos separados entre sí unas 10 mn. Dentro del canal la salinidad muestra valores intermedios disminuyendo ligeramente hacia la zona sur. En la distribución de la densidad, los máximos se corresponden con los mínimos de temperatura y los mínimos con los máximos de temperatura. Por debajo de la capa de mezcla a unos 50 metros estos máximos y mínimos de densidad y temperatura no se observan, mientras que si permanecen los de salinidad con diferencias reducidas 0.3.



**Figura 5.1.4.-** Distribución espacial de la capa de mezcla en la zona de estudio obtenida a partir de las 43 estaciones realizadas en la campaña INDEMARES\_CANAL0811.

Los valores de corrientes geostróficas asociados a los de la anomalía de geopotencial indican la presencia de una intrusión de aguas del sur en el canal, entrando por su parte SW y recirculando en el interior del canal con salida por el SE contorneando el sur de la isla de Menorca

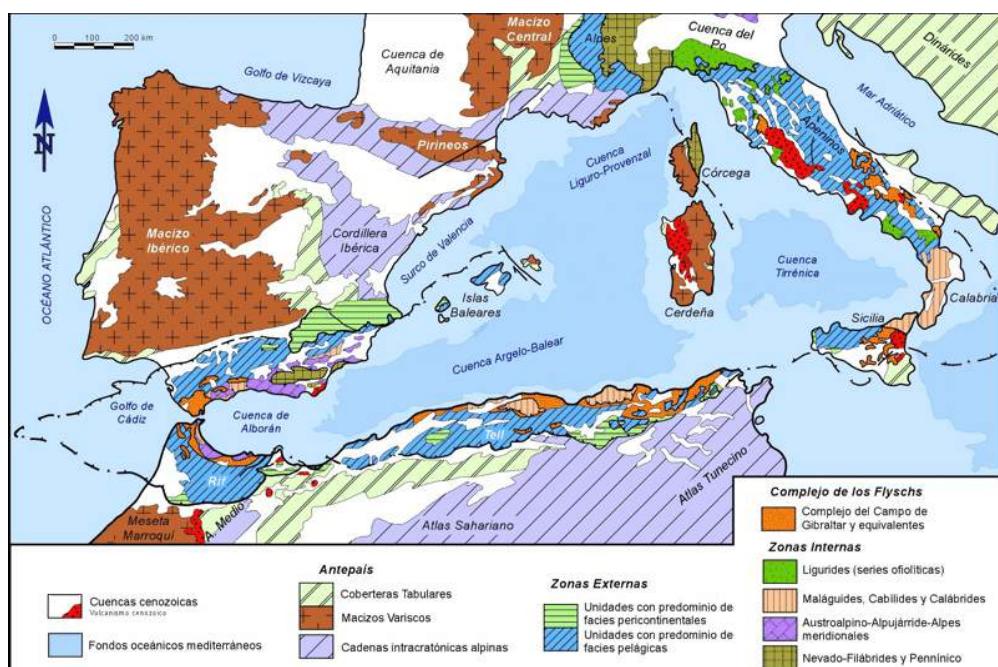


**Figura 5.1.5.-** Distribución de la temperatura, salinidad y densidad y velocidad geopotencial a 20 metros de profundidad en el canal de Menorca obtenidas en la campaña INDEMARES\_CANAL0811.

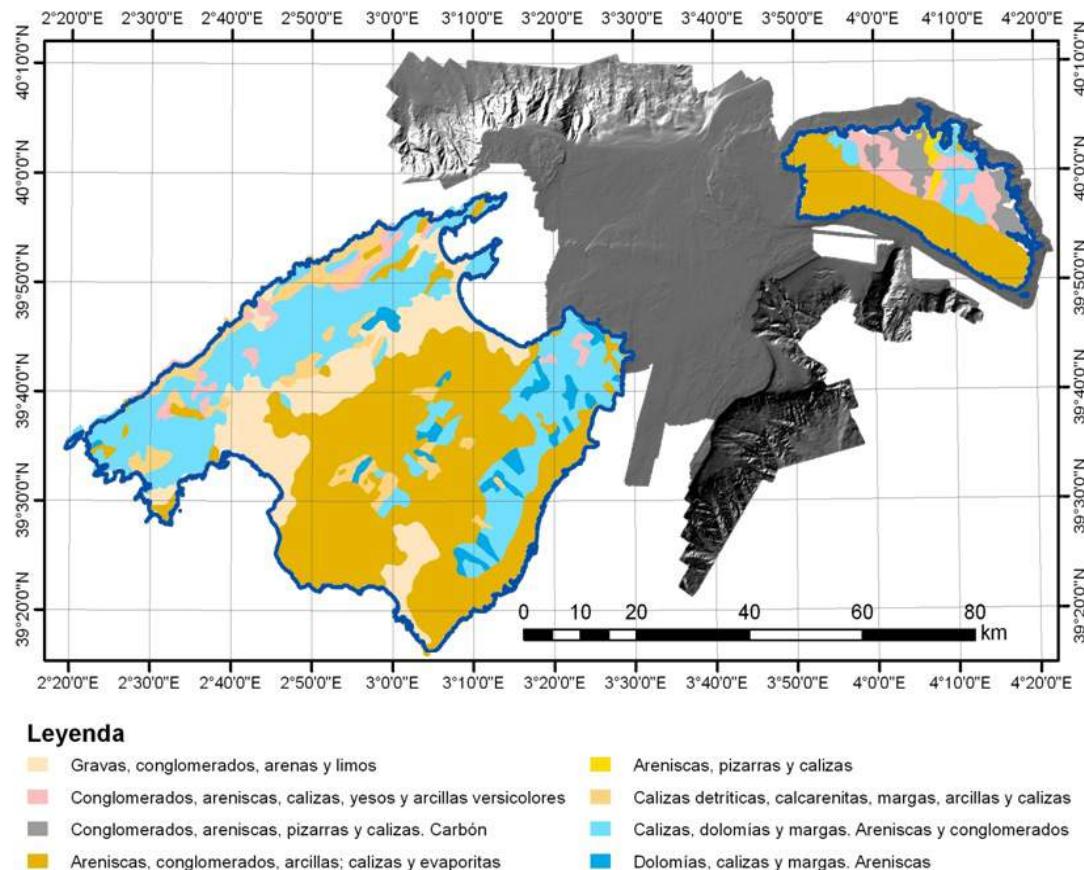
## 5.2. Geología

Las Islas Baleares son la parte emergida del denominado Promontorio Balear, un vasto umbral submarino que supone la extensión hacia el NE de la Cordillera Bética (Figura 5.2.1). Las semejanzas petrológicas y estructurales entre las Baleares y algunas unidades de la Cordillera Bética hacen que ambas regiones sean consideradas como partes adyacentes del segmento occidental del Orógeno Alpino Perimediterráneo (Vera, 2004).

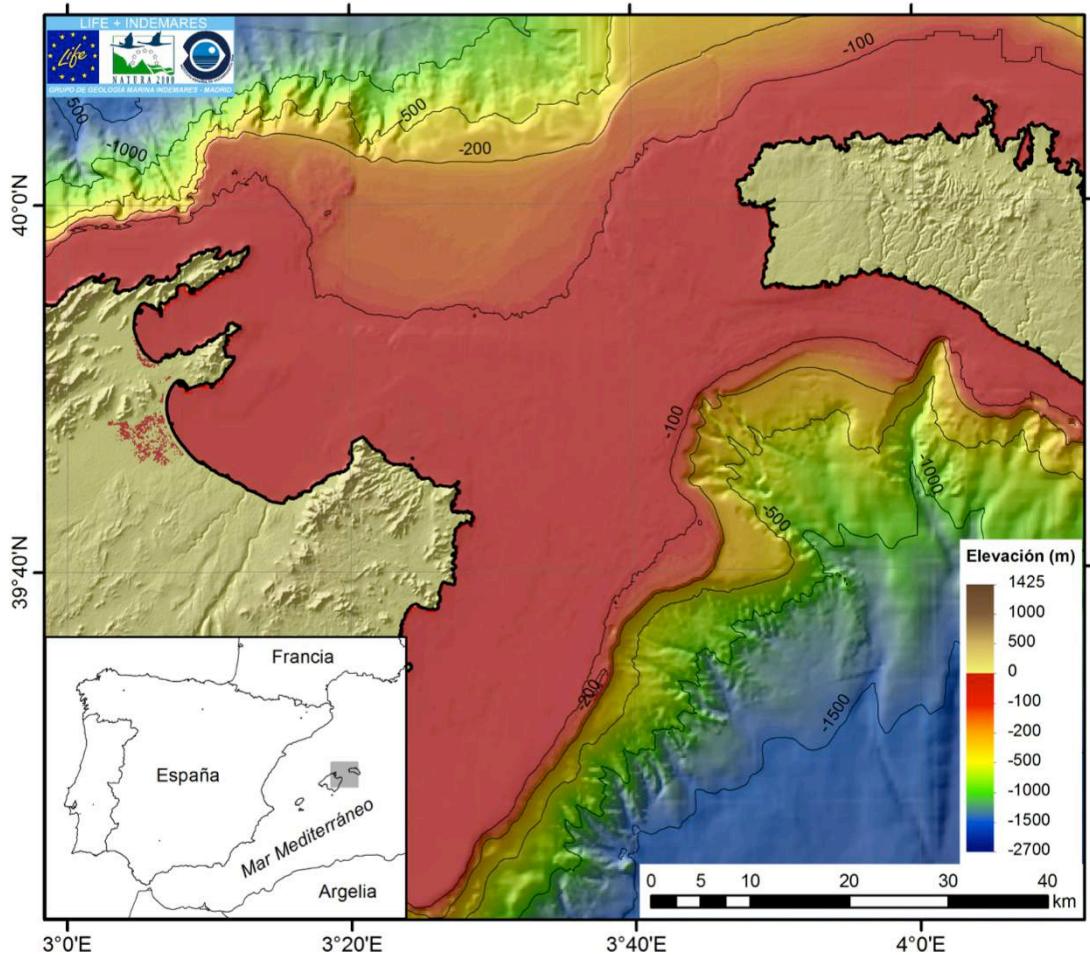
Litológicamente, los materiales que se identifican en tierra el entorno del canal de Menorca, son de tipo sedimentario. Se trata de depósitos detríticos (areniscas, conglomerados, etc.), fundamentalmente de edades cenozoicas, y de carbonatos mesozoicos (calizas, dolomías, etc.), y con presencia de materiales evaporíticos (Figura 5.2.1).



**Figura 5.2.1.-** Esquema geológico del segmento occidental del Orógeno Alpino Perimediterráneo. Tomado de Vera (2004).



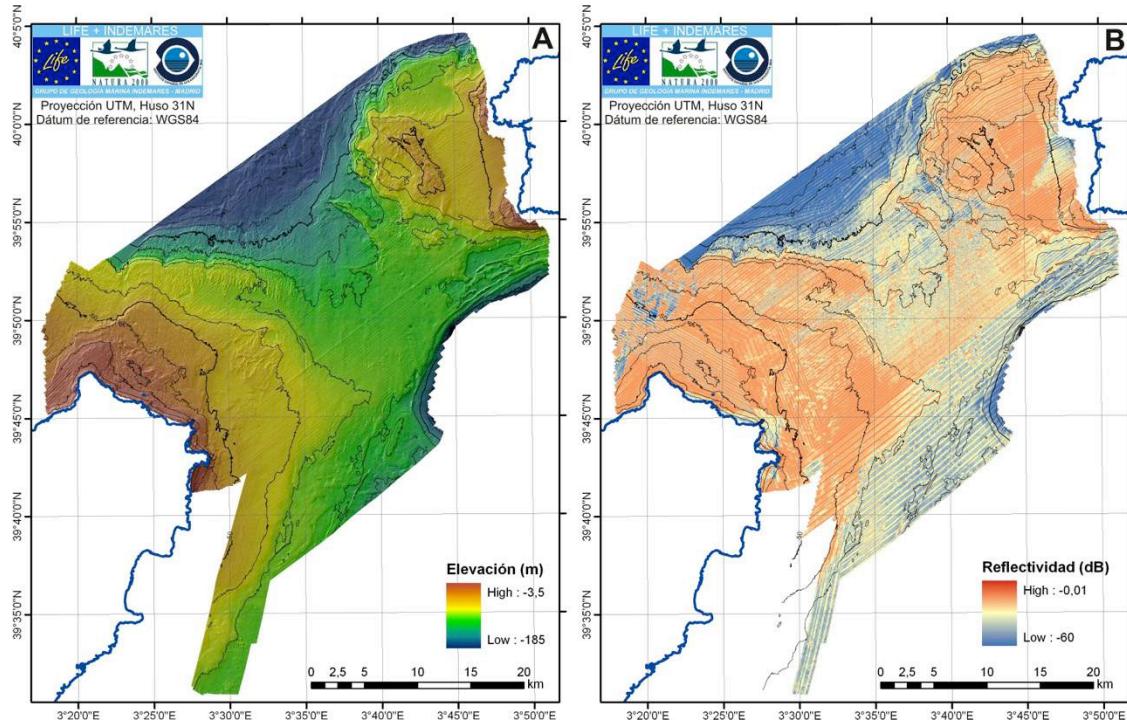
**Figura 5.2.2.-** Esquema de la distribución de las litologías presentes en las islas de Mallorca y Menorca, tomado del mapa litológico E1:1.000.000 del IGME. En el área del canal de Menorca se ha representado el modelo de sombras de la batimetría iluminado desde el NW.



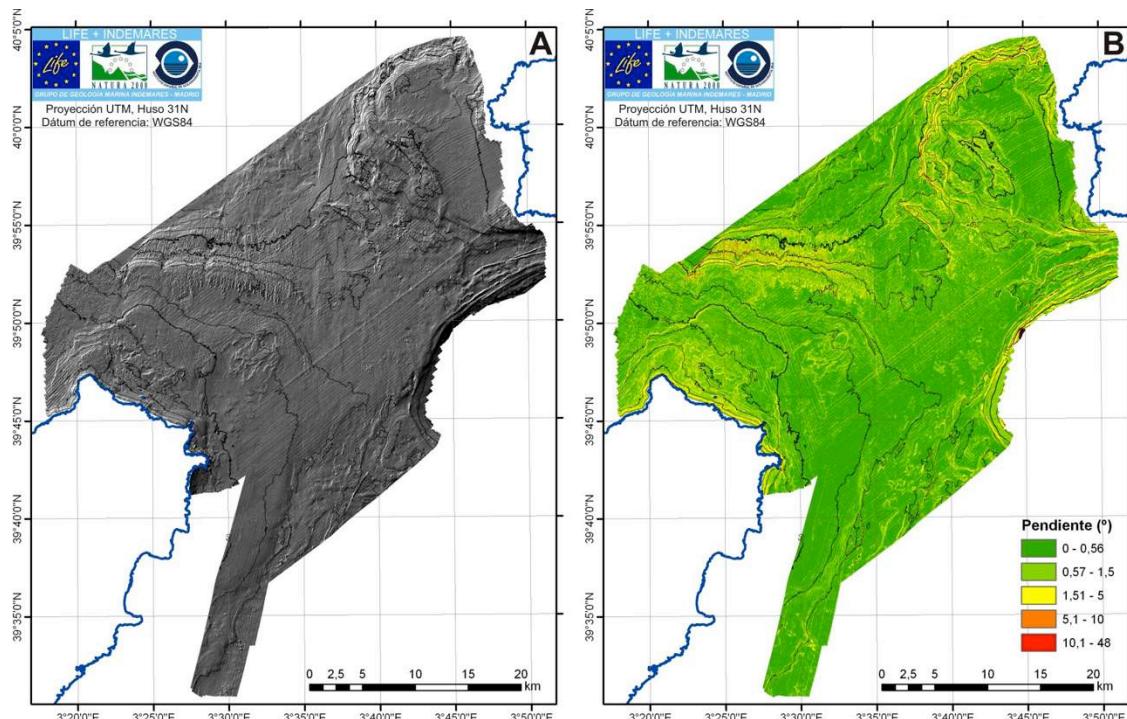
**Figura 5.2.3.-** Modelo digital del terreno, sombreado desde el NW, elaborado a partir de la recopilación de los datos batimétricos multihaz disponibles en la zona de estudio (ver procedencias en la Sección 4.3.1 de este informe).

El estudio geológico en el área del canal de Menorca se ha centrado en el área cartografiada con ecosonda multihaz durante las campañas CALMEN07 y CALMEN08 (Figura 5.2.3). Esto es debido a que en esta zona es donde se dispone de datos con mayor resolución y donde se incluye la mayor parte de la región cubierta con batimetría multihaz comprendida entre los 50 m y los 100 m de profundidad que es objetivo de este estudio. Además de la información multihaz, tanto batimétrica como de reflectividad (Figura 5.2.4), y de los productos derivados del modelo digital del terreno (Figura 5.2.5), el estudio geológico ha requerido la interpretación de los perfiles sísmicos de alta resolución TOPAS realizados en la zona durante la campaña INDEMARES0811 (Figura 4.3.10), y del apoyo de los resultados de las muestras de sedimento adquiridas en las campañas CALMEN07, CANAL0209 e INDEMARES0811 (Figura 4.3.14).

La región analizada se extiende entre las latitudes 39° 30.49' N y 40° 4.32' N y las longitudes 003° 17.35' E y 003° 51.17' E, cubriendo un total de 1321 km<sup>2</sup>. La profundidad varía entre un mínimo de 3.5 m y el máximo de 185 m localizado al SW de la isla de Menorca (Figura 5.2.4a). La profundidad mínima en el centro del canal es de aproximadamente 75 m.



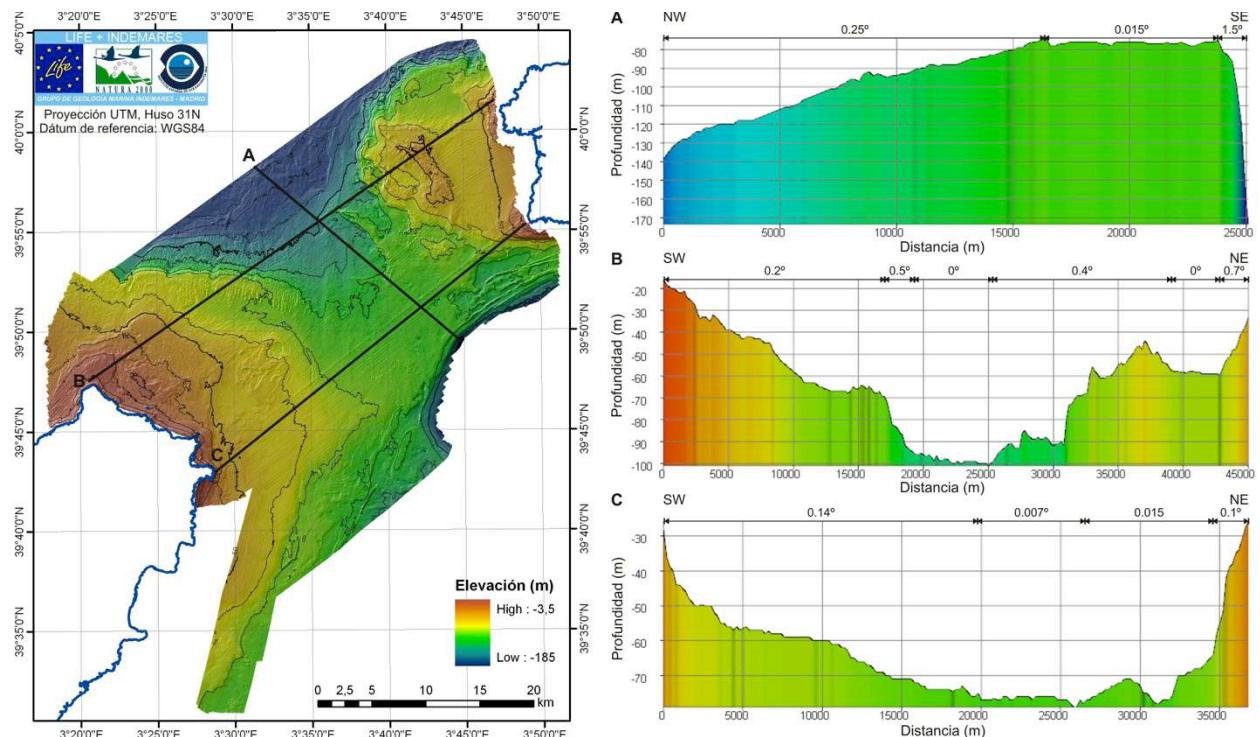
**Figura 5.2.4.-** Modelo digital del terreno (A) y mosaico de reflectividad (B) del canal de Menorca. Contornos batimétricos cada 10 m. Mapas elaborados a partir de los datos obtenidos durante las campañas CALMEN07 y CALMEN08.



**Figura 5.2.5.-** Ejemplos de modelos derivados del modelo digital del terreno mostrado (en la Figura 5.2.3.a). A: Modelo de sombras, iluminación desde el NW. Contornos batimétricos superpuestos cada 10 m; B: Modelo de pendientes codificado en color. Contornos batimétricos superpuestos cada 10 m.

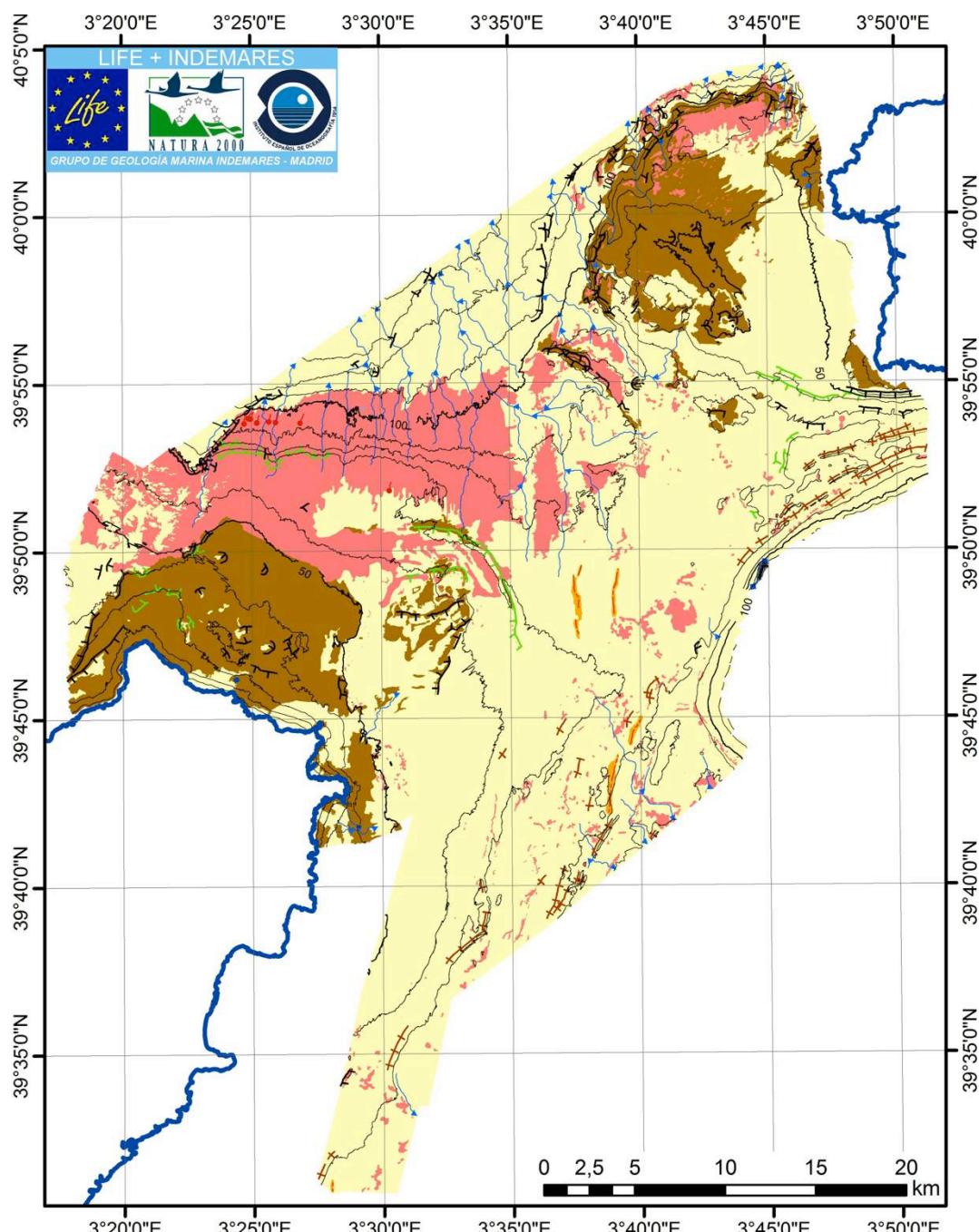
## 5.2.1. Geomorfología

Geomorfológicamente, casi la totalidad del área de trabajo analizada se encuentra en el dominio de la plataforma continental, habiéndose cubierto sólo una mínima fracción de talud continental hacia la vertiente SE del canal (Figura 5.2.3). La ruptura de la pendiente de la plataforma (el comienzo del talud continental) se encuentra a aproximadamente 120 m de profundidad hacia el SE del canal de Menorca y a unos 175 m de profundidad en la vertiente NW del mismo. Este tránsito entre la plataforma y el talud es abrupto en la vertiente SE y más suave hacia el NW (Figura 5.2.3). El perfil transversal, en dirección NW-SE, es claramente asimétrico (Figura 5.2.6a), con gradiente suave hacia el talud NW ( $0.25^\circ$ ) y una pendiente prácticamente nula ( $0.015^\circ$  de media) en la parte más somera, que rompe abruptamente hacia el talud SE ( $1.5^\circ$  de media en la zona de estudio). Los perfiles batimétricos en sentido SW-NE a través del canal (de Mallorca a Menorca) delatan que el tránsito desde la línea de costa hasta el centro del canal es más suave desde la isla de Mallorca ( $<0.2^\circ$  de pendiente media) que desde la de Menorca ( $>0.4^\circ$  de pendiente media), a excepción del escarpe que se observa al N de Mallorca en la zona de trabajo y que tiene un pendiente media de al menos  $0.5^\circ$  (ver perfiles batimétricos B y C en la Figura 5.2.6).



**Figura 5.2.6.-** Perfiles batimétricos en la zona de estudio. Sobre ellos se indican valores medios de pendiente, en grados, por tramos. A: perfil batimétrico transversal NW-SE en la zona central; B: perfil batimétrico longitudinal SW-NE en la zona norte; C: perfil batimétrico longitudinal SW-NE en la zona sur.

Se han identificado diversos rasgos morfológicos de segundo orden, que se han agrupado según su origen en rasgos de origen erosivo, deposicional, tectónico y biogénico (Figura 5.2.7).



#### Rasgos Morfológicos de Primer Orden

<span style="background-color: #FFFF99; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Plataforma	<span style="background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Talud	<span style="border: 1px dashed black; padding: 2px;"></span> Límite plataforma-talud
--	---	---

#### Rasgos Morfológicos de Segundo Orden

Erosivos y deposicionales	Biogénicos	Tectónicos	Otros
→ Gully	• Cresta	— Escarpa tectónico	— Contorno batimétrico
— Escarpa	■ Montículos	— Eje dorsal arena	
— Eje dorsal arena	+ Barra relictiva	— Dorsal de arena	■ Depresión circular
■ Dorsal de arena			

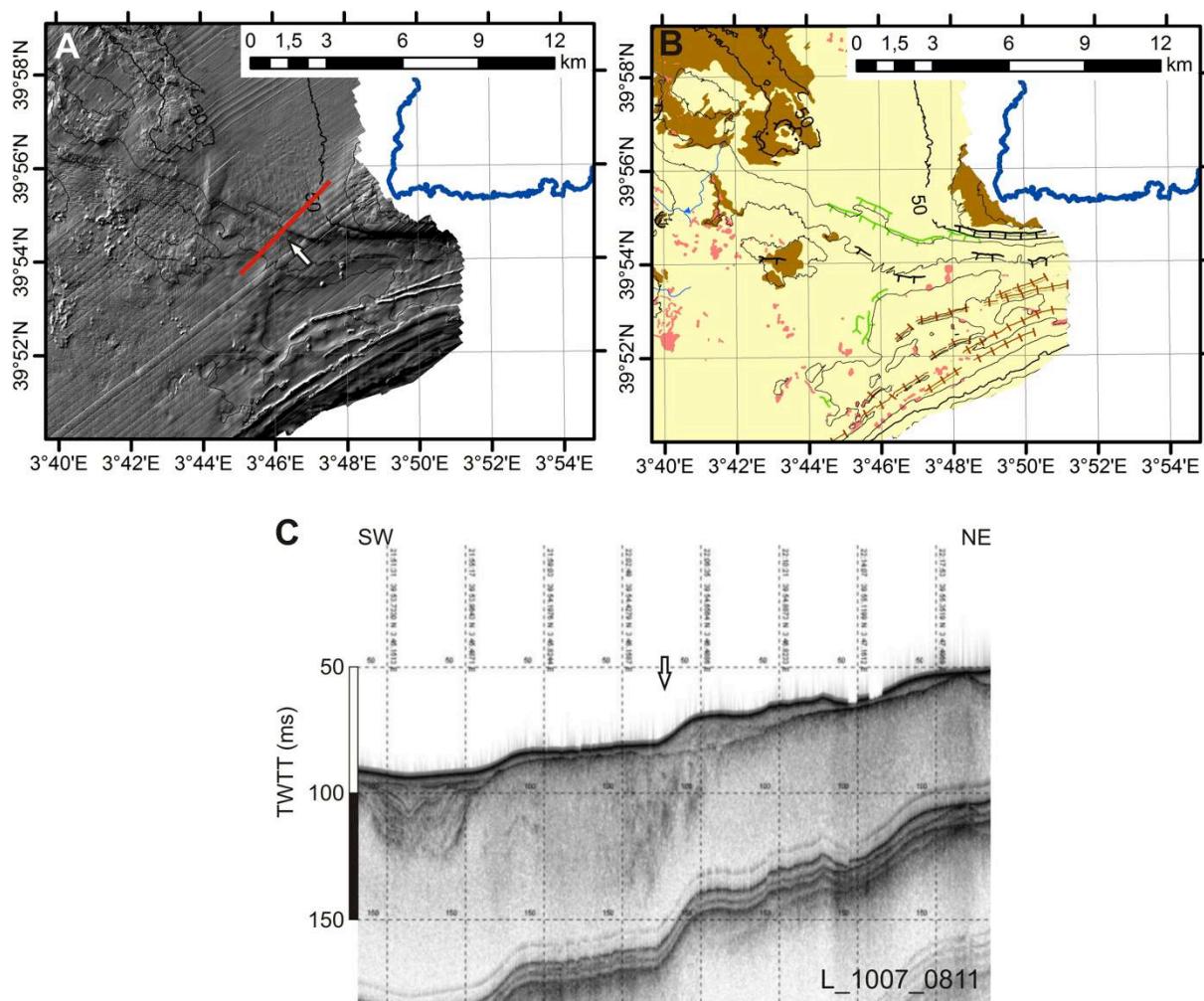
Figura 5.2.7.- Mapa de interpretación geomorfológica de la plataforma continental del canal de Menorca.

### Rasgos erosivos y deposicionales:

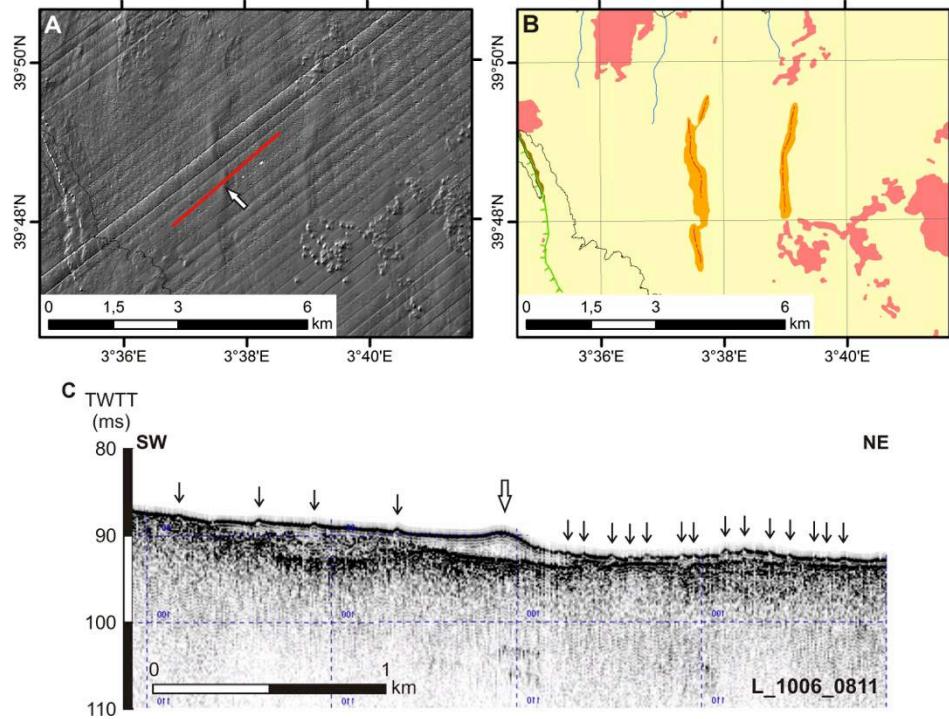
*Gullies*: Son canales o pequeños valles formados por la erosión del terreno debida a la circulación del agua. Los ejes de los *gullies* cartografiados en el área de estudio tienen escaso relieve y componen dos redes de drenaje independientes. La que vierte hacia el NW es una red de tipo dendrítico bien desarrollada a partir de los 60 m de profundidad, mientras que los ejes identificados que vierten hacia el SE del área de plataforma estudiada son escasos y forman una red no estructurada en la plataforma.

*Escarpes erosivos*: Los escarpes erosivos identificados en el área de estudio no presentan por lo general orientaciones preferentes. Hacia el SW de Menorca hay una serie de escarpes erosivos de orientación WNW-ESE que afectan a un cuerpo sedimentario posiblemente progradante (Figura 5.2.8).

*Dorsales de arena*: Se han identificado siete cuerpos sedimentarios alargados y de morfología suave, con longitudes que varían entre 500 m y más de 3200 m, y amplitudes de entre 1.5 m y 3 m. En perfiles de sísmica TOPAS, se observan como cuerpos transparentes ligeramente asimétricos y aparentemente de sedimentación reciente (Figura 5.2.9).



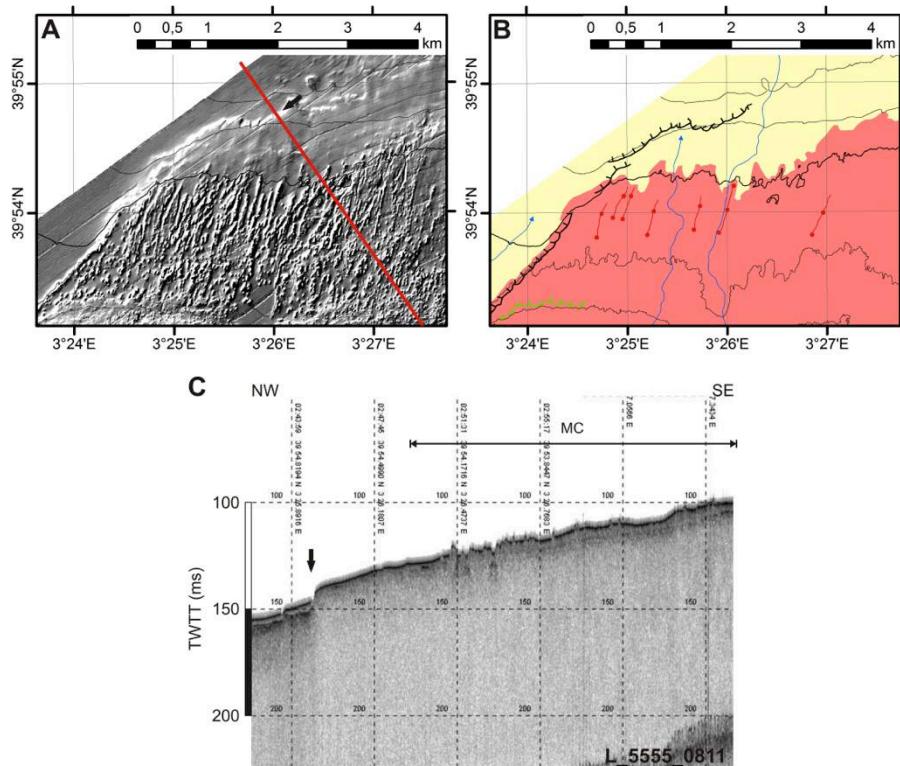
**Figura 5.2.8.-** Escarpe erosivo en un cuerpo sedimentario al SW de la isla de Menorca. **A:** Modelo de sombras con contornos batimétricos cada 10 m; **B:** Detalle del mapa de interpretación geomorfológica en la misma zona. Ver leyenda en Figura 5.2.7; **C:** Perfil de sísmica TOPAS, su localización se muestra en A. Las flechas blancas en A y C señalan el escarpe erosivo.



**Figura 5.2.9.-** Ejemplo de dorsales de arena identificadas en el área de trabajo. **A:** Modelo de sombras iluminado desde el NW. **B:** Detalle del mapa de interpretación geomorfológica en la misma zona. Ver leyenda en Figura 5.2.7. **C:** Perfil de sísmica TOPAS, su localización se muestra en A. La flecha blanca en A y C señala una dorsal de arena. Las flechas negras en el perfil sísmico señalan ondas de sedimento de pequeña amplitud, visibles también en A.

#### Rasgos tectónicos:

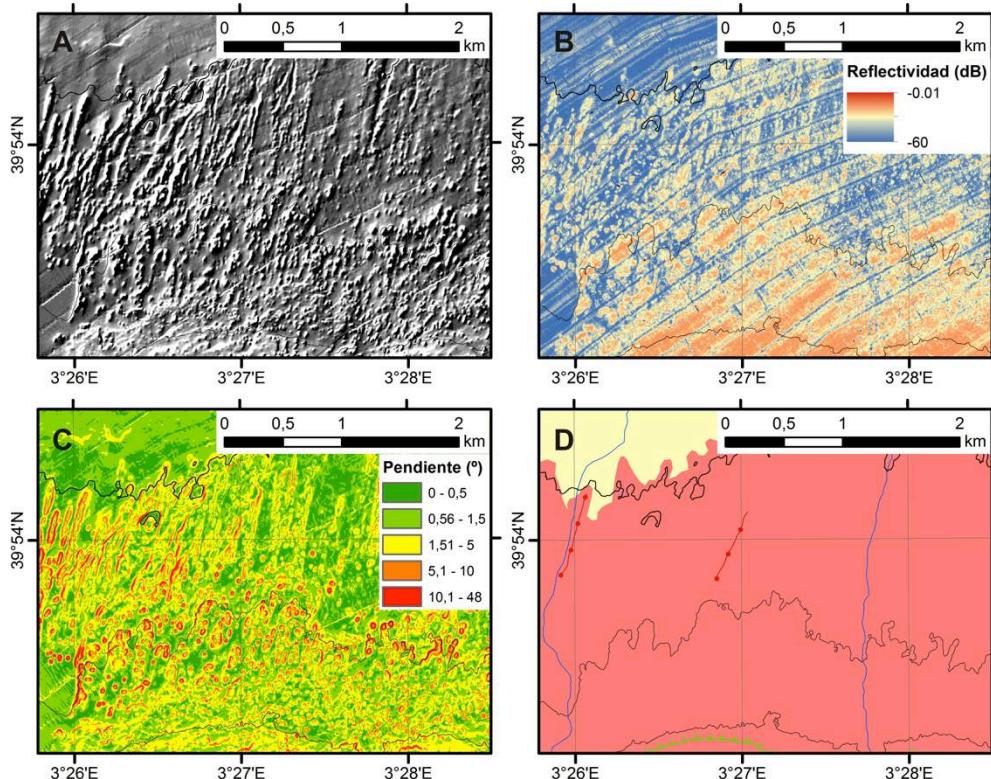
**Escarpes tectónicos:** En la zona de trabajo se ha identificado gran cantidad de escarpes de origen tectónico. En algunas ocasiones disponemos de perfiles sísmicos que apoyan este origen (ver ejemplo en la Figura 5.2.10), pero en otros casos sólo disponemos de la morfología y se ha otorgado un origen tectónico a los mismos debido a su morfología rectilínea y a que tienen orientaciones coherentes con las orientaciones tectónicas observadas en las islas. Las orientaciones preferentes de estos escarpes son SW-NE a WSW-ENE y NW-SE, y suponen saltos batimétricos de hasta 30 m.



**Figura 5.2.10.-** Ejemplo de escarpe tectónico identificado en el área de trabajo, al NE de la isla de Mallorca. **A:** Modelo de sombras iluminado desde el NW. **B:** Detalle del mapa de interpretación geomorfológica en la misma zona. Ver leyenda en Figura 5.2.7. **C:** Perfil de sísmica TOPAS, su localización se muestra en A. La flecha negra en A y C señala el escarpe tectónico. MC = Montículos de coralígeno.

#### Rasgos biogénicos:

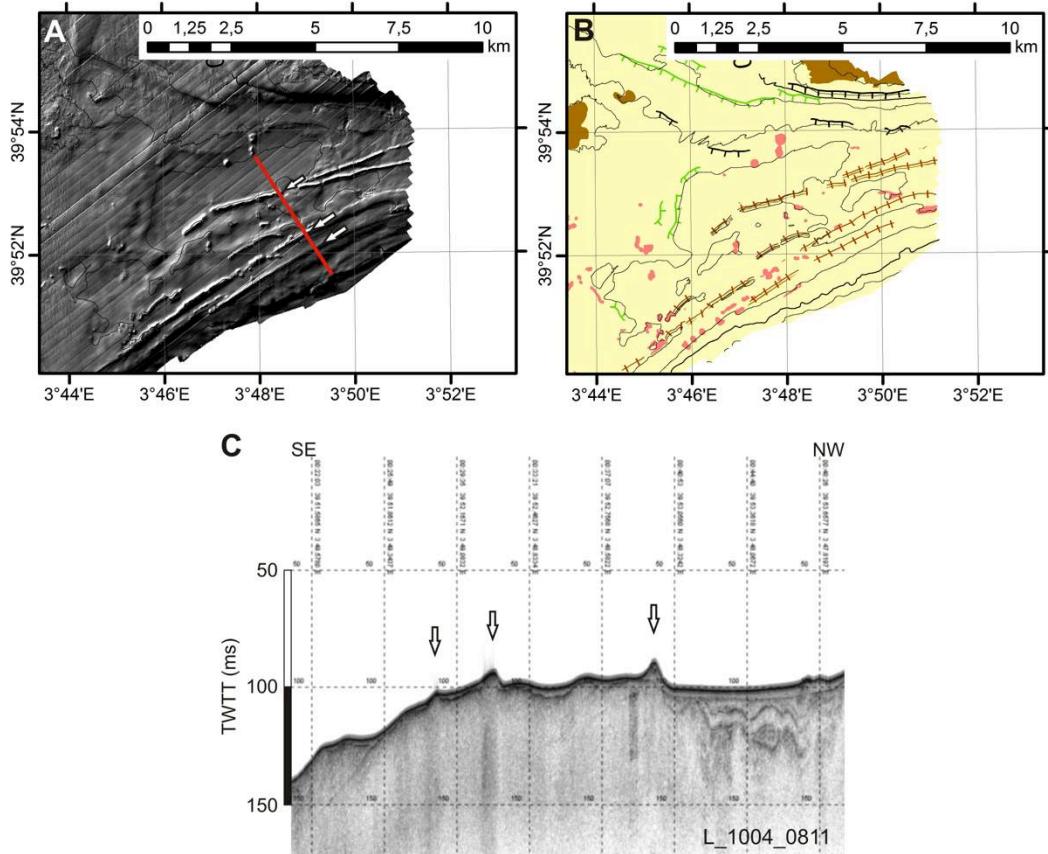
**Montículos de coralígeno:** Son pequeñas elevaciones sobre el fondo, con forma redondeada vista en planta y que se observan aisladas o, generalmente, formando agrupaciones. Son muy abundantes hacia la vertiente NW del canal de Menorca, y especialmente hacia el NE de la isla de Mallorca. Las profundidades a las que se encuentran varían entre 45 m y 110 m. Presentan una altura máxima de 8 m, típicamente de entre 1 m y 4 m, con un diámetro normalmente entre 20 m y 30 m y pendientes de hasta 14° (Figura 5.2.11c). La reflectividad de los montículos es alta (Figura 5.2.11b), algo que resulta muy característico cuando se dan en áreas sedimentarias (la respuesta acústica del sedimento es de menor intensidad). En los perfiles sísmicos se distinguen pequeñas elevaciones sobre el fondo que resultan en un relieve muy irregular, con apantallamiento acústico en profundidad (ver en Figura 5.2.10c).



**Figura 5.2.11.-** Montículos de coralígeno al NE de la isla de Menorca. **A:** Modelo de sombras iluminado desde el NW. **B:** Mosaico de reflectividad codificado en color. **C:** Modelo de pendientes. **D:** Detalle del mapa de interpretación geomorfológica en la misma zona. Ver leyenda en Figura 5.2.7.

**Crestas de coralígeno:** Los montículos de coralígeno se presentan en ocasiones en grupos bien alineados formando crestas. Estas crestas se han identificado en el área de montículos al NE de Mallorca, y se alargan con una orientación preferente NNE-SSW (ver en Figs. 5.2.10 y 5.2.11).

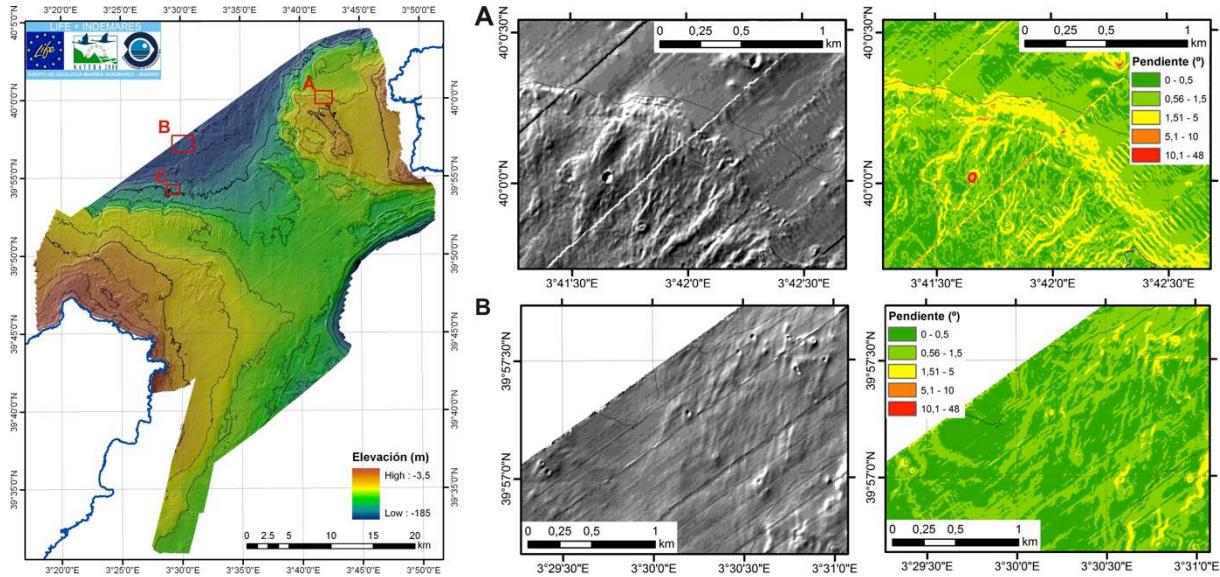
**Barras relictas:** Son elevaciones lineales, generalmente paralelas a las isobatas, que en el área de estudio se localizan a profundidades de entre 62 m y 88 m y hacia la vertiente SE del canal de Menorca. Sus flancos son prácticamente simétricos, aunque en algunos casos el flanco orientado a favor de la pendiente tiene un relieve un poco más suave (Figura 5.2.12). La longitud de las barras varía entre pocas decenas de metros y más de 4400 m, con relieves desde menos de 1 m hasta más de 6 m. Las pendientes máximas de los flancos de las barras son de 15°. Las características acústicas que presentan (alta reflectividad, facies sísmica transparente), sumadas a su morfología, y a la batimetría a que se encuentran, hacen pensar que se trate de barras litorales de origen biogénico con carácter relictico, relacionadas con las variaciones eustáticas durante los últimos episodios glaciares del Pleistoceno (Acosta et al., 1989).



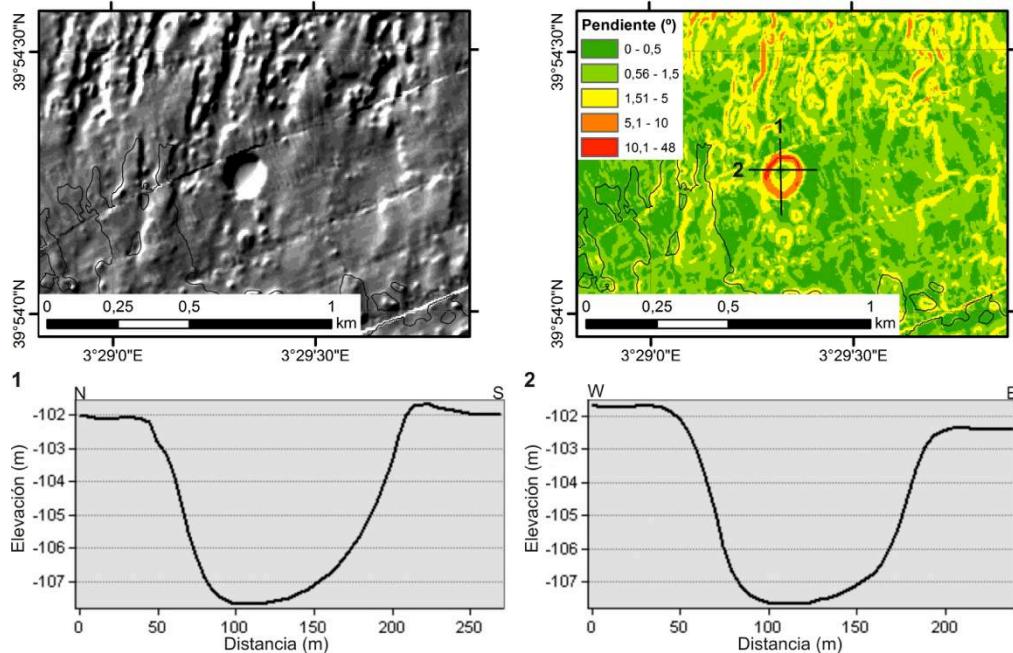
**Figura 5.2.12.-** Ejemplo de barras litorales relictas al SW de la isla de Menorca. **A:** Modelo de sombras iluminado desde el NW; **B:** Detalle del mapa de interpretación geomorfológica en la misma zona. Ver leyenda en Figura 5.2.7; **C:** Perfil de sísmica TOPAS, su localización se muestra en A. Las flechas negras en A y C señalan las barras.

#### Otros rasgos morfológicos:

**Depresiones circulares:** En la zona de estudio geomorfológico se han identificado 38 depresiones de morfología aproximadamente circular. La mayoría de ellas se encuentran en la fachada NW del canal de Menorca. Sus dimensiones varían entre la veintena de metros y los 180 m de diámetro. Como no se dispone de sísmica TOPAS en estos puntos, no se puede determinar con exactitud el origen de éstas estructuras. En algunos casos, cuando se encuentran en áreas con un espesor grande de sedimentos, pueden estar relacionadas con fenómenos erosivos debidos a escapes de fluidos, como podía ser el caso de las depresiones mostradas en la Figura 5.2.13b. Se trata de depresiones de pocas decenas de metros de diámetro, y prácticamente simétricas. En otras ocasiones, cuando se encuentran las depresiones sobre fondos rocosos o con escasa cobertura sedimentaria, éstas son de mayores dimensiones (hasta 180 m de diámetro), ligeramente asimétricas, y su origen parece estar relacionado con procesos de colapso por disolución del basamento carbonatado, como parece ser el caso de las depresiones que aparecen en las Figuras 5.2.13a y 5.2.14. La mayor de estas estructuras es la mostrada en la Figura 5.2.13. Tiene 180 m de diámetro máximo y 160 m de diámetro mínimo, y su fondo es ligeramente asimétrico, con la parte más profunda desplazada ligeramente hacia el NW. Las pendientes de las paredes de esta estructura son mayores de 10° en su mitad norte, y el relieve (negativo) es de poco más de 6 m. Estructuras similares a éstas se han observado en las islas (Robledo et al., 2004) y también submarinas en otros lugares del Mediterráneo occidental (Lofi et al., 2012; Taviani et al., 2012).



**Figura 5.2.13.-** Detalle de algunas áreas donde se observan depresiones de morfología circular. **A:** Depresiones circulares en fondos rocosos, posiblemente originadas por procesos de colapso. A la izquierda, modelo de sombras iluminado desde el NW; a la derecha, modelo de pendientes; **B:** Depresiones circulares en fondo sedimentario, posiblemente originadas por procesos erosivos relacionados con escapes de fluidos. A la izquierda, modelo de sombras iluminado desde el NW; a la derecha, modelo de pendientes. Las localizaciones de A y B se muestran en el modelo digital del terreno, a la izquierda.



**Figura 5.2.14.-** Detalle de la mayor estructura circular identificada en la zona de estudio. Su localización se indica como "C" en el modelo digital del terreno mostrado a la izquierda en la Figura 5.2.13. En la parte superior se muestran los modelos de sombras (izquierda) y de pendientes (derecha). 1 y 2 son perfiles batimétricos a través de la estructura. Su posición se indica en el modelo de pendientes.

## 5.2.2. Calidad de fondo

La interpretación de calidad de fondo se ha realizado fundamentalmente a partir del análisis de la respuesta acústica (reflectividad) del fondo marino, pero teniendo en cuenta también su aspecto morfológico en el modelo digital del terreno y la información procedente de la sísmica de reflexión TOPAS disponible.

Se han diferenciado cuatro tipos fundamentales de fondo: fondo rocoso, fondo sedimentario de reflectividad alta, sedimento de reflectividad media, y sedimento de baja reflectividad (Figura 5.2.15).

*Roca:* Es un fondo muy reflectivo y con morfología más o menos irregular. En el área de estudio, interpretamos fondos de este tipo básicamente al NE de la isla de Mallorca y al W de Menorca. Los fondos rocosos suponen el 16.34 % del total del área interpretada. Dentro de este tipo de fondo se observan diferentes morfologías, que van desde macizos rocosos fracturados, afloramientos con relieve más o menos fuerte y afloramientos con relieve de morfología kárstica (Figura 5.2.16).

*Sedimento de reflectividad alta:* Se trata de fondos de reflectividad alta, pero con morfología suave, indicativa de fondos sedimentarios. Donde se dispone de perfiles sísmicos TOPAS, se observa una cobertura sedimentaria muy delgada (Figura 5.2.17). Los valores altos de reflectividad en estas zonas podrían ser debidos a que la capa de sedimentos es de pocos centímetros de espesor, de modo que la señal acústica de la ecosonda llega a penetrar hasta el fondo rocoso por debajo de ella. Pero también podrían estar relacionados con la presencia de una importante cobertura de rodolitos (fondos de maërl), que al ser muy duros generan una reflectividad elevada. Al tener un tamaño por debajo del nivel de resolución del modelo digital del terreno y el mosaico de reflectividad, son imposibles de distinguir por estos métodos. Las zonas interpretadas como fondos sedimentarios de reflectividad alta suponen el 27.76% del total del área interpretada.

*Sedimento de reflectividad media:* Este tipo engloba fondos de morfología suave y reflectividad media. En total ocupan el 29% del área cartografiada. Dentro de este tipo de fondos se han observado diferentes formas sedimentarias, como son ondas de cresta recta y surcos erosivos indicativos de alta energía hidrodinámica sobre el fondo, ondas de cresta corta con diferentes amplitudes y longitudes de onda, y más o menos irregulares (Figura 5.2.18).

*Sedimento de reflectividad baja:* Se caracteriza por una morfología suave, en general sin formas sedimentarias asociadas (salvo cuando se presenta en forma de parches sedimentarios planos), y una reflectividad baja. Este tipo de fondo ocupa el 26.9% del área de estudio, localizándose cerca de la costa y hacia ambas vertientes del canal de Menorca.

## Caracterización ecológica de la plataforma continental del canal de Menorca

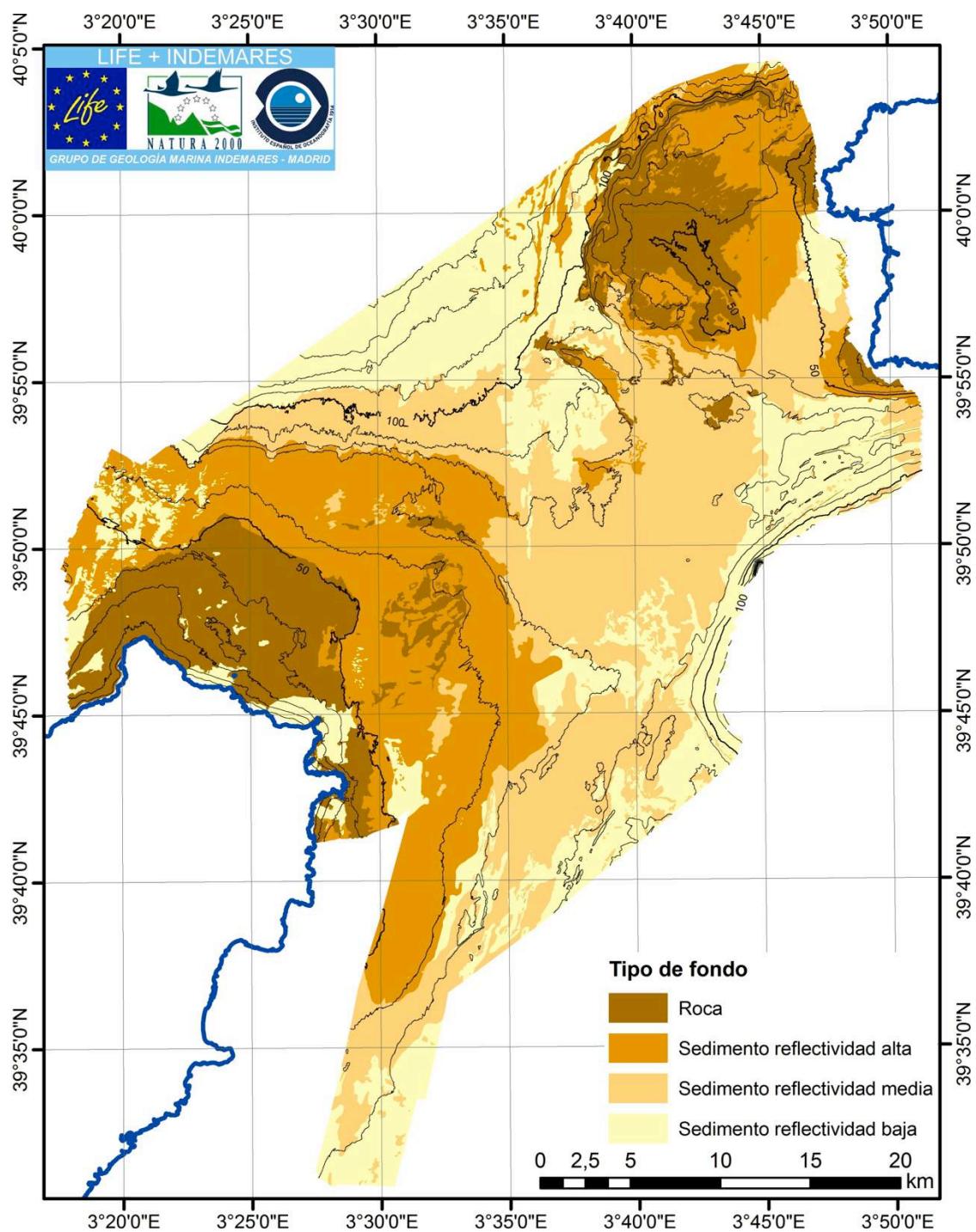
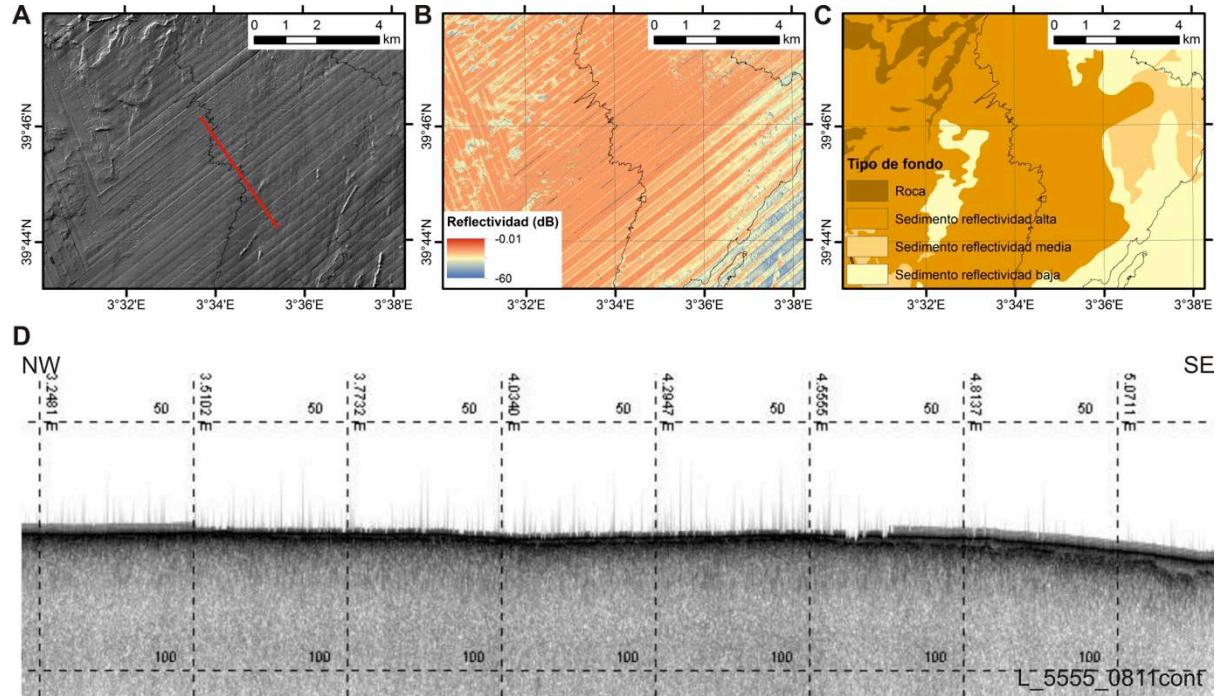
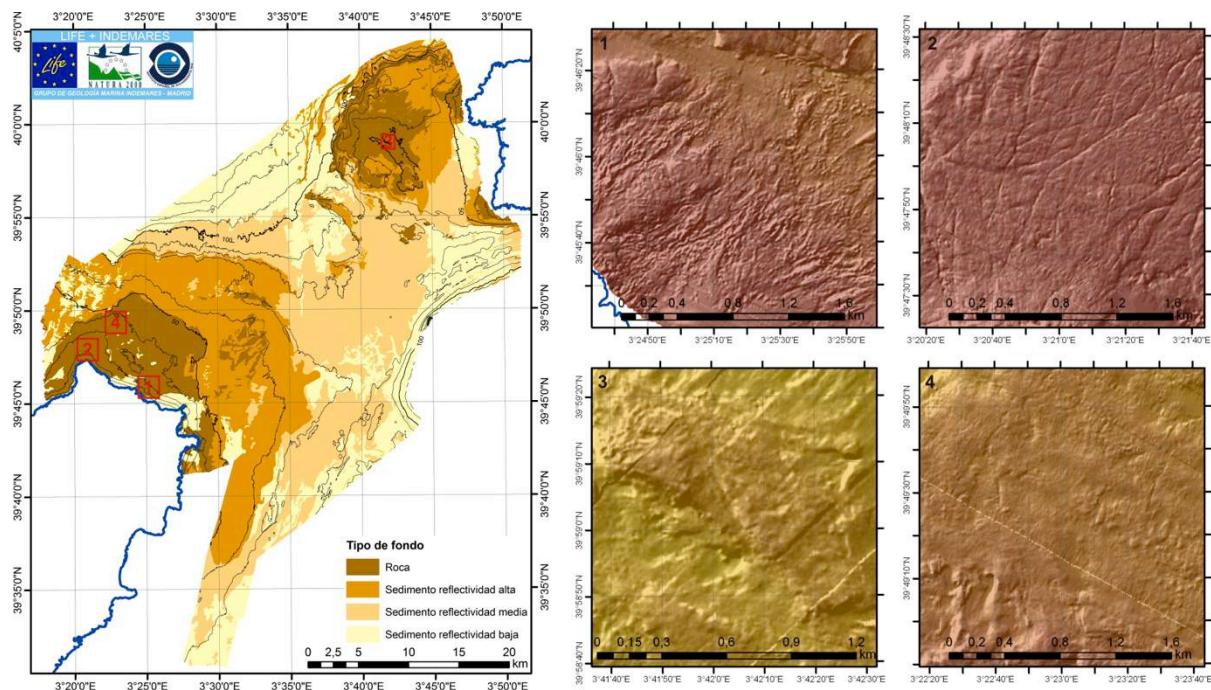
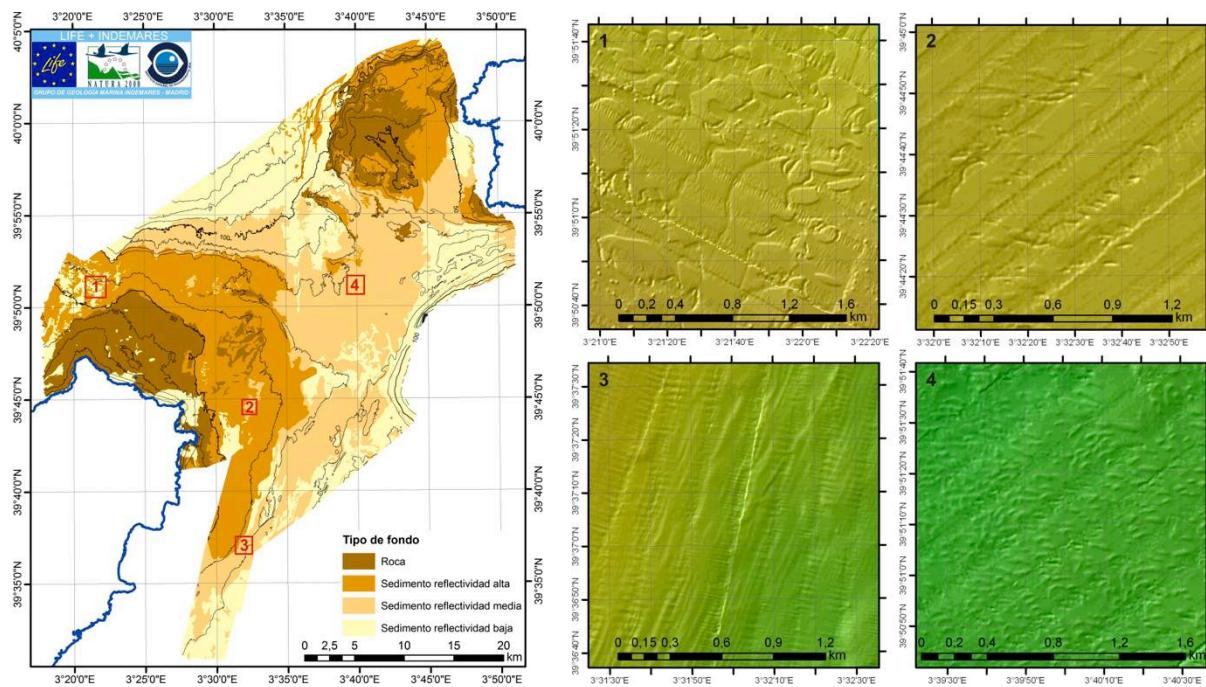


Figura 5.2.15.- Mapa de calidad de fondo. Sobre él se han dibujado contornos batimétricos cada 10 m.





**Figura 5.2.18.-** Ejemplos de diferentes morfologías observadas en los fondos de tipo sedimentario. 1: Parches sedimentarios de contorno irregular y superficie plana. 2: Ondas de sedimento con formas erosivas asociadas. 3: Surcos de arena indicativos de alta energía hidrodinámica sobre el fondo. 4: Ondas de sedimento de cresta corta y amplitud de hasta 30 cm.

### 5.2.3. Sedimentología

Los resultados de los análisis granulométricos realizados sobre las muestras adquiridas en las campañas CALMEN07, CANAL0209 e INDEMARES\_CANAL0811 se resumen en las Tablas 5.2.1, 5.2.2 y 5.2.3, respectivamente. Dada la heterogeneidad en la distribución de los puntos de muestreo, los datos obtenidos han sido estudiados con herramientas geoestadísticas con el objeto de establecer unos parámetros adecuados para la interpolación de los mismos (varianza, radio de búsqueda, anisotropía, etc.). El análisis y la posterior interpolación en mallas regulares de los datos de porcentaje de las distintas fracciones de grano, han sido realizados con la aplicación informática Surfer 8.

**Tabla 5.2.1.-** Resumen de los resultados granulométricos obtenidos a partir de las muestras tomadas durante la campaña CALMEN07.

Nº draga	Latitud (º)	Longitud (º)	% Grava	% Arena	% Fango	Clasificación
1	39.71	3.4981	7.907113	92.09289	0	Arena gravosa
2	39.7051	3.483333	4.367441	95.63256	0	Arena ligeramente gravosa
3	39.7033	3.476167	0.09986	99.75035	0.14979	Arena ligeramente gravosa
4	39.7052	3.470083	0.049078	99.56947	0.381454	Arena ligeramente gravosa
5	39.7017	3.461467	0.070458	99.79869	0.130851	Arena ligeramente gravosa
6	39.7035	3.459933	0	99.75186	0.248139	Arena ligeramente gravosa
7	39.6933	3.4599	12.70638	87.26626	0.027365	Arena gravosa
8	39.6917	3.4701	4.612756	95.33979	0.047456	Arena gravosa
11	39.7307	3.49015	7.415597	92.55889	0.025512	Arena gravosa
12	39.7317	3.469617	0.019851	99.77171	0.208437	Arena ligeramente gravosa
15	39.7249	3.45785	0	100	0	Arena ligeramente gravosa
16	39.7635	3.426517	7.196827	92.80317	0	Arena gravosa
17	39.7717	3.394867	0.068464	99.93154	0	Arena ligeramente gravosa
18	39.7684	3.384717	0.037829	99.96217	0	Arena ligeramente gravosa
19	39.7885	3.373467	1.83427	98.16573	0	Arena ligeramente gravosa
20	39.7865	3.36625	15.35795	84.64205	0	Arena gravosa
22	39.7984	3.30315	0.200899	98.27177	1.527332	Arena ligeramente gravosa
23	39.91	3.826733	2.417114	97.49028	0.09261	Arena ligeramente gravosa
24	39.8951	3.798383	10.64497	88.01741	1.337618	Arena gravosa
25	39.8919	3.77975	3.492842	95.07049	1.436665	Arena ligeramente gravosa
26	39.8987	3.7732	69.33011	29.78167	0.888218	Grava arenosa
27	39.8615	3.745	3.405357	94.52838	2.066265	Arena ligeramente gravosa
28	39.8556	3.724717	0.77359	98.52928	0.697131	Arena ligeramente gravosa
29	39.8148	3.683417	5.227756	94.57642	0.195828	Arena gravosa
30	39.8064	3.648283	2.448441	97.42914	0.122422	Arena ligeramente gravosa
31	39.7918	3.619583	2.607741	97.28246	0.1098	Arena ligeramente gravosa
32	39.7635	3.559517	24.36652	75.49697	0.136507	Arena gravosa
33	39.7635	3.55125	10.50477	89.49523	0	Arena gravosa
34	39.7496	3.54025	10.07338	89.89039	0.036235	Arena gravosa
35	39.7436	3.529717	29.42161	70.5133	0.065092	Arena gravosa
36	39.7436	3.498	2.490234	97.46094	0.048828	Arena ligeramente gravosa
37	39.762	3.500317	2.586904	97.4131	0	Arena ligeramente gravosa
38	39.768	3.504433	0.351098	99.6309	0.018005	Arena ligeramente gravosa
39	39.7923	3.49165	1.720566	98.26142	0.018016	Arena ligeramente gravosa
40B	39.8121	3.469383	1.355394	98.56983	0.07478	Arena ligeramente gravosa
41B	39.8021	3.4109	0.231196	99.7688	0	Arena ligeramente gravosa
42	39.8067	3.373217	17.37762	82.53497	0.087413	Arena gravosa
46	39.775	3.3102	48.63567	51.31379	0.050531	Grava arenosa
47	39.7652	3.315033	3.948288	96.05171	0	Arena gravosa
48	39.7634	3.3233	8.022406	91.88265	0.09494	Arena gravosa

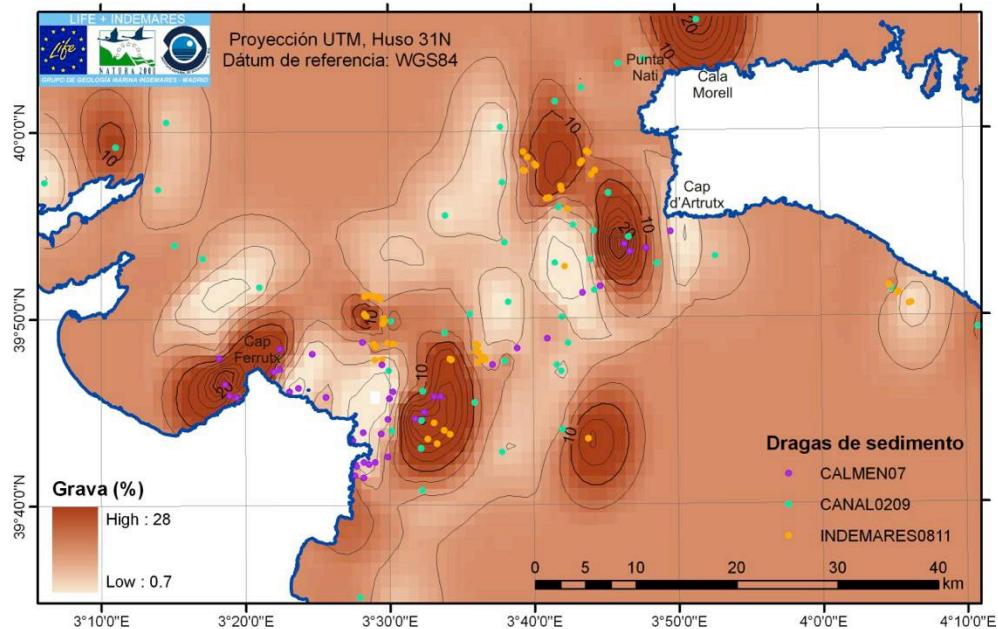
**Tabla 5.2.2.-** Resumen de los resultados granulométricos obtenidos a partir de las muestras tomadas durante la campaña CANAL0209.

Nº draga	Latitud (º)	Longitud (º)	% Grava	% Arena	% Fango	%M.O.	Clasificación
D01	39.733	3.5028	1.202	95.181	3.616	0.913	Arena fina
D02	39.7869	3.4995	2.597	97.403	0	1.283	Arena gruesa
D03	39.8312	3.5021	11.287	88.703	0.01	2.43	Arena muy gruesa
D04	39.9552	3.101	0.408	98.988	0.605	1.159	Arena media
D05	39.987	3.184	12.8	87.101	0.099	1.193	Arena gruesa
D06	40.0088	3.2427	3.134	96.866	0	1.106	Arena gruesa
D07	39.9491	3.2329	3.395	96.556	0.049	2.029	Arena gruesa
D08	39.9252	3.5657	1.506	81.915	16.579	2.113	Arena fina
D09	39.8205	3.5645	5.464	94.388	0.149	9.897	Arena gruesa
D10	40.0037	3.63	0.703	80.783	18.515	2.287	Arena muy fina
D11	39.9546	3.6318	2.846	97.154	0	1.621	Arena gruesa
D12	39.901	3.634	3.648	94.524	1.828	1.931	Arena media
D13	39.8478	3.6381	1.052	98.7	0.248	3.038	Arena media
D14	39.5846	3.4652	7.096	92.805	0.099	1.836	Arena gruesa
D15	39.5772	3.5084	3	96.901	0.099	4.366	Arena gruesa
D19	39.8989	3.2518	7.049	92.951	0	4.08	Arena muy gruesa
D20	39.8872	3.2845	5.308	94.544	0.149	1.369	Arena gruesa
D21	39.8615	3.3501	1.097	71.399	27.504	1.427	Arena muy fina
D23	40.0986	3.859	29.797	70.193	0.01	0.735	Arena muy gruesa
D24	40.0645	3.7967	4.76	95.092	0.149	0.38	Arena gruesa
D25	40.0599	3.7678	9.232	89.091	1.678	2.079	Arena gruesa
D26	40.0388	3.7245	4.752	95.198	0.049	1.423	Arena gruesa
D27	40.0266	3.694	10.479	89.422	0.099	1.694	Arena gruesa
D28	39.8813	3.8112	7.318	90.798	1.883	2.141	Arena media
D29	39.8877	3.8785	3.902	95.158	0.94	1.208	Arena gruesa
D30	39.8579	4.0822	15.285	79.381	5.334	2.044	Arena gruesa
D31	39.8227	4.1819	8.691	80.443	10.866	2.597	Arena fina
D32	39.7336	3.7001	4.582	93.843	1.576	1.398	Arena media
D34	39.7857	3.6995	2.504	96.308	1.188	1.41	Arena gruesa
D35	39.7914	3.694	4.12	95.88	0	1.055	Arena gruesa
D36	39.8109	3.7072	4.507	95.394	0.099	1.813	Arena gruesa
D37	39.834	3.7004	5.772	94.218	0.01	1.687	Arena gruesa
D38	39.8824	3.6925	1.464	98.336	0.2	1.382	Arena media
D39	39.9322	3.6972	0.853	99.147	0	1.693	Arena media
D40	39.9446	3.7552	12.05	87.456	0.494	1.584	Arena media
D41	39.9163	3.7138	4.156	95.398	0.446	1.592	Arena gruesa
D42	39.9054	3.7782	1.551	97.905	0.544	2.789	Arena media
D44	39.9107	3.7377	2.61	96.943	0.447	1.456	Arena media
D45	39.885	3.7337	2.695	96.565	0.74	1.793	Arena media
D46	39.8581	3.7381	4.217	94.443	1.34	2.044	Arena media
D47	39.7951	3.6342	11.385	88.515	0.1	1.733	Arena gruesa
D48	39.714	3.6304	3.397	96.06	0.543	1.42	Arena media
D49	39.7687	3.5385	5.785	94.166	0.05	1.088	Arena gruesa
D50	39.7424	3.5369	21.553	78.447	0	2.534	Arena gruesa
D51	39.7174	3.5366	14.129	85.871	0	1.591	Arena gruesa
D52	39.6801	3.5374	5.962	94.038	0	1.063	Arena gruesa
D53	39.8373	3.5937	6.2	93.404	0.396	1.404	Arena gruesa
D54	39.8083	3.6007	1.801	98.199	0	0.833	Arena gruesa
D55	39.7581	3.5988	8.179	91.821	0	1.59	Arena gruesa

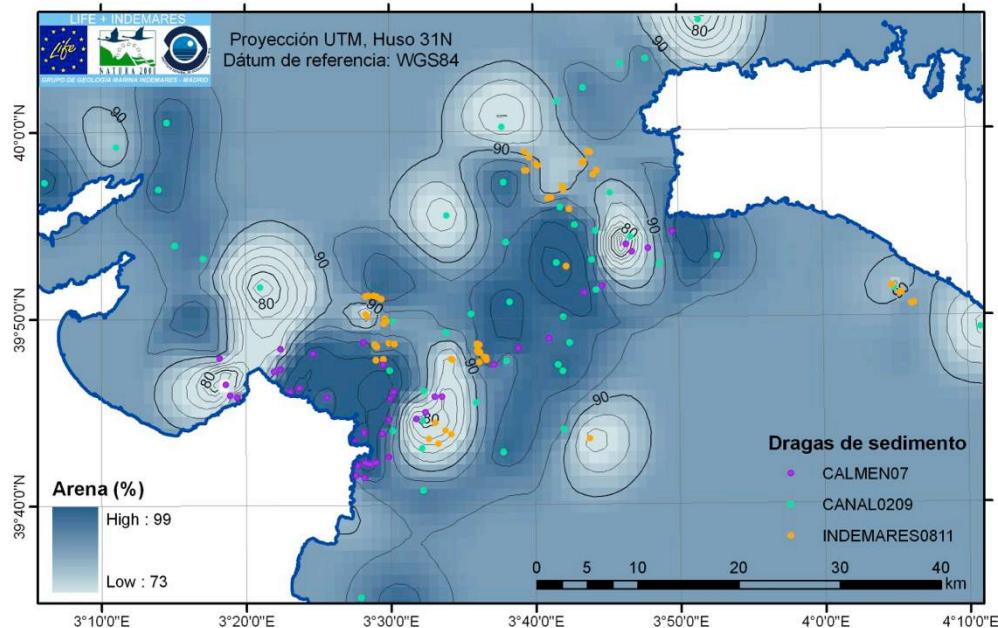
**Tabla 5.2.3.-** Resumen de los resultados granulométricos obtenidos a partir de las muestras tomadas durante la campaña INDEMARES\_CANAL0811.

Nº draga	Latitud (º)	Longitud (º)	% Grava	% Arena	% Fango	%M.O.	Clasificación
1	39.7258	3.5441	20.803	78.7	0.497	7.54897	Arena gravosa
2	39.7255	3.7298	17.821	81.853	0.326	6.27719	Arena gravosa
3	39.7984	3.6107	3.289	96.711	0	6.22914	Arena
4	39.7985	3.6086	4.525	95.367	0.108	6.34278	Arena
5	39.7964	3.4834	4.152	95.848	0	6.94847	Arena
6	39.797	3.4921	1.752	98.239	0.01	6.05598	Arena
7	39.8106	3.5052	6.715	93.265	0.02	6.07336	Arena gravosa
8	39.8115	3.4985	7.825	92.106	0.069	4.94743	Arena gravosa
9	39.8105	3.4822	0.658	99.313	0.03	5.8556	Arena
10	39.8082	3.4847	17.44	82.54	0.02	6.45161	Arena gravosa
11	39.74	3.5517	20.259	79.381	0.36	6.62651	Arena gravosa
12	39.7217	3.555	12.581	86.954	0.465	5.39859	Arena gravosa
13	39.7333	3.5633	20.803	78.7	0.497	6.08532	Arena gravosa
14	39.73	3.57	15.308	84.262	0.43	4.61095	Arena gravosa
15	39.8042	3.6008	3.273	96.43	0.297	5.58214	Arena
16	39.8028	3.6019	2.297	97.484	0.219	5.46763	Arena
17	39.965	3.6583	10.978	88.825	0.197	6.004	Arena gravosa
18	39.965	3.6567	1.929	97.84	0.231	6.06061	Arena
19	39.9817	3.6567	10.392	89.568	0.039	6.07501	Arena gravosa
20	39.9767	3.6615	13.234	86.766	0	6.01852	Arena gravosa
21	39.9707	3.6692	2.185	97.805	0.01	5.57444	Arena
22	39.9693	3.6718	14.237	85.763	0	5.48628	Arena gravosa
23	39.9818	3.73	8.917	91.034	0.049	4.07713	Arena gravosa
24	39.9807	3.7323	6.736	92.818	0.447	4.51556	Arena gravosa
25	39.9732	3.7247	7.094	92.906	52.351	5.97628	Arena gravosa
26	39.9713	3.7232	15.898	84.102	0	6.32153	Arena gravosa
27	39.9647	3.74	12.274	87.618	0.108	6.40508	Arena gravosa
28	39.961	3.7355	3.462	96.528	0.01	5.80383	Arena
29	39.86	4.08	3.902	86.32	9.779	5.7508	Arena
30	39.8607	4.079	3.802	95.767	0.431	5.20674	Arena
31	39.8543	4.0907	4.708	88.102	7.19	4.99139	Arena
32	39.8532	4.0892	2.323	93.421	4.256	5.56962	Arena
33	39.8447	4.105	1.713	90.146	8.141	5.74	Arena
34	39.844	4.1025	1.836	93.219	4.945	5.95985	Arena
35	39.9505	3.7	12.259	87.741	0	4.23057	Arena gravosa
36	39.9478	3.7008	11.14	88.801	0.059	6.31068	Arena gravosa
37	39.9405	3.6868	16.372	83.628	0	6.51899	Arena gravosa
38	39.9398	3.6833	8.99	90.942	0.069	6.40496	Arena gravosa
39	39.9302	3.7077	8.586	91.286	0.128	6.7238	Arena gravosa
40	39.8792	3.7037	0.925	98.967	0.108	6.21891	Arena
41	39.8107	3.6003	8.74	88.479	2.781	6.22378	Arena gravosa
42	39.8095	3.603	1.979	97.863	0.158	4.71591	Arena
43	39.8042	3.6022	3.142	96.68	0.178	4.64433	Arena
44	39.8028	3.604	8.413	91.32	0.267	6.11193	Arena gravosa
45	39.7963	3.6112	5.97	93.922	0.108	4.62725	Arena gravosa
46	39.794	3.603	6.442	93.489	0.069	6.41749	Arena gravosa
47	39.7962	3.572	8.921	90.941	0.138	6.73901	Arena gravosa
48	39.7969	3.5703	24.922	74.611	0.466	6.66667	Arena gravosa
49	39.8375	3.4718	11.41	88.551	0.04	5.8204	Arena gravosa
50	39.8352	3.4737	25.422	74.578	0	7.29167	Arena gravosa
51	39.829	3.4928	2.961	96.97	0.069	5.82839	Arena
53	39.8312	3.4957	12.693	87.248	0.059	3.94963	Arena gravosa
54	39.8333	3.4938	4.462	95.498	0.04	5.71211	Arena
56	39.851	3.4898	3.639	96.282	0.079	6.18076	Arena
57	39.8532	3.4842	5.05	94.95	0	6.36943	Arena gravosa
58	39.8538	3.4812	3.838	96.073	0.089	6.36766	Arena
59	39.8537	3.4747	4.022	95.879	0.098	6.05263	Arena
60	39.8533	3.4715	7.831	92.051	0.118	6.22501	Arena gravosa

El porcentaje de la fracción de grava en las muestras analizadas varía entre el 0.7% y el 28%. En la distribución espacial (Figura 5.2.19), se observan tres máximos relativos por encima del 20%, uno al W de Cap Ferrutx (Mallorca), otro al N de Menorca, entre Punta Nati y Cala Morell, y el tercero al SW de Cap d'Artrutx (Menorca). En general, los valores de abundancia de gravas son muy bajos en el centro del canal de Menorca y hacia la vertiente NW del mismo.



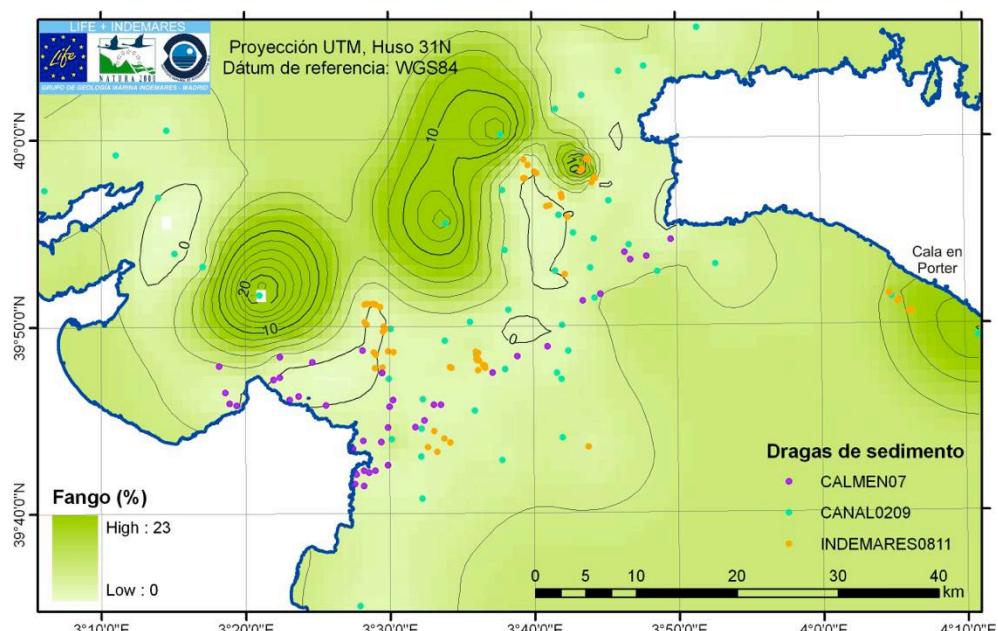
**Figura 5.2.19.-** Mapa de distribución del porcentaje de la fracción de grava según los análisis granulométricos obtenidos a partir de las muestras de sedimento tomadas durante las campañas CALMEN07, CANAL2009 e INDEMARES\_CANAL0811.



**Figura 5.2.20.-** Mapa de distribución del porcentaje de la fracción de arena según los análisis granulométricos obtenidos a partir de las muestras de sedimento tomadas durante las campañas CALMEN07, CANAL2009 e INDEMARES\_CANAL0811.

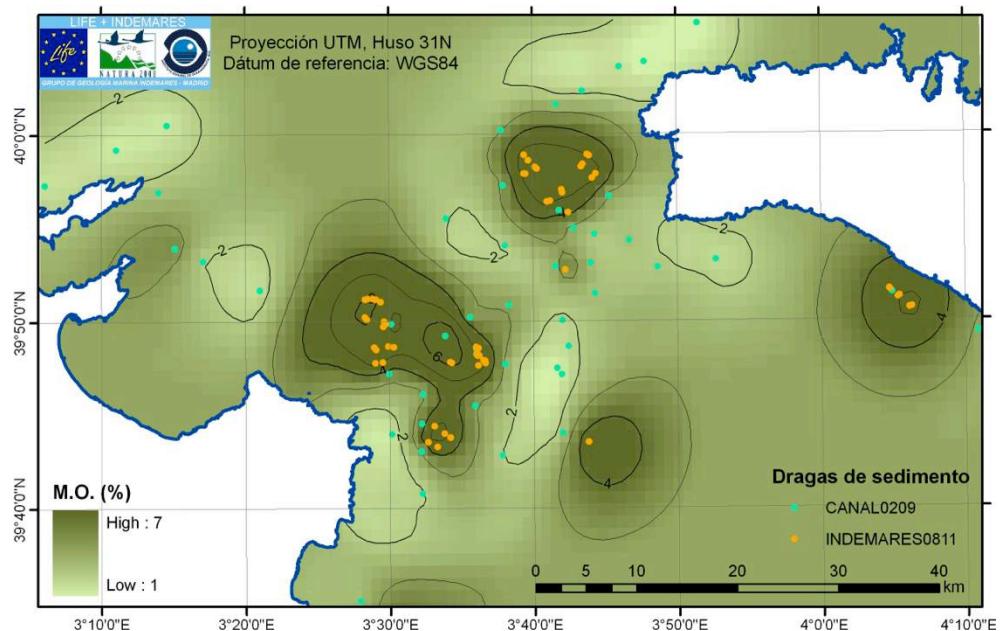
La fracción arenosa en las muestras analizadas es sin duda la más abundante en todo el canal de Menorca, variando entre el 73% y el 99%. En el mapa que muestra la distribución espacial de la abundancia de arena (Figura 5.2.20) se observa prácticamente una relación inversa entre la abundancia de arena y la de grava (Figura 5.2.19), coincidiendo los mínimos relativos de la fracción arenosa con los máximos relativos de la fracción de grava. La mayor abundancia de arena (>98%) se encuentra en el centro del canal de Menorca, sobre la zona de menor batimetría. Hacia la vertiente NW del canal, y al igual que ocurre con la fracción de grava, la abundancia es en general más baja.

La fracción de fango es mínima en la mayoría de las muestras analizadas, variando entre el 0% y el 23%. En el mapa de la Figura 5.2.21 se observa cómo la mayor abundancia de fango (>10%) se encuentra hacia la vertiente NW del canal de Menorca, donde la abundancia relativa de las fracciones más gruesas (arena y grava) es menor. Se encuentra un pequeño máximo relativo al SE de Cala en Porter (Menorca).



**Figura 5.2.21.-** Mapa de distribución de la abundancia de la fracción de fango según los análisis granulométricos obtenidos a partir de las muestras de sedimento tomadas durante las campañas CALMEN07, CANAL2009 e INDEMARES\_CANAL0811.

Sólo se realizó el análisis del contenido en materia orgánica en las muestras de sedimento obtenidas durante las campañas CANAL0209 e INDEMARES\_CANAL0811 (% M.O. en las Tablas 5.2.2 y 5.2.3), por lo que la densidad de muestreo es menor que la que se tiene para el análisis de las fracciones granulométricas (Figura 5.2.22). El contenido en materia orgánica varía entre el 1% y el 7%, y a partir de los datos de los que disponemos no se encuentra relación espacial entre el mayor o menor contenido en materia orgánica y las abundancias relativas de grava, arena y fango. Se observan cuatro máximos de contenido de materia orgánica, estando los dos más destacados al NE de Mallorca y al W de Menorca, con un mínimo entre ellos coincidiendo con la zona de menor batimetría a través del canal de Menorca.



**Figura 5.2.22.-** Mapa de distribución del contenido en materia orgánica (M.O.) en las muestras de sedimento tomadas durante las campañas CANAL2009 e INDEMARES\_CANAL0811.

## 6. Descripción y distribución de hábitats y biocenosis

### 6.1. Descripción de los hábitats presentes en la plataforma

Según la Directiva Hábitat, un *hábitat* se define como el “área terrestre o acuática diferenciada por sus características geográficas, abióticas y bióticas, ya sean enteramente naturales o seminaturales, en las cuales viven especies en cualquier estado de su ciclo de vida”. En los manuales de ecología el término hábitat hace referencia al ambiente en el que se desarrolla una especie o población, aunque muchas veces se habla de hábitat en sentido amplio cuando se refiere a unidades operativas para caracterizar, describir y clasificar los distintos agrupamientos de las especies, relacionándose con los términos biocenosis y comunidad. El término *biocenosis*, conjunto de organismos que pueblan un hábitat determinado guardando una relación de interdependencia definida y específica, se solapa con el de *comunidad*, conjunto de poblaciones que comparten un hábitat determinado. Así, por ejemplo, se puede hablar de comunidad de coralígeno, donde podemos encontrar, por ejemplo, la biocenosis de algas esciáfilas en modo calmo, biocenosis de gorgonias expuestas a la corriente y la biocenosis de coral rojo en zonas no expuestas. Cada hábitat, comunidad o biocenosis presenta una serie de *especies estructuradoras* y/o dominantes características, que son las mismas y ocupan el mismo *nicho ecológico*, conjunto de recursos y condiciones ambientales de una especie determinada, independientemente del lugar geográfico en que se encuentren.

Existen diferentes clasificaciones y descripciones de los hábitats existentes en el medio marino, pero en este trabajo se ha seguido la clasificación de la *Lista Patrón de los Hábitats Marinos presentes en España* (LPHME), que se ha elaborado recientemente por un comité de expertos, a petición del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, publicada en la Guía Interpretativa Inventario Español de Hábitats Marinos. En este apartado se definen también aquellos hábitats considerados de interés de conservación de acuerdo a la Directiva Hábitat, que finalmente es la normativa que enmarca la protección de los fondos del canal de Menorca. También se ha reflejado la correspondencia de estos hábitats con la clasificación EUNIS (*European Nature Information System*) (Davies et al., 2004) y con la clasificación del listado de hábitats marinos considerados de interés para su protección en los anexos del Convenio de Barcelona. EUNIS dispone de un sistema de información con documentación de los tipos de hábitat terrestres y marinos, desarrollado y gestionado a nivel europeo por la ETC/NPB (*European Topic Centre for Nature Protection and Biodiversity*) para la EEA (*European Environment Agency*) y la EIONET (*European Environmental Information Observation Network*). El Convenio de Barcelona surge a partir de los acuerdos sobre conservación propuestos en el marco del Plan de Acción para el Mediterráneo, a partir del cual se elaboró una lista de biocenosis bentónicas marinas del Mediterráneo descritas en la reunión de expertos sobre los tipos de hábitats marinos de la región Mediterránea (Hyères, Francia 18-20 de noviembre de 1998), según las descripciones de Pérès y Picard (1964) y Ros et al. (1989), que sirvió de base para la definición de los hábitats de interés para la selección de sitios a ser incluidos en los inventarios nacionales de áreas naturales de interés para la conservación (4<sup>a</sup> reunión sobre áreas especialmente protegidas RAC-SPA, Túnez 12-14 abril 1999).

En la tabla 6.1.1 se muestra un listado de los hábitats presentes en los fondos circalitorales del canal de Menorca estudiados en el proyecto INDEMARES, clasificados de acuerdo a LPHME. En algunos casos se han agrupado en una denominación propia, que refleja el nivel de detalle al que se ha cartografiado. En la misma tabla se especifican las hectáreas que representan en el área estudiada y su correspondencia con Directiva Hábitat. En la tabla 6.1.2 se refleja la correspondencia de estos hábitats con clasificación EUNIS y tipos de hábitat del Convenio de Barcelona.

Caracterización ecológica de la plataforma continental del canal de Menorca

**Tabla 6.1.1.-** Listado de hábitats identificados durante el proyecto INDEMARES en fondos de la plataforma entre 50-100 m en el canal de Menorca, clasificados de acuerdo a la Lista Patrón de Hábitats Marinos presentes en España (LPHME) y su correspondencia con Directiva Hábitat

Hábitat Identificado (denominación propia)	Ha	Clasificación LPHME			Código Natura 2000
		Nivel	Código	Nombre	
Coralígeno y roca circalitoral dominada por algas	4494,1	4	3020101	Roca circalitoral dominada por fcales	1170 - Reefs
	(3,4%)	4	3020103	Roca circalitoral no concrecionada dominada por algas, sin fcales ni laminariales	
		4	3020104	Coralígeno con dominancia de algas, sin fcales ni laminariales	
		4	3020225	Coralígeno con dominancia de invertebrados	
Coralígeno de plataforma dominado por algas o invertebrados	35321,9 (26,9%)	4	03020104/ 03020225	Coralígeno con dominancia de algas y/o con dominancia de invertebrados	
Fondos de maërl/rodolitos	64810,8 (49,4%)	4	3040504	Fondos de maërl	1170 - Reefs
		4	3040506	Fondos de maërl/rodolitos	
		5	304050601	Fondos de maërl con dominancia de <i>Phymatolithon calcareum/Lithothamnion coralliooides</i>	
		5	304050602	Fondos de maërl con dominancia de <i>Peyssonnelia rosa marina</i>	
		5	304050603	Fondos de maërl con dominancia de <i>Spongites fruticulosa</i>	
Fondos de maërl con dominancia de <i>Peyssonnelia</i> spp.	372,8 (0,3%)	5	304050604	Fondos de maërl con dominancia de <i>Peyssonnelia</i> spp.	
Fondos detriticos biogénicos con <i>Phyllophora crispa-Osmundaria volubilis</i>	4805,9 (3,7%)	4	3040507	Fondos detriticos biogénos infralitorales y circalitorales con <i>Phyllophora crispa/Osmundaria volubilis</i>	
Fondos detriticos biogénicos con <i>Laminaria rodriguezii</i>	26397,5 (20,1%)	4	3040508	Fondos detriticos biogénos infralitorales y circalitorales con <i>Laminaria rodriguezii</i>	
Fondos detriticos biogénicos con <i>Halopteris filicina</i>		4	3040510	Fondos detriticos biogénos infralitorales y circalitorales con <i>Halopteris filicina</i>	
Fondos detriticos biogénicos (baja cobertura algal)	66848,8 (50,1%)	4	3040511	Fondos de cascojo biogénos (conchas de moluscos) infralitorales y circalitorales	

**Tabla 6.1.1.- Continuación.**

<b>Hábitat Identificado (denominación propia)</b>	<b>Ha</b>	<b>Clasificación LPHME</b>			<b>Código Natura 2000</b>
		<b>Nivel</b>	<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	
	4	3040512	Fondos de cascajo infralitorales y circalitorales con <i>Arthrocladia villosa</i> y <i>Sporochnus pedunculatus</i>		
	4	3040513	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados		
	5	304051304	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con dominancia de esponjas		
	5	304051305	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con sinascidias		
	5	304051308	Fondos detriticos infralitorales y circalitorales con dominancia de arenas y gravas con <i>Spatangus purpureus</i>		
	4	3040501	Fondos detriticos biógenos infralitorales y circalitorales dominados por ofiuras		

Caracterización ecológica de la plataforma continental del canal de Menorca

**Tabla 6.1.2.- Correspondencia entre los hábitats descritos durante el proyecto INDEMARES en fondos de la plataforma entre 50-100 m en el canal de Menorca y la clasificación de EUNIS y Convenio de Barcelona.**

Hábitat identificado (denominación propia)	Hábitat EUNIS			Convenio de Barcelona	
	Nivel	Código	Nombre	Código	Nombre
Coralígeno y roca circalitoral dominada por algas	4	A4.26	Mediterranean coralligenous communities moderately exposed to hydrodynamic action	IV.3.1.	Biocenosis coralígenas
Coralígeno de plataforma dominado por algas o invertebrados	5	A4.26D	Coralligenous platforms	IV.3.1.15*	Plataformas coralígenas*
Fondos de maërl/rodolitos	4	A5.51	Maërl beds		
	5	A5.516	Association with rhodoliths on coastal detritic bottoms	IV.2.2.1*	Asociación de rodolitos*
Fondos de maërl con dominancia de <i>Peyssonnelia</i> spp.	5	A5.52H	Association with <i>Peyssonnelia rosa-marina</i>	IV.2.2.2*	Facies de maërl ( <i>L. coralliooides</i> y <i>P. calcareum</i> )
Fondos detriticos biogénicos con <i>Phyllophora crispa</i> - <i>Osmundaria volubilis</i>	5	A5.52J	Association with <i>Osmundaria volubilis</i>	V.2.2.3	Asociación de <i>Peyssonnelia rosa-marina</i>
Fondos detriticos biogénicos con <i>Laminaria rodiguezii</i>	5	A5.52L	Association with <i>Laminaria rodiguezii</i>	IV.2.2.5	Asociación de <i>Osmundaria volubilis</i>
Fondos detriticos biogénicos con <i>Halopteris filicina</i>	No definida	A5.46	Mediterranean animal communities of coastal detritic bottoms	IV.2.2.7*	Asociación de <i>L. rodiguezii</i> sobre detritico costero*
Fondos detriticos biogénicos (baja cobertura algal)	5	A5.52I	Association with <i>Arthrocladia villosa</i>	IV.2.2.4	Biocenosis del detritico costero
	5	A5.462	Facies with Synascidies	IV.2.2.9	Facies con Sinascidies
	5	A5.461	Facies with <i>Ophiura texturata</i>	IV.2.2.8	Facies con <i>Ophiura texturata</i>
	5	A5.463	Facies with large Bryozoa	IV.2.2.10	Facies con grandes Brioza

A continuación se describen los hábitats presentes en la plataforma del canal de Menorca entre 50 y 100 m de profundidad, indicando las especies estructuradoras e indicadoras, su distribución y estado de conservación en la zona de estudio, junto con una relación de sus amenazas e impactos potenciales y las posibles medidas de protección y gestión. Se indican los códigos correspondientes a cada hábitat según la Lista Patrón de Hábitats Marinos de España (LPHME), la Directiva Hábitats (DH), el Convenio de Barcelona (CB), y la clasificación EUNIS.

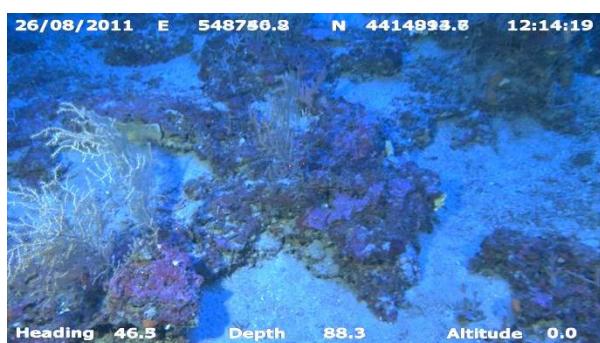
### Coralígeno (DH: 1170; CB: Biocenosis IV.3.1. P; EUNIS: A4.26/A4.26D)

#### Clasificación LPHME

3020101 Roca circalitoral dominada por fucales	3020104 Coralígeno con dominancia de algas, sin fucales ni laminariales
3020103 Roca circalitoral no concrecionada dominada por algas, sin fucales ni laminariales	3020225 Coralígeno con dominancia de invertebrados

#### Descripción general

El coralígeno es un tipo de comunidad propia del Mediterráneo, perteneciente al circalitoral rocoso. Se trata de una estructura orgánica dura, donde los principales organismos estructuradores son las algas calcáreas o coralináceas, mientras que los organismos dominantes, en términos de número de especies y biomasa, son los animales suspensívoros (esponjas, gorgonias, briozoos, ascidias, etc.). El resultado final es una estructura compleja con numerosos microhábitats (superficies, grietas, cavidades, etc.), con variaciones en las condiciones ambientales a muy pequeña escala, lo cual determina la coexistencia de gran variedad de organismos con diferentes estrategias ecológicas. En la superficie expuesta (mayor iluminación y exposición a las corrientes) de los afloramientos coralígenos dominan las algas coralináceas, asociadas a una gran cantidad de algas erectas y organismos suspensívoros. Los orificios, grietas, cavidades y extraplomos (con menor iluminación) albergan comunidades complejas sin algas que son refugio de numerosas especies vírgenes (Ballesteros, 2006).



Fotografía 6.1.- Fondo de coralígeno con *Paramuricea macrospina* rodeado de detritico costero.

En el SE peninsular y Baleares aparece siempre por debajo de los 27-30 m de profundidad y puede llegar hasta los 120 m. Puede encontrarse en profundidades menores (zona infralitoral), siempre que sean ambientes de luz atenuada. Se puede hablar de dos tipos de coralígeno: el que aparece en el horizonte inferior y cavidades de la roca litoral; y el que aparece sobre sustrato blando y que se conoce por coralígeno de plataforma (Ballesteros, 2006).

El número de especies en estructuras coralígenas del Mediterráneo puede llegar a superar las 1666, más que en cualquier otra comunidad mediterránea (Ballesteros, 2006). Las especies que forman estas estructuras son de crecimiento lento y los cambios en las comunidades se producen progresivamente. El grosor de estas concreciones calcáreas es muy variable, llegando en algunas

zonas a alcanzar más de 2 metros de espesor. La cantidad de carbonato cálcico que genera el coralígeno se estima entre 100 y 465 g/m<sup>2</sup>/año, con una producción de biomasa algal de 1200-2100 g peso seco/m<sup>2</sup> (Canals y Ballesteros, 1997), a la que hay que añadir la productividad de la fauna que forma parte de esta comunidad.

### Especies estructuradoras e indicadoras

Estas bioconstrucciones tienen como base de sus estructuras las algas rojas calcáreas *Lithophyllum frondosum* y *Mesophyllum alternans* y un substrato arbustivo formado por diferentes especies de algas blandas erectas. En el Mediterráneo occidental se han distinguido dos tipos de comunidades (Ballesteros, 2006), una dominada por *M. alternans* y el alga verde *Halimeda tuna*, que se desarrolla a más luminosidad que la otra comunidad, dominada por algas coralináceas incrustantes (como *L. frondosum*, *L. cabiochae* y *Neogoniolithon mamillosum*) y algas blandas adaptadas a ambientes en penumbra (e.g. *Peyssonnelia rosa-marina*, *Cystoseira zosteroides*, *Sargassum spp.*). Entre la fauna abundan especies sésiles filtradoras de estructura erecta como las gorgonias *Eunicella singularis*, *E. cavolini*, *E. verrucosa* y *Paramuricea clavata*. Algunas de estas especies de gorgonias se han convertido en representantes típicos de esta comunidad, como la gorgonia amarilla (*E. cavolini*) y la gorgonia roja (*P. clavata*), que llegan a alcanzar una biomasa de 304 y 746 g peso seco/m<sup>2</sup> (Ballesteros, 2006). Son también muy característicos la anémona *Parazoanthus axinellae* y gran variedad de esponjas (*Cliona viridis*, *Axinella damicornis*, *Crambe crambe*), briozoos (*Adeonella calveti*, *Pentapora fascialis*, *Sertella septentrionalis*) y ascidias (*Clavelina spp.*, *Halocynthia papillosa*). Las gorgonias dominan en zonas más ricas, relativamente eutróficas, con una temperatura baja y constante, mientras que las esponjas, briozoos y ascidias abundan en zonas oligotróficas de corriente leve y con temperaturas más elevadas y variables. Entre las especies acompañantes abundan gran variedad de equinodermos y peces. Además, hay que destacar que los fondos de coralígeno constituyen el hábitat preferente de especies de interés comercial como los crustáceos *Palinurus elephas* (langosta) y *Homarus gammarus* (bogavante).



**Fotografía 6.2.-** Fondo de coralígeno sobre roca con *Paramuricea macrospina* rodeado de detritico costero.

### Importancia

Su elevada diversidad y complejidad estructural permite la coexistencia, en muy poco espacio, de especies con requerimientos ecológicos muy diferentes, convirtiéndola en una de las comunidades de más alto valor ecológico del Mediterráneo.

### Amenazas

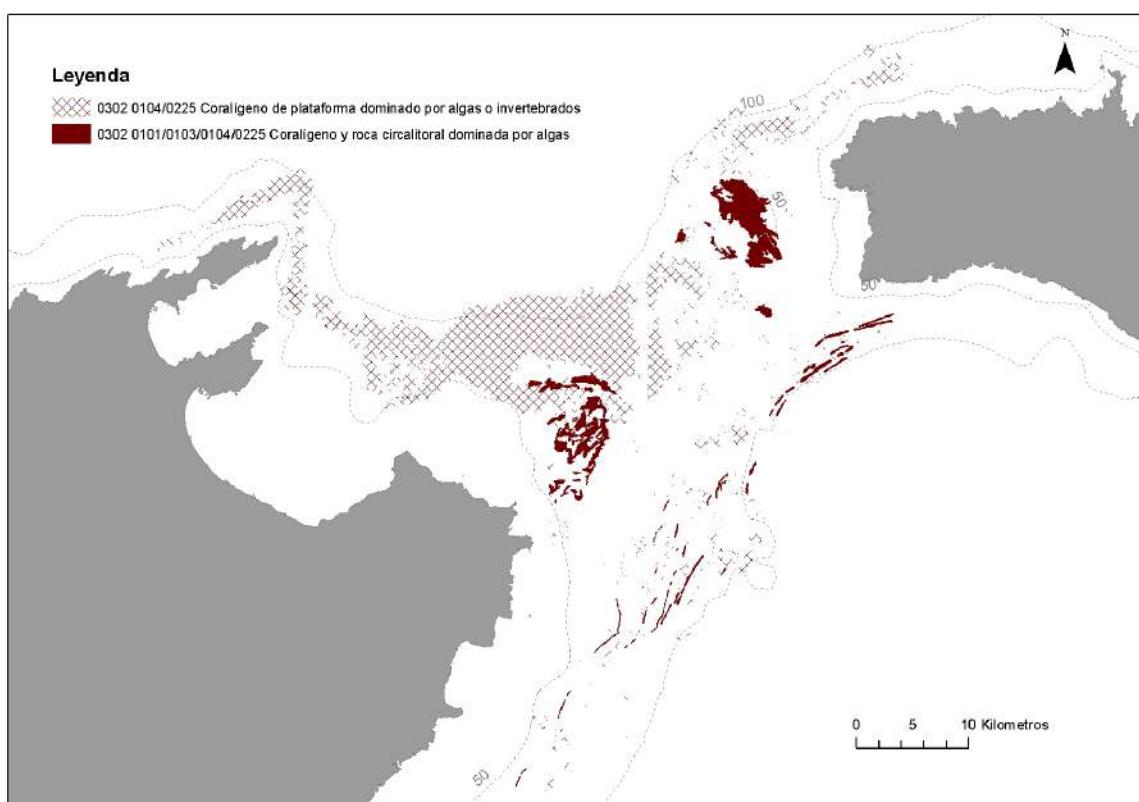
Es muy sensible a todo tipo de contaminación orgánica o industrial. En este sentido, el aumento de la turbidez en la columna de agua puede reducir de forma significativa la capacidad de fotosíntesis de los vegetales que lo forman. La sedimentación sobre este hábitat puede afectar también a la fauna al colmatar las microcavidades donde viven, o al obturar sus sistemas de filtración. La pesca profesional puede modificar la estructura de este hábitat debido a la fragmentación de importantes

secciones o superficies de esta biocenosis y por el efecto de arrancar las especies estructuradoras. Actividades como el anclaje de las embarcaciones de recreo también pueden actuar del mismo modo arrancando y fragmentando importantes superficies de la biocenosis. Otro posible impacto es el causado por la presencia de algas invasoras, especialmente *Caulerpa racemosa*, *C. taxifolia*, *Lophocladia lallemandii*, *Acrothamnion pressii*, *Womersleyella setacea*, etc.

En el área de estudio, los principales impactos que potencialmente se están produciendo son la erosión mecánica y fragmentación por artes de pesca, que además tienen como consecuencia un aumento de la turbidez y la sedimentación ocasionada por la tracción sobre el fondo de los artes de pesca. Sin embargo en las observaciones con ROV no se han evidenciado estos procesos de forma notable. Además, en las Islas Baleares la especie invasora *C. racemosa* se extiende a más de 40 m de profundidad y *W. setacea* se encuentra a más de 30 metros de profundidad sobre rocas de coralígeno en la costa norte de Menorca formando verdaderas alfombras con recubrimientos superiores al 90 % (obs. pers.), por lo que también son riegos potenciales.

#### *Distribución en el canal de Menorca*

En la Figura 6.1.1 se puede apreciar las áreas de distribución del coralígeno, que se han definido a partir de la bionomía bentónica. Se diferencia el coralígeno que coincide con fondos rocosos, de áreas donde existen agrupaciones de bloques sobre un sustrato sedimentario. El coralígeno se presenta en bloques aislados o agregados en grandes parches en toda la franja norte y SW del área de estudio, destacando las concentraciones existentes frente a las costas de la bahía de Pollença y Alcudia, Cap des Freus y en la zona central y norte del canal de Menorca. Concretamente en esta zona se han observado bloques de gran tamaño intercalados con fondos de maërl.



**Figura 6.1.1.-** Distribución de los hábitats de coralígeno y coralígeno de plataforma en el canal de Menorca.

En los fondos del canal de Menorca muestreados se ha encontrado con más frecuencia el coralígeno de plataforma (bloques sobre substrato blando), constante en todas las áreas muestreadas. Los resultados del sonar han revelado que existen dos franjas, una frente a la costa de Cap des Freus y otra frente a Ciutadella, en Menorca, donde se encuentran bloques de coralígeno sobre un substrato consolidado, interpretándose como un fondo rocoso cubierto de arena. Aunque hay registros visuales en estas zonas, visualmente no se ha constatado el recubrimiento rocoso, que posiblemente está oculto por el sedimento.

#### *Estado de conservación en el canal de Menorca*

Muestra una distribución dispersa o en parches, con diferentes grados de desarrollo y complejidad estructural. El coralígeno de plataforma es más abundante, encontrándose en ocasiones bloques o agregaciones circulares de más de 10 m de diámetro. La información disponible sobre el estado de estas comunidades es visual (ROV y cámara submarina), observándose puntualmente grandes bloques con una elevada complejidad estructural, elevada biodiversidad de especies y un importante desarrollo de substrato

erecto con grandes filtradores (gorgonias, esponjas, etc.). Especialmente abundantes son los bloques dispersos de tamaño medio con un menor desarrollo estructural y sin el substrato erecto.



**Fotografía 6.3.-** Fondo de coralígeno sobre roca con *Anthias anthias*.

#### *Medidas de protección*

Este hábitat no presenta ninguna figura de protección, aunque actualmente existe un Plan de Acción para la conservación del coralígeno y de las demás bioconcreciones calcáreas del Mediterráneo, generado en el marco del Convenio de Barcelona para la conservación de especies o grupos de especies. No tiene carácter vinculante. Es un plan de acción resultante de una reunión de expertos organizadas en Tabarka (Túnez) (6 y 7 de mayo del 2006), prestando especial atención a este tipo de fondos (coralígeno y fondos de rodolitos) que no son tenidos en cuenta en el Plan de Acción de la Conservación de la Vegetación Marina. Sí que están protegidas algunas de las especies de algas asociadas, como *Cystoseria zosteroides*, *Laminaria rodriguezii*; y las especies de fauna como *Corallium rubrum*, *Palinurus elephas*, *Scyllarides latus*, *S. arctus*, *S. pygmaeus* y *Centrostephanus longispinus* (Apartado 10.3.1, Tabla 10.3).

## Fondos detriticos biogénicos (baja cobertura algal) (CB: IV.2.2.; EUNIS: A5.46)

### Clasificación LPHME

- |  |  |
|--|--|
| 3040511 Fondos de cascajo biógenos (conchas de moluscos) infralitorales y circalitorales                                       | 304051305 Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con sinascidias          |
| 3040512 Fondos de cascajo infralitorales y circalitorales con <i>Arthrocladia villosa</i> y <i>Sporochnus pedunculatus</i>     | 304051308 Fondos detriticos infralitorales y circalitorales con dominancia de arenas y gravas con <i>Spatangus purpureus</i> |
| 3040513 Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados                              | 3040501 Fondos detriticos biógenos infralitorales y circalitorales dominados por ofiuras                                     |
| 304051304 Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con dominancia de esponjas |  |

### Descripción general

Esta biocenosis se encuentra en fondos blandos resultantes de una mezcla de elementos de origen terrígeno y biogénico (restos de caparazones, conchas y esqueletos animales y algas calcáreas). Su composición granulométrica incluye una fracción fina inferior al 15%, y una fracción de arenas y gravas que constituye entre un 50 y un 80%. Normalmente aparece a continuación de comunidades como la pradera de *Posidonia*, el precoralígeno, o el coralígeno (a partir de 35 m), y puede extenderse hasta profundidades de 100 m. Por definición incluye una gran variedad de asociaciones y facies de algas que se describen en los siguientes apartados como hábitats diferentes. En este estudio hablaremos del hábitat detritico costero al referirnos a un fondo de sedimentos mixtos con cascajo biogénico y/o dominancia de fauna. Pero hay que tener en cuenta que casi siempre encontramos rodolitos, aunque en densidades muy bajas. Por ello, sería más coherente clasificarlo como “Fondos de rodolitos y cascajo circalitorales dominados por invertebrados”, de acuerdo a la Lista Patrón del Inventario Español de Hábitats Marinos.



**Fotografía 6.4.-** Hábitat de detritico costero sin cobertura algal.



**Fotografía 6.5.-** Ejemplar de la ascidia *Phallusia mammillata* en un fondo de detritico costero.

### Especies estructuradoras e indicadoras

En el canal de Menorca esta biocenosis está caracterizada por la acumulación de algas de diversa naturaleza, con un promedio de 100 g/m<sup>2</sup>, pero sin entidad para hablar de un fondo con vegetación. La facies que caracteriza este tipo de fondos es la dominada por el erizo *Spatangus purpureus*, que presenta una abundancia considerable en todos los fondos del canal de Menorca, sobre todo donde la composición detritíca es mayor. La presencia de esta facies es indicadora de un cierto hidrodinamismo. A excepción de esta especie, el poblamiento bentónico en el detritíco costero sin vegetación es muy escaso. En términos de abundancia, entre la fauna dominante se encuentran los poliquetos *Hyalinoecia tubicola* y *Ditrupa arietina*, varios crustáceos (*Inachus* sp., *Galathea* sp. etc.) y diversos bivalvos de pequeño tamaño. Respecto a la biomasa dominan los equinodermos: *Astropecten aranciacus*, *Echinaster sepositus*, *Luidia ciliaris*, y *Stichopus regalis*. Siendo importante destacar la presencia de *Ophiocomina nigra* y *Ophiotrix texturata*, que constituyen una facies característica de fondos mixtos del circalitoral. Este tipo de fondo, cuando va ligado a sustratos duros, puede mostrar una mayor diversidad de especies, especialmente vírgiles (peces, cefalópodos, etc.). Otros componentes faunísticos ligados a este tipo de fondos, relativamente abundantes en el canal de Menorca, son los crustáceos *Dardanus arrosor* y *Calappa granulata*, los briozos *Pentapora facialis*, las esponjas *Suberites domencula*, *Cliona viridis* y las ascidias *Diazona violacea*, *Phalusia mammilata* y *Ascidia mentula*.



Fotografía 6.6.- Ejemplar de la ascidia *Synoicum blochmanni* en un fondo de detritico costero.

### Importancia

Ocupa grandes extensiones y presenta una elevada heterogeneidad ambiental ya que frecuentemente aparece ligado a la presencia, más o menos abundante, de asociaciones de algas calcáreas y algas blandas. Son áreas importantes para la pesca.



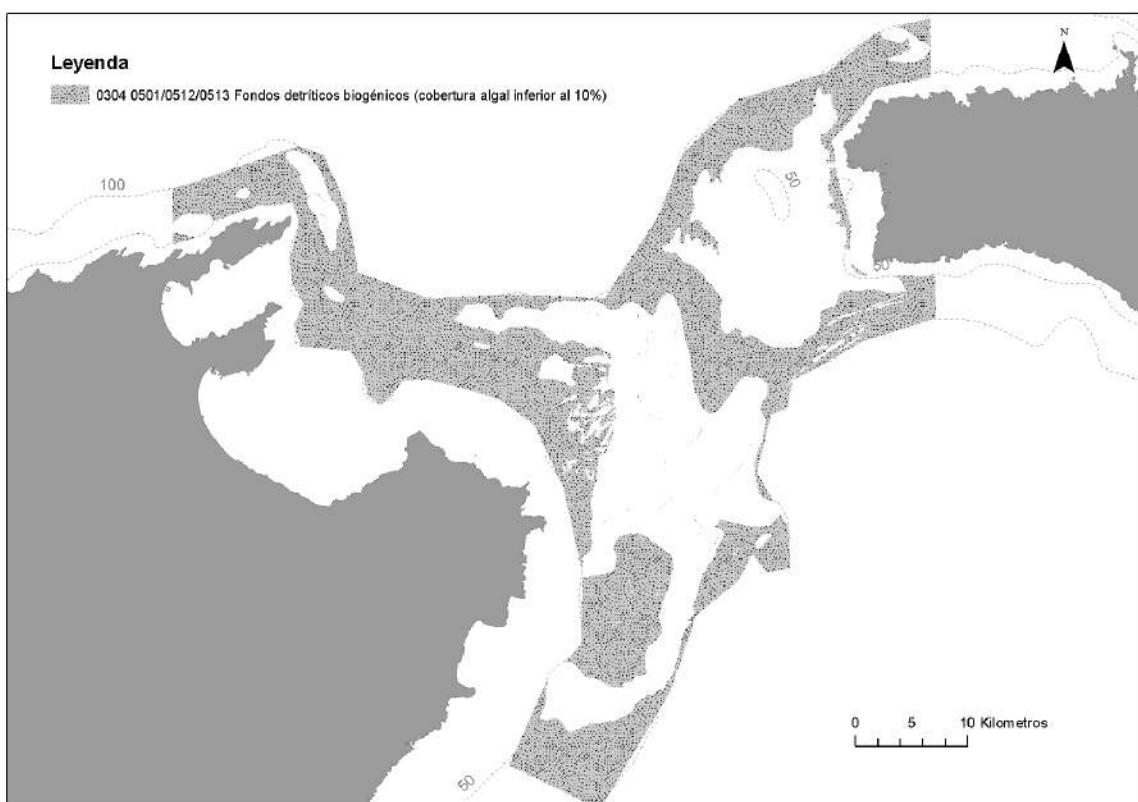
Fotografía 6.7.- Ejemplar del equinodermo *Astropecten aranciacus* en un fondo de detritico costero.

### Amenazas

Los impactos que se están produciendo sobre este tipo de fondo, en todas sus variedades, son la erosión mecánica por los artes de pesca, y el aumento de la turbidez y de la sedimentación ocasionado por la tracción mecánica sobre el fondo de estos artes. Estas acciones pueden tener consecuencias directas por eliminación de los organismos o indirectas como el enterramiento de los individuos y/o la obstrucción de las estructuras filtradoras de la fauna sésil asociada a este tipo de fondos, principalmente esponjas, ascidias y briozos.

### Distribución

El detritico costero es el tipo de hábitat característico de los fondos del canal de Menorca, coexistiendo con fondos de arena gruesa y algunos parches de arena fina o fangosa. Este tipo de fondo aparece en toda el área de estudio (Figura 6.1.2), constituyendo un hábitat limítrofe para otras biocenosis, por lo que suele presentar acumulaciones de los restos de algas de las zonas contiguas.



**Figura 6.1.2.-** Distribución del hábitat de detritico costero sin cobertura algal en el canal de Menorca.

### Estado de conservación

Los fondos detriticos del canal de Menorca presentan un estado de conservación bueno presentando las facies típicas de este tipo biocenosis y una gran variedad de especies.

### Medidas de protección

Actualmente, los fondos detriticos no se encuentran preservados bajo ninguna figura de protección.

## Fondos de maërl/rodolitos (CB: IV.2.2.1P/ IV.2.2.2P; EUNIS: A5.51, A5.516)

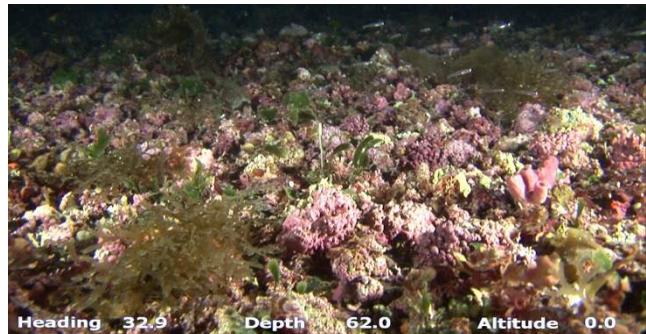
### Clasificación LPHME:

- 3040504 Fondos de maërl  
3040506 Fondos de maërl/rodolitos  
304050601 Fondos de maërl con dominancia de *Phymatolithon calcareum/Lithothamnion coralliooides*

- 304050602 Fondos de maërl con dominancia de *Peyssonnelia rosa marina*  
304050603 Fondos de maërl con dominancia de *Spongites fruticulosa*

### Descripción general

Es una variedad del detrítico costero caracterizada por la presencia de “confites” de coralináceas, estructuras ramificadas esféricas formadas por el desarrollo de algas calcáreas libres fijadas alrededor de un soporte mineral u orgánico, que crecen por la fijación de capas sucesivas. El resultado es la formación de nódulos calcáreos de algas vivas y muertas de tamaño variable (rodolitos).



**Fotografía 6.8.-** Fondo de maërl/rodolitos con una elevada cobertura.

Existe cierta confusión en la clasificación de estos hábitats. Por una parte, las facies de maërl se definen en el Mediterráneo como un fondo sedimentario dominado por una elevada cobertura de las especies *Lithothamnion coralliooides* y *Phymatolithon calcareum*. Por otra parte la clasificación de EUNIS define los fondos de maërl en sentido genérico (A5.51-Maërl beds), haciendo referencia a un substrato con rodolitos, que puede ser clasificado según la dominancia de especies (ej. A5.511-P. calcareum maërl beds in infralittoral clean gravel or coarse sand; A5.513-L. coralliooides maerl beds on infralittoral muddy gravel) o como una mezcla (A5.516-Association with rhodoliths on coastal detritic bottoms). La Lista Patrón del Inventario Español de Hábitats Marinos los clasifica en: 03040504-Fondos de maërl, 03040505-Rodolitos y macroalgas foliosas en fondos detríticos (biogénicos) infralitorales y circalitorales y 03040506-Fondos de maërl/rodolitos. Este listado incorpora una clasificación más detallada y completa de las asociaciones propias del Mediterráneo (ej.: 0304050601-Fondos de maërl con dominancia de *P. calcareum/L. coralliooides*; 0304050602-Fondos de maërl con dominancia de *Peyssonnelia rosa-marina*; 0304050603-Fondos de maërl con dominancia de *Spongites fruticulosus*, 0304050604-Fondos de maërl con dominancia de *Peyssonnelia spp.* etc.).

Para la estabilidad de su estructura, el maërl necesita la instalación de una epiflora abundante. Las especies que constituyen los fondos de maërl suelen tener ciclos de vida muy largos (entre 3 y 30 años). Con el tiempo los lechos de märl van aumentando en espesor, ya que las nuevas generaciones se asientan sobre las muertas. Además es importante resaltar que las facies de maërl muertas tiene una elevada importancia ecológica, ya que mantienen una comunidad bastante diversa sin llegar a los niveles del maërl activo. Las formaciones activas y las muertas suponen una fuente importante de sedimento calcáreo que contribuye a la formación de las playas (Birkett et al., 1998). A pesar de que no existe mucha información sobre la ecología y distribución de los fondos de maërl en el Mediterráneo, en la costa peninsular ibérica han sido asociados a zonas de corrientes moderadas y fondos de menos de

60 m (Ballesteros, 1988). En las aguas oligotróficas y más transparentes del archipiélago balear, se distribuyen hasta 80-90 m de profundidad (Ballesteros, 2006).

Los muestreos actuales realizados en el contexto del proyecto INDEMARES han identificado entre 50 y 70 especies por muestra (aprox. 500 m<sup>2</sup>), registrándose un total de 636 especies en un área de 1674 km<sup>2</sup> formada por un mosaico de hábitats ligados a fondos de maërl/rodolitos entre 45 y 95 m de profundidad (Barberá et al., 2012). Estos valores son equiparables a otras zonas del Mediterráneo. Por ejemplo, Bordehore et al. (2003) identificaron 542 especies a 35-39 m de profundidad en la Reserva Marina de Tabarca. Únicamente entre el poblamiento algal, Gómez et al. (1986) registraron entre 40 y 50 especies en fondos de Palma de Mallorca entre 40 y 50 m de profundidad. Respecto a la biomasa, en los fondos de canal de Menorca los fondos de maërl/rodolitos se han estimado valores superiores a 1 kg/m<sup>2</sup>. Los datos sobre producción primaria están estimados en 170-250 g/m<sup>2</sup>/año, con tasas de renovación de 10 a 15 años, y una producción de materia orgánica de 9-13 g/m<sup>2</sup>/año (para algas calcáreas) (Canal y Ballesteros, 1997).



**Fotografía 6.9.-** Ejemplar de la anémona *Cerianthus membranaceus* sobre fondo de maërl/rodolitos y *Laminaria rodriquezii*.

### Especies estructuradoras e indicadoras

Se componen principalmente de algas coralináceas (*Spongites fruticulosus*, *Lithothamnion coralloides*, *Phymatolithon calcareum*, *Lithothamnion valens*, *L. minervae*, *L. racemus*, *L. frondosum* entre otras), especies de *Peyssonnelia* (sobre todo *P. rosa-marina*) y otras algas cuya composición y cobertura depende de las condiciones particulares de cada fondo (*Osmundaria volubilis*, *Phyllophora crispa*, Kallymeniales). El estado de desarrollo de esta facies está basado en la abundancia de los rodolitos en el estrato basal y *Laminaria rodriquezii* en el estrato eréctil (Ordines y Massutí, 2009).

La fauna puede estar representada por esponjas como *Suberites domuncula* y *Cliona viridis*, cnidarios, poliquetos (*Hyalinoecia tubicola*), moluscos de pequeño tamaño (*Turritella* spp., *Fusinus* spp., *Chlamys* spp., *Venus* spp.) y crustáceos (*Dardanus calidus*, *Calappa granulata*, *Galathea intermedia*, *Inachus* spp.), briozoos (*Pentapora fascialis*), equinodermos (*Astropecten* spp., *Luidia ciliaris*, *Ophiocomina nigra*, *Echinus acutus*, *Echinocyamus pusillus*, *Spatangus purpureus*, *Holothuria forskali*, *Holothuria tubulosa*, *Stichopus regalis*), ascidias (*Ascidia mentula*, *Aplidium* spp., *Phallusia mammillata*, *Ciona* spp., *Diazona violacea*) y peces (*Lophius piscatorius*, *Dactylopterus volitans*, *Xyrichtys novacula*, *Trachinus araneus*, *Uranoscopus scaber*, *Trigla* spp.).

### Importancia

Su importancia radica en que presentan una elevada diversidad biológica en comparación con fondos arenosos sin cobertura vegetal, ocupando grandes extensiones en el litoral Mediterráneo. Son muy frágiles y de lenta regeneración (Barbera et al., 2003; Donnan y Moore, 2003a, 2003b). Los fondos de maërl son análogos, en importancia ecológica, a las praderas de fanerógamas o los bosques de "kelp" (BIOMAËRL team, 1999) ya que son hábitats estructural y funcionalmente complejos y perennes. Son comunidades con una gran diversidad de flora y fauna, fundamentalmente porque su presencia aumenta notablemente la disponibilidad de microhábitats. Constituyen un soporte físico para la fijación de especies de algas, esponjas, hidrozoos, briozoos que forman un estrato "arbustivo", que además

sirve de alimento a gran variedad de organismos herbívoros y ramoneadores, como moluscos y erizos. También pequeños organismos, como larvas y juveniles, encuentran refugio entre sus recovecos, como por ejemplo los erizos *Paracentrotus lividus* (Hall-Spencer et al., 2003), moluscos, peces de interés comercial (Everett, 1994; Hall-Spencer et al., 2003, Steller et al., 2003) y grandes depredadores. Los rodolitos vivos y muertos permanecen sobre el sedimento produciendo depósitos con una arquitectura tridimensional intermedia entre un fondo blando y un fondo duro (Foster, 2001). Tienen un crecimiento muy lento, y por ello son considerados un recurso no renovable. Por tanto, los lechos de maërl se consideran hábitats de elevada fragilidad, con una gran importancia ecológica que los sitúa como un hábitat de interés para su conservación (Bellan-Santini et al., 1994; Barberá et al., 2003). Muchos fondos de maërl del Atlántico norte son productivos caladeros de bivalvos comerciales (Hall-Spencer et al., 2003) y en el Mediterráneo son hábitat de peces demersales y cefalópodos de interés pesquero (Ordinas y Massutí, 2009). Además los fondos de maërl son considerados como “factorías” de carbonatos (Canals y Ballesteros, 1997) y por tanto están implicados en la productividad y los procesos biogeoquímicos que afectan a la oceanografía y el clima.

#### Amenazas

A pesar de su importancia económica y ecológica, los fondos de maërl sufren numerosas amenazas derivadas de actividades antrópicas, como la creación de playas artificiales y estructuras costeras que cambian las condiciones ambientales, la pesca de arrastre, así como la contaminación orgánica, tanto por vertidos domésticos e industriales como por acuicultura, con los consecuentes efectos de la eutrofización. A nivel global, el aumento de la temperatura y la invasión de especies alóctonas (e.g. la macroalga *Caulerpa taxifolia* y *C. racemosa*) constituyen amenazas para este hábitat.



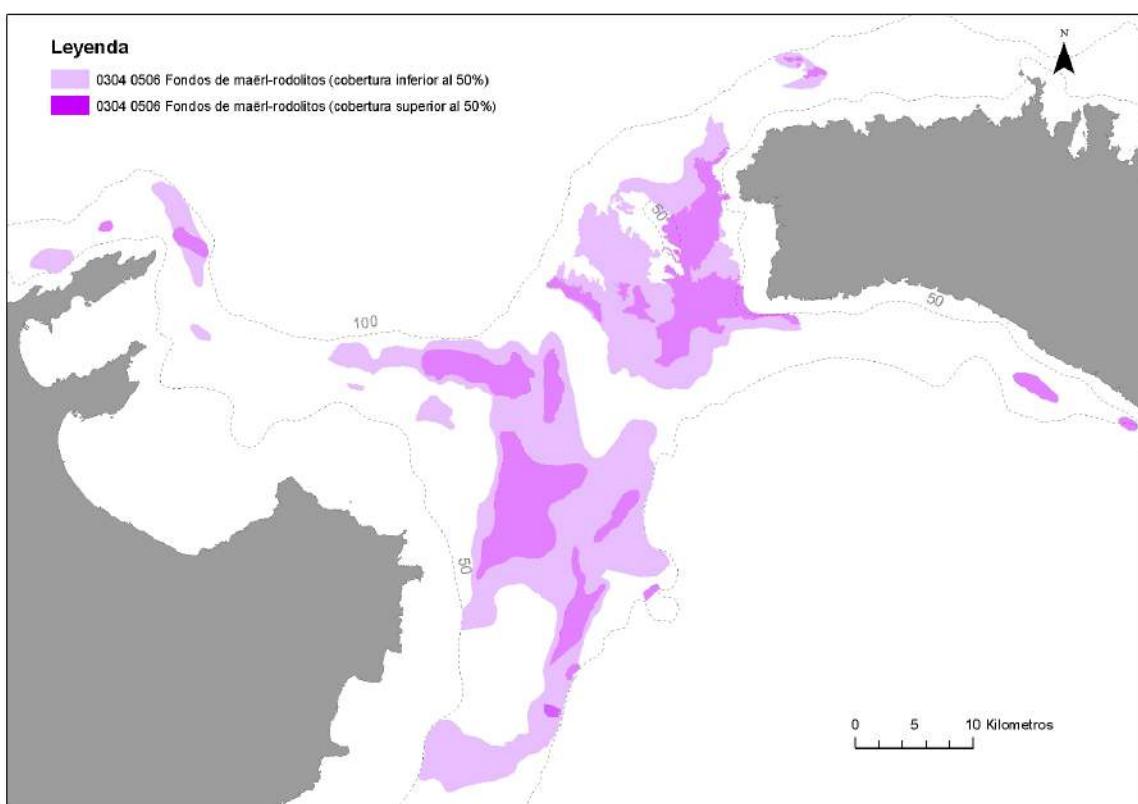
Fotografía 6.10.- Marcas de arrastre sobre fondo de maërl.

En la zona del canal de Menorca, la amenaza más importante para este tipo de fondo es la pesca de arrastre. Además del efecto directo de la destrucción física del hábitat por extracción de grandes biomassas y erosión mediante los artes de arrastre, presenta una serie de efectos indirectos en las áreas adyacentes por alteración de las condiciones ambientales, debido al aumento de la turbidez y de las tasas de sedimentación, que influyen en el desarrollo algal y en la diversidad y abundancia de estas (Barberá et al., 2003).

Las consecuencias que se derivan de la pesca de arrastre se pueden clasificar en tres tipos de efectos: efectos físicos (reducción de la luminosidad, resuspensión de sedimento, alteración de las corrientes y de la granulometría del sedimento), efectos químicos (por efecto de la eutrofización o por la resuspensión de sedimentos) y efectos biológicos (por la disminución de la complejidad del hábitat y la abundancia y riqueza de especies, generando cambios en la composición de especies debidos a la substitución y proliferación de especies oportunistas). Estudios previos han demostrado que, en general, la reducción en el número de microhábitats provoca una disminución de la riqueza de especies (Grall y Hall-Spencer et al., 2003) y la sustitución de especies que son típicas del maërl por otras especies características de sedimentos con elevada contenido en materia.

#### Distribución

Los fondos de maërl/rodolitos se distribuyen hasta 95 metros de profundidad en manchas relativamente extensas en todo el canal de Menorca, con coberturas superiores al 50 % en la parte central del canal de Menorca y con algunas zonas con coberturas del 100% (Figura 6.1.3).



**Figura 6.1.3.-** Distribución del hábitats de fondos de maërl/ rodolitos en el canal de Menorca.

#### *Estado de conservación*

Los fondos de maërl en el canal de Menorca presentan un estado de conservación bueno, sin embargo hay zonas donde están experimentando fuertes perturbaciones debido a la fuerte presión pesquera. En este sentido, un buen indicador del estado de conservación puede ser su tamaño, la composición del substrato arbustivo (otras algas como laminarias y rodofíceas, esponjas, gorgonias, etc.), ya que son organismos muy sensibles al impacto del arrastre. Se ha observado que los fondos mejor conservados se encuentran en zonas donde existen grandes bloques de roca que actúan como efecto disuasorio al arrastre, lo que está propiciando la conservación de estas manchas de maërl en perfecto estado. Los fondos de maërl/rodolitos del canal de Menorca presentan diferentes niveles de cobertura, siendo muy abundantes en fondos con *ripples* y *megaripples* o dunas.

#### *Medidas de protección*

Se considera biocenosis de protección prioritaria en el convenio de Barcelona, en el piso infralitoral (\* III.3.2.1. Facies de Maërl). Actualmente existe un Plan de Acción para la conservación del coralígeno y de las demás bioconcreciones calcáreas del Mediterráneo pero que no tiene carácter vinculante. Entre las especies estructuradoras, *Phymatolithon calcareum* y *Lithothamnium coralloides* están protegidas en la Directiva Hábitats (Anexo V).

## Fondos de maërl con dominacia de *Peyssonnelia* (CB: IV.2.2.3; EUNIS: A5.52H)

Clasificación LPHME:

304050604 Fondos de maërl con dominancia de *Peyssonnelia spp.*

### Descripción general

Es una variedad del detritico costero caracterizada por la dominancia de grandes biomassas de algas calcáreas libres (no están fijas en el substrato) del género *Peyssonnelia*, que se acumulan en el fondo creando un lecho algal con unas características muy particulares. La base es el detritico costero por definición, una mezcla de elementos de origen terrígeno y de origen biogénico (restos de caparazones de equinodermos, conchas, algas calcáreas, briozos, etc.) con una composición granulométrica de arenas y gravas superior al 50 %. Sobre este substrato blando y móvil se asienta una agrupación algal basal dominada por diferentes especies del género *Peyssonnelia* y rodolitos que

ha sido asignada como la asociación *Phymatolitho-Lithothamnietum coralloidis*. Existe un substrato de vegetación erecta formado por algas blandas de elevada riqueza específica y muy variable en especies.



**Fotografía 6.11.-** Fondo de maërl cubierto por el alga roja blanda *Peyssonnelia spp.*

Esta biocenosis ha sido ampliamente estudiada en los fondos de Baleares distribuyéndose entre 40 y 90 m de profundidad, siendo 108 m la máxima profundidad detectada para el crecimiento algal (Ballesteros, 1994). Las algas se distribuyen en parches, siendo explicado este patrón por la existencia de dunas o *ripples* de arena de gran tamaño que hacen que las algas se concentren en sus depresiones, existiendo también otros factores como el tipo de sedimento y el patrón hidrodinámico que afectan a su distribución a nivel local. Se han estimado unas biomassas de 2835 g de peso seco/m<sup>2</sup> y recubrimientos en proyección sobre plano horizontal que van de 200 a 400 % (329 % como media) (Ballesteros, 1994). Estos valores de biomasa y cobertura algal son muy elevados en comparación con otro tipo de fondos circalitorales (ej. maërl, coralígeno). La luz parece ser el factor que más afecta a su distribución, aunque presenta una dominancia de especies de algas rojas de carácter esciáfilo (ligadas a ambientes con luz atenuada). También las corrientes y temporales ocasionales influyen en su producción, ya que se produce el movimiento de los talos algales y se propicia el crecimiento individual y la colonización de áreas sin cobertura vegetal. La riqueza de especies es muy elevada, obteniéndose valores de 45 especies por muestra (1600 cm<sup>2</sup>) siendo muy similares a la de los fondos de maërl en el Mediterráneo occidental (Ballesteros, 1994, 1988). Estos elevados índices sugieren que un gran número de especies de algas, principalmente algas rojas, se han adaptado a las condiciones de poca iluminación de la zona. El elevado contenido en carbonato de estas algas las convierte en uno de los más importantes contribuyentes a la producción de sedimento en los fondos de Baleares.

### Especies estructuradoras e indicadoras

Las especies estructuradoras de este tipo de comunidad son *Peyssonnelia rosa-marina* y *Peyssonnelia* sp., definiendo cada una de ellas diferentes tipos de poblamientos algales. Un tipo está caracterizado por la dominancia del alga roja calcificada *P. rosa-marina*, elevadas biomassas de maërl (*L. valens*, *P. calcareum*), y alta frecuencia de las algas rojas *Cryptomenia tunaeformis*, *Dictyota dichotoma* y *Osmundaria volubilis*, y baja frecuencia de algas pardas. Se puede considerar un tipo de comunidad de transición entre fondos de *Peyssonnelia* y fondos de maërl. Otro tipo es el dominado por una especie no calcificada y de pequeño tamaño, *Peyssonnelia* sp., similar a *P. crispata*, que también es frecuente junto a *L. coralloides* en la parte basal, y las especies erectas *Rhodymenia ardissoniae*, *Halopitys incurvus*, *Laurencia* sp. y *Cordylechadia erecta*. En el área de estudio, los muestreos de esta biocenosis están poco representadas, aunque se sabe que son muy abundantes en la orientación sur de las islas de Mallorca y Menorca (Ordines y Massutí, 2009). Hay que destacar que los poblamientos algales presentan una elevada biomasa del alga *Acrothamnion pressii*, considerada invasora, aunque no es característico de este tipo de fondos ya que abunda en todas las biocenosis estudiadas. La especie *P. rosa-marina* también puede encontrarse en el inflalitoral superficial, en ambientes sombríos y con escaso o moderado hidrodinamismo, formando parte de la flora incrustante de fondos rocosos.

**Fotografía 6.12.-** Fondo de detrítico costero con rodolitos cubierto, entre otras especies, por el alga roja blanda *Peyssonnelia* spp.



### Importancia

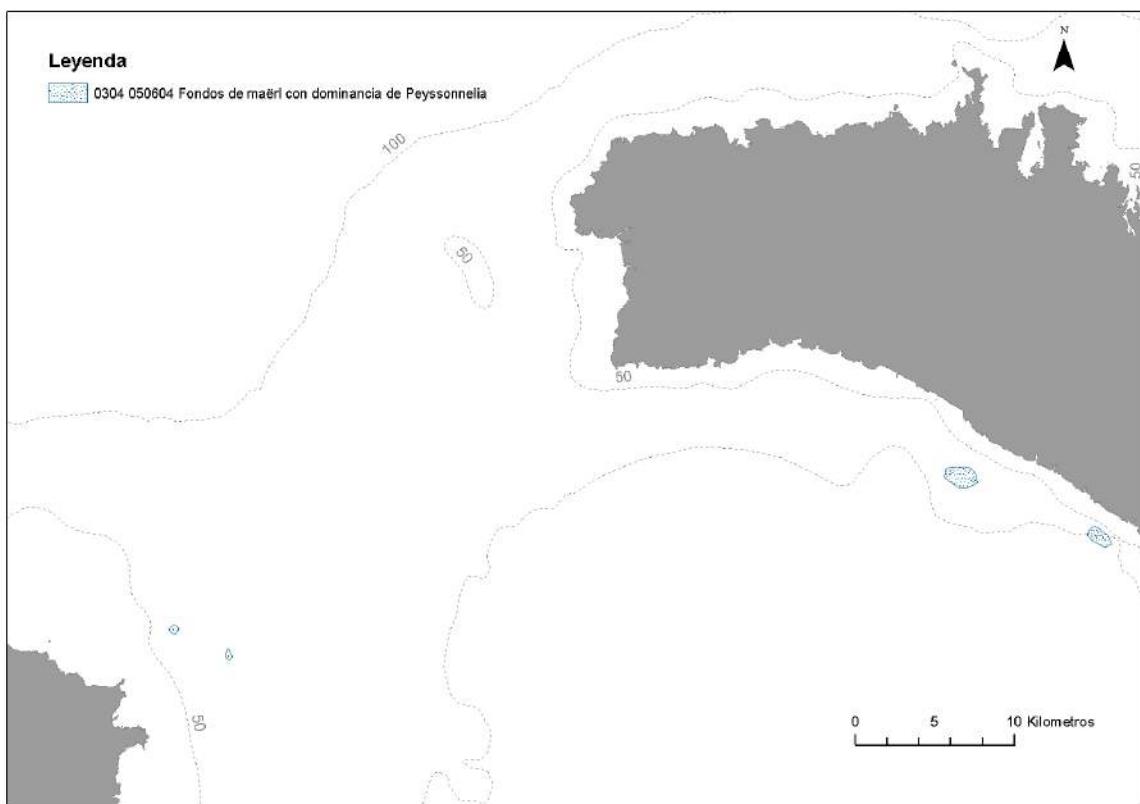
Ocupa grandes extensiones del litoral Mediterráneo. Presenta una alta diversidad específica y es una zona muy importante para la pesca. Los fondos de *Peyssonnelia* están incluidos como una facies reseñable en el Convenio de Barcelona y son considerados como hábitats esenciales para peces, debido a su alta riqueza específica y biomassas, que en algunos casos pueden tener valores más elevados que los fondos de maërl (Ballesteros, 1994; Ordines y Massutí, 2009).

### Amenazas

La principal amenaza que existe sobre este tipo de hábitat es la pesca de arrastre de fondo debido a que produce la alteración de las capas del sedimento y aumento de la turbidez y de las tasas de sedimentación. Además, esta actividad extrae del medio importantes cantidades de biomasa algal, que son consideradas como descartes para este tipo de pesquería.

### Distribución

El detrítico costero con *Peyssonnelia* es un hábitat presente en el canal de Menorca en enclaves puntuales frente a las costas de Cala Rajada y E Mallorca. Pero es una biocenosis bien representada en las zonas meridionales de Mallorca y Menorca, donde se dan las condiciones hidrodinámicas más propicias para su desarrollo, sin la influencia de las fuertes corrientes que dominan en el canal (Figura 6.1.4).



**Figura 6.1.4.-** Distribución de los hábitats de detritico costero con *Peyssonnelia* spp. en el canal de Menorca.

## *Estado de conservación*

Estos fondos están poco representados en el área de estudio, pero tomando como referencia los fondos del sur de Menorca muestreados durante esta campaña, así como los estudios previos existentes sobre este tipo de comunidad en el entorno de las Baleares (Ballesteros, 1994; Ordines y Massutí, 2009), se puede decir que gozan de un buen estado de conservación.

## **Medidas de protección**

Actualmente no se encuentra preservada bajo ninguna figura de protección, ni el hábitat ni la especie.

## Fondos detriticos biogénicos infralitorales y circalitorales con *Phyllophora crispa-Osmundaria volubilis* (CB: IV.2.2.5; EUNIS: A5.52J)

### Clasificación LPHME:

03040507 Fondos detriticos biogénicos infralitorales y circalitorales con *Phyllophora crispa-Osmundaria volubilis*

### Descripción general

Variedad del detritico costero, caracterizada por la dominancia del alga roja blanda *Osmundaria volubilis*. Se desarrolla entre 30 y 50 m de profundidad sobre un substrato rocoso recubierto con sedimento, formando una pradera laxa junto a especies del género *Phyllophora*. *O. volubilis* es un alga rodofícea con una distribución geográfica reducida, que incluye el Mediterráneo y parte del Atlántico oriental, desde el sur de Portugal hasta las islas Canarias. Su reducida distribución le otorga su importancia como hábitat, siendo representativo de la biodiversidad de una región biogeográfica. En el Mediterráneo es muy común, aunque su abundancia varía según las áreas, siendo muy abundante en las Islas Baleares (denominada *herba torta*) pero rara en la costa catalana (Ballesteros y Romero, 1982; Ballesteros, 1992). También se encuentra en la biocenosis de algas esciáfilas de modo calmo del infralitoral rocoso.



**Fotografía 6.13.-** Fondo de detritico costero con *Osmundaria volubilis*.

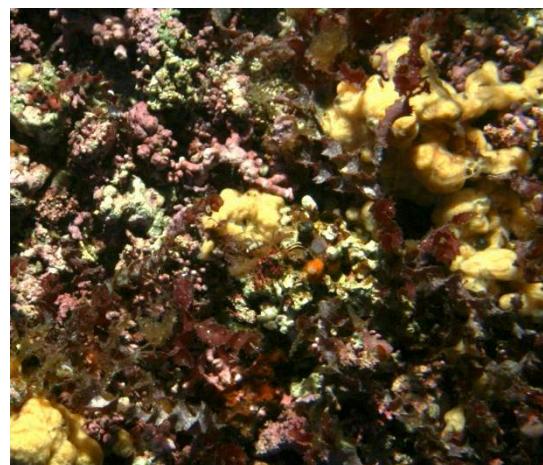
### Especies estructuradoras e indicadoras

Las especies estructuradoras de este tipo de fondo son *O. volubilis* y *Phyllophora crispa*, acompañadas por otras algas blandas rojas como son *Polysiphonia nigra*, *P. elongata*, *Halopithys incurva* y *Kallymenia* sp. Las algas coralináceas también suelen estar presentes en este tipo de hábitats (*L. valens*, *L. coralloides*, *P. calcareum* y *S. fruticulosus*), aunque su recubrimiento suele ser poco importante, posiblemente a causa de la gran cantidad de sedimento. Suelen instalarse también abundantes gorgonias del género *Eunicella* y *Paramuricea clavata*. En este tipo de fondos encontramos gran variedad de especies de fauna. En términos de biomasa abundan los equinodermos, (*Astropecten aranciacus*, *Ophiocomina nigra*, *Echinaster sepositus*, *Spatangus purpureus*, etc.) y ascidias (*Aplidium* spp., *Ascidia mentula*, *Microcosmus vulgaris*); y en términos de abundancia destacan las oíuras *Ophiocomina nigra* y *Ophiura* spp., algunos poliquetos y gran diversidad de crustáceos de pequeño tamaño. Ballesteros (1992) evidencia que los recubrimientos totales (medidos en proyección sobre el plano horizontal) pueden oscilar entre el 200 y 400 %, debido a la gran cantidad de especies erectas. La biomasa total oscila entre 800 y 1900 g peso seco/m<sup>2</sup> y la riqueza de especies algales es de 70.

### Importancia

Estos fondos son de gran importancia ya que a nivel biogeográfico tiene una representación escasa en el Mediterráneo, aunque en las Baleares es abundante. Presenta una alta diversidad específica. Es una zona muy importante para la pesca.

Fotografía 6.14.- *Osmundaria volubilis* sobre fondo de rodolitos.



### Amenazas

La principal amenaza que existe sobre este hábitat es la pesca de arrastre de fondo debido a que produce la alteración de las capas del sedimento y aumento de la turbidez y de las tasas de sedimentación. Además, esta actividad extrae del medio importantes cantidades de biomasa algal, que son consideradas como descartes.

### Distribución

Los fondos de *Osmundaria* se han localizado en enclaves concretos del canal de Menorca (Figura 6.1.5). Hay que destacar una extensa pradera frente a las costas de Ciutadella, con gran abundancia de gorgonias blancas, y otra frente al Cap Farrutx, en Mallorca. En algunas zonas coexiste con fondos de maërl. Se ha citado como muy abundante en el SO de Mallorca, la bahía de Pollença y en Cabrera (Ballesteros, 1992).

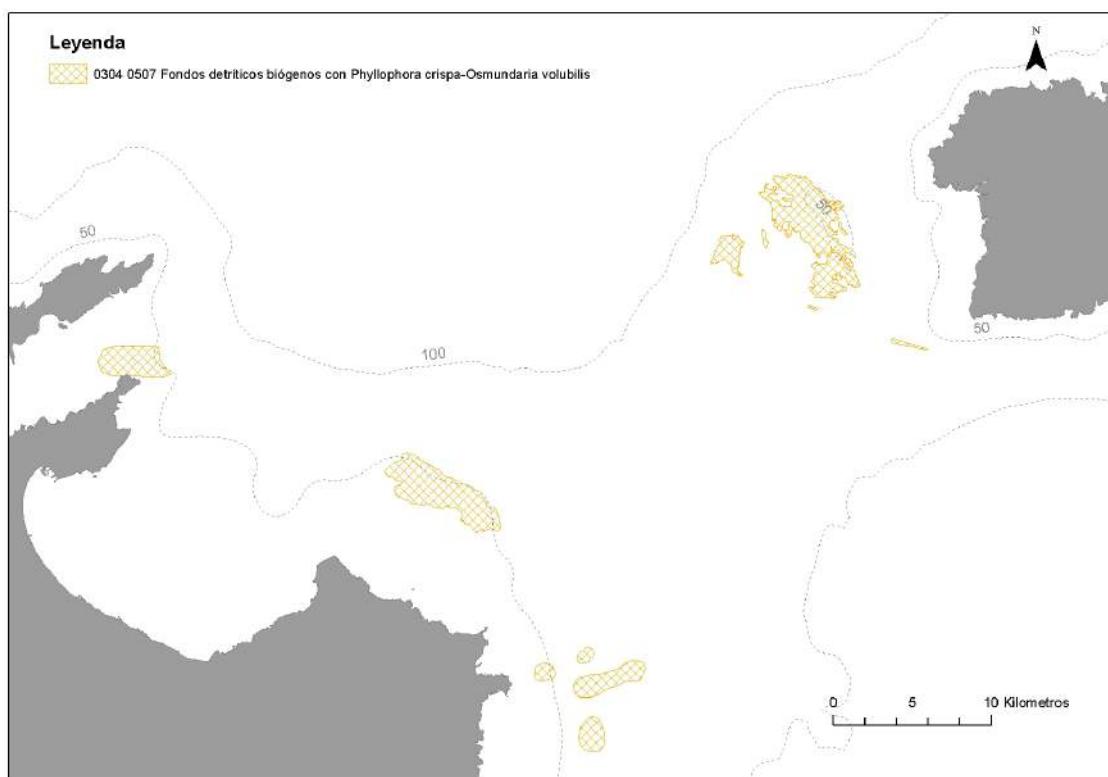


Figura 6.1.5.- Distribución de los hábitats de detrítico costero con *Osmundaria volubilis* en el canal de Menorca.

### Estado de conservación

Los fondos de *Osmundaria* del canal de Menorca presentan un estado de conservación favorable, formando parte del substrato erecto o arbustivo, con gran variedad de fauna asociada.

### Medidas de protección

Actualmente no se encuentra preservada bajo ninguna figura de protección, ni el hábitat ni la especie.

## Fondos detriticos biogénicos con *Laminaria rodriguezii* (CB: IV.2.2.7P; A5.52L)

### Clasificación LPHME:

3040508 Fondos detriticos biógenos infralitorales y circalitorales con *Laminaria rodriguezii*

### Descripción general

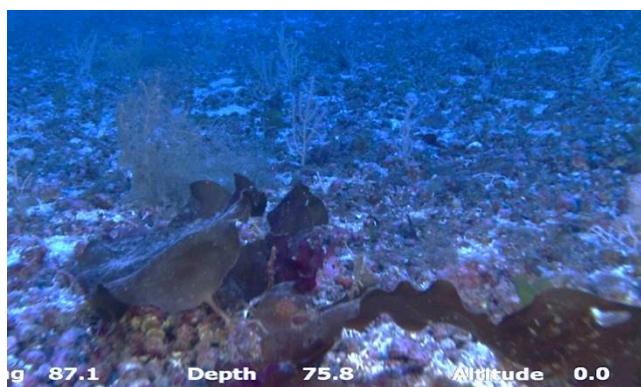
Esta asociación se corresponde con el desarrollo de la especie *Laminaria rodriguezii* en fondos de detritico costero y rodolitos, aunque también puede darse sobre coralígeno. Generalmente se localiza en profundidades comprendidas entre 30 y 100 m (Bellan-Santini et al., 1994), pero su óptimo está en profundidades entre 60 y 120 m en zonas en las que existen corrientes unidireccionales y temperaturas bajas y constantes de entre 13 y 15 °C (Giaccone, 1967).

*L. rodriguezii* es un alga parda de porte erecto, endémica del Mediterráneo, que en elevadas densidades puede formar un hábitat catalogado como bosque de laminariales, de kelp o de quelpos. En sentido genérico, los bosques de kelp son una de las comunidades más productivas y dinámicas de las aguas europeas, siendo más abundantes y características de aguas frías y templadas del Atlántico (Birkett et al., 1998). En Europa existen diferentes especies que forman este hábitat, pertenecientes a los géneros *Laminaria*, *Alalia*, *Phyllariopsis* y *Saccorhiza*. *L. rodriguezii* es la única endémica del Mediterráneo. Se encuentra en Argelia, Túnez, España, Córcega, Sicilia y Mar Adriático. *L. rodriguezii* no forma bosques muy densos en comparación con otras especies.

**Fotografía 6.15.-** *Laminaria rodriguezii* sobre detritico costero.



En las costas españolas esta especie parece ser muy abundante en la franja central de la Península Ibérica situada entre las provincias de Castellón y Murcia y en las Islas Baleares (Barberá et al., 2012; Joher et al., 2010). La especie está ampliamente distribuida en los fondos circalitorales de Mallorca y Menorca, especialmente abundante en el canal de Menorca, y el suroeste y noroeste de Mallorca (Ordines y Massutí, 2009; Barberá et al 2012). También se han localizado concentraciones importantes en Cabrera, en las cercanías de fondos de coralígeno y/o maërl, aunque lo más frecuente es encontrar ejemplares aislados o en pequeños grupos. La estructura de estas poblaciones de *L. rodriguezii* ha sido descrita recientemente en las Islas Baleares, donde aparecen en profundidades entre 70 y 100 m, en áreas barridas por corrientes moderadas un valor medio de riqueza de especies de algas de 29, que es relativamente bajo y explicado por la frondosidad de esta alga, que impide el crecimiento de otras especies (Joher et al., 2012). De hecho, Pérès y Picard (1964) la definen como una de las biocenosis más pobres del detritico costero en el Mediterráneo. La superficie algal media por muestra ha sido definida como 17929 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (Joher et al. 2012). Otros estudios realizados en fondos de Baleares identifica como valores medios de biomasa de *L. rodriguezii* en los fondos en los que forma hábitat entre 330 kg/km<sup>2</sup> y 1251 kg/km<sup>2</sup>. En el canal de Menorca se han alcanzado valores medios de 4426 kg/km<sup>2</sup> con un máximo de aproximadamente 60 t/km<sup>2</sup>.



**Fotografía 6.16.-** *Laminaria rodriguezii* sobre detritico.

### Especies estructuradoras e indicadoras

Existe poca información sobre los fondos de *L. rodriguezii*, debido posiblemente a que normalmente aparece como especie acompañante de otras comunidades de algas, pero no como especie dominante. Giaccone (1973) la define como asociada a rodolitos, donde se enraízan los rizoides de *Laminaria* y gran variedad de rodofíceas calcáreas como *P. rosa-marina*, *Neurocolon* spp. y especies típicas del coralígeno de la asociación de *C. zosteroides*. En los fondos sedimentarios de la plataforma de Mallorca-Menorca se asocia a los rodolitos *S. fruticulosus*, *L. valens* y *L. coralloides*, las algas blandas *P. crispa*, *P. heredia*, *Flabellaria petiolata*, *Kallymenia requienii*, *O. volubilis*, *H. filicina* y *Gloiocladia microspora* (Joher et al. 2010 y 2012).

Entre la fauna, son frecuentes los crustáceos *Dardanus arrosor*, *Pagurus prideauxi* e *Inachus thoracicus*, los moluscos *Octopus vulgaris*, *Sepia elegans*, *Loligo vulgaris* y *Alloteuthis media*, los equinodermos *Echinaster sepositus*, *Spatangus purpureus* y *Stichopus regalis*, las ascidias *Ascidia mentula* y *Synoicum blochmanni* y varias especies de esponjas (p.ej. *Suberites domuncula*). En la ictiofauna también encontramos las especies *Scyliorhinus canicula*, *Serranus cabrilla*, *Mullus surmuletus*, *Trachinus draco*, *Zeus faber*, *Chelidonichthys lastoviza*, *Scorpaena scrofa*, *Spicara smaris* y *Trachurus mediterraneus*. Ciertos autores han remarcado la abundancia de langostas (*Palinurus elephas*) en este tipo de fondos en asociación con maërl o coralígeno (Goñi et al., 2001; Mallol y Goñi, 2004).

### Importancia

Esta especie es endémica del Mediterráneo y es considerada un paleoendemismo con origen en el Pacífico septentrional. La biocenosis de detritico costero con *L. rodriguezii* tiene una gran importancia a nivel ecológico y estructural. Su tamaño y porte erecto ofrece un micro hábitat especial, recurso alimenticio y refugio para otras especies. Este porte erecto cumple también un papel estructurador en los fondos de rodolitos, ya que disminuye la fricción ocasionada por el movimiento del agua por las fuertes corrientes.

### Amenazas

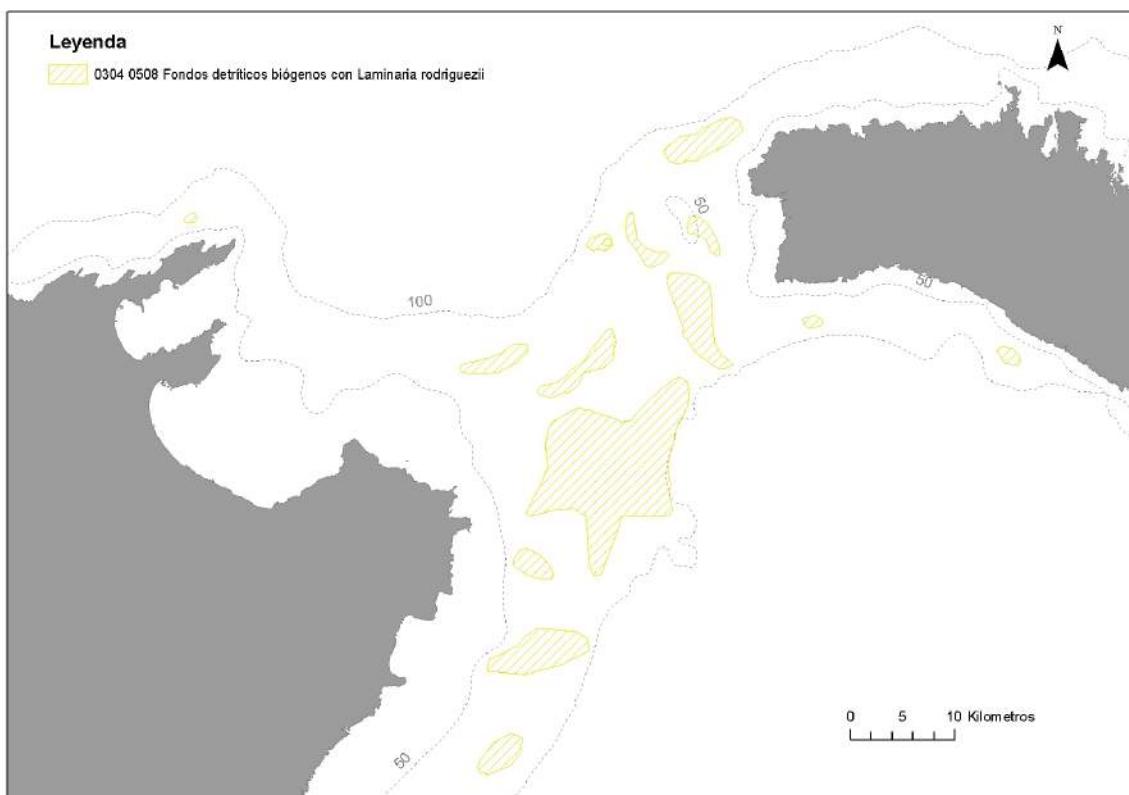
Es muy sensible a todo tipo de contaminación orgánica o industrial. El aumento de la turbidez en la columna de agua puede reducir de forma significativa su capacidad fotosintetizadora y el aumento de la sedimentación puede dificultar el asentamiento de plantas jóvenes. Las principales amenazas sobre este hábitat en el canal de Menorca son la pesca profesional, principalmente el arrastre y trasmallo que puede modificar esta biocenosis al extraer importantes cantidades de biomasa de esta alga. Además, junto al anclaje, puede generar destrucción del hábitat al arrancar y fragmentar el substrato vegetal.

### Distribución en el canal de Menorca



Encontramos fondos con presencia de *L. rodriguezii* en todo el canal de Menorca, ligada a fondos de coralígeno y de detrítico costero con rodolitos y maërl con más o menos cobertura (Figura 6.1.6). Las densidades son relativamente bajas, con valores más elevados en la zona central.

**Fotografía 6.17.-** Ejemplar de *Palinurus elephas* en un fondo de maërl y *Laminaria rodriguezii*.



**Figura 6.1.6.-** Distribución de los fondos con *Laminaria rodriguezii* en el canal de Menorca.

### Estado de conservación en el canal de Menorca

*L. rodriguezii* está bien representada en el canal de Menorca, siempre ligada a otras asociaciones algales. En la zona central del canal se encuentran densidades muy elevadas, coincidiendo con zonas donde se produce el arrastre. No hay estudios previos que permitan definir su estado de conservación, pero posiblemente ha habido un retroceso de sus poblaciones en áreas donde la intensidad del arrastre y del trasmallo es muy elevada.

### Medidas de protección

Las asociaciones de detrítico costero con *L. rodriguezii* están incluidas entre los hábitats marinos de interés para la conservación recogidos en el Convenio de Barcelona, y como especie se encuentra recogida en el Anexo II (especies amenazadas) de ese mismo convenio.

## Fondos detriticos biogénicos con *Halopteris filicina* (CB: Biocenosis IV.2.2. A5.52)

### Clasificación LPHME

3040510 Fondos detriticos biógenos infralitorales y circalitorales con *Halopteris filicina*

#### Descripción general

*Halopteris filicina* es una especie de alga feofícea con distribución mundial que está descrita en toda el área del Mediterráneo ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)), aunque existe escasa información sobre la distribución y ecología como hábitat. Joher et al. (2010) ha descrito en la plataforma continental de Baleares fondos de detritico costero dominados por esta especie junto con *Phyllophora crispa* en aguas profundas entre 57 y 93 m. En el documento de la Estrategias Marinas (MAGRAMA-IEO, 2012), se han descrito los valores de referencia de este hábitat en los fondos de las islas de Mallorca y Menorca. La biomasa media en los fondos donde forma facies ha oscilado entre 180 kg/km<sup>2</sup> y el máximo de 1440 kg/km<sup>2</sup>. En esta área geográfica está bien representada en el canal de Menorca y en el oeste de Mallorca, tanto en sedimentos gruesos, con una frecuencia de aparición del 38.1%, como en arenas finas, con una frecuencia del 9.1%.



**Fotografía 6.18.-** Alga parda *Halopteris filicina*, dominante en los fondos detriticos biogénicos circalitorales del canal de Menorca.

#### Especies estructuradoras e indicadoras

La especie estructuradora es *Halopteris filicina* y destacan como algas acompañantes *Phyllophora crispa*, *Spongites fruticulosa*, *Osmundaria volubilis* y *Lithothamnion valens*, los crustáceos *Dardanus arrossor*, *Inachus thoracicus* y *Pagurus prideaux*, los moluscos *Octopus vulgaris*, *Sepia elegans*, los equinodermos *Echinaster sepositus*, *Cidaris cidaris*, *Stichopus regalis*, *Spatangus purpureus*, *Astropecten aranciacus*, *Chaetaster longipes* y *Ophiura texturata*, las ascidias *Ascidia mentula* y *Microcosmus vulgaris* y varias especies de esponjas (p.ej.*Suberites domuncula*) y los peces *Mullus surmuletus*, *Scyliorhinus canicula*, *Serranus cabrilla*, *Chelidonichthys lastoviza*, *Trachinus draco*, *Pagellus erythrinus*, *Scorpaena scrofa*, *Spicara smaris*, *Lophius piscatorius*, *Chelidonichthys cuculus* y *Scorpaena notata*.

### Importancia

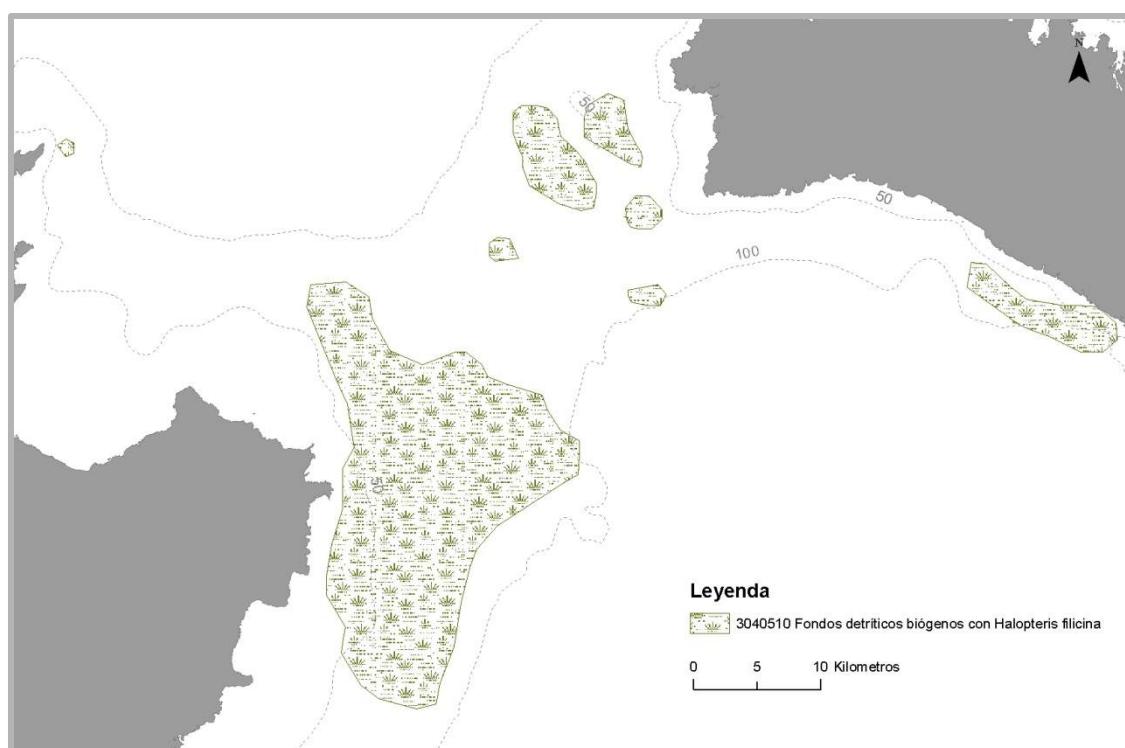
La biocenosis de detritico costero con *Halopteris filicina* tiene una gran importancia ecológica y estructural. Su porte erecto incrementa la heterogeneidad ambiental en este tipo de fondos y ofrece un microhábitat especial, recurso alimenticio y refugio para muchas especies. En los fondos de Mallorca y Menorca presentan una elevada diversidad, donde se han detectado la presencia de un total de 53 especies de flora y 232 de fauna (MAGRAMA-IEO, 2012).

### Amenazas

Se conoce muy poco sobre esta especie, pero como para otras algas pardas, se puede decir que potencialmente es muy sensible a todo tipo de contaminación orgánica o industrial. El aumento de la turbidez en la columna de agua puede reducir de forma significativa su capacidad fotosintetizadora y el aumento de la sedimentación puede dificultar el asentamiento de plantas jóvenes. Las principales amenazas sobre este hábitat en el canal de Menorca son la pesca profesional, principalmente el arrastre y trasmallo, que puede modificar esta biocenosis al extraer importantes cantidades de biomasa de esta alga. Además, junto al anclaje, puede generar destrucción del hábitat al arrancar y fragmentar el substrato vegetal.

### Distribución en el canal de Menorca

En el mapa adjunto (Figura 6.1.7) se pueden apreciar las áreas de distribución de esta especie, que aparece ligada a todo tipo de fondos de coralígeno y de detritico costero, con rodolitos y maërl con más o menos cobertura, así como con dominancia de *Osmundaria* o *Peyssonnelia* sp. . Las densidades son relativamente más elevadas en zonas más litorales. Se puede observar como los valores más bajos se muestran en la zona central, coincidiendo con los fondos de maërl/rodolitos más profundos.



**Figura 6.1.7.-** Distribución del hábitat denominado Fondos detriticos biogénicos infralitorales y circalitorales con *Halopteris filicina* en la plataforma del canal de Menorca.

#### ***Estado de conservación en el canal de Menorca***

Muestra una distribución bastante homogénea, especialmente en la parte oeste del canal de Menorca, con diferentes grados de desarrollo y complejidad estructural, pero siempre acompaña otras biocenosis y es acompañante de otras especies dominantes. Se observa una frecuencia de aparición del 54 %, teniendo en cuenta el total de muestras obtenidas en la zona del canal de Menorca, una biomasa media de  $1173 \pm 253$  kg/km<sup>2</sup> siendo el máximo de 12.373 kg/km<sup>2</sup> localizado en la zona de distribución de los fondos de *Osmundaria volubilis* situada frente a la costa de Ciutadella.

#### ***Medidas de protección***

Actualmente no se encuentra preservada bajo ninguna figura de protección, ni el hábitat ni la especie.

## 7. Características biológicas del área de estudio

### 7.1. Descripción de la biodiversidad

El concepto de biodiversidad (y por extensión el de biodiversidad marina) es multidimensional ya que incluye todas las connotaciones de diversidad (genética, composicional, estructural y funcional). Por lo tanto, el significado de biodiversidad abarca muchos aspectos relacionados entre sí, desde la genética y la biología molecular, hasta la estructura de la comunidad y la heterogeneidad del hábitat, e incluye todos los procesos biológicos (Boero y Bonsdorff 2007; Thompson y Starzomski 2007). Sin embargo, la importancia de la biodiversidad va mucho más allá de su propio concepto, ya que incluye los bienes y servicios que la humanidad puede obtener de la naturaleza. Una de las aserciones más elementales del significado de la diversidad biológica reside precisamente en el concepto de riqueza específica, que es una de las formas fundamentales de medir la diversidad biológica marina (Bianchi y Morri 2000). En este apartado se presenta una descripción de la riqueza de especies de fauna y flora presentes en la plataforma continental del canal de Menorca y una caracterización de los parámetros descriptores de la biodiversidad (riqueza específica, abundancia y biomasa) en los hábitats más representativos de la zona de estudio.

#### 7.1.1. Inventario de especies

A partir de los diversos muestreos realizados en el canal de Menorca en las diferentes campañas previas y durante el proyecto INDEMARES se han inventariado un total de 1329 especies en fondos de la plataforma y del talud (Tabla 7.1.1). Hay que señalar que el mayor esfuerzo se ha realizado entre 50 y 100 m, aunque también se han obtenido datos entre 100 y 800 m. En el inventario completo de especies que se presenta en el anexo de este informe se puede ver el inventario completo de especies identificadas y el tipo de muestreador con la que se han capturado. Las algas inventariadas han sido 137 especies, de las cuales, el grupo más importante pertenecen al Filum Rhodophyta (86 especies), evidente si consideramos que la mayoría de los fondos del canal de Menorca está formado por biocenosis en cuya estructura dominan las algas rojas (maërl, detritico costero con coralináceas, detritico costero con *Osmundaria* y detritico costero con *Peyssonnelia*). Las algas pardas (Clase Phaeophyta) y algas verdes (Filum Chlorophyta) muestran una riqueza de 32 y 18 especies, respectivamente. La mayoría de algas se han inventariado a partir de las muestras obtenidas con el patín epibentónico y el arte de arrastre GOC (50-100 m).

Los grupos más representativos de fauna, en cuanto al número de especies, son los crustáceos con 301 especies, los peces con 242 especies y los moluscos con 227 especies. La mayor riqueza de especies para el grupo de los crustáceos fue para los decápodos (169 especies), para el grupo de los moluscos los gasterópodos (106 especies) y para el grupo de los peces los actinopterígeos (211 especies). Destacar que el grupo de los poríferos y las ascidias también presentaron una elevada riqueza específica (127 y 73, respectivamente). Del grupo de los equinodermos (55), briozoos (49) y cnidarios (60) se obtuvo un número similar de especies y en el grupo de los anélidos se obtuvieron 35 especies.

El patín epibentónico utilizado en las campañas CANAL0209, EQUIPAR0410 e INDEMARES-CANAL0811 y el arte de arrastre GOC (considerando únicamente las muestras obtenidas entre 50-100 m) empleado en las campañas BALAR (2000-2006) y MEDITS (2007-2012), fueron los dos muestreados con un mayor número de muestras, y por lo tanto con los que se obtuvo una mayor representación de la diversidad biológica (772 y 460, respectivamente) (Tabla 7.1.2). El total de especies bentónicas capturadas entre 50 y 100 m de profundidad con estos dos muestreados asciende

a 970 especies. De estas especies, hay un total de 198 obtenidas con el arte de arrastre GOC que no se han capturado con el patín epibentónico, la mayoría de ellas son especies típicamente demersales, como peces actinopterigios (50 especies), crustáceos (20), elasmobranquios (15), gasterópodos (13), cefalópodos (10) y bivalvos (6).

**Tabla 7.1.1.-** Nº de especies por grupo taxonómico obtenidas en el canal de Menorca con diferentes muestreadores en las campañas CANAL0209, EQUIPAR0410, INDEMARES\_CANAL0811, BALAR (2000-2006) y MEDITS (2007-2012). Entre paréntesis se indica en número de muestras analizadas para cada muestreador (n). PS: patín suprabentónico; TF: trineo de fotografía-vídeo; ROV: vehículo remoto operado desde superficie; PE: patín epibentónico; DR: draga; GOC: sistema de arrastre con puertas (<sup>1</sup>50-100 m, <sup>2</sup>100-800 m).

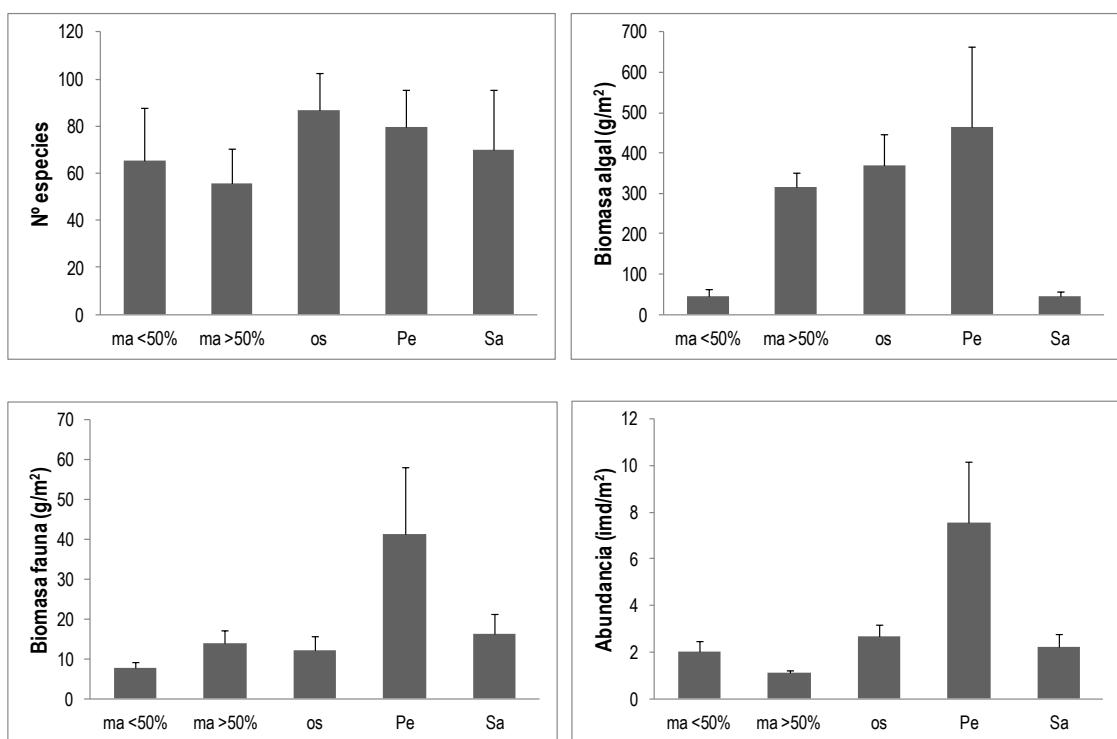
Muestreador (n) Grupo taxonómico	PS (57)	TF (47)	ROV (24)	PE (153)	DR (187)	GOC <sup>1</sup> (149)	GOC <sup>2</sup> (84)	TOTAL (702)
<b>Chlorophyta</b>				15		8	1	18
<b>Ochrophyta</b>								
Cl. Phaeophyceae			1	30		7		32
<b>Rhodophyta</b>				83		30	2	86
<b>Tracheophyta</b>				1		1		1
<b>Annelida</b>	1	5	8	25	2	14	2	35
<b>Arthropoda</b>								
O. Decapoda	15	14	21	99	19	54	65	169
Otros	44		4	17	91	4	8	132
<b>Bryozoa</b>		6	9	46	1	6	1	49
<b>Chordata</b>								
Cl. Actinopterygii	31	17	34	74	4	92	132	211
Cl. Ascidiacea	1	18	32	61	1	44	10	73
Cl. Elasmobranchii			3	4		19	22	30
Cl. Holocephali							1	1
Otros	2		4			2	3	6
<b>Cnidaria</b>	3	11	27	36	4	13	15	60
<b>Echinodermata</b>	1	14	21	43	3	34	23	55
<b>Mollusca</b>								
Cl. Bivalvia	2	3	2	65	3	20	4	72
Cl. Cephalopoda	6		6	8		17	33	37
Cl. Gastropoda	11	7	10	73	3	30	13	106
Otros	2	1		11	1	3		12
<b>Porifera</b>	1	7	14	73	2	58	5	127
<b>Otros</b>	5		1	8	5	4	1	17
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>103</b>	<b>195</b>	<b>772</b>	<b>139</b>	<b>460</b>	<b>340</b>	<b>1329</b>

**Tabla 7.1.2.-** Total de especies inventariadas con el patín epibentónico en las campañas CANAL0209, EQUIPAR0410 y INDEMARES\_CANAL0811 y total especies inventariadas con el arte de pesca GOC entre 50-100 m de profundidad en las campañas BALAR (2000-2006) y MEDITS (2007-2012). Se indica el número de especies comunes muestreadas con ambos sistemas y las especies capturadas únicamente con uno de ellos.

Especies inventariadas	Nº especies
Total especies inventariadas con patín epibentónico	772
Total especies inventariadas con GOC	460
<b>Total especies inventariadas</b>	<b>970</b>
Especies comunes	262
Especies muestreadas únicamente con patín epibentónico	510
Especies capturadas únicamente con GOC	198

### 7.1.2. Biodiversidad por hábitat

En figura 7.1.2, se representan los valores de riqueza específica, biomasa algal, abundancia y biomasa de fauna epibentónica para cada uno de los hábitats muestreados con el patín epibentónico en las diferentes campañas. La riqueza específica media fue mayor en fondos de *Osmundaria volubilis* y *Peyssonnelia* sp. Con un promedio de 86.59 y 79.88, respectivamente. Por el contrario, en los fondos de maërl con cobertura superior al 50% se obtuvieron los valores más bajos de riqueza específica media (55.45). La mayor biomasa promedio algal también correspondió a los fondos de *Peyssonnelia* sp. y *Osmundaria volubilis* (464.25 g/m<sup>2</sup> y 368.79 g/m<sup>2</sup>, respectivamente) y la menor a los fondos de arena y mäerl con cobertura inferior al 50% (43.93 g/m<sup>2</sup> y 46.40 g/m<sup>2</sup>, respectivamente). En los fondos de *Peyssonnelia* sp. se encontró la mayor biomasa promedio de la fauna (41.27 g/m<sup>2</sup>) y la menor en los fondos de maërl con cobertura inferior al 50%. Respecto a la abundancia promedio de la fauna, esta fue mayor en los fondos de *Peyssonnelia* sp. (7.57 ind/m<sup>2</sup>) y la menor en los fondos de maërl con cobertura mayor y menor del 50% (1.13 ind/m<sup>2</sup> y 2.04 ind/m<sup>2</sup>, respectivamente).



**Figura 7.1.2.-** Valores de nº especies promedio, biomasa algal, abundancia y biomasa fauna (media ± error estándar) en los diferentes hábitats muestreados: mäerl/rodolitos < 50% de cobertura (ma<50%, n=27), mäerl/rodolitos > 50% de cobertura (ma>50%, n=42), *Osmundaria volubilis* (os, n=22), *Peyssonnelia* sp. (Pe; n=10) y detritico costero sin cobertura algal o arena (Sa, n=52).

En general, hay que destacar la importancia de los fondos de *Peyssonnelia* sp. y *Osmundaria volubilis* en la biodiversidad de los hábitats del canal de Menorca, aunque estas diferencias no son especialmente significativas si hablamos en términos de riqueza específica, si no más bien en cuanto a abundancia y biomasa, que son los parámetros ecológicos que marcan la diferencia.

## 7.2. Comunidades bentónicas de la plataforma

### 7.2.1. Comunidades endobentónicas

En la tabla 7.2.1 se muestran las variables que caracterizan las localidades analizadas. Las profundidades oscilaron entre 55 y 66 m de profundidad. En todos los casos se trata de fondos de arena con un elevado porcentaje de gravas ( $>5\%$ ) y escasa cantidad de fango ( $<2\%$ ). La cantidad de materia orgánica fue similar entre todas la localidades. La cantidad de algas coralináceas tipo rodolitos fue menor en las localidades de *Osmundaria*, dónde por el contrario la cantidad de algas blandas fue la más alta. Los valores de velocidad de corriente cambiaron entre las diferentes localidades, siendo más elevada en las localidades MT y Os.

#### 7.2.1.1. Composición de la comunidad endobentónica en fondos de maërl y *Osmundaria*

En la macrofauna asociada a fondos de maërl y fondos de *Osmundaria* del canal de Menorca con un tamaño superior a 500  $\mu\text{m}$  se identificaron 34 grupos (Tabla 7.2.2). En total se examinaron 35 muestras de maërl y 6 muestras de *Osmundaria*. Los grupos con una mayor contribución en la abundancia de las muestras ( $> 10\%$ ) fueron poliquetos, anfípodos, nemátodos, isópodos, huevos de peces, gasterópodos, porífera y larvas de peces. Los grupos más característicos se pueden ver en la figura 7.2.1. Otros grupos frecuentes fueron: decápodos, ofiuras, tanaidáceos, ostrácodos, moluscos, cumáceos, copépodos harpacticoides y erizos. Aunque no se realizó un análisis comparativo a nivel estadístico entre los dos tipos de hábitat, ya que el tamaño muestral entre ambos es muy diferente, se puede destacar que en algunas de las muestras de *Osmundaria* se obtuvieron unas elevadas abundancias de huevos y larvas de peces (concretamente en la draga D68 se contabilizaron 672 huevos y 1088 larvas). En general, si se descartan estos dos grupos, la abundancia del total de macrofauna fue ligeramente mayor en este tipo de fondos (151.00 ind/0.01m $^3$ ) frente a los fondos de maërl (127.63 ind/0.01m $^3$ ), así como ocurre para nemátodos, poliquetos e isópodos (Tabla 7.2.2). También hay que destacar la presencia de una especie de crustáceo del Orden Leptostraca, exclusiva en las muestras de draga obtenidas en los fondos de *Osmundaria*. Este grupo taxonómico tiene 4 géneros marinos conocidos con 10 especies, de las que sólo un género aparece en mares europeos, y en el Mediterráneo solo existe una especie, *Nebalia bipes*, encontrada en los fondos del canal de Menorca. Es una especie carroñera que se asocia a grandes cantidades de materia orgánica, como pueden ser este tipo de fondos donde hay mayor cantidad de algas blandas y materia vegetal en degradación.



Fotografía 7.1.- *Nebalia bipes* (Orden Leptostraca) se encontró en las muestras de dragas de los fondos de *Osmundaria* del canal de Menorca.

Características biológicas

**Tabla 7.2.1.-** Valores medios (media ± SE) de las variables ambientales de las localidades de infauna, donde C= Control, MT= nivel de arrastre medio y HT= nivel de arrastre elevado y Os= fondos de Osmundaria

	C1	C2	MT1	MT2	HT1	HT2	Os
D	65.38 ± 0.31	61.80 ± 0.10	68.37 ± 0.13	61.77 ± 0.15	55.87 ± 0.10	58.10 ± 0.08	59.03 ± 0.02
%Gr	6.41 ± 1.38	23.71 ± 3.32	5.70 ± 2.17	24.94 ± 5.48	22.88 ± 6.27	26.80 ± 5.89	11.95 ± 2.03
%Sa	92.92 ± 1.44	75.22 ± 3.34	93.96 ± 2.19	73.83 ± 5.52	76.71 ± 6.29	72.14 ± 6.01	87.72 ± 2.04
%Mu	0.67 ± 0.21	1.07 ± 0.11	0.34 ± 0.04	1.23 ± 0.18	0.41 ± 0.05	1.06 ± 0.27	0.32 ± 0.05
%OM	5.61 ± 0.10	6.71 ± 0.12	5.72 ± 0.09	5.32 ± 0.30	6.61 ± 0.22	5.76 ± 0.19	5.86 ± 0.14
Rhod	465.41 ± 87.62	488.87 ± 0.00	173.56 ± 6.54	231.91 ± 67.86	514.51 ± 6.46	414.53 ± 91.46	64.55 ± 0.14
Softalgae	22.83 ± 0.71	18.18 ± 0.00	4.85 ± 0.17	22.28 ± 3.01	2.81 ± 0.22	9.47 ± 1.11	43.52 ± 4.10
CV <sub>min</sub>	0.13 ± 0.06	0.20 ± 0.00	0.75 ± 0.10	0.10 ± 0.01	0.46 ± 0.00	0.17 ± 0.12	0.44 ± 0.00
CV <sub>max</sub>	4.42 ± 0.52	3.40 ± 0.00	11.03 ± 0.66	8.07 ± 0.79	6.76 ± 0.00	3.33 ± 1.06	9.11 ± 0.00
CV <sub>mean</sub>	1.49 ± 0.21	1.18 ± 0.00	3.76 ± 0.16	2.26 ± 0.19	2.42 ± 0.00	1.19 ± 0.37	3.74 ± 0.00
Trawl	0.00 ± 0.00	0.20 ± 0.00	4.30 ± 0.13	3.50 ± 0.04	8.70 ± 0.76	5.03 ± 0.23	0.00 ± 0.00

D= profundidad; Gr= % gravas; Sa= % arenas; Mu= % fango; OM= % materia orgánica; Rhod= Biomasa Rodolitos ( $\text{g/m}^2$ ); Soft= Biomasa algas blandas( $\text{g/m}^2$ ); CV<sub>min</sub>= Velocidad corriente mínima; CV<sub>max</sub>= Velocidad corriente máxima; Trawl= número registros VMs/celdas 500 x 500 m.



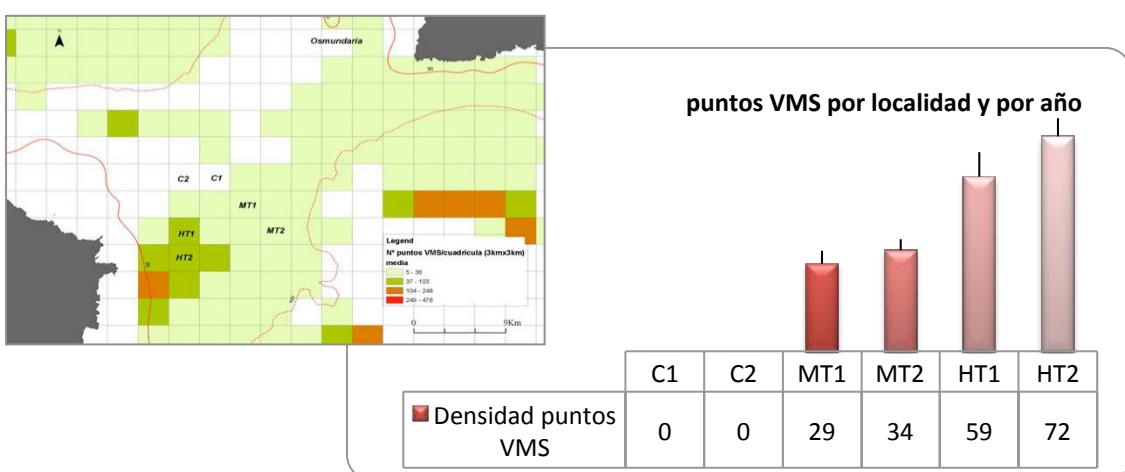
**Figura 7.2.1.-** Grupos de macrofauna característicos de los sedimentos de detrítico costero de los fondos del canal de Menorca.

**Tabla 7.2.2.-** Valores medios de la abundancia ( $\pm$  error estándar) y frecuencia de aparición (%) sobre el total de las muestras) de los diferentes grupos taxonómicos de macroinfauna recolectados con draga Van Veen en fondos de maërl y fondos de Osmundaria en el canal de Menorca.

Grupos taxonómicos de macroinfauna	Maërl (n=35)		Osmundaria (n=6)	
	Abundancia (ind/0.01m <sup>3</sup> )	Frecuencia %	Abundancia (ind/0.01m <sup>3</sup> )	Frecuencia %
Poliquetos	55.5 $\pm$ 4.06	100	72.5 $\pm$ 7.14	100
Anfípodos	26.53 $\pm$ 2.77	100	22.83 $\pm$ 12.81	100
Nemátodos	14.89 $\pm$ 2.12	100	30.67 $\pm$ 10.6	100
Isópodos	7.78 $\pm$ 1.3	83.33	2.83 $\pm$ 1.702	66.67
Ofiuras	2.33 $\pm$ 0.38	80.56	1.5 $\pm$ 1.025	33.33
Reptantia	2.28 $\pm$ 0.31	80.56	1.33 $\pm$ 0.804	50
Natantia	2.69 $\pm$ 0.51	75	1.17 $\pm$ 0.6	50
Tanaidáceos	2.86 $\pm$ 0.7	58.33	1 $\pm$ 0.363	66.67
Ostracodos	1.69 $\pm$ 0.48	58.33	2.67 $\pm$ 1.384	66.67
Moluscos	1.86 $\pm$ 0.64	50	1.17 $\pm$ 0.306	83.33
Cumáceos	0.69 $\pm$ 0.18	44.44	0.67 $\pm$ 0.212	66.67
Huevo peces	1.53 $\pm$ 0.58	36.11	122.5 $\pm$ 110.3	50
Copépodos harpacticoides	0.81 $\pm$ 0.27	33.33	0.17 $\pm$ 0.167	16.67
Erizos	0.86 $\pm$ 0.34	30.56	2 $\pm$ 0.731	83.33
Porifera (Sycon)	1.08 $\pm$ 0.51	30.56	0.17 $\pm$ 0.167	16.67
Sipuncúlidos	0.42 $\pm$ 0.12	30.56	0.17 $\pm$ 0.167	16.67
Gasterópodos	1.25 $\pm$ 0.57	30.56	0.83 $\pm$ 0.306	66.67
Larvas peces	0.42 $\pm$ 0.16	27.78	181.33 $\pm$ 181.3	16.67
Bivalvos	0.5 $\pm$ 0.2	25	0.33 $\pm$ 0.212	33.33
Pygnogónidos	0.28 $\pm$ 0.11	19.44	0 $\pm$ 0	0
Platelmintos	0.5 $\pm$ 0.28	16.67	0.17 $\pm$ 0.167	16.67
Juveniles peces	0.39 $\pm$ 0.16	22.22	0.33 $\pm$ 0.335	16.67
Ascidias	1.03 $\pm$ 0.68	16.67	0.17 $\pm$ 0.167	16.67
Briozoos	0.11 $\pm$ 0.07	8.33	1.33 $\pm$ 0.804	50
Acranias	0.11 $\pm$ 0.05	11.11	0 $\pm$ 0	0
Opistobranquios	0.11 $\pm$ 0.07	8.33	0 $\pm$ 0	0
Priapúlidos	0.11 $\pm$ 0.07	8.33	0.17 $\pm$ 0.167	16.67
Anthozoos	0.08 $\pm$ 0.06	5.56	0 $\pm$ 0	0
Poliplachophoros	0.11 $\pm$ 0.08	5.56	0.5 $\pm$ 0.343	33.33
Stomatopodos	0.03 $\pm$ 0.03	2.78	0 $\pm$ 0	0
Puesta huevos	0.03 $\pm$ 0.03	2.78	0 $\pm$ 0	0
Asteroideos	0.03 $\pm$ 0.03	2.78	0 $\pm$ 0	0
Holoturias	0.03 $\pm$ 0.03	2.78	0 $\pm$ 0	0
Leptostracos	0 $\pm$ 0	0	6.33 $\pm$ 6.332	16.67
Total macroinfauna (sin larvas ni huevos)	127.63 $\pm$ 8.92	100	151 $\pm$ 23.18	100
Total macroinfauna	129.63 $\pm$ 8.93	100	454.83 $\pm$ 285.3	100

### 7.2.1.2. Cambios en la comunidad relacionados con el esfuerzo pesquero

El esfuerzo pesquero de las localidades seleccionadas para evaluar el efecto de la presión pesquera en la macrofauna de los fondos de maerl en el canal de Menorca se estimó como densidad media anual de puntos VMS (del inglés, Vessel Monitoring System) en cuadrículas de 3km x 3km, teniendo en cuenta los registros del periodo 2005-2010 (Figura 7.2.2). Todas las localidades presentaron un grado de esfuerzo pesquero relativamente bajo en comparación con otras zonas del canal de Menorca, como son los fondos de talud continental, donde los valores de densidad de puntos VMS puede oscilar entre 400-800 registros/cuadrícula/año. Un análisis más detallado de la distribución espacial de los datos VMS se pude ver en el apartado 8.2.2.4.



**Figura 7.2.2.-** Variación de la densidad de puntos VMS (del inglés Vessel Monitoring System que se corresponden con los registros de las “cajas azules” de los buques de arrastre, ver apartado 4.10.1), en las 6 localidades seleccionadas para el muestreo de los fondos de maerl con diferente grado de esfuerzo de pesca, estimado como número medio de observaciones de VMS por año y cuadrícula de 3 km x 3 km. Se seleccionaron 2 localidades por cada grado de impacto. C=control, MT= medio impacto, HT= alto impacto.

La composición de grupos de macrofauna no mostró cambios estadísticamente significativos entre los diferentes niveles de impacto ( $R= 0.056$ , ANOSIM), pero sí entre localidades aunque con valores de R bajos ( $R= 0.249$ ,  $p<0.01$ ). Estos resultados son coherentes con los valores obtenidos para las abundancias medias de los diferentes grupos, que mostraron el mismo patrón en la estructura de la comunidad de macrofauna en los tres niveles de impacto: gran presencia de poliquetos, seguidos de anfípodos, nemátodos e isópodos (Tabla 7.2.3). En general existe una tendencia al aumento de la abundancia de macrofauna en las localidades con mayor actividad de arrastre (HT) debido al aumento de grupos como ofiuras, poliquetos, anfípodos y nemátodos. En cambio isópodos, tanaidáceos, erizos y huevos de peces son menos abundantes en comparación con zonas sin actividad de arrastre.

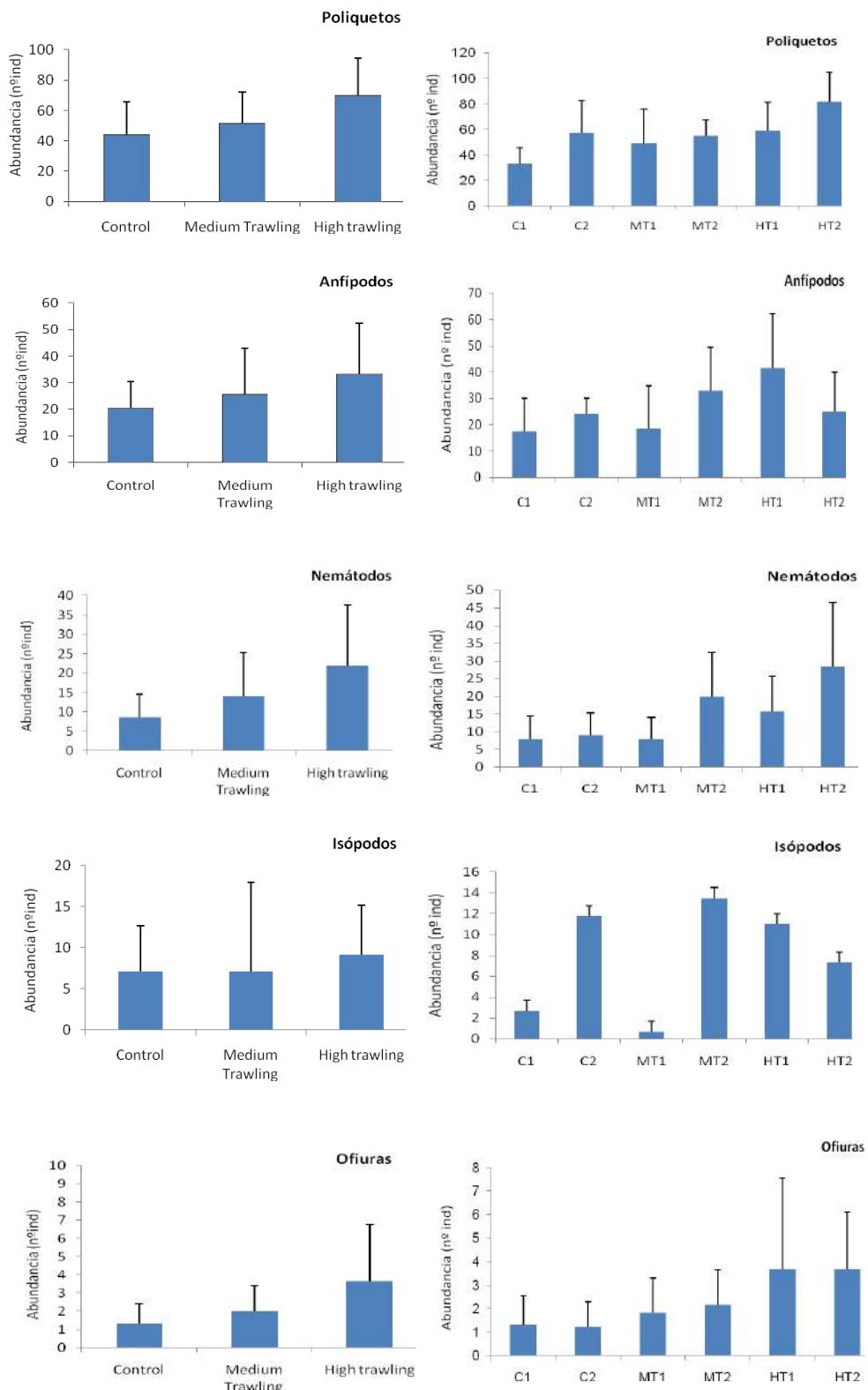
A nivel univariante, se analizaron los cambios en la abundancia de los grupos con más contribución en la macrofauna de los fondos estudiados. Para ello se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA) de un solo factor (nivel de impacto de pesca o localidad). Los resultados detectaron diferencias significativas según el impacto de pesca ( $p>0.05$ ) en los siguientes grupos: poliquetos, ostrácodos, copépodos harpacticoides, nemátodos y ofiuras. Atendiendo al factor localidad existieron diferencias significativas en poliquetos, nemátodos y ostrácodos, y vemos también respuesta por parte de otros grupos: isópodos, reptantia, larvas de peces y erizos.

**Tabla 7.2.3.-** Valores medios de la abundancia ( $\pm$  error estándar) de los grupos taxonómicos de macroinfauna más importantes en los fondos de maërl (Frecuencia de aparición >50%) en las localidades con diferente grado de impacto de pesca de arrastre: C: control, sin impacto de pesca, MT: impacto medio; HT: impacto alto

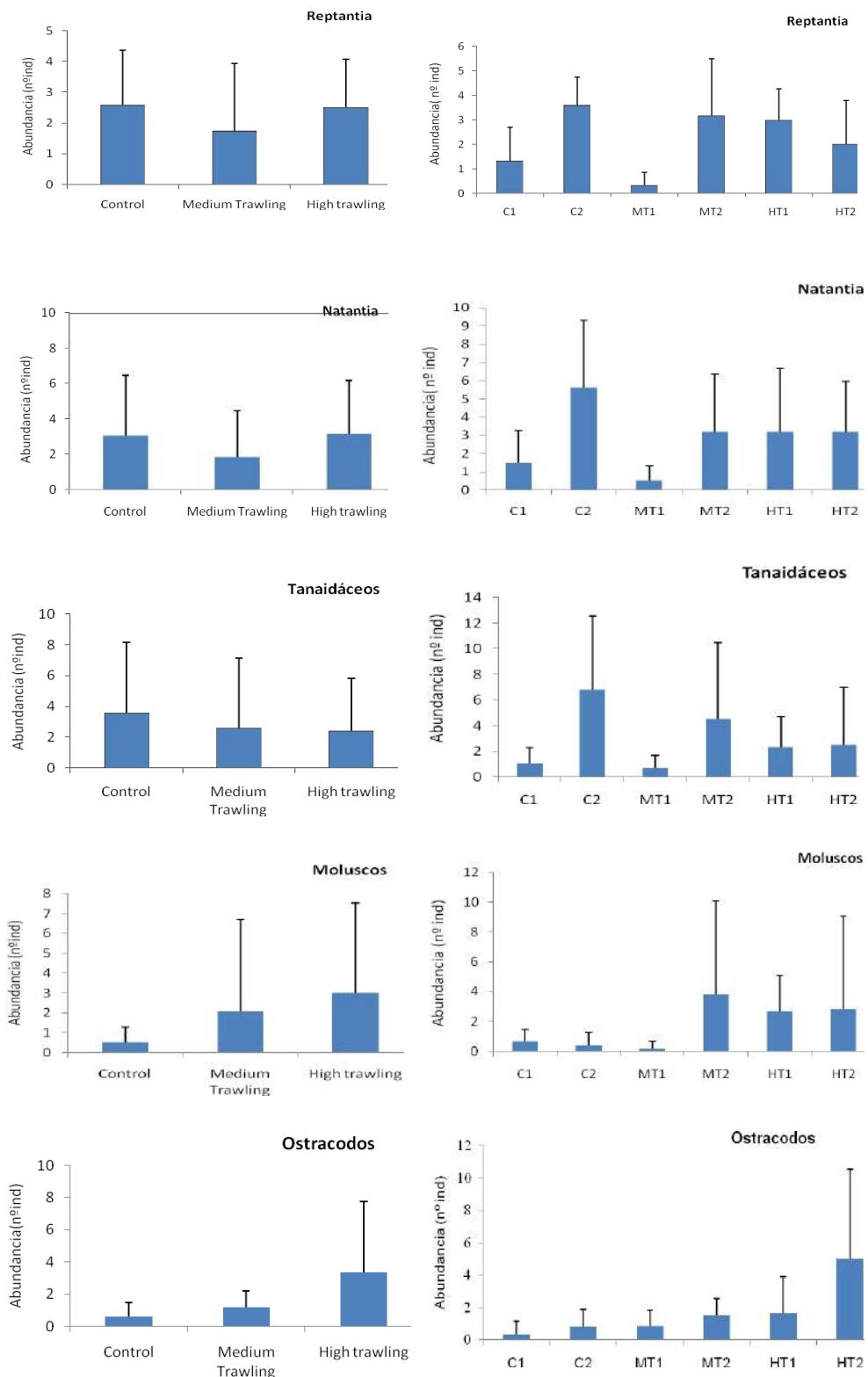
Grupos seleccionados	C	MT	HT
Poliquetos	44,50 $\pm$ 21,25	52,00 $\pm$ 20,06	70,00 $\pm$ 24,68
Anfípodos	20,42 $\pm$ 9,97	25,83 $\pm$ 17,28	33,33 $\pm$ 19,10
Nemátodos	8,67 $\pm$ 5,96	14,00 $\pm$ 11,27	22,00 $\pm$ 15,54
Isópodos	7,08 $\pm$ 5,55	7,08 $\pm$ 10,84	9,17 $\pm$ 6,00
Ofiuras	1,33 $\pm$ 1,07	2,00 $\pm$ 1,41	3,67 $\pm$ 3,08
Reptantia	2,58 $\pm$ 1,78	1,75 $\pm$ 2,18	2,50 $\pm$ 1,57
Natantia	3,08 $\pm$ 3,40	1,83 $\pm$ 2,62	3,17 $\pm$ 3,01
Tanaidáceos	3,58 $\pm$ 4,60	2,58 $\pm$ 4,56	2,42 $\pm$ 3,40
Ostrácodos	0,58 $\pm$ 0,90	1,17 $\pm$ 1,03	3,33 $\pm$ 4,40
Moluscos	0,50 $\pm$ 0,80	2,08 $\pm$ 4,60	3,00 $\pm$ 4,53
Cumáceos	0,92 $\pm$ 1,51	0,50 $\pm$ 0,67	0,67 $\pm$ 0,78
Huevo peces	2,33 $\pm$ 4,92	0,33 $\pm$ 0,65	1,92 $\pm$ 3,18
Erizos	1,92 $\pm$ 3,18	0,58 $\pm$ 0,79	0,08 $\pm$ 0,29
Copépodos harpacticoides	0,17 $\pm$ 0,39	0,5 $\pm$ 1,17	1,75 $\pm$ 2,30

Entre los grupos más importantes en abundancia (Figura 7.2.3), los poliquetos mostraron diferencias entre el nivel de impacto, pero en el test de comparaciones múltiples reveló que estas diferencias eran debidas, en el caso de poliquetos, a las fuertes diferencias entre las localidades C1 y HT2. Para los grupos de anfípodos e isópodos no hay diferencias a nivel localidad ni a nivel impacto, debido a la gran variabilidad entre muestras. En nemátodos existen diferencias significativas de las localidades control y poco impactadas (C1, C2, MT1) con la localidad HT2 impactada. Las diferencias en la abundancia de ofiuras resultó significativa conforme aumenta el nivel de impacto.

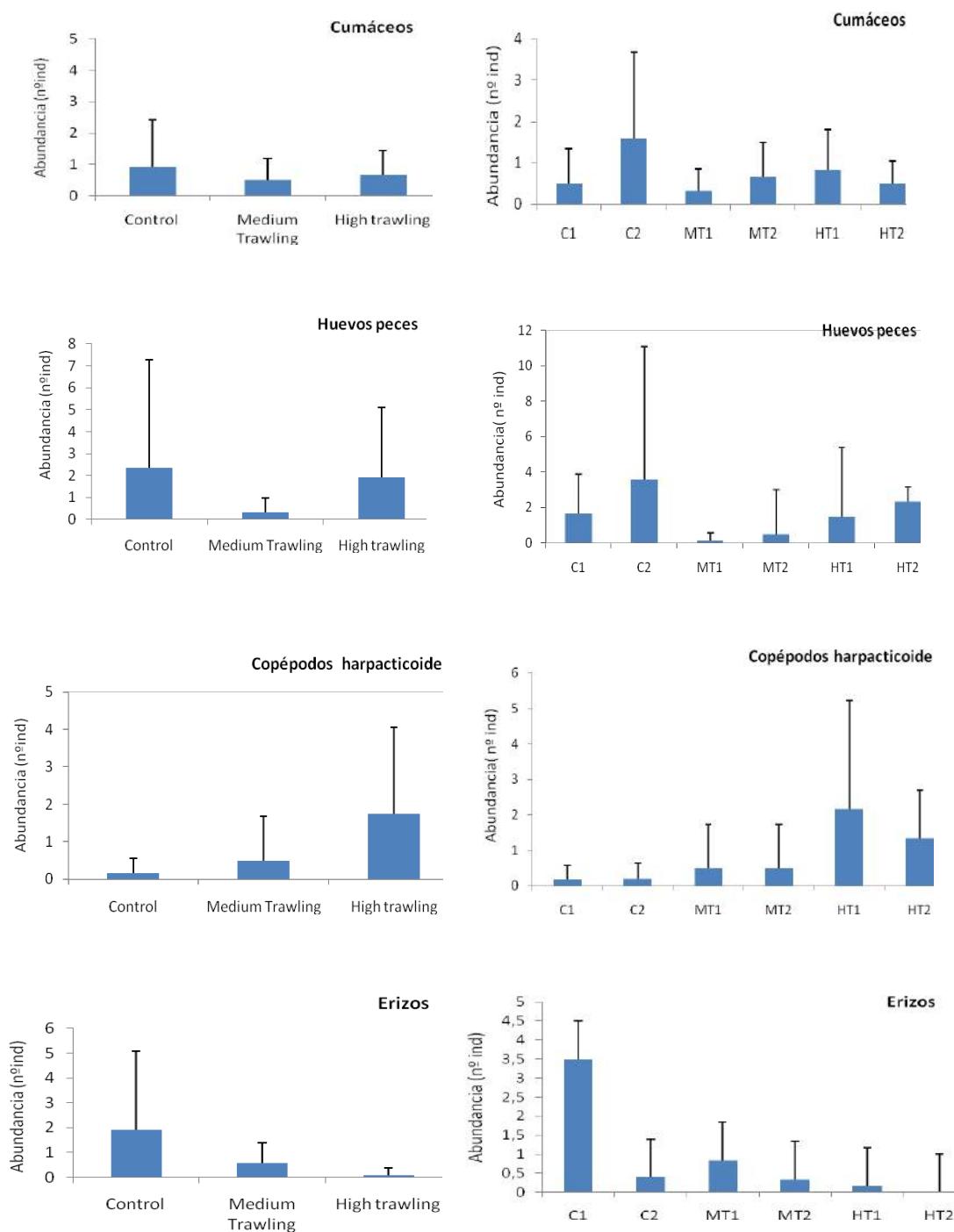
En un segundo bloque de grupos de macroinfauna se puede ver el patrón de abundancia de aquellos grupos con menor abundancia (Figura 7.2.4). Para el caso de Reptantia, su abundancia cambió a nivel de localidad, siendo destacable las diferencias entre C2 y MT1, que fueron estadísticamente significativas en los análisis de comparaciones múltiples. Para ostrácoda la diferencia está entre las localidades C1 y la HT2, afectando a las diferencias entre el factor impacto/control. Para natantia, tanaidáceos y moluscos no se detectaron diferencias significativas. Los copépodos harpacticoides mostraron diferencias significativas entre impacto/control, debido principalmente a las mayores abundancias en las localidades HT1 y HT2 (Figura 7.2.5). La abundancia de erizos fue mucho mayor en C1, lo que marcó también diferencias entre impacto/control. Para cumáceos y huevos de peces no existe significación, pero observamos más abundancia de estos dos grupos en las localidades control.



**Figura 7.2.3.-** Abundancia media y error estándar ( $nº$  indiv./ $0.01\ m^3$ ) de poliquetos, anfípodos, nemátodos, isópodos y ophiurias, atendiendo al factor impacto de arrastre (control, medio, alto) y en cada localidad del muestreo.

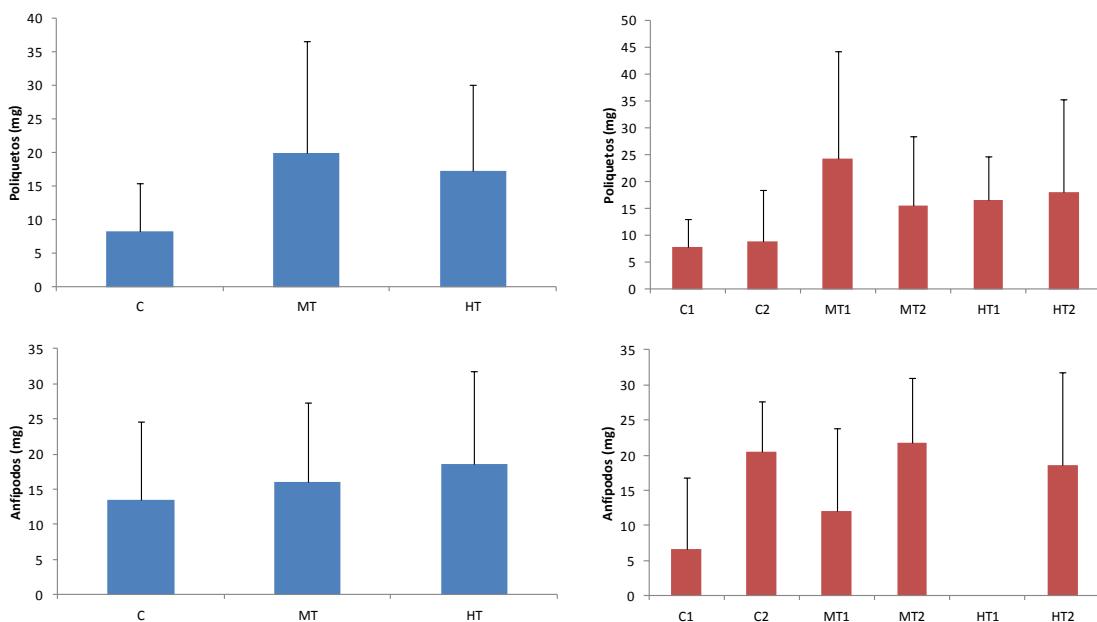


**Figura 7.2.4.-** Abundancia media y error estándar ( $n^o$  indiv/0.01 m $^3$ ) de reptantia, natantia, tanaidáceos, moluscos y ostrácodos, atendiendo al factor impacto de arrastre (control, medio, alto) y en cada localidad del muestreo.



**Figura 7.2.5.-** Abundancia media y error estándar (nº indiv/0.01 m<sup>3</sup>) de cumáceos, huevos peces, copépodos harpacticoides y erizos; atendiendo al factor impacto de arrastre (control, medio, alto) y en cada localidad del muestreo.

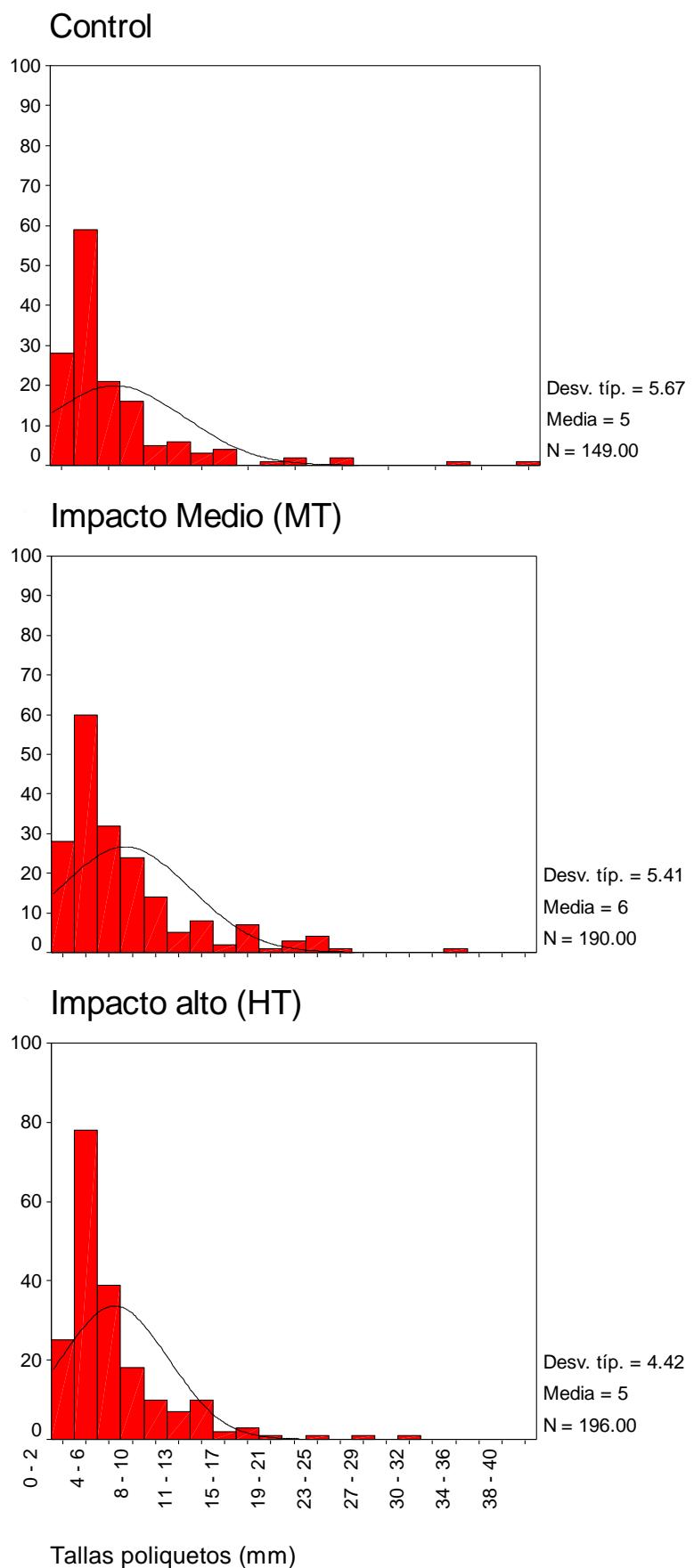
En cuanto a los cambios a nivel de biomasa de los grupos de poliquetos y anfípodos (Figura 7.2.6), los resultados de los test ANOVA no mostraron diferencias significativa ni para el factor impacto ni para el factor localidad, debido a las fuertes variaciones entre muestras. Sin embargo, se aprecia que la biomasa es ligeramente mayor en las localidades impactadas en ambos casos, aunque en anfípodos la localidad C2 también muestra unas elevadas biomassas.



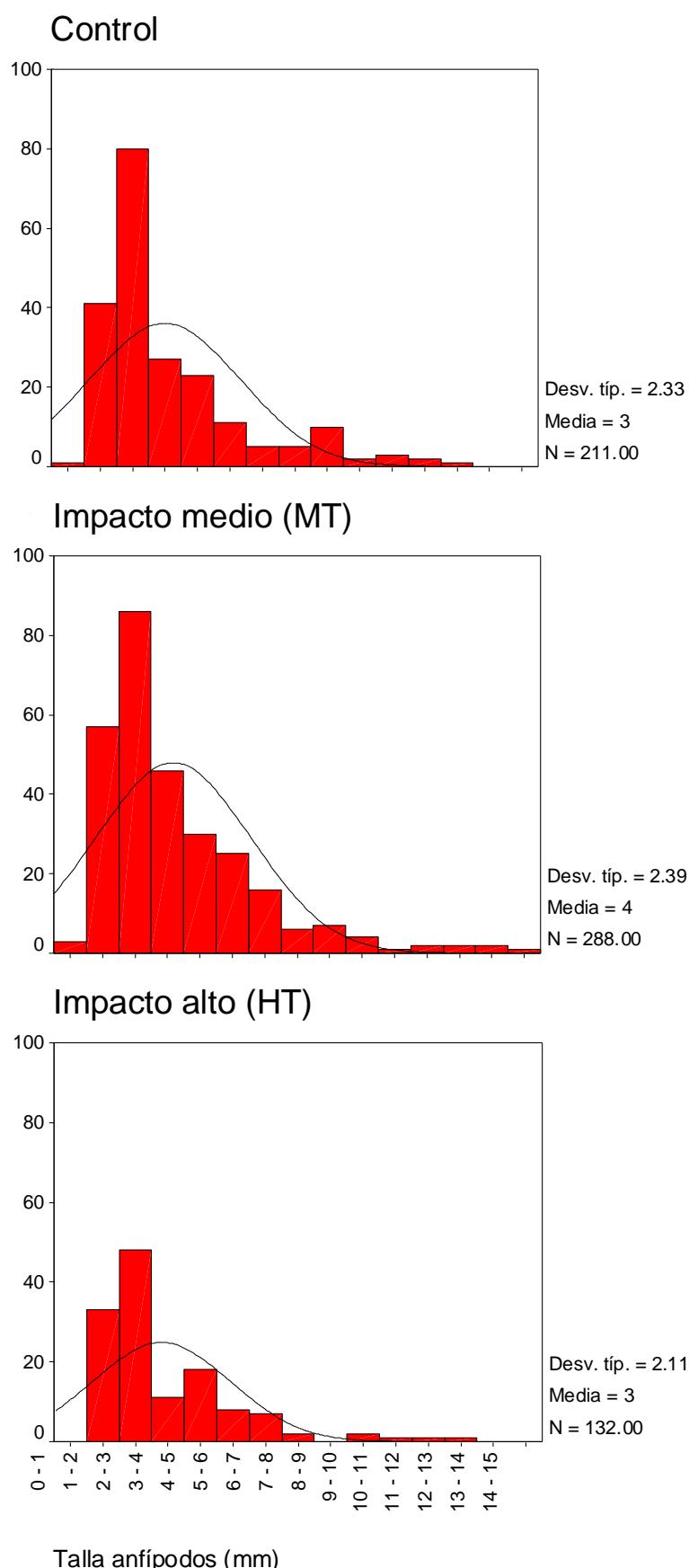
**Figura 7.2.6.-** Biomasa media y error estandardde poliquetos y anfípodos; en relación al factor nivel de impacto de arrastre (C: control, MT: medio, HT: alto) y en función de la localidad del muestreo.

Las tallas de poliquetos oscilaron entre 0.7 mm y 40 mm, siendo la frecuencia superior al 50 % en todos los casos para el intervalo de tallas 2- 4 mm (Figura 7.2.7). No se observan diferencias en el patrón de la distribución de frecuencias entre las clases de tallas cuando se compara entre los niveles de impacto. Se observa un ligero desplazamiento de la curva de distribución hacia la derecha en el caso del histograma de tallas del nivel de impacto medio (MT), con un valor medio de talla de 6 mm en comparación con 5 mm que resultó en los otros niveles de impacto. Esto puede explicar que la biomasa total de poliquetos de MT sea ligeramente superior aunque la abundancia es mayor en HT (Figura 7.2.6). También se observa un ligero aumento de tallas pequeñas en el caso de las localidades con elevado esfuerzo pesquero (HT).

En cuanto a los anfípodos, se trata de individuos de pequeño tamaño, cuyas tallas oscilan entre 0.5 y 15 mm. Las tallas más frecuentes se encuentran en los intervalos de 1-2 mm y 2-3 mm. Como en el caso anterior, las curvas de normalidad para las frecuencias de tallas tienen perfiles similares entre los diferentes niveles de impacto (Figura 7.2.8), aunque también se aprecia que en el nivel medio de impacto hay mayor frecuencia de tallas más grandes a 3 mm, que se traduce en un valor medio de 4 mm en comparación con los otros grupos de muestras (control y HT).



**Figura 7.2.7.-** Distribución de frecuencias de tallas (mm) de poliquetos para los diferentes niveles de impacto (control, medio y alto).



**Figura 7.2.8.-** Distribución de frecuencias de tallas (mm) de anfípodos para los diferentes niveles de impacto (control, medio y alto).

### 7.2.1.3. Factores que afectan la estructura de la comunidad endobentónica en fondos de maërl

Se analizaron las relaciones entre factores ambientales y abundancia de macrofauna mediante análisis multivariantes (RELATE, BIO-ENV). Las variables que se consideraron son: Latitud, Longitud, Profundidad, %Gravas, %Fango, %Materia Orgánica, Biomasa rodolitos ( $\text{g}/\text{500m}^2$ ), Biomasa algas blandas ( $\text{g}/\text{500m}^2$ ), Velocidad de corriente mínima y media anual ( $\text{m}/\text{s}$ ) y Intensidad de arrastre ( $n^o$  registros/cuadrícula  $3\times 3 \text{ km}$ ). En el análisis se eliminaron % Arena y Velocidad de corriente máxima anual por estar correlacionadas con %Gravas y Velocidad de corriente media, respectivamente. Se transformaron a log ( $x+1$ ) tanto los datos biológicos como ambientales, y estos últimos también fueron normalizados.

El análisis RELATE dio como resultado un índice de correlación significativo,  $\Phi= 0.345$  ( $p<0.001$ ) para la matriz de abundancia de macrofauna, siendo el conjunto de variables ambientales las que marcan la mayor correlación: Profundidad-Gravas-Fango-Velocidad de corriente mínima-Intensidad de pesca (BIO-ENV,  $\Phi= 0.469$ ). El conjunto de grupos de macrofauna que marcan la mayor correlación son: gasterópodos, isópodos, porífera, anfípodos y decápodos Natantia. A nivel individual las variables con mayores índices de correlación son: Profundidad ( $\Phi= 0.387$ ,  $p<0.001$ ), %Gravas ( $\Phi= 0.334$ ,  $p<0.001$ ), Velocidad corriente mínima ( $\Phi= 0.267$ ,  $p<0.001$ ) y Longitud ( $\Phi= 0.203$ ,  $p<0.001$ ), seguidas, con un índice de correlación menor de: Velocidad corriente media ( $\Phi= 0.198$ ,  $p<0.001$ ) y Biomasa rodolitos ( $\Phi= 0.168$ ,  $p<0.05$ ). El resto no mostró una correlación significativa.

En la tabla 7.2.4 se muestran los resultados de las correlaciones a nivel univariante. La abundancia total de macrofauna mostró una relación negativa con la profundidad y positiva con el porcentaje de gravas y la intensidad de arrastre. Similares resultados se ven para los poliquetos, nematodos y ostrácodos. En el caso de anfípodos, su abundancia está relacionada con la cantidad de gravas y de fango. Las variables que con más cantidad de grupos de fauna guardan relación son, de forma positiva, cantidad de fango y cantidad de gravas y, de forma negativa, profundidad. Únicamente para el caso de los erizos, la intensidad de arrastre afecta negativamente, siendo la única variable con la que este grupo se relaciona. La velocidad de la corriente afecta negativamente únicamente a los isópodos, siendo su efecto muy débil. La cantidad de materia orgánica afecta positivamente a los decápodos natantia y cumáceos y la cantidad de rodolitos a ofiuras, cumáceos y huevos de peces.

**Tabla 7.2.4.-** Resultado de las correlaciones (R de Pearson/p-valor) entre la abundancia de los grupos de macroinfauna y las variables ambientales. No se muestran las correlaciones no significativas.

Grupos seleccionados	D	Gr	Mu	OM	BRh	CV <sub>min</sub>	CV <sub>mean</sub>	Trawl
Poliquetos	-0.65***	0.50***						0.45***
Anfípodos		0.49**	0.35*					
Nemátodos	-0.50**							0.53***
Isópodos	-0.40*	0.58***	0.42**			-0.39*	-0.39*	
Ofiuras					0.35*			
Reptantia	-0.39*	0.34*	0.34*					
Natantia		0.63***	0.52**	0.51**				
Tanaidáceos		0.48**	0.35*					
Ostrácodos	-0.43**							0.52**
Bivalvia			0.52**					
Cumáceos				0.37*	0.34*			
Huevo peces					0.35*			
Larva peces			0.51**					
Erizos							-0.35*	
Total macroinfauna	-0.65***	0.50**					0.45***	

D= Profundidad (m); Gr= %Gravas; Mu= %Fango; OM= % Materia orgánica; BRh = Biomasa rodolitos (g/500m<sup>2</sup>); CV<sub>min</sub>= Velocidad de corriente mínima (m/s); CV<sub>mean</sub>= Media anual de velocidad de corriente (m/s); Trawl= Intensidad de arrastre= N° VMS/cell 3x3 km.

\* p<0.05; \*\* p<0.01; \*\*\* p<0.001

Los resultados de estos análisis permiten concluir que los poliquetos, crustáceos y moluscos son los grupos más abundantes en la macroinfauna de los fondos de maërl del canal de Menorca, como se ha constatado en otros trabajos en este tipo de fondos (De O Figueiredo et al., 2007). El patrón general en la estructura de los poblamientos fue similar entre localidades e independiente de la presión pesquera, lo cual puede explicarse por la homogeneidad en las condiciones ambientales y la estructura del maërl en los fondos estudiados, que no mostraron cambios significativos en su complejidad de hábitat. Sin embargo, los escasos muestreos realizados en los fondos de *Osmundaria* muestran mayores abundancias para los principales grupos (por ej.: poliquetos, anfípodos, nemátodos y oífuuras) y mayor riqueza de grupos y especies, así como una elevada densidad de huevos y larvas de peces. Esto puede explicarse por la mayor heterogeneidad ambiental que tendrían este tipo de fondos cuando se compara con los fondos de maërl estudiados, un lecho uniforme de rodolitos sometido a fuertes corrientes en profundidad. En los fondos de *Osmundaria* del canal de Menorca coexisten diferentes biocenosis de rodolitos y algas blandas, lo que genera una mayor disponibilidad de nichos ecológicos y recursos tróficos (ej. mayor cantidad de detritus vegetal, diferentes grupos de epifauna y macroinfauna, etc), siendo áreas de elevada biodiversidad (Barberá et al., 2012).

En este sentido, está demostrado que cambios estructurales del hábitat generaría cambios en la composición y diversidad de macroinfauna. Por ejemplo, Steller et al. (2003) demostró experimentalmente que los fondos de rodolitos incrementan la diversidad y abundancia de especies infaunales, epibénticas y crípticas en comparación con comunidades arenosas adyacentes. Cuando las algas rodocíticas calcáreas colonizan áreas sedimentarias, su presencia transforma las condiciones existentes incrementando la complejidad al incorporar substrato duro al medio. La forma y estructura de las especies formadoras del maërl están determinadas por las condiciones ambientales, como el efecto de las corrientes. En los lugares protegidos las formas de las algas son más variadas y complejas, creando oquedades y diversificando el espacio colonizable por el macrobentos. La correlación entre la composición del sedimento y la distribución de especies, estructura de la comunidad y diversidad está muy bien documentada. Se asume que el tamaño de grano medio y los sedimentos con diferente

granulometría presentan una diversidad mayor que los sedimentos de tamaño de grano grueso, fino u homogéneo. En este trabajo se ha evidenciado una fuerte correlación entre la abundancia y estructura de los poblamientos de macroinfauna con la profundidad, la cantidad de gravas y fango, siendo factores que afectan a gran cantidad de grupos en comparación a otros factores ambientales como la cantidad de algas y corrientes.

La intensidad del arrastre modifica a su vez las características del sedimento y puede tener un patrón espacial relacionado con la profundidad. En este caso coincide que la zona más impactada tiene una profundidad menor y mayor tamaño de grano, con lo cual los efectos de estas tres variables se pueden confundir. Aunque la abundancia de macroinfauna en general, como la de grupos abundantes como poliquetos, nemátodos y ostrácodos, muestran una correlación positiva con el arrastre, en este estudio no se ha podido demostrar la existencia de cambios significativos en la estructura de la comunidad de macroinfauna entre localidades con diferente grado de esfuerzo pesquero. Diversos trabajos evidencian que los efectos del impacto del arrastre sobre la macroinfauna es muy importante, con fuertes cambios espaciales a pequeña escala (Collie et al., 2000; Hinz et al., 2009). Giménez-Casalduero et al (2001) también encontraron diferencias, a nivel de familia, en los poblamientos de poliquetos ligados a fondos de maërl con diferente nivel de presión pesquera, observando una menor complejidad estructural y diversidad de grupos tróficos en las zonas impactadas por el arrastre. Sin embargo, también se señala en este trabajo que la diversidad de familias es mayor en las zonas impactadas. Esto puede ser una respuesta frecuente en zonas con una perturbación incipiente, donde se produce un desequilibrio. Las perturbaciones en una primera instancia pueden incrementar el número de nichos disponibles. Según MacCoy y Bell (1991) la estructura de hábitat es un factor ecológico de gran importancia, junto con otros factores bióticos como la competencia y la depredación. Sin embargo, en este estudio la variabilidad espacial en las condiciones ambientales es escasa, a pesar de los diferentes grados de esfuerzo pesquero a los que están sometidas las zonas estudiadas, lo cual puede reflejar que los efectos del impacto son leves, ya que en realidad el esfuerzo de pesca es relativamente bajo en comparación a otras zonas. En el canal de Menorca el esfuerzo de pesca es más intenso a profundidades mayores, entre 500 y 800 m de profundidad, dirigido a especies comerciales de mayor interés como la cigala y la gamba roja. En los fondos de plataforma estudiados la intensidad es comparativamente menor, lo que puede estar causando impactos incipientes cuyos efectos todavía no se pueden considerar crónicos.

La variación de la abundancia de macroinfauna en relación al grado del impacto de arrastre ha reflejado un aumento en algunos grupos oportunistas como poliquetos, ofiuras y nemátodos, que muestran cierta tolerancia a cambios físico-químicos del ambiente (Thistle, 1981, Warwick y Clarke, 1993). El arrastre perturba las primeras capas del sustrato y provoca la resuspensión de componentes finos del sedimento (Bridger, 1972; Churchill, 1989) con lo que se facilita el reciclaje de nutrientes y se incrementa el contacto entre el detritus y bacterias, que aumentan su producción. Esto da lugar a una mayor disponibilidad de recursos tróficos para los organismos de pequeño tamaño que habitan en el sedimento y la causa de la proliferación de ciertos grupos como los poliquetos o los copépodos harpacticoida (Jennings et al., 2001b).

La pesca de arrastre también puede disminuir la abundancia de peces en las áreas arrastradas, y por tanto se produce una reducción en la depredación sobre la macroinfauna (Hinz et al., 2009). Por otro lado, la presión pesquera genera una selección de los organismos de gran tamaño, disminuyendo así la competencia (Bergman y Van Santbrink, 2000; Kaiser y Groot, 2000; Jennings et al. 2001b). En estos trabajos se ha demostrado que la mayor frecuencia de tallas pequeñas de poliquetos en las zonas arrastradas puede estar relacionada con la proliferación de organismos colonizadores para reemplazar la pérdida de macrofauna causada por el impacto (Bergman y van Santbrink, 2000; Jennings et al., 2001b). Estos ejemplares pequeños con altas tasas intrínsecas de crecimiento reducen

la vulnerabilidad al arrastre (Bergman y Santbrink, 2000) y son capaces de sostener la alta mortalidad. Estudiando la biomasa de poliquetos y anfípodos no hemos encontrado cambios significativos, a pesar de que estudios parecidos demuestran que la biomasa es la variable más afectada ante el arrastre (Hinz et al., 2009). Pero sí observamos que los anfípodos y poliquetos de tallas grandes son menos abundantes en las localidades impactadas, influyendo en la biomasa, ya que los organismos de gran tamaño son los que primeramente desaparecen (Jennings et al., 2001b).

En general, se puede decir que los cambios detectados en la macrofauna son respuestas tempranas al impacto, debido a que el grado de esfuerzo pesquero no ha sido muy intenso en las zonas estudiadas. Sin embargo hay que tener en cuenta que los cambios crónicos en la composición de la macrofauna debido al arrastre pueden tener graves consecuencias en el funcionamiento de los ecosistemas, ya que afecta a la disponibilidad de alimento y a las cadenas tróficas, produciendo efectos cascada que llevan a una alteración de las interacciones predador-presa y los consiguientes cambios en la ecología trófica (Jennings y Kaiser 1998). La macrofauna puede ser un indicador de alerta temprana del impacto del arrastre ya que, como se ha visto en otros estudios, reflejan y toleran cambios que se producen por los efectos inmediatos del efecto del arrastre sobre el sedimento o en los niveles de sedimentación y turbidez.

## 7.2.2. Comunidades suprabentónicas

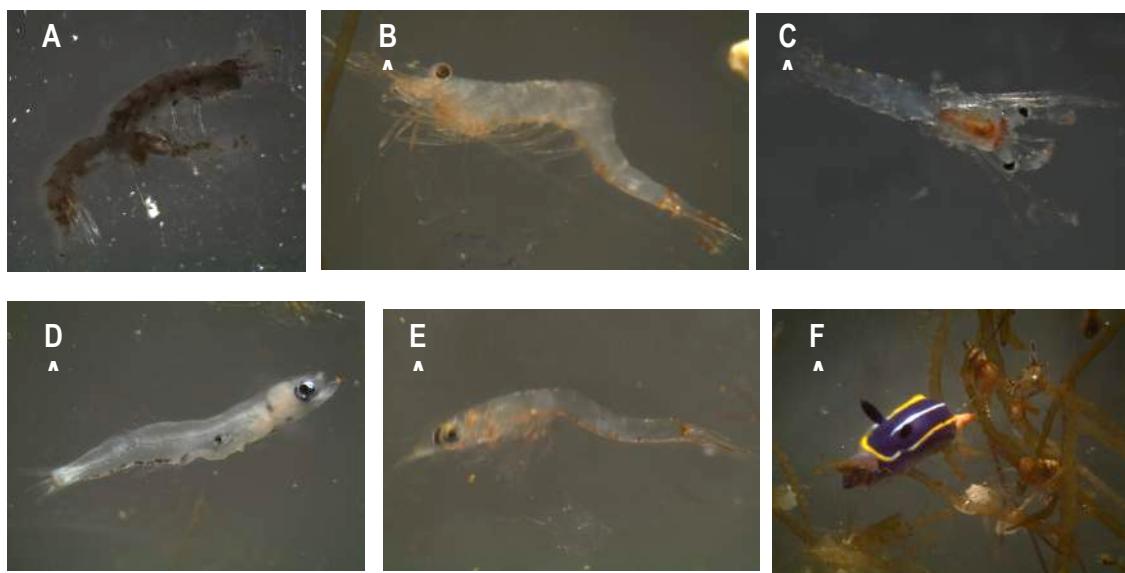
### 7.2.2.1. Composición taxonómica de los poblamientos suprabentónicos

La abundancia y composición taxonómica de los poblamientos suprabentónicos (o hiperbentónicos) en el canal de Menorca se muestra en la tabla 7.2.5, separándolos en diferentes categorías según su relación con el bento: i) organismos típicamente suprabentónicos, es decir, organismos que nadan sobre el substrato, con el que se relacionan permanentemente durante todo el ciclo de vida (crustáceos peracáridos, peces juveniles y adultos, decápodos adultos); ii) organismos pertenecientes al zooplancton, que pueden vivir parte de su ciclo de vida sobre el substrato, por lo tanto pueden ser considerados suprabentónicos o zooplánctónicos dependiendo de su estadio larvario (ej.: larvas de peces y larvas de decápodos) o aquellos que están más ligados a la columna de agua, como zooplancton (ej.: copépodos, cladóceros, quetognatos, etc.); y iii) organismos propios del epibentos-infauna, que han sido también abundantes en las muestras (ej.: gasterópodos, ofiuras, opistobranquios, etc.) (Figura 7.2.9), y que se han recolectado ya que se trata de epifauna vágil asociada a las algas erectas, pero que se considera que no han sido bien muestreados.

Las muestras del suprabento de la red inferior (entre 10-50 cm sobre el substrato) muestran una mayor abundancia de todos los grupos, por lo que solo se utilizaron estos datos para los análisis estadísticos. En algunos casos es notable, como los grupos típicamente suprabentónicos, en concreto los misidáceos y anfípodos, y algunos grupos del zooplancton, como quetognatos, copépodos, larvas de decápodos, larvas y huevos de peces y tintínidos (Tabla 7.2.5). Para el caso del epibentos destacar la gran cantidad de gasterópodos y opistobranquios de pequeño tamaño que, como herbívoros, se capturan en grandes cantidades debido a que están ligados al estrato foliar de las algas erectas (Figura 7.2.9).

**Tabla 7.2.5.-** Densidades (ind/100 m<sup>3</sup>) de los grupos de suprabentos en los fondos de la plataforma del canal de Menorca. Las muestras fueron obtenidas con trineo suprabentónico modelo Macer-Giroq con dos redes superpuestas y una luz de malla de 250 µm. La red inferior captura la capa situada sobre el substrato entre 10-50 cm y la red superior entre 50-90 cm.

		Red inferior (n=51)		Red Superior (n= 46)	
		Media	SE	Media	SE
Suprabenthos	Mysidacea	11.9	± 2.6	1.3	± 0.3
Suprabenthos	Amphipoda	9.3	± 3.3	0.9	± 0.3
Suprabenthos	Isopoda	5.7	± 0.7	3.3	± 0.4
Suprabenthos	Natantia	2.9	± 0.6	0.1	± 0.0
Suprabenthos	Cumacea	0.1	± 0.0	0.0	± 0.0
<b>Total suprabentos</b>		<b>29.7</b>	<b>± 5.0</b>	<b>5.5</b>	<b>± 0.6</b>
Zooplanc/Suprab	Decapoda (Larvae)	17.1	± 2.1	4.5	± 0.8
Zooplanc/Suprab	Pisces (Larvae)	11.3	± 2.3	2.3	± 0.5
Zooplanc/Suprab	Pisces (Egg)	4.9	± 0.8	2.3	± 0.5
Zooplanc/Suprab	Ascidiae (larvae)	0.0	± 0.0	0.0	± 0.0
Zooplancton	Copépoda	29.1	± 4.6	5.2	± 0.6
Zooplancton	Chaetognatha	9.5	± 1.6	1.4	± 0.3
Zooplancton	Thaliacea	8.2	± 1.3	1.6	± 0.3
Zooplancton	Siphonophorae	3.7	± 0.4	1.0	± 0.1
Zooplancton	Cladocera	0.8	± 0.5	0.0	± 0.0
Zooplancton	Pteropoda	0.5	± 0.1	0.1	± 0.0
Zooplancton	Ostráculo	0.3	± 0.1	0.1	± 0.0
Zooplancton	Cnidaria	0.1	± 0.1	0.0	± 0.0
Zooplancton	Euphausiacea	0.1	± 0.0	0.0	± 0.0
Zooplancton	Paralavae	0.1	± 0.0	0.0	± 0.0
Zooplancton	Apendicularia	0.0	± 0.0	0.0	± 0.0
Zooplancton	Ctenophora	0.0	± 0.0	0.0	± 0.0
Micro-zooplancton	Tintinnidae	20.2	± 2.1	6.5	± 0.9
Micro-zooplancton	Radiozoa	0.7	± 0.3	2.4	± 1.7
Micro-zooplancton	Foraminifera	0.0	± 0.0	0.9	± 0.9
<b>Total zooplancton</b>		<b>106.6</b>	<b>± 9.6</b>	<b>28.6</b>	<b>± 3.4</b>
<b>Total suprabentos y zooplancton</b>		<b>136.3</b>	<b>± 11.9</b>	<b>34.1</b>	<b>± 3.5</b>
Epibenthos	Gasteropoda	44.5	± 11.7	1.2	± 0.4
Epibenthos	Decapoda-ermitaños	2.2	± 2.1	0.0	± 0.0
Epibenthos/Infauna	Polychaeta	0.8	± 0.2	0.2	± 0.1
Epibenthos/Infauna	Bivalvia	0.3	± 0.1	0.1	± 0.0
Epibenthos	Ophiuroidea	0.3	± 0.1	0.1	± 0.0
Epibenthos/Infauna	Decapoda-cangrejos	0.2	± 0.1	0.0	± 0.0
Epibenthos	Opistobranchia	0.1	± 0.1	0.0	± 0.0
Epibenthos	Nudibranchia	0.0	± 0.0	0.0	± 0.0
Epibenthos/Infauna	Tanaidacea	0.0	± 0.0	0.0	± 0.0
<b>Total epibentos/Infauna</b>		<b>48.4</b>	<b>± 12.2</b>	<b>1.6</b>	<b>± 0.4</b>

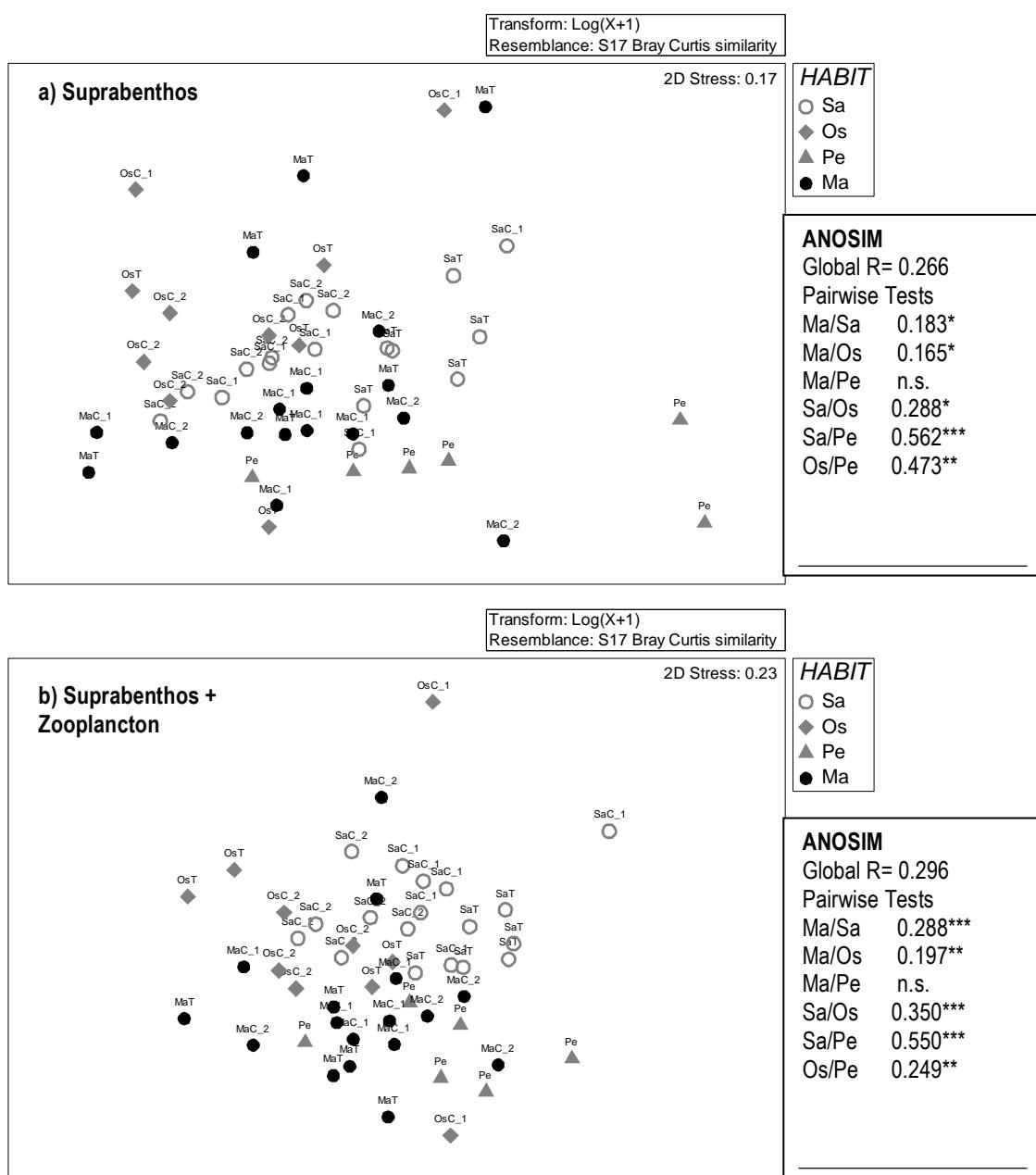


**Figura 7.2.9.-** Imágenes de algunos grupos taxonómicos abundantes en las muestras del suprabentos del canal de Menorca. A: anfípodo, B: decápodo adulto, C: larva de ermitaño, D: larva de pez, E: misidáceo, F: opistobranquio.

### 7.2.2.2. Variabilidad espacial en el suprabentos y su relación con variables ambientales

El análisis multivariante de las muestras de suprabentos (red inferior) se realizó en base a dos aproximaciones: una utilizando la matriz de abundancias con una selección de grupos suprabentónicos permanentes (Amphipoda, Cumacea, Isopoda, Mysidacea y Natantia) y otra con todos los grupos de suprabentos y zooplancton. En ambos casos, la similitud en la estructura de la composición de las muestras fue muy elevada, como se puede apreciar en el gráfico MDS (Figura 7.2.10). El test ANOSIM realizado para los grupos de muestras dependiendo del sector del canal de Menorca con diferentes hábitats (Sa, Os, Pe y Ma) muestra que las diferencias existen, pero son más importantes en el caso del contraste entre Sa/Os, Sa/Pe y Os/Pe, para ambas aproximaciones. Cuando se introducen como variables los grupos de zooplancton se agudizan las diferencias entre los pares de grupos de muestras.

El análisis RELATE y BIO-ENV mostró diferente grado de relación entre la matriz de variables ambientales y biológicas dependiendo de la aproximación, es decir, si se utilizaba abundancia del suprabentos estricto o suprabentos/zooplancton. También se realizó el análisis RELATE utilizando una selección de variables ambientales que individualmente mostraron una correlación significativa con la matriz de variables biológicas (Tabla 7.2.6, variables 2, 3, 5, 7, 11, 12, 14 y 15). El valor de correlación global ( $\Phi$ ) fue más elevado cuando se utilizó la matriz de abundancias de grupos estrictamente suprabentónicos y especialmente cuando se utilizó una matriz de variables ambientales seleccionadas (RELATE). El análisis individual de variables ambientales también mostró que los valores de correlación son mayores en el caso del suprabentos estricto, excepto para la variable Latitud. Las variables que mayor correlación mostraron fueron %fango y longitud, seguidas de biomasa de algas blandas, latitud y cobertura de algas blandas. Con valores de correlación significativa más bajos están la media de la velocidad de corriente y la intensidad de arrastre. En el caso del suprabentos, el conjunto de variables que mejor correlacionaron con la matriz biológica fue la latitud, %fango y velocidad de corriente media. En el caso de suprabentos/zooplancton fueron las mismas variables más la cobertura de algas blandas.

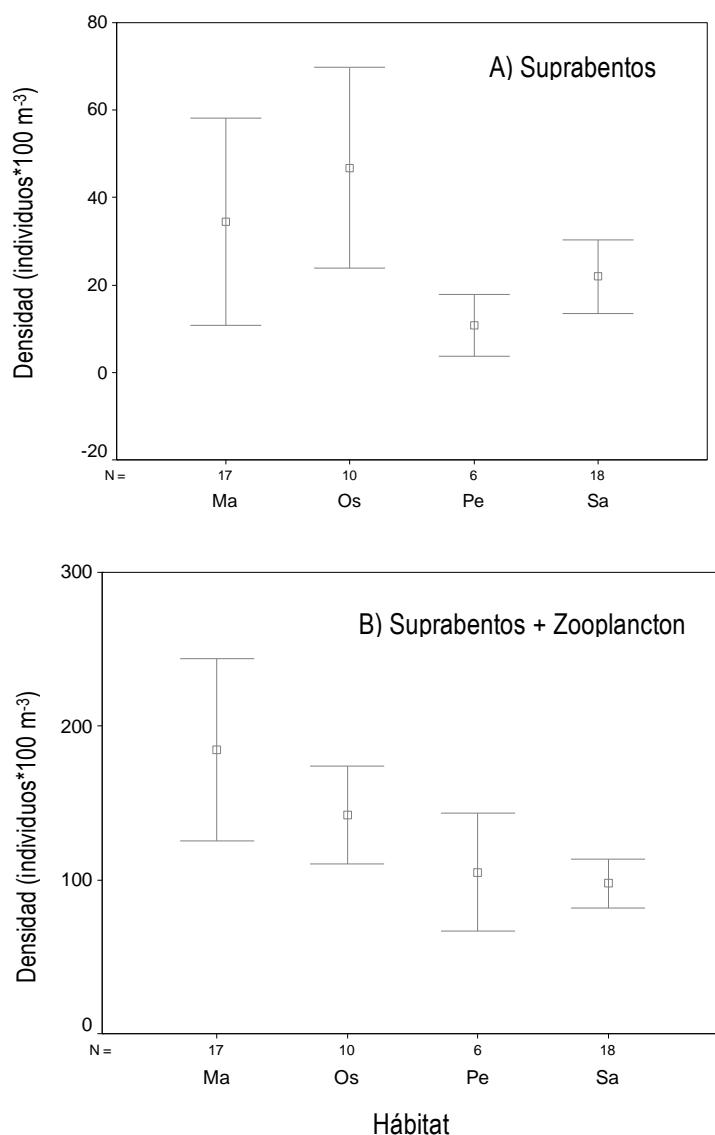


**Figura 7.2.10.-** Resultados del análisis multivariante MDS y ANOSIM de las muestras del suprabentos comparando diferentes hábitats: Sa= Arena, Os=fondos de Osmundaria, Pe=fondos de *Peyssonnelia* sp. y Ma=fondos de maërl/rodolitos. El análisis se basó en la matriz de abundancias de los grupos a) suprabentónicos permanentes (Amphipoda, Cumacea, Isopoda, Mysidacea y Natantia) y b) grupos de suprabentos permanentes y grupos de zooplancton que tengan una frecuencia de aparición superior al 5% (Chaetognatha, Cladocera, Copepoda, larvas de Decapoda, Ostracodo, Paralavae de Cephalopoda, huevos y larvas de peces, Pteropoda, Siphonophorae y Thaliacea).

**Tabla 7.2.6.-** Resultados del análisis RELATE y BIO-ENV para las muestras de suprabentos. Se muestran los valores de correlación de Spearman según dos aproximaciones en el análisis, utilizando la matriz de abundancia de suprabentos estricto (permanente) o utilizando la matriz de abundancia de suprabentos y una selección de grupos de zooplancton (ver grupos seleccionados en Figura 7.2.10).

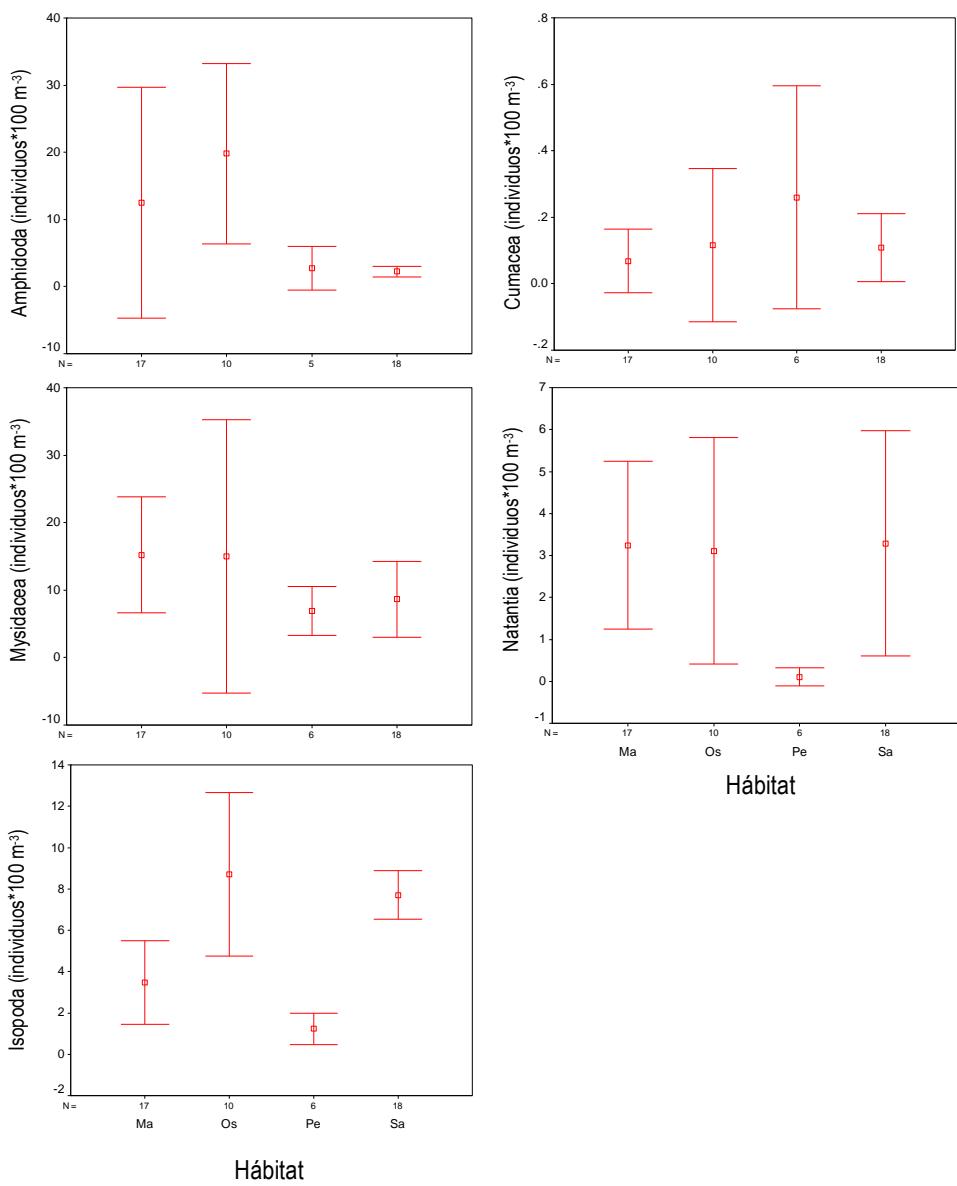
	Estadístico Correlación Spearman ( $\Phi$ )	
	Supra.	Supra./ Zooplanton
<b>RELATE</b>		
Todas la variables ambientales	0.216*	n.s.
Variables ambientales seleccionadas	0.338***	0.252**
<b>Variables ambientales seleccionadas</b>		
1. Profundidad	n.s.	n.s.
2. Latitud	0.184**	0.205**
3. Longitud	0.264**	0.215**
4. Biomasa rodolitos	n.s.	n.s.
5. Biomasa algas blandas	0.191*	0.183*
6. Materia orgánica (en sedimento)		
7. Fango (%)	0.265*	0.199*
8. Nº de parches hábitat	n.s.	n.s.
9. Tamaño de los parches hábitat	n.s.	n.s.
10. % Cobertura rodolitos	n.s.	n.s.
11. % Cobertura algas blandas	0.176*	n.s.
12. Velocidad corriente media (Mean Vc)	0.154*	0.115*
13. Velocidad corriente mínima (Min Vc)	n.s.	n.s.
14. Intensidad esfuerzo (Registros VMS / celda 500mx500m)	0.126*	0.097*
<b>BEST</b>		
	2-7-12	2-7-11-12-14
	$\Phi = 0.301$	$\Phi = 0.354$

Los análisis univariantes de comparación de medias entre hábitats (ANOVA) indicaron que no existen diferencias entre hábitats y localidades para el suprabentos permanente, con una densidad media de 29.7 ind/100 m<sup>3</sup>, aunque se observan mayores valores en los fondos de maërl/rodolitos y fondos de *Osmundaria* (Figura 7.2.11a). Sin embargo, considerando la densidad de suprabentos/zooplancton, con una media de 136.3 ind/100 m<sup>3</sup>, se observaron ligeras diferencias entre hábitats (ANOVA, p<0.05), pero no entre localidades. Estas diferencias se deben básicamente a la comparación entre maërl/rodolitos y detrítico costero sin vegetación (SNK, p<0.05) (Figura 7.2.11b).



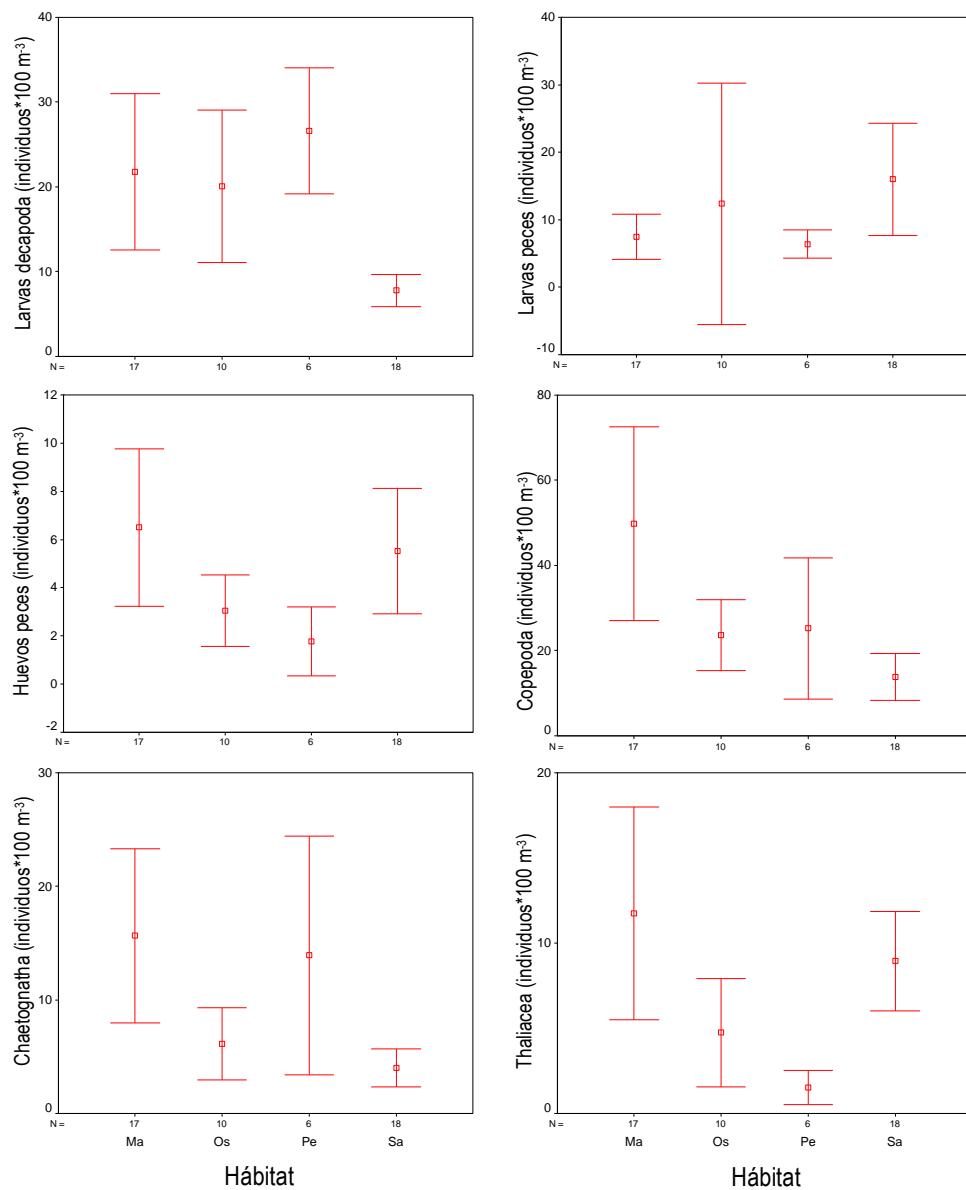
**Figura 7.2.11.-** Densidad de suprabentos en 4 sectores del canal de Menorca con diferentes hábitats. Se muestran los resultados de la red inferior del trineo suprabentónico obtenidas en: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detritico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe). **A:** suprabentos permanente (Amphipoda, Cumacea, Isopoda, Mysidacea y Natantia); **B:** suprabentos permanente y grupos de zooplancton (Chaetognatha, Cladocera, Copepoda, larvas de Decapoda, Ostracodo, Paralavae de Cephalopoda, huevos y larvas de peces, Pteropoda, Siphonophorae y Thaliacea).

A nivel de grupo taxonómico, dentro de los grupos del suprabentos permanente misidáceos y anfípodos fueron los más abundantes (11.9 y 9.3 ind/100m<sup>3</sup>, respectivamente) y no mostraron diferencias significativas en el ANOVA, aunque son ligeramente más abundantes en los fondos de maërl/rodolitos y fondos de *Osmundaria* (Figura 7.2.12). Los isópodos mostraron una densidad media de 5.7 ind/100m<sup>3</sup>, con diferencias significativas entre hábitats ( $p<0.001$ ) siendo mayor en los fondos de *Osmundaria* y menor en los fondos de *Peyssonnelia* (SNK)(Figura 7.2.12). El grupo de los Natantia, con una media de 2.9 ind/100m<sup>3</sup>, no mostró un patrón definido, aunque su densidad fue menor en fondos de *Peyssonnelia*. El grupo de cumáceos resultó en una densidad muy baja (0.1 media de 5.7 ind/100m<sup>3</sup>) y tampoco mostró diferencias significativas entre hábitats.



**Figura 7.2.12.-** Densidad de diferentes grupos de suprabentos permanente en 4 sectores del canal de Menorca. Se muestran los resultados de la red inferior del trineo suprabentónico obtenidas en: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detrítico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe).

En cuanto a los grupos del suprabentos con un carácter más planctónico (Figura 7.2.13), copépodos, larvas de decápodos y larvas de peces fueron los grupos más abundantes con valores medios de 29.1, 17.1 y 11.3 ind/100m<sup>3</sup>, respectivamente, que fueron significativamente menos abundantes en los fondos sin cobertura vegetal (Sa) (ANOVA, P<0.01). Los huevos y larvas de peces no mostraron un patrón significativo. Los copépodos presentaron cambios significativos, siendo más abundantes en los fondos de maërl/rodolitos en comparación con los fondos sin cobertura vegetal (Sa) (SNK, P<0.05). También los quetognatos mostraron este patrón (SNK, P<0.01) y los taliáceos no mostraron diferencias significativas entre hábitats.



**Figura 7.2.13.-** Densidad de diferentes grupos de suprabentos/zooplanton en 4 sectores del canal de Menorca. Se muestran los resultados de la red inferior del trineo suprabentónico obtenidas en: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detrítico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe).

El análisis de correlaciones a nivel univariante (Tabla 7.2.7.) mostró que la profundidad y las coordenadas geográficas (Latitud y Longitud) fueron las variables que se correlacionaron con un mayor número de grupos del suprabentos. Las variables materia orgánica, %gravas, nº y tamaño de los parches de vegetación y % cobertura rodolitos no se correlacionaron con la abundancia de ningún grupo. La biomasa y cobertura de algas respondieron de forma diferente, y solamente en el caso de los taliáceos la relación fue significativa y negativa tanto para la biomasa como la cobertura de algas blandas. En el caso de la corriente tampoco hubo un patrón general de respuesta de los grupos del suprabentos: la media se correlacionó positivamente con cladóceros, la mínima con anfípodos. El arrastre mostró una relación inversa con el total de suprabentos permanente, isópodos y Natantia.

El suprabentos permanente mostró correlación negativa con la presión de arrastre, con la moda de la velocidad de la corriente y el porcentaje de algas blandas, mientras que la relación fue positiva con el tamaño medio del grano de sedimento. Las correlaciones más elevadas fueron para los isópodos, con una relación inversa con la profundidad, la longitud, % cobertura algas blandas y el arrastre, mientras que fue positiva para el tamaño de grano del sedimento y la latitud. Las larvas de decápodos mostraron importantes correlaciones positivas con la profundidad, longitud, biomasa de algas blandas y %fango, mientras que fue negativa para el caso del tamaño de grano del sedimento. Las larvas de peces no mostraron ninguna correlación significativa, mientras que los huevos de peces guardaron relación negativa con la profundidad, la latitud y la longitud.

**Tabla 7.2.7.-** Correlaciones de Pearson ( $R$ ,  $n= 51$ ) entre abundancia de grupos del suprabentos y zooplancton y variables ambientales. Se muestran solo los valores que resultaron significativos, donde el nivel de significación se indica como: \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$  y \*\*\* $p<0.001$ .

	D	Lat	Long	BRh	Bs	$\Phi$	Mu	Soft	CV Mean	CV Min	Trawl
Amphipoda		0.343 *							0.348 *		
Cumacea				-0.359 **			0.349 *				
Isopoda	-0.382 **	0.319 *	-0.446 ***			0.556 ***		-0.389 **		-0.424 **	
Natantia				*						-0.294 *	
Chaetognatha		-0.299 *	0.284 *								
Cladocera									0.396 **		
Decapoda (Larvae)	0.375 **		0.480 ***		0.377 **	-0.434 ***	0.392 **				
Ostracodo	0.410 **				-0.280 *						
Pisces (Egg)	-0.507 ***	-0.358 **	-0.311 *								
Siphonophorae	0.304 *										
Thaliacea		-0.392 **	-0.509 ***		-0.345 *		-0.405 **	-0.263 *			
Suprabenthos Permanente					0.350 **		-0.289 *			-0.379 **	

D= profundidad, Lat= Latitud, Long= Longitud, BRh= Biomasa Rodolitos, Bs= Biomasa algas blandas,  $\Phi$  = diámetro medio de las partículas del sedimento ( $\mu\text{m}$ ), Mu= porcentaje de fango, Soft= porcentaje cobertura de algas blandas, CVmean= velocidad corriente media (m/s), CVmin: velocidad corriente mínima (m/s), y Trawl= nº medio de registros de VMS años 2005-2010 por celdas de 500 x 500 m.

Este estudio muestra los primeros resultados referentes al suprabentos de fondos detríticos en Baleares, donde existen estudios previos realizados en fondos someros (Box et al. 2008; Castejón-Silva et al., 2012) y en fondos profundos (Cartes et al., 2003, 2008, 2011, Madurell et al., 2008). Como conclusiones se puede decir que en la composición taxonómica del suprabentos en los fondos de la plataforma del canal de Menorca dominan los grupos estrictamente suprabentónicos, los copépodos y otros grupos que, aunque se definen como planctónicos, como es el caso de las larvas de decápodos y huevos y larvas de peces, pueden estar formados por individuos en un estadio larvario que se encuentra más ligado al bentos, como por ejemplo, larvas de góbidos en un estadio muy avanzado. En comparación con el estudio realizado en fondos de plataforma continental del Mediterráneo por Cartes et al. (2007), en fondos sedimentarios fangosos a -50 m de profundidad frente al Delta del Ebro, la composición fue similar, pero la densidad en general, y especialmente de misidáceos, fue menor. Por ejemplo, mientras que en este trabajo la densidad de misidáceos fue  $12 \text{ ind}/100\text{m}^2 = 30 \text{ ind}/100\text{m}^3$ , en el trabajo del citado autor fue superior a  $400 \text{ ind}/100\text{m}^2$ . Posiblemente esto está relacionado con las diferentes condiciones en cuanto a granulometría y materia orgánica, que son superiores frente al Delta del Ebro y las fuertes corrientes en el canal de Menorca. De hecho, se deduce de los resultados de este trabajo que la densidad de suprabentos permanente está inversamente relacionada con la velocidad de la corriente. Dauvin et al. (2011) en fondos detríticos a -50 m en el *English Channel* obtuvo unas densidades de  $55 \text{ ind}/100\text{m}^3$ , donde dominaron los anfípodos y misidáceos. En este estudio se evidencia que los factores que más afectan a los poblamientos del suprabentos está relacionado con entradas de materia orgánica y concentración de Chl-a, por lo tanto disponibilidad de alimento.

La densidad en la red superior fue muy baja, donde se obtiene como máximo una densidad de  $7 \text{ ind}/100\text{m}^3$ , por lo que finalmente todos los análisis se realizaron con los datos de la red inferior. Posiblemente esta baja abundancia se debe a que la mayoría de muestras se realizaron por la tarde, pero antes del ocaso. Hay muchas especies del suprabentos que realizan migraciones nictimerales y que cuando anocchece suben a las capas superiores de la columna de agua.

Aunque en este informe no se presentan datos sobre la abundancia a nivel de especie, por ejemplo la composición de misidáceos identificados es similar que en el trabajo de Cartes et al. (2007) en el Delta del Ebro. En el canal de Menorca se han identificado hasta el momento 13 especies: *Anchialina agilis*, *Boreomysis arctica*, *Erythrops elegans*, *Gastrossacus sanctus*, *Gastrossacus* sp., *Leptomysis gracilis*, *L. lingvura*, *Mysidopsis didelphy*, *M. gibbosa*, *Paramysis helleri*, *Siriella clausii*, *S. jaltensis*, *S. norvegica*; y existen 5 especies que todavía no han sido identificadas. La especie dominante, representando el 80% de las muestras, fue *Leptomysis gracilis*.

La variabilidad espacial en el suprabentos fue muy débil, tanto a nivel de densidad como en composición. Tanto los análisis multivariantes como univariantes coinciden en diferencias en la composición de las muestras de detrítico costero sin cobertura algal con el resto de hábitats y especialmente en contraste con la composición de los fondos de *Peyssonnelia*. Estas diferencias, además, se agudizaron cuando se consideraron únicamente los grupos de suprabentos permanentes, sugiriendo que este componente guarda una mayor relación con el tipo de hábitat. Las variables ambientales analizadas que más afectan a la composición de las muestras fueron el porcentaje de fango, las coordenadas geográficas, la velocidad de la corriente, biomasa y cobertura de algas blandas y la presión pesquera. Estas conclusiones se confirmaron con los análisis de correlaciones a nivel univariante teniendo en cuenta la densidad del suprabentos, aunque en este caso también tiene una fuerte relación con la profundidad.

Además de estos factores, la distribución espacial del suprabentos puede estar afectada por otras variables ambientales que no se han analizado, como la temperatura, turbidez, descargas de ríos, salinidad y mareas (Cartes et al., 2007; Mees et al., 1993). Dependiendo de la latitud y la profundidad el

suprabentos puede presentar picos de abundancia condicionado por la conexión entre la abundancia de suprabentos y la disponibilidad de alimento (Mees et al., 1993; Cartes y Sorbe, 1998). Por ejemplo, especies de misidáceos como *Boreomysis arctica* y *Anchialina agilis* consumen fitoplancton en la columna de agua o el fitodetritus acumulado en el sedimento y muestran picos de abundancia a principios de verano.

Las diferencias entre las muestras obtenidas en fondos sin algas y fondos de *Peyssonnelia* se deben principalmente a diferencias en la densidad de decápodos, quetognatos y copépodos, que fueron mucho más bajas en los fondos sin vegetación. En general se observa que la mayoría de grupos, aunque no sean estadísticamente significativas, son más abundantes en los fondos de maërl y fondos de *Osmundaria*, que estructuralmente son más complejos y presentan mayor variedad de microhabitats y recursos tróficos. Sin embargo algunos grupos como larvas de peces e isópodos mostraron ligeros incrementos en su abundancia en fondos de arena con escasa cobertura algal.

*Osmundaria* se caracteriza por un sedimento más grueso y gran cantidad de algas blandas erectas, mientras que *Peyssonnelia* tiene sedimento más fino y algas en forma de "costras". Esto puede tener una fuerte influencia sobre algunos grupos del suprabentos. Por ejemplo, las larvas de decápodos y cumáceos tienen una relación positiva con la proporción de fangos en el sedimento, y en ambos casos estos grupos fueron más abundantes en fondos de *Peyssonnelia* sp. La complejidad del hábitat y disponibilidad de refugio y alimento es uno de los factores que mayormente influyen en la estructura y producción del componente suprabentónico ligado a fondos con vegetación (Edgar y Shaw, 1993; Virnstein y Howard, 1987a,b).

Respecto a la posible influencia de la actividad de arrastre sobre el suprabentos, se ha evidenciado una relación negativa para el total de suprabentos permanente, los isópodos y el grupo de *Natantia*. La disminución de la diversidad y producción ha sido demostrada para la macrofauna y meiota sometida a elevados niveles de perturbación (Jennings et al., 2001a; Schratzberger et al., 2002). Los efectos del arrastre no se ha evidenciado de forma tan significativa para el componente suprabentónico, ya que tienen una elevada movilidad (Cartes et al., 2003, 2007). Sin embargo, los cambios en las condiciones ambientales (aumento de turbidez, concentración de agregados mucilaginosos, eliminación de vegetación, etc.) pueden afectar la distribución del suprabentos. Considerando los elevadas tasas de renovación (P/B) en comparación con la macrofauna, las especies suprabentónicas posiblemente juegan un papel importante en la regulación de los balances de las cadenas tróficas en áreas impactadas, ya que pueden substituir a la macrofauna e epifauna como recurso trófico.

### 7.2.3. Comunidades epibentónicas

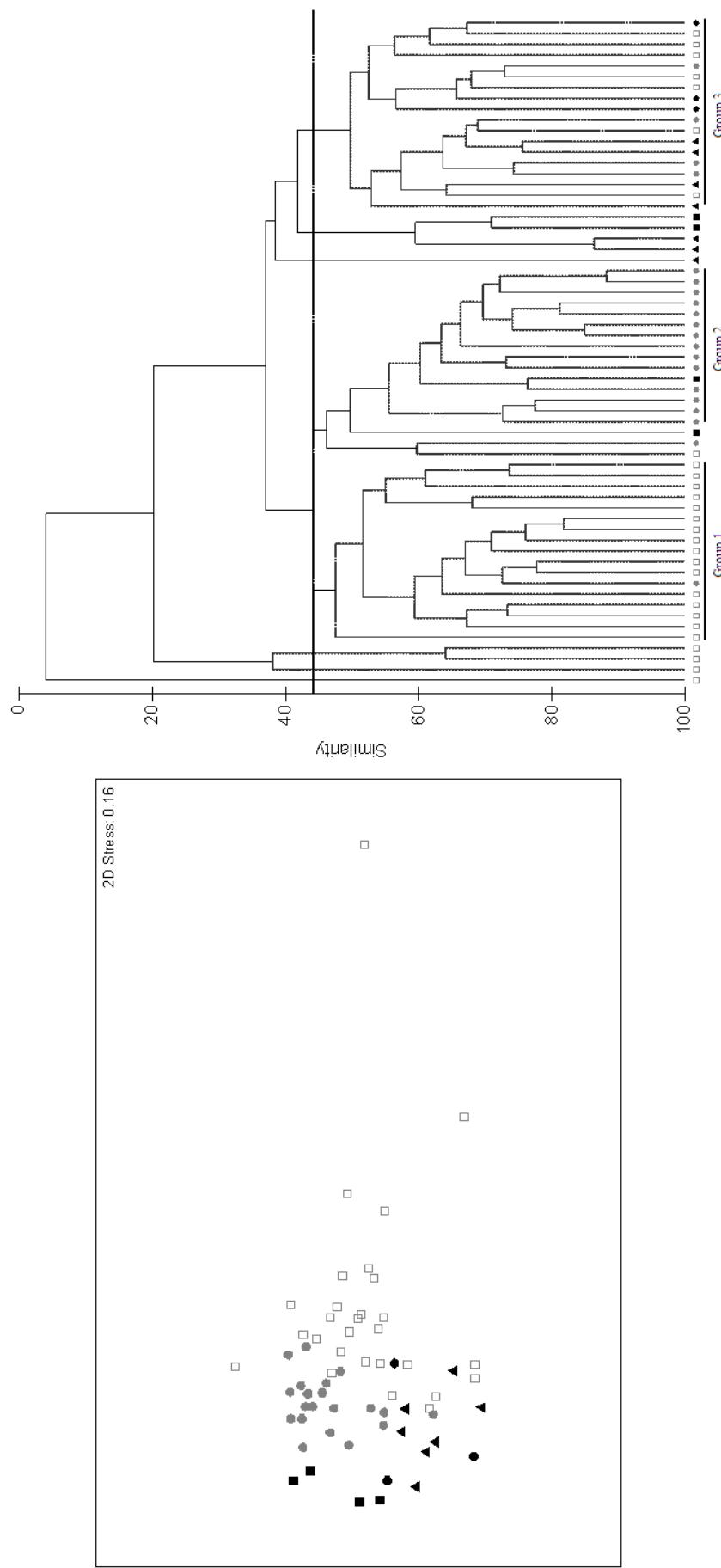
En este apartado se muestran los resultados de los análisis de las comunidades epibentónicas, considerando el megabentos (fauna y flora) que se han estudiado en diferentes campañas del proyecto INDEMARES. Por un lado, en la campaña CANAL0209 se caracterizaron las biocenosis y hábitats presentes en el canal de Menorca, así como las especies estructurantes y grupos funcionales. En la campaña INDEMARES\_CANAL0811 el estudio se dirigió a detectar cambios a diferentes escalas espaciales en las comunidades del epibentos, relacionándolos con el nivel de impacto y la complejidad del hábitat, realizando muestreos biológicos y visuales. En la campaña EQUIPAR0410 se definieron los cambios en la estructura de los fondos de maërl por efecto del arrastre.



**Fotografía 7.2.-** Detalle de la estrella *Echinaster sepositus* sobre un fondo de rodolitos en el canal de Menorca realizada con ROV en la campaña INDEMARES0811.

#### 7.2.3.1. Caracterización de las biocenosis: especies estructurales y grupos funcionales

Se identificaron 129 especies de algas destacando el grupo de la Rhodophyta con 83 especies. En general, las algas pertenecientes al grupo de Corallináceas *Spongites fruticulosus*, *Phymatholithum calcareum*, *Lithothamnion coralliooides* y *L. valens*, el alga parda *L. rodriguezii* y el alga roja *O. volubilis* fueron las principales especies en términos de biomasa, y su importancia relativa y grado de dominancia varió entre los hábitats definidos (Tabla 7.2.8). La ordenación MDS para la composición de especies de algas indica una segregación débil entre los grupos de las muestras, pero mostró un cambio gradual desde los hábitats de alta biomasa algal (es decir, fondos de maërl y *Peyssonnelia*) a los hábitats de baja biomasa algal (fondos detriticos costeros sin algas) (Figura 7.2.14). Esto fue consistente con el análisis CLUSTER y SIMPROF porque sólo tres grupos de macroalgas fueron claramente identificados en las muestras a una similitud de 44,1% ( $P < 0.001$ ) (Figura 7.2.14). El primer grupo incluye la mayoría de los fondos detriticos costeros sin algas (= arena), el segundo grupo se relaciona con rodolitos sobre detritico costero, y el tercer grupo estuvo compuesto por una mezcla de hábitats, incluyendo estos mencionados anteriormente y los fondos de *Peyssonnelia* y fondos de *Osmundaria*. Los fondos con coberturas >50% y con predominio de *P. calcareum* y *Lithothamnion coralloides* no se agruparon y se distribuyeron entre el segundo grupo y por separado con algunas muestras de *Osmundaria*. Cuatro muestras pertenecientes a fondos detriticos costeros sin algas y una muestra perteneciente a *Osmundaria* no se incluyeron en ninguno de estos grupos. El análisis ANOSIM mostró diferencias significativas entre los grupos de muestras clasificadas por hábitats (Global R = 0.308;  $p < 0.001$ ). El test por pares de grupos de muestras sólo detecta diferencias significativas entre algunos de los hábitats: detritico sin vegetación-rodolitos >50% ( $R = 0.530$ ,  $P < 0.001$ ), rodolitos <50%-*Peyssonnelia* ( $R = 0.620$ ,  $p < 0.05$ ), rodolitos <50%-*Osmundaria* ( $R = 0.65$ ,  $p < 0.001$ ), rodolitos >50%-rodolitos <50% ( $R = 0.51$   $p < 0.01$ ), *Peyssonnelia*- rodolitos >50% ( $R = 0.540$ ,  $p < 0.05$ ).



**Figure 7.2.14.-** Análisis de ordenación de las muestras MDS (Multidimensional scaling analysis) y CLUSTER, obtenidas en el canal de Menorca durante la campaña CANAL0209 basado en la composición de algas (gr/500 m<sup>2</sup>) en diferentes hábitats: (□) Detritico costero sin cobertura algal; (▲) Fondos detriticos con *Phyllophora crispa* y *Osmundaria volubilis*; (■) Fondos de maerl/rodolitos con cobertura <50%; (●) Fondos de maerl/rodolitos con dominancia de *Peyssonnelia rosa-marina*. Dendrograma del análisis CLUSTER resultó en tres grupos de muestras que se separan a una similitud del 44.1 %. Group 1, Group 2 y Group 3.

**Tabla 7.2.8.- Biomasa algal (media ± error estándar), expresada en g/500 m<sup>2</sup> de las especies dominantes en los diferentes hábitats de los fondos de la plataforma del canal de Menorca.**

	Sa n=28	Rh<50% n=20	Rh>50% n=4	Pe & Os n=10	Total n=62
<i>Spongites fruticulosus</i>	356.1 ± 46.1	2856.6 ± 251.4	5461.9 ± 656.4	401.1 ± 50.1	1499.4 ± 296.9
<i>Phymatolithon calcareum</i>	253.4 ± 40.1	788.3 ± 132.7	6583.9 ± 568.8	2076.1 ± 353.2	1128.4 ± 284.0
<i>Lithothamnion coralloides</i>	117.6 ± 23.8	406.0 ± 51.9	5509.3 ± 689.9	816.0 ± 182.7	671.1 ± 238.5
<i>Osmundaria voblii</i>	129.4 ± 30.2	183.1 ± 50.5	1465.0 ± 318.1	2947.7 ± 431.4	687.4 ± 226.8
<i>Laminaria rodriguezii</i>	165.0 ± 48.4	1256.1 ± 288.7	123.8 ± 28.7	137.6 ± 39.8	509.9 ± 177.8
<i>Phyllophora crisia</i>	151.0 ± 27.0	403.0 ± 64.6	1608.1 ± 254.0	552.0 ± 77.5	391.0 ± 88.0
<i>Lithothamnion valens</i>	41.2 ± 9.0	542.0 ± 74.5	1934.7 ± 162.7	329.9 ± 68.1	371.5 ± 85.5
<i>Peyssonnelia</i> sp.	120.7 ± 32.5	263.1 ± 58.3	1371.3 ± 278.8	89.8 ± 24.1	242.3 ± 83.4
<i>Polysiphonia nigra</i>	127.2 ± 47.6	73.3 ± 27.3	0.0 ± 0.0	480.9 ± 113.2	158.7 ± 58.9
<i>Codium bursa</i>	23.9 ± 12.1	17.9 ± 8.5	42.2 ± 10.7	363.7 ± 120.0	78.0 ± 49.8
<i>Flabellia petiolata</i>	42.8 ± 7.9	182.0 ± 33.1	867.5 ± 129.3	25.8 ± 4.7	138.2 ± 43.2
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i>	30.5 ± 8.6	55.6 ± 10.9	51.6 ± 13.1	383.1 ± 65.9	96.8 ± 31.3
<i>Rhodymenia</i> sp.	15.5 ± 3.6	60.1 ± 8.2	429.5 ± 43.8	122.7 ± 48.5	73.9 ± 25.2

(Sa) Detritico costero sin cobertura algal; (Rh<50%) Fondos de maëil/rodolitos con cobertura <50%; (Rh>50%) Fondos de maëil/rodolitos con cobertura >50%; (Pe) Fondos de maëil con dominancia de *Peyssonnelia rosa-marina*; (Os) Fondos detriticos con *Phyllophora crisia* y *Osmundaria voblii*

En relación a la composición faunística, se identificaron un total de 643 especies. Sin embargo, la caracterizaron de las biocenosis y hábitats se realizó a partir de las 462 especies inventariadas durante la campaña CANAL0209, de las cuales 297 especies fueron categorizadas en 58 grupos funcionales. Se utilizó una selección de rasgos biológicos basado en ciclos de vida y características morfológicas y del comportamiento de las especies para describir la diversidad funcional del sistema (Bremner et al., 2003b; de Juan et al., 2007b; Thrush et al., 2001). Se seleccionaron cinco rasgos biológicos representativos de las comunidades de fauna bentónicas de fondos blandos (Tabla 7.2.9). Cada especie fue asignada a un grupo funcional sobre la base de estos cinco rasgos biológicos. La información sobre los rasgos biológicos se obtuvo a partir de una variedad de fuentes, incluyendo la bibliografía (por ejemplo Zarquiey 1968; Freire, 1996; Patterson 1984; Fontaine 1965; Zabala 1983; Gili 1986; Bauchot y Saldanha 1986; Tortonese 1965; Ingle 1993; Tebble 1966; Fischer et al 1987) y las evaluaciones especializadas.

**Table 7.2.9.-** Lista de rasgos funcionales y categorías utilizadas para describir la diversidad funcional de las comunidades epifaunales en el canal de Menorca.

Rasgo	Categoría	Código
Tipo alimentación	Detritívoro	D
	Filtrador/suspensívoro	F
	Carroñero/oportunista	S
	Depredador activo	P
	Ramoneador	G
Comportamiento	Sésil	S
	Vágil-nadador (mobilidad media-alta)	V
	Reptante (mobilidad baja)	C
	Que se entierra	B
Organización	Individual	I
	Colonial	C
Forma del cuerpo	Plano	F
	Ovalado-redondo	M
	Erecto	E
	Incrustante	I
	Vermiforme-tubícola	V
Tamaño del cuerpo	Pequeño (< 5 cm)	S
	Medio (5-10 cm)	M
	Largo (> 10 cm)	L

Los análisis MDS y CLUSTER no revelaron una agrupación de las muestras en cuanto a la abundancia de especies de fauna o grupos funcionales. La abundancia total fue similar en todos los hábitats, aunque ligeramente menor en fondos sin cobertura algal (Tabla 7.2.10). En todas las muestras dominan los poliquetos *Ditrupa eritrina* y *Hyalinoecia tubicola* y los decápodos *Inachus dorsettensis*, *I. thoracicus*, *Galathera intermedia* y *Pagurus prideaux*. Hay que destacar que las muestras obtenidas en fondos de maërl/rodolitos con cobertura superior al 50% no hay *H. tubicola* y una elevada abundancia de la estrella *Echinaster sepositus*. El número de grupos funcionales por muestra osciló entre 11 y 24, con un valor medio de 16.8, similar en todos los hábitats. En términos del número de especies, FBIVS y SCIVS fueron compuestas por dos especies, mientras que PCIFM y SVIMS incluyen 7 y 31 especies, respectivamente. Otros grupos funcionales que tuvieron un elevado número de especies fueron FSCES (28 especies), FSCEM (22 especies), PVIMS (18 especies), PVIML (16 especies) y GCIMS (14 especies), mientras que DBIML sólo incluye 1 especie (Tabla 7.2.10).

**Tabla 7.2.10.-** Abundancia (media ± error estándar), expresada en ind/500 m<sup>2</sup> de las especies y grupos funcionales de fauna dominantes en los diferentes hábitats de los fondos de la plataforma del canal de Menorca con una contribución >10%. Los códigos de los grupos funcionales correspondientes (FG) se indican junto al nombre de la especie. Estos códigos están basados en las categorías de los “functional traits” o rasgos funcionales listados en la tabla 7.2.9. (Sa) Detritico costero sin cobertura algal; (Rh<50%) Fondos de maërl/rodolitos con cobertura <50%; (Rh>50%) Fondos de maërl/rodolitos con cobertura >50%; (Pe) Fondos de maërl con dominancia de *P. rosa-marina*; (So) Fondos detriticos con *P. crispa* y *O. volubilis*.

TAX	Species	FG	Sa n=28	Rh<50% n=20	Rh>50% n=4	Pe & Os n=10	Total n=62
POR	<i>Adocia simulans</i>	FSCEM	4.7 ± 2.2	4.0 ± 3.6	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3	3.5 ± 1.5
POR	<i>Suberites domuncula</i>	FSIMM	0.0 ± 0.0	1.2 ± 1.0	1.4 ± 1.4	1.5 ± 0.9	0.7 ± 0.4
CNID	<i>Alcyonium palmatum</i>	FSCEM	5.4 ± 3.7	3.0 ± 2.6	0.0 ± 0.0	0.6 ± 0.6	3.5 ± 1.9
BRIO	<i>Beania cylindrica</i>	FSCEM	3.3 ± 2.5	3.4 ± 2.7	0.0 ± 0.0	3.4 ± 1.5	3.1 ± 1.4
ASC	<i>Aplidium nordmanni</i>	FSCMM	0.1 ± 0.1	1.9 ± 1.4	14.4 ± 12.2	4.9 ± 3.6	2.4 ± 1.1
POL	<i>Ditrupa arietina</i>	FBIVS	116.0 ± 97.3	181.1 ± 181.1	0.0 ± 0.0	122.5 ± 82.8	130.6 ± 73.4
POL	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	SCIWS	49.0 ± 16.7	126.0 ± 57.7	80.2 ± 80.2	19.1 ± 8.3	71.0 ± 21.0
POL	<i>Laetmonice hystrix</i>	SCIWS	0.8 ± 0.4	5.9 ± 4.4	6.9 ± 6.9	2.6 ± 1.8	3.1 ± 1.5
BIV	<i>Laevicardium crassum</i>	FBIMS	2.2 ± 0.9	10.1 ± 7.4	0.0 ± 0.0	4.9 ± 4.1	5.0 ± 2.5
AST	<i>Echinaster sepositus</i>	PCIFL	1.7 ± 0.3	2.3 ± 0.5	24.6 ± 14.6	3.0 ± 1.1	3.6 ± 1.1
ECH	<i>Spatangus purpureus</i>	DBIML	1.7 ± 0.6	3.1 ± 1.4	0.0 ± 0.0	7.8 ± 6.8	3.0 ± 1.2
OPH	<i>Ophiocomina nigra</i>	FCIFM	6.2 ± 6.0	3.2 ± 2.0	16.1 ± 16.1	29.4 ± 28.4	9.6 ± 5.4
OPH	<i>Ophioderma longicauda</i>	PCIFM	3.7 ± 3.0	0.1 ± 0.1	4.5 ± 4.2	0.0 ± 0.0	2.0 ± 1.4
PH	<i>Ophiura texturalta</i>	PCIFM	9.3 ± 3.2	8.0 ± 2.8	0.0 ± 0.0	7.7 ± 4.3	8.0 ± 1.8
MYS	<i>Lophogaster typicus</i>	SVIMS	2.9 ± 1.1	5.0 ± 2.0	2.1 ± 2.1	0.9 ± 0.9	3.2 ± 0.9
DEC	<i>Diogenes pugilator</i>	SVIMS	13.8 ± 3.8	17.2 ± 4.1	6.2 ± 6.2	17.9 ± 8.9	15.1 ± 2.6
DEC	<i>Ebalia tuberosa</i>	PVIMS	3.5 ± 1.1	8.0 ± 1.9	23.5 ± 11.7	9.0 ± 2.2	7.1 ± 1.2
DEC	<i>Eury nome aspera</i>	PVIMS	7.7 ± 2.5	6.1 ± 1.3	19.2 ± 5.5	4.0 ± 1.9	7.3 ± 1.3
DEC	<i>Galathea intermedia</i>	SVIMS	13.6 ± 5.4	18.5 ± 5.8	27.4 ± 19.3	22.5 ± 9.5	17.5 ± 3.6
DEC	<i>Inachus dorsettensis</i>	SVIMS	41.8 ± 9.6	68.4 ± 14.0	5.0 ± 2.0	21.0 ± 6.5	44.6 ± 6.7
DEC	<i>Inachus thoracicus</i>	SVIMS	12.1 ± 2.7	27.7 ± 10.9	40.6 ± 15.4	24.5 ± 5.4	21.0 ± 4.0
DEC	<i>Liocarcinus bolivari</i>	SVIMS	2.1 ± 0.9	4.2 ± 1.9	0.0 ± 0.0	1.8 ± 1.2	2.6 ± 0.8
DEC	<i>Liocarcinus corrugatus</i>	SVIMS	1.2 ± 0.5	5.1 ± 2.9	2.1 ± 2.1	2.8 ± 1.4	2.7 ± 1.0
DEC	<i>Liocarcinus maculatus</i>	SVIMS	3.7 ± 1.6	8.9 ± 3.7	0.0 ± 0.0	3.6 ± 1.2	5.1 ± 1.4
DEC	<i>Liocarcinus zariqueyi</i>	SVIMS	1.4 ± 0.7	0.9 ± 0.4	0.0 ± 0.0	3.5 ± 2.6	1.5 ± 0.5
DEC	<i>Macropodia rostrata</i>	SVIMS	4.2 ± 1.1	1.1 ± 0.4	3.0 ± 2.0	8.8 ± 2.9	3.8 ± 0.8
DEC	<i>Pagurus prideaux</i>	SVIMS	13.9 ± 5.2	20.5 ± 3.6	10.1 ± 4.1	19.9 ± 5.6	16.8 ± 2.8
DEC	<i>Philocheras sculptus</i>	SVIMS	6.7 ± 3.1	7.1 ± 2.6	4.2 ± 4.2	2.3 ± 1.0	6.0 ± 1.7
DEC	<i>Pilumnus spinifer</i>	PVIMS	3.5 ± 1.8	4.8 ± 2.2	6.3 ± 4.0	4.0 ± 1.8	4.2 ± 1.1
DEC	<i>Pontocaris cataphracta</i>	PVIMS	0.8 ± 0.4	1.2 ± 0.6	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.7 ± 0.3
Abundancia total fauna			515.7 ± 97.8	859.7 ± 265.5	811.5 ± 236.1	800.0 ± 155.7	691.6 ± 100.1
Nº especies			38.8 ± 1.8	38.7 ± 1.8	37.5 ± 8.2	47.9 ± 4.0	40.1 ± 1.3
FG	Nº sps						
DBIML		1	1.7 ± 0.6	3.1 ± 1.4	0.0 ± 0.0	7.8 ± 6.8	3.0 ± 1.2
FBIMS		10	5.4 ± 1.1	13.6 ± 7.4	0.0 ± 0.0	10.6 ± 4.5	8.5 ± 2.5
FBIVS		2	117.8 ± 97.3	181.1 ± 181.1	0.0 ± 0.0	127.7 ± 82.5	132.2 ± 73.4
FCIFM		6	8.3 ± 6.1	10.6 ± 2.9	18.7 ± 18.7	37.1 ± 30.2	14.3 ± 5.7
FSCEM		22	26.0 ± 7.5	31.0 ± 10.6	6.1 ± 3.9	14.5 ± 3.5	24.5 ± 4.9
FSCIS		7	2.9 ± 2.4	4.6 ± 3.5	0.0 ± 0.0	0.7 ± 0.4	2.9 ± 1.5
FSCMM		9	4.0 ± 2.3	7.9 ± 4.9	15.7 ± 12.4	8.8 ± 4.5	6.8 ± 2.1
GCIMS		14	7.7 ± 3.0	16.6 ± 13.1	21.9 ± 13.9	9.7 ± 4.0	11.8 ± 4.5
PCIFL		8	3.3 ± 0.6	4.3 ± 0.7	27.6 ± 13.2	4.7 ± 1.2	5.4 ± 1.1
PCIFM		7	51.7 ± 14.6	53.9 ± 10.3	224.2 ± 183.1	114.9 ± 49.2	73.7 ± 15.9
PVIML		16	3.5 ± 0.8	5.2 ± 1.4	25.9 ± 8.2	9.9 ± 3.6	6.5 ± 1.2
PVIMS		18	24.1 ± 3.9	36.3 ± 4.7	61.2 ± 15.3	31.7 ± 10.4	31.6 ± 3.2
SCIWS		2	49.8 ± 16.9	131.9 ± 59.5	87.1 ± 78.1	21.7 ± 8.2	74.1 ± 21.5
SVIMS		31	127.1 ± 19.9	200.9 ± 25.8	118.9 ± 32.4	146.7 ± 24.0	153.5 ± 13.5
Nº grupos funcionales			16.5 ± 0.6	16.9 ± 0.7	14.5 ± 2.8	18.9 ± 1.3	16.8 ± 0.4

Los resultados del análisis de correlaciones entre matriz de variables ambientales y matriz de datos biológicos (Tabla 7.2.11, RELATE y BION-ENV) mostró una correlación significativa para el caso de la composición de las especies de algas ( $p = 0.280$ ,  $p < 0.001$ ). A nivel individual, las variables ambientales que se correlacionaron significativamente con la composición algal fueron profundidad y longitud. La mejor correlación se obtiene para la combinación de las variables profundidad, porcentaje de fango y longitud ( $p = 0.370$ ). También se confirmó una relación significativa entre la composición de las especies de fauna y las condiciones ambientales ( $p = 0.42$ ,  $p < 0.001$ ). En este caso, la mejor combinación de variables ambientales que se correlacionan con la composición de fauna era profundidad, biomasa de rodolitos y longitud ( $p = 0.53$ ). Hubo también una correlación significativa entre la composición de los grupos funcionales y las variables ambientales ( $p = 0.41$ ,  $p < 0.001$ ). El conjunto de variables que mejor correlaciona con la matriz de grupos funcionales fueron profundidad, biomasa rodolitos, % fango y longitud ( $p = 0.46$ ).

**Tabla 7.2.11.-** Resumen de los resultados del análisis BIO-ENV que muestra el valor de significación de las correlaciones de Sperman ( $p$ ) entre las variables ambientales y la composición de especies de algas, especies de fauna y grupos funcionales. Los valores de correlación bajos o no significantes no fueron incluidos. Se indica el mejor grupo de variables que explican la mayor varianza de cada modelo.

	Comparación BIO-ENV		
	Especies algas	Especies fauna	Grupos funcionales
Variables ambientales			
D	0.28	0.28	
Gr			0.10
Mu			0.13
Long	0.25	0.34	0.33
Rh	-	0.28	0.27
Soft	-	0.16	0.16
BEST	(i) Test 1 D-Mu-Long (0.37)	(ii) Test 2 D-BRh-Long (0.53)	D-BRh-Mu-Long (0.46)

(i) Test 1= incluye cinco variables ambientales: Profundidad (D), %Materia Orgánica (OM), %Gravas (Gr), %Fango (Mu), Latitud (Lat) y Longitud (Long); (ii) Test 2= incorpora tres variables más: Biomasa de rodolitos (BRh), Biomasa de algas blandas (BSoft).

Las correlaciones individuales entre las variables ambientales y las especies de fauna dominantes nos permitieron definir las distintas especies cuya abundancia mejor se correlaciona con la profundidad, longitud, biomasa de rodolitos y % fango. Hubo correlaciones más elevadas para algunas especies, como la esponja *Adocia simulans*, el briozoa *Beania cylindrica*, los crustáceos *Inachus dorsettensis*, *I. thoracicus*, *Lophogaster typicus*, *Eurynome aspera* y *Macropodia rostrata* y los poliquetos *Hyalinoecia tubicola* y *Ditrupa arietina* (Tabla 7.2.12). Una de las especies más abundantes, *D. arietina*, se relacionó negativamente con la longitud, y no estuvo presente en el maërl, a pesar de su dominancia en el resto de las muestras (Tabla 7.2.10). Las especies que se correlacionaron positivamente con rodolitos fueron la estrella de mar *Echinaster sepositus*, la decápodos *E. tuberosa*, *E. aspera*, *I. thoracicus* y *Pilumnus spinifer*, la ascidia *Aplydium nordmani*, y negativamente con el decápodo *Pontocaris cathaphracta* (Tabla 7.2.12). Las correlaciones con la cantidad de fango fueron negativas debido a la especies de decápodos *Galathea intermedia* y *Inachus thoracicus* (Tabla 7.2.12).

Longitud fue la variable ambiental que se correlacionó significativamente con un mayor número de grupos funcionales, siempre positivamente, excepto en el caso de FSCIS. SCIvs se correlacionó positivamente con la profundidad, siendo un grupo funcional abundante y frecuente en todas las muestras. PCIFL, PVIMS y SVIMS se correlacionaron positivamente con rodolitos. SVIMS es un grupo funcional abundante que también se correlaciona con la longitud y fue el único grupo que mostró correlaciones, negativamente, con el porcentaje de fango (Tabla 7.2.12).

**Tabla 7.2.12.-** Correlaciones entre las variables ambientales y las especies y grupos funcionales dominantes (considerando aquellas especies con una frecuencia de aparición >5% y una contribución en la abundancia >10%). Las variables ambientales seleccionadas son las definidas en el análisis BIO-ENV como la combinación de variables que mejor describe las relaciones con la composición de especies y grupos funcionales. Se muestra el nivel de significación (\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001). Las especies que no mostraron relaciones significativas con las variables ambientales no han sido incluidas.

Especies de fauna	Profundidad	Longitud	Biomasa rodolitos	%Fango
<i>Adocia simulans</i>	0.36 **	-	-	-
<i>Alcyonium palmatum</i>	0.29 *	-0.26 *	-	-
<i>Aplidium nordmanni</i>	-	-	0.26 *	-
<i>Beania cylindrica</i>	-0.46 ***	-	-	-
<i>Ditrupa arietina</i>	-	-0.34 **	-	-
<i>Ebalia tuberosa</i>	-	0.28 *	0.28 *	-
<i>Echinaster sepositus</i>	-	0.39 **	0.36 **	-
<i>Eurynome aspera</i>	0.41 ***	0.27 *	0.27 *	-
<i>Galathea intermedia</i>	-	-	-	-0.26 *
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0.46 ***	-	-	-
<i>Inachus dorsettensis</i>	0.61 ***	0.46 ***	-	--
<i>Inachus thoracicus</i>	-0.35 **	0.45 ***	0.37 **	-0.26 *
<i>Liocarcinus corrugatus</i>	-0.32 *	-	-	-
<i>Liocarcinus zariquieyi</i>	-0.34 **	-	-	-
<i>Lophogaster typicus</i>	0.58 ***	-	-	-
<i>Macropodia rostrata</i>	-0.46 ***	-	-	-
<i>Ophiocomina nigra</i>	-	0.26 *	-	-
<i>Pontocaris cataphracta</i>	-	-	-0.33 **	-
<i>Pilumnus spinifer</i>	-	-	0.25 *	-
Grupos funcionales				
FBIvs	-	-0.36 **	-	-
FCIFM	-	0.43 ***	-	-
FSCIS	-	-0.29 *	-	-
GCIMS	-	0.39 **	-	-
PCIFL	-	-	0.30 *	-
PCIFM	-0.42 ***	0.26 *	-	-
PVIML	-0.28 *	-	-	-
PVIMS	-	-	0.38 **	-
SCIvs	0.42 ***	-	-	-
SVIMS	-	0.35 **	0.48 ***	-0.34 **

Los fondos del canal de Menorca muestran una elevada diversidad de hábitats de acuerdo a la variabilidad de las especies de algas dominantes detectados, mostrando un gradiente en la segregación de las muestras desde fondos arenosos a fondos de maërl-rodolitos con elevadas coberturas. Este gradiente no fue visible cuando nosotros, clasificamos *a priori* los hábitats de acuerdo al criterio de dominancia de especies, posiblemente debido a que los poblamientos de algas de fondos blandos presentan una distribución muy irregular y parcheada con un alto grado de ecotonos en un gradiente ambiental complejo. Este es el caso de las Islas Baleares, donde se han descrito una serie de especies cuya abundancia cambia en un gradiente de transición entre fondos de algas *Peyssonnelia* y fondos de maërl (Ballesteros, 1994).

La relación entre fauna-hábitat fue más débil que la detectada previamente en la plataforma de las Islas Baleares (Ordines y Massutí, 2009), probablemente debido a que la composición de la fauna es muy similar en todas las muestras, debido al elevado grado de solapamiento entre la biocenosis detectadas. Sin embargo, algunas especies que se distribuyen ampliamente y de forma abundante no estaban presentes en maërl, como el poliqueto *Ditrupa arietina*, la ofiura *Ophiocomina nigra* y *Ophiura texturata*, y algunos decápodos del género *Liocarcinus*. Otras especies mostraron una mayor correlación con la biomasa de rodolitos, como la estrella de mar *Echinaster sepositus*, la ascidia *Aplidium nordmanni* y el decápodo *Inachus thoracicus*, que es más abundante en fondos con rodolitos y maërl.

La biomasa de rodolitos, la profundidad y la longitud fueron los factores más importantes que se correlacionaron con la composición específica y funcional así como la abundancia individual de un gran número de especies y grupos funcionales. En los sistemas bentónicos, la composición y la distribución de los poblamientos de invertebrados están fuertemente influenciadas por el entorno físico en un rango de escalas (Hall 1994). También es posible que otras variables ambientales no evaluadas en este primer estudio tengan una influencia en escalas medias (kms) en canal Menorca. La Longitud fue el factor ambiental en este estudio que mejor se correlacionó con la composición de la fauna específica y grupos funcionales específicos. Por lo tanto, otros factores relacionados con la longitud de la zona de estudio, tales como las condiciones hidrodinámicas (la corriente fluye a menudo en dirección oeste), o la distribución del esfuerzo de pesca de arrastre (concentrada en la zona occidental) podría afectar a la composición de la diversidad funcional (Bremner et al., 2003a, de Juan et al., 2007b).

El análisis para determinar los grupos taxonómicos que mejor reflejen la diversidad funcional de canal de Menorca mostró una elevada diversidad de megabenthos sésil que se alimentan por filtración, dominada por esponjas, ascidias, briozos y cnidarios. Algunos de estos son considerados bioindicadores del *Buen Estado Ambiental* (Directiva Marco de las estrategias marinas de la UE) y son vulnerables a los efectos de la pesca demersal (Dayton et al., 1995; Auster et al., 1996; Jennings et al., 1999; Wassenberg et al. 2002). Esponjas y ascidias desempeñan importantes funciones ecológicas y funcionales, ya que aumentan la complejidad del hábitat, proporcionan refugio para muchas especies y juegan un papel importante en la filtración del agua y el aumento de los flujos de nutrientes (Wulff 2006). En términos de biomasa y número de especies, se ha demostrado que sus abundancias están relacionados con las zonas con baja presión de pesca de arrastre (Wassenberg et al., 2002). Pequeños carroñeros, como poliquetos y decápodos, y grandes depredadores de tamaño medio, representado por las de estrellas de mar *Astropecten aranciacus*, *E. sepositus*, *Hacelia attenuata*, *Lidia ciliaris* y *Marthasterias glacialis* y las ofiuras *Ophiura texturata* y *Ophioderma longicauda*, son dos grupos funcionales importantes en términos de abundancia y diversidad de especies. Los carroñeros excavadores que se entierran en el sedimento son organismos que responden positivamente a las actividades de pesca, mientras que los grandes depredadores, muy móviles,

y organismos suspensívoros sedentarios de crecimiento lento son más abundantes en las zonas no afectadas (de Juan et al., 2007b).

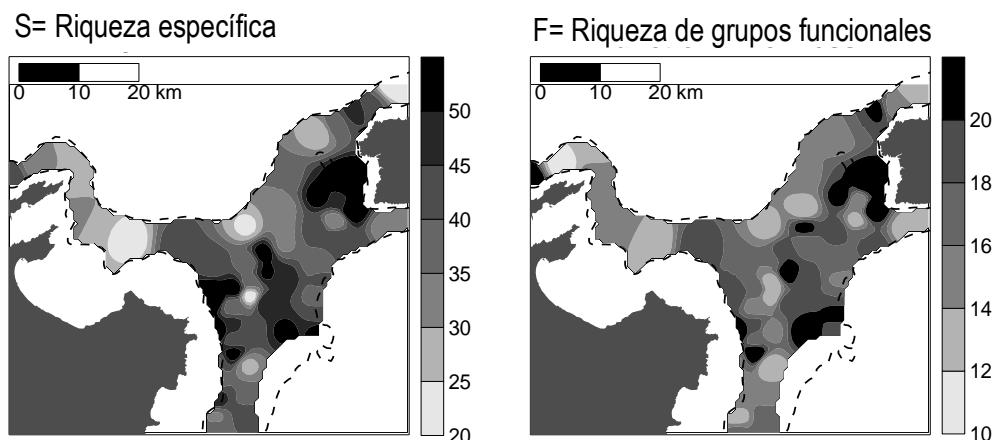
La presencia de ciertos rasgos funcionales puede cambiar las condiciones ambientales y la estructura del hábitat (Hooper et al., 2002; Widdicombe et al., 2004), por ejemplo induciendo la mineralización de la materia orgánica (Norling et al., 2007), modificando la topografía, o aumentando la superficie que puede ser colonizada por otras especies (Thrush et al., 2001). Ejemplos de ello son *Spatangus purpureus*, *Holothuria forskali*, *H. tubulosa* y *Stichopus regalis*, que son especies representativas de fondos blandos de la plataforma en las Islas Baleares (Ordines y Massutí, 2009). Su tamaño y el comportamiento alimentario explican su importante papel en la bioturbación natural, así como un importante papel funcional en los ciclos biogeoquímicos en sedimentos blandos (Pearson, 2001; Widdicombe et al., 2004; Barbera et al., 2011). Los poliquetos tubícolas *Ditrupa arietina* y *Hyalinoecia tubicola* forman densas agregaciones en hábitats de fondos blandos marinos y son esenciales para la estructura del hábitat, ya que estabilizan el sustrato y aumentan su complejidad (Bolam y Fernandes, 2002; Cosentino y Giacobbe, 2006; Guizien et al., 2010). *D. arietina* tiene un duro tubo calcáreo que también juega un papel importante en los procesos de calcificación (Medernach et al., 2000). Estas especies comentadas anteriormente pertenecen a los grupos funcionales con menor número de especies (FBIVS, SCIVS y DBIML). La implicación ecológica de este hecho es que en un mismo espacio pocas especies comparten los mismos recursos, por lo tanto tienen menos competencia por el aprovechamiento de los recursos disponibles (Hewitt et al., 2008).

Las modificaciones en el hábitat pueden cambiar la diversidad y composición funcional (Lawton y Brown, 1993; Tilman et al, 1997; Thrush et al 2001; Norling et al 2007). La pesca de arrastre es probablemente uno de los factores más importantes que modifican los hábitats y la fauna bentónica de los sedimentos blandos del canal de Menorca. La identificación de especies clave, tales como ingenieros del ecosistema o las que participan en cascadas tróficas o procesos ecosistémicos básicos, proporciona información útil para la gestión de los ecosistemas. En este sentido, las algas rojas en el Mediterráneo puede ser considerada como ingenieros del ecosistema (Bremner, 2008; Jones et al., 2000; Steller et al., 2003) y los hábitats esenciales de peces de los principales recursos demersales (Ordines y Massutí, 2009).

### 7.2.3.2. Patrones de distribución espacial de parámetros ecológicos

Los mapas de contorno de los índices de biodiversidad de fauna (riqueza de especies y riqueza de grupos funcionales) mostraron distribuciones geográficas similares (Figura 7.2.15). Los valores de riqueza de especies y grupos funcionales más altos se encuentran principalmente en las costas del noreste de Mallorca y el suroeste de la costa de Menorca y en la parte central del área de estudio.

Intuitivamente se puede apreciar que estas zonas con los mayores índices de diversidad de especies coinciden con áreas de elevada cobertura algal. Los resultados de la distribución de la cobertura para el total de algas muestran que los máximos valores (cobertura mayor al 70 %) se localizan en zonas concretas del centro del canal de Menorca, coincidiendo también con los máximos de biomasa de algas coralíneas, frente a las costas del cabo Formentor (N Mallorca), Levante de Mallorca (E Mallorca) y Ciutadella (W Menorca), donde coinciden con las mayores biomassas de algas blandas (Figura 7.2.16).

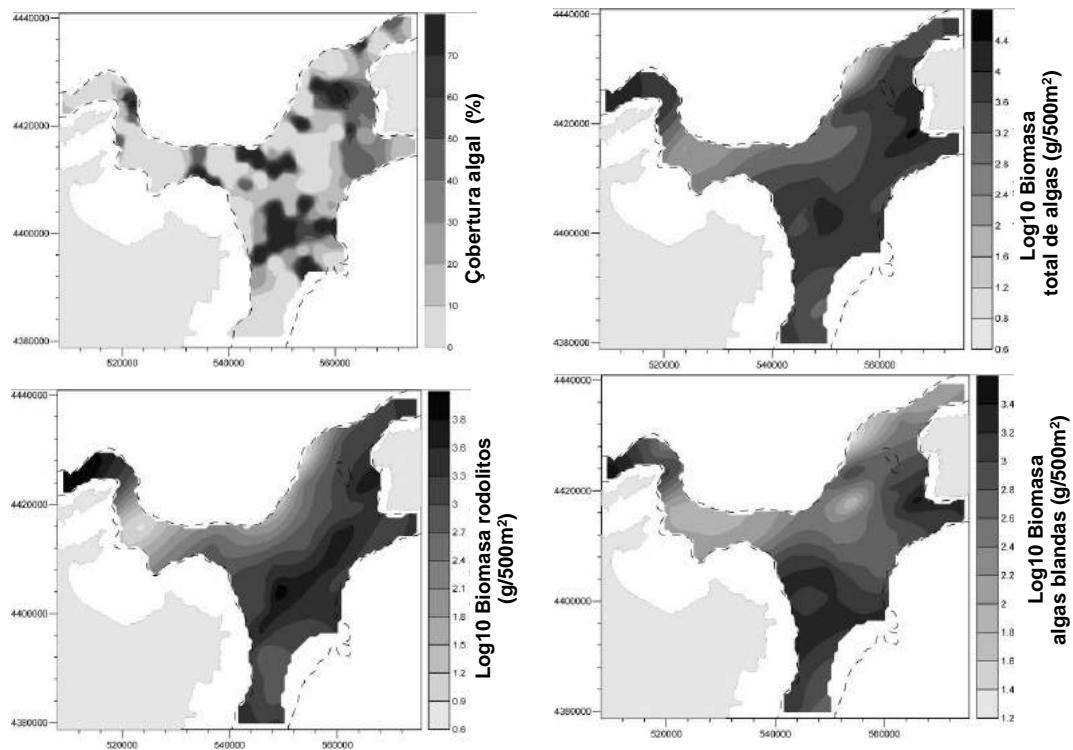


**Figura 7.2.15.-** Distribución espacial del índice de riqueza específica para el total de especies y grupos funcionales de fauna. Los mapas de contornos se dibujaron aplicando técnicas de interpolación (Inverse Distance Weighting, IDW), N=67.

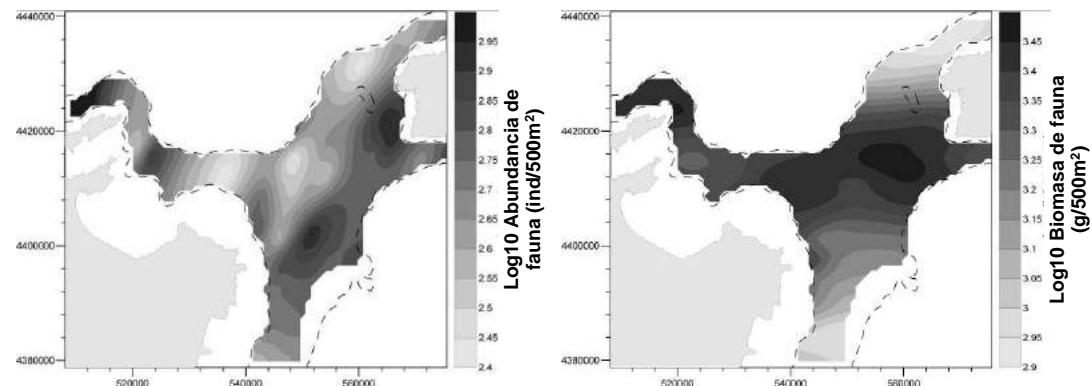
Los patrones de distribución de la abundancia y biomasa de fauna son diferentes (Figura 7.2.17). La abundancia de fauna muestra unos patrones de distribución similares a la cantidad de rodolitos, siendo más elevado en el sector central del canal, frente a las costas del cabo Formentor (N Mallorca) y Ciutadella (W Menorca), principalmente. En el mapa de contornos de la distribución de los valores de la abundancia de fauna se puede ver dos sectores diferentes en un gradiente de mayor a menor que va del Sur al Norte del canal de Menorca. Los máximos de biomasa de fauna se aprecian en una zona del sector central del canal donde coincide con los mínimos de cobertura algal, posiblemente está relacionado con la abundancia de epifauna de gran tamaño y peso como pueden ser erizos tipo *Spatangus purpureus*, muy común en los fondos del canal de Menorca con escasa cobertura algal.



**Fotografía 7.3.-** El erizo irregular *Spatangus purpureus* es una especie abundante en los fondos de detritico costero del canal de Menorca.



**Figura 7.2.16.-** Distribución espacial de cobertura y biomasa total de algas, biomasa de algas coralináceas tipo rodolitos y biomasa de algas blandas. Los mapas de contornos se dibujaron aplicando técnicas de interpolación (Inverse Distance Weighting, IDW), N= 67.



**Figura 7.2.17.-** Distribución espacial de la abundancia y biomasa de fauna. Los mapas de contornos se dibujaron aplicando técnicas de interpolación (Inverse Distance Weighting, IDW), N=67.

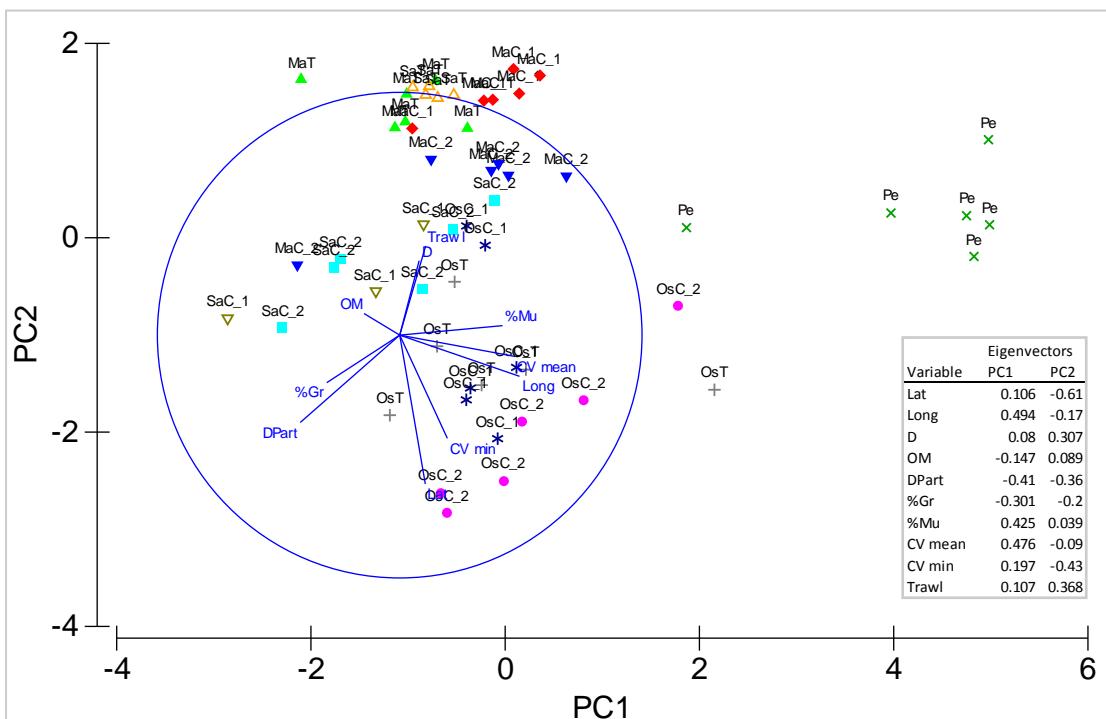
Los análisis espaciales muestran máximos de riqueza de especies y grupos funcionales en la costa del E de Mallorca y el W-SW de Menorca, donde coexiste un mosaico de diferentes hábitats (maërl/rodolitos, fondos de *Osmundaria volubilis* y fondos de *Peyssonnelia*), aunque también en la parte central del canal de Menorca, coincidiendo con fondos continuos de maërl/rodolitos con elevadas coberturas. La biodiversidad se considera asociada positivamente con la complejidad del hábitat o la heterogeneidad (Gray, 1997, 2000; Bell et al., 2001). Por lo tanto, los cambios espaciales en la heterogeneidad del hábitat también contribuyen a la explicación de la mayor influencia de las variables geográficas, especialmente la longitud, que marcan las correlaciones entre las variables ambientales y bióticas (especies o grupos funcionales). La riqueza de grupos funcionales fue generalmente mayor en las zonas donde conviven diferentes hábitats, lo que apoya la hipótesis de que la existencia de ambientes heterogéneos con características funcionales específicas mixtas aumenta la diversidad funcional, evidencias de que los ecosistemas han evolucionado como un paisaje interconectado de hábitats (Margalef, 1968). Sin embargo, los grupos funcionales se distribuyen de una forma uniforme entre los hábitats y localidades del área de estudio, lo que indica que la mayoría de las especies comparten diversos recursos (Hewitt et al., 2008). Los patrones de hidrodinamismo y los cambios locales en la topografía pueden influir en la exposición relativa de la fauna y en los patrones de especies-abundancia (Naranjo et al., 1996; Bonsdorff y Pearson, 1999). En este sentido es importante analizar cómo afectan factores como el arrastre y la velocidad de la corriente, detectando cambios a diferentes escalas espaciales.

#### **7.2.3.3. Variaciones espaciales en la estructura de las comunidades: hábitat y presión pesquera**

En esta parte del trabajo se analizaron los cambios en las comunidades epifaunales en función del hábitat y la presión pesquera (campaña INDEMARES\_CANAL0811). Para ello se comparó la composición específica de las muestras y los parámetros ambientales y ecológicos a diferentes escalas espaciales. Las muestras se obtuvieron en 4 sectores del canal de Menorca donde dominan diferentes hábitats: fondos de maërl/rodolitos (Ma) con más o menos cobertura algal, detrítico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe). En los tres primeros sectores, se seleccionaron tres localidades (escala de kms), una con actividad de arrastre frecuente (T) y dos sin impacto de pesca (C1 y C2), donde se obtuvieron 6 muestras en tres sitios escogidos al azar (escala de 100ms).

En la figura 7.2.18 se muestran los resultados del análisis de componentes principales (PCA) realizado en base a los factores ambientales. La variación entre estaciones de muestreo viene explicada en un 31% por el eje 1, que marca principalmente el efecto de la longitud, la velocidad de la corriente media y el porcentaje de fango, segregando las muestras hacia la derecha del gráfico, y el diámetro medio de la partícula de sedimento, hacia la izquierda. El eje 2 explica un 17 % de la variación de las estaciones, hacia la parte inferior del gráfico marca el efecto de las diferencias en la latitud y la velocidad de corriente mínima y hacia la parte superior del gráfico el efecto del arrastre y la profundidad, con un peso similar. Hacia la derecha del eje 1 se disponen todas las estaciones del sector con dominancia de fondos de *Peyssonnelia* (Pe), situadas en la zona sureste del canal de Menorca, a 62 m de profundidad, que son muy similares entre ellas y se caracterizan por un menor tamaño de partícula del sedimento y una mayor proporción de fangos y velocidades de corrientes relativamente bajas (Tabla 7.2.13). En la parte superior del gráfico se disponen las muestras de fondos de maërl/rodolitos recolectadas en el centro del canal de Menorca, que aparecen relativamente agregadas a pesar de tener

características diferentes (Tabla 7.2.13). Las localidades MaC-1 y MaC-2 están a profundidades de 70 m, con bajos porcentajes de gravas en comparación con MaT, que tiene una profundidad media de 60 m, alto porcentaje en gravas y es donde se concentra el mayor esfuerzo de arrastre. Las estaciones de *Osmundaria* se disponen en la parte central y en la parte inferior-derecha del gráfico, aunque relativamente dispersas, lo cual se puede interpretar como que tienen características ambientales diferentes. Estas muestras comparten su ubicación en el área este del canal de Menorca, a profundidades que oscilan los 60 m, pero muestran diferente intensidad de corriente entre ellas (entre 1.3 y 4.5 m/s) y escasa presión pesquera (Tabla 7.2.13). Las estaciones del sector Sa también se dispersan en el gráfico, aunque aquellas pertenecientes a SaC-1 y SaC-2 se concentran en la parte central, relativamente cerca de las localidades de MaC-1 y MaC-2, posiblemente por compartir ubicación en la parte central del canal, estando las primeras a menor profundidad y en una zona de escasas corrientes y presión pesquera (Tabla 7.2.13).



**Figura 7.2.18.-** Resultados del análisis PCA teniendo en cuenta el tipo de hábitat y las variables ambientales (cuadro inferior derecho). Los datos fueron adquiridos en cuatro sectores del canal de Menorca donde dominan diferentes hábitats: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detritico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe). En cada sector se seleccionaron 3 localidades, una con actividad de arrastre frecuente (T) y dos sin impacto de pesca (C), donde se tomaron dos muestras en tres sitios diferentes por localidad (n=6). El análisis se basó en la matriz de datos ambientales transformados a log ( $x+1$ ) y normalizados.

**Tabla 7.2.13.-** Valores medios de las variables ambientales en cuatro sectores del canal de Menorca donde dominan diferentes hábitats: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detrítico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe). En cada sector se seleccionaron 3 localidades, una con actividad de arrastre frecuente (T) y dos sin impacto de pesca (C), donde se tomaron dos muestras en tres sitios diferentes por localidad (n=6).

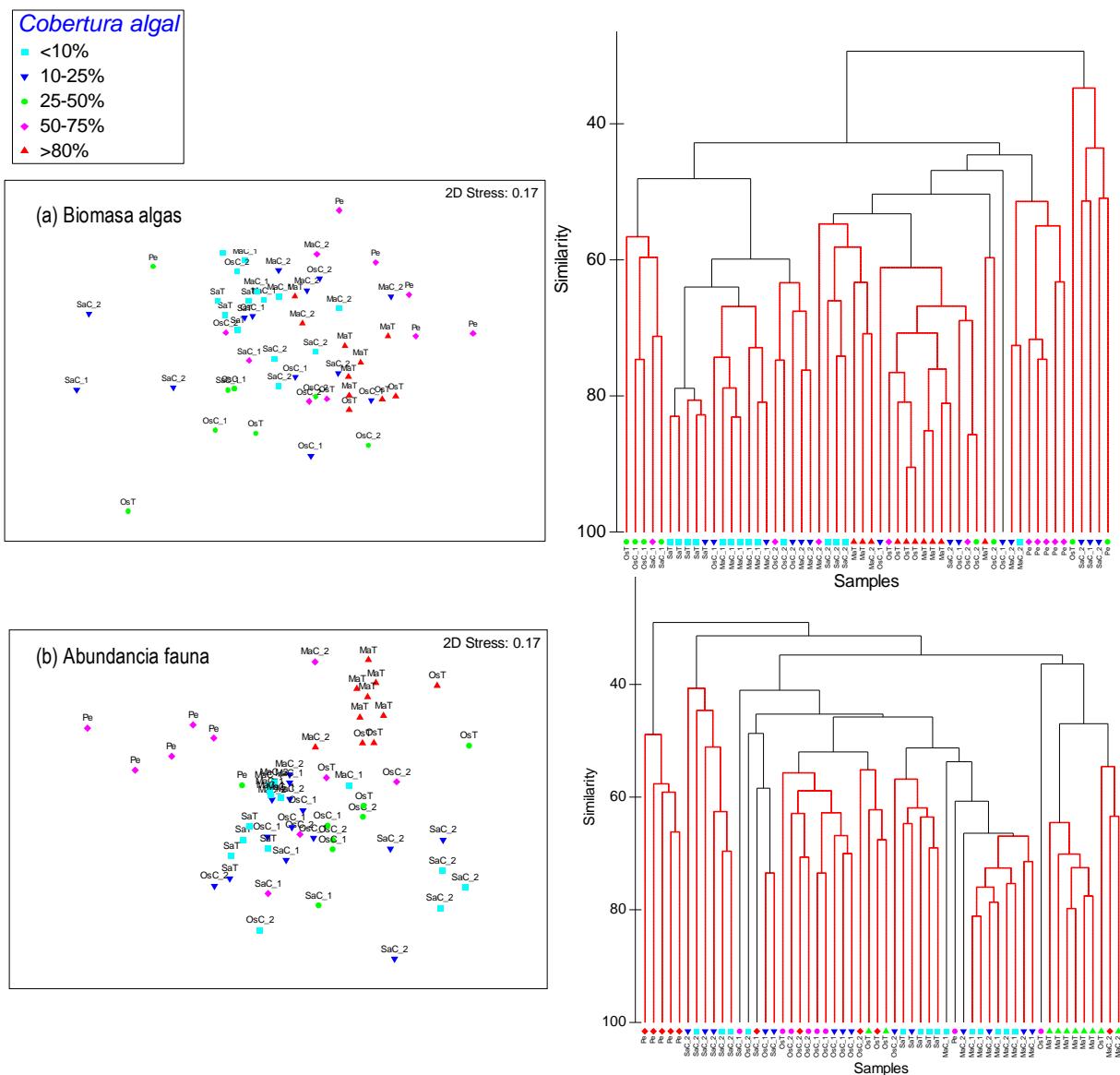
Factores ambientales	MaC_1	MaC_2	MaT	OsC_1	OsC_2	OsT	Pe	SaC_1	SaC_2	SaT	Total
D	74.3	69.5	59.7	64.0	65.5	57.5	62.5	59.1	55.0	68.4	63.7
OM	5.5	6.2	6.1	6.2	5.9	5.5	5.6	5.7	6.1	6.2	5.9
Φ	624	664	754	784	772	892	490	895	850	666	741
Gr	4.6	9.0	18.3	11.0	8.8	9.1	2.4	10.0	6.4	4.9	8.7
Mu	0.7	0.1	0.4	0.1	0.1	8.8	4.4	0.0	0.0	0.1	1.5
CV <sub>mean</sub>	1.0	2.9	2.2	3.5	4.5	1.3	2.8	1.3	0.7	1.2	2.2
CV <sub>max</sub>	2.8	8.2	5.9	9.0	11.4	3.6	6.1	4.8	2.2	3.9	5.8
CV <sub>min</sub>	0.0	0.4	0.2	0.3	1.3	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3
Trawl	3.2	2.2	63.8	2.6	2.0	6.8	12.3	0.0	0.0	44.0	13.9

D= Profundidad (m), OM= Materia orgánica (%), Φ= Diámetro medio de partícula sedimentaria ( $\mu\text{m}$ ), Gr= Gravas (%), Mu= Fango(%); CV<sub>mean</sub>= Velocidad de corriente media (m/s); CV<sub>min</sub>= Velocidad de corriente mínima (m/s); CV<sub>max</sub>= Velocidad de corriente máxima y Trawl= esfuerzo de pesca, expresado como densidad de registros VMS en cuadrículas de 1kmx1km.

En cuanto a la estructura de la comunidad basada en la composición de especies de algas (biomasa) y abundancia de las especies de fauna, los gráficos MDS muestran una distribución de las muestras en un gradiente relacionado con la cobertura algal, más que con el sector donde fueron obtenidas (Sa, Ma, Os, Pe) (Figura 7.2.19). Aunque no se muestra en la figura, también se realizó un análisis para la biomasa de fauna, pero el valor del Stress fue 0.24, que equivale a decir que la ordenación de las muestras no es estadísticamente significativa. El análisis de comparación de grupos de muestras ANOSIM de dos factores confirma lo que se observa en los gráficos de MDS, ya que en ningún caso fue significativo el resultado de las comparaciones entre sectores, debido fundamentalmente a la existencia de diferencias significativas a nivel de localidad.

Los cambios en la estructura de la composición algal a nivel de localidad resultaron en un estadístico relativamente elevado, R global= 0.447 ( $p<0.001$ ). El análisis CLUSTER confirma que la agregación de las muestras no se corresponde a una clasificación basada ni en el sector donde fueron obtenidas, ni al nivel de arrastre, aunque sí que se agrupan por localidad. Las muestras de los fondos de *Peyssonnelia* son muy similares entre ellas y muy diferentes al resto de muestras (Figura 7.2.19a), siendo la localidad con mayores biomassas algales, especialmente del alga *Peyssonnelia rosa-marina* y otras algas blandas (ej.: *Phyllophora crispa*, *P. heredia*). Las muestras de las localidades de maërl/rodolitos se segregan por localidad, especialmente la localidad MaT, que se corresponde con la localidad con mayor nivel de arrastre, y aun así tiene las mayores coberturas algales (>85%) y, relativamente, elevadas biomassas algales, aunque no los máximos. En esta localidad dominan claramente las especies de rodolitos (Tabla 7.2.14). Sin embargo, MaC\_1 y MaC\_2 tienen coberturas algales inferiores al 50% y una elevada proporción de rodolitos, pero también dominan *Laminaria rodriguezii* y algas blandas como *Flabellia petiolata*, *Phyllophora crispa* y *Gloiochladia repens* (Tabla 7.2.14). Las muestras de los fondos de *Osmundaria* también se segregan entre localidades, siendo las de la localidad OsT muy similares a las de la localidad MaT (Figura 7.2.20a). Esta localidad se caracteriza también por tener

elevadas coberturas y biomasas algales, especialmente de rodolitos, pero también del alga blanda de la especie *Arthrocladia villosa*. Las muestras de los fondos de *Osmundaria* tienen una elevada proporción de rodolitos del tipo ramificados (*Lithothamnion coralloides*, *Lithothamnion valens* y *Phymatolithon calcareum*), al igual que sucede en las localidades MaT y SaC-1, así como elevadas biomasas de algas blandas, especialmente *Osmundaria volubilis*, *Dictyota dichotoma* y *Polysiphonia subulifera* (Tabla 7.2.14).



**Figura 7.2.19.-** Gráficos MDS y CLUSTER de ordenación de las muestras de epibentos recolectadas en 4 sectores del canal de Menorca donde dominan diferentes hábitats: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detrítico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe). En cada sector se seleccionaron 3 localidades, una con actividad de arrastre frecuente (T) y dos sin impacto de pesca (C), donde se tomaron dos muestras en tres sitios diferentes por localidad (n=6). El análisis se basó en la matriz de: (a) biomassas de algas (g/500m<sup>2</sup>), (b) abundancia de fauna (ind/ 500m<sup>2</sup>). En cada matriz se han seleccionado las especies con una frecuencia superior y contribución en la abundancia de las muestras superior al 5-10%, según el caso.

**Tabla 7.2.14.-** Valores medios de la biomasa de algas en 4 sectores del canal de Menorca donde dominan diferentes hábitats: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detritico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe). En cada sector se seleccionaron 3 localidades, una con actividad de arrastre frecuente (T) y dos sin impacto de pesca (C), donde se tomaron dos muestras en tres sitios diferentes por localidad (n=6).

Algas (g/100m <sup>2</sup> )	MaC_1	MaC_2	MaT	OsC_1	OsC_2	OsT	Pe	SaC_1	SaC_2	SaT	Total
<i>Spongites fruticulosus</i>	2593.4	5918.2	16649.4	4909.9	23698.4	10497.6	3119.7	1149.3	6557.0	2456.7	8391.7
<i>Lithothamnion coralliooides</i>	1181.7	1225.5	4053.7	9815.7	3807.4	18590.9	959.3	3293.6	1862.1	1146.9	4864.3
<i>Lithothamnion valens</i>	447.2	5765.1	9659.4	3364.8	2334.4	5691.6	11873.9	241.3	3353.8	347.1	4326.9
<i>Phymatolithon calcareum</i>	109.1	72.8	1301.7	614.0	302.5	3631.8	180.4	1814.0	623.7	555.1	905.0
<i>Lithothamnion minervae</i>	15.4	513.1	1353.3	14.1	532.0	3084.1	0.0	0.0	642.2	148.0	697.5
<i>Osmundaria volubilis</i>	0.0	11.1	1008.5	1047.8	136.6	298.6	394.8	25.7	84.0	0.0	318.1
<i>Arthrocladia villosa</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	507.0	1997.1	0.0	0.0	0.0	0.0	278.2
<i>Laminaria rodriguezii</i>	235.3	1392.0	80.4	192.8	7.8	35.0	4.3	0.0	7.2	13.7	218.3
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i>	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	8.7	2606.2	0.0	104.2	0.0	205.8
<i>Flabellia petiolata</i>	340.6	701.4	38.8	247.5	21.6	13.2	336.1	89.5	62.2	134.8	200.7
<i>Polysiphonia subulifera</i>	0.0	11.3	24.5	134.5	119.8	169.8	2.2	149.4	805.2	0.0	149.0
<i>Dictyota dichotoma</i>	0.0	0.1	6.2	1054.3	15.9	11.2	4.3	96.2	7.2	213.6	147.1
<i>Halopteris filicina</i>	29.0	39.7	6.8	289.0	31.3	152.1	18.5	152.8	85.3	385.2	115.9
<i>Phyllophora crispa</i>	146.2	267.0	12.5	9.7	26.7	25.3	539.7	0.0	78.5	27.1	105.4
<i>Phyllophora heredia</i>	0.0	0.0	0.0	3.6	12.3	0.0	1077.5	0.0	0.0	0.0	81.6
<i>Lithophyllum racemus</i>	0.0	0.0	47.0	0.0	13.1	227.6	0.0	319.7	268.0	0.0	79.5
<i>Cystoseira zosteroides</i>	0.0	0.0	0.0	27.0	114.7	265.1	0.0	29.1	243.9	0.0	73.9
<i>Gloiocladia repens</i>	5.8	396.6	17.5	7.7	1.3	0.0	51.4	0.0	0.0	0.0	51.5
<i>Codium bursa</i>	0.0	0.0	6.7	0.0	0.4	21.0	0.0	31.6	74.2	0.0	13.1
<b>Total algas</b>											
S algas	19.8	21.0	24.7	22.7	24.7	22.3	24.8	23.0	30.2	18.0	23.1
Biomasa total algas	6374.4	23909.0	42254.1	30871.7	40659.6	61563.5	81332.6	10508.7	18682.7	6945.5	32175.4
Biomasa rodolitos	5368.2	20441.8	40281.6	25081.2	38732.3	58194.2	19077.7	9508.0	15466.8	5987.8	25114.3
Biomasa algas blandas	1006.2	3467.1	1972.4	5790.5	1927.3	3369.4	62254.9	1000.7	3215.9	957.7	7061.2
% Rodolitos	6.2	32.5	94.7	18.7	37.7	66.3	12.3	27.2	5.1	6.5	32.1
% Algas blandas	1.9	7.1	13.4	13.1	11.2	10.2	36.9	9.2	1.2	4.1	10.1
Número parches	1.7	1.8	9.5	6.0	9.3	3.5	11.0	5.0	5.3	1.6	5.4
Tamaño parches	8.4	51.4	41.8	14.5	11.4	59.1	9.2	18.1	5.9	5.3	23.6

La abundancia de fauna, también mostró cambios significativos a nivel de localidad ( $R$  global= 0.568,  $p<0.001$ ), aunque como se puede apreciar en el gráfico MDS y CLUSTER, se observa una tendencia en la agrupación de las muestras según el sector/hábitat. Hay una clara segregación de las muestras de *Peyssonnelia* y las muestras de la localidad SaC-2. En este caso las muestras de las localidades con actividad de arrastre en todos los sectores forman un grupo diferenciado, especialmente las de los fondos de maërl con actividad de arrastre (MaT) (Figura 7.2.19b). Las muestras de *Peyssonnelia* se caracterizan por los mayores valores de abundancia de fauna, especialmente hay que destacar la elevada abundancia de la ascidia *Aplidium nordmani*, la estrella *Hacelia attenuata* y los cangrejos *Inachus thoracicus*, *Galathea intermedia* y *Liocarcinus corrugatus*. En SaC-2 hay una mayor abundancia del poliqueto *Ditrupa aeritrina* y el erizo *Spatangus purpureus*. Las muestras de la localidad de maërl/rodolitos arrastrada (MaT) se caracterizan por la abundancia de las ascidias *A. nordmani* y *Ascidia mentula*, el erizo *Echinaster sepositus* y el molusco poliplacóforo *Acanthochitona fascicularis*. Las localidades MaC-1 y MaC2 aparecen agrupadas y se caracterizan por elevadas abundancias de la ascidia *A. nordmani*, la ofiura *Ophiura texturata*, los decápodos *Inachus dorsettensis* y *Pagurus prideauxi* y el bivalvo *Chlamys opercularis*. Practicamente todas las muestras de *Osmundaria* aparecen formando un solo grupo, donde destaca la elevada abundancia de los decápodos *Inachus thoracicus*, *Phylochera sculptus* y *Anapagurus laevis* (Tabla 7.2.15). Aunque los análisis multivariantes no mostraron resultados relevantes respecto a la biomasa de fauna, se muestra una tabla con los resultados sobre los valores obtenidos (Tabla 7.2.16), donde se puede ver que las especies dominantes fueron los erizos *S. purpureus* y *Sphaerochinus regularis*, las ascidias *Ascidia mentula*, *Phallusia mammillata* y *Diazona violacea* y la esponja *Suberites domuncula*. *S. purpureus* dominó en fondos con escasa cobertura algal, como MaC\_1 y SaC\_2, sin embargo *S. regularis* obtuvo mayores biomassas en fondos con gran cantidad de rodolitos (MaC\_2, MaT y Os T), al igual que *A. mentula*. Hay especies que dominaron en fondos de arena (sa), como la ascidia *Molgula appendiculata* y la estrella de mar *Astropecten aranciacus*, mientras que el bivalvo *Chlamys opercularis* fue dominante en fondos de maërl/rodolitos.

El análisis de las relaciones entre la matriz de variables ambientales y biológicas (RELATE) mostró que la correlación fue relativamente elevada tanto para las algas ( $\rho=0.385$ ,  $p<0.001$ ) como la abundancia de fauna ( $\rho=0.513$ ,  $p<0.001$ ) y biomasa de fauna ( $\rho=0.368$ ,  $p<0.001$ ). En el caso de las algas se consideró una matriz de variables ambientales estrictamente abióticas (Test 1). En el caso de la abundancia y biomasa de fauna en la matriz de variables ambientales se incluyó la biomasa y cobertura de algas y el número y tamaño de los parches de vegetación (Test 2) (Tabla 7.2.17). A partir de los resultados del análisis BEST se interpreta que el conjunto de variables que mejor se correlacionan con la composición algal son longitud-profundidad-%fango-velocidad de la corriente media ( $\rho=0.509$ ). Individualmente las correlaciones más elevadas se obtuvieron con estas variables y también la presión de la pesca de arrastre (Tabla 7.2.17). En el caso de la abundancia de fauna, el conjunto de variables que mejor explica la variación entre muestras fue: profundidad, cobertura de rodolitos y fango o cobertura de rodolitos, fango y presión arrastre (en ambos casos  $\rho=0.582$ ). Individualmente las variables que mostraron una mayor correlación con la composición de fauna en abundancia fueron: cobertura rodolitos, %fango, Longitud, cobertura de algas blandas y profundidad. A nivel de biomasa de fauna el conjunto de variables que mejor explica la composición de fauna fueron: profundidad, cobertura rodolitos, %grava, %fango y velocidad de corriente mínima o cobertura rodolitos, %grava, %fango, Velocidad de corriente mínima y presión arrastre (en ambos casos  $\rho=0.445$ ). Individualmente las correlaciones fueron muy bajas, siendo las más elevadas aquellas correspondientes a cobertura de rodolitos y de algas blandas, la profundidad y el arrastre (Tabla 7.2.17).

**Tabla 7.2.15.-** Valores medios de la abundancia de fauna en 4 sectores del canal de Menorca donde dominan diferentes hábitats: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detritico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe). En cada sector se seleccionaron 3 localidades, una con actividad de arrastre frecuente (T) y dos sin impacto de pesca (C), donde se tomaron dos muestras en tres sitios diferentes por localidad (n=6).

Abun (ind/100m <sup>2</sup> )	MaC_1	MaC_2	MaT	OsC_1	OsC_2	OsT	Pe	SaC_1	SaC_2	SaT	Total
<i>Ditrupa arietrina</i>	0.8	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.0	5.3	414.2	0.8	46.6
<i>Aplidium nordmanni</i>	34.9	41.9	18.9	3.2	0.0	0.9	243.0	4.1	1.2	9.5	30.3
<i>Inachus dorsettensis</i>	22.4	33.2	0.0	11.7	8.6	2.4	49.2	1.8	0.3	44.2	16.6
<i>Inachus thoracicus</i>	11.6	14.3	4.8	16.2	12.2	11.4	66.3	12.0	1.8	9.2	14.5
<i>Philocheras sculptus</i>	2.6	0.3	0.0	4.0	29.3	0.3	18.8	58.5	1.8	28.0	11.5
<i>Pagurus prideaux</i>	15.3	10.8	1.8	7.8	7.2	3.4	25.3	14.6	5.1	27.1	10.9
<i>Sphaerechinus granularis</i>	0.1	43.9	10.1	0.1	0.0	24.0	1.4	5.6	1.1	0.0	9.2
<i>Galathea intermedia</i>	0.8	2.7	0.3	14.5	4.2	0.8	50.5	42.7	0.4	1.3	8.9
<i>Spatangus purpureus</i>	7.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.6	1.4	0.0	69.0	0.0	8.7
<i>Ophiura texturata</i>	15.4	5.8	0.0	9.7	9.0	0.8	19.7	3.9	3.5	9.7	7.5
<i>Calyptaea chinensis</i>	5.7	4.5	0.4	7.5	2.1	3.8	3.4	6.3	0.9	21.5	5.4
<i>Anapagurus laevis</i>	0.7	0.6	0.0	7.6	11.8	1.2	10.2	8.3	0.3	5.8	4.2
<i>Pilumnus spinifer</i>	7.7	5.2	0.0	5.4	1.6	1.0	14.1	2.4	2.3	0.7	3.8
<i>Hacelia attenuata</i>	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	48.7	0.1	0.0	0.1	3.7
<i>Chlamys opercularis</i>	9.5	10.4	0.0	7.8	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	3.4
<i>Ascidia mentula</i>	3.1	3.9	5.3	2.8	1.2	4.2	5.8	0.3	0.2	4.2	3.2
<i>Echinaster sepositus</i>	1.1	1.5	5.8	1.3	1.1	6.2	3.0	2.2	1.9	0.5	2.5
<i>Parthenope massena</i>	1.9	2.7	0.1	2.7	1.4	1.1	15.1	0.2	0.4	2.4	2.5
<i>Liocarcinus corrugatus</i>	0.5	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	28.0	0.4	0.1	0.0	2.4
<i>Eury nome aspera</i>	3.4	2.6	0.1	0.8	1.0	0.6	8.7	6.2	0.1	2.5	2.2
<i>Acanthochitona fascicularis</i>	0.2	0.7	6.4	2.3	0.9	4.1	3.5	1.6	0.0	1.6	2.1
<i>Macropodia linaresi</i>	0.7	0.9	0.1	2.7	2.3	2.4	1.2	1.6	0.5	2.1	1.4
<i>Dardanus arrosor</i>	1.6	2.2	2.3	1.2	0.8	1.0	2.6	1.4	0.9	0.2	1.4
<i>Macropodia rostrata</i>	0.0	0.7	0.1	2.8	1.0	2.7	0.0	1.1	0.3	0.4	0.9
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0.1	0.2	0.0	0.3	0.1	0.0	8.7	0.2	0.0	1.9	0.9
<i>Suberites domuncula</i>	0.3	0.6	3.8	0.5	0.1	1.2	1.4	0.6	0.0	0.1	0.9
<i>Ophiocomina nigra</i>	0.1	0.1	0.3	0.4	0.0	4.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.6
<i>Synoicum blochmanni</i>	0.1	0.4	1.6	0.2	0.0	0.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.5
<i>Pyura microcosmus</i>	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.6	0.4
<i>Stichopus regalis</i>	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
<b>Total fauna</b>											
S fauna	79.5	70.3	56.3	81.2	62.0	58.3	62.0	78.0	63.2	87.6	69.4
Abun fauna	274.3	319.9	130.0	304.6	239.3	160.7	1212.8	656.4	578.1	470.8	392.9

**Tabla 7.2.16.-** Valores medios de la biomasa de fauna en 4 sectores del canal de Menorca donde dominan diferentes hábitats: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detrítico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de Osmundaria (Os) y fondos de Peyssonnelia (Pe). En cada sector se seleccionaron 3 localidades, una con actividad de arrastre frecuente (T) y dos sin impacto de pesca (C), donde se tomaron dos muestras en tres sitios diferentes por localidad (n=6).

Biomasa (g/100m <sup>2</sup> )	MaC_1	MaC_2	MaT	OsC_1	OsC_2	OsT	Pe	SaC_1	SaC_2	SaT	Total
<i>Spatangus purpureus</i>	1211.0	27.8	11.7	0.0	0.0	87.9	275.3	0.0	7606.3	0.0	1014.3
<i>Sphaerechinus granularis</i>	3.7	1847.9	581.9	15.7	0.0	844.0	1.0	199.9	28.6	0.0	380.3
<i>Ascidia mentula</i>	65.4	116.1	156.5	90.6	35.5	131.5	62.3	9.7	4.1	80.0	79.2
<i>Phallusia mammillata</i>	0.0	136.0	0.0	13.6	9.7	0.0	4.4	142.0	64.2	0.3	33.1
<i>Diazona violacea</i>	0.0	253.4	0.0	1.2	0.0	0.0	0.4	1.0	0.0	0.1	28.4
<i>Molgula appendiculata</i>	2.3	3.8	0.0	86.2	4.0	6.2	1.0	56.0	23.4	95.2	26.0
<i>Suberites domuncula</i>	2.3	8.3	148.3	3.0	3.1	5.8	35.8	44.3	0.0	2.9	24.4
<i>Chlamys opercularis</i>	54.7	50.1	0.5	65.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	19.4
<i>Ascidia involuta</i>	0.0	87.9	0.0	2.7	38.9	33.4	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1
<i>Stichopus regalis</i>	25.2	40.5	0.0	0.0	0.0	47.7	0.0	0.0	25.8	26.8	17.9
<i>Polycarpa mamillaris</i>	0.0	19.8	8.1	20.1	3.2	42.7	6.1	30.2	7.1	46.5	17.6
<i>Pagurus prideaux</i>	25.1	14.4	3.7	12.1	7.4	7.7	13.0	15.8	15.9	37.1	14.9
<i>Aplidium nordmanni</i>	21.0	16.0	10.0	2.1	0.0	0.7	84.0	5.7	2.1	2.6	12.6
<i>Ophiura texturata</i>	24.4	20.0	0.0	15.0	15.9	3.0	8.0	2.2	5.7	20.0	11.9
<i>Botryllus schlosseri</i>	2.0	18.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	9.7	0.0	96.6	11.8
<i>Inachus thoracicus</i>	6.5	11.0	7.6	13.8	11.9	7.8	43.9	6.5	3.6	7.9	11.3
<i>Astropecten aranciacus</i>	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	34.1	0.0	20.7	15.9	46.7	11.1
<i>Beania cylindrica</i>	0.7	1.5	0.0	22.9	8.8	42.5	5.0	7.9	3.8	13.3	11.0
<i>Aplidium conicum</i>	0.1	0.0	13.9	0.0	5.3	0.0	0.0	42.2	54.7	0.0	10.6
<i>Haelia attenuata</i>	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	128.1	4.4	0.0	2.4	10.3
<i>Echinaster sepositus</i>	2.6	5.8	19.2	5.4	6.2	18.4	15.6	27.0	6.4	2.6	10.0
<i>Luidia ciliaris</i>	4.8	0.0	12.9	10.8	10.1	36.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3
<i>Smittina cervicornis</i>	10.8	6.1	0.0	0.0	0.0	1.3	1.8	45.3	0.0	24.9	7.0
<i>Adamsia carcinopodus</i>	11.0	4.2	0.7	4.8	0.6	2.6	2.4	10.6	2.2	19.8	5.5
<i>Microcosmus vulgaris</i>	3.2	10.7	2.7	15.3	0.0	4.9	7.3	0.0	0.0	7.2	5.3
<i>Cystodytes dellechiajei</i>	1.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	3.7	41.5	15.6	4.5	4.9
<i>Oscarella lobularis</i>	21.3	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	0.0	0.0	0.0	4.8
<i>Eudistoma banyulensis</i>	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	9.6	61.4	0.0	0.0	4.2
<i>Polyclinella azemai</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	1.6	1.7	0.0	1.7
<i>Octopus vulgaris</i>	0.0	0.5	5.8	3.4	0.1	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	1.4
<i>Ascidia scabra</i>	0.0	0.2	0.0	0.0	3.5	0.4	0.8	0.3	2.7	0.3	0.9
<b>Total fauna</b>											
S fauna	79.5	70.3	56.3	81.2	62.0	58.3	62.0	78.0	63.2	87.6	69.4
B fauna	2350.2	3621.4	1230.5	899.6	366.7	1602.9	6266.2	2090.4	8548.6	994.8	27.4

**Tabla 7.2.17.-** Resumen de los resultados del análisis BIO-ENV para el epibentos en el canal de Menorca. Se muestra el valor de significación de las correlaciones de Spearman ( $\rho$ ) entre las variables ambientales y la composición de especies de algas, especies de fauna y biomasa de fauna. No se incluyen los valores de correlación bajos o no significantes. Se indica el mejor grupo de variables que explica una mayor varianza de cada modelo.

	Comparación BIO-ENV		
	Biomasa algal	Abundancia fauna	Biomasa fauna
<i>Variables ambientales</i>			
Lat	n.s.	0.167***	0.169***
Long	0.320***	0.351**	0.182**
D	0.253***	0.274***	0.242***
OM	n.s.	n.s.	n.s.
$\Phi$	0.198**	0.297***	0.179**
Gr	n.s.	0.175**	0.172**
Mu	0.287***	0.374***	0.173**
CV <sub>mean</sub>	0.326***	0.220**	n.s.
CV <sub>min</sub>	n.s.	n.s.	0.124*
Trawl	0.253***	0.247***	0.242***
B Rh	-	0.198***	0.175***
B Soft	-	0.220*.	n.s.
% Rho	-	0.495***	0.354***
% Soft	-	0.307***	0.250***
N Pat	-	n.s.	n.s.
L Pat	-	n.s.	n.s.
BEST	(i) Test 1	(ii) Test 2	
	$\rho=0.385***$ Long-D-Mu- CV <sub>mean</sub> ( $\rho=0.509$ )	$\rho=0.513***$ D-%Rho-Mu %Rho-Mu-Trawl (0.582)	$\rho=0.368***$ D-%Rho-Gr-Mu-CV <sub>min</sub> %Rho-Gr-Mu-CV <sub>min</sub> -Trawl (0.445)

(i) Test 1= incluye diez variables ambientales: Lat= Latitud; Long= Longitud; D= Profundidad (m); OM= Materia orgánica (%);  $\Phi$ = Diámetro medio de partícula sedimentaria ( $\mu\text{m}$ ); Gr= Gravas (%); Mu= Fango(%); CV<sub>mean</sub>= Velocidad de corriente media (m/s); CV<sub>min</sub>= Velocidad de corriente mínima (m/s); CV<sub>max</sub>= Velocidad de corriente máxima y Trawl= esfuerzo de pesca, expresado como densidad media de registros VMS en cuadrículas de 1kmx1km durante el periodo 2005-2010. (ii) Test 2= incorpora también las variables relacionadas con la cantidad de vegetación: B Rh= biomasa de rodolitos (g/100m<sup>2</sup>); B Soft = biomasa de algas blandas g/100m<sup>2</sup>); %Rho= cobertura de rodolitos; %Soft=cobertura algas blandas; N Pat= número parches de vegetación y L Pat= tamaño medio del parche de vegetación (%).

En las correlaciones univariantes entre variables ambientales y la abundancia de las especies más importantes se puede interpretar en qué sentido influyen estos factores (Tabla 7.2.18). Las variables ambientales que guardan un mayor número de correlaciones con las especies fueron, por orden de importancia, el porcentaje de rodolitos y porcentaje de algas blandas, la profundidad y la presión del arrastre. Si observamos las correlaciones más significativas ( $R>0.4$ ), aquellas más elevadas ocurren para el porcentaje de rodolitos, que tuvo una relación negativa con la ofiura *O. texturata* y los decápodos *P. sculptus* y *P. spinifer*, mientras que fue positiva y elevada para la estrella *E. sepositus*, la esponja *S. domencula*, el pez *S. notata* y el gasterópodo *C. opercularis*. También fueron muy elevadas las correlaciones positivas entre profundidad y el gasterópodo *C. opercularis*, los decápodos *I. dorsetensis* y *E. tuberosa*, y negativa con el pez *S. cabrilla*. La presión de arrastre mostró una correlación positiva con la especie *Scorpaena notata*, las ascidias *S. blochmani* y *A. mentula*, el gasterópodo *A. rugosa* y negativas con el poliqueto *D. eritrina*, la ascidia *P. mamillata* y la ofiura *O. texturata*. El porcentaje de fango se relaciona de forma positiva con la estrella *H. attenuata*, las ascidias *A. nordman* y *S. blochmanni*. La velocidad de la corriente mostró una fuerte relación negativa con la especie de poliqueto *D. eritrina* y el erizo *S. purpureus*.



**Fotografía 7.4.-** La ofiura *Ophiura texturata* es común en los fondos del canal de Menorca, siendo representativa de facies de fondos de detrítico costero en el Mediterráneo.

También se analizaron los cambios en los parámetros ambientales y ecológicos mediante una ANOVA de tres factores, contrastando los cambios entre los diferentes sectores, entre localidades con diferente grado de impacto y entre sitios (Tabla 7.2.19). Señalar que en el análisis no se incluyeron las réplicas de los fondos de *Peyssonnelia*, ya que en este sector no existe replicación a nivel de localidad, pero los valores obtenidos se reflejan en los gráficos pertinentes a modo informativo y comparativo (Figura 7.2.20 y 7.2.21).

**Tabla 7.2.18.-** Correlaciones (R Pearson) entre las variables ambientales y las especies de fauna dominantes (frecuencia de aparición >10% y contribución >5%). Las variables ambientales seleccionadas fueron aquellas definidas previamente en el análisis BIO-ENV como la combinación de variables que mejor describe las relaciones con la composición de especies de fauna. Los datos fueron transformados a log (x+1).

		Long	D	Mu	Cvm	% Rh	% Soft	Trawl
POR	<i>Suberites domuncula</i>					0,471 ***	0,293 *	0,284 *
POR	<i>Tethya aurantium</i>		0,492 ***			-0,303 *	-0,316 *	
POL	<i>Ditrupa arietrina</i>	-0,358 **	-0,302 *		-0,415 **	-0,467 ***	-0,459 ***	-0,408 **
POL	<i>Hyalinoecia tubicola</i>							
POL	<i>Laetmonice hystrix</i>		-0,338 *			0,430 ***		
BIV	<i>Acanthochitona fascicularis</i>					0,398 **	0,303 *	0,299 *
BIV	<i>Chlamys opercularis</i>		0,742 ***				-0,411 **	
GAST	<i>Astrea rugosa</i>					0,463 ***	0,303 *	0,378 **
GAST	<i>Calyptarea chinensis</i>							
AST	<i>Astropecten aranciacus</i>	-0,322 *			-0,290 **			
AST	<i>Hacelia attenuata</i>	0,494 ***		0,429 ***			0,418 **	
AST	<i>Echinaster sepositus</i>					0,507 ***		
HOL	<i>Stichopus regalis</i>		0,269 *			-0,308 *		
OPH	<i>Ophiocoma nigra</i>					0,435 ***		
OPH	<i>Ophiura texturata</i>		0,402 **			-0,749 ***	-0,312 *	-0,358 **
ECH	<i>Spatangus purpureus</i>	-0,309 *			-0,443 ***		-0,372 **	-0,289 *
ECH	<i>Sphaerechinus granularis</i>	-0,381 **			-0,271 *			
DEC	<i>Ebalia deshayesi</i>	0,307 *				-0,380 **		
DEC	<i>Ebalia tuberosa</i>		0,470 ***					
DEC	<i>Galathea intermedia</i>	0,411 **			0,358 **		0,332 *	
DEC	<i>Inachus dorsettensis</i>		0,475 ***			-0,402 **		
DEC	<i>Inachus thoracicus</i>					0,283 *		
DEC	<i>Liocarcinus corrugatus</i>	0,367 **			0,276 *		0,345 *	
DEC	<i>Liocarcinus depurator</i>		0,347 **			-0,303 *		
DEC	<i>Macropodia linaresi</i>					-0,309 *		
DEC	<i>Pagurus prideaux</i>		0,302 *			-0,348 **		
DEC	<i>Philocheras sculptus</i>		0,338 *			-0,520 ***	-0,280 *	
DEC	<i>Pilumnus spinifer</i>		0,306 *			-0,501 ***		-0,314 *
DEC	<i>Scyllarus pygmaeus</i>	-0,296 *						
ASC	<i>Aplidium nordmanni</i>		0,316 *	0,335 **		-0,359 **		0,284 *
ASC	<i>Ascidia mentula</i>							0,405 **
ASC	<i>Diazona violacea</i>					0,288 *		
ASC	<i>Microcosmus vulgaris</i>							0,320 *
ASC	<i>Phallusia mammillata</i>							-0,397 **
ASC	<i>Synoicum blochmanni</i>	0,291 *		0,475 ***		0,363 **	0,342 *	0,420 **
FIS	<i>Odondebuenia balearica</i>	0,336 *				0,288 *	0,391 **	
FIS	<i>Scorpaena notata</i>					0,467 ***	0,367 **	0,532 ***
FIS	<i>Serranus cabrilla</i>		-0,434 ***			0,316 *	0,338 *	

Se muestra el nivel de significación: \*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001.

Long= Longitud, D= profundidad (m); Mu= porcentaje de fango (%); Cvm= Velocidad de corriente media (m/s); % Rh= porcentaje de rodolitos (%); % Soft= porcentaje de algas blandas (%); Trawl= presión pesquera, expresada como el número de registros medio en cuadriculas de 1x1 km en el periodo 2005-2012.

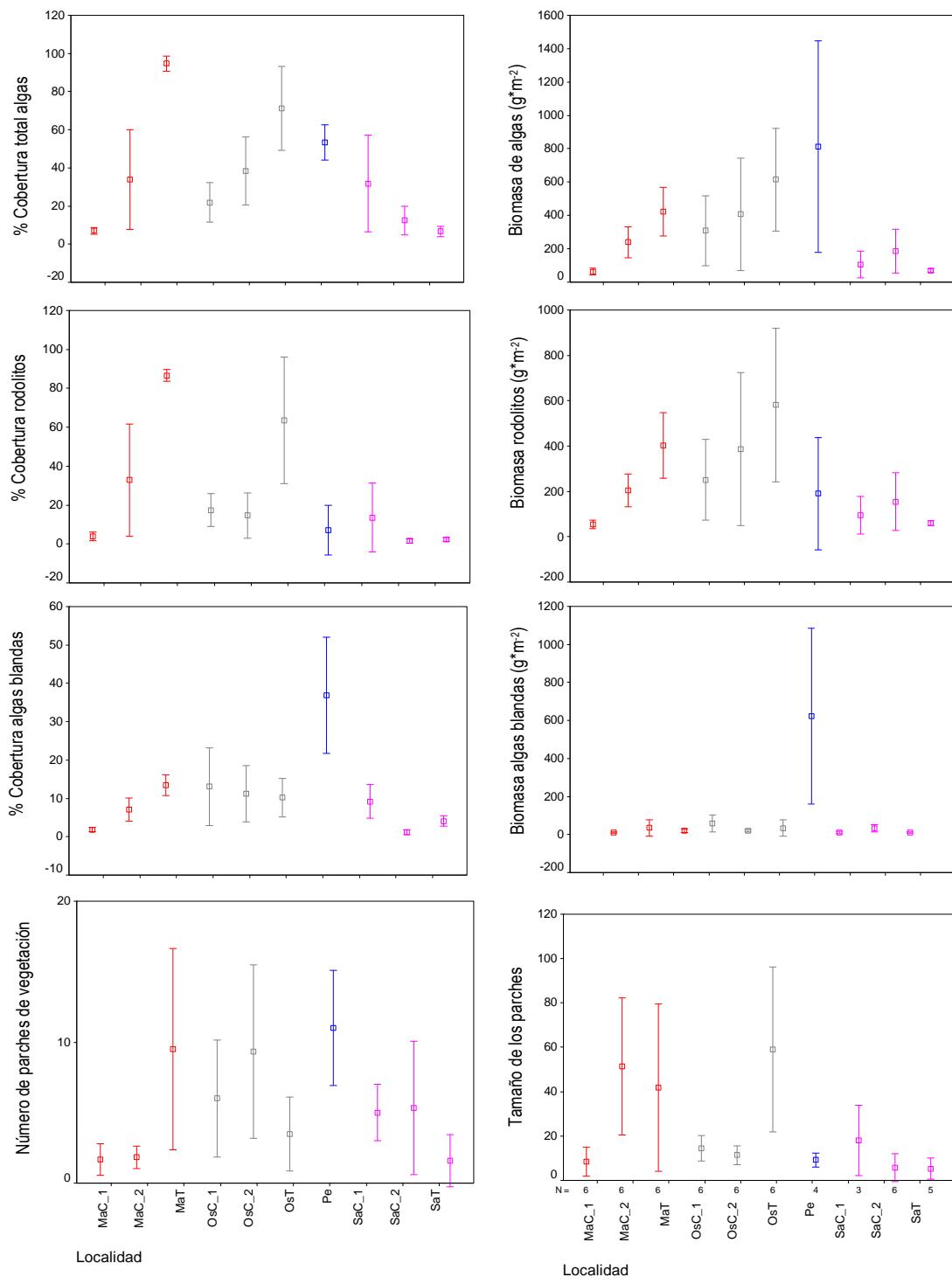
Los resultados mostraron que la cobertura algal cambió significativamente a nivel de localidad (escala de kms) y sitio (escala de 100s m) para el total de algas y rodolitos, y a nivel de sitio para la cobertura de algas blandas. El número de parches cambia a nivel de sitio y el tamaño de los parches a nivel de localidad. La localidad impactada de los fondos de maërl/rodolitos fue la que mostró una mayor cobertura y un mayor número de parches (Tabla 7.2.19; Figura 7.2.20). En cambio la biomasa total de algas no muestra cambios a ninguna escala espacial, aunque para rodolitos y algas blandas hay cambios a la escala espacial de sitio

(Tabla 7.2.19; Figura 7.2.20). En cuanto a la fauna, se observaron cambios significativos en abundancia a nivel de comparaciones entre sectores, siendo mayor en el sector con dominancia de detritico sin cobertura algal (Sa). Sin embargo, en la biomasa de fauna se identificaron cambios a nivel de localidad, siendo menor en la localidad arrastrada tanto en los fondos de maërl/rodolitos como en arena (Tabla 7.2.19; Figura 7.2.21). Los cambios en la riqueza de especies se dan a nivel de localidad, siendo significativamente menor en la localidad impactada en el caso de la riqueza total y riqueza de fauna en los fondos de maërl y para la riqueza de algas en el caso de los fondos de arena (Tabla 7.2.19; Figura 7.2.21). En los fondos de *Peyssonnelia* se obtienen valores notablemente más elevados de cobertura y biomasa de algas blandas (Figura 7.2.20) y valores elevados de abundancia de fauna similares a los obtenidos en el sector Sa, aunque no se ha podido contrastar si las diferencias son significativas (Figura 7.2.21).

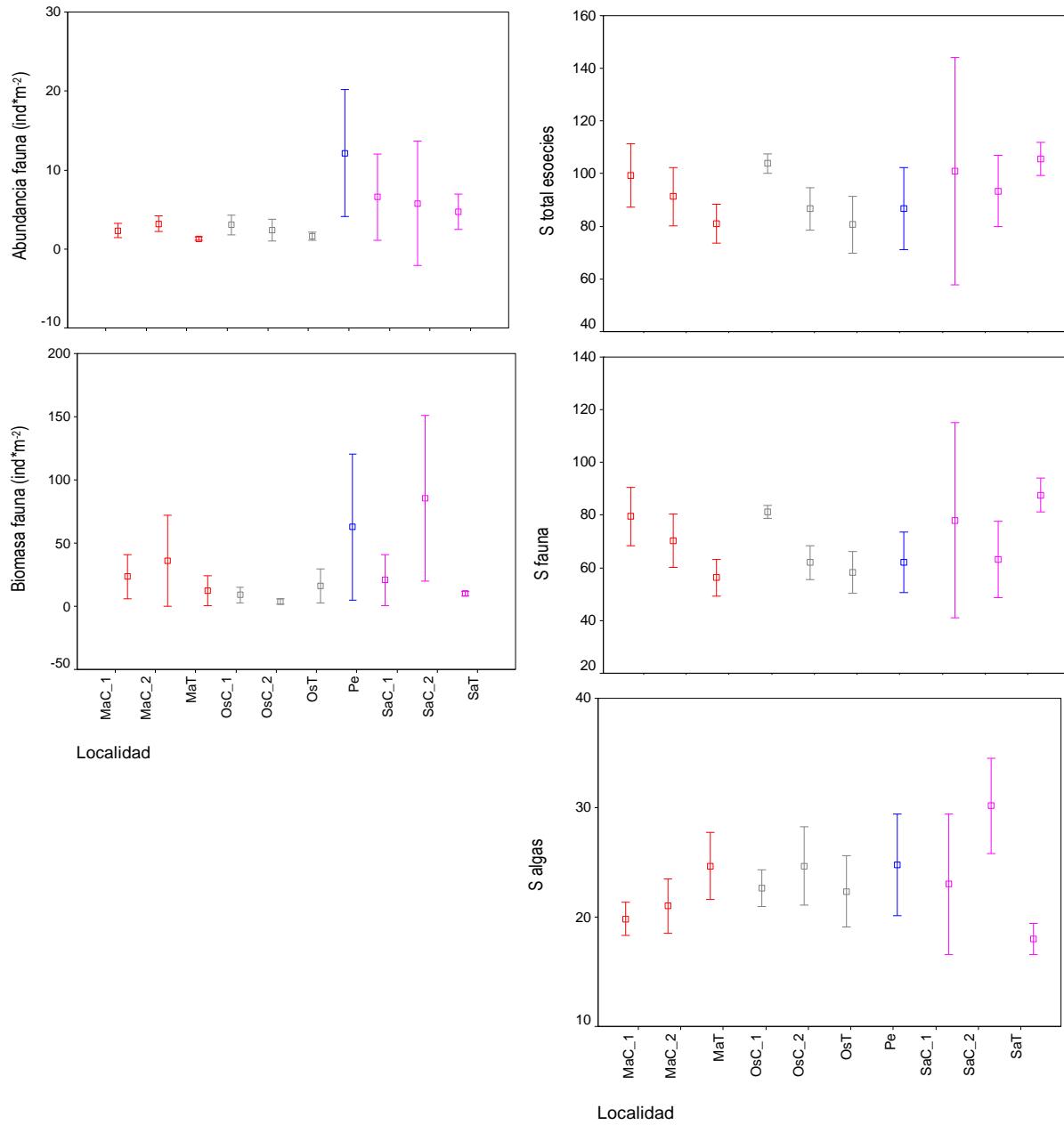
**Tabla 7.2.19.-** Resultados del test de ANOVA de comparación de las medias de parámetros ecológicos obtenidos en 4 sectores (Sec) del canal de Menorca donde dominan diferentes hábitats. En cada sector se seleccionaron 3 localidades (Lo), una con actividad de arrastre frecuente y dos sin impacto de pesca y en cada localidad 3 sitios (Si), donde se obtuvieron 2 muestras. El modelo se describe como: X = MEAN + Sec + Lo(Sec) + Si(Sec X Lo) + RES. GL: grados de libertad, F: estadístico, P: probabilidad, Fversus: contraste, RES: residuales.

Variable	% Alg			% Rh			% Soft			N Pat		L Pat		Fversus
	GL	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	
Sec	2	1.20	n.s.	1.15	n.s.	2.90	n.s.	0.43	n.s.	1.66	n.s.	Lo		
Lo(Sec)	6	8.90	***	6.14	***	0.90	n.s.	1.45	n.s.	3.38	*	Si		
Si(Loc(Sec))	18	4.94	***	16.0	***	6.34	***	5.65	***	1.47	n.s.	RES		
RES	27													
TOT	53													
Variable	B Alg			B Rh			B soft			Ab Fau		B Fau		Fversus
	GL	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	
Sec	2	3.13	n.s.	3.16	n.s.	0.93	n.s.	13.3	***	1.11	n.s.	Lo		
Lo(Sec)	6	2.56	n.s.	1.16	n.s.	1.00	n.s.	0.31	n.s.	4.64	***	Si		
Si(Loc(Sec))	18	1.79	n.s.	2.28	*	2.93	***	1.25	n.s.	0.62	n.s.	RES		
RES	27													
TOT	53													
Variable	S Tot			S Fau			S Alg			Fversus				
	GL	F	P	F	P	F	P							
Ha	2	1.30	n.s.	0.75	n.s.	0.15	n.s.	Lo						
Lo(Sec)	6	4.35	***	5.89	***	9.20	***	Si						
Si(Loc(Sec))	18	0.43	n.s.	0.82	n.s.	0.56	n.s.	RES						
RES	27													
TOT	53													

% Alg= cobertura total de algas; % Rh= cobertura de rodolitos; % Soft= cobertura algas blandas; N Pat= número parches de vegetación; L Pat= tamaño medio del parche de vegetación; B Alg= Biomasa total algas (g/m<sup>2</sup>); B Rh= biomasa de rodolitos (g/m<sup>2</sup>); B Soft= biomasa de algas blandas (g/m<sup>2</sup>); Ab Fau= abundancia de fauna (ind/m<sup>2</sup>), B Fau= Biomasa de fauna (g/m<sup>2</sup>). S Tot= Riqueza total de especies; S Fau= riqueza de especies de fauna; S Alg= riqueza de especies de alga.



**Figura 7.2.20.-** Parámetros estructurales del epibentos relacionados con la cantidad de algas. Se muestran los valores medios ( $\pm$  error estándar) de cobertura y biomasa algal y número y tamaño de los parches de vegetación, en 4 sectores del canal de Menorca donde dominan diferentes hábitats: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detrítico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe). En cada sector se seleccionaron 3 localidades, una con actividad de arrastre frecuente (T) y dos sin impacto de pesca (C), excepto en *Peyssonnelia*, donde no se replicó por localidad.



**Figura 7.2.21.-** Parámetros estructurales del epibentos relacionados con la fauna y la riqueza específica de algas. Se muestran los valores medios ( $\pm$  error estándar) de abundancia y biomassas de fauna y la riqueza de especies en 4 sectores del canal de Menorca donde dominan diferentes hábitats: fondos de maërl/rodolitos (Ma), detrítico costero sin cobertura algal (Sa), fondos de *Osmundaria* (Os) y fondos de *Peyssonnelia* (Pe). En cada sector se seleccionaron 3 localidades, una con actividad de arrastre frecuente (T) y dos sin impacto de pesca (C), excepto en *Peyssonnelia*, donde no se replicó por localidad.

A nivel univariante, la correlación entre variables ambientales y parámetros ecológicos (Tabla 7.2.20) muestra que las variables ambientales que mayormente se correlacionan con los parámetros biológicos son velocidad corriente, longitud y profundidad. El porcentaje de gravas se relaciona de forma significativa con cobertura de rodolitos y algas blandas y de forma negativa con la abundancia de fauna, que guarda una fuerte relación con el porcentaje de fango. La presión de pesca está relacionada positivamente con la cobertura algal, sin embargo esta relación es negativa para el caso de la biomasa. La velocidad de corriente media mostró fuertes correlaciones con la cobertura algal ( $R=0.75$ ), y también fue positiva en su relación con biomasa de rodolitos y abundancia de fauna. La cobertura del total de algas muestra una relación positiva también con la latitud y el nivel de arrastre. Igual sucede con la cobertura de rodolitos, que se relaciona también positivamente con el porcentaje de grava en el sedimento y la longitud y negativamente con la profundidad. La cobertura de algas blandas se correlaciona positivamente únicamente con el porcentaje de gravas en el sedimento y con el nivel de arrastre. Como indicadores de la fragmentación del hábitat, el número de parches guarda una relación positiva con las coordenadas geográficas y la corriente, mientras que el tamaño medio de los parches también se relaciona de forma positiva con la corriente y la longitud, pero de forma negativa con la profundidad. La biomasa de algas guarda una relación negativa con la profundidad y el arrastre, mientras que la biomasa de rodolitos está relacionada positivamente con la longitud y la velocidad de la corriente y negativamente con la profundidad.

La riqueza específica para el total de especies guarda una relación significativa y positiva con la cantidad de rodolitos y algas blandas, tanto en cobertura como en biomasa, mientras que la riqueza específica de algas y de fauna tiene una relación negativa con estos parámetros. La riqueza de algas se correlaciona positivamente con la profundidad. La abundancia de fauna se correlaciona positivamente con la longitud, la cantidad de fango en el sedimento, la velocidad de la corriente, y la cantidad de algas en biomasa y en número y tamaño de los parches, y negativamente con el porcentaje de gravas. Sin embargo, la biomasa de fauna se correlaciona negativamente con el diámetro medio del grano de sedimento y la cobertura algal y de rodolitos.

Las conclusiones generales de estos análisis son:

- Las condiciones ambientales que mayormente marcaron las diferencias entre las estaciones de muestreo fueron, además de la situación geográfica (latitud y longitud), la velocidad de corriente media y mínima, el porcentaje de fango y diámetro medio de la partícula y el nivel de presión de arrastre. En este sentido, el sector más diferenciado ambientalmente fue Pe, situado al SW de Menorca, con dominancia de fondos de *Peyssonnelia*, que se caracterizó por sedimentos finos, corriente variable y reducida, así como el nivel de arrastre.
- Esto se reflejó también en la composición y estructura del epibentos (algas y fauna), ya que aunque a nivel multivariante no se detectaron diferencias significativas entre los grandes sectores estudiados, se observan diferencias entre localidades, distinguiéndose claramente que la composición de los fondos de *Peyssonnelia* son diferentes.
- Los parámetros ecológicos tampoco mostraron cambios significativos entre sectores, aunque sí entre localidades, a una escala de kilómetros e incluso, en ocasiones, a la escala de centenares de metros. Sin embargo, la abundancia de fauna sí que mostró un patrón de variación entre sectores, siendo notablemente más elevada en el sector Sa y Pe.

**Tabla 7.2.20.** Correlaciones (R Pearson) entre las variables ambientales y los parámetros ecológicos relacionados con la biodiversidad: cobertura algal, riqueza de especies, biomasa algal, abundancia y biomasa de fauna. Se muestra el nivel de significación (\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001). Los datos fueron transformados a Log (x+1) previamente.

	Lat	Long	D	Φ	Gr	Mu	Trawl	CV	% Alg	% Rh	% Soft	N Pat	L Pat	S Tot	S Fau	S Alg	B alg	B Rh	B Soft	Ab Fau	B Fau
Lat	-	0,39 **	-	-	-	-	-	-	0,33 **	0,35 **	-	0,37 ***	0,43 ***	0,35 **	0,37 ***	0,48 ***	-	-	-	-	
Long	0,39 **	-	-	-	-	-	-	-	0,35 **	0,35 **	-	0,37 ***	0,43 ***	0,35 **	0,29 *	0,44 ***	-0,46 ***	0,48 ***	-0,29 *	0,62 ***	
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,35 **	-0,33 *	-	-	-	-	-	-	-0,29 *	
Φ	-0,35 ***	-0,39 **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,28 *	
Gr	0,50 ***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,53 ***	
Mu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Trawl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CV	0,33 **	0,35 **	-	-	-	-	-	-	0,27 *	0,27 *	0,29 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
% Alg	0,35 ***	-	-	-	-	-	-	-	0,75 ***	0,75 ***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,38 **	
% Rh	0,37 **	-	-	-	-	-	-	-	0,36 **	0,29 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,29 *	
% Soft	0,51 ***	-	-	-	-	-	-	-	0,29 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,42 ***	
N Pat	0,37 **	0,43 ***	-	-	-	-	-	-	0,28 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,42 ***	
L Pat	0,35 **	-0,33 **	-	-	-	-	-	-	0,29 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,42 ***	
S Tot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S Fau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S Alg	0,29 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B alg	0,44 ***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B Rh	-0,46 ***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B Soft	0,48 ***	-0,29 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ab Fau	0,62 ***	-	-	-	-	-	-	-	-0,28 *	0,53 ***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B Fau	-	-0,29 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,29 *	-0,42 **	-	-	-	-	-	-	-	

Lat= Latitud, Long= Longitud, D= Profundidad (m); %OM= porcentaje materia orgánica; Φ= diámetro medio de partícula del sedimento ( $\mu\text{m}$ ); Gr= porcentaje gravas; Mu=porcentaje fango; CV= velocidad de corriente media (m/s); Trawl= número medio de registros de VMS (2005-2012) en celdas de 1km x 1km; % Alg= cobertura total de algas; % Rh= cobertura de rodolitos; % Soft= cobertura algas blandas; N Pat= número parches de vegetación; L Pat= tamaño relativo del parche de vegetación (%); S Tot= Riqueza total de especies (%); S Fau= riqueza de especies de algas; S Alg= riqueza de especies de fauna; B alg= Biomasa total algas ( $\text{g/m}^2$ ); B Rh= Biomasa de rodolitos ( $\text{g/m}^2$ ); B Soft= biomasa de algas blandas ( $\text{g/m}^2$ ); Ab Fau= abundancia de fauna ( $\text{g/m}^2$ ).  
B Fau= Biomasa de fauna ( $\text{g/m}^2$ ).

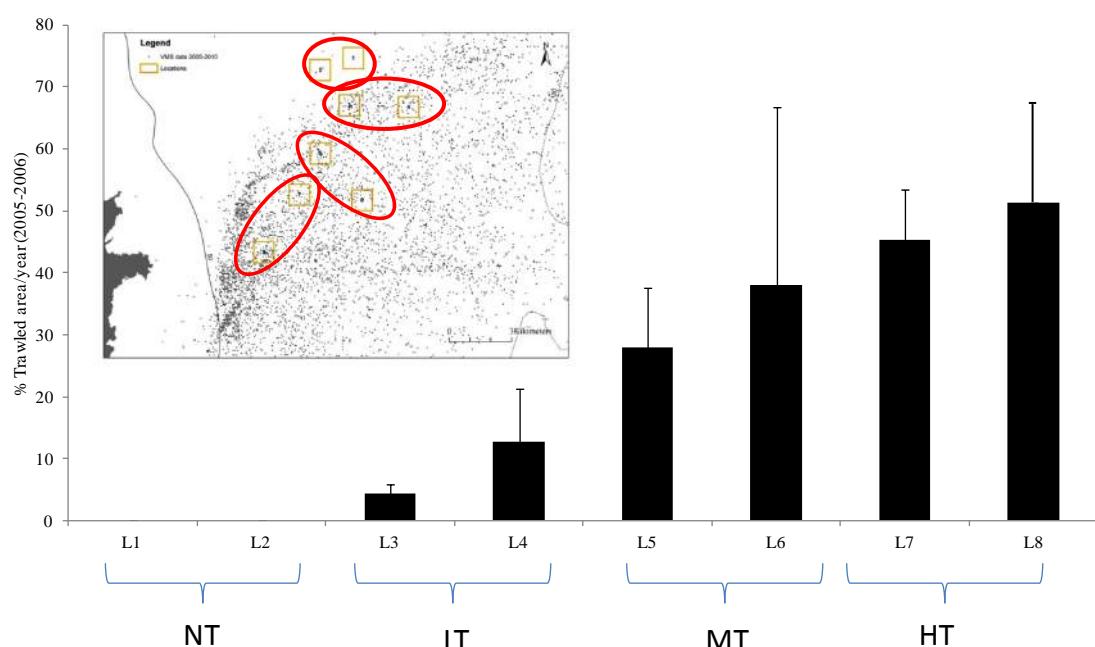
- La localidad arrastrada no siempre se relacionó negativamente con los parámetros ecológicos relacionados con la cantidad de vegetación. De hecho, se observó que tanto en el sector Ma como en Os, la localidad arrastrada coincide con elevadas coberturas de rodolitos y riqueza de algas, aunque estas diferencias no fueron tan marcadas para el caso de la biomasa algal.
- Los análisis multivariantes y univariantes que definen la relación entre condiciones ambientales y estructura del epibentos (composición y parámetros ecológicos) mostraron que los factores más importantes fueron la longitud, la profundidad, la cantidad de fango, la velocidad de la corriente, la cobertura de rodolitos y el arrastre. En este sentido, es interesante resaltar que la cobertura algal fue un parámetro más importante que la biomasa, estando positivamente relacionado con la velocidad de la corriente.

El estudio proporciona información básica sobre los patrones de biodiversidad del canal de Menorca y datos útiles sobre los hábitats marinos presentes en esta área, que se pueden utilizar para evaluaciones ecológicas futuras. Además, el presente estudio también contribuye a mejorar el conocimiento sobre la plataforma continental entre 50 y 100 m de profundidad en el mar Mediterráneo, estableciendo los vínculos entre los parámetros bióticos y abióticos que afectan los patrones de biodiversidad, que escasamente se han investigado en este tipo de ecosistemas. Los fondos bentónicos del canal de Menorca son únicos debido a los extensos fondos de maërl y formaciones de coralígeno, que son considerados los ecosistemas más complejos y diversos del Mediterráneo (Barberá et al 2003; Ballesteros 2006).

Aunque en este trabajo el arrastre no es el principal factor que explica los cambios en la estructura de las comunidades estudiadas, está demostrado que la alteración del hábitat por la pesca de arrastre es probablemente una de las mayores amenazas a la biodiversidad del bentos marino (Jennings y Kaiser 1998; Auster y Langton 1999; Barmes y Thomas 2005). En el Mediterráneo, la pesca de arrastre está prohibida a profundidades menores de 50 metros y más de 1000 m de profundidad, así como sobre las praderas marinas de *Posidonia oceanica* y otras fanerógamas marinas, hábitats de coralígeno y lechos de rodolitos (EC1967/2006 Reglamento del Consejo). El principal problema de la aplicación de este Reglamento es que hay poca información sobre la distribución espacial de los hábitats clave en el Mediterráneo (Airoldi y Beck 2007).

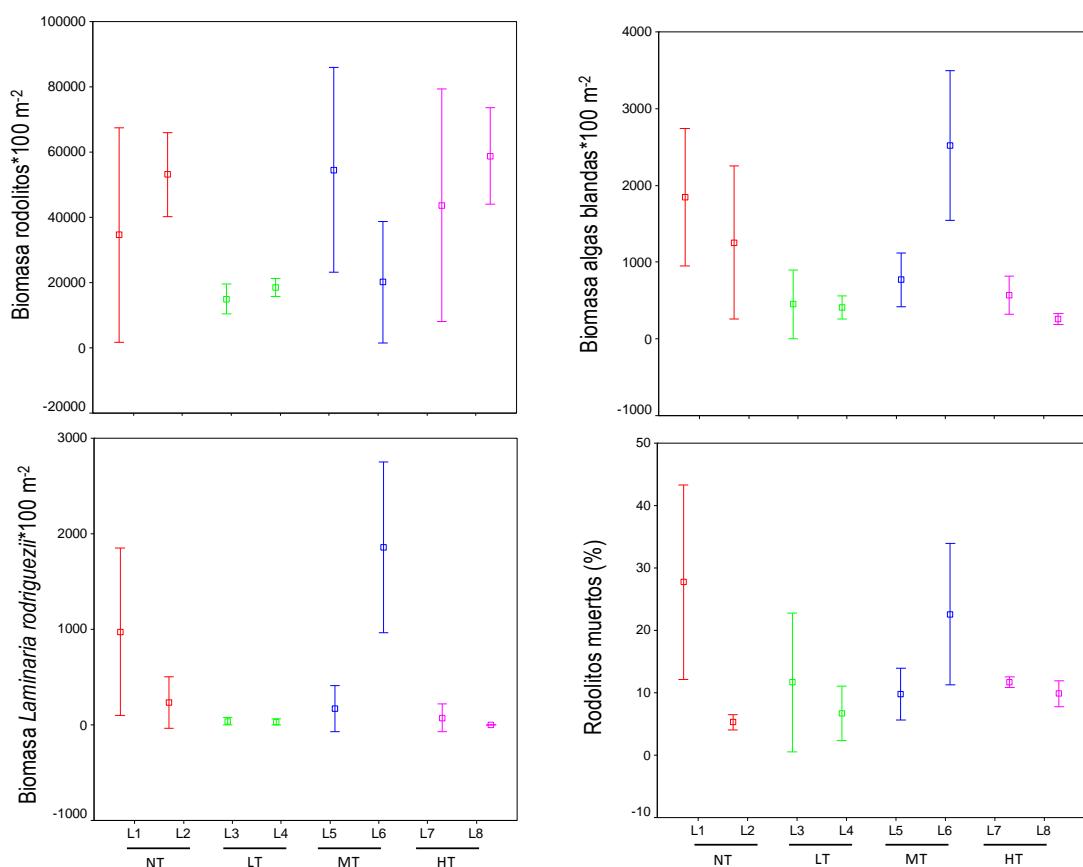
#### 7.2.3.4. Cambios en los hábitats de maërl/rodolitos afectados por la pesca de arrastre

En esta parte del trabajo se comparó la estructura de los poblamientos de maërl/rodolitos entre localidades con diferente presión pesquera, cuyos muestreos se realizaron durante la campaña EQUIPAR0410 en el área central del canal de Menorca, donde hay grandes extensiones de este tipo de fondo. Las localidades se seleccionaron al azar en una zona con un gradiente de presión pesquera. La estimación del nivel de presión de arrastre se realizó como porcentaje de área arrastrada y resultó en el patrón que se muestra en la figura 7.2.22. Para el análisis de los datos, se establecieron cuatro niveles de presión: nulo (NT), bajo (LT), medio (MT) y alto (HT), dentro de los cuales se muestreó en dos localidades separadas a escala de kms, donde se tomaron 6 muestras de dragas y 3 muestras de patín epibentónico.

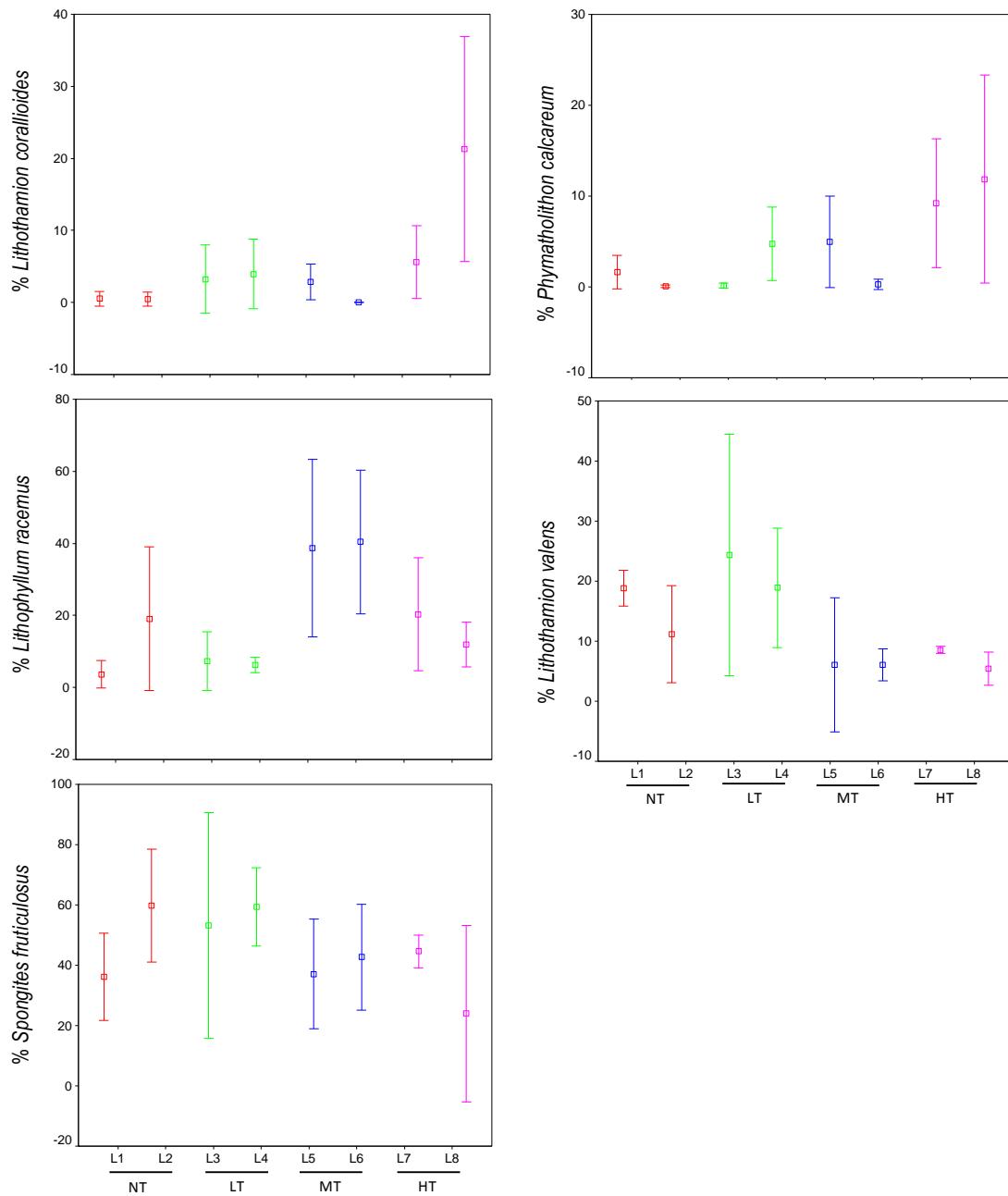


**Figura 7.2.22.-** Valores de presión pesquera estimados como el porcentaje de área arrastrada (media  $\pm$  error estándar) para los años 2005-2006 en cada una de las localidades seleccionadas para detectar el efecto del arrastre. El porcentaje de área arrastrada se estimó mediante el método de “Straight-line approach”, que consistió en convertir los datos de registro de posición en líneas o “tracks” de arrastre, asignándoles una anchura definida (en este caso 24 m). Posteriormente se calculó la proporción de área arrastrada como el resultado de la intersección de la suma de las líneas de arrastre en cuadrículas de 1 km x 1 km. En este caso el registro de posición se obtuvo a partir de datos diarios de un barco pesquero, con una frecuencia de 15 minutos, en el periodo 2005 y 2006.

Se analizaron los cambios entre algunos parámetros estructurales como son biomasa de rodolitos, biomasa de algas blandas, biomasa de *Laminaria rodriguezii*, porcentaje de rodolitos muertos (Figura 7.2.23) y porcentaje en biomasa de las diferentes especies de maërl-rodolitos (Figura 7.2.24). El test ANOVA demostró en todos los casos diferencias entre localidades y no entre los diferentes niveles de presión pesquera. En el caso de la biomasa de rodolitos tampoco se detectaron diferencias entre localidades. Como se puede apreciar en el gráfico correspondiente (Figura 7.2.23), la cantidad rodolitos es muy similar en todas las localidades, excepto en L3 y L4, donde es notablemente menor, aunque no sea estadísticamente significativo. La biomasa de algas blandas y la cantidad del alga estructurante *Laminaria rodriguezii* fueron bajas en las localidades de elevada presión pesquera (HT), que son L7 y L8. La cantidad de rodolitos muertos no fue mayor en estas localidades. Respecto a la representación de cada especie de rodolitos, se aprecia que la proporción de *Lithothamnion coralloides* y *Phymatholithum calcareum* aumenta con el gradiente de presión pesquera, siendo notablemente mayor en las localidades HT, aunque no fue estadísticamente significativo. Sin embargo *Lithothamnion valens* y *Spongites fruticulosus* tiene un patrón opuesto, disminuyendo en las localidades de mayor presión pesquera (Figura 7.2.24).



**Figura 7.2.23.-** Valores de biomasa del total de rodolitos y de algas blandas y de la especie *Laminaria rodriguezii* y el porcentaje de rodolitos muertos (media ± error estándar) en cada una de las localidades seleccionadas para detectar el efecto del arrastre, que se muestran agrupadas en cuatro niveles de presión de arrastre: nulo (NT), bajo (LT), medio (MT) y alto (HT). Biomasa expresada en gramos por 100 m<sup>2</sup>.



**Figura 7.2.24.-** Valores de porcentaje de las diferentes especies de rodolitos (media ± error estándar) en cada una de las localidades seleccionadas para detectar el efecto del arrastre, que se muestran agrupadas en cuatro niveles de presión de arrastre: nulo (NT), bajo (LT), medio (MT) y alto (HT).

El análisis de correlaciones corroboró estos resultados (Tabla 7.2.21), que mostraron que la presión pesquera se relaciona de forma positiva con el porcentaje de las especies *L. coralloides*, *P. calcareum* y *L. racemus*. Las dos primeras especies también se correlacionaron positivamente con la velocidad de la corriente media y negativamente con el porcentaje de fangos. *L. coralloides* mostró una relación negativa con la profundidad y *L. racemus* una relación positiva con la cantidad de gravas. La proporción de *S. fruticulosus* y *L. valens* mostró una correlación positiva con la profundidad. La presión de arrastre no parece afectar a la biomasa de algas. El total de algas y rodolitos mostraron una relación negativa con la profundidad, y la primera variable también se relacionó positivamente con la cantidad de gravas. Sin embargo la cantidad de algas blandas y *L. rodriguezii* se relacionó positivamente con la cantidad de fango. Además, la biomasa de *L. rodriguezii* también mostró una relación negativa con la velocidad de corriente mínima. Otros resultados destacables a partir de este análisis es que la velocidad de la corriente está relacionada positivamente con el porcentaje de *L. coralloides* y *P. calcareum*, que a su vez muestran valores más elevados en las localidades arrastradas, lo cual puede explicar la relación positiva entre corriente y arrastre. El porcentaje de rodolitos muertos no parece estar relacionado con ninguna variable, aunque como se puede ver en la figura 7.2.22, en las localidades donde hay mayor porcentaje de rodolitos muertos existen mayores biomassas del alga *Laminaria rodriguezii*, posiblemente porque esta utiliza los rodolitos para su fijación.

**Tabla 7.2.21.-** Correlaciones de Pearson (R) entre las variables ambientales y biológicas de los datos obtenidos en 8 localidades con diferentes grado de presión pesquera (n= 24). Se utilizó una matriz de datos transformados a log (x+1).

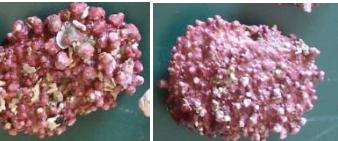
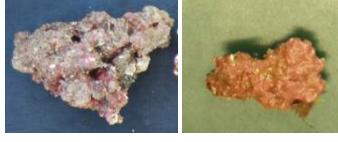
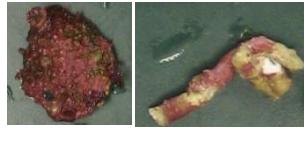
	D	Gr	Mu	Cv <sub>mean</sub>	Cv <sub>min</sub>	Trawl	% Rh D
D	-	-0.771 ***					
Gr	-0.771 ***	-	0.563 **				
Mu		0.563 **	-	-0.513 **	-0.573 **		
CV <sub>mean</sub>			-0.513 **	-	0.631 ***	0.426 *	
CV <sub>min</sub>			-0.573 **	0.631 ***	-	0.154	
Trawl				0.426 *		-	
B Rh	-0.520 *	0.414 *					
B Soft			0.444 *				
B Laminaria			0.448 *		-0.420 *		10.625 ***
%Lcoral	-0.442 *		-0.550 **	0.406 *		0.487 *	
%Pcal			-0.617 ***	0.414 *		0.471 *	
%Lrac		0.543 **				0.410 *	
%Lval	0.550 **	-0.598 **					
%Sfrut	0.416 *						

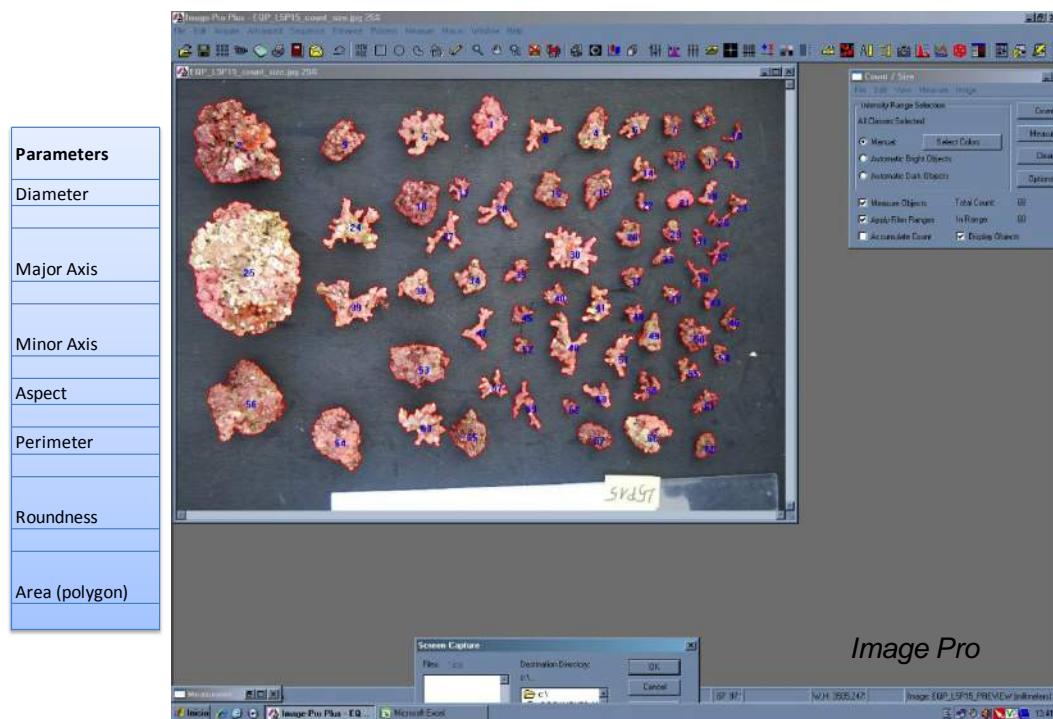
D= Profundidad (m); Gr= Gravas (%); Mu= Fango (%); CV<sub>mean</sub>= Velocidad de corriente media (m/s); CV<sub>min</sub>= Velocidad de corriente mínima (m/s); CV<sub>max</sub>= Velocidad de corriente máxima (m/s); Trawl= esfuerzo de pesca, expresado como densidad media de registros VMS en cuadrículas de 1kmx1km durante el periodo 2005-2010; % Rh D= Porcentaje de rodolitos muertos; B Rh= biomasa de rodolitos (g/100m<sup>2</sup>); B Soft = biomasa de algas blandas g/100m<sup>2</sup>); B Laminaria= biomasa de *Laminaria rodriguezii* (g/100m<sup>2</sup>); % Rh muerto= porcentaje de rodolitos muertos; % Lcoral= porcentaje de *Lithothamnion coralloides*; % Pcal= porcentaje de *Phymatholiton calcareum*; % Lrac= porcentaje de *Lithothamnion racemus*; % Lval= porcentaje de *Lithothamnion valens*; % Sfrut= porcentaje de *Spongites fruticulosus*. \* p<0.5, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

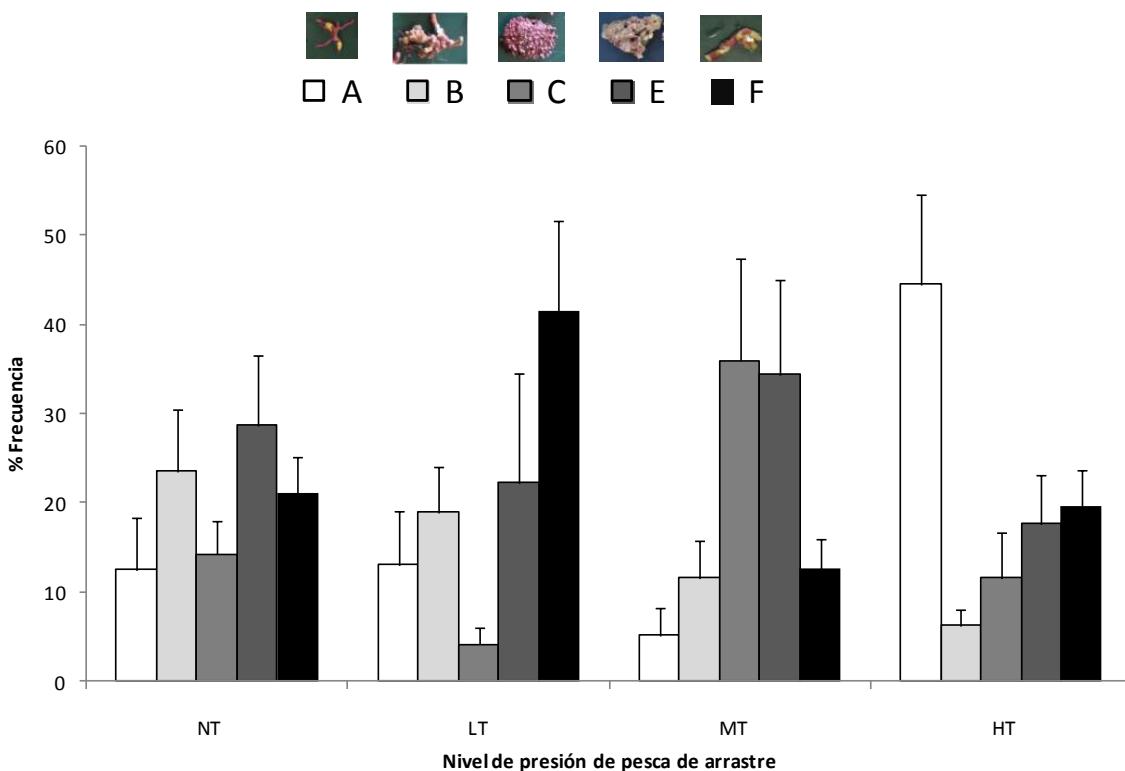
<sup>1</sup>En el caso de la correlación entre %Rodolitos muertos y Biomasa de Laminaria se muestran los resultados sin transformar.

En este estudio se realizó un análisis morfométrico de los rodolitos, comparando la composición en morfología, la distribución de tallas y otros parámetros morfométricos que se exponen a continuación. Para ello se tomó una submuestra de 50-100 rodolitos tomados al azar en cada una de las muestras obtenidas en cada localidad, a los que se les hizo una foto que posteriormente fueron tratadas en laboratorio. Cada rodolito de la imagen fue clasificado por especie y en un morfotipo, basado en la clasificación definida por Sciberras et al. (2009) (Tabla 7.2.22). Con el programa *Image-Pro Plus Versión 6.0* para Windows se realizaron las medidas morfométricas (Figura 7.2.25). Los parámetros estimados fueron: Longitud eje máximo (L) y longitud del eje mínimo (S) de cada rodolito, tomando la medida entre los extremos más o menos distantes del rodolito, respectivamente, Diámetro máximo ( $\Phi$ ) representando por el eje máximo de representar un rodolito como un objeto dentro de una elipse; perímetro (P): la longitud de la línea externa que delimita la figura del rodolito; Área (A), área del polígono definida por esta línea externa de la figura del rodolito. Se estimaron también otros parámetros comúnmente utilizados como indicadores de la forma: aspecto ( $A_s$ ), definido como el radio entre el eje máximo y el eje mínimo de la elipse equivalente al objeto ( $L/S$ ) y “roundness” o redondez (R), definido como la angulosidad de la superficie del objeto, que se estima con la siguiente fórmula:  $(\text{perímetro}) / (4 * \pi * \text{área})$ . Objetos circulares tendrán  $R = 1$  y otras formas tendrán  $R > 1$ .

**Tabla 7.2.22.-** Clasificación de morfologías de rodolitos presentes en los fondos de maërl/rodolitos presentes en el canal de Menorca, basado en las categorías definidas por Sciberras et al., (2009).

Morfotipo	Especies	Descripción	
A	<i>L. corallioides</i> <i>P. calcareum</i> Indeterminado	Rodolitos ramificados, con ramas muy finas y largas	
B	<i>L. valens</i> <i>L. racemus</i> <i>L. minervae</i> <i>S. fruticulosus</i> Indeterminado	Rodolitos ramificados con ramas de grosor medio y largas	
C	<i>L. racemus</i> <i>L. minervae</i> <i>S. fruticulosus</i> Indeterminado	Rodolitos redondeados con ramas muy cortas, poco sobresalientes	
D	<i>S. fruticulosus</i> Indeterminado	Rodolitos redondeados y superficie lisa	
E	<i>L. racemus</i> <i>L. minervae</i> <i>S. fruticulosus</i> Indeterminado	Rodolitos con forma irregular muy anguloso	
F	<i>S. fruticulosus</i> I Indeterminado	Corallinacea que recubren restos de animales (valvas, briozoos, etc)	

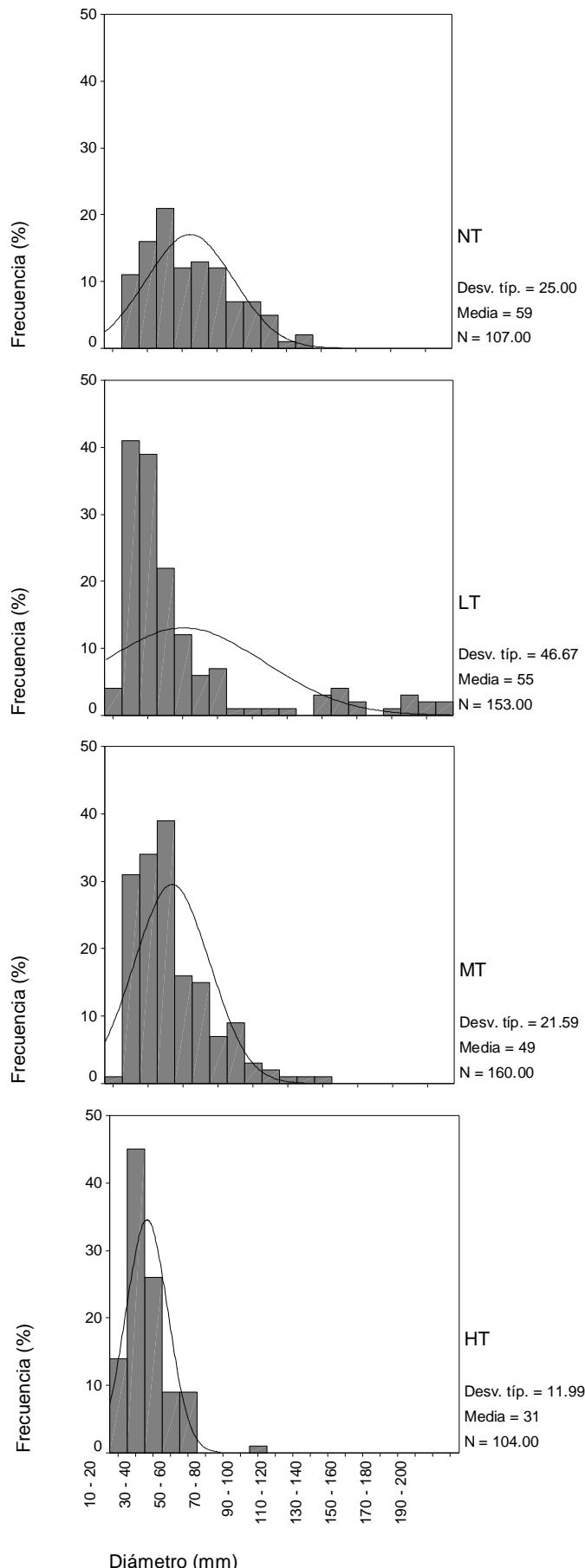




**Figura 7.2.26.-** Frecuencia de morfotipos (%) ± error standard en el total de las muestras y en las localidades agrupadas en cuatro niveles de presión de arrastre: nulo (NT), bajo (LT), medio (MT) y alto (HT).

**Tabla 7.2.23.-** Resumen de los análisis de ANOVA y S.N.K. aplicados en detectar diferencias significativas en los parámetros morfométricos entre las localidades agrupadas en cuatro niveles de presión de arrastre: nulo (NT), bajo (LT), medio (MT) y alto (HT). El análisis se realizó para las dos especies más abundantes.

Parámetros	<i>S. fruticulosa</i>	<i>L. valens</i>
Diámetro ( $\Phi$ )	*** HT<MT=LT=NT	*** HT<NT=LT
Eje mayor (L)	*** HT<MT=LT=NT	*** HT<MT=LT=NT
Eje menor (S)	*** HT < NT=LT	** NT>HT
Aspecto (As= L/S)	n.s.	n.s.
Perímetro (P)	*** HT<MT=LT=NT	* NT>HT
Redondez (R)	*** LT<NT=MT=HT	n.s.
Área (polígono) (A)	*** HT<LT=NT	*** HT=MT=LT<NT



La distribución de frecuencias de diámetro para la especie *Sponges fruticulosa* (la más abundante en todas las localidades) se comparó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov, resultando significativamente diferente la distribución de las localidades de mayor nivel de presión pesquera, HT, en comparación con los otros niveles: NT-HT ( $Z=1.588$ ,  $p<0.001$ ); LT-HT ( $Z=1.684$ ,  $p<0.01$ ; MT-HT ( $Z=1.589$ ,  $p<0.01$ ). El poblamiento de rodolitos del nivel de impacto más elevado (HT) alcanza un rango de tallas máximo de 90-100 mm, siendo más frecuentes aquellas que oscilan entre 20-30 mm (45%), mientras que en la localidad menos impactada (NT), la distribución de frecuencias de diámetro es más uniforme entre diferentes intervalos de talla, siendo el máximo 130-140mm. En la localidad LT muestra una distribución de diámetros muy diferente, con una elevada frecuencia de rodolitos con diámetros entre 20 y 50 mm, pero también un segundo pico de frecuencia de rodolitos con diámetro por encima de 130 mm, siendo el máximo intervalo entre 200 y 210 mm (Figura 7.2.27)

**Figura 7.2.27.-** Distribución de frecuencia del diámetro de los rodolitos (mm) de la especie *Sponges fruticulosa*, para el total de las medidas realizadas en las localidades agrupadas en cuatro niveles de presión de arrastre: nulo (NT), bajo (LT), medio (MT) y alto (HT).

Sin embargo, en el análisis de correlaciones entre los parámetros relacionados con la morfología y con el tamaño de los rodolitos y las variables ambientales no se deduce que la presión del arrastre sea el factor más importante (Tabla 7.2.24). En la proporción de cada morfotipo influyen principalmente la cantidad de grava y la cantidad de fango, la profundidad, materia orgánica y la corriente. Por ejemplo, en el caso del morfotipo A existió una correlación positiva con la cantidad de materia orgánica en el sedimento y negativa con la cantidad de fango, y no se correlacionó de forma significativa con el arrastre, a pesar de que cuando se agrupan las localidades globalmente si hay una mayor abundancia en el nivel de mayor arrastre, como se ha visto anteriormente. El arrastre solo mostró una relación significativa y negativa con la proporción de B y el perímetro. El resto de parámetros relacionados con el tamaño (L,S,  $\Phi$ Rh, P y A) se correlacionaron positivamente con la cantidad de fango y negativamente con la corriente media.

**Tabla 7.2.24.-** Correlaciones de Pearson (R, p-valor) entre las variables ambientales y la media de los parámetros relacionados con la morfología y tamaño de los rodolitos muestreados en 8 localidades con diferentes grado de presión pesquera (n= 24). Se utilizó una matriz de datos transformados a log (x+1).

	D	OM	Gr	Mu	CV <sub>mean</sub>	CV <sub>min</sub>	Trawl
<b>D</b>	-	-0.453 *	-0.771 ***				-0.568 **
<b>OM</b>		-0.568 **					-
<b>Gr</b>	-0.771 ***		-	0.563 **			
<b>Mu</b>				-0.513 **	-	0.631 ***	
<b>CV<sub>mean</sub></b>				-0.573 **	0.631 ***	-	
<b>CV<sub>min</sub></b>			0.563 **	-	-0.513 *	-0.573 **	
<b>Trawl</b>	-0.453 *	-					
<b>% A</b>		0.412 *		-0.435 *			
<b>% B</b>	0.591 **		-0.453 *				-0.516 **
<b>% C</b>	-0.425 *		0.646 ***	0.591 **	-0.477 *		
<b>% E</b>				0.617 **		-0.463 *	
<b>% F</b>	0.426 *		-0.533 **	-0.442 *	0.596 **		
<b>L</b>				-0.453 *			
<b>S</b>				0.574 **	-0.572 **		
<b><math>\Phi</math>Rh</b>				0.577 **	-0.560 **		
<b>L/S</b>				0.565 **	-0.579 **		
<b>P</b>				0.548 **	-0.614 **		-0.425 **
<b>R</b>				-0.526 **			
<b>A</b>				0.604 **	-0.572 **		

D= Profundidad (m); OM= Materia orgánica (%); Gr= Gravas (%); Mu= Fango(%); CVmedia= Velocidad de corriente media (m/s); CVmin= Velocidad de corriente mínima (m/s); CVmax= Velocidad de corriente máxima; Trawl= esfuerzo de pesca, expresado como densidad media de registros VMS en cuadrículas de 1kmx1km durante el periodo 2005-2010. %A-%B-%C-%D-%E-%F= porcentaje de cada morfotipo A-B-C-D-E-F, respectivamente: L= lonitud eje máximo; S= longitud eje mínimo;  $\Phi$ Rh= diámetro medio rodolito (mm); L/S= Aspecto; P= perímetro (mm); R= Roudness; A= área ( $\text{mm}^3$ ).

Diversas investigaciones han explicado la morfología y esfericidad de los rodolitos de aguas profundas en relación a mecanismos que producen la rotación o el movimiento del rodolito sobre el substrato (por hidrodinamismo o bioturbación), produciendo la fricción y el balanceando de la superficie expuesta a la luz, y por lo tanto el crecimiento vegetativo. Por ello, los límites profundos en la distribución de los lechos de maërl están fuertemente determinados por bajas tasas de atenuación de la luz, moderada-intensa corriente y bajas tasas de sedimentación (Ballesteros, 1988; Canals y Ballesteros, 1997; Barberá et al., 2003; Sciberras et al., 2009).

Diversos estudios sugieren que la forma de los rodolitos cambia de esférica a discoidal cuando decrece su rotación sobre el substrato (*turning*) (Bosence, 1976), sin embargo Steller y Foster (1995) han visto que los rodolitos de profundidad son mayoritariamente esféricos en diferentes gradientes de movimiento del agua y tipo de substrato. Está demostrado que con pequeños movimientos oscilatorios y rotaciones sobre el substrato se produce crecimiento e integridad de los rodolitos y prevención de *fouling*, y que estos movimientos ocurren principalmente durante el invierno.

En el caso del estudio desarrollado en el canal de Menorca se ha visto que en el rango de profundidades estudiado (57 a 70 m) no hay cambios importantes en el hidrodinamismo (velocidad de la corriente), por lo que tampoco se ha constatado un patrón definido que explique la estructura morfológica en este sentido. De hecho, contrariamente a lo esperado, los rodolitos más redondeados y con ramas más cortas (morfología C) guardaron una relación negativa con la profundidad y con la corriente, es decir, dominan a menos profundidad y con menos corriente. Steller y Foster (1995) también han estudiado la densidad de ramas y la esfericidad como indicadores de las condiciones ambientales. La densidad de ramas generalmente decrece con la profundidad, reflejando la disminución del movimiento producido por el hidrodinamismo. Sin embargo, la luz también disminuye con la profundidad, mientras que la sedimentación aumenta. Este autor llegó a la conclusión que aunque hay un patrón general, la variación en la densidad de ramas también es resultado de diferencias taxonómicas.

Respecto al tamaño de los rodolitos, existen diferentes factores que pueden influir en su crecimiento. Las discontinuidades en los patrones de crecimiento están relacionadas con el cese del crecimiento activo debido al enterramiento seguido de una re-exposición a la luz y recolonización por algas coralinas incrustantes. El enterramiento puede deberse a procesos de sedimentación o bioturbación. Los rodolitos pueden permanecer enterrados incluso varios centenares de años. Wilson et al. (2004) llevó a cabo investigaciones en acuarios de los requerimientos ecológicos clave y las características fundamentales de sensibilidad del maërl vivo, llegando a la conclusión que no es susceptible, como se asumía previamente, a los extremos de salinidad, temperatura y polución por metales pesados, pero sí al enterramiento, especialmente si son sedimentos finos y anóxicos, como los que pueden ser ocasionados con la tracción de los artes de arrastre o la extracción de maërl. Este patrón tampoco se ha podido demostrar en el presente estudio. De hecho, como se ha comentado anteriormente, excepto el eje máximo (L), el resto de parámetros relacionados con el tamaño (eje mínimo, Diámetro, perímetro y área) se correlacionaron positivamente con la cantidad de fango y negativamente con la corriente media.

En el poblamiento de rodolitos de los fondos de maërl del canal de Menorca domina la especie *Spongites fruticulosa*, sobre la que se realizó un estudio de la distribución de diámetros. Los resultados muestran que el diámetro más frecuente oscila entre 30 y 50 mm, alcanzando máximos de 210 mm en las localidades no impactadas por el arrastre, mientras que el máximo son 100 mm en las localidades más impactadas, donde seguramente el factor que está influyendo no son procesos de enterramiento o turbidez, sino que posiblemente existe diferente intensidad de extracción de rodolitos por tamaños, es decir, se puede deducir que en el arrastre se extraen los tamaños más grandes.

En cualquier caso, podemos concluir que en los fondos del canal de Menorca existen importantes poblamientos de rodolitos de diferentes morfologías y de gran tamaño, especialmente en áreas no afectadas por el arrastre. Si consideramos que las tasas de crecimiento de las costras de recubrimiento de coralináceas son inferiores a 0.01-0.04 mm/año y que rodolitos de plataforma de profundidad de 30 cm con crecimiento continuo pueden tener 800 años de edad, se deduce la vulnerabilidad de este tipo de fondos, cuya regeneración es prácticamente imposible a una escala de tiempo humana.

En términos de producción, en comparación con otros grupos funcionales de algas de profundidad, las algas coralináceas que forman rodolitos son los menores productores primarios. Las tasas de producción de fotosíntesis oscilan entre 0.39-0.61 mgC/g/h para las especies formadoras de rodolitos, versus las elevadas tasas para algas frondosas como *Lobophora*, *Dictyota*, *Peyssonnelia*, *Caulerpa*, etc., que pueden alcanzar 7.12 mg C/g/h. Sin embargo, los lechos de macroalgas son raros en fondos blandos sin rodolitos, que proporcionan hábitat e incrementan la diversidad relativa de algas en los fondos blandos. Por lo tanto los fondos de maërl son también importantes en la producción primaria, ocupando además un nicho ecológico característico (elevada profundidad, fuertes corrientes, etc.) y ambientes muy especializados, siendo comunes alrededor de islas en áreas semi-protegidas entre canales, como es el caso de las islas Baleares.

En términos de producción secundaria, Steller et al (2003) también definió como la complejidad de los rodolitos influencian la abundancia, de tal forma que, lechos densos, con rodolitos grandes y más densamente ramificados, es decir, lechos más complejos, soportan un gran número de criptofauna en un amplio rango de morfologías de rodolitos. Estos datos sugieren que la reducción de la estructura de tallas de la población y el deterioro de la complejidad estructural y la cobertura de rodolitos vivos podría disminuir la riqueza de especies y abundancia.

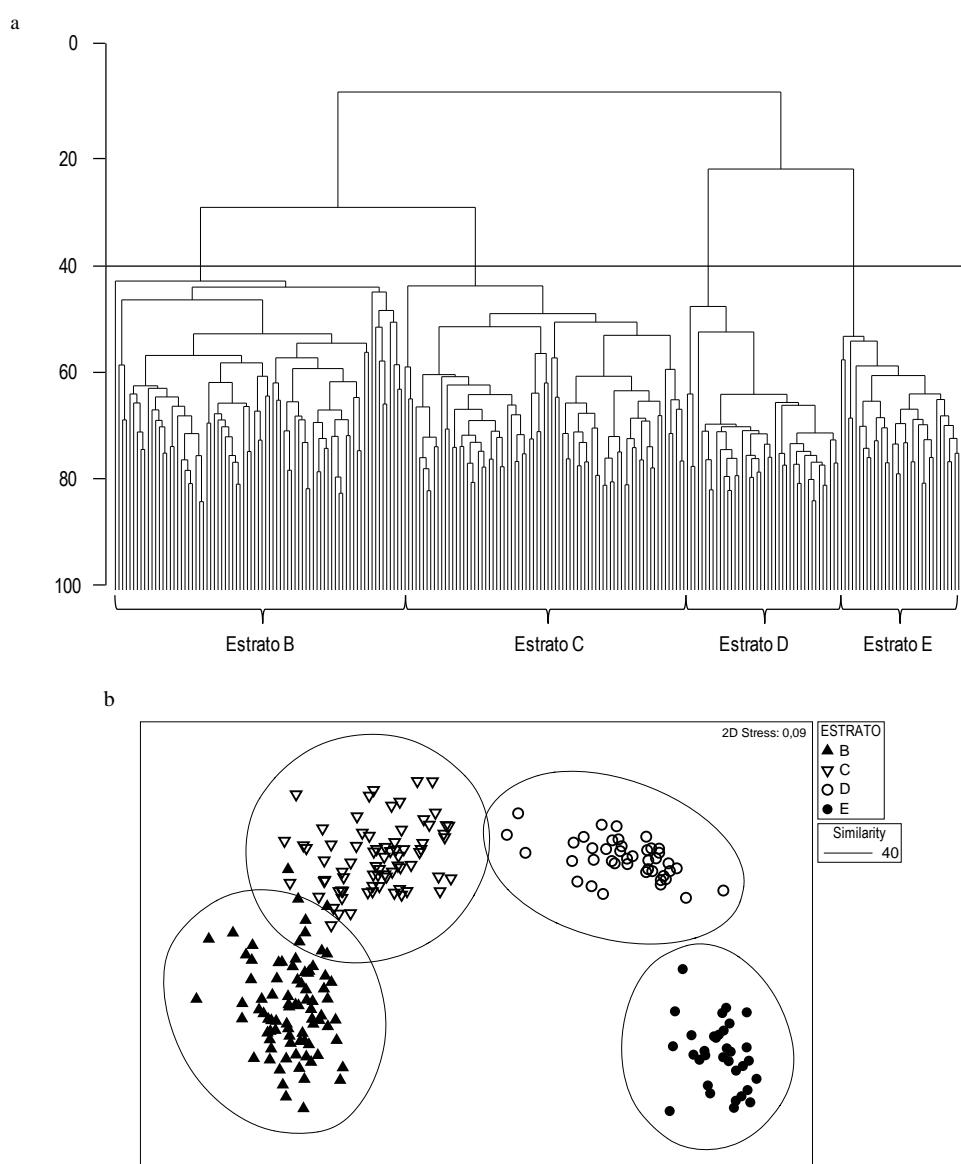
En conclusión, las facies de algas rojas aumentan la complejidad estructural de las comunidades bentónicas de fondos blandos, basado en el predominio de algas rodolitos de formación que se han descrito como "ingenieros ecológicos" (Jones et al., 2000; Steller et al., 2003), ya que proporcionan microhabitats y nichos ecológicos (De Grave, 1999; De O Figueiredo et al., 2007; Foster, 2001; Grall et al., 2006; Kamenos et al., 2004) en ambientes de fondos blandos con condiciones de elevada corriente. Los fondos de maërl son ecológicamente similares en importancia a las praderas marinas, ya que son estructuralmente y funcionalmente hábitats complejos, son hotspots de biodiversidad y también porque son perennes (Birkett et al., 1998; BIOMAERL Team, 1999; Jones et al., 2000; Steller et al., 2003; Grall et al., 2006). Sin embargo, las razones ecológicas que justifiquen su conservación y protección también están relacionadas con su lento crecimiento, que les hace un recurso no renovable (Bosence, 1976; Barbera et al., 2003; Donnan y Moore, 2003a, 2003b), ya que tienen las tasas de renovación de 10 a 15 años y los valores de producción primaria se estiman en 170-250 g/m<sup>2</sup>/año (Ballesteros, 1988).

Por lo tanto, los fondos de maërl y mantos de rodolitos (así como la biocenosis de detrítico costero con *L. rodiguezii*) son hábitats clave en el canal de Menorca. El presente trabajo aporta información importante sobre la ecología y distribución de los fondos de maërl en el Mediterráneo, cuya información es escasa, aunque siempre se han relacionado con las zonas con corrientes moderadas y aguas oligotróficas y profundidades inferiores a 60 metros (Ballesteros, 1988; Canals y Ballesteros, 1997; Barberá et al. 2003; Sciberras et al 2009), alcanzando los 90 m de profundidad en el área de estudio.

## 7.3. Comunidades nectobentónicas

### 7.3.1. Composición de las comunidades nectobentónicas

Los análisis cluster y MDS resultaron en una clara separación de las muestras entre los 4 estratos batimétricos establecidos (Figura 7.3.1): muestras obtenidas entre 50-100 m (estrato B); muestras obtenidas entre 100-200 (estrato C); muestras obtenidas entre 200-500 (estrato D); y muestras obtenidas entre 500-800 m (estrato E). Para contrastar estos resultados, se realizó un test ANOSIM, con el que se obtuvo un R global de 0.953 ( $p<0.001$ ), el cual evidenció las diferencias entre los grupos de muestras por estrato.



**Figura 7.3.1.-** Resultados del análisis cluster (a) y MDS (b) de las estaciones de muestreo obtenidas durante las serie de campañas BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2011) en el canal de Menorca mediante un GOC-73, basados en la abundancia de especies (ind/km<sup>2</sup>). Se separan claramente las muestras en 4 grupos, asociados a diferentes estratos batimétricos: B (50-100 m), C (100-200 m), D (200-500 m) y E (500-800 m).

El análisis SIMPER mostró que la contribución relativa de las diferentes especies varió entre los diferentes estratos definidos por el análisis cluster y el MDS (Tabla 7.3.1) y que la disimilitud promedio entre estratos fue alta, con una rango de 70.34 (entre el estrato B y el C) a 98.79 (entre el estrato B y el E) (Tabla 7.3.2). Teniendo en cuenta la contribución relativa de cada una de las especies en los diferentes estratos, las especies que tuvieron una contribución de más del 7% en abundancia, fueron: 1) en el estrato B: *Scyliorhinus canicula*, *Serranus cabrilla*, *Octopus vulgaris*, *Mullus surmuletus*, *Chelidoniichthys lastoviza*, *Trachinus draco* y *Dardanus arrosor*; 2) en el estrato C: *Merluccius merluccius*, *Scyliorhinus canicula*, *Serranus hepatus*, *Lepidotrigla cavillone*, *Chelidomichthys cuculus* y *Alloteuthis media*; 3) en el estrato D: *Gadiculus argenteus*, *Coelorinchus caelorhincus*, *Sepiella oweniana*, *Micromesistius poutassou* y *Phycis blennoides*; y 4) en el estrato E: *Aristeus antennatus*, *Phycis blennoides*, *Nezumia aequalis*, *Plesionika martia*, *Pasiphaea multidentata* y *Galeus melastomus*. Respecto a la disimilitud entre estratos, las principales especies que tuvieron una contribución de más del 3% en la disimilitud entre estratos fueron: 1) *M. merluccius*, en el estrato B frente al estrato C ( $\bar{\delta}_i = 70.34\%$ ); 2) *G. argenteus*, en el estrato B frente al D ( $\bar{\delta}_i = 93.9\%$ ); 3) *A. antennatus*, *S. canicula* y *S. cabrilla*, en el estrato B frente a E ( $\bar{\delta}_i = 98.79\%$ ); 4) *G. argenteus*, en el estrato C frente al D ( $\bar{\delta}_i = 81.15\%$ ); 5) *A. antennatus*, *M. merluccius*, *S. canicula* y *S. hepatus*, en el estrato C frente al E ( $\bar{\delta}_i = 95.65\%$ ); 6) *G. argenteus*, *A. antennatus*, *C. caelorhincus*, *C. agassizi* y *S. oweniana*. Las especies con un ratio  $\bar{\delta}_i / SD$  alto y que también contribuyeron a las diferencias entre estratos en abundancia fueron *A. antennatus*, *C. caelorhincus*, *G. argenteus*, *M. merlucius* y *S. cabrilla*.

**Fotografía 7.5.-** Captura realizada por una embarcación de pesca de arrastre en la plataforma continental de Mallorca (Islas Baleares).



Los análisis multivariantes RELATE y BIO-ENV que relacionan las matrices de variables explicativas y biológicas se realizaron por estratos batimétricos, ya que el efecto de la variación de las especies dominantes con la profundidad es mayor cuanto mayor es el rango batimétrico y puede enmascarar el efecto de otros factores. Para el estrato B, existe una correlación significativa (RELATE,  $\rho=0.462$ ;  $P<0.001$ ). Considerando las variables explicativas individualmente, se obtuvo la mejor correlación para la profundidad ( $\rho=0.437$ ;  $P<0.001$ ), seguida de los datos VMS ( $\rho=0.315$ ;  $P<0.001$ ). La combinación de variables que mejor explicaron esta correlación, fueron: año, longitud, profundidad y VMS ( $\rho = 0.496$ ) (Tabla 7.3.3). Para el estrato C también se obtuvo una correlación significativa ( $\rho=0.556$ ;  $P<0.001$ ). Considerando las variables explicativas individualmente, se obtuvo una correlación significativa con todas ellas, resultando los datos VMS ( $\rho=0.592$ ;  $P<0.001$ ), la latitud ( $\rho=0.492$ ;  $P<0.001$ ) y la longitud ( $\rho=0.433$ ;  $P<0.001$ ) las mejor correlacionada. En este caso, la mejor combinación de variables que dio la mayor correlación entre las variables explicativas y la composición de especies del estrato C fue: año, latitud, longitud y VMS ( $\rho = 0.580$ ). Para el estrato D ( $\rho = 0.682$ ;  $P<0.001$ ), también se obtuvo una correlación significativa para todas las variables explicativas analizadas individualmente, siendo los VMS ( $\rho=0.592$ ;  $P<0.001$ ) y la profundidad ( $\rho=0.57$ ;  $P<0.001$ ) las que dieron una correlación mas alta. Para este estrato, la mejor combinación de las variables explicativas fue: latitud, profundidad y VMS ( $\rho = 0.693$ ). Por último, en el estrato E también se obtuvo una correlación significativa entre la composición de especies y las variables explicativas ( $\rho = 0.233$ ;  $P<0.001$ ). Pero al realizar el análisis con las variables explicativas individualmente, solo resultaron

significativas la latitud ( $\rho = 0.288$ ;  $P < 0.001$ ), la longitud ( $\rho = 0.097$ ;  $P < 0.5$ ) y la profundidad ( $\rho = 0.288$ ;  $P < 0.5$ ). La mejor correlación se obtuvo por la combinación de la latitud y la longitud ( $\rho = 0.314$ ).

**Tabla 7.3.1.-** Resultados del análisis SIMPER de la contribución relativa (abundancia) por estrato (B: 50-100 m; C: 101-200; D: 201-500; E: 501-800) de las principales especies estimadas a partir de la serie de campañas BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2012) en el canal de Menorca.

<b>Estrato B S=51.22</b>		<b>Estrato C S=54.11</b>			
<b>Species</b>	<b>%</b>	<b>Cum. %</b>	<b>Species</b>	<b>%</b>	<b>Cum.</b>
<i>Scyliorhinus canicula</i>	10.60	10.60	<i>Merluccius merluccius</i>	8.85	8.85
<i>Serranus cabrilla</i>	8.98	19.58	<i>Scyliorhinus canicula</i>	7.58	16.43
<i>Octopus vulgaris</i>	7.55	27.12	<i>Serranus hepatus</i>	6.66	23.09
<i>Mullus surmuletus</i>	6.08	33.20	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	6.15	29.24
<i>Chelidoniichthys lastoviza</i>	5.82	39.02	<i>Chelidomichthys cuculus</i>	5.71	34.95
<i>Trachinus draco</i>	5.65	44.67	<i>Alloteuthis media</i>	5.22	40.16
<i>Dardanus arrosor</i>	5.07	49.73	<i>Trachinus draco</i>	4.15	44.31
<i>Spicara smaris</i>	4.62	54.35	<i>Macroramphosus</i>	4.10	48.41
<i>Pagurus prideaux</i>	4.25	58.60	<i>Trisopeterus minutus</i>	3.92	52.33
<i>Loligo vulgaris</i>	3.99	62.59	<i>Mullus surmuletus</i>	3.80	56.13
<i>Scorpaena scrofa</i>	3.93	66.52	<i>Raja clavata</i>	3.48	59.61
<i>Pagellus erythrinus</i>	2.52	69.04	<i>Eledone cirrhosa</i>	3.46	63.06
<i>Inachus thoracicus</i>	2.48	71.52	<i>Arnoglossus rueppelii</i>	3.25	66.31
<i>Scorpaena notata</i>	2.05	73.57	<i>Illlex coindetii</i>	2.80	69.11
<i>Zeus faber</i>	2.05	75.65	<i>Zeus faber</i>	2.75	71.87
<i>Sepia elegans</i>	2.01	77.62	<i>Serranus cabrilla</i>	2.55	74.41
			<i>Scaevius unicirrus</i>	2.51	76.93
			<i>Lepidorhombus boscii</i>	2.13	79.06
<b>Estrato D S=63.72</b>		<b>Estrato E S=60.82</b>			
<b>Species</b>	<b>%</b>	<b>Cum. %</b>	<b>Species</b>	<b>%</b>	<b>Cum.</b>
<i>Gadiculus argenteus</i>	7.28	7.28	<i>Aristeus antennatus</i>	13.16	13.16
<i>Coelorinchus caelorhincus</i>	6.37	13.65	<i>Phycis blennoides</i>	9.65	22.81
<i>Sepiella oweniana</i>	5.31	18.96	<i>Nezumia aequalis</i>	8.30	31.11
<i>Micromesistius poutassou</i>	5.15	24.11	<i>Pleisonika martia</i>	8.26	39.38
<i>Phycis blennoides</i>	5.10	29.22	<i>Pasiphaea multidentata</i>	7.16	46.53
<i>Galeus melastomus</i>	5.00	34.22	<i>Galeus melastomus</i>	7.07	53.61
<i>Chlorophthalmus agassizi</i>	4.78	39	<i>Hymenocephalus italicus</i>	5.34	58.95
<i>Lepidorhombus boscii</i>	4.55	43.55	<i>Polycheles typhlops</i>	4.38	63.32
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	4.49	48.04	<i>Plesionika acanthonotus</i>	4.35	67.67
<i>Plesionika gigliogliai</i>	4.49	52.53	<i>Geryon longipes</i>	4.09	71.76
<i>Macropipus tuberculatus</i>	4.09	56.61	<i>Sergia robustus</i>	4.03	75.78
<i>Plesionika antigai</i>	3.85	60.46	<i>Etmosterus spinax</i>	3.94	79.72
<i>Nephrops norvegicus</i>	3.70	64.17	<i>Lepidion lepidion</i>	3.32	83.04
<i>Eledone cirrhosa</i>	2.79	66.96	<i>Muraena moro</i>	2.69	85.73
<i>Synchiropus phaeton</i>	2.61	69.57	<i>Conger conger</i>	2.47	88.20
<i>Parapeneus longirostris</i>	2.46	72.02	<i>Todarodes sagittatus</i>	2.14	90.34
<i>Plesionika heterocarpus</i>	2.41	74.43			
<i>Trigla lyra</i>	2.28	76.71			

Se muestran las especies con una contribución  $\geq 1\%$  en la similitud entre muestras y en orden decreciente según este valor. S= similitud promedio, %= porcentaje de contribución de la similitud y el porcentaje acumulado (Cum. %).

Caracterización ecológica de la plataforma continental del canal de Menorca

**Tabla 7.3.2.-** Resultado del análisis de disimilitud entre estratos (B: 50-100 m; C: 101-200; D: 201-500; E: 501-800) obtenidos a partir del SIMPER, de las muestras obtenidas a partir de la serie de campañas BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2012) en el canal de Menorca. Se indica el porcentaje de contribución de cada especie.

Estrato B vs C $\bar{\delta}_i = 70.34$			Estrato B vs D $\bar{\delta}_i = 93.39$			Estrato B vs E $\bar{\delta}_i = 98.79$		
Especies	$\bar{\delta}_i$ %	$\bar{\delta}_i$ /SD	Especies	$\bar{\delta}_i$ %	$\bar{\delta}_i$ /SD	Especies	$\bar{\delta}_i$ %	$\bar{\delta}_i$ /SD
<i>M. merluccius</i>	3.34	2.31	<i>G. argenteus</i>	3.23	3.6	<i>A. antennatus</i>	3.62	3.89
<i>L. cavillone</i>	2.85	1.75	<i>C. caelorrhincus</i>	2.68	5.33	<i>S. canicula</i>	3.48	5.18
<i>T. lastoviza</i>	2.63	2.1	<i>S. cabrilla</i>	2.5	3.82	<i>S. cabrilla</i>	3.24	3.64
<i>S. smaris</i>	2.6	1.24	<i>G. melastomus</i>	2.41	2.59	<i>O. vulgaris</i>	2.84	2.99
<i>S. hepatus</i>	2.58	1.52	<i>C. agassizi</i>	2.39	2.29	<i>P. blennoides</i>	2.67	3.74
<i>M. scolopax</i>	2.54	1.51	<i>M. poutassou</i>	2.35	3.11	<i>S. smaris</i>	2.66	1.19
<i>O. vulgaris</i>	2.51	1.87	<i>S. oweniana</i>	2.32	3.52	<i>M. surmuletus</i>	2.63	1.92
<i>T. minutus</i>	2.42	1.49	<i>O. vulgaris</i>	2.18	3.13	<i>P. martia</i>	2.49	2.83
<i>C. cuculus</i>	2.36	1.63	<i>P. blennoides</i>	2.17	4.78	<i>N. aequalis</i>	2.42	3.25
<i>D. arrosor</i>	2.3	1.59	<i>P. gigliolii</i>	2.16	2.33	<i>T. lastoviza</i>	2.41	2.31
<i>A. media</i>	2.13	1.38	<i>H. dactylopterus</i>	2.11	2.93	<i>P. multidentata</i>	2.29	2.15
<i>P. prideaux</i>	2.13	1.48	<i>S. smaris</i>	2.01	1.21	<i>T. draco</i>	2.28	2.39
<i>S. cabrilla</i>	2.09	1.41				<i>D. arrosor</i>	2.28	1.71
<i>A. rueppellii</i>	2.04	1.51				<i>G. melastomus</i>	2.19	2.55
						<i>P. prideaux</i>	2.03	1.62
Estarto C vs D $\bar{\delta}_i = 81.15$			Estarto C vs E $\bar{\delta}_i = 95.65$			Estrato D vs E $\bar{\delta}_i = 77.78$		
Especies	$\bar{\delta}_i$ %	$\bar{\delta}_i$ /SD	Especies	$\bar{\delta}_i$ %	$\bar{\delta}_i$ /SD	Especies	$\bar{\delta}_i$ %	$\bar{\delta}_i$ /SD
<i>G. argenteus</i>	3.58	3.76	<i>A. antennatus</i>	3.52	4.45	<i>G. argenteus</i>	4.4	3.35
<i>C. caelorrhincus</i>	2.96	5.87	<i>M. merluccius</i>	3.27	4.27	<i>A. antennatus</i>	3.87	5.4
<i>G. melastomus</i>	2.66	2.65	<i>S. canicula</i>	3.06	3.15	<i>C. caelorrhincus</i>	3.41	3.49
<i>C. agassizi</i>	2.65	2.33	<i>S. hepatus</i>	3.01	2.54	<i>C. agassizi</i>	3.21	2.26
<i>S. hepatus</i>	2.63	2.54	<i>L. cavillone</i>	2.85	2.29	<i>S. oweniana</i>	3.18	3.58
<i>M. poutassou</i>	2.47	2.69	<i>C. cuculus</i>	2.57	2.64	<i>H. dactylopterus</i>	2.89	2.89
<i>L. cavillone</i>	2.42	2.22	<i>A. media</i>	2.46	2.1	<i>M. poutassou</i>	2.87	2.41
<i>S. oweniana</i>	2.4	2.91	<i>P. martia</i>	2.43	3.02	<i>P. gigliolii</i>	2.8	2.24
<i>P. gigliolii</i>	2.39	2.38	<i>N. aequalis</i>	2.36	3.52	<i>P. antigai</i>	2.68	2.15
<i>H. dactylopterus</i>	2.2	2.55	<i>P. multidentata</i>	2.23	2.25	<i>N. aequalis</i>	2.38	2.9
<i>P. antigai</i>	2.17	2.19	<i>M. scolopax</i>	2.21	1.55	<i>P. multidentata</i>	2.38	2.22
<i>N. norvegicus</i>	2.15	2.08	<i>T. minutus</i>	2.16	1.58	<i>L. boscii</i>	2.31	3.07
<i>C. cuculus</i>	2.15	2.34	<i>G. melastomus</i>	2.13	2.69	<i>S. phaeton</i>	2.2	1.44
<i>A. media</i>	2.13	2.04	<i>T. draco</i>	2.11	1.89	<i>P. heterocarpus</i>	2.1	1.46
						<i>M. tuberculatus</i>	2.08	2.26

Se muestran las especies con una contribución  $\geq 2\%$  en la disimilitud entre grupos de muestras y en orden decreciente según este valor.  $\bar{\delta}_i$ : disimilitud promedio,  $\bar{\delta}_i\%$ : contribución de cada una de las especies a la disimilitud promedio y SD: desviación estándar.

**Tabla 7.3.3.-** Resultados obtenidos del análisis RELATE y BIO-ENV para cada uno de los estratos batimétricos (B: 50-100 m; C: 101-200; D: 201-500; E: 501-800) muestrados en la serie de campañas BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2012) en el canal de Menorca. Se muestra la correlación Spearman ( $\rho$ ) obtenida para cada una de las variables explicativas en cada uno de los estratos.

Variables	Estrato batimétrico			
	B (50-100 m)	C (100-200 m)	D (200-500 m)	E (500-800 m)
Yr	0.212***	0.199***	0.127**	
Lat	0.134**	0.492***	0.229**	0.288***
Long	0.285***	0.433***	0.351***	0.097*
P	0.437***	0.22***	0.57***	0.145*
VMS	0.315***	0.592***	0.592***	
BEST	Yr-Long-P-VMS (0.496)	Yr-Lat-Long-VMS (0.580)	Lat-P-VMS (0.693)	Lat-Long (0.314)

Yr: año, Lat: latitud, Long: longitud, P: profundidad, VMS: esfuerzo de pesca de arrastre obtenido a partir de los registros de las cajas azules, BEST: mejor conjunto de variables que explica la mayor varianza del modelo. \*\*\*P ≤ 0.001; \*\* P ≤ 0.01; \* P ≤ 0.5.

### 7.3.2. Parámetros ecológicos descriptores de las comunidades nectobentónicas

En la tabla 7.3.4 y las figuras 7.3.2 y 7.3.3 se muestran los resultados obtenidos de los parámetros descriptores de la comunidad en cuanto a riqueza específica total y promedio, e índices de abundancia (ind/km<sup>2</sup>) y biomasa (kg/km<sup>2</sup>) promedios por estrato batimétrico y grupo taxonómico. El listado completo de las especies nectobentónicas o demersales presentes en el canal de Menorca obtenidas con el GOC-73 se presentan en el anexo. Se inventariaron un total de 246 especies, de las cuales 112 fueron actinopterigios, 28 elasmobranquios, 1 holocéfalo, 24 cefalópodos, 78 crustáceos decápodos, 1 crustáceo del orden Lophogastrida, 1 crustáceo del orden Stomatopoda y 1 crustáceo del orden Scalpelliformes.

Los valores más altos de riqueza específica media ( $\bar{S}$ ) para el total de las especies se obtuvieron en el estrato D y C, mientras que los menores se dieron en el estrato B y E (ANOVA, p<0.001). No se obtuvieron diferencias significativas entre los estrato B y E. La mayor  $\bar{S}$  en los estrato B, C y D, correspondió a la clase de los actinopterigios, mientras que en el estrato E, correspondió a los crustáceos del orden de los decápodos. El grupo de los peces pertenecientes a la clase de los holocéfalos (en el estrato E) y los grupos de los crustáceos pertenecientes a las ordenes Lophogastrida (en los estrato B, C y E), Stomatopoda (en el estrato B); y Scalpelliformes (en los estrato B, C y D) estuvieron representados por una sola especie. Respecto a los grupos taxonómicos de los peces, la mayor  $\bar{S}$  se obtuvo en la clase de los actinopterigios, la cual fue mayor en el estrato C y menor en el E; además, existieron diferencias significativas para todos los casos (ANOVA, p<0.001; SNK p<0.01). La mayor  $\bar{S}$  para la clase de los elasmobranquios, se obtuvo en el estrato D y la menor en el E; el estrato E marcó las diferencias significativas en el ANOVA (p<0.001), ya que sólo se obtuvieron diferencias significativas entre el estrato E y el resto de estratos (SNK, p<0.01). En el grupo taxonómico de los cefalópodos se encontraron diferencias significativas en todos los casos (ANOVA p<0.001, p<0.001), excepto entre el estrato C y D, encontrándose la  $\bar{S}$  en el estrato D y la menor en el E. Del grupo taxonómico de los crustáceos, los decápodos fueron los más relevantes, se encontraron diferencias significativas en todos los casos (ANOVA p<0.001; SKN p<0.001), excepto en el estrato D y E, estratos en los que se obtuvo la mayor  $\bar{S}$ .

La mayor abundancia promedio ( $\bar{A}$ ) para el total de las especies se obtuvo en el estrato C y la menor en el estrato E, únicos estratos entre los que hubo diferencias significativa (ANOVA,  $p<0.05$ ; SNK,  $p<0.05$ ). Los actinopterigios presentaron los mayores valores de  $\bar{A}$ , tanto en el estrato B, como en el C y el D, mientras que en el estrato E la mayor  $\bar{A}$  se obtuvo en los crustáceos decápodos. Por el contrario, los valores más bajos en  $\bar{A}$  se obtuvieron en los crustáceos del orden Lophogastrida en el estrato B, en los crustáceos del orden Scalpelliformes en el estrato C y D y en los holocéfalos en el estrato E. Respecto al grupo taxonómico de los peces, la mayor  $\bar{A}$  correspondió al grupo de los actinopterigios, siendo mayor en el estrato C y menor en el estrato E, únicos casos en que el que existieron diferencias significativas (ANOVA,  $p<0.05$ ; SNK,  $p<0.05$ ). En la clase de los elasmobranquios, la mayor  $\bar{A}$  se obtuvo en el estrato D y la menor en le E; para esta clase se encontraron diferencias significativas en todos los casos (ANOVA,  $p<0.001$ ; SNK,  $p<0.01$ ), excepto entre el estrato B y C. Respecto el grupo taxonómico de los cefalópodos no existieron diferencias significativas en la  $\bar{A}$ , aun así, esta fue mayor en el estrato C y menor en E. Del grupo taxonómico de los crustáceos del orden de los decápodos, la  $\bar{A}$  fue muy similar en todos los estratos, excepto en el estrato C, en el que fue menor, y marcó las diferencias significativas con los otros estratos (ANOVA,  $p<0.001$ ; SNK,  $p<0.01$ ).

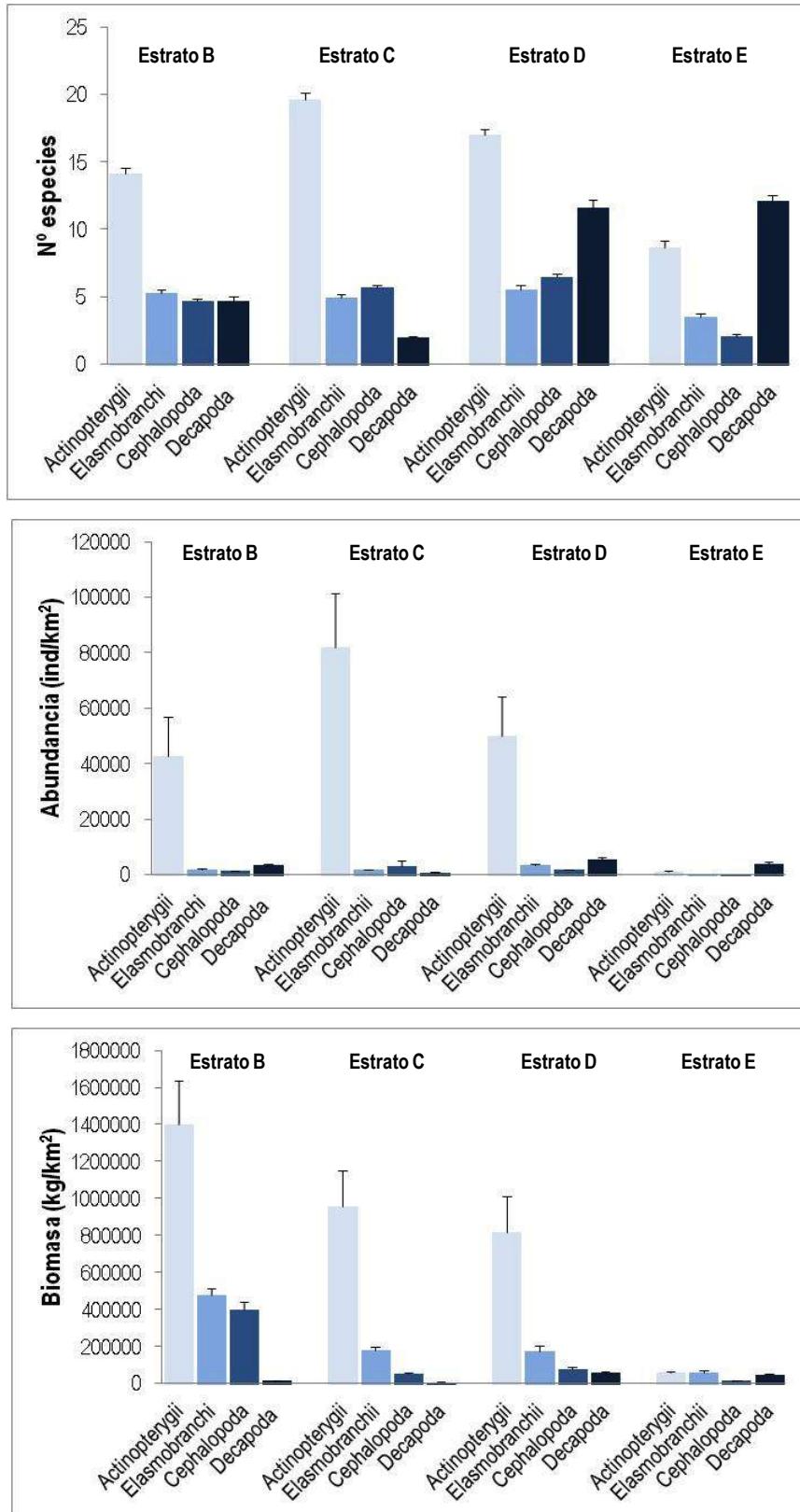


**Fotografía 7.6.-** Captura realizada por una embarcación de pesca de arrastre en el talud continental de Mallorca (Islas Baleares).

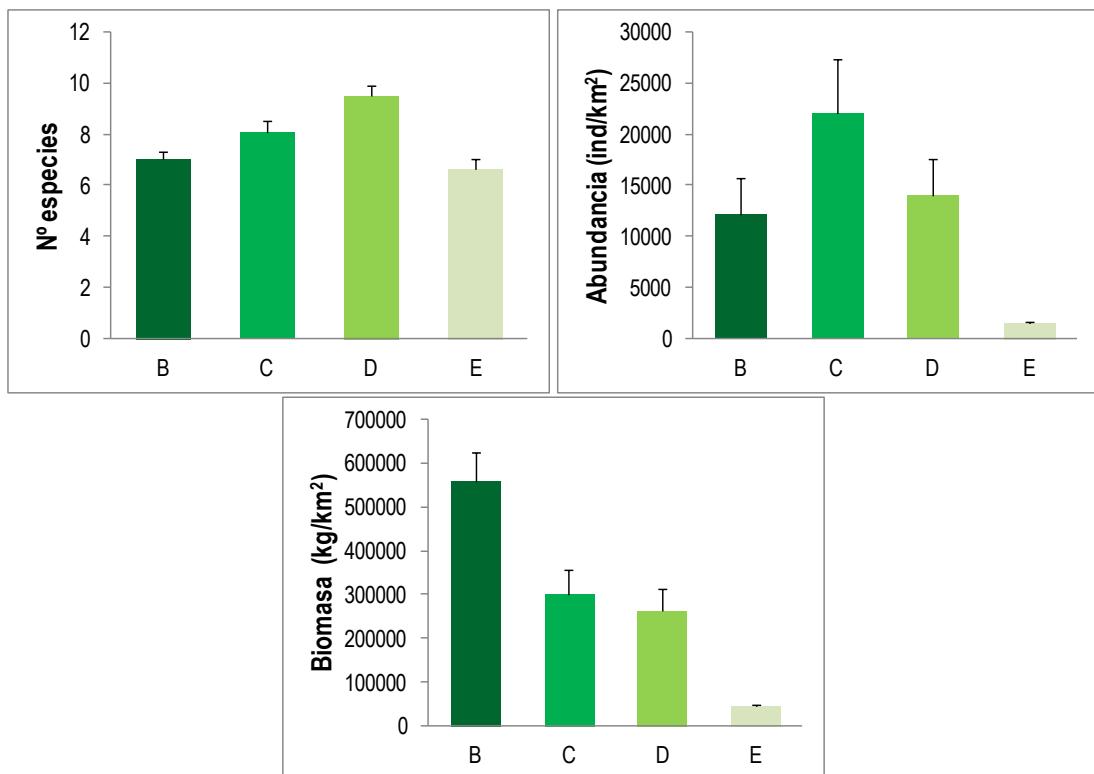
La mayor biomasa promedio  $\bar{B}$  para el total de las especies se obtuvo en el estrato B, seguido del estrato C, D y E (ANOVA,  $P<0.001$ ), aunque solo existieron diferencias significativas entre los estratos B y E (SNK,  $p<0.001$ ). Los actinopterigios presentaron los mayores valores de  $\bar{B}$ , en el estrato B, seguido de los estratos C, D y E; aunque solo se obtuvieron diferencias significativas entre los estratos B y E (SNK,  $p<0.001$ ). En el caso de los elasmobranquios la mayor  $\bar{B}$  se obtuvo en el estrato B y la menor en el estrato E que marcó las diferencias significativas con el resto de estratos (ANOVA,  $p<0.001$ ; SNK,  $p<0.001$ ). En el grupo taxonómico de los cefalópodos, sólo se encontraron diferencias significativas entre el estrato B con el D y el E (ANOVA,  $p<0.001$ ; SNK,  $p<0.01$ ); la mayor  $\bar{B}$  se obtuvo en el estrato B y la menor el E. En el caso de los crustáceos del orden de los decápodos, la mayor  $\bar{B}$  se encontró en el estrato D y E y la menor en el C; por este orden, encontrándose diferencias significativas en todos los casos (ANOVA,  $p<0.001$ , SNK,  $p<0.0001$ ), excepto entre el estrato B y C, y D y E. Los valores más bajos se obtuvieron en los Lophogastrida en el estrato D y E, en los Stomatopoda en el estrato B y en los Scalpelliformes en el estrato D.

**Tabla 7.3.4.-** Valores medios de los parámetros ecológicos de la comunidad nectobentónica en el canal de Menorca. Riqueza específica total ( $S$ ) y promedio ( $\bar{S}$ ), índices de abundancia ( $\bar{A}$ ) (n/km $^2$ ) y biomasa ( $\bar{B}$ ) (kg/km $^2$ ) por grupo taxonómico y estrato batimétrico (B, C, D y E) ( $\pm$ error estándar) estimados a partir de los datos de las serie de campañas BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2011) obtenidas mediante GOC-73.

Grupo taxonómico	$S$	$\bar{S}$	$\bar{A}$ (ind/km $^2$ )	$\bar{B}$ (kg/km $^2$ )
<b>P. CHORDATA</b>				
Cl. Actinopterygii	<b>112</b>	<b>15.56±0.35</b>	<b>50328.04±8492.71</b>	<b>961038.78±112865.9</b>
B	69	14.1±0.47	42903.84±14113.67	1402765.25±233175.32
C	64	19.63±0.51	81932.45±19557.30	955532.08±195291.65
D	47	17±0.45	49983.02±14055.50	819030.13±192739.42
E	35	8.65±0.49	1239.88±170.64	56960.19±8126.71
Cl. Elasmobranchii	<b>28</b>	<b>4.97±0.14</b>	<b>1889.82±138.32</b>	<b>268710.80±18598.36</b>
B	19	5.31±0.23	2025.24±155.96	477097.74±37393.00
C	12	4.96±0.24	1665.42±224.07	181427.04±16205.08
D	14	5.52±0.38	3335.43±489.66	174649.30±27151.10
E	10	3.5±0.24	251.26±56.27	57469.43±13583.07
Cl. Holocephali	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>13.82</b>	<b>110.55</b>
E	1	1	13.82	110.55
<b>P. MOLLUSCA</b>				
Cl. Cephalopoda	<b>24</b>	<b>4.98±0.14</b>	<b>1911.59±555.86</b>	<b>179274.37±19546.68</b>
B	15	4.69±0.17	1485.62±153.01	397784.65±43660.11
C	20	5.67±0.20	3248.61±1723.54	54167.01±4622.80
D	18	6.45±0.29	1769.09±247.41	77332.75±8970.90
E	13	2.03±0.19	50.36±10.79	14591.74±2255.89
<b>SP. CRUSTACEA</b>				
O. Decapoda	<b>78</b>	<b>6.3±0.32</b>	<b>3039.80±334.12</b>	<b>24960.87±2539.44</b>
B	40	4.7±0.29	3395.01±638.54	15541.45±2950.82
C	21	1.97±0.15	622.44±400.46	5500.63±1369.73
D	40	11.60±0.61	5413.55±791.76	55280.45±8680.39
E	36	12.09±42	3932.94±614.71	48277.49±5858.04
O. Lophogastrida	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>100.82±45.87</b>	<b>22.84±5.65</b>
B	1	1	32.15	32.18
D	1	1	108.73±54.15	22.20±6.67
E	1	1	82.49	20.62
O. Stomatopoda	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>40.09±5.36</b>	<b>61.10±17.03</b>
B	1	1	40.09±5.36	61.10±17.03
O. Scalpelliformes	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>141.86±49.26</b>	<b>177.72±99.04</b>
B	1	1	225.38±108.27	305.20±234.03
C	1	1	111±24.01	113.08±48.85
D	1	1	10.22±0.19	20.63±10.60
Total estrato				
B	<b>146</b>	<b>7.04±0.27</b>	<b>12156.69±3562.13</b>	<b>559924.66±64576.68</b>
C	118	8.08±0.43	22004.93±5326.18	301089.02±54060.68
D	121	9.49±0.43	14045.65±3559.73	261351.25±50467.12
E	96	6.62±0.39	1388.25±209.53	44551.68±4534.18
<b>TOTAL</b>	<b>246</b>	<b>7.77±0.19</b>	<b>14005.92±2193.70</b>	<b>351111.06±30739.67</b>



**Figura 7.3.2.-** Gráficos de los parámetros ecológicos de los diferentes grupos taxonómicos que componen la comunidad nectobentónica del canal de Menorca estimados a partir de los datos de las serie de campañas BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2011) obtenidas mediante GOC-73. La barra vertical indica el error estándar.



**Figura 7.3.3.** Gráficos de los parámetros ecológicos por estrato batimétrico de la comunidad nectobentónica del canal de Menorca estimados a partir de los datos de las serie de campañas BALAR (2001-2006) y MEDITS (2007-2011) obtenidas mediante GOC-73. La barra vertical indica el error estándar.

### 7.3.3. Factores que influyen en la composición y variabilidad de las comunidades demersales

La relación entre la abundancia de cada uno de los grupos taxonómicos y de las 8 especies seleccionadas con las variables explicativas se realizó a partir de modelos GAMs, en los que se incluyó la profundidad, la latitud, la longitud y los datos VMS (modelo descrito en la ecuación 1, ver apartado 4.7), excepto en los modelos realizados para *Aristeus antennatus* y *Nephrops norvegicus*, en los que no se incluyó la latitud y la longitud. Por otro lado, para detectar las zonas de mayor intensidad de pesca de arrastre, esto es, mayor número de registros VMS, dichos registros se modelaron a partir de la latitud y la longitud (modelo GAM descrito en la ecuación 2, ver apartado 4.7). En la tabla 7.3.5 se muestran los resultados obtenidos en cada uno de los grupos taxonómicos y de los registros VMS, y en la tabla 7.3.6 para cada una de las especies seleccionadas. Los mayores registros de VMS se localizaron en las zonas más profundas y alejadas de costa y de la parte central del canal de Menorca (Figura 7.3.4).

**Fotografía 7.7.-** Captura realizada por una embarcación de pesca de arrastre en el talud. La especie dominante es la gamba roja *Aristeus antennatus*.

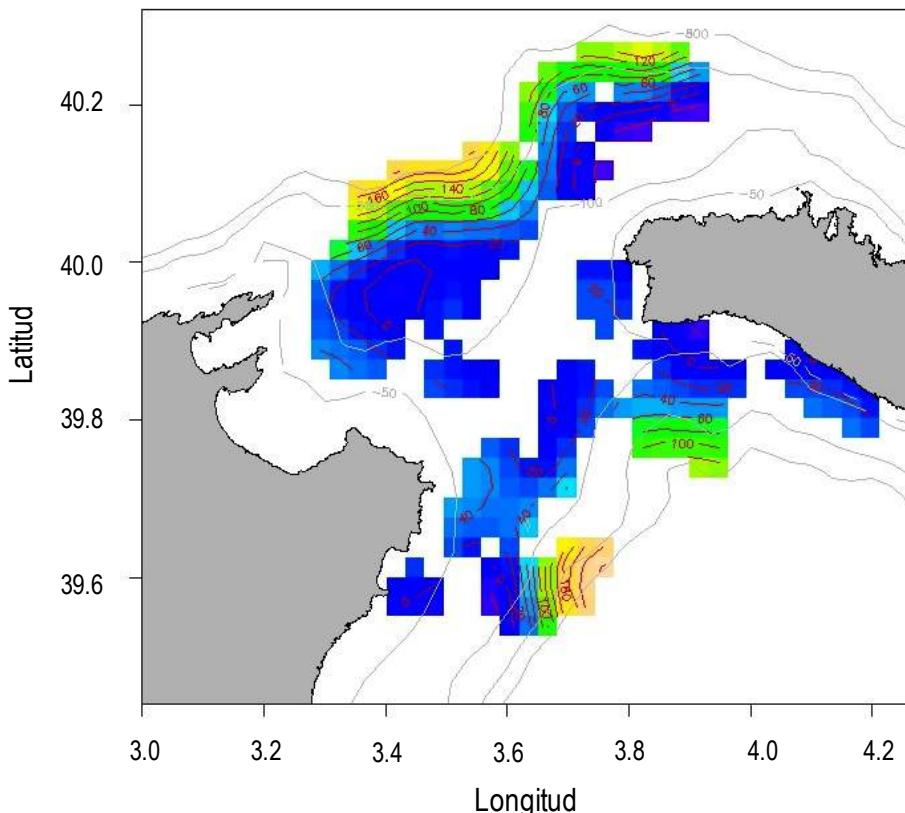


La latitud y la longitud resultaron significativas para todos los grupos taxonómicos y para las 6 especies en las que se incluyó el efecto geográfico. La profundidad también resultó significativa para todos los grupos taxonómicos y en todas las especies, excepto para *Lepidotrigla cavillone*. El esfuerzo de pesca (datos VMS) resultó significativo para el grupo de los cefalópodos y para el grupo de los peces, y a nivel específico para *Lepidotrigla cavillone*, *Merluccius merluccius*, *Mullus surmuletus*, *Nephrops norvegicus*, *Octopus vulgaris* y *Scyliorhinus canicula*. Para los diferentes grupos taxonómicos se obtuvieron valores de  $R^2$  altos: 0.735 en cefalópodos, 0.625 en crustáceos y 0.637 en peces; mientras que para las diferentes especies estuvieron comprendidos entre 0.534 (*Aristeus antennatus*) y 0.917 (*Lepidotrigla cavillone*). Finalmente, la abundancia de cada uno de los grupos taxonómicos y las diferentes especies varió interanualmente (ver desde la Figura 7.3.5a hasta la figura 7.3.15a). Respecto a la intensidad de registros VMS se pudo observar que existía un efecto significativo muy alto con la latitud y la longitud (Tabla 7.3.5).

**Tabla 7.3.5.-** Modelos aditivos generalizados (GAMs) considerando la abundancia de los tres grupos taxonómicos (cefalópodos, crustáceos y peces) de la comunidad nectobentónica y de los registros de VMS. Df: grados de libertad; F: estadístico; p: probabilidad; R: coeficiente de regresión; GCV: Coeficiente de variación y n: número de datos del modelo. La variables explicativas incluidas en el modelo son: latitud (Lat), longitud (Long); profundidad (Prof) y esfuerzo de pesca de arrastre obtenido a partir de los registros de las cajas azules (VMS).

Grupo/mode	df	F	p	R	GCV	n
<b>Cefalópodo</b>				0.735	0.94597	233
Lat x Long	22.45	3.45	<0.001			
Prof	1.99	81.50	<0.001			
Log (VMS)	1	6.44	<0.05			
<b>Crustáceo<sup>(1)</sup></b>				0.625	21.711	233
Lat x Long	20.3	961	<0.001			
Prof	2	2.381	<0.001			
<b>Peces<sup>(1)</sup></b>				0.637	11.551	233
Lat x Long	17.04	2.83	<0.001			
Prof	2	29.21	<0.001			
Log (VMS)	1	7.22	<0.01			
<b>VMS<sup>(2)</sup></b>				0.813	756.04	233
Lat x Long	27.77	35.76	<0.001			

Las variables explicativas incluidas en el modelo son: latitud (Lat), longitud (Long); profundidad (Prof) y esfuerzo de pesca de arrastre obtenido a partir de los registros de las cajas azules (VMS). (1): Ecuación 1; (2): Ecuación 2 (ver apartado 4.7)



**Figura 7.3.4.-** Representación gráfica del efecto del esfuerzo de pesca de arrastre (registros VMS/km<sup>2</sup>) en el canal de Menorca según el modelo estimado mediante el análisis GAM descrito en la ecuación (2, ver apartado 4.7). Las isolíneas muestran la variación espacial de los registros de VMS. Altos valores vienen indicados en color rosa y amarillo; bajos valores están indicados en verde y azul.

La menor abundancia de cefalópodos se encontró en los años 2001 y 2004 y la mayor, en 2006 y 2010 (Figura 7.3.5a). Asimismo, las mayores abundancias se localizaron en 2 zonas cercanas a la costa, una al E de Mallorca y otra en la franja SW y S de Menorca. Además, se encontró otro máximo de abundancia más alejado de la costa, situado en al NW del área de estudio, entre 40.2° y 3.6° de longitud (Figura 7.3.5). La figura 7.3.5c muestra que la abundancia de cefalópodos aumentó entre los 50 a los 300 m de profundidad y a partir de esta última, empezó a disminuir. Por otro lado, la abundancia aumentó al aumentar los registros de log(VMS) (Figura 7.3.5d).

La abundancia de crustáceos fue mayor del año 2010 al 2012, y menor en 2004, 2005 y 2009 (Figura 7.3.6a). Por otro lado, las mayores abundancias se encontraron fundamentalmente, en el centro del canal de Menorca y en una zona cerca a costa el S de Menorca (Figura 7.3.6b). Dicha abundancia se incrementó a partir de ~180 m hasta los 500-600 m de profundidad (Figura 7.3.6c).

La mayor abundancia de peces se obtuvieron en los años 2002, 2006, 2007 y 2009, y las menores, en 2003 y 2004 (Figura 7.3.7a) y al N y S de Menorca (Figura 7.3.7b), siendo mayor entre 50 y 300 m y a partir de esta disminuyó (Figura 7.3.7c). La figura 7.3.7d muestra que la abundancia de peces tuvo una relación negativa con los registros de log(VMS).



**Fotografía 7.8.-** Pesca realizada por una embarcación de arrastre en la plataforma en la que los peces dominan la captura.

Respecto a las 8 especies seleccionadas, encontramos que la abundancia de *Aristeus antennatus* fue mayor en el año 2002 y menor en el año 2011 (Figura 7.3.8a). Por otro lado, su abundancia se incrementó linealmente a partir de ~650 metros de profundidad (Figura 7.3.8b). En el caso de

*Lepidotrigla cavillone*, su abundancia fue menor en el año 2004 y mayor en el año 2006 (Figura 7.3.9a). Asimismo, las mayores abundancias de esta especie se encontraron en tres zonas cercanas a la costa; dos, situadas al E de Mallorca, y otra situada al SW de Menorca (Figura 7.3.9b). Además, su mayor abundancia se encontró en zonas con valores más elevados de log(VMS) (Figura 7.3.9c). La abundancia de *Merluccius merluccius* fue menor en el año 2003 y mayor en los años 2005 y 2010 (Figura 7.3.10a). Sus mayores abundancias se encontraron en el NW de la zona de estudio y dos zonas alejadas de la costa, una situada al E de Mallorca, y otra, al SW de Menorca (Figura 7.3.10b). Su abundancia disminuyó a partir de ~205 m de profundidad (Figura 7.3.10c), y fue mayor en zonas con valores más bajos de log(VMS) (Figura 7.3.10d). La abundancia de *Mullus surmuletus* fue menor en los años 2003 y 2004, y mayor en los años 2002 y 2009 (Figura 7.3.11a). Sus mayores abundancias se encontraron en una zona cercana a la costa al SW de Menorca, y en dos zonas alejadas de la costa, una al E de Mallorca y otra situada al NW del área de estudio. La abundancia de esta especie disminuyó a partir de ~150 m de profundidad (Figura 7.3.11c) y fue mayor en zonas con valores bajos de log(VMS) (Figura 7.3.11d). La abundancia de *Nephrops norvegicus* fue menor en los años 2001, 2005 y 2006 y mayor en el año 2010 (Figura 7.3.12a). Por otro lado, su abundancia disminuyó a partir de ~500 m de profundidad (Figura 7.3.12b) y fue mayor en zonas con valores altos de log(VMS) (Figura 7.3.12c). La abundancia de *Octopus vulgaris* fue menor en los años 2003, 2004 y 2007, y mayor en los años 2002, 2006 y 2011 (Figura 7.3.13a). Sus mayores abundancias se encontraron en el centro canal de Menorca (Figura 7.3.13b). La abundancia de esta especie disminuyó a partir de ~100 m de profundidad (Figura 7.3.13c) y fue mayor en zonas con valores intermedios de log(VMS) (entre ~3 y 3.5) (Figura 7.3.13d). La abundancia de *Phycis blennoides* fue menor en los años 2004, 2008 y 20012 y mayor en el año 2002 (Figura 7.3.14a). Las mayores abundancias se encontraron en la zona N y NW del área de estudio y en una pequeña zona alejada de la costa situada al SW de Menorca (Figura 7.3.14b). Por otro lado, la abundancia de *Phycis blennoides* aumentó de ~220 a ~450 m de profundidad, y a partir de esta última disminuyó (Figura 7.3.14c). La abundancia de *Scyliorhinus canicula* fue menor en el año 2001 y mayor en los años 2002 y 2011 (Figura 7.3.15a). Solo encontramos un pico de abundancia de esta especie en una zona alejada de la costa, al E de Menorca (Figura 7.3.15b). Asimismo, su abundancia disminuyó a partir de ~250 m de profundidad (Figura 7.3.15c) y fue mayor en zonas con valores bajos de log(VMS) (Figura 7.3.15d).

La profundidad ha sido el principal factor que ha determinado la estructura y composición específica de la comunidad. Los resultados obtenidos en este informe son coherentes con los obtenidos en trabajos previos en el área de estudio, donde las comunidades demersales, tanto macroinvertebrados como peces, muestran una clara segregación en estratos de profundidad (Massutí et al., 1996; Quetglas et al., 2000; Massutí y Moranta 2003; Massutí y Reñones 2005; Moranta et al., 2008;

Ordines y Massuti 2009). La profundidad es generalmente considerada como la variable ambiental más importante de variación en el medio marino, siendo la principal variable que rige las asociaciones de la fauna marina (ej.: Carney 2005). El efecto de la profundidad ha sido más acentuado en los estratos B y D que en los otros dos estratos. Esto podría explicarse a que los estratos B y D actúan como zonas de transición, tanto entre la zona litoral más somera y la plataforma profunda en el caso del estrato B, como entre la plataforma profunda y el talud medio en el caso del estrato D. En estas zonas de transición es donde se produce una substitución más evidente de especies dominantes en un rango batimétrico más estrecho por la coexistencia de especies de los estratos adyacentes inferiores. Esto se corrobora con el hecho de que los porcentajes más bajos de disimilitud del SIMPER se han obtenido entre los estratos B-C y D-E. En términos de abundancia, encontramos que los mayores valores para el grupo de los crustáceos se obtuvieron en el talud superior, concretamente del orden de los decápodos, mientras que para el grupo de los cefalópodos y los peces fueron mayores en el borde de la plataforma. Estos mismos resultados fueron obtenidos en la misma área de estudio (Massutí y Reñones 2005 y Moranta et al., 2008) y en otras zonas del Mediterráneo central (Colloca et al., 2003) y oriental (Labropoulou y Papaconstantinou, 2000). Las tendencias observadas en la variación de la densidad con la profundidad de los grupos taxonómicos analizados y las especies comerciales coinciden con las tendencias observadas en estudios previos (Moranta et al., 1998; Maynou y Cartes, 2000; Gaertner et al., 2005; Guijarro et al., 2011; Ordines et al., 2011b). Las principales especies que

han marcado las diferencias entre estratos han sido *Scyliorhinus canicula*, *Serranus cabrilla* y *Octopus vulgaris*, características de la plataforma superficial; *Merluccius merluccius*, *Serranus hepatus* y *Lepidotrigla cavillone*, característica del final de la plataforma y principio del talud; y *Gadilus argenteus*, *Aristeus antennatus* y *Phycis blennoides*, especies del talud superior.



**Fotografía 7.9.-** Pesca realizada por una embarcación de arrastre en la plataforma en la que los peces dominan la captura.

Además de la profundidad, las variables año, latitud, longitud, y esfuerzo de pesca también han influido en las variaciones espacio-temporales de las comunidades demersales en cada uno de los estratos (análisis multivariante; RELATE y BIO-ENV), así como en los parámetros descriptores de la comunidad (riqueza específica, abundancia y biomasa) de cada uno de los grupos taxonómicos y especies analizadas (análisis univariante).

Las fluctuaciones anuales de los recursos demersales se da con bastante frecuencia y puede estar relacionada con variaciones de factores ambientales, como la producción primaria y la disponibilidad de alimento, o procesos biológicos, principalmente variaciones en la intensidad del reclutamiento de las principales especies. En este informe se observaron diferencias temporales tanto a nivel de grupo taxonómico como de especie, destacando que en el 2004 se registraron los valores más bajos en abundancia, tanto para el grupo de los cefalópodos, como los crustáceos y los peces. Esto mismo se observó para las especies *Lepidotrigla cavillone*, *Mullus surmuletus*, *Phycis blennoides* y *Octopus vulgaris*, sin embargo *Aristeus antennatus* en este mismo año mostró valores altos en abundancia. Por el contrario, el año 2010 fue un año con valores altos en abundancia para todos los grupos taxonómicos y también para: *Merluccius merluccius*, *Mullus surmuletus*, *Nephrops norvegicus*,

*Octopus vulgaris* y *Scyliorhinus canicula*, en cambio, para *Aristeus antennatus* y *Phycis blennoides* se obtuvieron valores bajos.

Las variaciones espaciales debidas a la latitud pueden estar relacionadas con la transición bathimétrica entre la plataforma y el talud que se da tanto en el Norte como en el Sur del canal. En cambio las variaciones espaciales debidas a la longitud pueden estar relacionadas con la presencia de hábitats esenciales para algunas especies, como por ejemplo los fondos con presencia de maërl y algas rojas blandas en la plataforma, que presentan una mayor abundancia de juveniles de peces y cefalópodos (Ordines y Massutí, 2009). También pueden deberse a las características hidrodinámicas y topográficas del fondo e *inputs* de producción superficial (Abelló et al., 2002; Massutí et al., 2004; Gaertner et al., 2005).



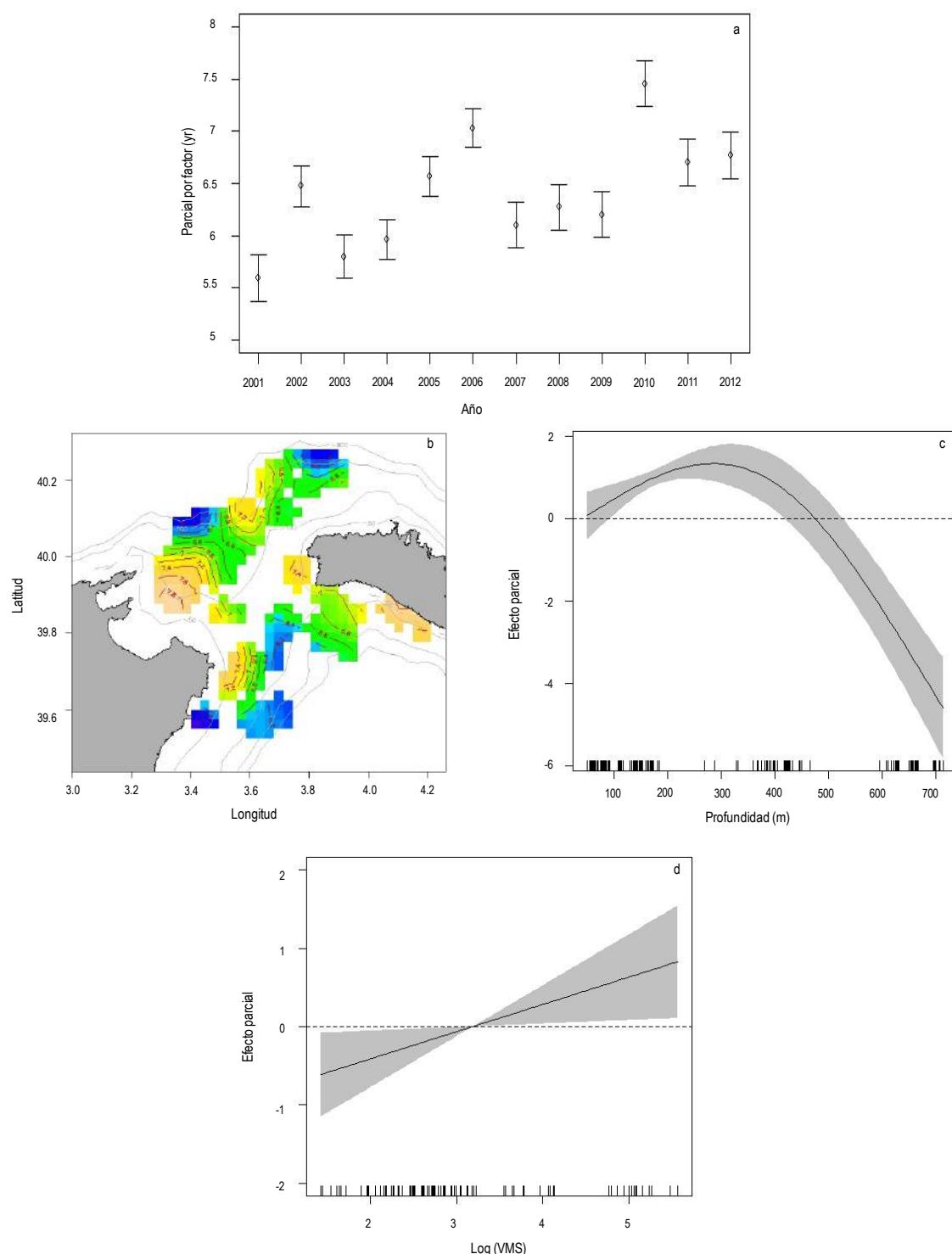
**Fotografía 7.10.-** Pesca realizada por una embarcación de arrastre en la plataforma con presencia de rodolitos y *Osmundaria volubilis*.

Las variaciones observadas en relación a la latitud y longitud también pueden estar afectadas por la variación del esfuerzo pesquero en el canal, aunque este efecto no ha sido homogéneo para todos los grupos taxonómicos. Un análisis más detallado de la distribución espacial y bathimétrica del esfuerzo de la pesca de arrastre en el canal muestra que las zonas con mayor intensidad de pesca se encuentran el talud superior, en zonas profundas, alejadas de la costa y de la parte central del canal de Menorca, concretamente en zonas donde la especie objetivo de la pesquería es *Aristeus antennatus* (Apartado 8.2.2.4). Sin embargo, analizando el efecto de la intensidad de pesca sobre cada uno de los grupos taxonómicos y sobre las principales especies comerciales, se ha observado un respuesta diferente según el caso. Por ejemplo, ni el grupo de los crustáceos en su totalidad, ni *Aristeus antennatus* en particular, se encuentran afectados por la intensidad de pesquera. Por el contrario, los cefalópodos, principalmente *Octopus vulgaris*, parecen encontrarse en el canal en zonas con valores intermedios de intensidad pesquera. Por otro lado, la abundancia de peces es mayor en zonas con valores bajos de esfuerzo de pesca, como es el caso de *Merluccius merluccius*, *Mullus surmuletus* y *Scyliorhinus canicula*. En cambio, *Lepidotrigla cavillone* es más abundante en zonas con valores intermedios de VMS; y *Phycis blennoides* parece no estar afectada por la intensidad de pesca.

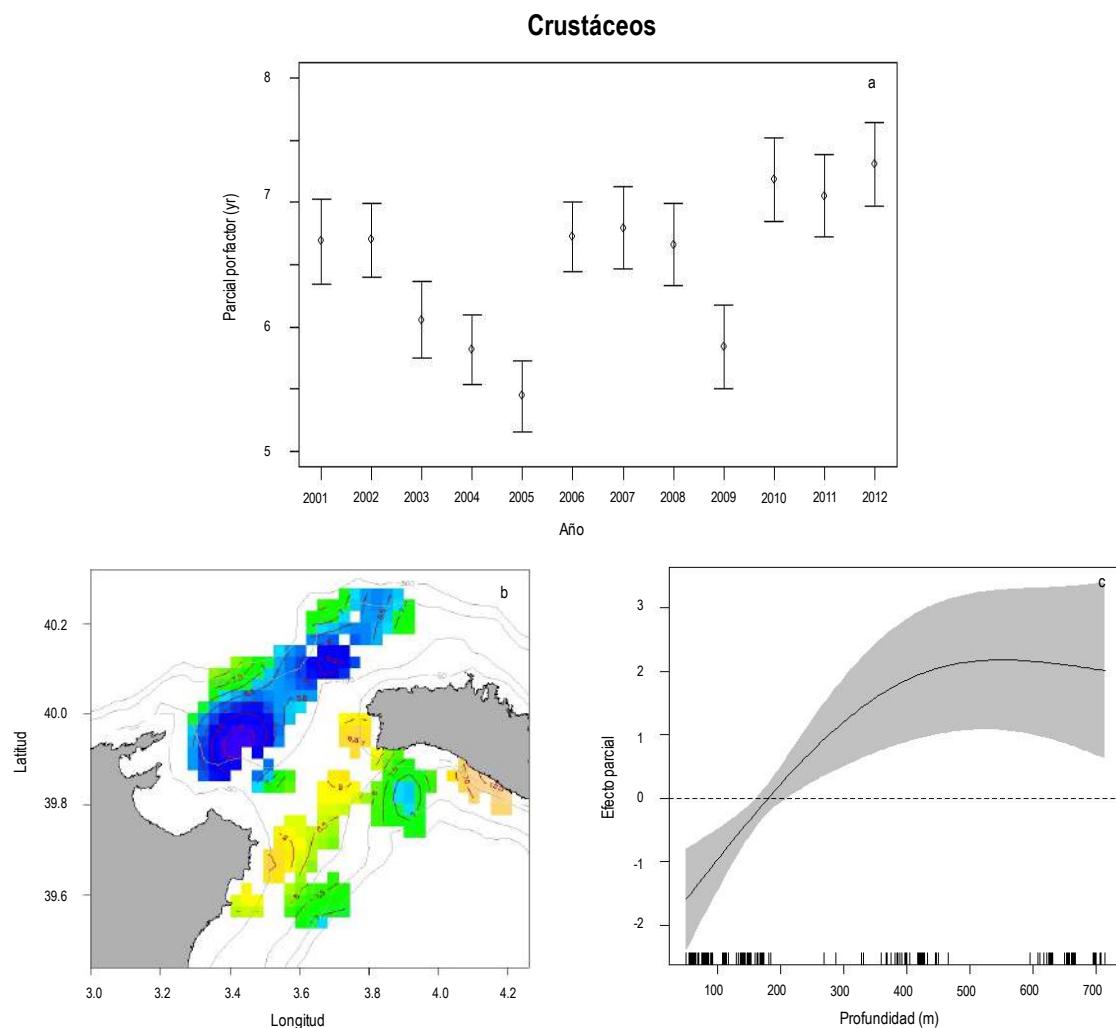
**Tabla 7.3.6.-** Resultado de los modelos aditivos generalizados (GAMs) descrito en la ecuación 1 (ver apartado 4.7) considerando la abundancia de las 8 especies seleccionadas (*Aristeus antennatus*, *Lepidotrigla cavillone*, *Merluccius merluccius*, *Mullus surmuletus*, *Octopus vulgaris*, *Phycis blennoides*, y *Scyliorhinus canicula*). Para cada variable significativa, hemos incluido la estimación de los grados de libertad (indicativos de la no linealidad), la probabilidad, el p-valor (p), la R<sup>2</sup>, la validación cruzada generalizada (GCV) y el número de datos (n) del modelo. La variables explicativas incluidas en el modelo son: latitud (Lat), longitud (Long); profundidad (Prof) y esfuerzo de pesca de arrastre obtenido a partir de los registros de las cajas azules (VMS).

Especie/modelo	df	F	p	R	GCV	n
<b><i>Aristeus antennatus</i></b>				0.534	10.527	34
Prof	1	4.574	<0.05			
<b><i>Lepidotrigla</i></b>				0.917	12.322	199
Lat x Long	28.32	7.171	<0.001			
Log (VMS)	1	6.78	<0.05			
<b><i>Merluccius</i></b>				0.794	2.641	233
Lat x Long	2.182	2.136	<0.001			
Prof	1	615	<0.05			
Log (VMS)	1.77	9.05	<0.001			
<b><i>Mullus surmuletus</i></b>				0.682	33.456	199
Lat x Long	19.087	6.642	<0.001			
Prof	1.955	57.349	<0.001			
Log (VMS)	1	5.260	<0.05			
<b><i>Nephrops</i></b>				0.547	45.314	76
Prof	1	38	<0.001			
Log (VMS)	1.942	22	<0.001			
<b><i>Octopus vulgaris</i></b>				0.807	20.312	157
Lat x Long	17.317	3.186	<0.001			
Prof	1	34.625	<0.001			
Log (VMS)	1.955	4.775	<0.05			
<b><i>Phycis blennoides</i></b>				0.845	13.355	149
Lat x Long	17.72	2.411	<0.001			
Prof	2	51.337	<0.001			
<b><i>Scyliorhinus</i></b>				0.832	19.199	233
Lat x Long	24.36	4.52	<0.001			
Prof	1	29.65	<0.001			
Log (VMS)	1	31.85	<0.001			

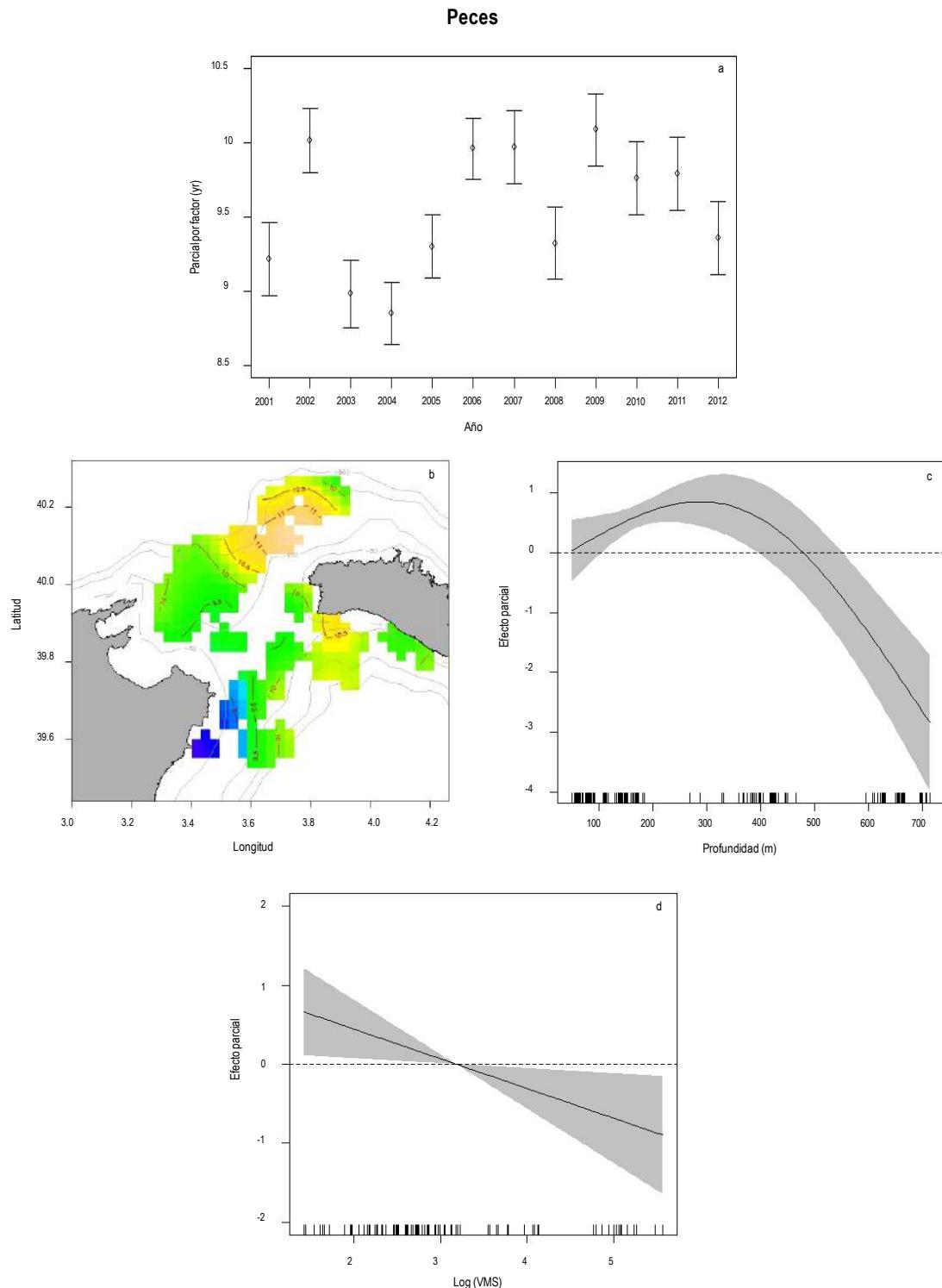
(1): Ecuación 1.

**Cefalópodos**

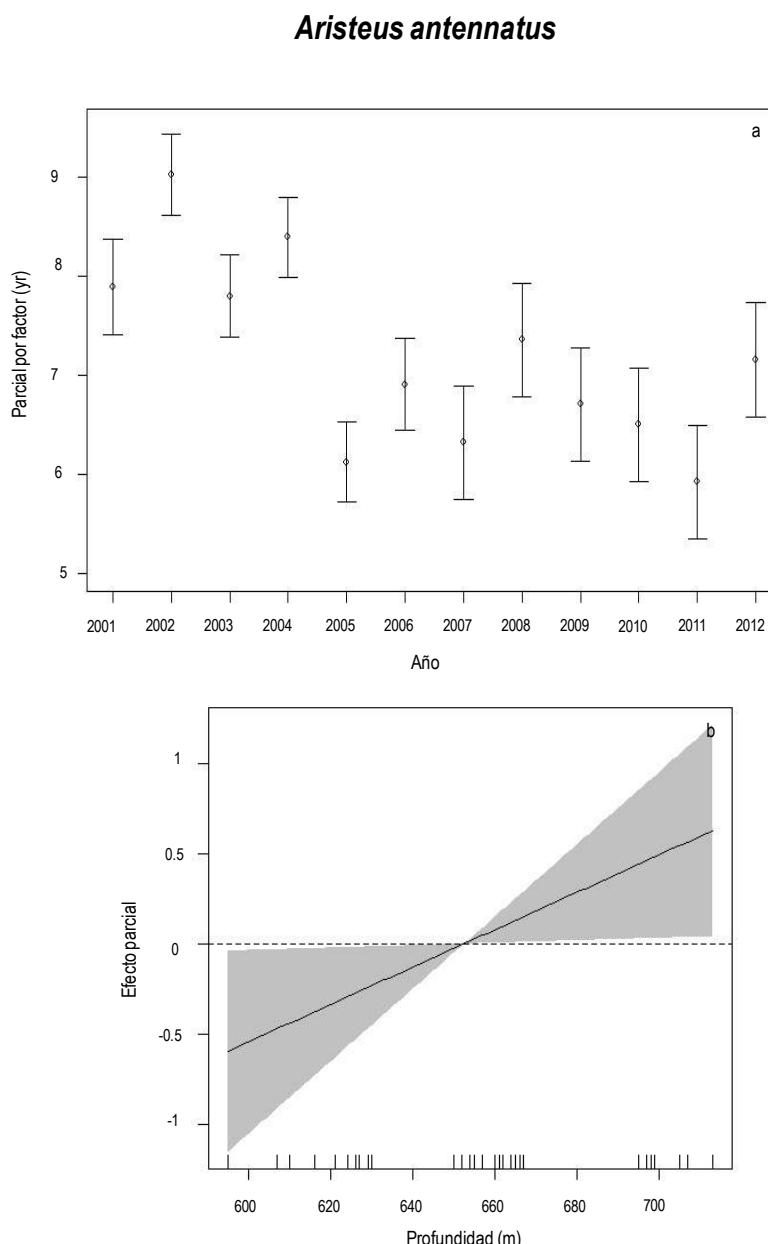
**Figura 7.3.5.-** Representación del Modelo GAM para la abundancia de cefalópodos descrito a partir de la ecuación 1 (ver apartado 4.7): (a) Diferencias estimadas entre años; el círculo indica la respuesta parcial del año, en una escala normalizada, cuando todas las covariables están fijas en su valor medio; las barras denotan el intervalo de confianza del 95%. (b) Efecto parcial de la posición (latitud y longitud); las isolíneas muestran la abundancia predicha por el modelo (valores altos indicados en color rosa y amarillo; valores bajos indicados en verde y azul). (c) Efecto parcial de la profundidad y (d) del esfuerzo de pesca de arrastre (registros VMS); se muestran las líneas ajustadas (líneas continuas) y los intervalos de confianza (área sombreada en gris); y-axis: valores per debajo (por encima) del 0 indican un efecto negativo (positivo) en la abundancia de cefalópodos.



**Figura 7.3.6.-** Representación del Modelo GAM para la abundancia de crustáceos descrito a partir de la ecuación 1 (ver apartado 4.7): (a) Diferencias estimadas entre años; donde el círculo indica la respuesta parcial del año, en una escala normalizada, cuando todas las covariables están fijas en su valor medio; las barras denotan el intervalo de confianza del 95%. (b) Efecto parcial de la posición (latitud y longitud); las isolíneas muestran la abundancia predicha por el modelo (valores altos vienen indicados en color rosa y amarillo; valores bajos están indicados en verde y azul). (c) Efecto parcial de la profundidad; en los que se muestran las líneas ajustadas (líneas continuas) y los intervalos de confianza (área sombreada en gris); y-axis: valores per debajo (por encima) del 0 indican un efecto negativo (positivo) en la abundancia de crustáceos.

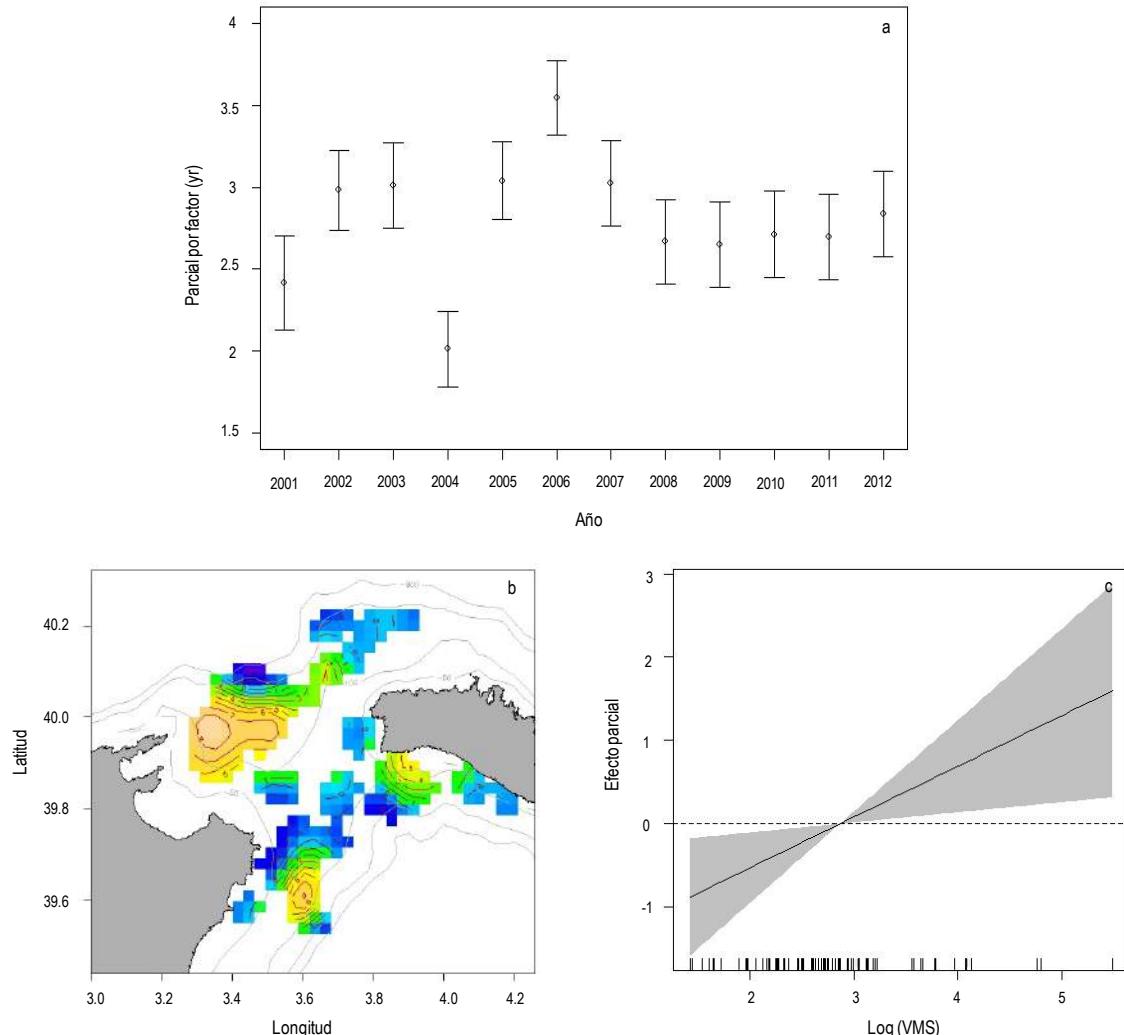


**Figura 7.3.7.-** Representación del Modelo GAM para la abundancia de peces descrito a partir de la ecuación 1 (ver apartado 4.7): (a) Diferencias estimadas entre años; donde el círculo indica la respuesta parcial del año, en una escala normalizada, cuando todas las covariables están fijas en su valor medio; las barras denotan el intervalo de confianza del 95%. (b) Efecto parcial de la posición (latitud y longitud); las isolíneas muestran la abundancia predicha por el modelo (valores altos vienen indicados en color rosa y amarillo; valores bajos están indicados en verde y azul). (c) Efecto parcial de la profundidad y (d) del esfuerzo de pesca de arrastre (registros VMS); en los que se muestran las líneas ajustadas (líneas continuas) y los intervalos de confianza (área sombreada en gris); y-axis: valores per debajo (por encima) del 0 indican un efecto negativo (positivo) en la abundancia de peces.

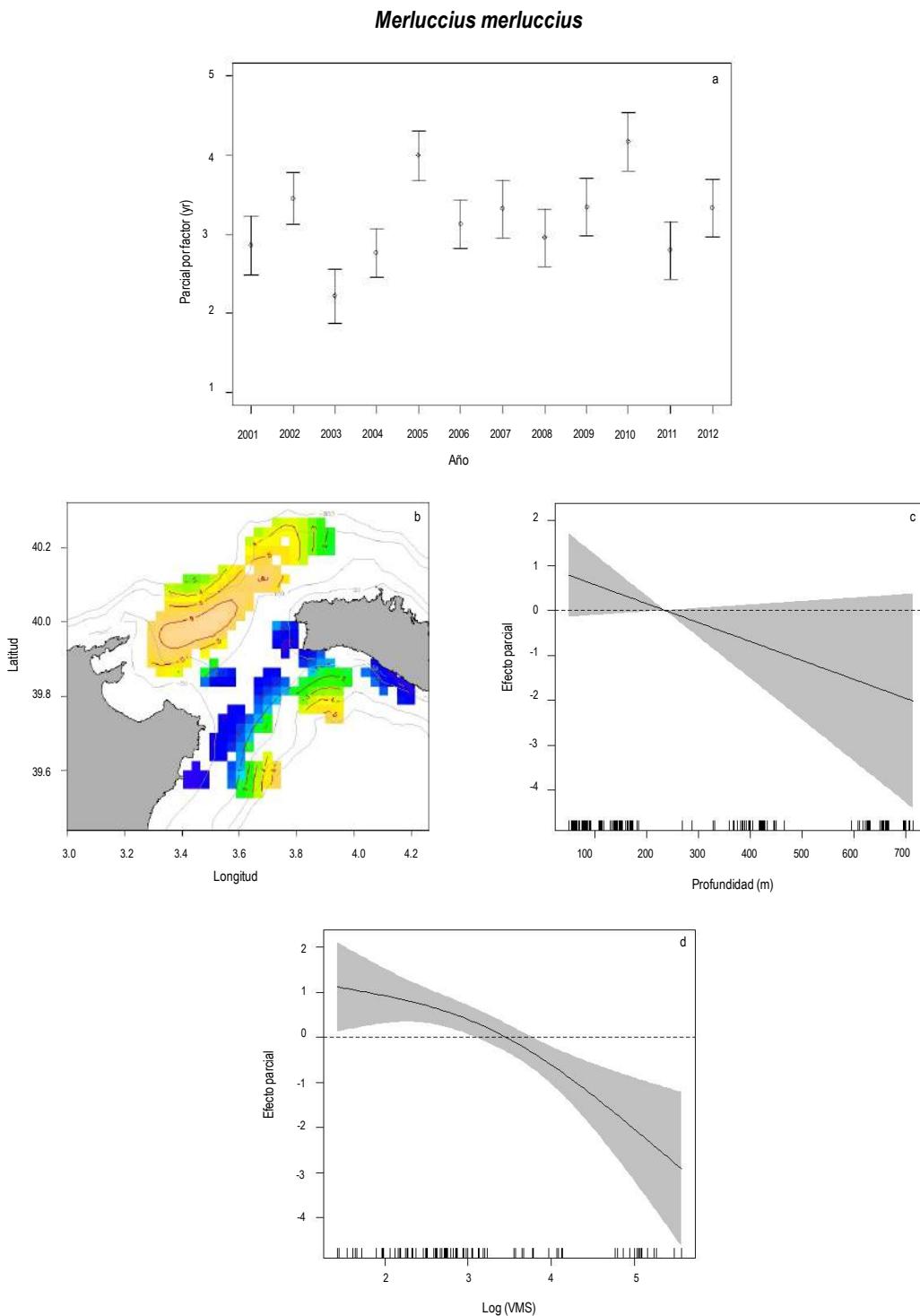


**Figura 7.3.8.-** Representación del Modelo GAM para la abundancia de *Aristeus antennatus* descrito a partir de la ecuación 1 (ver apartado 4.7): (a) Diferencias estimadas entre años; el círculo indica la respuesta parcial del año, en una escala normalizada, cuando todas las covariables están fijas en su valor medio y las barras denotan el intervalo de confianza del 95%. (b) Efecto parcial de la profundidad; se muestra la línea ajustada (línea continua) y el intervalo de confianza (área sombreada en gris); y-axis: valores per debajo (por encima) del 0 indican un efecto negativo (positivo) en la abundancia de *Aristeus antennatus*.

***Lepidotrigla cavillone***

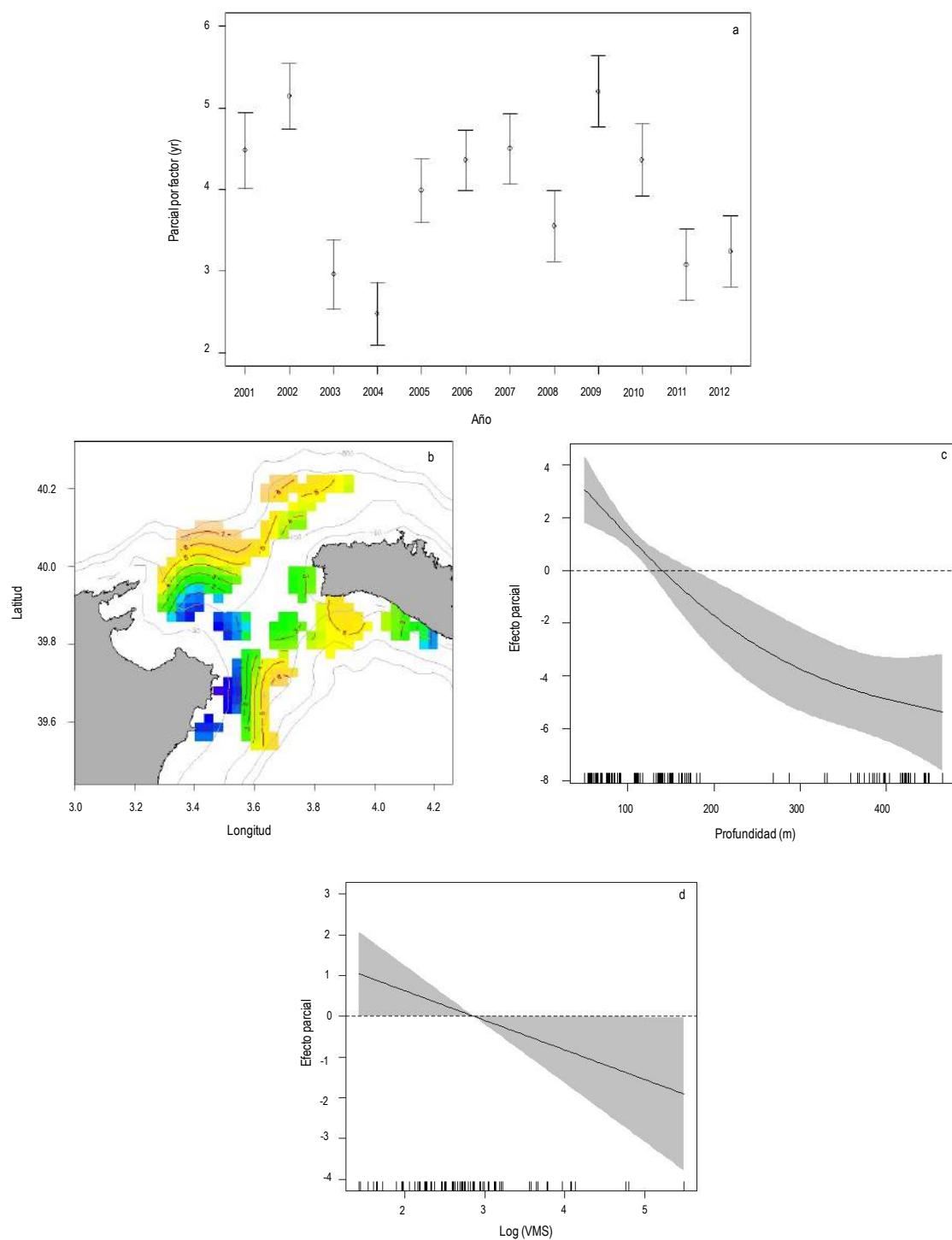


**Figura 7.3.9.-** Representación del Modelo GAM para la abundancia de *Lepidotrigla cavillone* descrito a partir de la ecuación 1 (ver apartado 4.7): (a) Efecto parcial del año como factor; el círculo indica la respuesta parcial del año, en una escala normalizada, cuando todas las covariables están fijas en su valor medio y las barras denotan el intervalo de confianza del 95%. (b) Efecto parcial de la posición (latitud y longitud); las isolíneas muestran la abundancia predicha por el modelo (valores altos vienen indicados en color rosa y amarillo; valores bajos están indicados en verde y azul). (c) Efecto parcial del esfuerzo de pesca de arrastre (registros VMS); en los que se muestran las líneas ajustadas (líneas continuas) y los intervalos de confianza (área sombreada en gris); y-axis: valores per debajo (por encima) del 0 indican un efecto negativo (positivo) en la abundancia de *Lepidotrigla cavillone*.

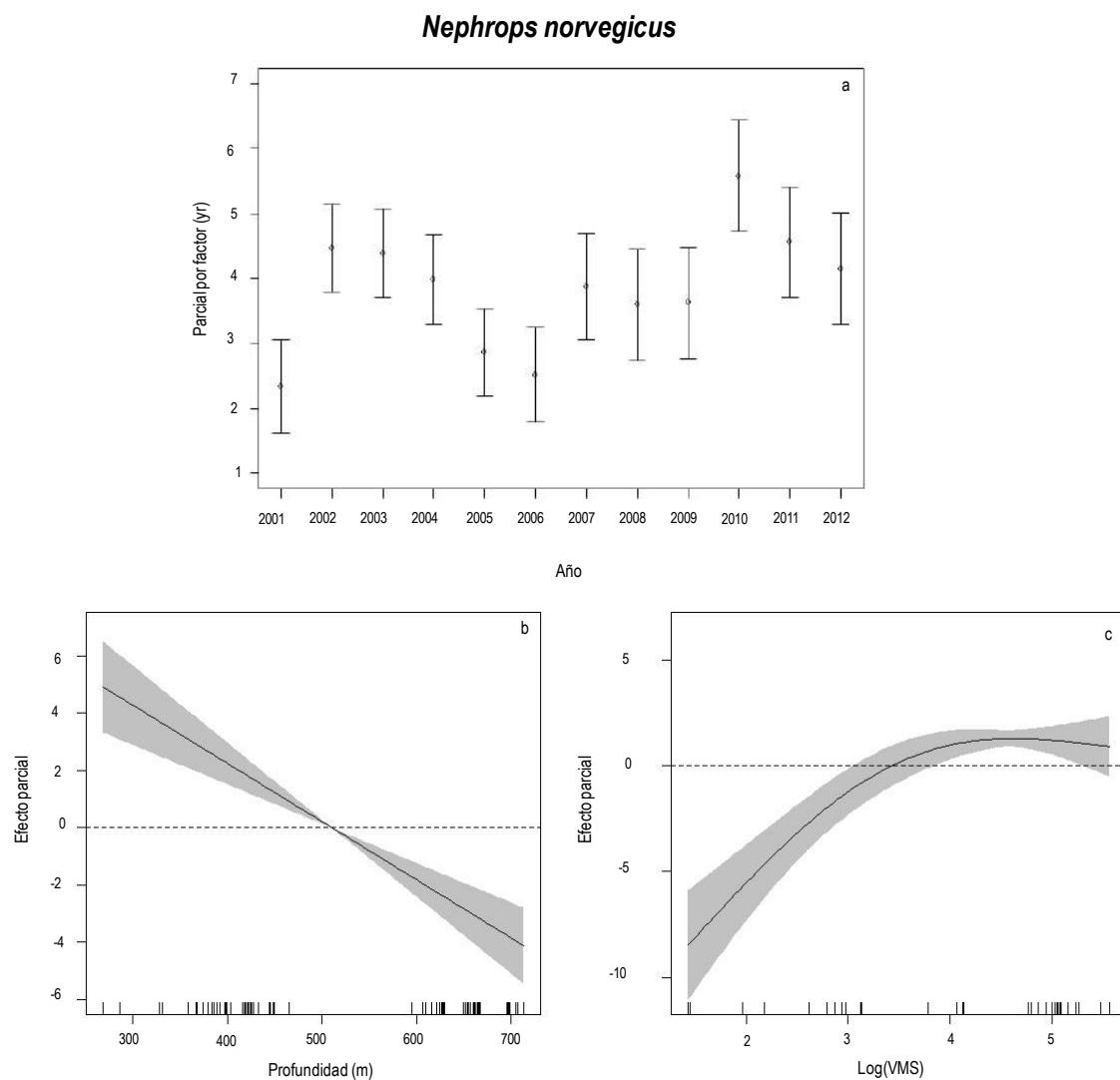


**Figura 7.3.10.-** Representación del Modelo GAM para la abundancia de *Merluccius merluccius* descrito a partir de la ecuación 1 (ver apartado 4.7): (a) Efecto parcial del año como factor; el círculo indica la respuesta parcial del año, en una escala normalizada, cuando todas las covariables están fijas en su valor medio y las barras denotan el intervalo de confianza del 95%. (b) Efecto parcial de la posición (latitud y longitud); las isolíneas muestran la abundancia predicha por el modelo (valores altos vienen indicados en color rosa y amarillo; valores bajos están indicados en verde y azul). (c) Efecto parcial de la profundidad y (d) del esfuerzo de pesca de arrastre (registros VMS); se muestran las líneas ajustadas (líneas continuas) y los intervalos de confianza (área sombreada en gris); y-axis: valores per debajo (por encima) del 0 indican un efecto negativo (positivo) en la abundancia de *Merluccius merluccius*.

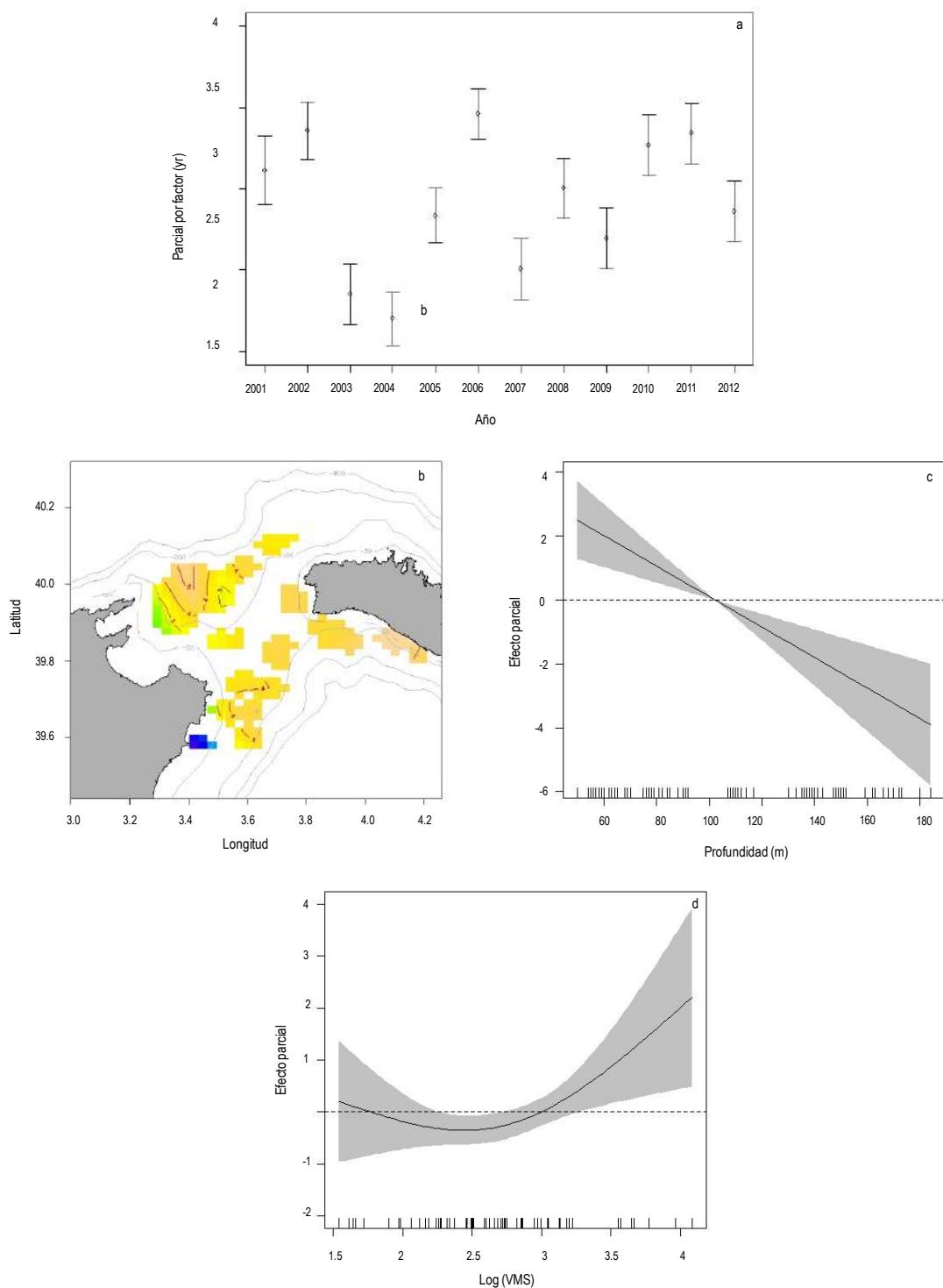
***Mullus surmuletus***



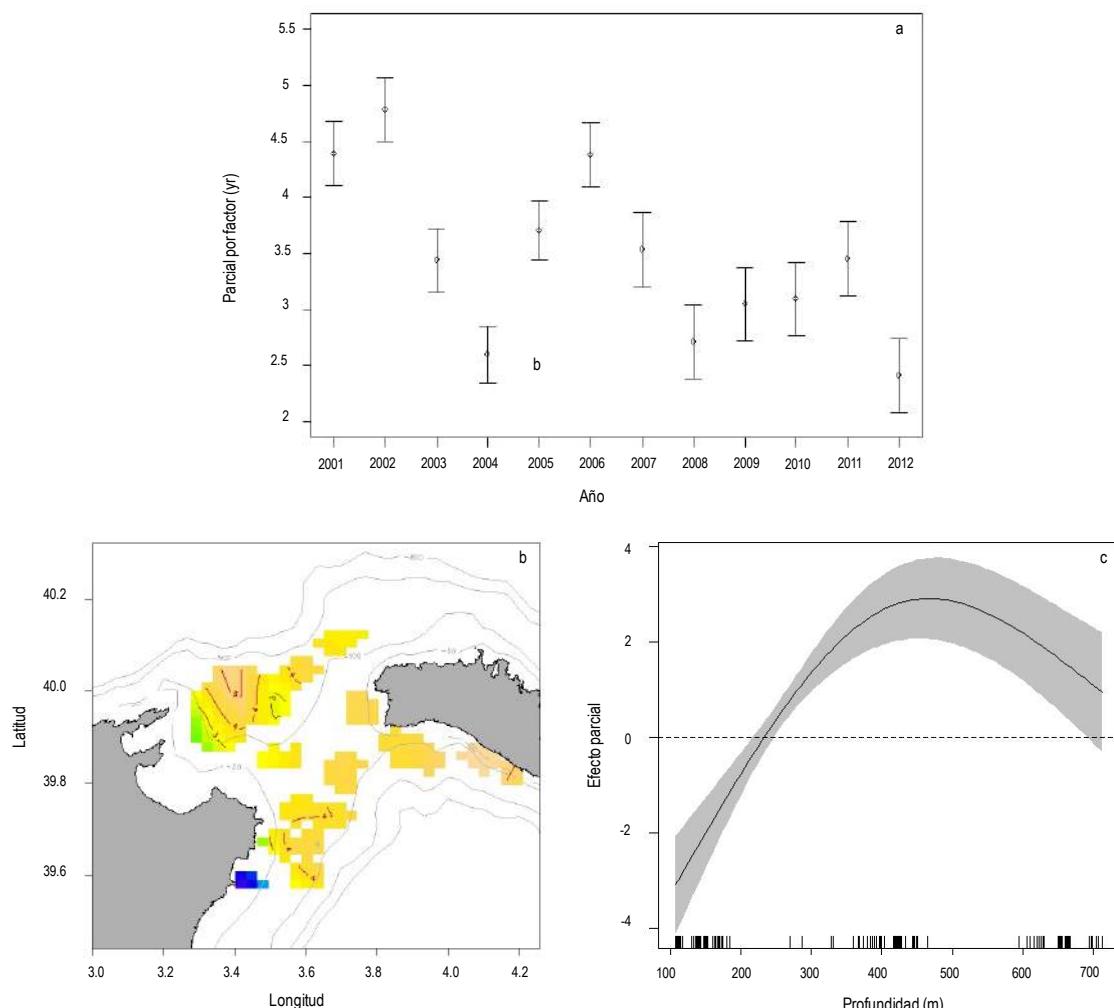
**Figura 7.3.11.-** Representación del Modelo GAM para la abundancia de *Mullus surmuletus* descrito a partir de la ecuación 1 (ver apartado 4.7): (a) Efecto parcial del año como factor; el círculo indica la respuesta parcial del año, en una escala normalizada, cuando todas las covariables están fijas en su valor medio y las barras denotan el intervalo de confianza del 95%. (b) Efecto parcial de la posición (latitud y longitud); las isolíneas muestran la abundancia predicha por el modelo (valores altos vienen indicados en color rosa y amarillo y valores bajos están indicados en verde y azul). (c) Efecto parcial de la profundidad y (d) del esfuerzo de pesca de arrastre (registros VMS); se muestran las líneas ajustadas (líneas continuas) y los intervalos de confianza (área sombreada en gris); y-axis: valores per debajo (por encima) del 0 indican un efecto negativo (positivo) en la abundancia de *Mullus surmuletus*.



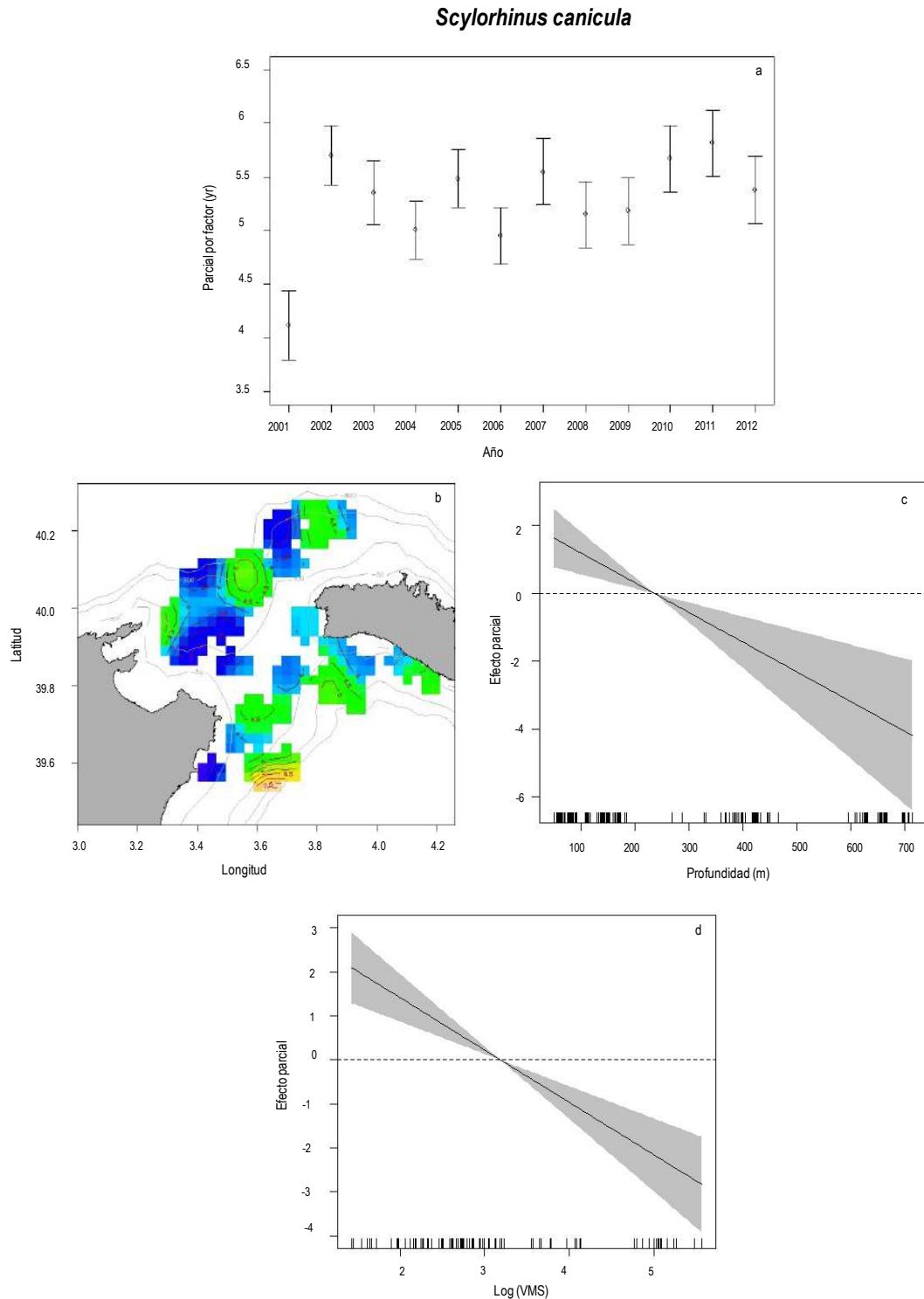
**Figura 7.3.12.-** Representación del Modelo GAM para la abundancia de *Nephrops norvegicus* descrito a partir de la ecuación 1 (ver apartado 4.7): (a) Efecto parcial del año como factor; el círculo indica la respuesta parcial del año, en una escala normalizada, cuando todas las covariables están fijas en su valor medio y las barras denotan el intervalo de confianza del 95%. (b) Efecto parcial de la profundidad y (c) del esfuerzo de pesca de arrastre (registros VMS); se muestran las líneas ajustadas (líneas continuas) y los intervalos de confianza (área sombreada en gris); y-axis: valores per debajo (por encima) del 0 indican un efecto negativo (positivo) en la abundancia de *Nephrops norvegicus*.



**Figura 7.3.13.-** Representación del Modelo GAM para la abundancia de *Octopus vulgaris* descrito a partir de la ecuación 1 (ver apartado 4.7): (a) Efecto parcial del año como factor; el círculo indica la respuesta parcial del año, en una escala normalizada, cuando todas las covariables están fijas en su valor medio y las barras denotan el intervalo de confianza del 95%. (b) Efecto parcial de la posición (latitud y longitud); las isolíneas muestran la abundancia predicha por el modelo (valores altos vienen indicados en color rosa y amarillo; valores bajos están indicados en verde y azul). (c) Efecto parcial de la profundidad y (d) del esfuerzo de pesca de arrastre (registros VMS); se muestran las líneas ajustadas (líneas continuas) y los intervalos de confianza (área sombreada en gris); y-axis: valores per debajo (por encima) del 0 indican un efecto negativo (positivo) en la abundancia de *Octopus vulgaris*.

***Phycis blennoides***

**Figura 7.3.14.-** Representación del Modelo GAM para la abundancia de *Phycis blennoides* descrito a partir de la ecuación 1 (ver apartado 4.7): (a) Efecto parcial del año como factor; el círculo indica la respuesta parcial del año, en una escala normalizada, cuando todas las covariables están fijas en su valor medio y las barras denotan el intervalo de confianza del 95%. (b) Efecto parcial de la posición (latitud y longitud); las isolíneas muestran la abundancia predicha por el modelo (valores altos vienen indicados en color rosa y amarillo; valores bajos están indicados en verde y azul). (c) Efecto parcial de la profundidad; se muestra la línea ajustada (línea continua) y el intervalo de confianza (área sombreada en gris); y-axis: valores per debajo (por encima) del 0 indican un efecto negativo (positivo) en la abundancia de *Phycis blennoides*.



**Figura 7.3.15.-** Representación del Modelo GAM para la abundancia de *Scyliorhinus canicula* descrito a partir de la ecuación 1 (ver apartado 4.7): (a) Efecto parcial del año como factor; el círculo indica la respuesta parcial del año, en una escala normalizada, cuando todas las covariables están fijas en su valor medio y las barras denotan el intervalo de confianza del 95%. (b) Efecto parcial de la posición (latitud y longitud); las isolíneas muestran la abundancia predicha por el modelo (valores altos vienen indicados en color rosa y amarillo; valores bajos están indicados en verde y azul). (c) Efecto parcial de la profundidad y del (d) esfuerzo de pesca de arrastre (registros VMS); se muestran las líneas ajustadas (línea continua) y los intervalos de confianza (área sombreada en gris); y-axis: valores per debajo (por encima) del 0 indican un efecto negativo (positivo) en la abundancia de *Scyliorhinus canicula*.

## 7.4. Resultados del análisis de los vídeos del ROV

En los 24 transectos de ROV analizados en la campaña INDEMARES\_CANAL0811 se contabilizaron aproximadamente 13570 individuos pertenecientes a 195 especies y 8 grupos taxonómicos diferentes: anélidos, crustáceos (decápodos y otros), actinopterígeos, ascidias, briozoos, echinodermos, moluscos (bivalvos, cefalópodos y gasterópodos) y poríferos (ver listado de especies en el anexo y apartado 7.1.1). Once de los 24 transectos presentaron el 100% de cobertura del mismo tipo de sustrato: el 1, 2 y 5 de maërl; el 6, 9, 10 y 11 de roca con coralígeno; el 14 y el 26 de grava; y el 20 y el 23 de arena (Tabla 7.4.1). El resto de transectos presentaron un sustrato heterogéneo con presencia de maërl/rodolitos, roca y arena con proporciones diferentes de cada tipo de sustrato según el transecto. En la tabla 7.4.1 se presenta el porcentaje total de cada tipo de sustrato en cada transecto heterogéneo. Hay que tener en cuenta que la distribución de cada tipo de sustrato en cada transecto no era un continuo si no que se encontraban en manchas de diferente tamaño.

**Tabla 7.4.1.-** Porcentaje del tipo de sustrato dominante (>50% en cobertura del ancho del transecto) en cada uno de los transectos realizados en el canal de Menorca en la campaña INDEMARES\_CANAL0811: maërl, roca con coralígeno, fondos detriticos de grava (4-256 mm de tamaño de grano) y fondos detriticos de arena (0.25-2 mm de tamaño de grano).

Nº de transecto	Tipo de sustrato			
	Maërl	Roca	Grava	Arena
1	100	0	0	0
2	100	0	0	0
3	44,1	11,57	0	44,34
4	13,93	0	0	86,07
5	100	0	0	0
6	0	100	0	0
7	0	86,53	0	13,47
9	0	100	0	0
10	0	100	0	0
11	0	100	0	0
12	71,93	23,12	0	4,95
13	56,39	10,76	0	32,84
14	0	0	100	0
15	61,24	0	0	38,76
16	75,9	19,76	0	4,34
17	56,14	12,78	0	31,09
18	66,88	33,12	0	0
19	0	18,42	0	81,58
20	0	0	0	100
21	69,85	16,54	0	13,62
22	0	59,07	0	40,93
23	0	0	0	100
25	0	8,2	0	91,8
26	0	0	100	0

En las tablas 7.4.2 y 7.4.3 se presentan las densidades de las especies más abundantes teniendo en cuenta si se trata de transectos homogéneos o heterogéneos. Las especies más abundantes sobre el maërl en los transectos homogéneos fueron *Ophiocomina nigra*, *Haliclona mediterranea* y *Sphaerechinus granularis*. Estas dos últimas especies también fueron las más abundantes en los transectos heterogéneos de maërl. En los fondos de coralígeno sobre roca destacaron *Coris julis*, *Axinella* sp., *Eunicella singularis* y *Pseudodistoma curnusense*. *Axinella* sp. y *E. singularis* también estuvieron entre las especies más abundantes en los transectos heterogéneos sobre roca, destacando además *Alcyonium* sp., *Anthias anthias*, *Haliclona mediterranea* y *Hornera frondiculata*. En los fondos con grava *Antedon mediterranea* y *Pagurus prideauxi* fueron las más abundantes. Las densidades de las especies analizadas resultaron muy bajas en los fondos homogéneos de arena siendo *Inachus* sp. la más abundante. En los transectos heterogéneos sobre arena destacaron *E. singularis*, *P. curnusense*, *Axinella* sp. y *Bonelia viridis*.

**Tabla 7.4.2.-** Índices de abundancia promedio ( $\bar{A}$ ) ( $n/m^2$ ) por tipo de sustrato (maërl, roca, grava y arena) ( $\pm$ error estándar) de las especies más abundantes, estimados a partir de los 8 transectos de ROV de la campaña INDEMARES\_CANAL0811 con sustrato homogéneo. Se han analizado dos transectos para cada tipo de sustrato.

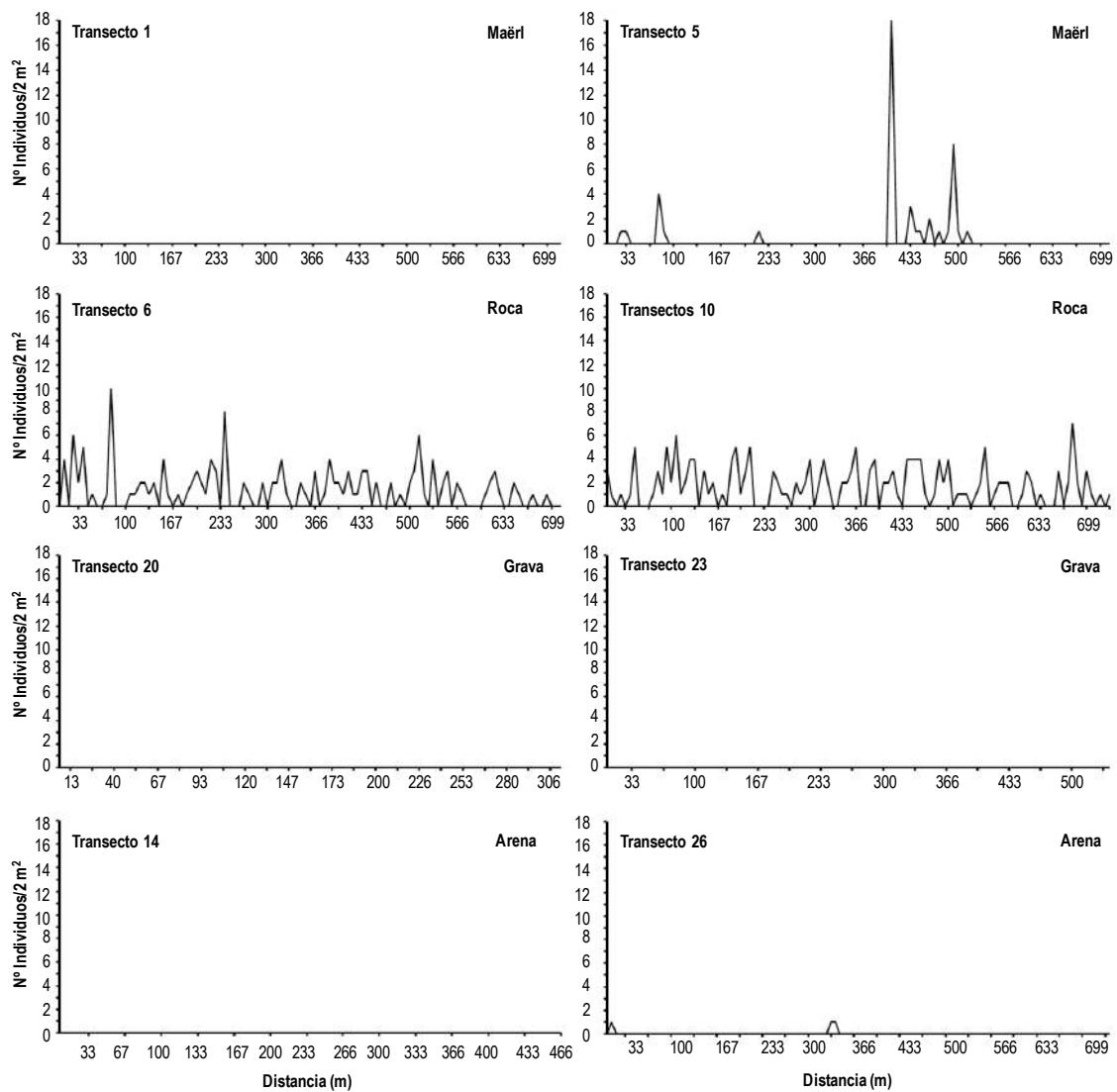
ESPECIES	MAËRL	ROCA	GRAVA	ARENA
<i>Alcyonium</i> sp.	0,01	0,005		
<i>Antedon mediterranea</i>	0,005		0,59	
<i>Anthias anthias</i>		0,05±0,01		
<i>Axinella</i> sp.	0,17±0,14	0,50±0,30	0,02±0,02	
<i>Bonelia viridis</i>	0,005	0,04±0,02	0,03	
<i>Cerianthus</i> sp.	0,1±0,06	0,005	0,07	
<i>Chondria reniformis</i>	0,13	0,005		
<i>Coris julis</i>	0,21	0,77±0,04	0,01	
<i>Echinaster (Echinaster) sepositus</i>	0,07±0,03	0,048±0,004		0,02
<i>Eunicella singularis</i>		0,46±0,19	0,004	
<i>Haliclona (Reinera) mediterranea</i>	0,65±0,20	0,005		
<i>Halocynthia papillosa</i>	0,005	0,03±0,02	0,01	
<i>Holoturia forskali</i>	0,01	0,006±,001	0,01±0,01	
<i>Hornera frondiculata</i>				
<i>Inachus</i> sp.	0,19±0,07	0,009±0,003	0,02±0,02	0,08±0,46
<i>Myriapora truncata</i>		0,04±0,02	0,03	
<i>Ophiocomina nigra</i>	1,49			0,05
<i>Ophiura ophiura</i>	0,04±0,002	0,005	0,3	0,01±0,04
<i>Pagurus prideauxi</i>	0,03	0,005	0,25	0,18
<i>Pseudodistoma curnusense</i>	0,04±0,02	0,29±0,21	0,01	
<i>Serranus cabrilla</i>	0,03±0,002	0,05±0,05	0,02±0,002	0,01
<i>Sphaerechinus granularis</i>	0,39±0,22	0,02±0,01	0,004	
<i>Synoicum blochmanni</i>	0,02±0,002	0,07±0,03		

**Tabla 7.4.3.-** Índices de abundancia promedio ( $\bar{A}$ ) ( $n/m^2$ ) por tipo de sustrato (maërl, roca y arena) ( $\pm$ error estándar) de las especies más abundantes, estimados a partir de los 11 transectos de ROV de la campaña INDEMARES\_CANAL0811 con diferentes tipos de sustratos.

ESPECIES	MAËRL	ROCA	ARENA
<i>Alcyonium</i> sp.	0,44±0,14	1,93±1,78	0,05±0,03
<i>Antedon mediterranea</i>		0,03±0,02	
<i>Anthias anthias</i>	0,01	2,01±0,71	
<i>Axinella</i> sp.	0,18±0,08	0,72±0,47	0,13±0,06
<i>Bonelia viridis</i>	0,13±0,10	0,04±0,01	0,13±0,11
<i>Cerianthus</i> sp.			
<i>Chondria reniformis</i>	0,01	0,04±0,02	
<i>Coris julis</i>	0,09±0,04	0,19±0,12	0,10
<i>Echinaster (Echinaster) sepositus</i>	0,07±0,02	0,01±0,04	0,04±0,01
<i>Eunicella singularis</i>	0,41±0,26	0,83±0,25	0,26±0,13
<i>Haliclona (Reinera) mediterranea</i>	0,88±0,55	1,37±0,82	0,05
<i>Halocynthia papillosa</i>	0,11±0,04	0,09±0,03	0,01
<i>Holoturia forskali</i>	0,01±0,001		
<i>Hornera frondiculata</i>	0,04±0,01	0,40±0,15	
<i>Inachus</i> sp.	0,07±0,04	0,01	0,07±0,02
<i>Myriapora truncata</i>	0,37±0,20	0,11±0,03	0,07±0,03
<i>Ophiocomina nigra</i>			
<i>Ophiura ophiura</i>		0,03±0,01	0,02±0,002
<i>Pagurus prideauxi</i>	0,07	0,03±0,01	0,03±0,01
<i>Pseudodistoma curnusense</i>	0,31±0,06	0,18±0,05	0,14±0,05
<i>Serranus cabrilla</i>	0,04±0,01	0,05±0,01	0,04±0,01
<i>Sphaerechinus granularis</i>		0,05±0,03	
<i>Synoicum blochmanni</i>	0,05±0,01	0,06±0,01	0,01±0,002

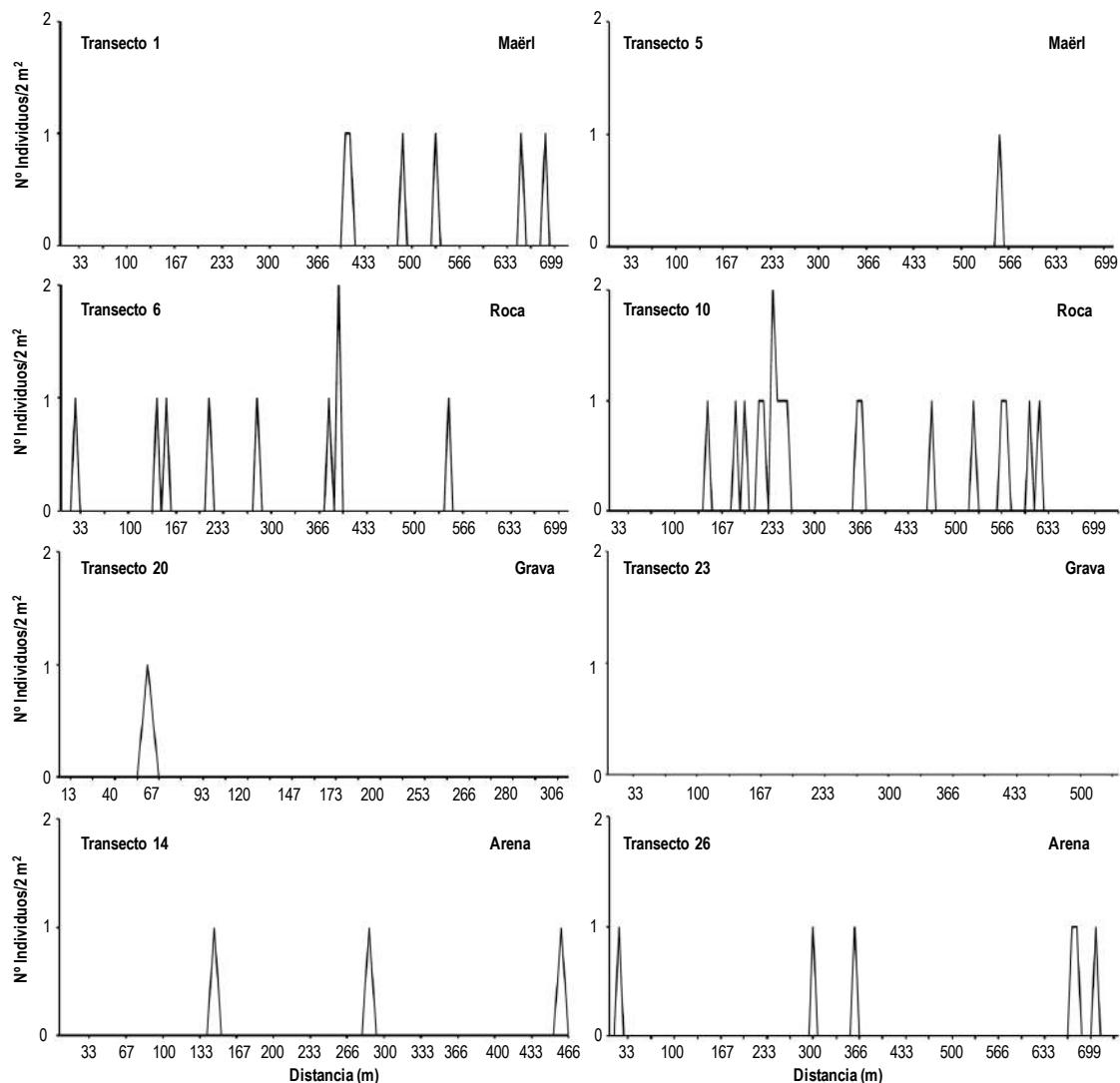
A diferencia de las muestras obtenidas con el patín epibentónico, donde las especies se obtienen de forma agregada, por lo que no es posible conocer la distribución espacial de las especies a pequeña escala, el análisis detallado de los transectos de video obtenidos mediante el ROV ha permitido analizar el patrón de distribución y agregación de las especies analizadas con este sistema. En las figuras que van de la 7.4.1 a la 7.4.12 se representa la densidad de las especies más abundantes a lo largo de la longitud de cada transecto de ROV para cada tipo de sustrato. Algunas especies como *C. julis*, *P. curnusense*, *Axinella* sp. y *H. mediterranea* sobre sustrato de roca, o *Inachus* sp. sobre grava se distribuyeron a lo largo de todo el transecto apareciendo en agrupaciones de más de 3 individuos. La distribución de esta última especie sobre los otros tipos de sustrato mostró una distribución más aislada. Esta distribución más aislada con presencias de uno o dos individuos también se dio en otras especies como *Serranus cabrilla*, *Synoicum blochmanni*, *Myriapora truncata*, *B. viridis* y *Echinaster sepositus* en función del tipo de sustrato. Por último las especies *E. singularis* y *Ophiura ophiura* presentaron una distribución aislada pero con algunas agrupaciones de hasta 8 individuos sobre roca en el caso de la primera y de hasta 4 individuos sobre arena en el caso de la segunda. La distribución espacial de estas 12 especies en el canal de Menorca se representa en los mapas de las figuras 7.4.13 y 7.4.14.

El patrón de distribución de las especies con más de 20 individuos en alguno de los transectos se analiza en las figuras que van de la 7.4.15 a la 7.4.22 a partir de la función-K de Rypley. Para la interpretación de las gráficas hay que tener en cuenta que las especies cuya función se encuentra entre los límites de confianza presentan una distribución aleatoria. Por el contrario si la función se encuentra por encima del límite superior de confianza tienen un distribución dispersa (*over spread*) y si está por debajo del límite inferior su distribución es contagiosa. Ninguna de las especies presentó una distribución tipo dispersa. Las especies que claramente presentaron una distribución aleatoria fueron *Alcyonium* sp., *Cerianthus* sp., *Echinaster sepositus*, *Halocynthia papillosa*, *Holoturia forskali*, *Inachus* sp., *Ophiura ophiura*, *Pagurus prideauxi* y *Synoicum blochmanni*. *Anthedon mediterranea*, *Anthias anthias*, *Axinella* sp., *Hornera frondiculata*, *Ophiocomina nigra*, *Paramuricea macrospina* y *Sphaerochinus granularis* presentaron una distribución contagiosa. El resto de especies no presentaron una distribución clara de un tipo u otro.

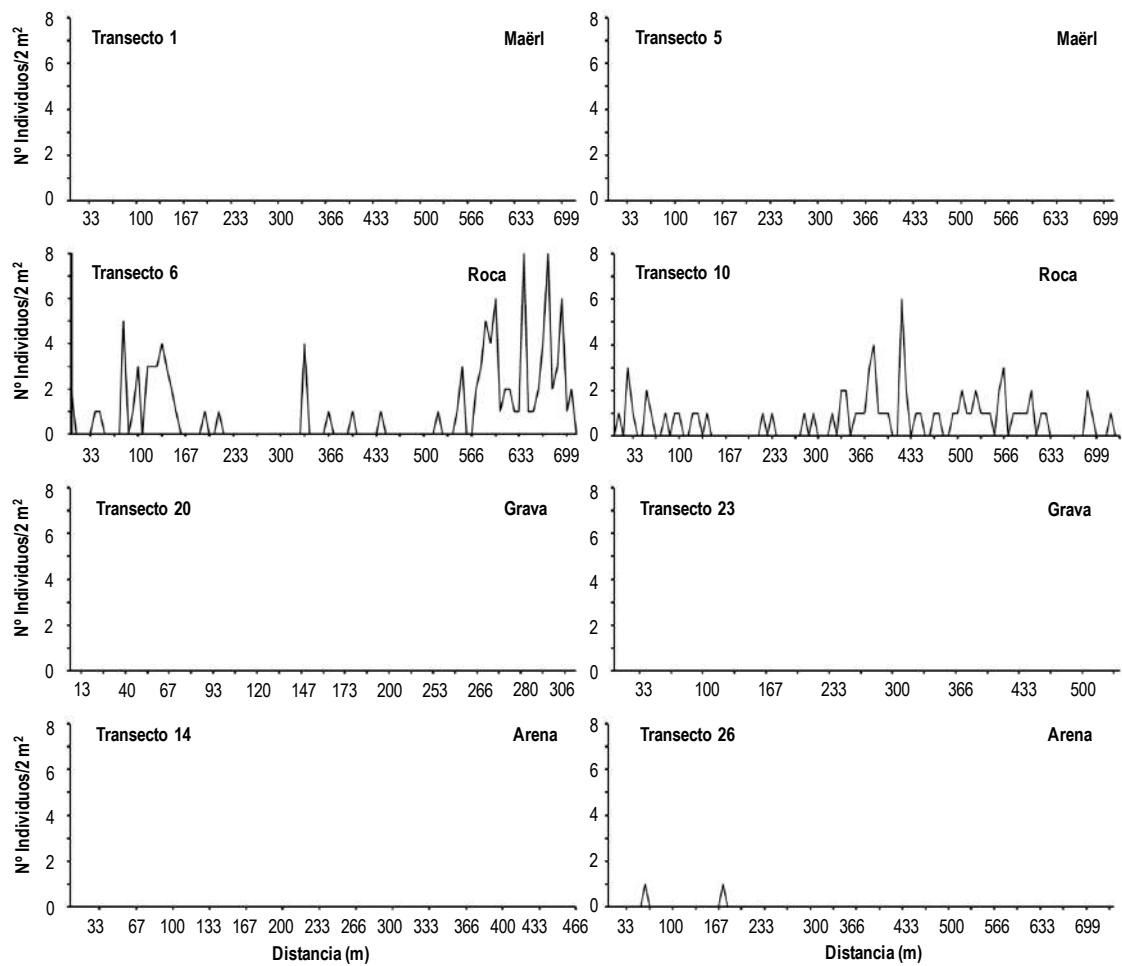
***Coris julis***

**Figura 7.4.1.-** Density plots de *Coris julis* en dos transectos de maërl (1 y 5), dos de roca con coralígeno (6 y 10), dos de grava (14 y el 26) y dos de arena (20 y el 23).

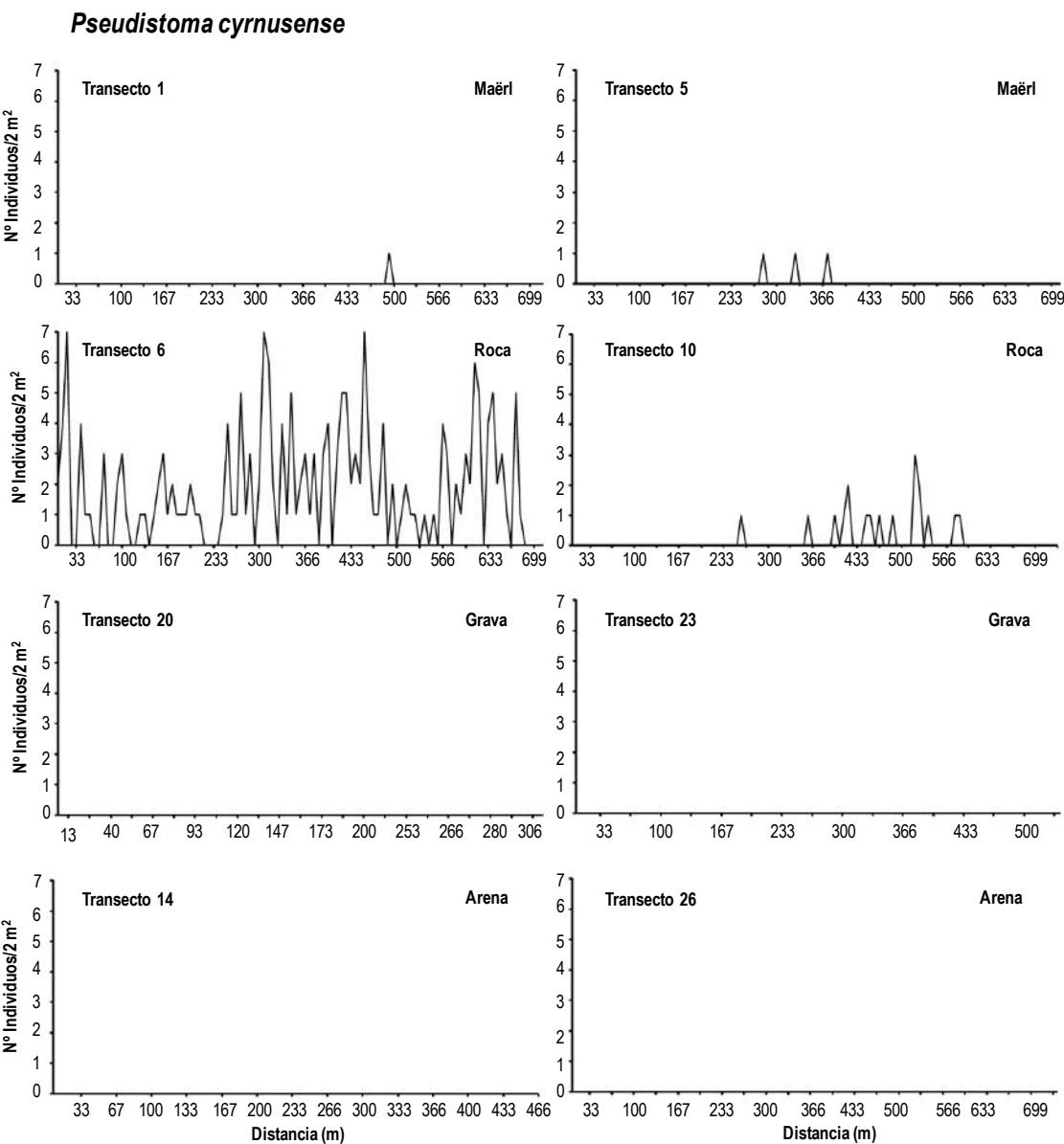
***Serranus cabrilla***



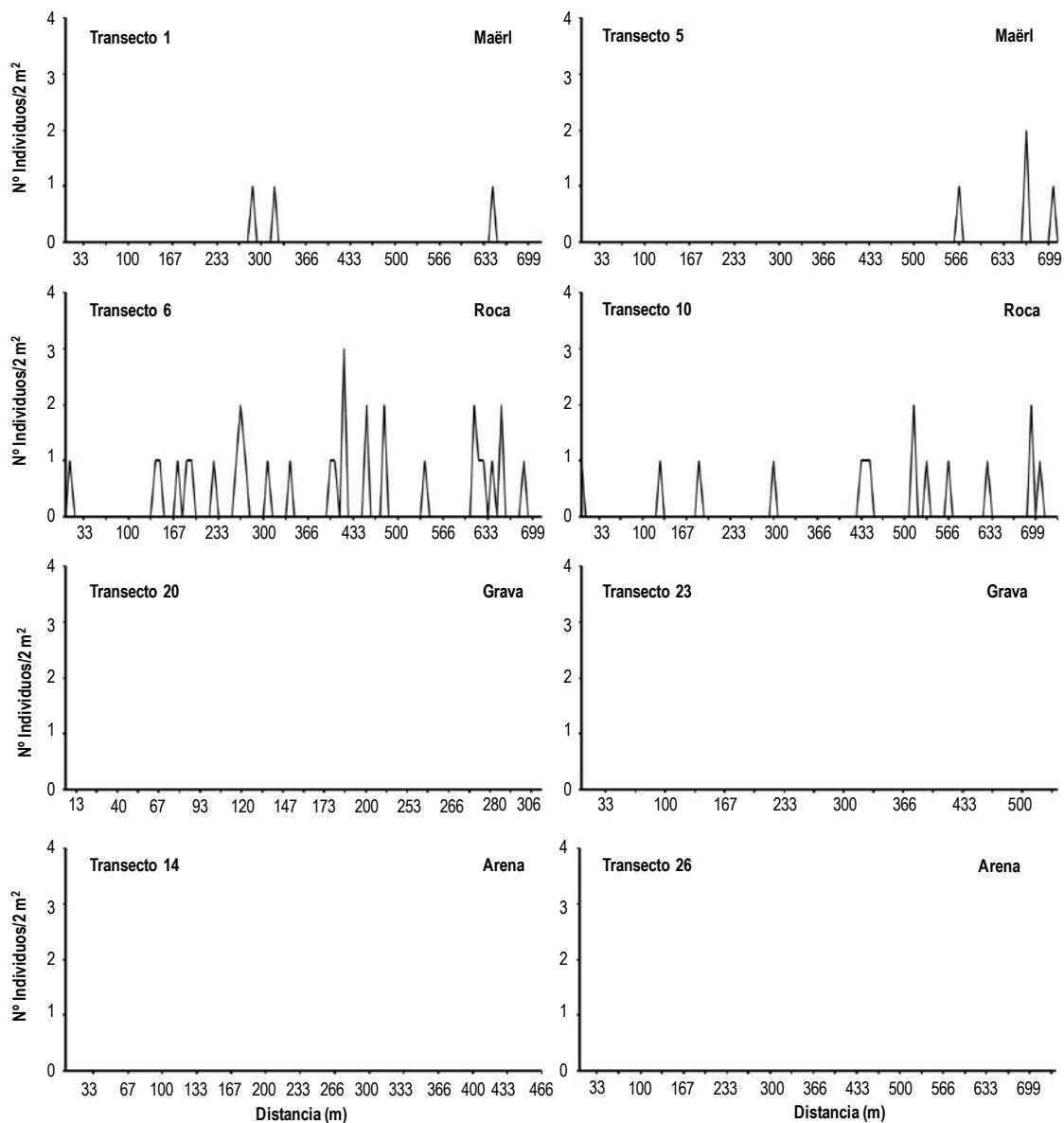
**Figura 7.4.2.-** Density plots de *Serranus cabrilla* en dos transectos de maërl (1 y 5), dos de roca con coralígeno (6 y 10), dos de grava (14 y el 26) y dos de arena (20 y el 23).

***Eunicella singularis***

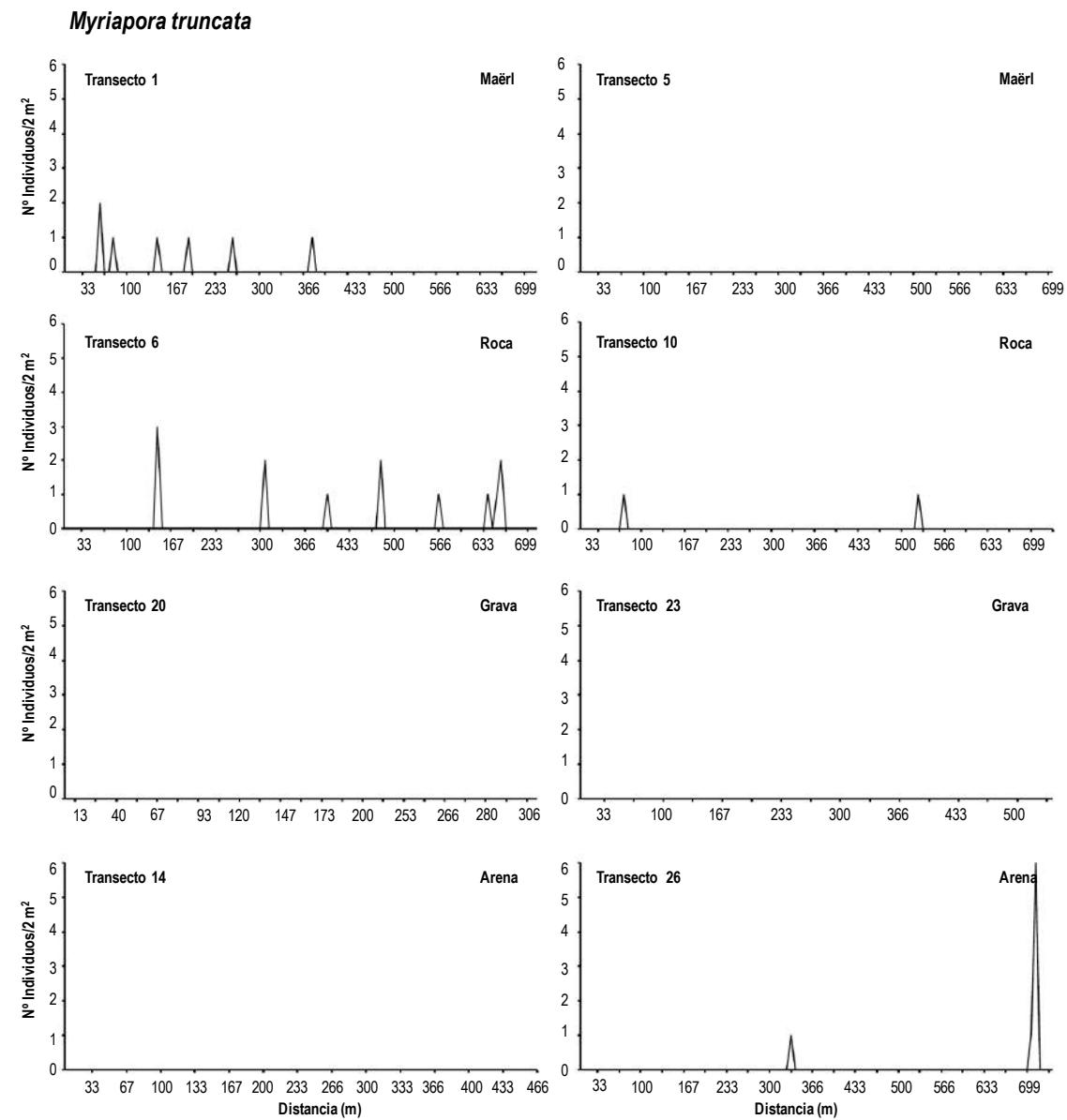
**Figura 7.4.3.-** Density plots de *Eunicella singularis* en dos transectos de maërl (1 y 5), dos de roca con coralígeno (6 y 10), dos de grava (14 y el 26) y dos de arena (20 y el 23).



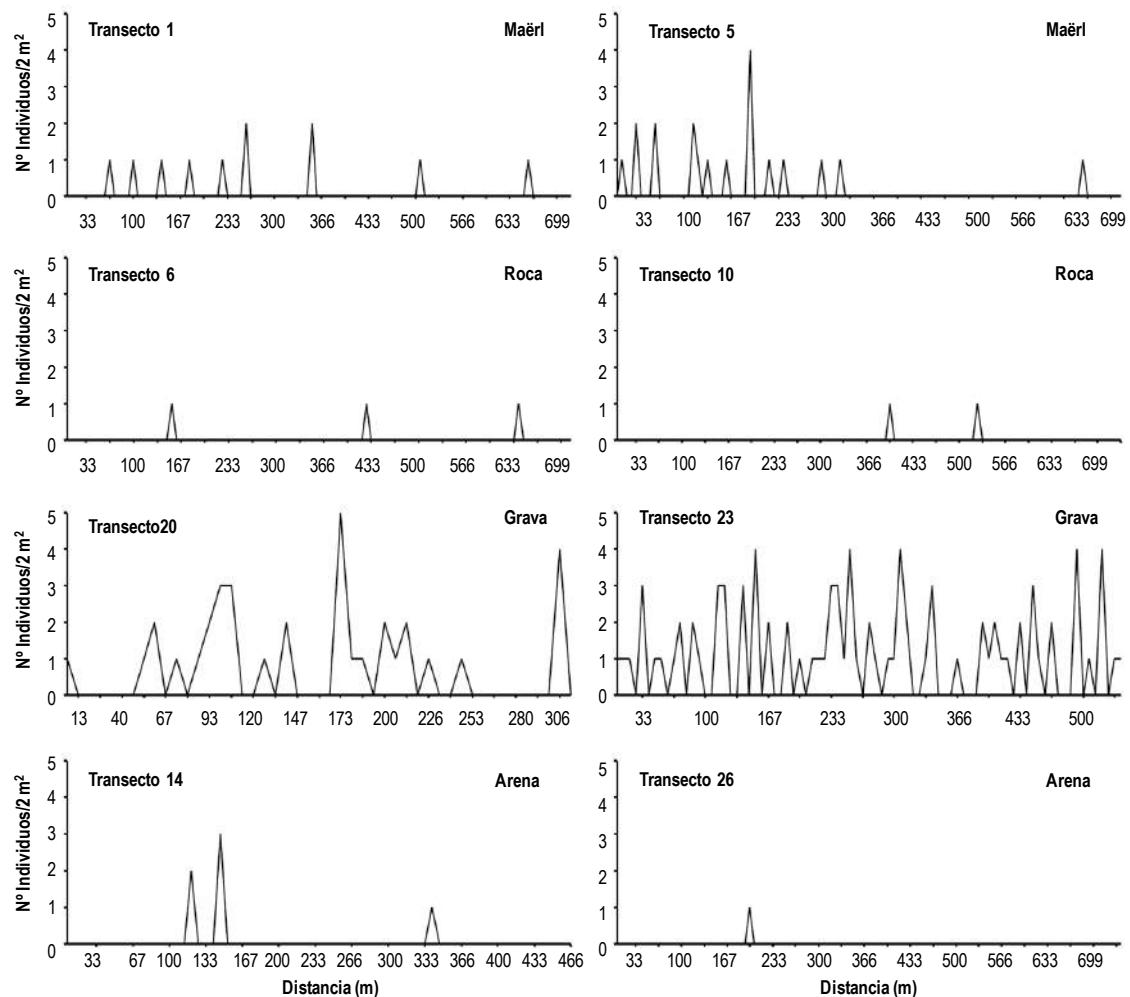
**Figura 7.4.4.-** Density plots de *Pseudistoma curnusense* en dos transectos de maërl (1 y 5), dos de roca con coralígeno (6 y 10), dos de grava (14 y el 26) y dos de arena (20 y el 23).

***Synoicum blochmanni***

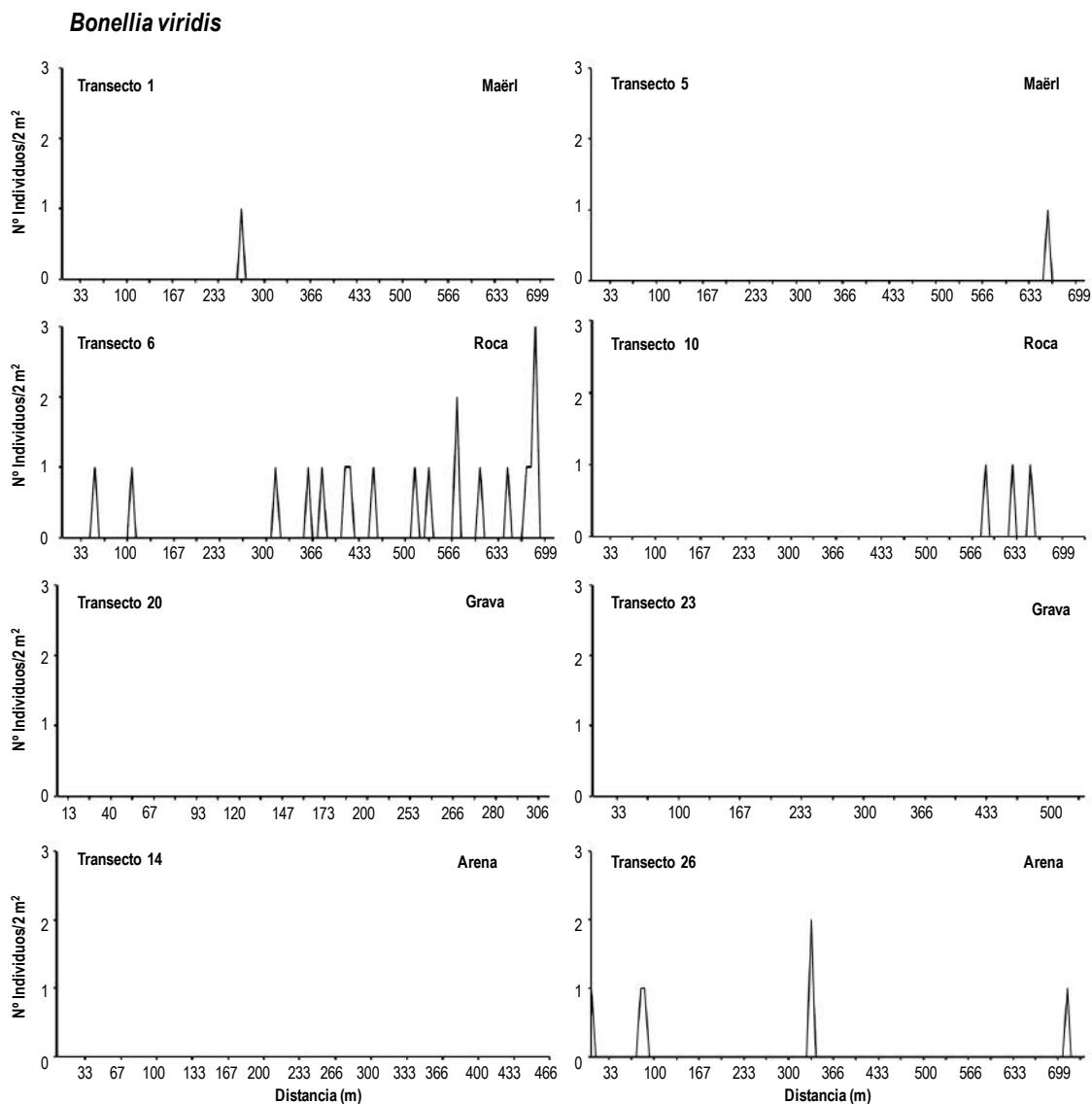
**Figura 7.4.5.-** Density plots de *Synoicum blochmanni* en dos transectos de maërl (1 y 5), dos de roca con coralígeno (6 y 10), dos de grava (14 y el 26) y dos de arena (20 y el 23).



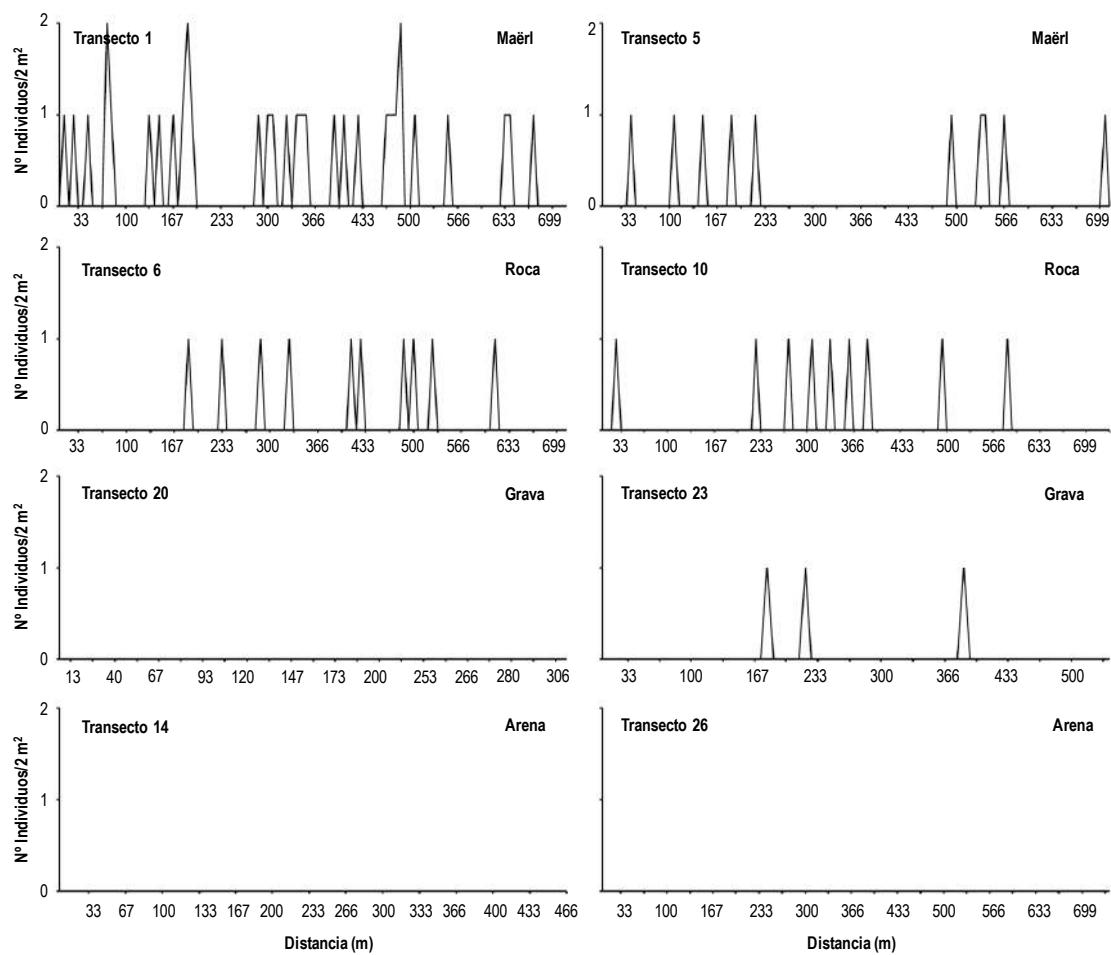
**Figura 7.4.6.-** Density plots de *Myriapora truncata* en dos transectos de maërl (1 y 5), dos de roca con coralígeno (6 y 10), dos de grava (14 y el 26) y dos de arena (20 y el 23).

*Inachus sp.*

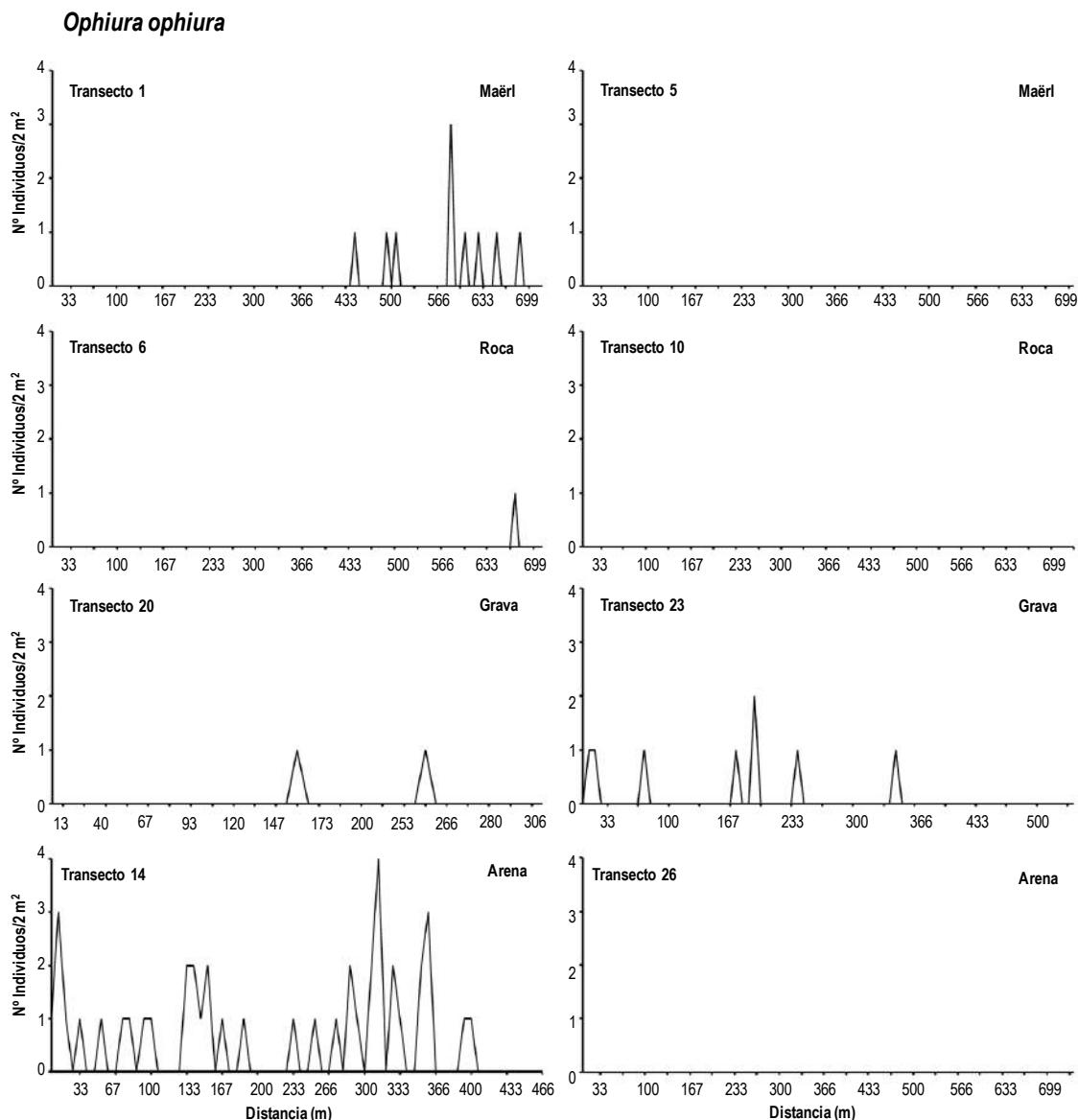
**Figura 7.4.7.-** Density plots de *Inachus sp.* en dos transectos de maërl (1 y 5), dos de roca con coralígeno (6 y 10), dos de grava (14 y el 26) y dos de arena (20 y el 23).



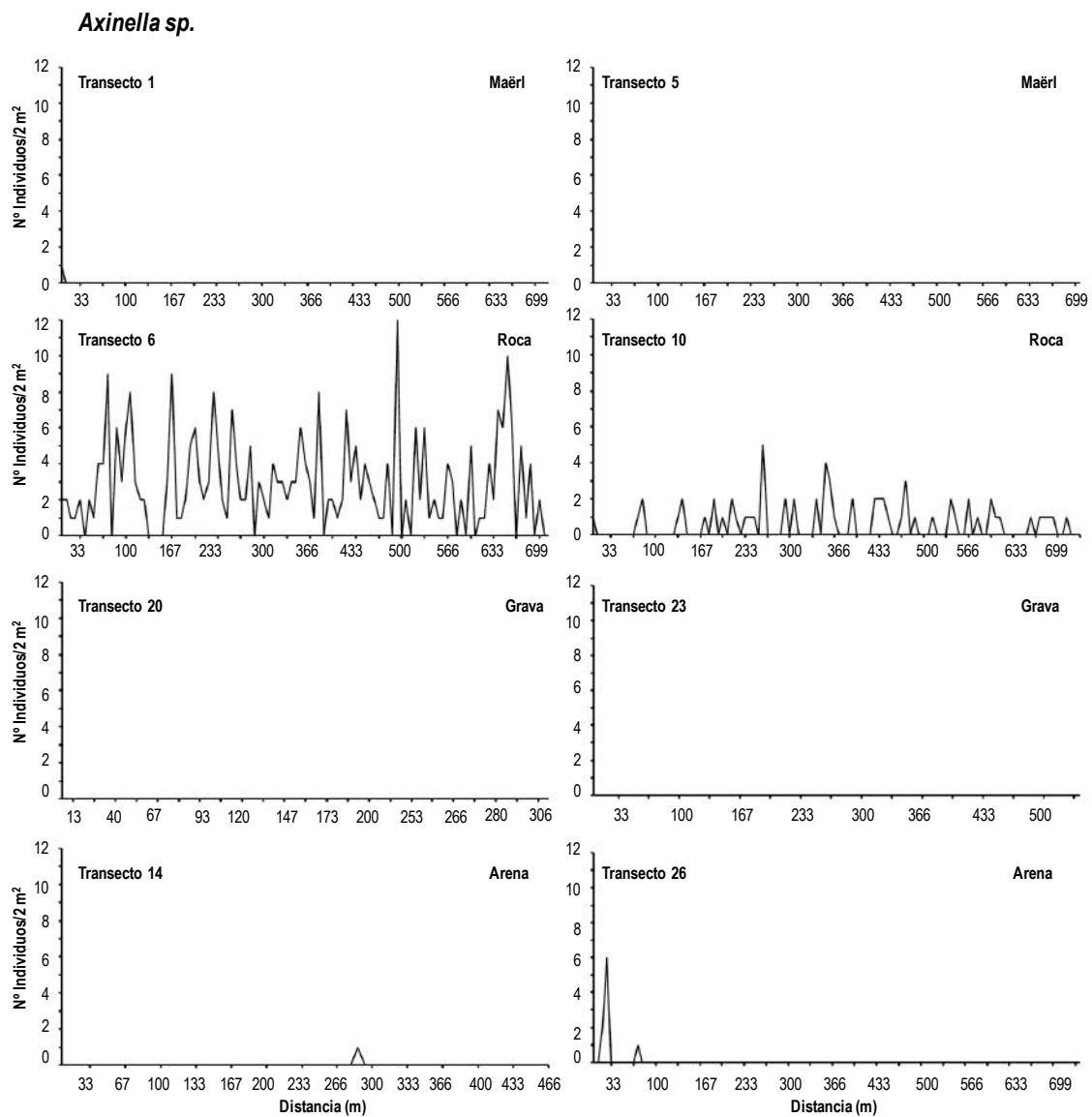
**Figura 7.4.8.-** Density plots de *Bonellia viridis* en dos transectos de maërl (1 y 5), dos de roca con coralígeno (6 y 10), dos de grava (14 y el 26) y dos de arena (20 y el 23).

***Echinaster (Echinaster) sepositus***

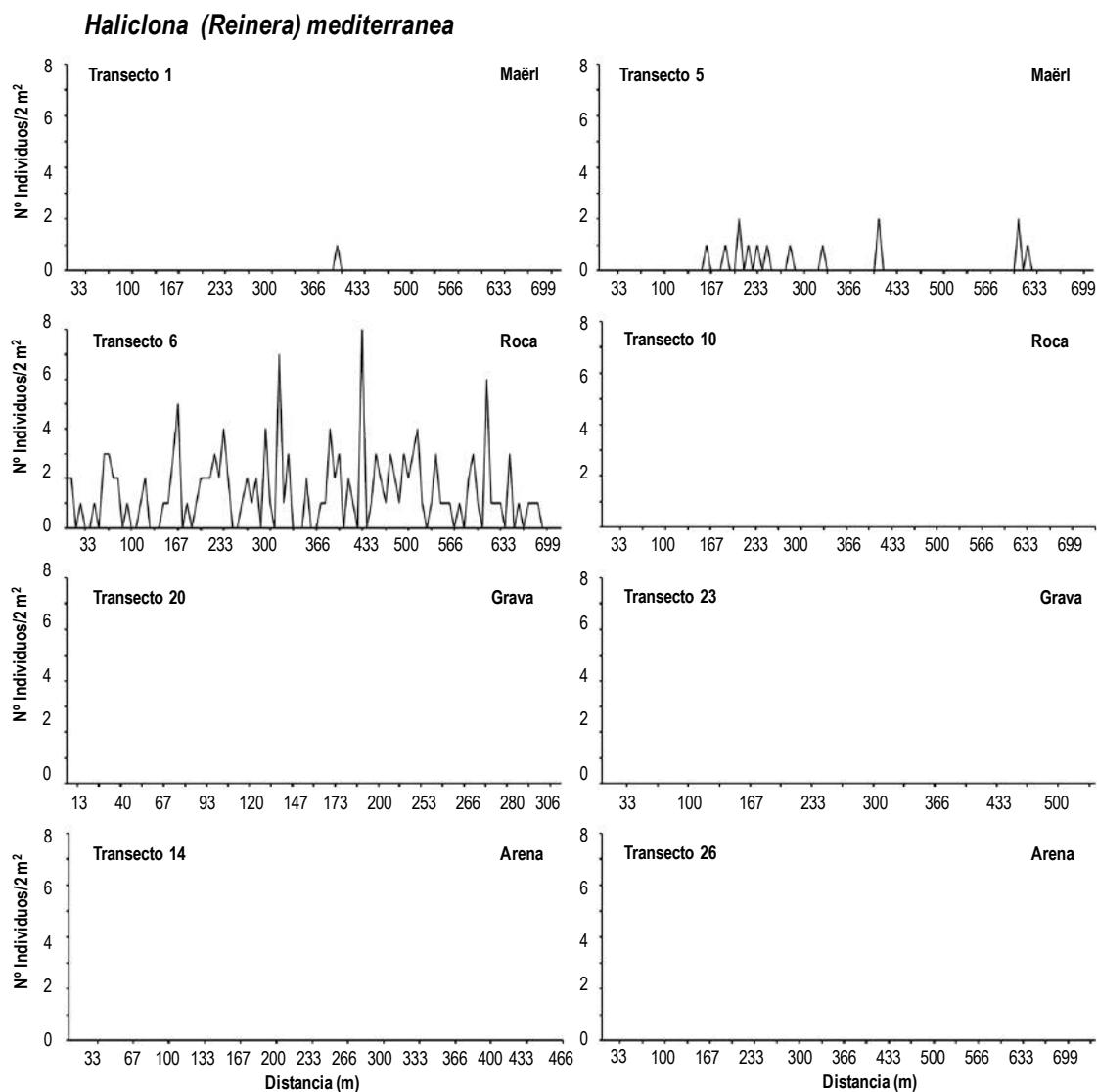
**Figura 7.4.9.-** Density plots de *Echinaster (Echinaster) sepositus* en dos transectos de maërl (1 y 5), dos de roca con coralígeno (6 y 10), dos de grava (14 y el 26) y dos de arena (20 y el 23).



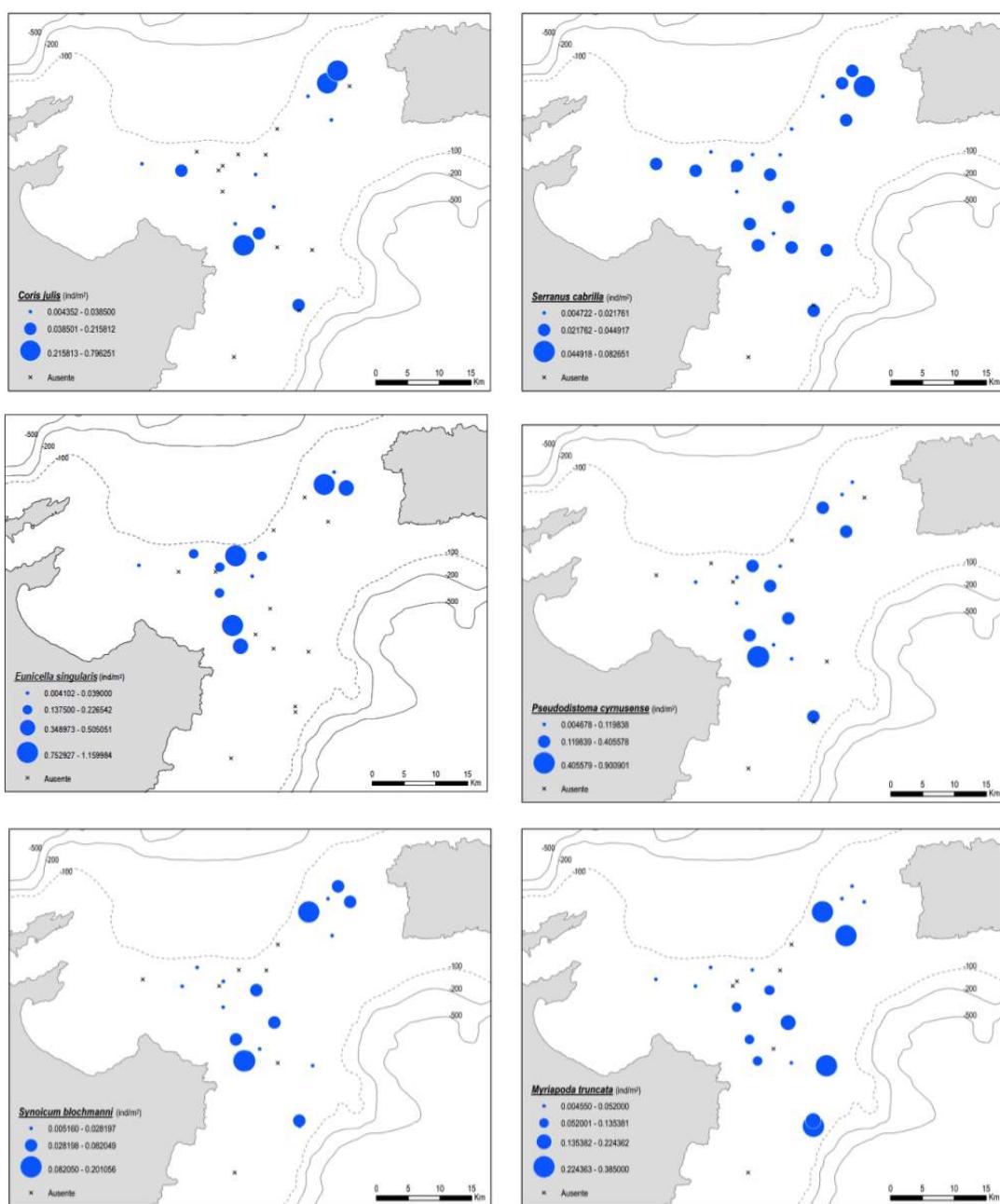
**Figura 7.4.10.-** Density plots de *Ophiura ophiura* en dos transectos de maërl (1 y 5), dos de roca con coralígeno (6 y 10), dos de grava (14 y el 26) y dos de arena (20 y el 23).



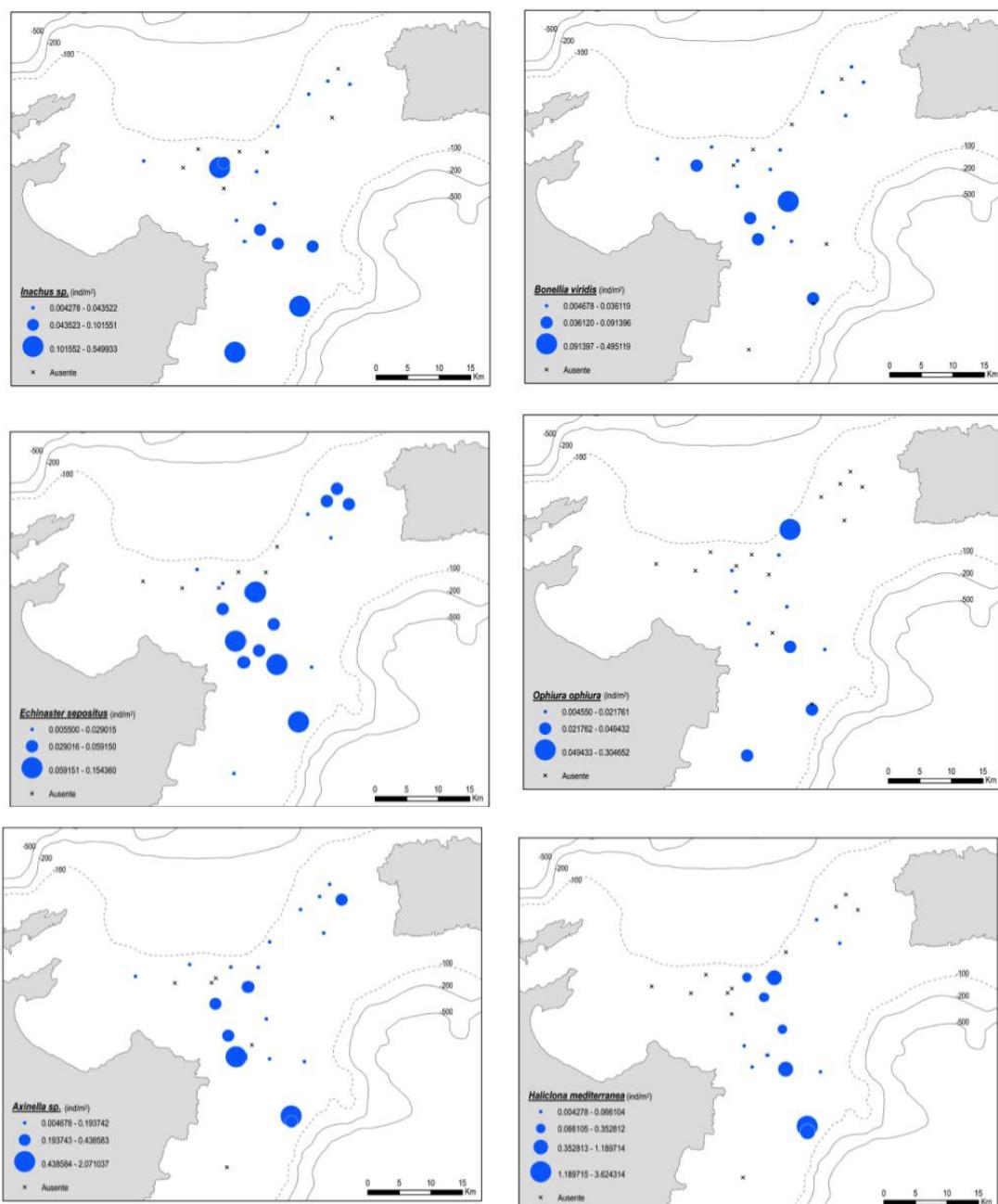
**Figura 7.4.11.-** Density plots de *Axinella* sp. en dos transectos de maërl (1 y 5), dos de roca con coralígeno (6 y 10), dos de grava (14 y el 26) y dos de arena (20 y el 23).



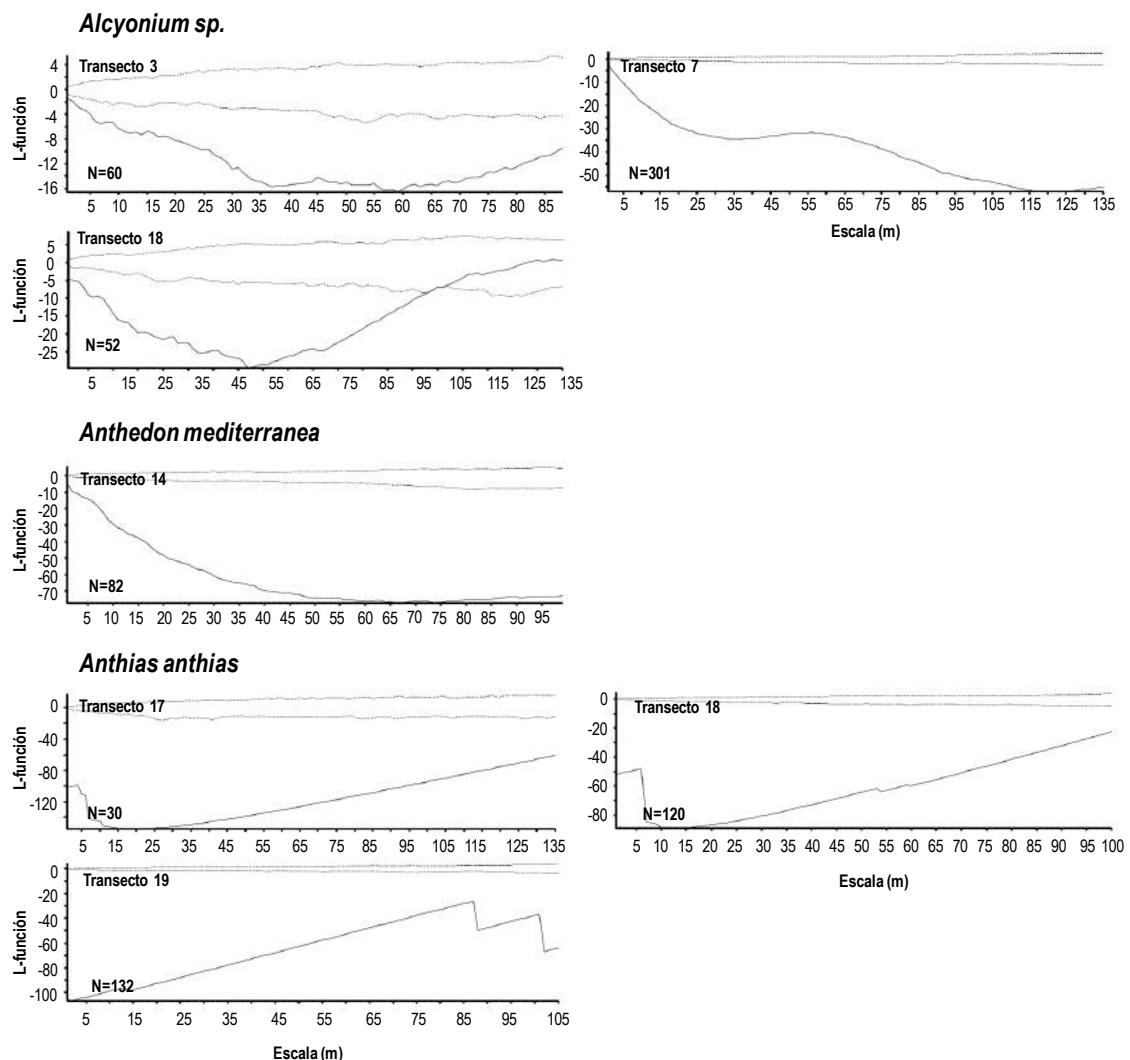
**Figura 7.4.12.-** Density plots de *Haliclona (Reinera) mediterranea* en dos transectos de maërl (1 y 5), dos de roca con coralígeno (6 y 10), dos de grava (14 y el 26) y dos de arena (20 y el 23).



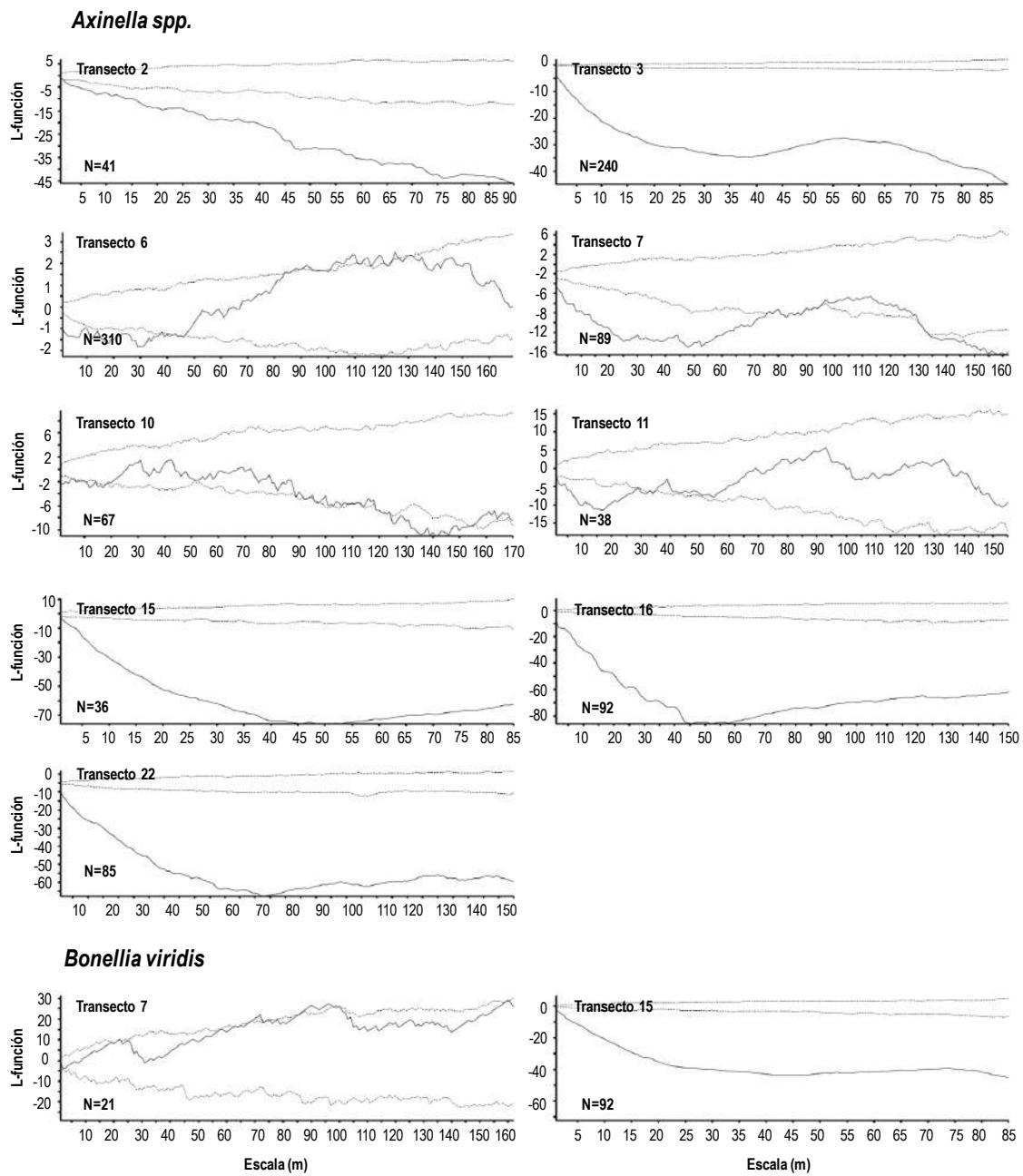
**Figura 7.4.13.-** Mapas de distribución de densidad (ind/m<sup>2</sup>) de: *Coris julis*, *Serranus cabrilla*, *Eunicella singularis*, *Pseudodistoma cymnusense*, *Synoicum blochmanni* y *Myriapoda truncata*.



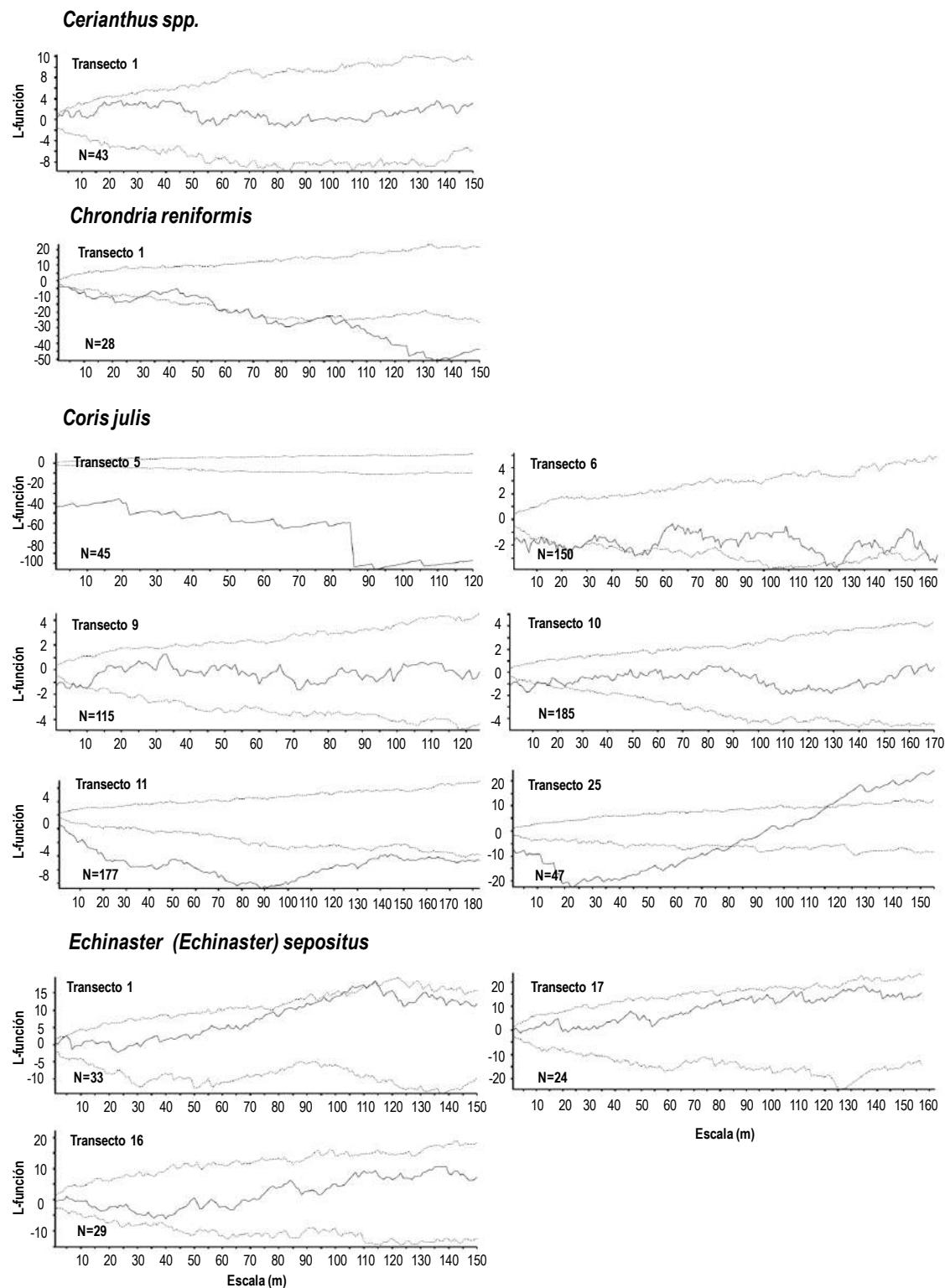
**Figura 7.4.14.-** Mapas de distribución de densidad (ind/m<sup>2</sup>) de: *Inachus* sp., *Bonellia* viridis, *Echinaster* (*Echinaster*) sepositus, *Ophiura* ophiura, *Axinella* sp. y *Haliclona* (*Reinera*) mediterranea.



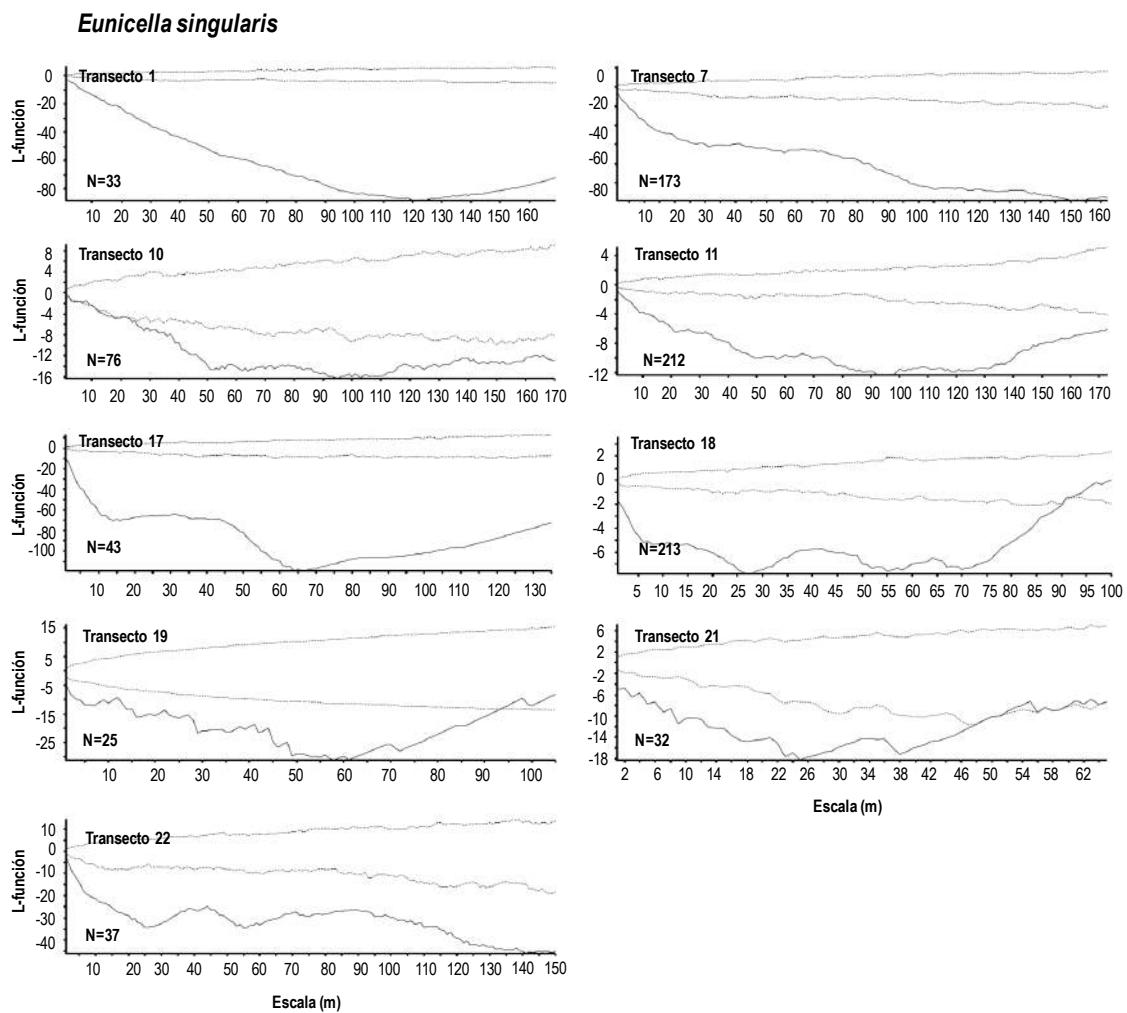
**Figura 7.4.15.-** Representación gráfica de la L-funció (Ripley's K) de *Alcyonium sp.*, *Anthedon mediterránea* y *Anthias anthias* en los transectos que se contabilizaron más de 20 ejemplares



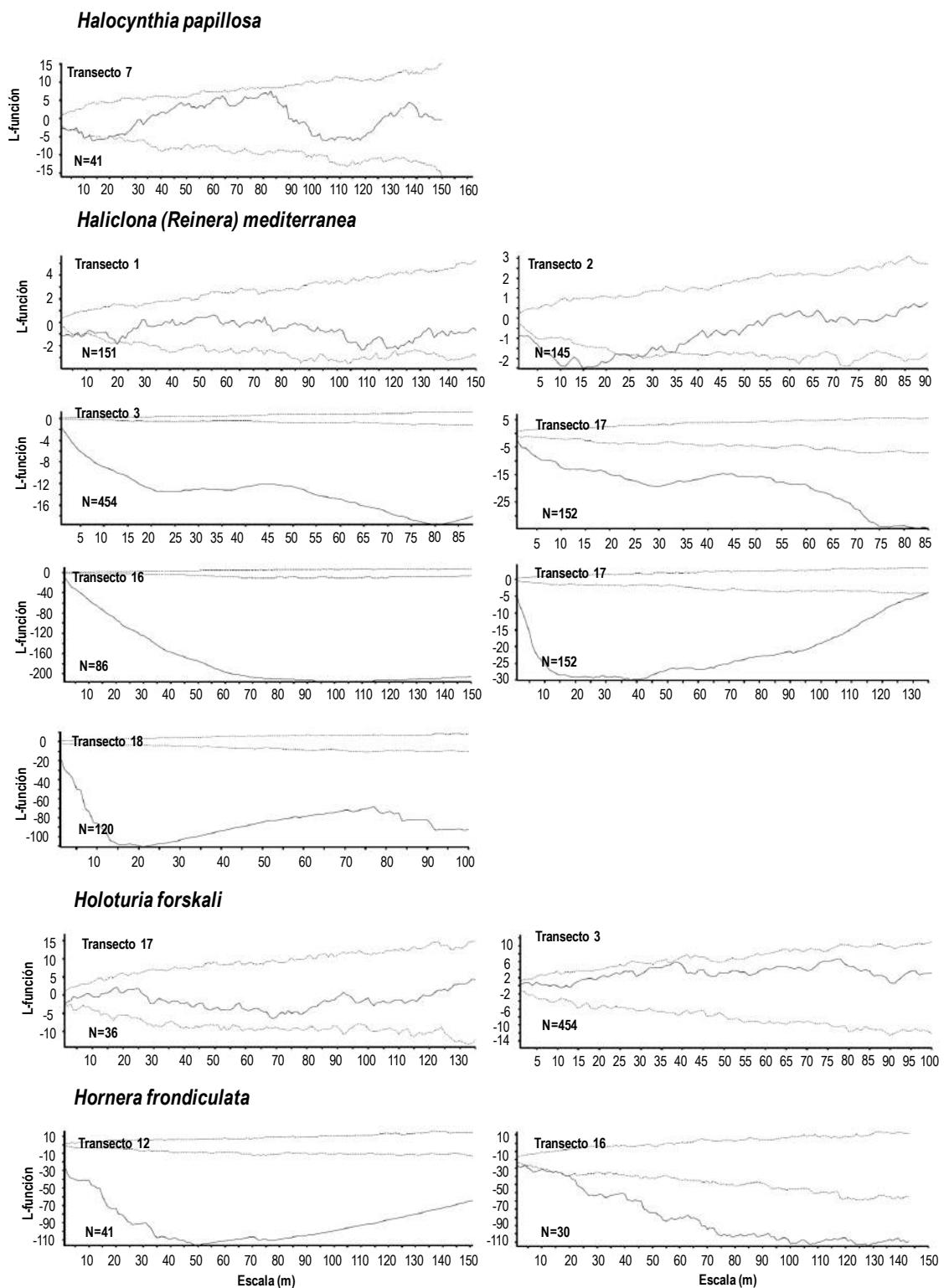
**Figura 7.4.16.-** Representación gráfica de la L-funció (Ripley's K) de *Axinella spp.* y *Bonellia viridis* en los transectos que se contabilizaron más de 20 ejemplares.



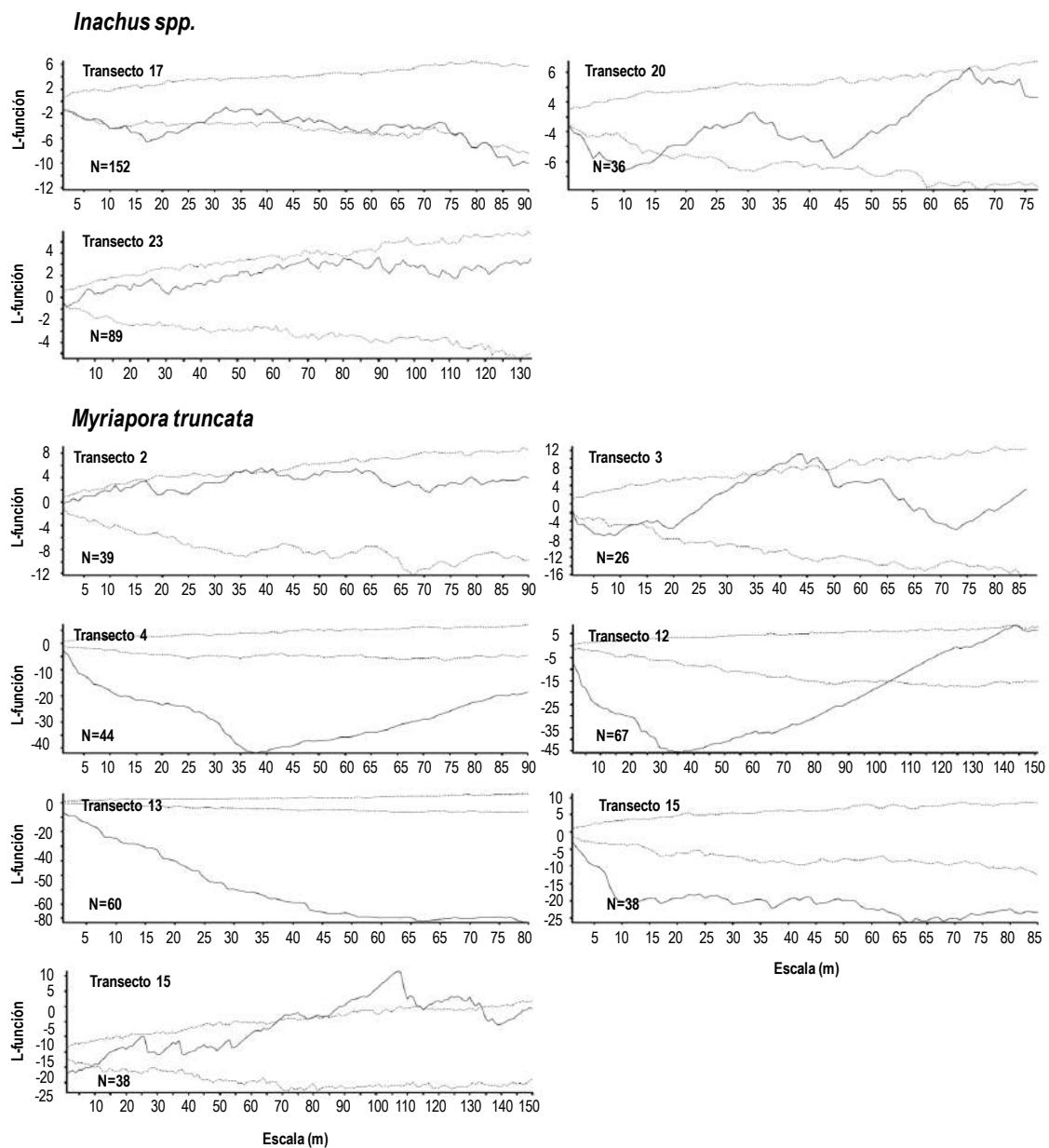
**Figura 7.4.17.-** Representación gráfica de la L-funció (Ripley's K) de *Cerianthus spp.*, *Chondria reniformis*, *Coris julis* y *Echinaster sepositus* en los transectos que se contabilizaron más de 20 ejemplares



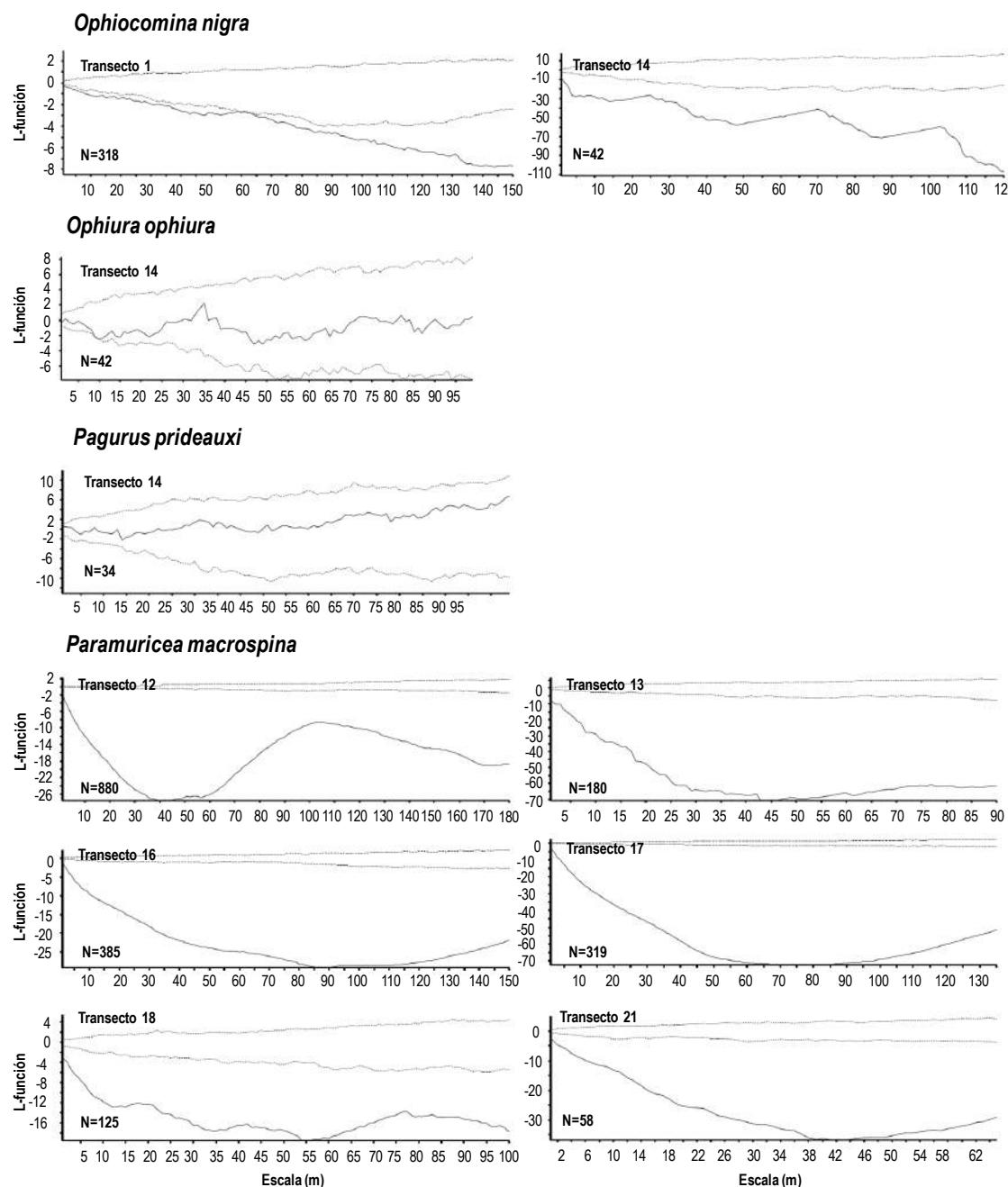
**Figura 7.4.18.-** Representación gráfica de la L-función (Ripley's K) de *Eunicella singularis* en los transectos que tuvieron más de 20 ejemplares



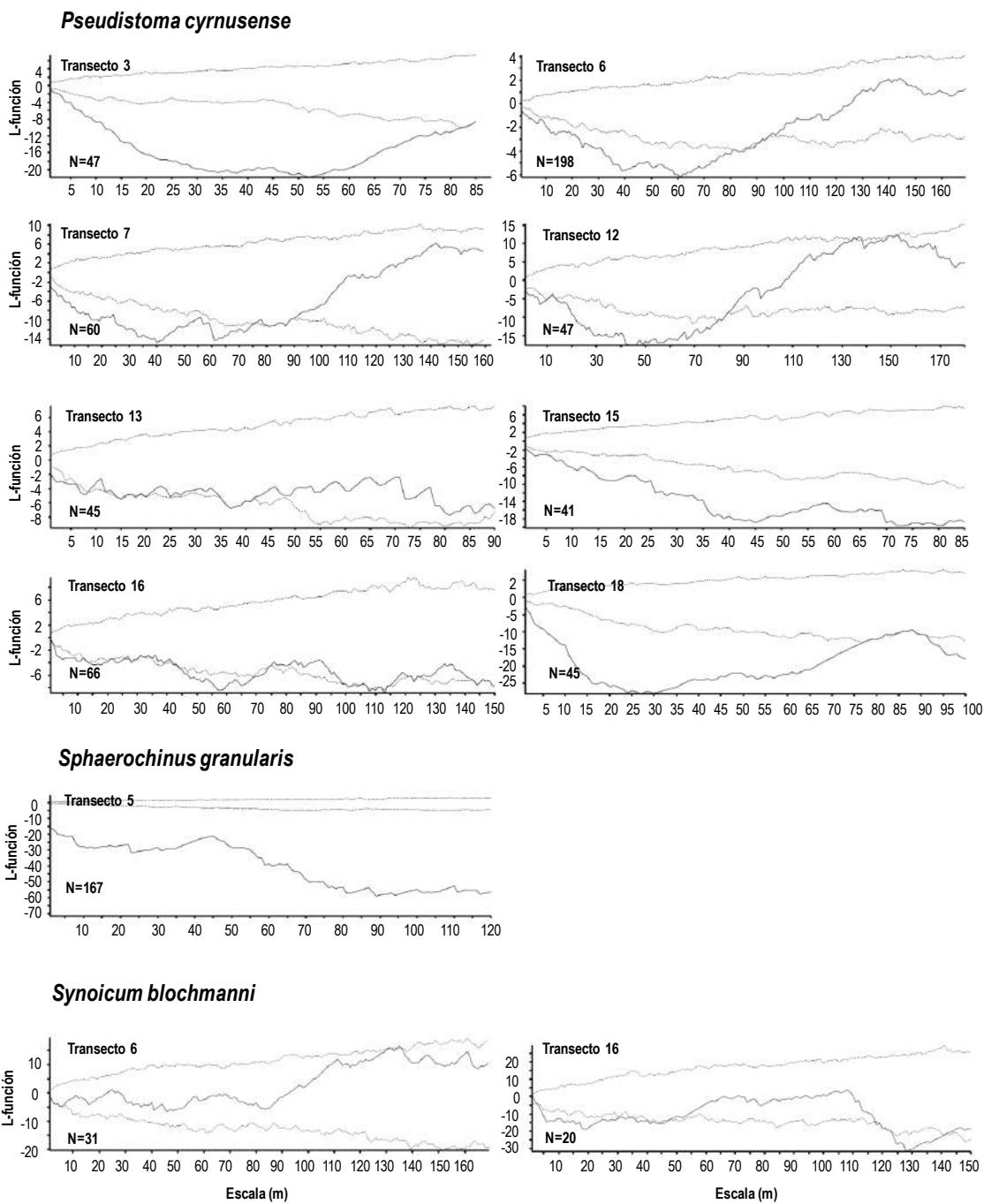
**Figura 7.4.19.-** Representación gráfica de la L-función (Ripley's K) de *Halocynthia papillosa*, *Haliclona mediterránea*, *Holoturia forskali*, *Hornera frondiculata* en los transectos que tuvieron más de 20 ejemplares



**Figura 7.4.20.-** Representación gráfica de la L-funció (Ripley's K) de *Inachus spp.* y *Myriapora truncata* en los transectos que tuvieron más de 20 ejemplares



**Figura 7.4.21.-** Representación gráfica de la L-funcióñ (Ripley's K) de *Ophiocomina nigra*, *Ophiura ophiura*, *Pagurus prideauxi* y *Paramuricea macrospina* en los transectos que se contabilizaron más de 20 ejemplares



**Figura 7.4.22.-** Representación gráfica de la L-función (Ripley's K) de *Pseudistoma curnusense*, *Sphaerochirus granularis* y *Synoicum blochmanni* en los transectos que se contabilizaron más de 20 ejemplares

## 8. Análisis de las presiones

### 8.1. Breve descripción de las presiones detectadas en la zona

La Comunidad Autónoma de Illes Balears presenta una cifra oficial de población censada que se sitúa en la franja media/baja de España, sin embargo, su densidad de población es una de las mayores y es especialmente alta en algunos de los municipios litorales. La población de esta comunidad experimentó desde los años 60 un crecimiento demográfico notable, ligado al boom turístico: entre los años 1970 y 2005, el aumento de población superó el 76%, frente a un 30% de la media española (Probitec, 2012). A esta población residente se debe añadir la fluctuación a lo largo del año de una población visitante vinculada al turismo, que es considerado el pilar fundamental de su economía. La actividad turística en el año 2009 generó 11.032 millones de euros, lo que supone el 43,2% del PIB de las islas, aunque se ha reducido en un 7,6% con respecto al año anterior (Probitec, 2012). El mantenimiento de esta importante actividad económica implica a su vez que otros sectores como el de la construcción, industria y energía, comercio, transporte y almacenamiento y hostelería dependan del empuje de la primera.

Otro gran grupo de actividades importantes que se debe considerar en las aguas del área del canal de Menorca está relacionado con la pesca en sentido amplio. En determinadas épocas del año puede estar ligada también a la actividad turística, no sólo por la necesidad de suministrar materia prima a la población residente y estacional sino también porque la actividad pesquera recreativa ha devenido en los últimos años a ser un fuerte reclamo como actividad ligada al turismo. Baleares ocupa el sexto lugar entre las comunidades autónomas con 393 barcas de pesca, por encima de Asturias, País Vasco o Canarias (MAGRAMA, 2103), con aproximadamente 671 profesionales directos y unas 3.400 toneladas al año de captura que equivalen a 22 millones de euros anuales. En cuanto a la pesca recreativa, se estima que existen unos 85.000 residentes que la practican con una extracción evaluada en hasta 1.200 toneladas de pescado al año (Morales-Nin et al., 2005). Por su impacto directo sobre el sistema marino y en particular sobre los fondos este grupo de actividades la pesca profesional cuenta con un apartado específico en este informe.

Siguiendo la clasificación de presiones propuesta por la Agencia Europea del Medio Ambiente en el Portal de Referencia para la descripción de las áreas de Red Natura 2.000 ([http://bd.eionet.europa.eu/activities/Natura\\_2000/reference\\_portal](http://bd.eionet.europa.eu/activities/Natura_2000/reference_portal)) se han seleccionado los 25 principales impactos negativos que, en la actualidad o a un medio plazo previsible, pueden incidir en el área marina del canal de Menorca que está previsto sea declarada LIC. A continuación se presenta un extracto de la información aportada en el Formulario Normalizado de Datos. Las principales presiones corresponden a las categorías de *transporte y corredores de servicios* (categoría D, 6 presiones de rango medio a alto), *urbanización y desarrollo residencial y comercial* (categoría E, 4 presiones de rango medio a bajo), *uso de recursos biológicos aparte de los agrícolas y forestales* (categoría F, 11 presiones de rango alto a bajo), *perturbaciones e intromisiones humanas* (categoría G, 2 presiones de rango alto y bajo) y *contaminación* (categoría H, 11 presiones de rango bajo).

En la categoría de transporte y corredores de servicios destacan fundamentalmente aquellas relacionadas con líneas de servicio y conducciones (teléfonos, electricidad etc) existentes en la actualidad y que requieren de mantenimiento y futuras actuaciones que ya están en el proceso de planificación. Este es el caso de un gaseoducto previsto en el documento “Planificación de los sectores de electricidad y gas 2012-2020” del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Esta conexión supondría la instalación de un gasoducto submarino de 54 km de largo que recorrería de oeste a este la zona LIC, entre la futura estación de compresión Capdepera (Mallorca) y el aterraje en cala d’En Bosc en Ciutadella (Menorca) y que, de realizarse, tendrá un elevado impacto negativo sobre las

comunidades de plataforma del canal, tanto en su construcción, como a lo largo de su explotación. Esta construcción, que en la actualidad no resulta rentable, está condicionada a los resultados de un estudio que analice la rentabilidad de la gasificación de la isla de Menorca considerando el ahorro de los costes energéticos derivados de la implantación del gas natural en esta isla (MINETUR, 2011). En este capítulo cabe mencionar también a todas aquéllas actividades relacionadas con el transporte marítimo, como la construcción o ampliación de instalaciones portuarias y el tráfico marítimo, tanto de mercantes como de pasajeros, que pueden llegar a generar importantes molestias a la fauna, sobre todo, cetáceos, aves marinas y tortugas. El canal de Menorca presenta un flujo de tráfico marítimo principalmente de rutas entre Mallorca y Menorca, aunque también lo atraviesa alguna ruta que conecta el archipiélago Balear con la Península. El tráfico de pasajeros ligado al turismo es especialmente elevado en la época estival, con conexiones entre los puertos de Alcudia y Palma a Maó y Ciutadella.



**Figura 8.1.1.-** Mapa infraestructuras de Baleares en operación e incluidas en la Planificación 2012-2020 (Fte. MINETUR, 2011)

En cuanto a los focos de impacto relacionados con la *urbanización y desarrollo residencial y comercial*, hay que señalar que fundamentalmente afectan a las zonas de costa, sobre tierra, aunque evidentemente también tienen efectos en las aguas más costeras. Esta presión tendrá un efecto variable en cuanto a intensidad y estacionalidad en función de características oceanográficas y geográficas. Cabe señalar en este apartado las descargas de aguas residuales (tanto industriales como domésticas, incluidas hoteleras) con un claro efecto estacional debido al incremento de población en las épocas de vacaciones. Conviene señalar en este apartado a las descargas de áridos en las playas para su relleno con arena, que en gran parte vuelve a terminar en el mar. Esta recirculación artificial de sedimentos está señalada como una de las principales causas de degradación de las praderas de fanerógamas marinas (sobre todo de *Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica*) con el consiguiente impacto negativo (González-Correa, et al. 2009, entre otros) sobre el Hábitat 1120 de la Directiva de Hábitats que es, además, prioritario lo que obliga a una serie de medidas específicas de cara a su conservación y gestión.

En el apartado uso de recursos biológicos aparte de los agrícolas y forestales

(categoría F) se recogen fundamentalmente las presiones derivadas de la actividad pesquera, tanto profesional como deportiva o de recreo. Dada la enorme importancia que tiene para la zona, la evaluación del impacto de la pesca profesional se realiza en el siguiente apartado (apartado 8.2).

Respecto a las *perturbaciones e intromisiones humanas*, destacan todas aquéllas relacionadas con los denominados deportes náuticos (tanto motorizadas como no) que producen molestias a la fauna en períodos especialmente críticos como en el de cría de las aves marinas al coincidir su práctica ante las colonias a última hora de la tarde, con la entrada en grutas y extraplomos utilizados para nidificar. Además se incluye la emisión de aceites y combustibles que localmente puede ser perceptible a simple vista y que reduce la posibilidad de intercambio de nutrientes y energía en la lámina de agua. También en este apartado cabe señalar que existe la posibilidad de efectuar maniobras militares en las aguas del canal. En efecto gran parte del área de estudio está incluida en la zona de ejercicios submarinos M-22 de unos 2.400 km<sup>2</sup> de extensión (Probitec, 2012).

El último apartado de relevancia para la zona en estudio según el esquema proporcionado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EIONET, 2013) comprende todo lo relacionado con los impactos por *contaminación* (categoría H) específicos al medio marino tales como los vertidos de aceites y combustibles (accidentales o intencionados) en efectuados desde el propio mar, desde tierra (descargas tóxicas), y la denominada macro contaminación marina que se corresponde al vertido de basuras tales como plásticos de diversa procedencia, restos de *porexpan* o *styrofoam*, etc. Aunque en relación con otras categorías de impactos esta no parece tener una importancia destacable, sí que la tiene por cuanto ocasionalmente puede incidir en la mortalidad de fauna por ingestión, por captura accidental o por “pesca fantasma” (redes de diversos tipos abandonadas, líneas de palangre armadas, etc). Baleares cuenta con un Plan de contingencia por contaminación (Decreto 126/2008, de 21 de noviembre, por el cual se aprueba el Plan Especial de Contingencia por Contaminación Accidental de Aguas Marinas de las Illes Balears). No obstante, el tránsito de mercancías entre las islas y de líneas de pasaje por vía marítima y el extraordinario valor de los sistemas bentónicos del canal (praderas de Posidonia, fondos de Maërl, Coralígeno etc.) merecen que este plan sea plenamente funcional y esté correctamente dotado para minimizar los cuantiosos daños económicos y ambientales que un eventual derrame masivo de fuel u otros contaminantes produciría en las aguas del canal.

## **8.2. La actividad pesquera como principal amenaza de la biodiversidad**

### **8.2.1. Pesca artesanal**

#### **8.2.1.1. Descripción de las pesquerías y especies objetivo**

En el canal operan las flotas artesanales (o de artes menores) de cinco cofradías: Cala Rajada, Alcudia y Pollença en Mallorca, y Ciutadella y Maó en Menorca, con un total de 92 embarcaciones en abril del 2012. Las embarcaciones de la cofradía de Cala Rajada se ubican entre el puerto de Cala Bona y el puerto de Cala Rajada siendo este el que alberga la mayor parte de la flota de esta cofradía. La cofradía de Alcudia engloba las embarcaciones ubicadas en los puertos de Colònia de Sant Pere, Can Picafort, Alcudia como puerto principal, y puerto Cocodrilo como pequeño refugio, mientras que las embarcaciones de la cofradía de Pollença se ubican en el puerto de dicha localidad. En la isla de Menorca las embarcaciones de pesca artesanal que faenan en el canal de Menorca pertenecen a la cofradía de Ciutadella situada al este de la isla, y a la cofradía de Maó situada al oeste. La mayoría de las embarcaciones se ubican en los correspondientes puertos de Ciutadella y Maó, aunque existe una pequeña parte de la flota que se refugia en calas y puertos naturales diseminados a lo largo de la costa. En la figura 8.2.1 se muestra la ubicación de cada cofradía y el radio de acción donde llevan a cabo su actividad las embarcaciones de pesca artesanal de cada una de ellas.



**Figura 8.2.1.-** Cofradías ubicadas en el canal de Menorca y radio de acción de la flota pesquera artesanal perteneciente a cada una de ellas.

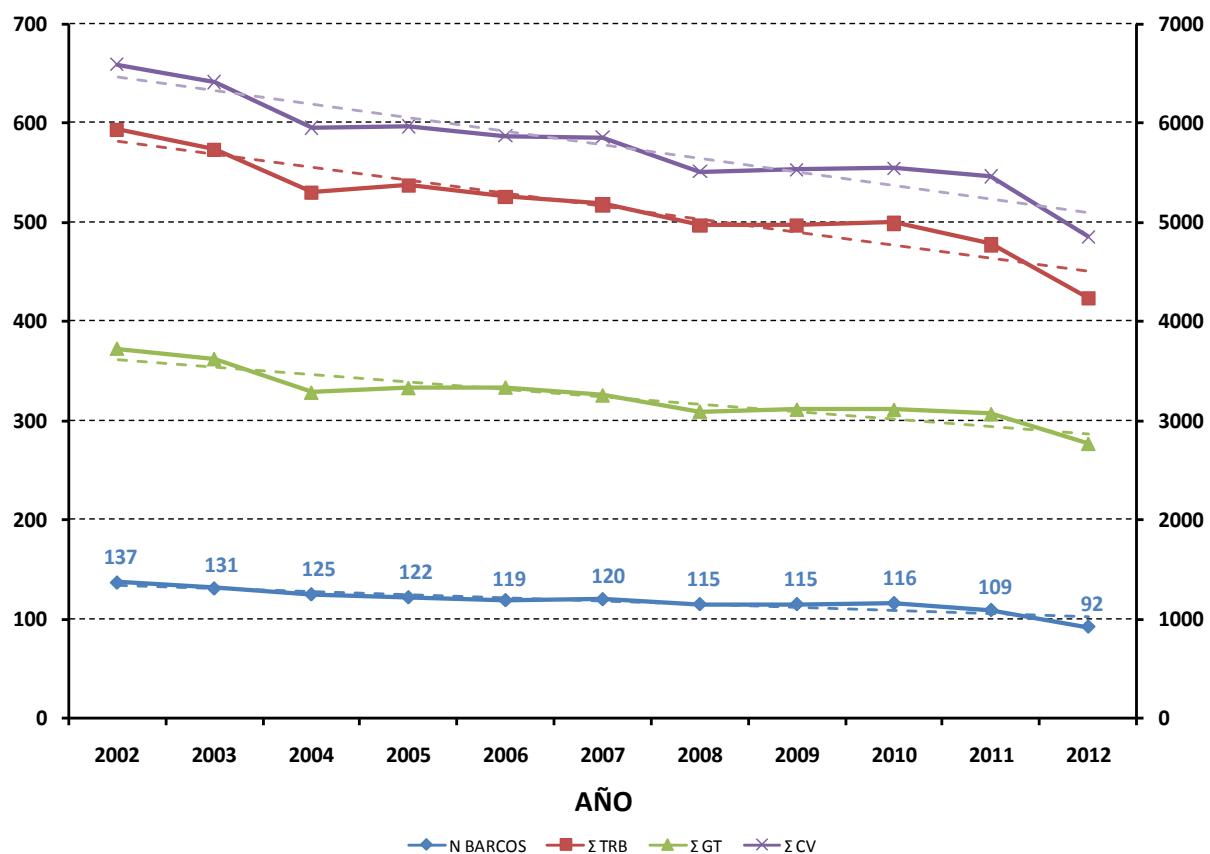
El área operativa de estas embarcaciones comprende todo el canal de Menorca, ya que pueden alejarse mar adentro más de 15 millas durante las épocas de pesca de la langosta y palangre, principalmente.

La flota de la modalidad de artes menores representa el 85% del total de la flota profesional que opera en el canal de Menorca. En la actualidad está integrada por embarcaciones de 8.1 m de eslora total media y con una potencia media de 50.2 caballos de vapor (CV). El número medio de pescadores por embarcación es 1.6 personas. En las embarcaciones menores de 9 metros de eslora suele ir solo un pescador, mientras que en las embarcaciones de mayor tamaño la normativa de seguridad en la mar obliga a que sean dos tripulantes a bordo. Incluso en algunas embarcaciones trabajan tres pescadores dependiendo del tipo de pesca practicado, sobretodo en la época de pesca de la langosta, la lampuga, el jonquillo y palangre.

A lo largo de la última década, la flota de pesca artesanal operativa ha disminuido sus efectivos un 33%, traduciéndose en una disminución del 28% y 26% del TRB y de la potencia (caballos de vapor) totales respectivamente (Figura 8.2.2).



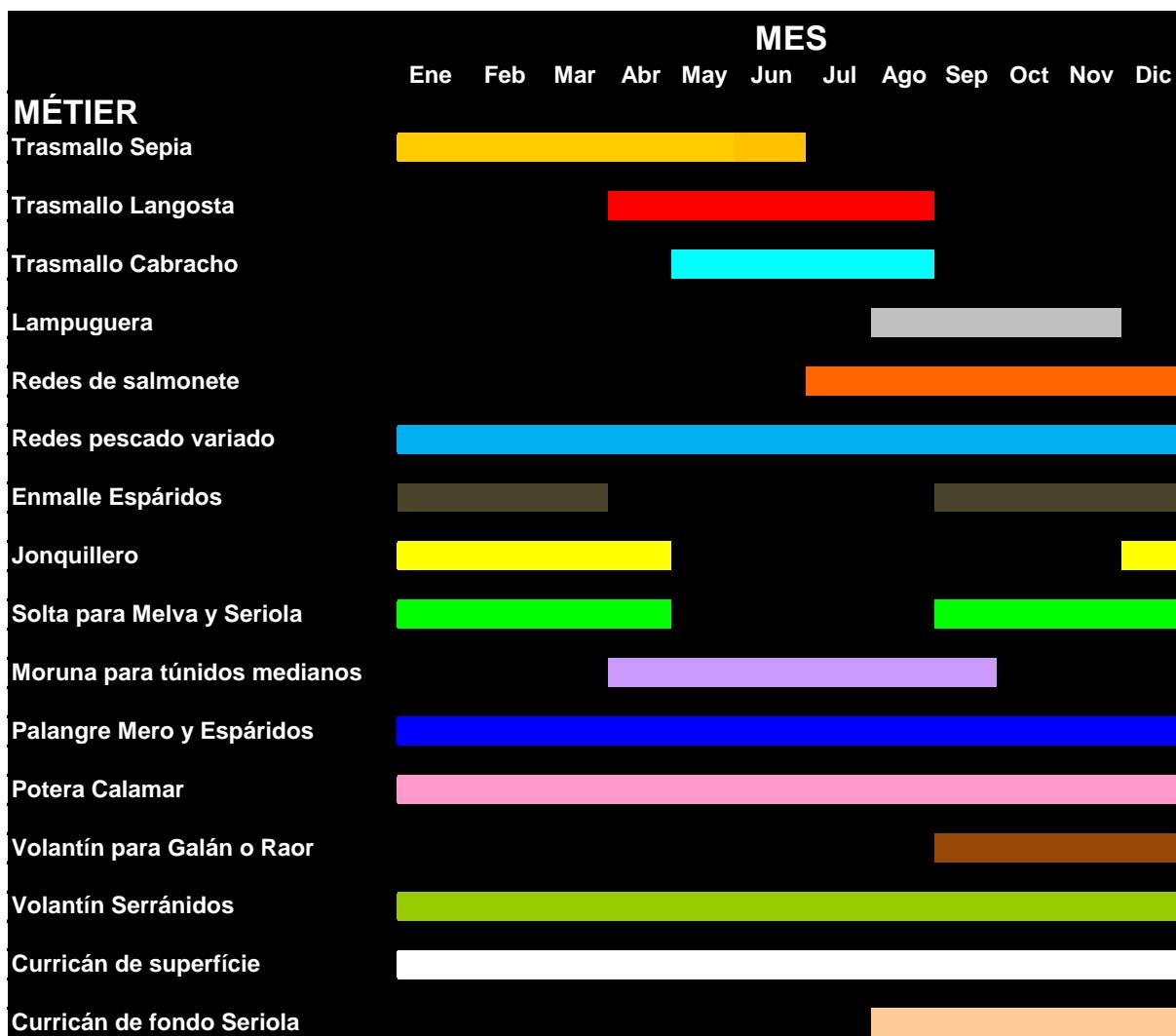
**Fotografía 8.1.-** Típica embarcación artesanal de pesca, *llaüt*, durante la maniobra de virado de un trasmallo.



**Figura 8.2.2.-** Evolución del número de embarcaciones de la flota artesanal que opera en en canal de Menorca. TRB (toneladas de registro bruto), GT (gross tonnage = arqueo bruto) y CV (potencia en caballos vapor). En el eje de ordenadas principal (izquierda) se representa el número de barcos y GT, mientras que en el eje secundario (derecha) se representa el TRB y la potencia (CV). Fuente: (Fuente: IEO-COB/DG Pesca).

### 8.2.1.2. Estacionalidad de la actividad pesquera

Con pequeñas variantes, el patrón de actividad pesquera, y rotación de artes, practicado por las pesquerías artesanales del canal de Menorca es bastante generalizado. La actividad se caracteriza por una marcada estacionalidad en la utilización de diversos artes dirigidos a la pesca de distintas especies objetivo, consecuencia de su biología y sus ciclos de reproducción, así como de las vedas temporales impuestas para su conservación (*métier*). En el cronograma reflejado en la Figura 8.2.3 se representa un esquema generalizado de la rotación de artes a lo largo del año practicado por el conjunto de la flota de artes menores que faena en el canal de Menorca. Aunque este esquema contempla todos los tipos de pesca, cada puerto practica unas modalidades u otras condicionado por la zona y tipo de hábitats de sus zonas de pesca más frecuentadas, factores que condicionarán la presencia importante de unas u otras especies objetivo.



**Figura 8.2.3.-** Cronograma de la actividad pesquera anual de la flota artesanal que opera en el canal de Menorca. Se representada mediante la rotación de artes y especies objetivo. Fuente: IEO-COB Proyectos PESCALA I y II y RESERVAS.

Cada una de estas actividades pesqueras de carácter estacional, con una rotación de artes, hábitats y especies objetivo acorde con los ciclos biológicos de éstas, han sido definidas como *métiers* (Biseau y Gondeaux, 1988; Mesnil y Shepherd, 1990). En el canal de Menorca se han identificado 16 *métiers* que emplean diferentes tipos de artes y aparejos: redes de enmalle o trasmallos para capturar sepia, langosta, y diversas especies de peces, además de aparejos de anzuelo para espáridos y serránidos, y también otros artes y aparejos como el jonquillero, la lampuguera y la potera.

En cada zona de pesca se practica una rotación estacional principal, específica acorde con la presencia más o menos abundante de ciertas especies objetivo. En la cofradía de Cala Rajada las pesquerías principales son: la langosta (*Palinurus elephas*) en primavera-verano, la lampuga (*Coryphaena hippurus*) y el salmonete (*Mullus spp.*) en otoño y la sepia (*Sepia officinalis*) y el palangre para espáridos y mero (*Epinephelus spp.*) en invierno. En Alcudia se practica mayoritariamente la pesca del jonquillo (*Aphia minuta*) en invierno, la de la sepia en invierno-primavera, la langosta en verano, el salmonete en otoño y en menor medida el palangre y la lampuga. En Pollença se sigue un patrón similar al de las pesquerías de Alcudia. En la Isla de Menorca la pesquería artesanal principal es la de langosta practicada de abril a agosto y durante el resto del año, en función de la meteorología, el

palangre para espáridos y meros o redes para salmonete y pescado variado principalmente. Además, en Maó hay una pequeña parte de la flota que se dedica a la pesca del *raor* o galán (*Xyrichtys novacula*) en otoño. Todas estas pesquerías se complementan en algún momento del año con el resto de *métiers* descritos en la Figura 8.2.3.



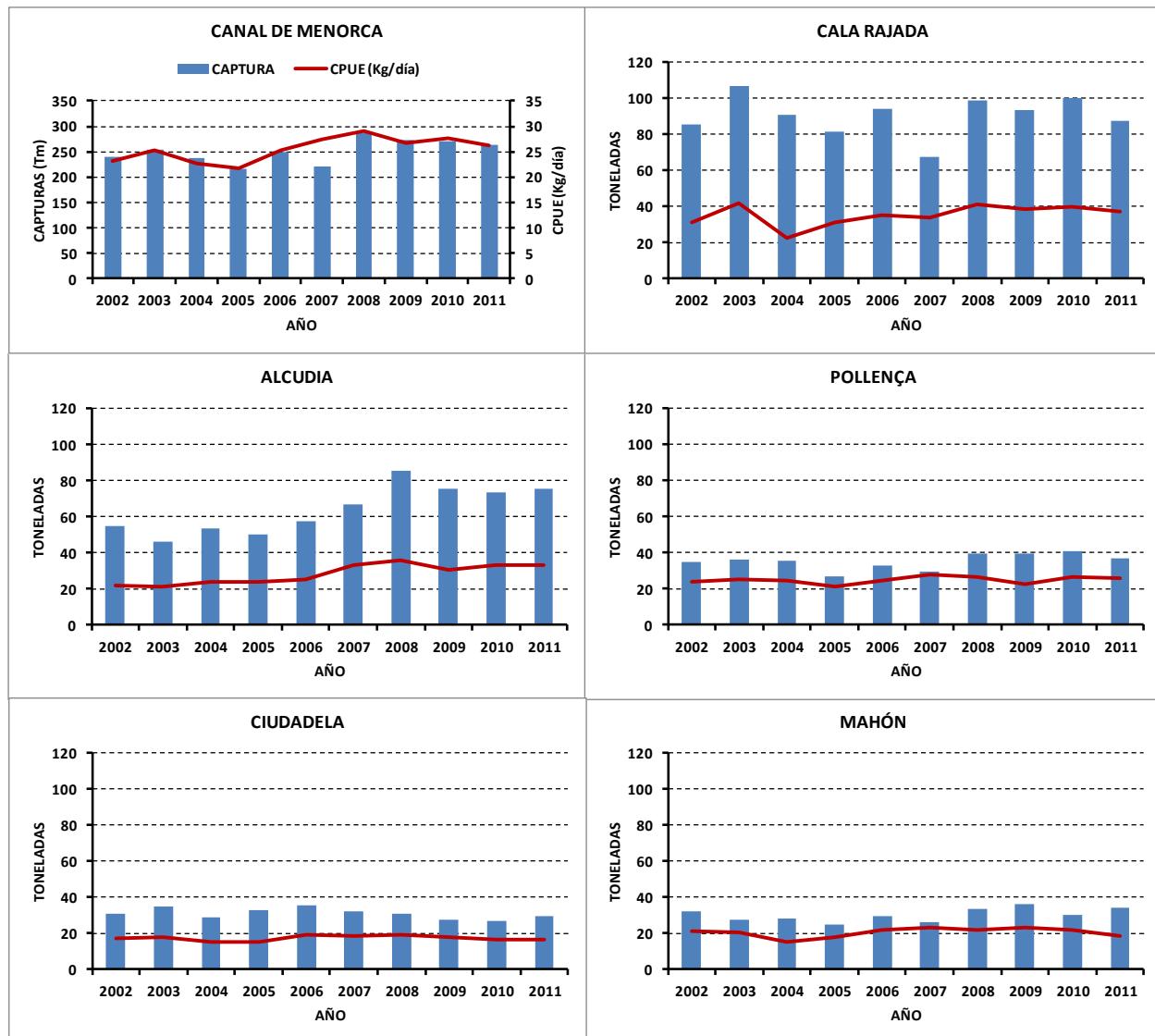
**Fotografía 8.2.-** Captura realizada por una embarcación de pesca artesanal mediante palangre de fondo.

### 8.2.1.3. Evolución temporal de las capturas

La evolución temporal de las capturas analizada a partir de las descargas totales durante la década de 2002 a 2011 de la flota de artes menores que opera en el canal de Menorca muestra una tendencia estable con un ligero aumento en los últimos años debido principalmente al incremento de las descargas de la flota de Alcudia desde 2007 (Figura 8.2.4).

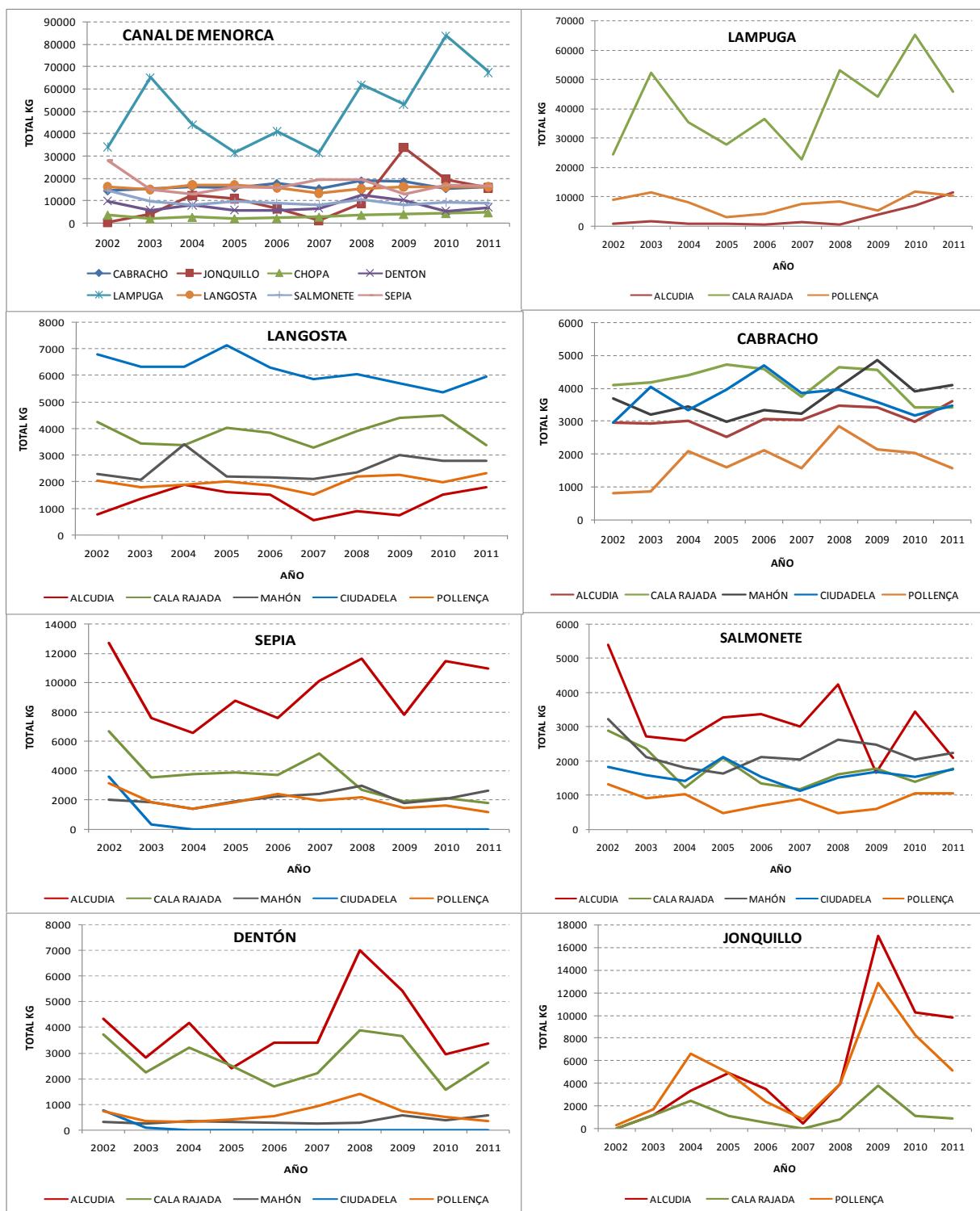
Aunque las descargas totales han oscilado poco a lo largo de los años, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) media aumentó a partir del año 2005, con valores que superan los 25 kg/día a lo largo de la segunda mitad de la década analizada. Cuando se examinan estos datos por puerto, se observa que los puertos de Pollença, Ciutadella y Maó presentan valores de desembarcos anuales estables alrededor de las 30 toneladas con valores de CPUE media constantes situados en 20 kg/día a lo largo de todo el periodo de estudio.

En el puerto de Cala Rajada se registraron las mayores descargas con valores que alcanzaron las 100 toneladas en 2003, 2008 y 2010, provocando un incremento de la CPUE hasta situarse en valores estables de 40 kg/día desde 2008 hasta la actualidad. Estas cifras más elevadas se deben a la práctica de la pesca de la lampuga, en la que se capturan grandes cantidades de dicha especie durante los meses de otoño. Este tipo de pesca se practica únicamente en la isla de Mallorca por la casi la totalidad de la flota artesanal del puerto de Cala Rajada y algunas embarcaciones de Alcudia y Pollença. En el puerto de Alcudia también se observa una tendencia ascendente tanto en las descargas totales como en la CPUE media, con valores situados en torno a las 70 toneladas y 33 kg/día, respectivamente, durante los últimos cinco años debido principalmente a los buenos rendimientos de la pesquería del jonquillo.



**Figura 8.2.4.-** Evolución anual de los desembarcos totales (toneladas) y capturas por unidad de esfuerzo (CPUE media = kg/día) de la flota de pesca artesanal del conjunto del canal de Menorca y por puertos durante el periodo 2002-2011 (Fuente: DG Pesca).

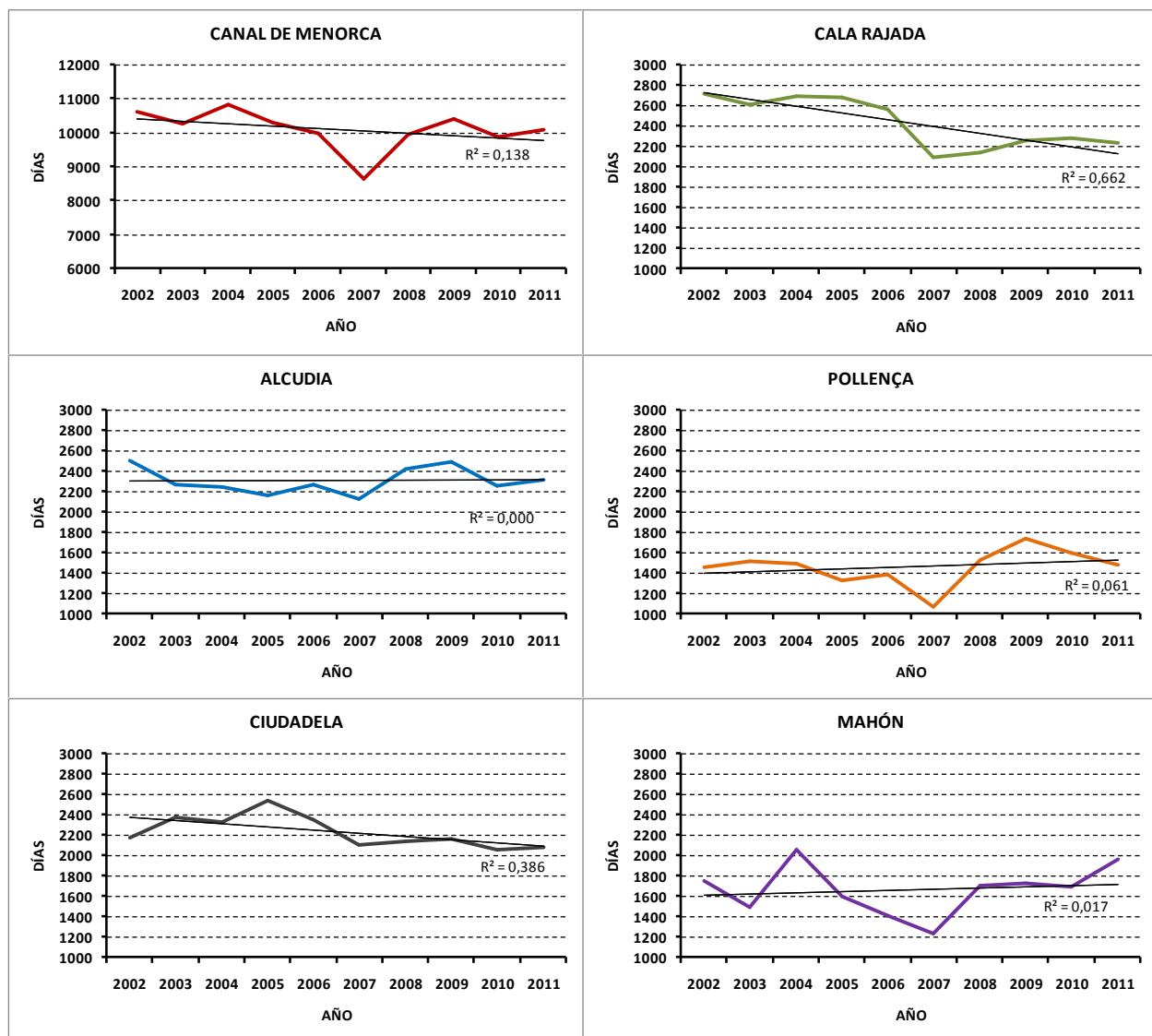
Durante el periodo estudiado la especie más capturada en el canal de Menorca ha sido la *llampuga* con un total de 515 toneladas desembarcadas, seguida de la langosta, la sepia, el cabracho, el salmonete y el dentón. Si analizamos las descargas de las principales especies objetivo por cofradía, se observa que éstas varían según el patrón estacional de pesca predominante en cada cofradía y muestran oscilaciones sin tendencias durante la última década (Figura 8.2.5). Dado que el número de barcos ha descendido y asumiendo que este descenso no ha venido acompañado de aumentos en otros factores de esfuerzo (como el tiempo de pesca o la cantidad de arte/aparejo empleado), y que los datos de descargas son reales, la relativa estabilidad observada en las descargas indicaría un estado de explotación no excesivo. Sin embargo, dudas respecto a la verosimilitud de los datos de descargas, especialmente en lo que respecta a la langosta, así como al esfuerzo efectivo de pesca, impiden una valoración fiable del estado de los recursos explotados por la flota artesanal en el canal de Menorca.



**Figura 8.2.5.-** Evolución anual de las descargas totales de las principales especies objetivo de la pesca artesanal para el conjunto del canal de Menorca y capturas totales en kg de estas mismas especies por cofradía durante el periodo 2002-2011 (Fuente: DG Pesca).

### 8.2.1.4. Esfuerzo de la flota artesanal

La evolución del esfuerzo pesquero expresada en número de días totales de pesca ha sufrido un ligero descenso durante la última década en la zona del canal de Menorca (Figura 8.2.6). Si analizamos estos datos para cada puerto de la zona observamos diferentes tendencias. Mientras que en el puerto de Alcudia se ha mantenido un esfuerzo constante durante la década estudiada, los puertos de Cala Rajada y Ciutadella han experimentado un descenso del esfuerzo de pesca, contrariamente a los puertos de Pollença y Maó donde se ha observado un ligero aumento.



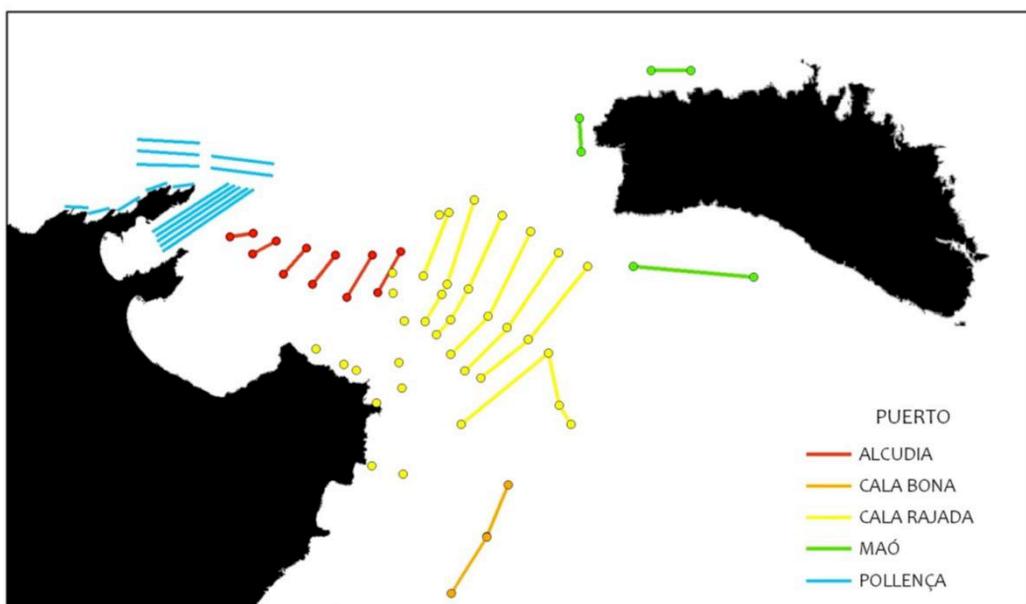
**Figura 8.2.6.-** Evolución anual del esfuerzo pesquero (número de días de pesca) de la flota de pesca artesanal para el conjunto del canal de Menorca y para cada uno de los puertos de la zona durante el periodo 2002-2011 (Fuente: DG Pesca)

Las fluctuaciones del esfuerzo en la flota de pesca artesanal en el canal están supeditadas, no sólo a variaciones en los efectivos de la flota, sino en gran medida a las dificultosas condiciones meteorológicas del canal de Menorca, donde el azote de fuertes vientos de los cuadrantes norte y este, condicionan anualmente la práctica de la actividad pesquera artesanal sobre todo durante los meses de otoño e invierno. Dependiendo del tipo de *métier* practicado y de la época del año el esfuerzo es variable siendo mayor durante los meses de abril a agosto cuando se efectúa la pesca de la langosta.

#### 8.2.1.5. Distribución espacial de la pesca artesanal

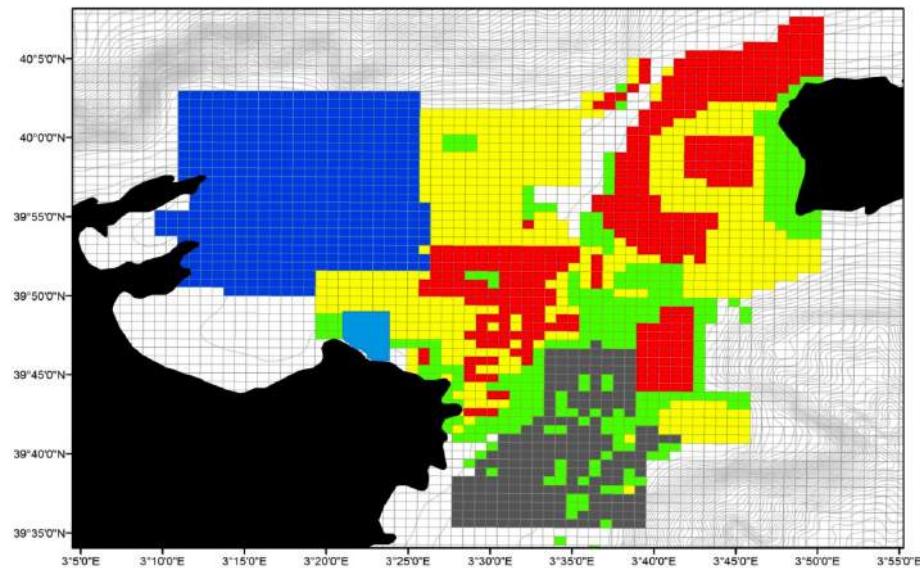
La información disponible sobre la distribución espacial del esfuerzo de la pesca se limita a la obtenida en los proyectos para el estudio del efecto reserva que han sido co-financiados por el IEO y la Secretaría General del Mar. Por ello, la distribución espacial del esfuerzo se limita a las flotas que operan en el entorno de la reserva del Llevant de Mallorca-Cala Rajada (Cala Rajada-Colònia de Sant Pere) estudiadas en el marco de los proyectos PESCALA I y II y ERICOL.

De todos los *métiers* practicados por la flota de pesca artesanal, tan solo el trasmallo de langosta, el de pescado variado, el palangre y la pesca de la *llampuga* se distribuyen a lo largo del canal de Menorca. El resto de *métiers* no suelen sobrepasar la isóbata de los 50 metros de profundidad. En el caso de la pesca de la *llampuga* se fondean varios dispositivos agregadores repartidos por todo el canal de Menorca, empezando desde la costa (a 30 metros de profundidad) hasta distancias de entre 15 y 22 millas del puerto base (Figura 8.2.7)

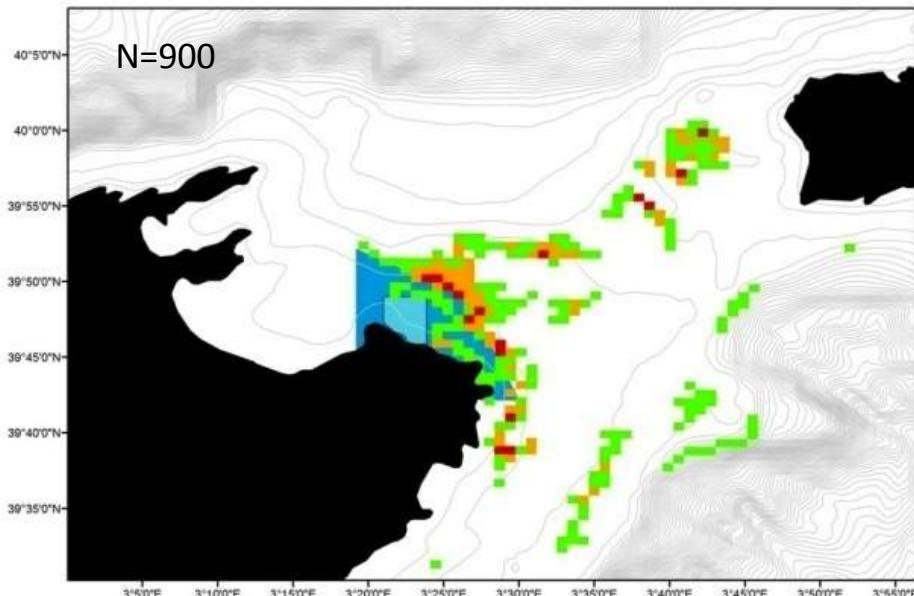


**Figura 8.2.7.-** Distribución espacial del fondeo de los dispositivos agregadores utilizados para la pesca de la *llampuga* en el canal de Menorca durante la temporada de 2009 (Fuente: DG Pesca).

En la Figura 8.2.8 se representa la distribución espacial del esfuerzo de la pesquería de langosta obtenida a partir de entrevistas y encuestas entre los patrones de las embarcaciones dedicadas al *métier* de langosta en cuatro de las cinco cofradías del canal. El nivel de resolución espacial es variable según el grado de colaboración en cada puerto. Las zonas del canal de Menorca más habituales para la pesca de langosta se corresponden con fondos de coralígeno, cascajo y maërl, comprendidos entre 40 y 110 metros de profundidad, hábitats esenciales para esta especie objetivo. La langosta se pesca en toda el área de la plataforma del canal excepto en una zona situada al sur por conflicto con el arrastre.



**Figura 8.2.8.-** Distribución espacial del esfuerzo de la pesca de langosta en el canal de Menorca. La información se ha obtenido mediante entrevistas y cuestionarios a lo largo del año 2010 en las cofradías de Pollença, Alcudia, Cala Rajada y Ciutadella. En verde se representan la zona de esfuerzo de pesca bajo, en amarillo moderado y en rojo alto. En gris se representa la zona no explotada por conflicto con la pesca de arrastre y en azul la zona de pesca más habitual de las embarcaciones de la cofradía de Alcudia (Fuente: Proyectos ERICOL y LANBAL).



**Figura 8.2.9.-** Distribución espacial del esfuerzo de la pesca con palangre en el canal de Menorca efectuada por la flota del puerto de Cala Rajada durante el periodo 2008-2011. (Fuente: Proyectos PESCALA I, II y RESERVAS).

La distribución espacial del esfuerzo de la pesquería de palangre se representa en la Figura 8.2.9 a partir de datos de embarques realizados durante 2008-2011 con embarcaciones de Cala Rajada, dentro del seguimiento de la pesca artesanal en la reserva marina del Llevant de Mallorca. Esta pesca se realiza de manera muy dispersa por todo el canal, buscando siempre fondos con afloramientos rocosos, coralígeno y mantos extensos de maërl, dentro de un rango batimétrico amplio.



**Fotografía 8.3.-** Pescador artesanal desenmallando una langosta capturada en un trasmallo.

#### 8.2.1.6. Análisis de los efectos de la pesca artesanal

Como se recoge en el apartado 4.10.1, la información sobre la actividad pesquera artesanal disponible en el canal de Menorca proviene de dos fuentes. Los datos sobre la flota de artes menores (número, tamaño y potencia de los barcos) de los puertos de la zona y de las descargas provienen de las estadísticas oficiales de la *Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears*. Los datos sobre la distribución espacial del esfuerzo de pesca provienen de proyectos de investigación del efecto reserva del IEO y se restringen a los fondos cercanos a la reserva marina de Cala Rajada (sur del canal). Al carecer las embarcaciones de artes menores de cajas azules, la distribución espacial de su actividad pesquera en el canal de Menorca en su conjunto no se conoce.

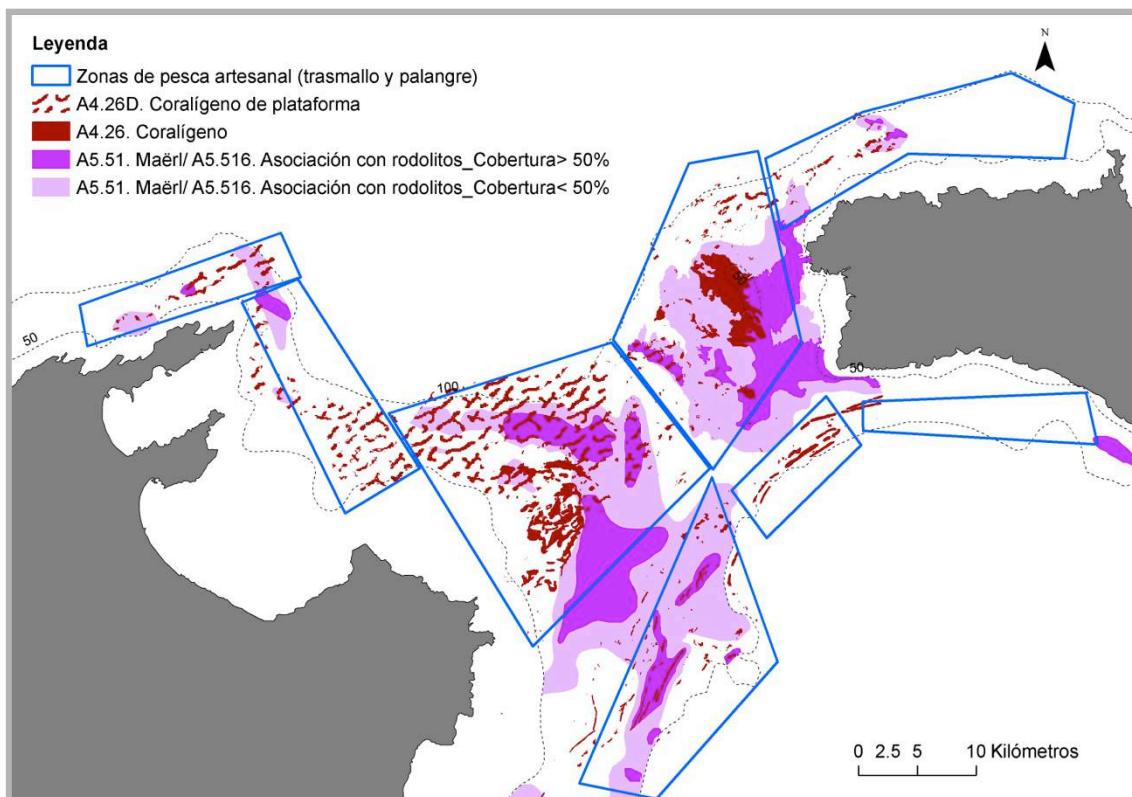
Las pesquerías artesanales que en determinadas circunstancias pueden afectar negativamente los ecosistemas bentónicos vulnerables del canal de Menorca son las de trasmallo de langosta y las de palangre de fondo. Existen otras pesquerías importantes como la de la *llampuga*, que es una pesquería en la que se utiliza un cerco pelágico pero que emplea el fondeo de diversas estructuras agregadoras de peces a lo largo de todo el canal de Menorca para concentrar los cardúmenes de *llampuga* y cuyo impacto se puede considerar inapreciable. El resto de *métiers* artesanales como el de la sepia, salmonete, jonquillo, calamar y pesquerías realizadas con soltas y morunas se ubican a profundidades menores de 50 m, por lo que no se han considerado en este informe.

De las pesquerías practicadas por la flota de artes menores que opera en el canal, la de langosta es la mejor estudiada. Es una pesquería multiespecífica que captura además de langosta una variedad de especies bentónicas y nectobentónicas, tanto comerciales como no comerciales, algunas de ellas especies estructurantes. La distribución espacial del esfuerzo de esta pesquería presentada en el apartado anterior se obtuvo por medio de entrevistas y encuestas a los pescadores voluntarios de los principales puertos del canal y no tiene una resolución muy fina ya que tuvo como objetivo identificar los fondos de interés para los pescadores.

La falta de conocimiento sobre la distribución espacial del esfuerzo de la flota de artes menores en el canal no permite investigar el estado de conservación de sus comunidades bentónicas por medio de comparaciones entre zonas intensamente explotadas y zonas de características similares poco explotadas. Por ello, los estudios relacionados con los efectos de la pesca artesanal en el canal se están dirigiendo a mejorar la selectividad, y por tanto el impacto potencial, de los artes y aparejos de pesca empleados. En el caso de la pesquería de trasmallo para langosta, los resultados preliminares de un estudio del IEO en marcha, indican que se puede reducir la captura de especies bentónicas estructurantes (p.e. algas calcáreas de vida libre) en un 80%, con un cambio de material y tipo de hilado del paño de la red interior de los trasmallos, aunque asumiendo una pérdida de capturas de la especie objetivo del 30-40%.

Para otros tipos de artes y aparejos empleados frecuentemente por la flota de artes menores del canal de Menorca, como por ejemplo el palangre de fondo, no se dispone de información acerca de su distribución espacial a escala del canal ni de su potencial impacto sobre las comunidades bentónicas. Las limitaciones para obtener dicho conocimiento son las ya mencionadas.

Las zonas donde se produce una mayor actividad de pesca artesanal mediante los artes de trasmallo y palangre son áreas que se corresponden con afloramientos rocosos y fondos de coralígeno, cascajo y maërl. En la Figura 8.2.10 se puede apreciar que las áreas en las que se dispone de registros de elevada actividad pesquera artesanal coinciden con la distribución de estos tipos de fondos, que son importantes para las especies objetivo de dichas modalidades de pesca, especialmente la langosta (pesquería más importante para el sector artesanal) y los espáridos y meros del palangre. También cabe destacar que hay ciertas áreas en el mapa que contienen fondos propicios para la pesca artesanal que no son frecuentados por ser zonas en las que faenan asiduamente las embarcaciones de arrastre, y en donde a menudo se producen conflictos entre ambas pesquerías. En el caso de la cofradía de Maó este conflicto se ha solucionado con un acuerdo entre pescadores de manera que las embarcaciones de arrastre no faenan en la plataforma durante los meses de la pesca de la langosta de abril a septiembre.

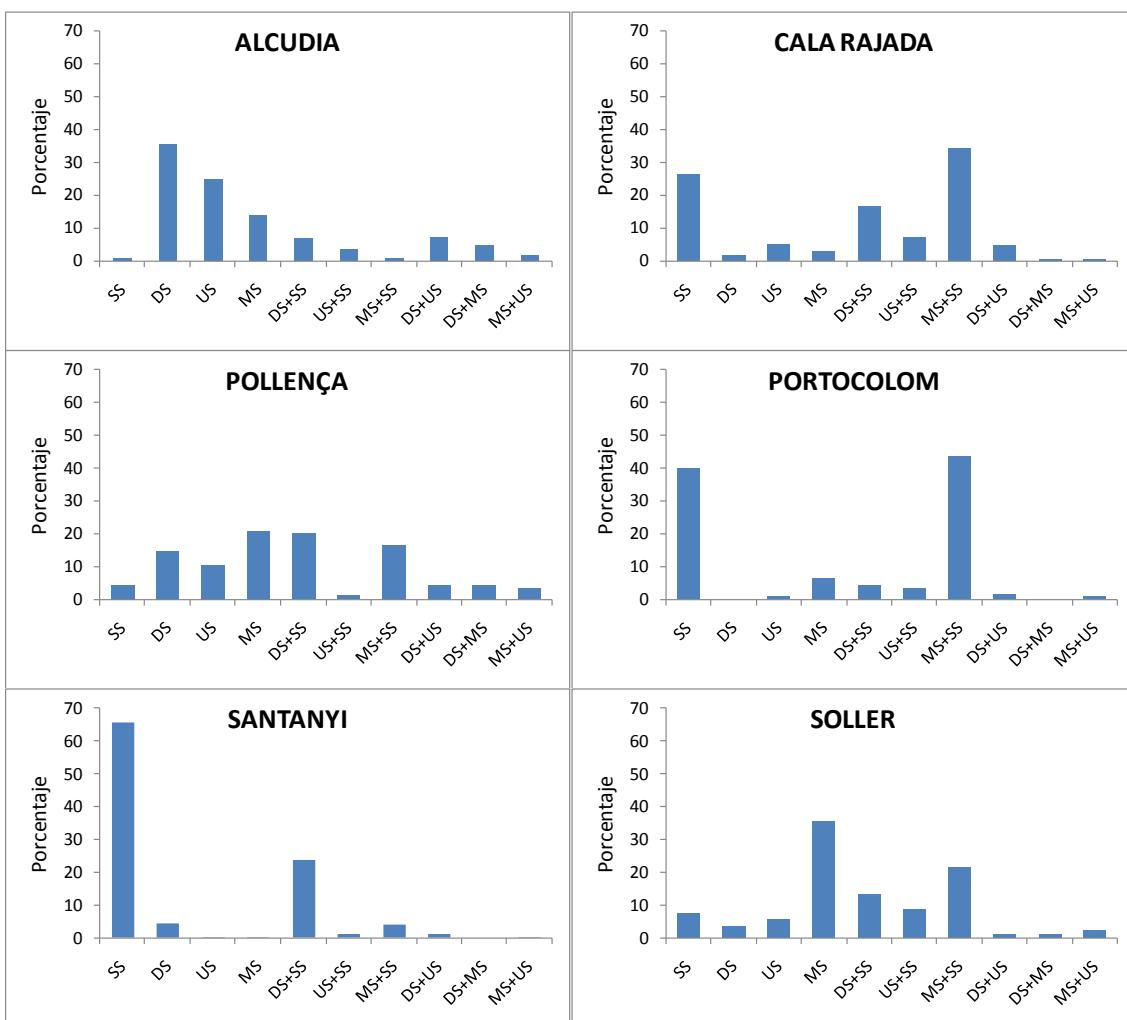


**Figura 8.2.10.-** Distribución del esfuerzo de pesca artesanal (trasmallo y palangre) coincidiendo con los fondos de coralígeno y maërl (Fuente de la distribución espacial del esfuerzo de pesca: Proyectos PESCALA I, II y ERICOL).

## 8.2.2. Pesca de arrastre

### 8.2.2.1. Descripción de las pesquerías y especies objetivo

La Figura 8.2.11 muestra la distribución en porcentaje de las diferentes estrategias de pesca utilizadas por la flota de arrastre en los puertos de Alcudia, Cala Rajada, Pollença, Portocolom, Santanyí y Sóller. En Alcudia las tres principales estrategias de pesca utilizadas están relacionadas con la plataforma profunda y el talud (DS: 36%; US: 25%; MS: 14%), seguidas de DS+US y DS+SS (ambas con 7%). En Cala Rajada las tres estrategias dominantes incluyen la plataforma costera: MS+SS (34%), SS (27%) y DS+SS (16%). La única embarcación presente en el puerto de Pollença realiza diferentes estrategias: MS (21%), DS+SS (20%), MS+SS (16%) y DS (15%). En Portocolom existe una clara dominancia de las estrategias MS+SS (43%) y SS (40%). Santanyí se dedica casi exclusivamente a la explotación de la plataforma continental: SS (65%) y DS+SS (24%). En Sóller la estrategia pesquera predominante es MS (36%), seguida de MS+SS (21%) y DS+SS (13%).



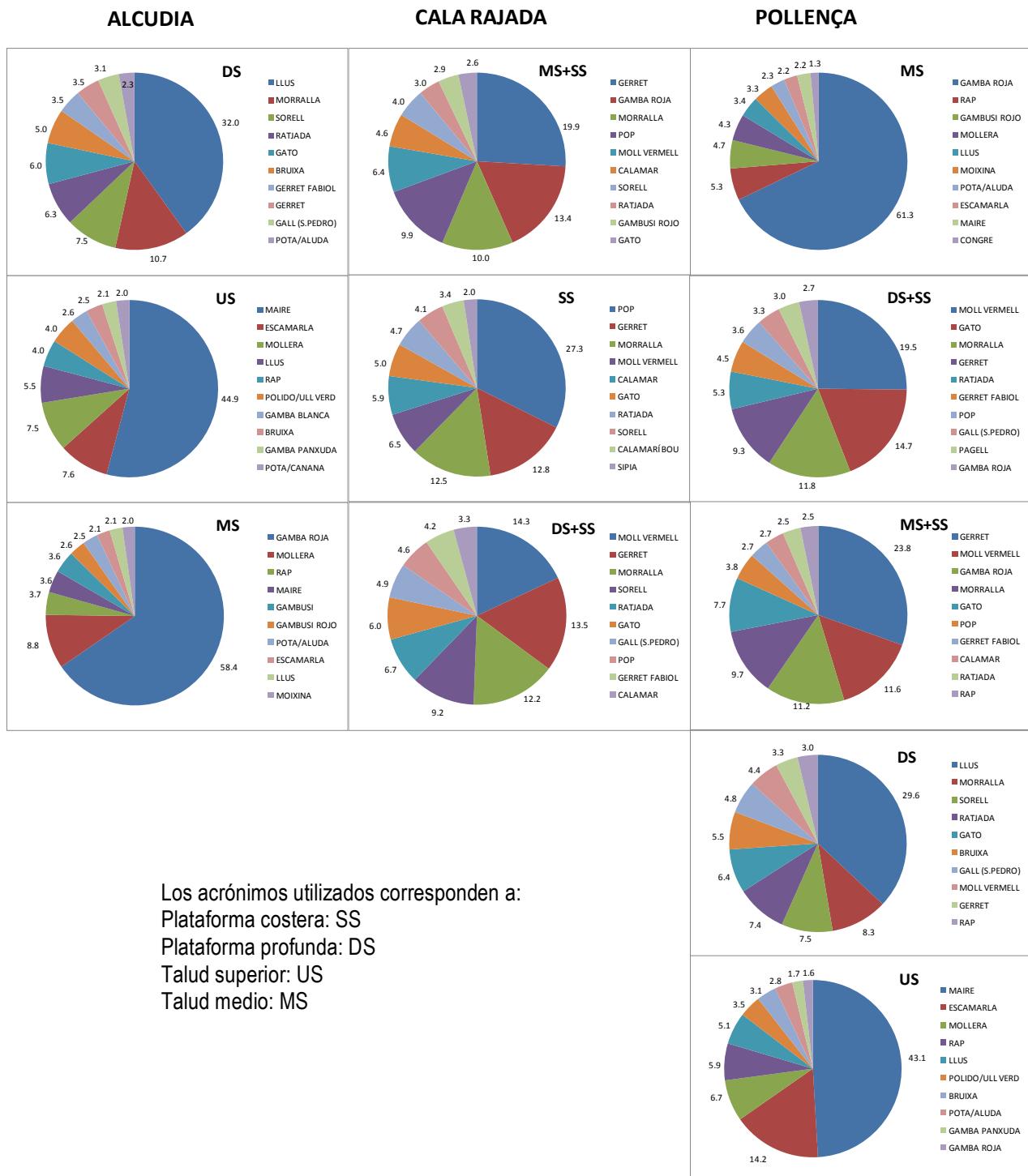
**Figura 8.2.11.-** Distribución en porcentaje de las diferentes estrategias de pesca utilizadas por la flota de arrastre en los puertos de Alcudia, Cala Rajada, Pollença, Portocolom, Santanyí y Sóller. SS: plataforma superficial, DS: plataforma profunda, US: talud superior, MS: talud medio.

A continuación se muestra la composición de las capturas (en porcentaje) de aquellas estrategias de pesca que representan más del 10% del total de cada puerto (Figura 8.2.12). En todos los casos se observa una clara dominancia de la especie o especies objetivo de las diferentes estrategias de pesca. En Alcudia predomina el *lluç* (32%) y morralla (11%) en la estrategia DS, *maire* en US (45%) y, sobretodo, la gamba roja en MS (58%). En Cala Rajada existen especies claramente predominantes en las estrategias MS+SS (*gerret*: 20%) y SS (*pop*: 27%), pero no así en DS+SS donde tres especies representan entre el 12-14% (*moll vermell*, *gerret* y morralla). En el puerto de Pollença las especies más importantes en las diferentes estrategias utilizadas son: MS (gamba roja: 61%), DS+SS (*moll vermell*: 20%), MS+SS (*gerret*: 24%), DS (*lluç*: 30%) y US (*maire*: 43%). En Portocolom predominan el *gerret* (32%) y la gamba roja (17%) en la estrategia MS+SS y el *pop* (25%) y el *gerret* (22%) en SS. En Santanyí el *pop* (29%) es claramente dominante, seguida de morralla (18%) y *gerret* (16%), en la estrategia SS, mientras que en DS+SS aparecen tres especies con porcentajes entre 13-16% (*morralla*, *gerret* y *moll vermell*). En el puerto de Sóller la gamba roja es la principal especie en MS (58%); en la estrategia MS+SS predomina el *gerret* (25%) seguido de la gamba roja y morralla (12-11%, respectivamente); en la estrategia DS+SS hasta cuatro especies aparecen con porcentajes similares de entre 10-14% (morena, *moll blanc*, *gató* y *gambussí*).

Las capturas totales correspondientes a las estrategias de pesca que representan más del 10% en los diferentes puertos analizados aparecen en la Figura 8.2.13. En Alcudia los desembarcos de US disminuyeron drásticamente desde las 95 t en 2001 a 15 t en 2003, permaneciendo entre 5 y 26 t desde entonces; las capturas de DS han variado a lo largo de la serie entre 20 y 56 t, mientras que las de MS han disminuido progresivamente de las 25 t en el año 2000 a 9 t en 2011. En Cala Rajada, las estrategias MS+SS y, sobretodo, SS, han aumentado con el tiempo, en tanto que DS+SS ha oscilado entre 6 y 29 t. La única embarcación presente en el puerto de Pollença ha aumentado con el tiempo la importancia de las capturas procedentes de la estrategia MS, pero el resto han sufrido importantes variaciones. En Portocolom se observa un incremento de las capturas de MS+SS y una disminución de SS desde el año 2004 hasta 2011. Aunque con marcadas oscilaciones interanuales en el caso de SS, la importancia relativa de las capturas procedentes de las estrategias SS y DS+SS del puerto de Santanyí han permanecido constantes a lo largo de la década. Finalmente, en Sóller la estrategia dominante MS ha variado entre 46 y 65 t, DS+SS ha aumentado significativamente desde 2006 (7 t) a 2011 (39 t) y la DS+MS no ha estado nunca por encima de las 5 t a lo largo de la serie temporal.



Fotografía 8.4.- Captura realizada por una embarcación de arrastre en el talud superior.



**Figura 8.2.12.-** Composición de especies objetivo por estrategia de pesca de arrastre en el canal de Menorca. Se muestran aquellas especies que representan más del 10% en los diferentes puertos analizados (Alcudia, Cala Rajada, Pollença, Portocolom, Santanyí y Sóller).

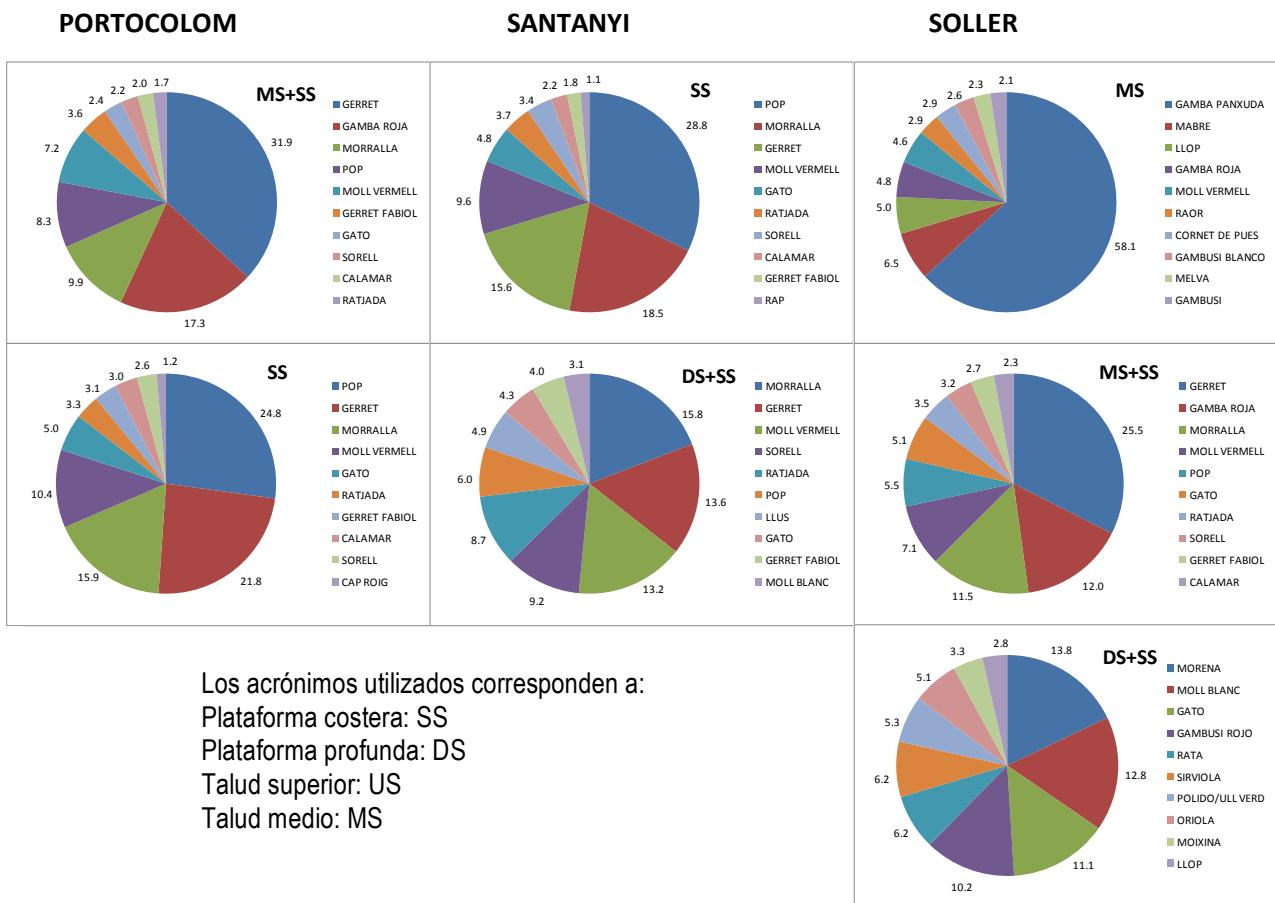
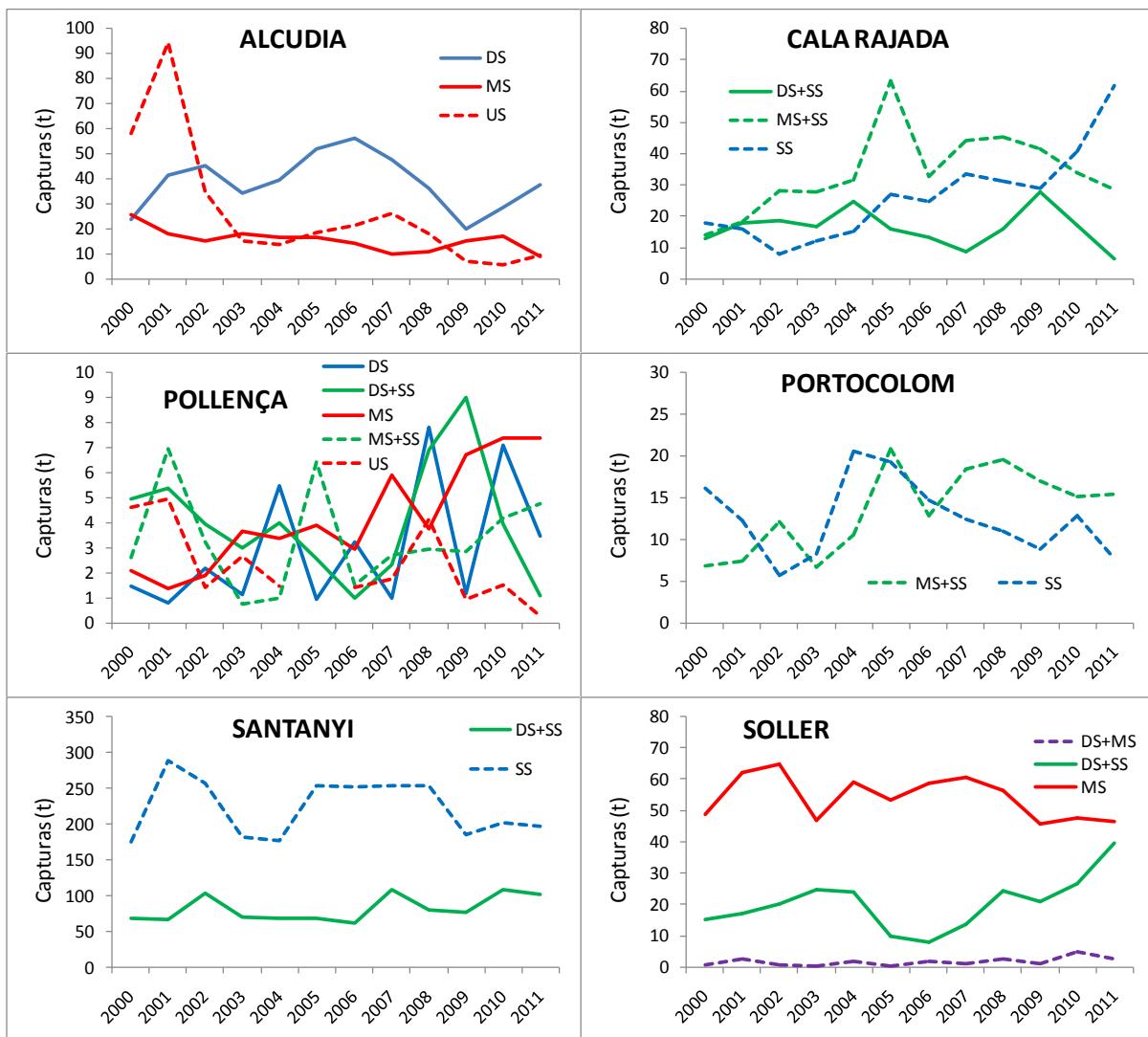


Figura 8.2.12.- Continuación.



**Figura 8.2.13.-** Variación interanual de las capturas en los puertos del canal de Menorca. Se muestran las capturas pertenecientes a las principales estrategias de pesca de la flota de arrastre a lo largo de la serie histórica 2000-2011.

### 8.2.2.2. Flota y esfuerzo de pesca

La tabla 8.2.1 muestra la evolución del número de embarcaciones de arrastre presentes en los puertos analizados (Alcudia, Cala Rajada, Pollença, Portocolom, Santanyí y Sóller), así como el número para el total de Mallorca durante la serie histórica 2000-2011. Del 2000 al 2003 la flota de Alcudia ha variado entre cuatro y cinco embarcaciones disminuyendo a tres el resto del periodo. Lo mismo ocurre en el puerto de Cala Rajada, donde la flota ha oscilado entre dos y cuatro unidades. El puerto de Pollença se ha mantenido con una embarcación a lo largo de toda la serie histórica y el de Portocolom ha pasado de dos a una en el año 2002 manteniéndose invariable hasta el 2011. En Santanyí se ha pasado de un máximo de seis embarcaciones en los años 2001-2002 a cuatro embarcaciones en 2010-2011. El puerto de Sóller es el único en el que el número de arrastreros ha permanecido constante en seis unidades a lo largo de la década. Para el conjunto de Mallorca se observa una disminución progresiva del número de embarcaciones a lo largo del periodo considerado, con un máximo de 45 unidades en 2001 y un mínimo de 32 en 2011.

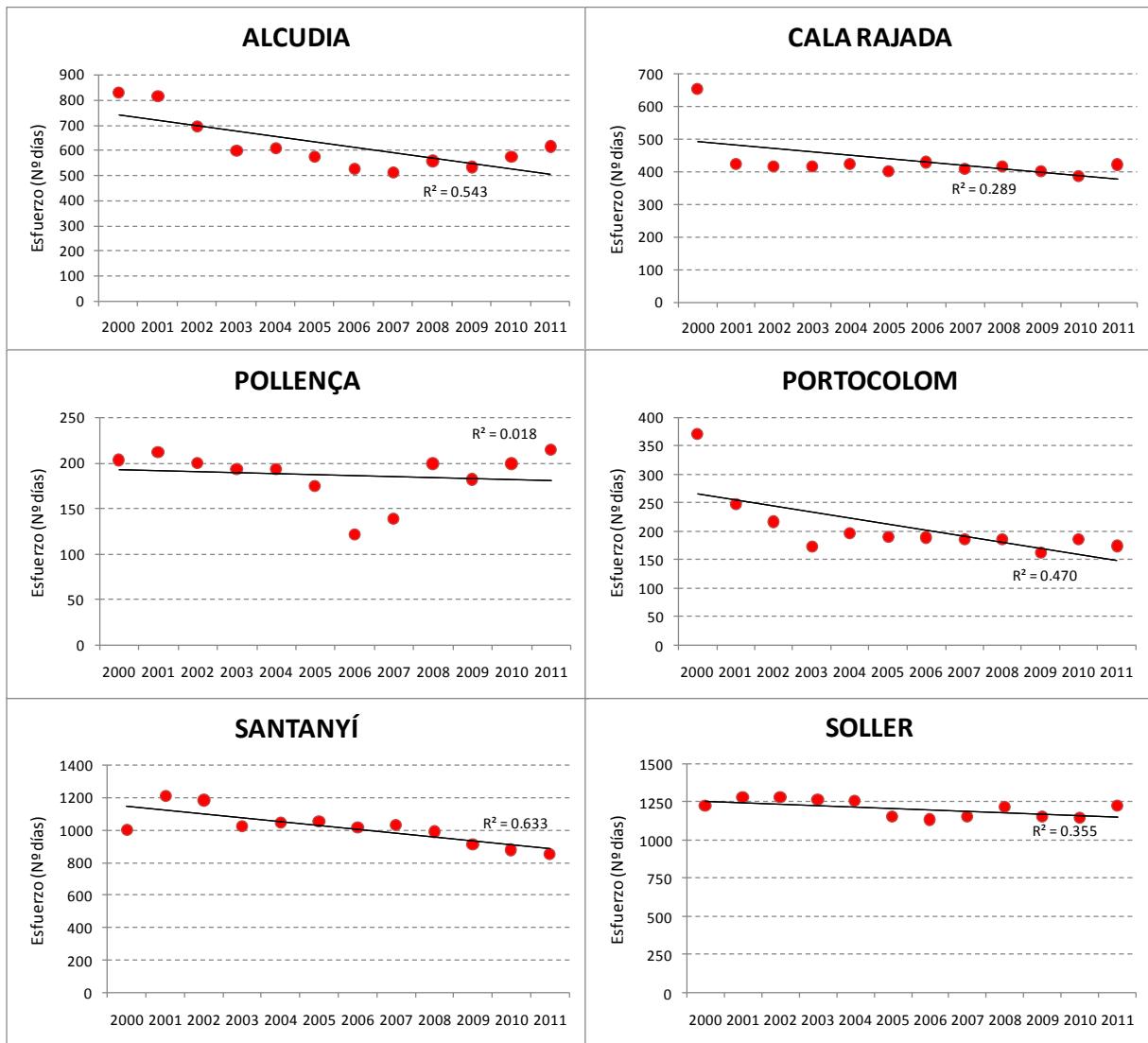
**Tabla 8.2.1.-** Evolución del número de unidades de la flota de arrastre a lo largo de la serie temporal 2000-2011 en los puertos de Alcudia, Cala Rajada, Pollença, Portocolom, Santanyí, Sóller y el total de la isla de Mallorca.

Año	Puerto						Total Mallorca
	Alcudia	Cala Rajada	Pollença	Portocolom	Santanyí	Sóller	
2000	4	4	1	2	5	6	42
2001	5	4	1	2	6	6	45
2002	5	2	1	1	6	6	41
2003	4	3	1	1	5	6	39
2004	3	2	1	1	5	6	37
2005	3	2	1	1	5	6	37
2006	3	2	1	1	5	6	36
2007	3	2	1	1	5	6	37
2008	3	2	1	1	5	6	34
2009	3	2	1	1	5	6	36
2010	3	2	1	1	4	6	33
2011	3	2	1	1	4	6	32

En todos los puertos analizados el esfuerzo pesquero ha permanecido relativamente constante o mostrado una tendencia descendente, más acusada en unos casos que en otros (Figura 8.2.14). En Alcudia el esfuerzo disminuyó desde los 800 a los 500 días entre 2000 y 2007, aunque ha aumentado hasta los 600 días desde entonces. Excepto en el año 2000, donde el esfuerzo fue de 650 días, éste ha permanecido muy constante sobre los 400 días en Cala Rajada. El esfuerzo también ha permanecido bastante constante cercano a los 200 días en Pollença, excepto un mínimo de 120-140 días en 2006-2007. En Portocolom ha disminuido de los 370 a los 175 días entre 2000 y 2011. En Santanyí el esfuerzo también ha disminuido de los 1200 a 850 días entre 2001 y 2011. En Sóller el esfuerzo de pesca ha permanecido relativamente constante cercano a los 1200 días.



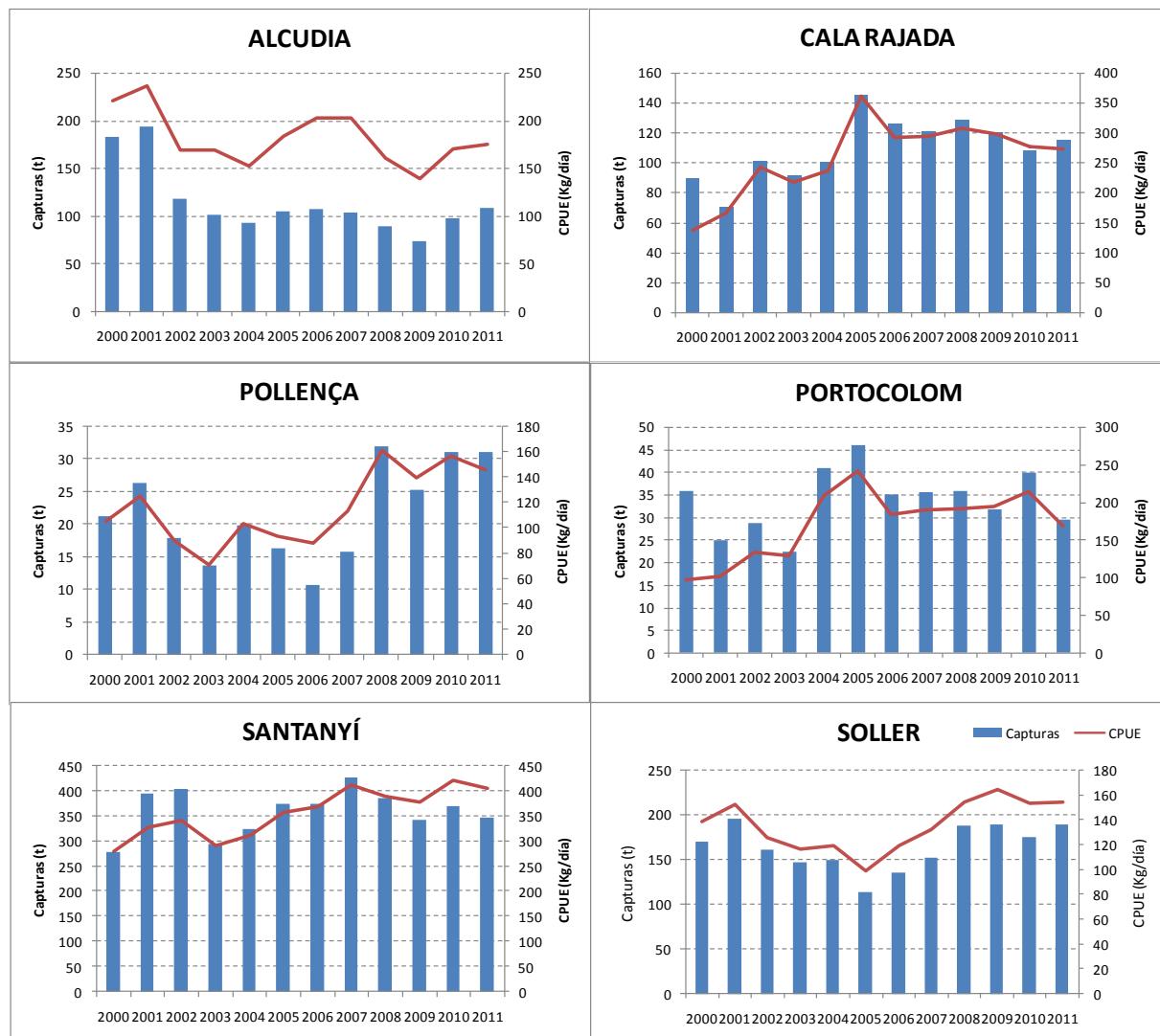
**Fotografía 8.5.-** Puerta utilizada por una embarcación de pesca de arrastre.



**Figura 8.2.14.-** Evolución del esfuerzo pesquero (número de días) de la flota de arrastre a lo largo de la serie histórica 2000-2011 en los puertos de Alcudia, Cala Rajada, Pollença, Portocolom, Santanyí y Sóller.

### 8.2.2.3. Evolución de las capturas

Se muestran a continuación el desembarco y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE, en  $\text{kg} \cdot \text{día}^{-1}$ ) durante la serie histórica disponible de los seis puertos analizados (Figura 8.2.15). Los desembarcos en Alcudia fueron máximos durante los años 2000 y 2001 disminuyendo sustancialmente a partir de entonces y manteniéndose con escasas variaciones el resto de la serie histórica. En Cala Rajada las capturas aumentaron desde 2001 hasta 2005 y se han mantenido relativamente constantes desde entonces. En el puerto de Pollença los desembarcos obtenidos durante los años 2008-2011 fueron marcadamente superiores a los del periodo 2000-2007. En Portocolom se observó un mínimo durante los años 2000-2003 pero los desembarcos se han mantenido por encima de las 30 t el resto de la serie. Excepto en el año 2000, los desembarcos en Santanyí han sido superiores a las 300 t. En Sóller las capturas disminuyeron entre 2000-2005 pero han aumentado desde entonces. En todos los puertos analizados las CPUEs siguen el mismo patrón que los desembarcos.



**Figura 8.2.15.-** Evolución de las capturas (t, toneladas) y capturas por unidad de esfuerzo (CPUE en kg·día<sup>-1</sup>) de la flota de arrastre de los puertos de Alcudia, Cala Rajada, Pollença, Portocolom, Santanyí y Sóller durante el periodo 2000-2011.

En Alcudia (Figura 8.2.16) los mayores volúmenes de desembarco corresponden al *lluç* (16%), seguido del *maire* (13%) y la gamba roja (10%). La morralla (conjunto de especies de peces de sopa) representa un 6.5% de las capturas y la *mòlleta*, *sorell*, *gatò* y *rajada* alrededor de un 4% cada una. En la evolución de desembarcos de *maire* se observa una fuerte oscilación a lo largo del tiempo ya que las capturas fueron muy elevadas durante los primeros años de la serie, alcanzándose 51 t en 2001, para luego sufrir un rápido descenso (en torno a 5 t en 2003 y 2004) que se ha mantenido con escasas variaciones hasta el 2011. Las capturas de *lluç* se han mantenido cercanas o por debajo de las 20 t, excepto dos máximos en 2005-2006. El resto de especies se ha mantenido relativamente constantes a lo largo de la década.

En Cala Rajada (Figura 8.2.17) la especie principal es el *gerret*, que supone casi un 15% del volumen de capturas. Su tendencia hasta el 2008 es claramente ascendente pasando de 50 a 250 t, pero en 2010 sus capturas experimentan una fuerte caída hasta las 100 t. El *pop* representa un 11% de los desembarcos, los cuales han sufrido un incremento substancial desde las 50 t en 2004 a las aproximadamente 300 t en 2010-2011. Las capturas de morralla, que constituyen el 10% del volumen

desembarcado, se han mantenido relativamente estables sobre las 100 t con la excepción de un máximo cercano a 150 t en 2005. Le siguen en importancia la gamba roja y el *moll vermell*, representando ambas un 7% de los desembarcos; curiosamente, las capturas de estas dos especies han seguido tendencias muy similares a lo largo de la década. El resto de especies (*sorell*, *maire*, *calamar*, *gató* y *ratjada*) representan entre el 4 y el 5% de las capturas de Cala Rajada.

En el puerto de Pollença (Figura 8.2.18) la especie predominante es la gamba roja con un 16% del total desembarcado. Le siguen en importancia el *moll vermell*, *gerret*, *lluç*, *morralla*, *gató* y *maire*, con porcentajes que oscilan entre el 6 y el 8%. La evolución de las capturas de gamba roja muestra una tendencia ascendente desde las 2 t en 2000 hasta las aproximadamente 7 t en 2010-2011. Los desembarcos de *lluç* muestran dos picos máximos en 2008 y 2010 con casi 4 t, permaneciendo cerca de 1 t el resto de la serie. Los desembarcos de *moll vermell* muestran una tendencia similar, con máximos en 2008-2009. El resto de especies se encuentran generalmente por debajo de las 2 t anuales.

El volumen de *gerret* desembarcado en el puerto de Portocolom (Figura 8.2.19) constituye el 23% del total de las capturas, seguido del *pop* (14%), *morralla* y gamba roja (cada una con 12%). El *moll vermell* representa casi un 9%, y le siguen en importancia el *gerret fabioler* y *gató* con menos del 4% de los desembarcos. La captura de *gerret* muestra un fuerte incremento a lo largo de la serie, con un máximo cercano a las 13 t en 2008. Las capturas de *pop* han oscilado entre las 2 y 7.5 t, mientras que las de gamba roja lo han hecho entre las 3 y 5 t. Los desembarcos de *gerret fabioler* han disminuido significativamente desde un máximo en 2002 hasta prácticamente desaparecer a partir del 2008.

En el puerto de Santanyí (Figura 8.2.20) existen tres especies/categorías comerciales dominantes, el *pop* (20%), la *morralla* y el *gerret* (ambas con un 17%), seguidas por el *moll vermell* (10%), *sorell* y *ratjada* (ambas con un 5%). Su conjunto representa aproximadamente el 75% del total capturado. Los desembarcos de *pop* se han mantenido generalmente entre las 60 y 80 t, excepto un máximo de 100 t en 2001. Las capturas de *morralla* han variado significativamente a lo largo de la década, con mínimos y máximos históricos de 41 y 83 t en 2000 y 2007, respectivamente. En cambio, los desembarcos de *gerret* se han mantenido relativamente constantes sobre las 60 t entre 2001 y 2011. El *moll vermell* ha fluctuado entre un máximo de 57 t en 2007 y un mínimo de 22 t en 2009. Entre 2000 y 2006 los desembarcos de *sorell* estuvieron entre las 8 y 18 t, pero aumentaron hasta las 39 en 2009. Las capturas de *ratjada* han variado poco a lo largo de la década, manteniéndose entre las 15 y 19 t.

En el puerto de Sóller (Figura 8.2.21) la gamba es claramente dominante, representando cerca del 25% de las capturas. Le siguen en importancia el *gerret* (10%) y la *maire* y *morralla* (ambas con un 7%). Las capturas de gamba muestran una ligera tendencia descendente a lo largo de la serie histórica, pasando de 45 t a 30 t. Excepto dos picos en 2000 y 2009, los desembarcos de *gerret* han permanecido entre las 10 y 20 t. Las capturas de *morralla* sufrieron una ligera disminución entre 2000 y 2005 pero han aumentado desde entonces.

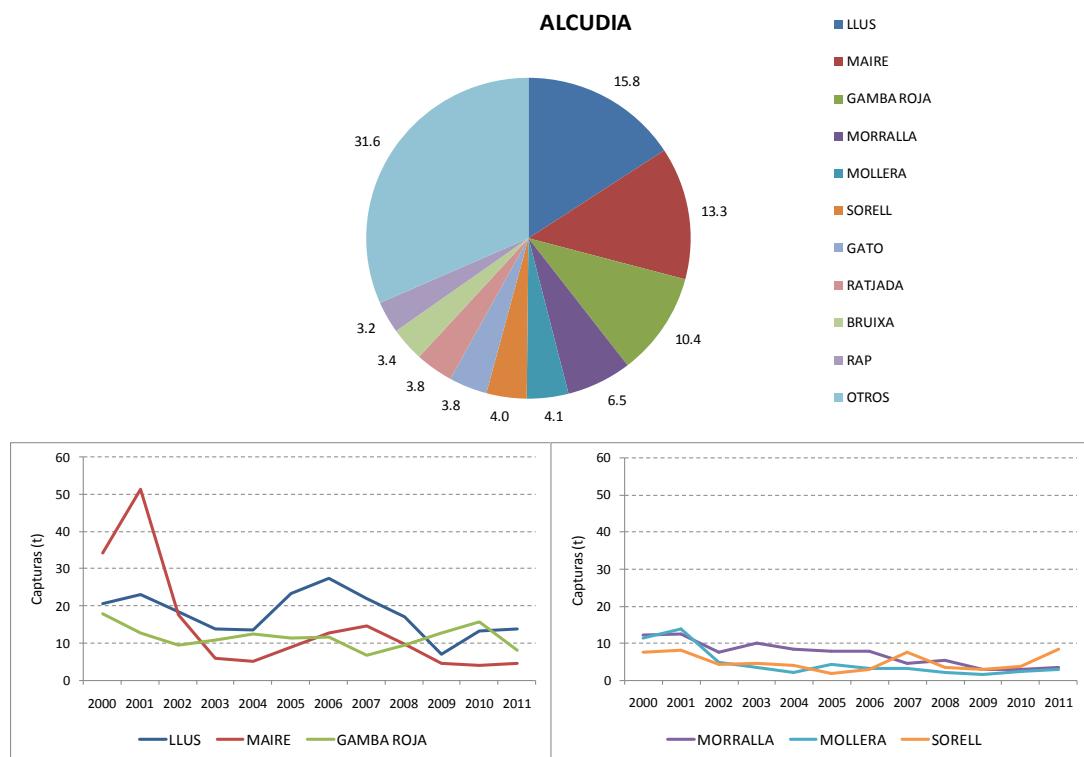


Figura 8.2.16.- Puerto de Alcudia: composición específica (en porcentaje) de los desembarcos de la flota de arrastre y evolución de las capturas (en t) de las principales especies comerciales a lo largo de la serie histórica 2000-2011.

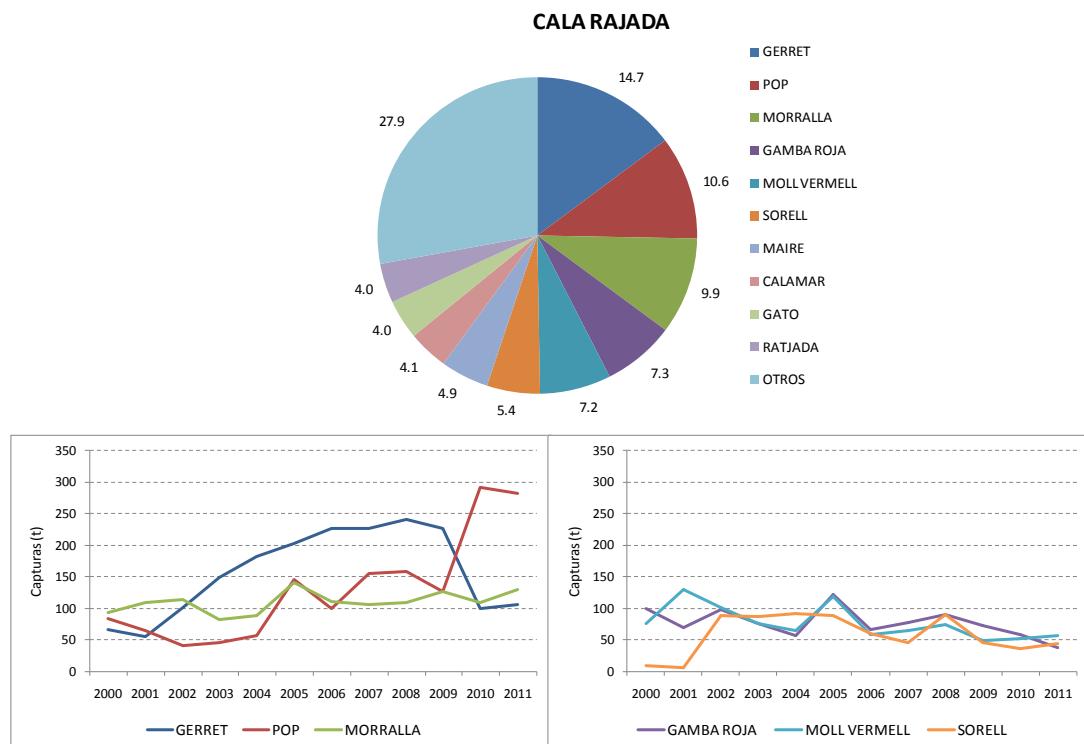
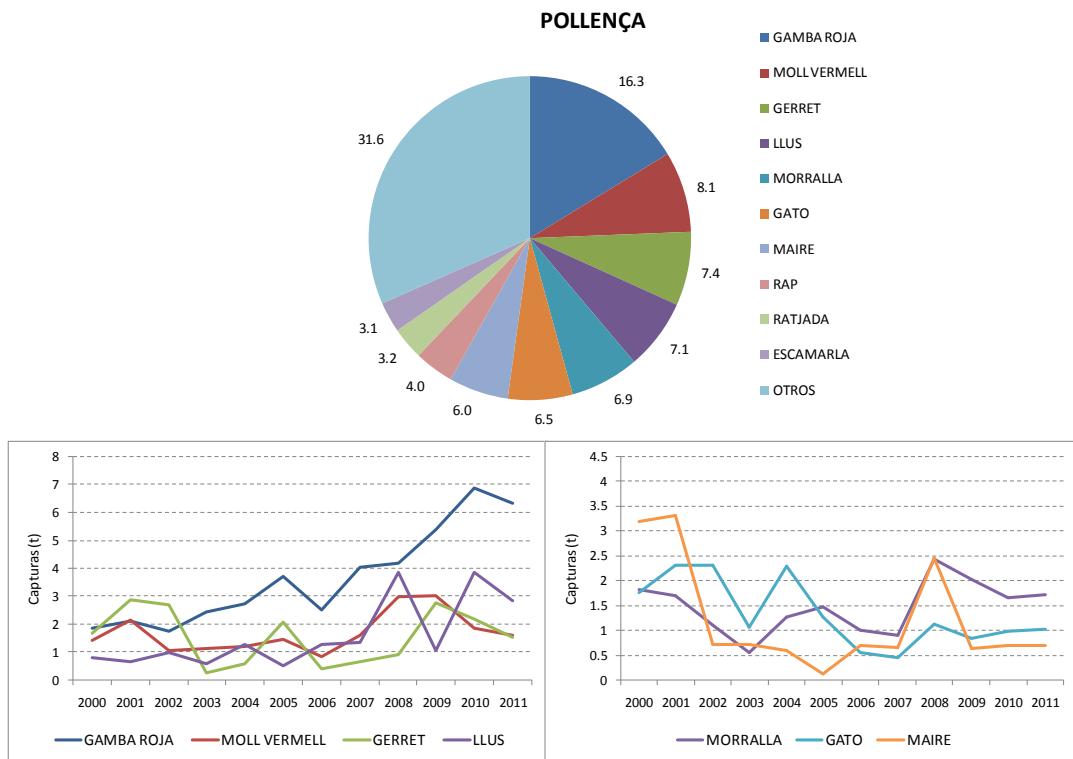
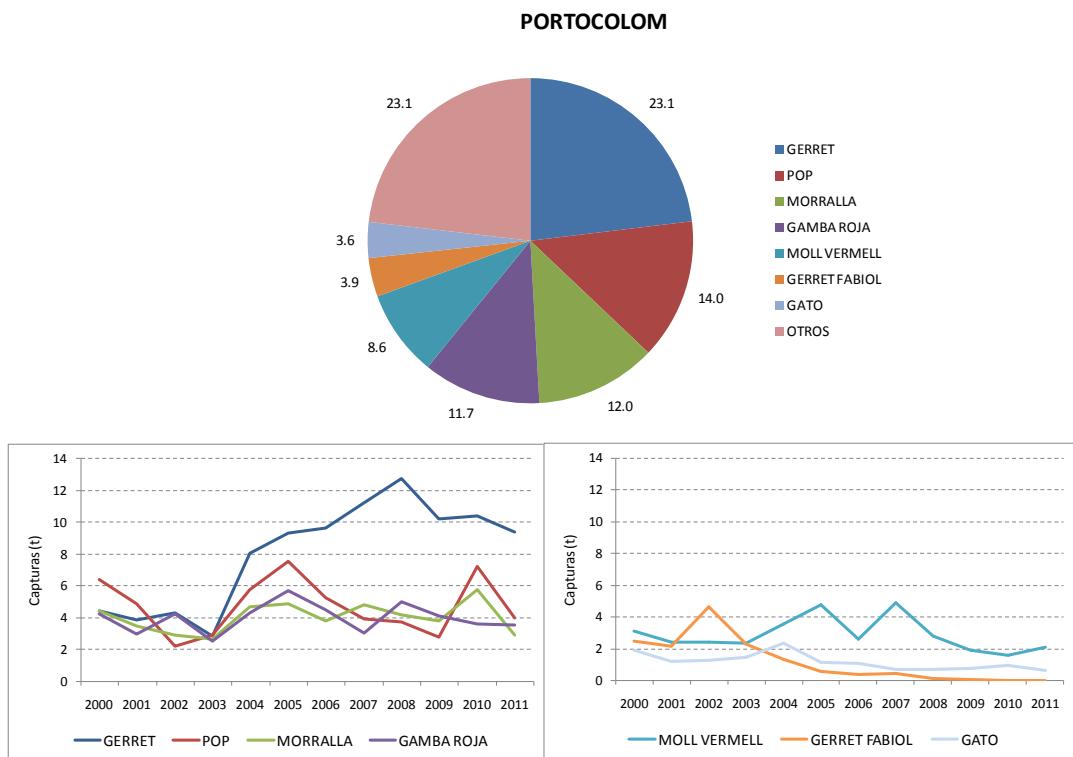


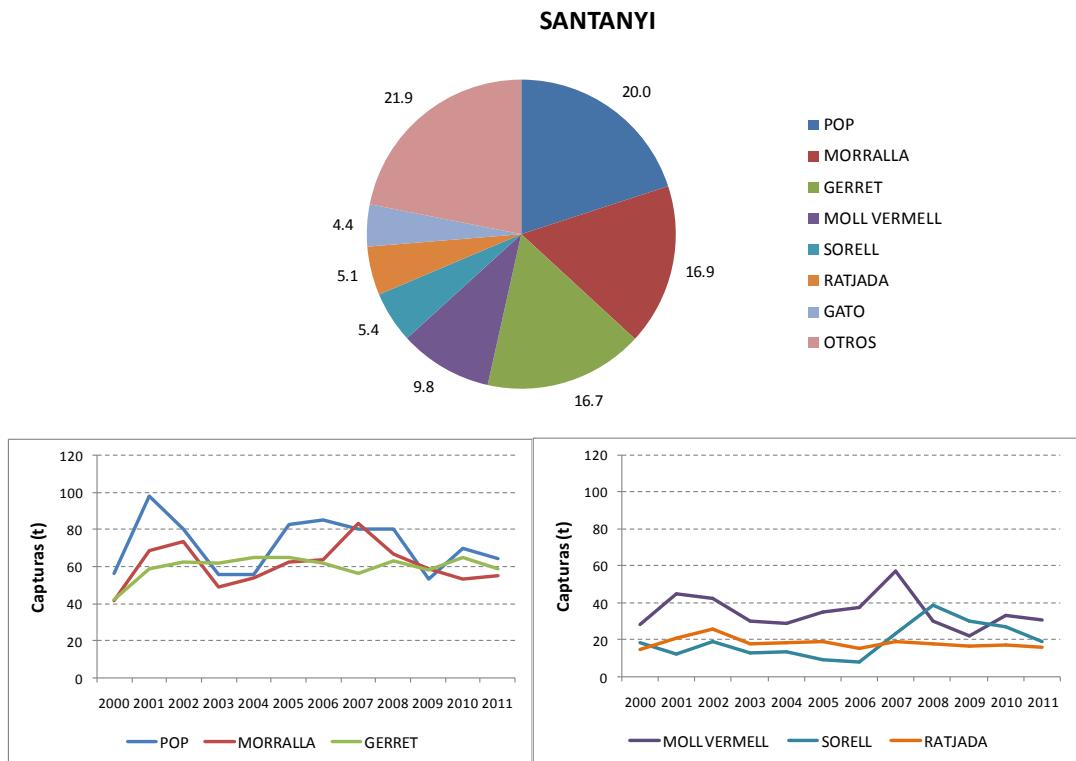
Figura 8.2.17.- Puerto de Cala Rajada: composición específica (en porcentaje) de sus desembarcos y evolución de las capturas (en t) de las principales especies comerciales a lo largo de la serie histórica 2000-2011.



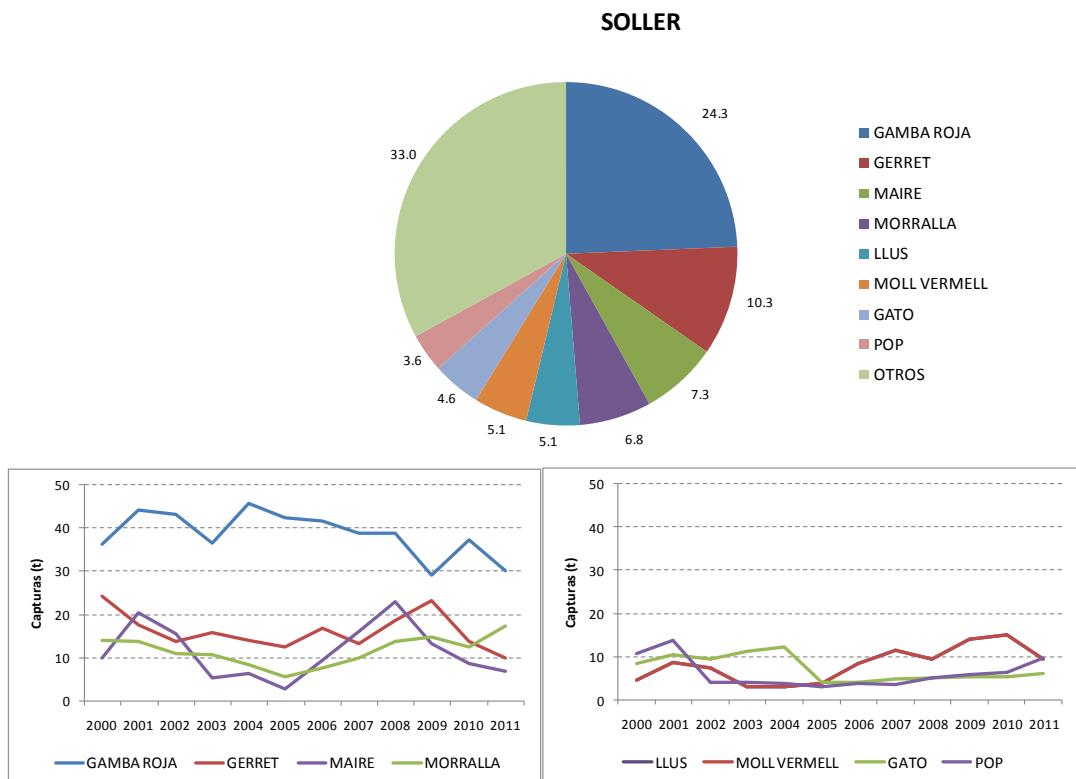
**Figura 8.2.18.- Puerto de Pollença: composición específica (en porcentaje) de sus desembarcos y evolución de las capturas (en t) de las principales especies comerciales a lo largo de la serie histórica 2000-2011.**



**Figura 8.2.19.- Portocolom: composición específica (en porcentaje) de sus desembarcos y evolución de las capturas (en t) de las principales especies comerciales a lo largo de la serie histórica 2000-2011.**



**Figura 8.2.20.- Puerto de Santanyí: composición específica (en porcentaje) de sus desembarcos y evolución de las capturas (en t) de las principales especies comerciales a lo largo de la serie histórica 2000-2011.**



**Figura 8.2.21.- Puerto de Sóller: composición específica (en porcentaje) de sus desembarcos y evolución de las capturas (en t) de las principales especies comerciales a lo largo de la serie histórica 2000-2011.**

#### 8.2.2.4. Evolución temporal y distribución espacial del esfuerzo de pesca estimado a partir de datos VMS

Para este periodo de años, tanto el número de barcos como el total de días trabajados por barco y año obtenido a partir de las cajas azules se ha comparado con datos de las hojas de venta diaria, siendo representativo de la actividad de este sector. Hay que remarcar que en este periodo algunas embarcaciones se han dado de baja y otras han cambiado de puerto base. Se reflejan los cambios más recientes de la flota realizados a partir del 2011.

##### Análisis temporal

El número de embarcaciones que actualmente faenan en la zona es de 22 (Tabla 8.2.2). En el periodo analizado (2005-2012) el número de embarcaciones ha oscilando entre 20 y 22. En los últimos dos años el movimiento de embarcaciones que faenan en la zona ha sido el siguiente: se han incorporado 2 embarcaciones, una en el puerto de Alcúdia y otra en el de Cala Rajada, y se ha dado de baja una embarcación en Santanyí. De este modo, los datos más recientes, tanto de VMS como del censo de la flota pesquera de Baleares, indican que en el canal de Menorca operan 4 embarcaciones de los puertos de Santanyí, Cala Rajada, Ciutadella y Alcudia, 3 del puerto de Maó y 1 embarcación de los puertos de Pollença, Portocolom y Sóller. Hay 4 embarcaciones de los puertos de Sóller y Santanyí cuyo registro de actividad en la zona ha sido inferior a 50 días de pesca (Barcos 20, 21, 23, 24 y 25).



**Fotografía 8.6.-** Embarcación de arrastre navegando hacia puerto después de un día de pesca.

En la Figura 8.2.22 se representa la evolución temporal del promedio de días de pesca por puerto. Las embarcaciones de los puertos de Cala Rajada, Alcudia, Portocolom y Ciutadella son las que presentan una mayor actividad en el canal de Menorca sin grandes variaciones a lo largo de la serie, seguidas de las embarcaciones del puerto de Maó. La actividad de pesca de la embarcación del puerto de Pollença presenta una mayor variación de su actividad durante el periodo analizado. Sin tener en cuenta las embarcaciones de los dos puertos más alejados (Santanyí y Sóller), que pescan puntualmente en el canal de Menorca, los valores medios de la actividad de las embarcaciones que

han faenado regularmente en el canal durante el periodo 2005-2012 han oscilado entre 66 y 211 días de pesca al año (Tabla 8.2.2).

**Tabla 8.2.2.- Resumen de la actividad de los barcos que operan en el área del canal de Menorca, expresado como el número de días de pesca al año durante el periodo 2005-2010.**

Puerto	Barco	Días de pesca/año								
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Media
Alcudia	1	197	204	171	202	195	196	207	203	197
	2		53	175	193	174	184	183	165	161
	3							202	219	211
	4	172	149	164	183	175	189	201	172	176
Cala rajada	5	203	224	179	217	211	199	207	199	205
	6	194	207	200	196	196	199	210	204	201
	7							69	201	135
	8	10				114	195	212	217	150
Ciutadella	9					129	211			170
	10	194	169	173	161	203	199	220	203	190
	11	184	156	180	140			183	205	175
	12	203	229	211	214	214	194	192	204	208
	13	180	158	158	196	186	187	193	203	183
Pollença	14			55	188	169	193	170	101	146
	15	113	89							101
Portocolom	16	204	204	199	208	195	206	178	166	195
Maó	17	67	46	84	95	30	135	121	101	85
	18	107	117	225	142	92	81	139	125	129
	19	72	86	22	35	51	77	91	90	66
Santanyí	20	29	24	20	24	29	42	35	10	27
	21	14	12	20	19	8				15
	22	53	54	72	86	83	80	91	62	73
	23	52	31	8	31	14	14	9	3	20
	24	14	27	41	23	19	27	28	24	25
Sóller	25	63	41	91	36	20	6		5	37
<b>Total embarcaciones/año</b>		<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	

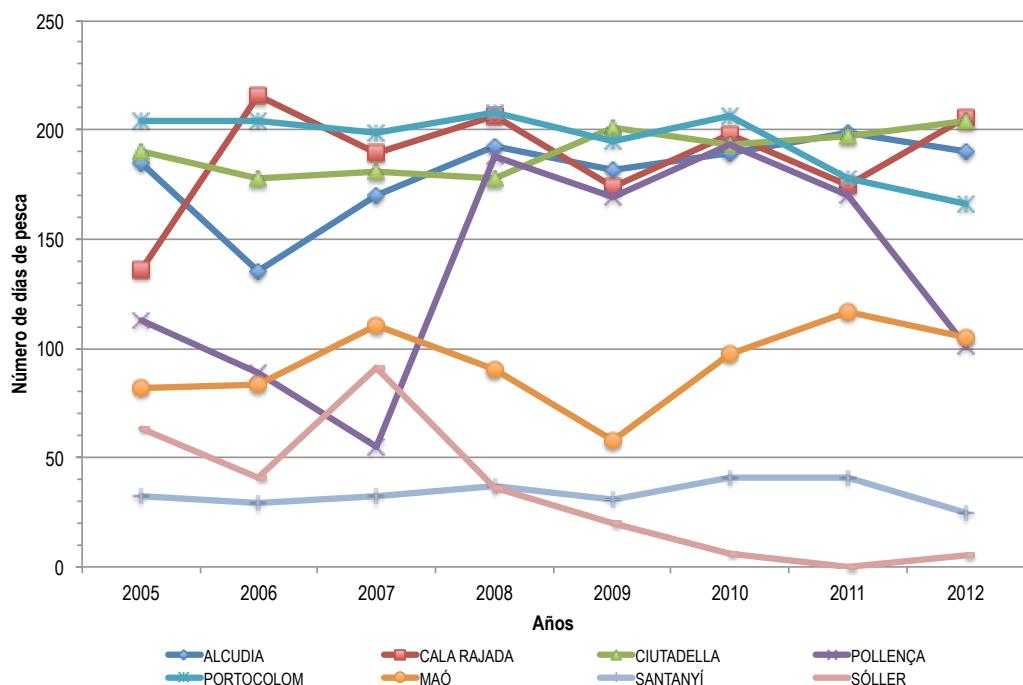


Figura 8.2.22.- Evolución temporal del número medio de días de pesca de arrastre por puerto.

Los datos de cajas azules han permitido realizar un análisis comparativo del esfuerzo pesquero por estrato de profundidad durante el periodo 2005-2012 (Figura 8.2.23 y Tabla 8.2.3). Para interpretar los resultados de la Tabla 8.2.3 hay que tener en cuenta que durante cada día de pesca las embarcaciones pueden realizar más de un lance en diferentes estratos, por lo que la suma total de días de pesca de una embarcación puede ser superior a 365 días. Excepto las embarcaciones de los puertos de Cala Rajada, Portocolom y Santanyí, que presentan una actividad de pesca importante en la plataforma (50-100 m), el resto de embarcaciones de los otros puertos realizan un mayor esfuerzo de pesca en los estratos del talud (500-800 m y 200-500 m) (Figura 8.2.23). Se puede apreciar como las embarcaciones de Cala Rajada realizan una intensa actividad en el plataforma durante todo el período analizando, pero con un mayor promedio de días de pesca/año a partir del 2009 en comparación a los otros estratos batimétricos. Considerando los barcos que trabajan exclusivamente en esta zona, que son 14 barcos de los puertos de Alcudia, Cala Rajada, Ciutadella, Pollença, y Portocolom, se observa que todos operan en los diferentes estratos, pero con diferente frecuencia a lo largo del año (Tabla 8.2.3). Como ya se ha comentado, los barcos de Santanyí y Sóller trabajan ocasionalmente en la zona, con mayor frecuencia en la zona de plataforma (50 y 100 m).

El número medio de días de pesca por estrato para estas 14 embarcaciones que faenan casi exclusivamente en el canal en el periodo 2005-2012 (Tabla 8.2.3), muestra que el mayor esfuerzo se ha realizado en el estrato del talud medio, entre 500 y 800 m de profundidad, cuya especie objetivo es la gamba roja *Aristeus antennatus*, donde trabajan una media de 102 días/año. En el estrato del talud superficial, entre 200 y 500 metros de profundidad, cuya especie objetivo es la cigala *Nephrops norvegicus*, se ha faenado una media de 94 días/año. En la plataforma superficial entre 50 y 100 m de profundidad, cuya especie objetivo es el salmonete *Mullus surmuletus*, la media es de 80 días/año. El estrato de profundidad con menor esfuerzo de pesca es el de la plataforma profunda entre 100 y 200 m de profundidad, donde la especie objetivo es la merluza *Merluccius merluccius*, con una media de 38 días/año. Sin embargo, en el año 2012 este patrón de distribución del esfuerzo por estratos ha cambiado ligeramente siendo la plataforma superficial entre 50-100 m donde se ha realizado el mayor esfuerzo (106 días/año).

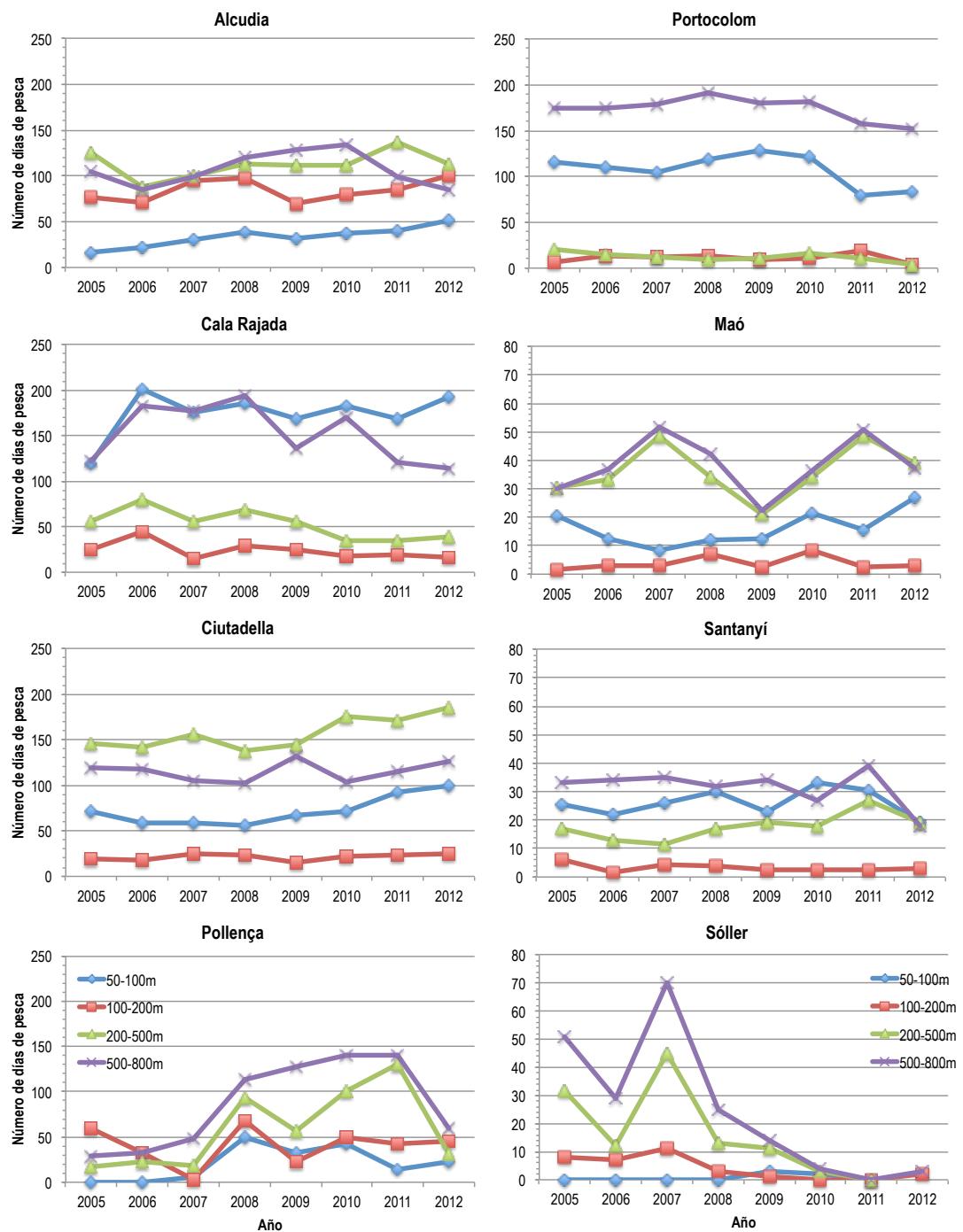
**Tabla 8.2.3.-** Actividad de pesca en el área del canal de Menorca en el periodo comprendido entre 2005-2010, expresado como el número de días de pesca/año/barco y estrato de profundidad.

Puerto	Barco	Profundidad	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Media
Alcudia	1	50-100m	15	25	24	26	19	15	12	24	20
		100-200 m	112	127	113	129	88	74	65	95	100
		200-500 m	146	167	127	150	159	149	176	142	152
		500-800m	94	152	93	133	162	171	132	101	130
	2	50-100m		24	55	79	67	77	98	82	69
		100-200 m		36	137	109	92	99	111	112	99
		200-500 m		19	65	74	76	66	59	32	56
		500-800m		7	64	95	81	83	49	38	60
	3	50-100m							17	73	45
		100-200 m							83	93	88
		200-500 m							160	156	158
		500-800m							110	151	131
	4	50-100m	18	15	11	13	9	20	31	24	18
		100-200 m	40	49	36	55	30	67	79	101	57
		200-500 m	104	78	109	117	99	120	154	124	113
		500-800m	115	97	141	130	142	149	105	49	116
Cala Rajada	5	50-100m	194	214	169	212	206	188	206	197	198
		100-200 m	34	58	26	36	55	37	23	14	35
		200-500 m	68	110	58	73	70	27	70	18	62
		500-800m	189	190	182	204	127	115	105	49	145
	6	50-100m	159	187	182	160	192	185	191	183	180
		100-200 m	17	30	3	21	13	6	17	8	14
		200-500 m	44	51	55	65	87	48	30	50	54
		500-800m	174	176	173	183	183	214	146	158	176
	7	50-100m							68	179	124
		100-200 m							27	36	32
		200-500 m							10	39	25
		500-800m							26	35	31
	8	50-100m	6				107	176	208	211	142
		100-200 m					5	11	10	8	9
		200-500 m					11	27	30	63	29
		500-800m	5				99	180	204	215	141
Ciutadella	9	50-100m					8	39			24
		100-200 m					7	26			17
		200-500 m					125	205			165
		500-800m					89	94			92
	10	50-100m	65	46	28	40	69	47	101	81	60
		100-200 m	9	2	11	3	9	9	13	13	9
		200-500 m	103	94	121	99	122	167	164	165	129
		500-800m	183	172	166	140	204	140	202	199	176
	11	50-100m	8	3	1	1			43	73	22
		100-200 m	4	3	9	19			27	38	17
		200-500 m	167	129	175	130			182	202	164
		500-800m	99	86	97	55			70	80	81
	12	50-100m	99	102	120	87	78	85	99	84	94
		100-200 m	46	45	43	33	29	34	38	25	37
		200-500 m	178	207	188	177	183	171	162	177	180
		500-800m	60	92	55	73	93	62	41	50	66
	13	50-100m	111	85	87	96	113	116	128	160	112
		100-200 m	19	19	34	37	16	17	17	22	23
		200-500 m	136	139	137	146	150	161	176	199	156
		500-800m	136	121	103	140	142	119	145	176	136

Tabla 8.2.3.- Continuación

Pollença	14	50-100m	6	49	32	42	14	23	28
		100-200 m	3	68	23	50	43	46	39
		200-500 m	19	93	57	100	131	31	72
		500-800m	48	113	127	140	140	59	105
	15	50-100m	60	32					46
		100-200 m	17	23					20
		200-500 m	29	33					31
		500-800m	47	39					43
Portocolom	16	50-100m	116	110	105	118	128	122	79
		100-200 m	6	13	12	13	9	10	19
		200-500 m	20	15	12	9	10	16	10
		500-800m	175	175	179	191	180	182	158
Maó	17	50-100m	33	21	15	20	8	36	21
		100-200 m	2		4	7	2	9	1
		200-500 m	15	13	33	31	10	48	50
		500-800m	17	12	32	37	10	42	49
	18	50-100m	11	9	3	5	14	11	9
		100-200 m							24
		200-500 m	49	52	105	59	37	32	63
		500-800m	47	56	117	78	41	38	67
	19	50-100m	18	7	7	11	16	18	17
		100-200 m	1	3	2		3	8	4
		200-500 m	27	34	7	12	16	22	33
		500-800m	26	42	6	12	16	29	37
Santanyí	20	50-100m	29	24	20	23	28	42	34
		100-200 m		2	3	4	2	2	3
		200-500 m							10
		500-800m							26
	21	50-100m	14	12	19	18	8		14
		100-200 m	1		3	1	1		2
		200-500 m			1				1
		500-800m							
	22	50-100m	20	16	41	56	45	50	51
		100-200 m	12	1	7	8	5	3	2
		200-500 m	17	13	22	17	19	18	27
		500-800m	33	34	35	32	34	27	39
	23	50-100m	51	31	8	30	14	14	9
		100-200 m	5			2			3
		200-500 m							20
		500-800m							4
	24	50-100m	14	27	41	23	19	27	28
		100-200 m							24
		200-500 m							25
		500-800m							
Sóller	25	50-100m			5	3	2		3
		100-200 m	8	7	11	3	1		2
		200-500 m	32	12	45	13	11	3	19
		500-800m	51	29	70	25	14	4	3
									28
Promedio*		50-100m	77	77	72	80	86	93	93
		100-200 m	30	36	39	48	31	37	41
		200-500 m	95	86	91	101	91	101	103
		500-800m	101	105	107	121	124	125	105
									97
									102

\* El promedio no incluye las barcas de Santanyí ni Sóller.



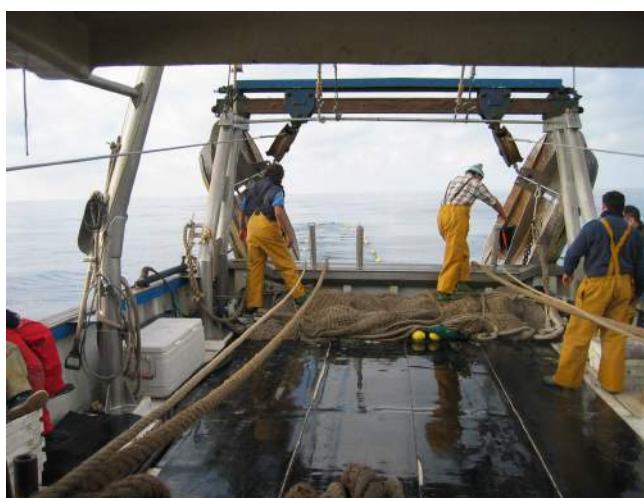
**Figura 8.2.23.-** Evolución temporal del número medio de días de pesca de arrastre por puerto y estrato batimétrico. La escala del eje vertical de las gráficas de los puertos de Maó, Santanyí y Sóller es diferente al resto de gráficas.

## Análisis espacial

La distribución espacial del esfuerzo de la pesquería de arrastre se muestra en la Figura 8.2.24, en la que se representan los registros de datos de las cajas azules filtrados para velocidades comprendidas entre 1.5 y 5 nudos para todas las embarcaciones de los puertos de Mallorca y Menorca que faenan en el canal de Menorca. Se puede observar que la mayor intensidad de puntos se encuentra en las zonas más profundas, entre 500 y 800 m de profundidad, tanto al norte como al sur del canal. La densidad de puntos en la zona de la plataforma superficial (50-100 m) también es importante, centrándose la mayor actividad en los cinco polígonos marcados en rojo.

Un análisis más detallado de la distribución espacial del esfuerzo de pesca de las embarcaciones que faenan en la plataforma superior, comprendida entre 50-100 m, que es la zona objetivo de este informe, permite observar que la mayor actividad pesquera se concentra en 5 zonas (Figura 8.2.24 y Tabla 8.2.4): (1) Norte del Cabo de Formentor, (2) Zona central del canal de Menorca, (3) Noroeste de Menorca, (4) Costa oeste de Menorca y (5) Zona SW del canal de Menorca. En la tabla 5 se presenta la información sobre el número de días de faena al año por barco y la suma total en cada polígono. En los polígonos 4 y 5 es donde se detecta la mayor actividad de arrastre. En el polígono 4 faenan embarcaciones de los puertos Cala Rajada y Ciutadella y en el polígono 5 lo hacen embarcaciones de los puertos de Cala Rajada, Portocolom y Santanyí. En todos los polígonos, excepto en el polígono 3, se ha producido un aumento de la intensidad de pesca en los últimos dos años, debido a la incorporación de los nuevos barcos que operan en la zona: el barco número 3, con base en Alcudia, que ha producido un incremento de la actividad en el polígono 1 y 2. El barco número 9, con base en Cala Rajada ha aumentado el esfuerzo pesquero en los polígonos 1, 2, 4 y 5. El barco número 13, con base en Ciutadella, ha incrementado su actividad en el polígono 4.

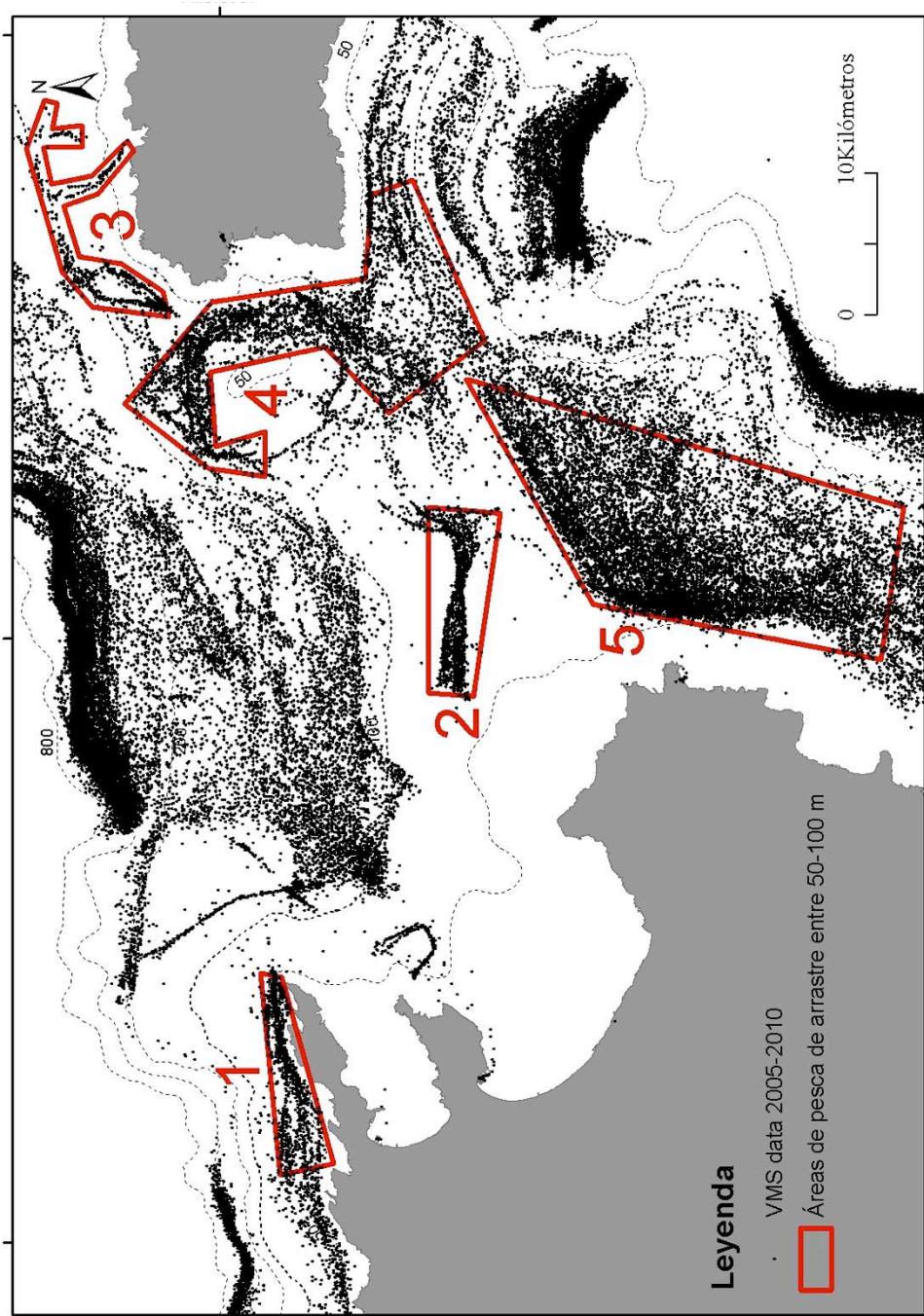
En la Figura 8.2.25 se analiza la distribución de la intensidad de arrastre por cuadrículas de 1 km x 1 km en la zona de la plataforma superior (50-100 m) del canal de Menorca, expresado como la densidad de registros de VMS\*Km<sup>2</sup>. Se representan tres niveles de intensidad de arrastre en diferente coloración que indican tres intervalos de densidad de puntos VMS. Se compara esta distribución del esfuerzo en cuatro años consecutivos, 2009, 2010, 2011 y 2012. Esta información indica que la intensidad de pesca ha aumentado en el canal de Menorca en los últimos dos años, y concretamente en áreas de la plataforma continental donde existen hábitats de interés comunitario como los fondos de maërl/rodolitos y formaciones de coralígeno. En la Figura 8.2.26 se puede ver la superposición de la distribución de este tipo de fondos con las cuadrículas de diferentes niveles de esfuerzo pesquero en el año 2012, y se observa que las zonas de elevada actividad de arrastre (cuadrículas rojas) coinciden con áreas donde estos hábitats están presentes.



**Fotografía 8.7.-** Maniobra de arriado del arte de pesca en una embarcación de arrastre.

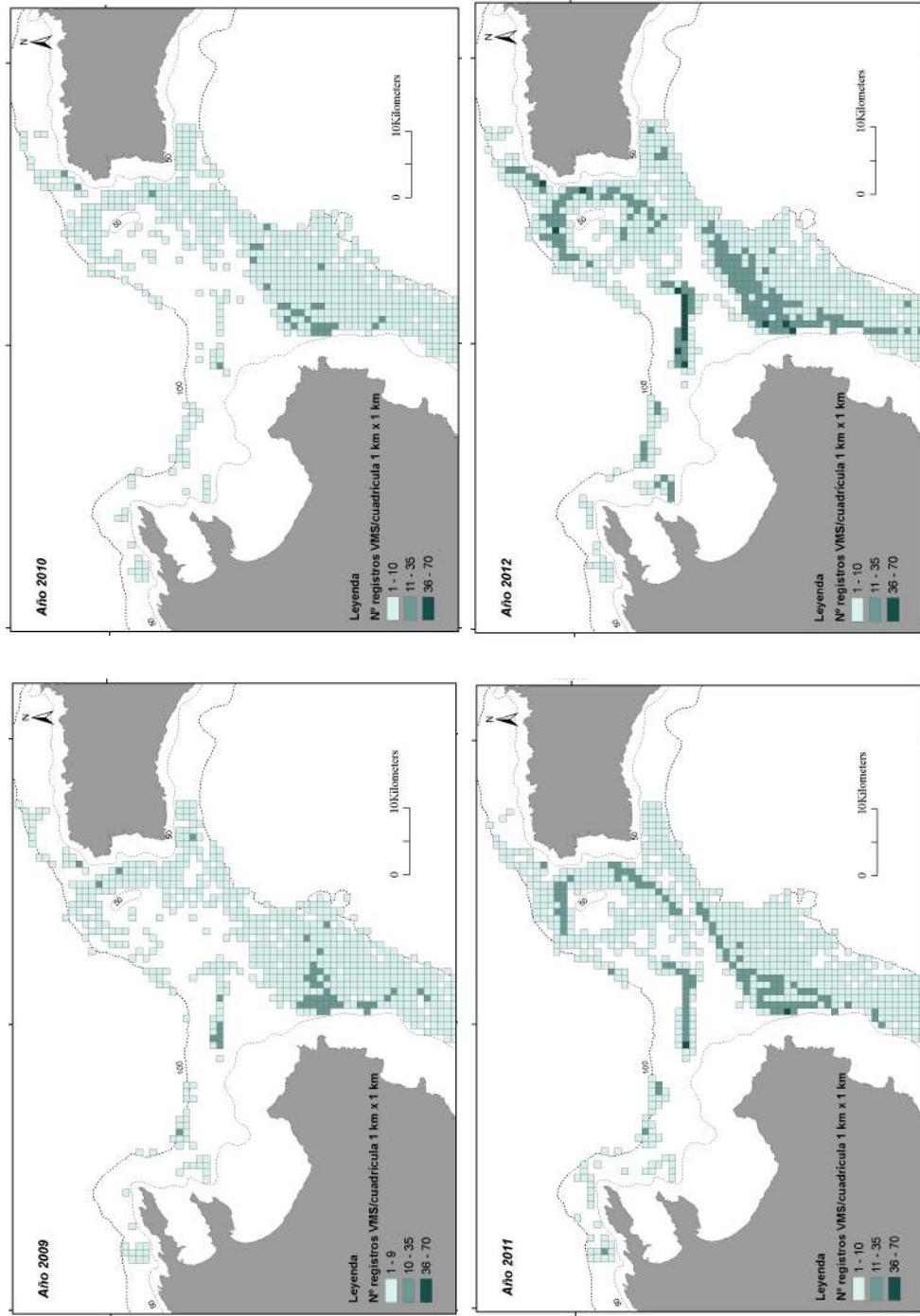
**Tabla 8.2.4.-** Distribución del número de días de pesca de arrastre al año para los distintas zonas (polígonos) de actividad pesquera identificados entre 50 y 100 m en el canal de Menorca.

	<b>Puerto base</b>	<b>Barco</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Polígono 1	Alcudia	1	4		7	2	6	1	11	
		2		9	16	30	25	55	67	51
		3							31	16
		4			1	1	5	7	10	12
	Pollença	5			7	47	33	41	35	69
		6	57	29						
	Total registros		61	38	24	85	65	109	144	159
Polígono 2	Alcudia	2		2	7	12	21	9	16	3
		3							3	47
	Cala Rajada	7	35	42	23	45	65	22	18	16
		8	5	11	1	3	3	3	1	12
		9							32	87
		10							3	3
	Total registros		40	55	31	60	89	34	73	168
Polígono 3	Ciutadella	11						7		23
		12	1				1	1	6	
		13							2	
		14	34	31	32	26	30	48	48	35
		15	7	16	14	16	14	6	5	23
	Total registros		42	47	46	42	45	62	61	81
Polígono 4	Cala Rajada	7	3	7	1	6	7	10	7	2
		8	1	2	1		1	4	7	2
		9							5	19
	Ciutadella	11					7	32		
		12	59	43	26	38	67	46	95	58
		13	8	1	1				41	73
		14	66	66	75	57	49	41	47	55
		15	94	64	65	68	89	106	117	133
	Total registros		231	183	169	169	220	239	319	342
Polígono 5	Cala rajada	7	164	181	149	182	165	180	196	191
		8	148	172	177	152	189	181	191	188
		9							45	133
		10	5				107	171	204	209
	Portocolom	16	54	32	7	8	2	1	2	
	Santanyí	17	8	6	4	7	2	3	6	3
		18	3		8	6				
		19	6	12	30	37	33	37	45	32
		20	29	17	3	24	9	9	2	
		21		3	11	4				
	Total registros		417	423	389	420	507	582	691	756



**Figura 8.2.24.-** Distribución espacial del esfuerzo de pesca de arrastre en el canal de Menorca obtenido a partir de los datos de las cajas azules (VMS, del inglés Vessel Monitoring System) facilitados por el Centro de Seguimiento de Buques Pesqueros de la Secretaría General de Pesca del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Se marcan en rojo las cinco áreas de la plataforma continental (50-100 m de profundidad) que presentan una mayor actividad de pesca.

## Caracterización ecológica de la plataforma continental del canal de Menorca



**Figura 8.2.25.- Evolución temporal (2009-2012) de la distribución espacial del esfuerzo de pesca de arrastre en el canal de Menorca obtenido a partir los datos de las cajas azules.**

## Presiones

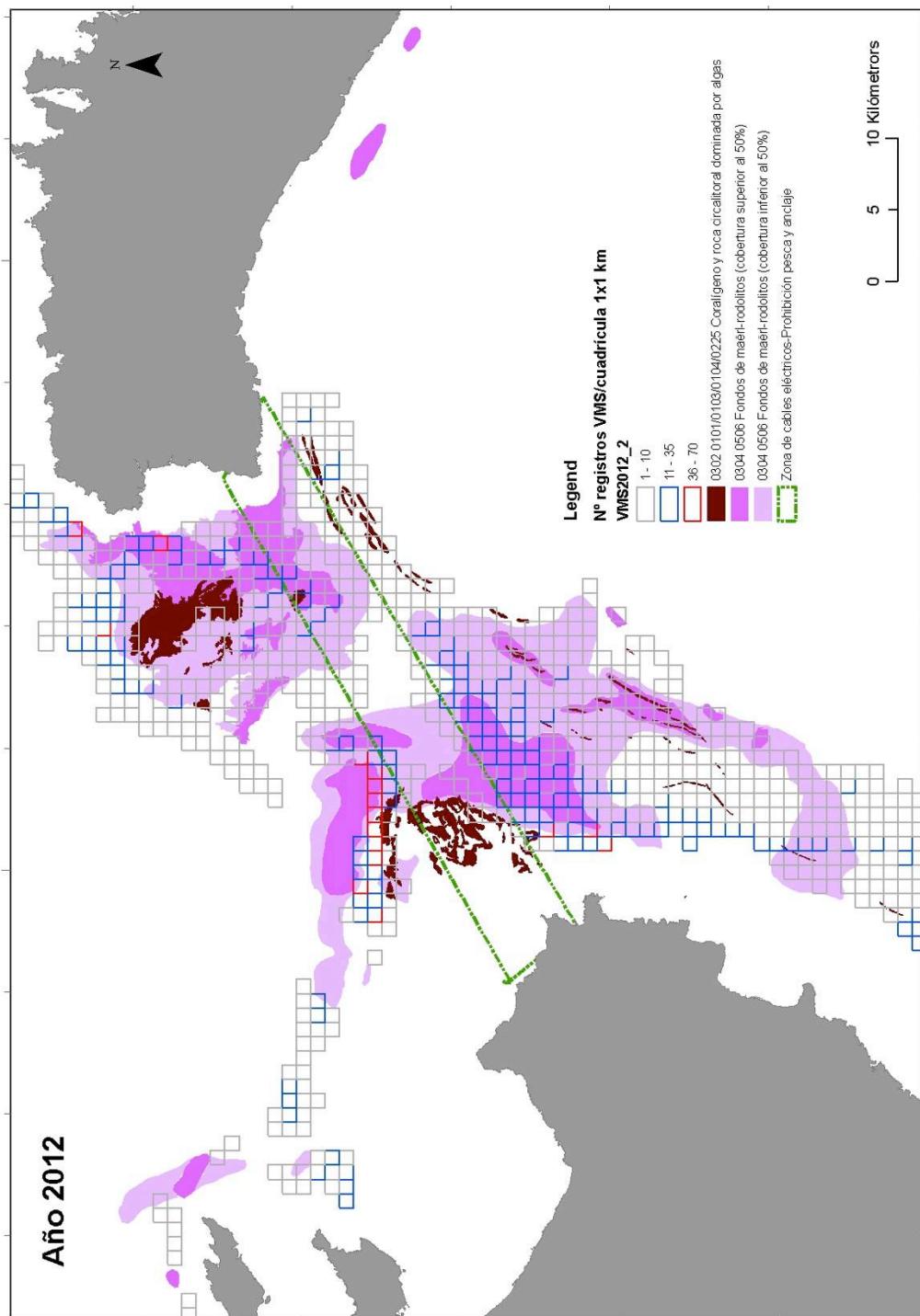


Figura 8.2.26.- Mapa conjunto de la distribución de hábitats de interés comunitario presentes en el canal de Menorca y de la intensidad de pesca de arrastre durante el año 2012.



## 9. Modelización trofodinámica del ecosistema

El modelo *Ecopath* da como resultado numerosos índices y estadísticos que describen el ecosistema y sus elementos. Estos resultados se basan principalmente en la descripción de flujos tróficos, en conceptos termodinámicos, en la teoría de la información y el análisis de redes tróficas (Odum y Heald, 1975; Finn, 1976; Pimm, 1982; Christensen y Pauly, 1993; Ulanowicz, 1995; Müller, 1997; Christensen et al., 2004).

### 9.1. Estimaciones básicas

En la tabla 9.1.1. se recogen los parámetros básicos resultantes del proceso de equilibrio del sistema o estimaciones básicas. Las eficiencias ecotróficas (EE) son en general elevadas, indicando que una proporción alta de los grupos funcionales son depredados dentro del sistema o exportados fuera de él en forma de capturas. Los grandes predadores del sistema, con niveles tróficos elevados, presentan, por regla general, una EE menor, mientras que la mayoría de los grupos de peces, invertebrados bentónicos y productores primarios muestran una EE elevada, soportando niveles de depredación natural o de pesca elevados.

También se recogen los valores de nivel trófico de cada grupo funcional. El nivel trófico de un organismo  $j$  ( $TL_j$ ) identifica su posición en la red trófica y se define como el número de interacciones tróficas que permiten que la materia y la energía se transfieran desde los productores primarios y el detrito hasta el organismo  $j$ . Así pues, el  $TL$  de un organismo se define a partir del  $TL$  medio de sus presas  $i$ , ponderado con la proporción de cada presa en la dieta de  $j$  ( $DC_{ij}$ ) (Pauly y Palomares 2000; Stergiou y Karpouzi, 2002) según:

$$TL_j = 1 + \sum_{i=1}^n TL_i \cdot DC_{ij}$$

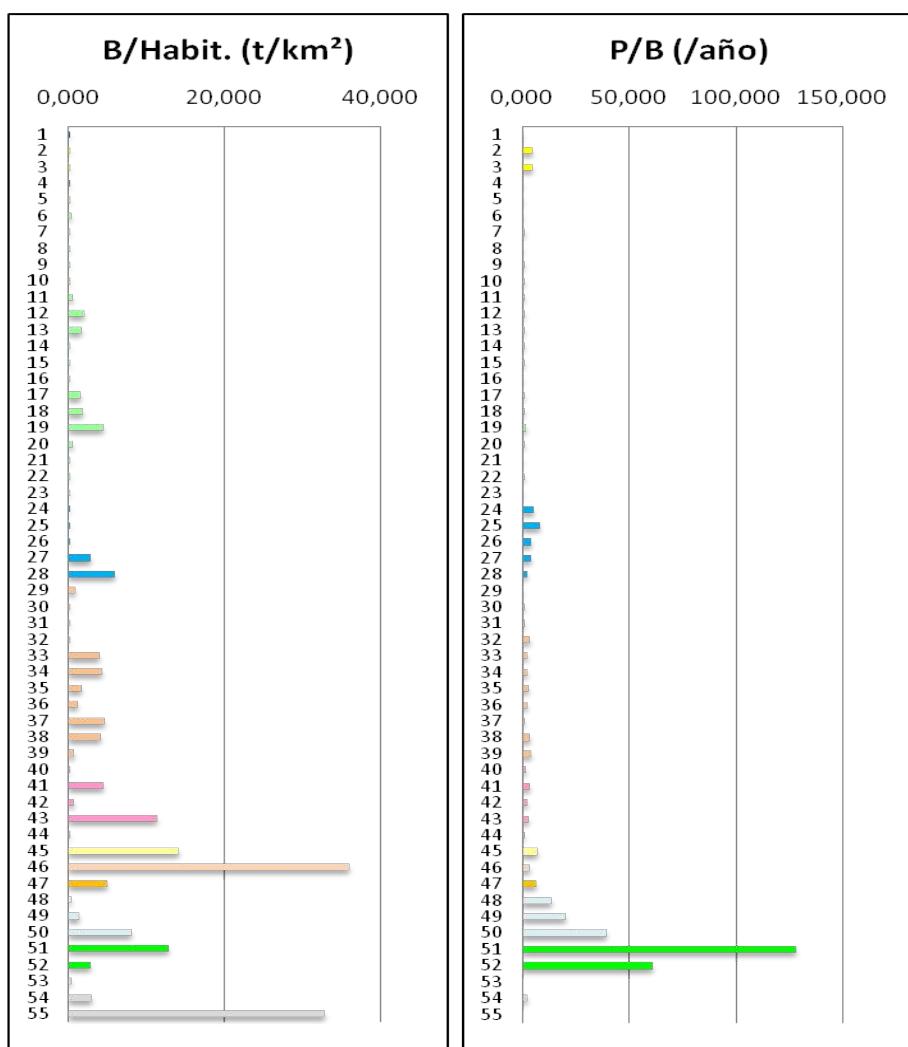
En el sistema del mar Balear los grupos funcionales se organizan en 5 niveles tróficos, que van desde 1 que ocupan los productores primarios hasta 4.956 que tienen los delfines. Se puede apreciar que los niveles tróficos más elevados corresponden a grandes predadores como son los delfines, los grandes predadores pelágicos, la lampuga y los rapes; destacando también la presencia de los calamares como grandes predadores del sistema. Los niveles tróficos más bajos corresponden principalmente con organismos filtradores cuya fuente de alimentación principal es el fitoplancton y en menor medida el micro-zooplancton, como son los bivalvos, los crinoideos, el bentos filtrador y la macrofauna. El grupo de consumidores que tiene un menor nivel trófico es el micro-mesozooplancton que se alimenta exclusivamente de fitoplancton.

**Tabla 9.1.1.-** Valores de los parámetros básicos tras el proceso de equilibrio del modelo del mar Balear. En azul aparecen los valores estimados.

G.F.	Nombre del grupo	T.L.	Habitat area	B'/Habi	B'	P/B (/año)	Q/B (/año)	EE	P/Q
1	Delfines	4.956	1.000	0.001	0.001	0.070	13.490	0.143	0.005
2	Aves marinas	2.330	0.783	0.001	0.001	4.560	73.200	0.480	0.062
3	Gaviota de Audouin	3.655	0.783	0.001	0.001	4.640	70.000	0.006	0.066
4	Tortugas	2.991	1.000	0.032	0.032	0.150	2.540	0.062	0.059
5	Grandes predadores pelágicos	4.931	1.000	0.140	0.140	0.180	3.463	0.964	0.052
6	Bonitos	4.468	1.000	0.300	0.300	0.520	4.450	0.591	0.117
7	Llampuga	4.765	1.000	0.042	0.042	1.230	5.683	0.925	0.216
8	Rapes	4.852	0.783	0.093	0.073	0.370	2.700	0.662	0.137
9	Merluza adulta	4.459	0.690	0.102	0.071	0.900	3.099	0.136	0.290
10	Merluza juvenil	4.132	0.690	0.145	0.100	1.300	6.500	1.000	0.200
11	Peces demersales 1	4.149	0.533	0.500	0.267	1.150	6.092	1.000	0.189
12	Peces demersales profundos 1	3.997	0.473	1.999	0.946	1.200	3.920	0.995	0.306
13	Peces demersales 2	3.646	0.527	1.600	0.843	1.350	5.800	1.000	0.233
14	Salmonetes	3.432	0.537	0.199	0.107	0.910	6.943	0.993	0.131
15	Peces planos	3.617	0.783	0.220	0.172	0.925	5.480	0.788	0.169
16	Peces demersales profundos 2	3.306	0.471	0.250	0.118	0.667	6.300	0.808	0.106
17	Peces planctofágicos	3.056	0.527	1.500	0.791	0.925	6.685	0.891	0.138
18	Peces planctófagos profundos	3.361	0.688	1.800	1.238	1.245	7.985	0.987	0.156
19	Pequeños pelágicos	3.474	0.527	4.456	2.348	1.550	6.263	0.679	0.247
20	Jureles	3.697	0.783	0.450	0.352	0.910	4.000	0.516	0.228
21	Rayas	4.140	0.783	0.178	0.140	0.304	4.000	0.855	0.076
22	Tiburones	4.513	0.688	0.180	0.124	0.820	7.000	0.939	0.117
23	Gató	4.195	0.783	0.227	0.178	0.324	5.480	0.608	0.059
24	Calamares	4.723	1.000	0.160	0.160	5.200	9.000	0.663	0.578
25	Sepia	3.748	0.540	0.098	0.053	8.437	15.000	0.998	0.562
26	Pulpos	3.667	0.783	0.100	0.078	4.253	8.850	0.648	0.481
27	Gasterópodos	2.407	0.312	2.805	0.875	4.092	6.000	0.950	0.682
28	Bivalvos	2.090	0.312	6.016	1.877	2.178	7.300	0.950	0.298
29	Gamba roja	3.212	0.217	0.931	0.202	0.798	9.446	0.950	0.084
30	Cigala	3.340	0.473	0.029	0.014	1.230	4.560	0.929	0.270
31	Langosta	3.402	0.527	0.060	0.032	0.850	6.000	0.846	0.142
32	Gamba blanca	3.476	0.256	0.066	0.017	3.500	9.500	0.950	0.368
33	Crust. dieta epibentónica	2.741	0.312	4.033	1.258	2.029	3.000	0.950	0.676
34	Crust. dieta infauna	2.853	0.312	4.363	1.361	2.100	5.986	0.950	0.351
35	Crust. Migr. zooplanctófagos	3.768	0.473	1.600	0.757	3.000	10.622	1.000	0.282
36	Crust. no migr. zooplanctófagos	3.821	0.473	1.142	0.540	2.500	6.981	0.950	0.358
37	Decápodos detritívoros	2.398	0.312	4.636	1.447	1.378	13.177	0.950	0.105
38	Crust. depositívoros	2.245	0.312	4.214	1.315	3.315	5.700	0.950	0.582
39	Gambas detritívoras	2.631	0.312	0.716	0.223	4.335	9.000	0.950	0.482
40	Estrellas	3.530	0.312	0.240	0.075	1.900	13.688	0.712	0.139
41	Erizos regulares	3.178	0.312	4.483	1.399	3.355	6.800	0.172	0.493
42	Ofiuras	2.400	0.625	0.723	0.452	2.153	5.000	0.981	0.431
43	Equinodermos depositívoros	2.350	0.527	11.402	6.009	2.920	6.670	0.030	0.438
44	Crinoideos	2.190	0.471	0.250	0.118	1.315	5.000	0.881	0.263
45	Bentos filtrador	2.200	0.312	14.157	4.417	6.850	11.432	0.442	0.599
46	Infauna	2.260	0.312	35.862	11.189	3.425	11.530	0.950	0.297
47	Suprabentos	2.332	0.783	4.930	3.860	6.590	52.012	0.509	0.127
48	Plancton gelatinoso	2.912	1.000	0.445	0.445	13.870	50.280	0.988	0.276
49	Macrozooplanton	3.000	1.000	1.348	1.348	20.410	51.346	0.453	0.397
50	Micro-Mesozooplanton	2.000	1.000	8.000	8.000	39.698	83.804	0.497	0.474
51	Fitoplanton	1.000	1.000	12.750	12.750	127.750		0.516	
52	Algas	1.000	0.312	2.833	0.884	60.715		0.487	
53	Descartes	1.000	1.000	0.443	0.443			0.090	
54	Nieve marina	1.000	1.000	3.000	3.000			0.036	
55	Detrito depositado	1.000	1.000	32.850	32.850			0.054	

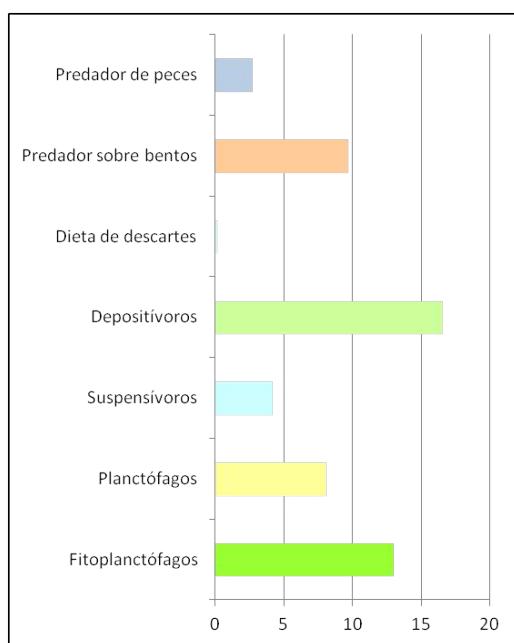
G.F.= grupo funcional, T.L.= nivel trófico, B=biomasa, P=producción, Q=consumo, EE=eficiencia ecotrófica.1t/km<sup>2</sup>.

De la tabla de las estimaciones básicas se ha obtenido la figura 9.1.1. en la que se representa la distribución de la biomasa y la producción de los diferentes grupos funcionales. Los valores más altos de biomasa corresponden al detrito depositado (55) y a sus principales consumidores, la infauna (46) y los equinodermos depositívoros (43). También hay que destacar la elevada biomasa del fitoplancton (51) y de sus consumidores, el bentos filtrador (45) y el micro-mesozooplancton (50). Los resultados del cociente P/B más elevados corresponden, como era de esperar, a los productores primarios del sistema: el fitoplancton (51) y las macroalgas (52). Los grupos consumidores del plancton, micro-mesozooplancton (50), macrozooplancton (49) y plancton gelatinoso (48) presentan también un elevado valor del cociente P/B debido a la rápida tasa de renovación que presentan estos organismos, con más de un ciclo reproductivo al año.



**Figura 9.1.1-** Representación gráfica de la biomasa y el cociente producción/biomasa de los grupos funcionales del modelo en equilibrio. El número de los grupos funcionales se puede consultar en la tabla anterior (Tabla 9.1.1).

La biomasa de los consumidores en función de los hábitos de consumo se recoge en la figura 9.1.2. En ella se puede apreciar cómo la estrategia alimentaria de los depositívoros es la que está más representada, seguida de los fitoplanctófagos y los predadores sobre el bentos. El grupo de los predadores de peces es el que presenta menor biomasa. La dieta sobre descartes la presentan diversos grupos funcionales, pero solo de manera puntual cuando se produce un descarte, especialmente los grupos de carroñeros, aves marinas y tortugas.



**Figura 9.1.2.-** Representación de la distribución de la biomasa en función de la estrategia alimenticia de los consumidores. La biomasa está expresada en t/km<sup>2</sup>.

## 9.2. Análisis básicos

### 9.2.1. Flujos tróficos, eficiencia de transferencia de energía y estructura de la red trófica

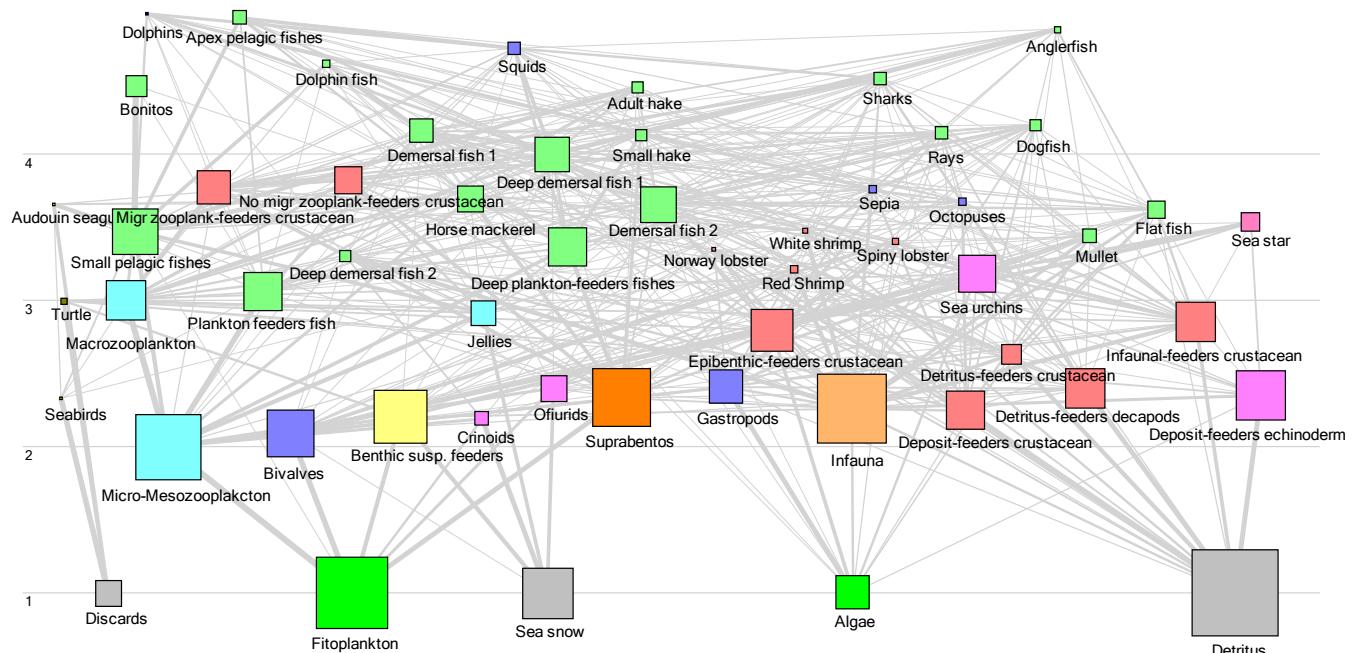
El modelo proporciona el cómputo global del ecosistema, en término de flujos tróficos (t/km<sup>2</sup>/año), asociados al consumo total del sistema (Qt), producción total (Pt), biomasa total (Bt), respiración total (Rt), exportaciones totales (Et) y flujos tróficos hacia el detrito (FD) (Tabla 9.2.1).

También se obtienen las transferencias totales del sistema (TST, t/km<sup>2</sup>/año) que son la suma de todos los flujos tróficos generados de consumo, respiración, flujos al detrito, exportación e importación, que entran y salen del sistema o de un grupo funcional. A nivel global, las TST son un indicador indirecto del tamaño del ecosistema en términos de flujos tróficos y de su actividad (Ulanowicz, 1986; Christensen y Walters, 2004). Este valor en el sistema del mar Balear es relativamente bajo lo que concuerda con la naturaleza oligotrófica del mar Mediterráneo, aunque es elevado en comparación con otros sistemas mediterráneos analizados.

**Tabla 9.2.1.- Estadísticos de cuantificación de flujos tróficos del sistema.****Cuantificación de flujos tróficos**

Suma de consumo total (Qt)	1321609 t/km <sup>2</sup> /año
Suma de exportaciones total (Et)	1211544 t/km <sup>2</sup> /año
Suma de respiración total (Rt)	557086 t/km <sup>2</sup> /año
Suma de todos los flujos hacia el detrito (FD)	2058620 t/km <sup>2</sup> /año
<b>Transferencias totales del sistema (TST)</b>	<b>5151859 t/km<sup>2</sup>/año</b>
Suma de producción total (Pt)	2194007 t/km <sup>2</sup> /año
Biomasa total (Bt) (sin detrito)	69536 t/km <sup>2</sup>

Todos estos flujos tróficos se pueden representar gráficamente de manera que se aprecie la complejidad de la red trófica del sistema. En la figura 9.2.1 se esquematiza la red trófica del mar Balear y sus cinco niveles tróficos. Los grupos funcionales se distribuyen a lo largo de estos cinco niveles tróficos (los valores de T.L. están recogidos en la tabla 9.1.1); y el tamaño de las cajas que los simbolizan y de las conexiones entre las mismas están representados en función de la biomasa. Se puede observar que las mayores biomasas se concentran en los niveles tróficos más bajos (1 y 2), mientras que los grupos funcionales con nivel trófico mayor de 4.5 representan tan solo el 1.2% de la biomasa total del sistema. También se puede observar que la mayor complejidad de flujos tróficos se produce en los niveles intermedios (3 y 4).

**Figura 9.2.1.- Representación gráfica de la estructura de la red trófica del ecosistema del mar Balear.**

Además, el modelo incorpora un método propuesto por Ulanowicz (1995) para simplificar la representación de las redes tróficas en función de niveles tróficos discretos mediante la agregación en los flujos tróficos. Esta agregación se realiza en función de la contribución de cada componente del ecosistema a un nivel trófico entero desde los productores primarios a los depredadores apicales. El sistema del mar Balear se ha integrado en un conjunto de 12 niveles tróficos discretos (Tabla 9.2.2), de manera que los productores primarios y los detritos se incluyen ambos en el nivel trófico I, mientras que el resto representa a los consumidores. Los resultados de la agregación permiten calcular el flujo total hacia el detrito y hacia niveles tróficos superiores, y las eficiencias de transferencia de energía (TE) (Tabla 9.2.3).

**Tabla 9.2.2.- Matriz de agregación de niveles tróficos.**

G.F.	Nombre del grupo/nivel trófico discreto	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Delfines	0	0	0.0157	0.373	0.405	0.167	0.0337	0.00427	0.00063	7.4E-05	7E-06	0
2	Aves marinas	0	0.873	0.00018	0.0766	0.0431	0.00588	0.00094	0.00016	1.4E-05	0	0	0
3	Gaviota de Audouin	0	0.33	0.0281	0.377	0.227	0.0333	0.00441	0.00072	8.8E-05	9E-06	0	0
4	Tortugas	0	0.418	0.353	0.18	0.0419	0.00637	0.00067	0.00006	4E-06	0	0	0
5	Grandes predadores pelágicos	0	0	0.00926	0.423	0.367	0.16	0.0356	0.00382	0.00057	6.3E-05	6E-06	0
6	Bonitos	0	0	0.00169	0.603	0.355	0.0357	0.00389	0.00052	4.2E-05	5E-06	0	0
7	Llampuga	0	0.00529	0.00714	0.455	0.399	0.108	0.0218	0.0033	0.00049	0.00006	5E-06	0
8	Rapes	0	0	0.0824	0.264	0.464	0.168	0.0183	0.00291	0.00034	4.2E-05	3E-06	0
9	Merluza adulta	0	0	0.0457	0.571	0.32	0.0564	0.00617	0.00097	0.0001	1.1E-05	0	0
10	Merluza juvenil	0	0	0.21	0.55	0.204	0.0322	0.00319	0.00052	5.4E-05	5E-06	0	0
11	Peces demersales 1	0	0.0111	0.23	0.512	0.196	0.0435	0.0067	0.00103	0.00013	1.2E-05	0	0
12	Peces demersales profundos 1	0	0.0688	0.174	0.543	0.197	0.0141	0.00259	0.00023	3.1E-05	0	0	0
13	Peces demersales 2	0	0.00598	0.596	0.294	0.0832	0.0172	0.00291	0.0004	0.00005	4E-06	0	0
14	Salmonetes	0	0.0007	0.702	0.237	0.0515	0.00821	0.00097	0.00013	1.1E-05	0	0	0
15	Peces planos	0	0.0894	0.504	0.262	0.111	0.0291	0.00358	0.00059	6.8E-05	6E-06	0	0
16	Peces demersales profundos 2	0	0	0.763	0.208	0.0262	0.00216	5.3E-05	2E-06	0	0	0	0
17	Peces planctofágicos	0	0	0.948	0.0508	0.0008	8.9E-05	0	0	0	0	0	0
18	Peces planctófagos profundos	0	0	0.677	0.308	0.0136	0.00105	8E-06	0	0	0	0	0
19	Pequeños pelágicos	0	0.00172	0.598	0.359	0.036	0.00391	0.00052	4.2E-05	5E-06	0	0	0
20	Jureles	0	0	0.472	0.412	0.101	0.0135	0.00233	0.00023	2.7E-05	2E-06	0	0
21	Rayas	0	0	0.298	0.418	0.213	0.0585	0.0112	0.00134	0.0002	1.6E-05	0	0
22	Tiburones	0	0	0.173	0.39	0.359	0.0633	0.0128	0.0017	0.00025	2.6E-05	0	0
23	Gató	0	0.00038	0.227	0.473	0.241	0.0465	0.00941	0.00168	0.00023	2.6E-05	0	0
24	Calamares	0	0	0.0516	0.4	0.419	0.117	0.0113	0.00187	0.00021	2.2E-05	0	0
25	Sepia	0	0	0.537	0.319	0.11	0.0272	0.00559	0.00081	0.00011	9E-06	0	0
26	Pulpos	0	0.0404	0.59	0.253	0.0906	0.0217	0.00381	0.00058	7.6E-05	6E-06	0	0
27	Gasterópodos	0	0.715	0.251	0.0313	0.00287	0	0	0	0	0	0	0
28	Bivalvos	0	0.91	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	Gamba roja	0	0.102	0.695	0.154	0.0484	0.00106	2.5E-05	0	0	0	0	0
30	Cigala	0	0.169	0.533	0.204	0.0872	0.00626	0.00041	2.8E-05	2E-06	0	0	0
31	Langosta	0	0.038	0.655	0.253	0.0476	0.00603	0.0007	5.6E-05	4E-06	0	0	0
32	Gamba blanca	0	0.185	0.393	0.217	0.198	0.00652	0.0005	2.5E-05	0	0	0	0
33	Crust. dieta epibentónica	0	0.522	0.336	0.125	0.0152	0.00201	0.00025	1.9E-05	0	0	0	0
34	Crust. dieta inafuna	0	0.502	0.383	0.0936	0.0198	0.00116	9.8E-05	0.00001	0	0	0	0
35	Crust. migr. zooplanctófagos	0	0	0.331	0.665	0.00293	0.00046	0	0	0	0	0	0
36	Crust. no migr. zooplanctófagos	0	0	0.435	0.539	0.0251	0.00108	1.4E-05	0	0	0	0	0
37	Decápodos detritívoros	0	0.752	0.199	0.043	0.00485	0.00049	0	0	0	0	0	0
38	Crust. depositívoros	0	0.912	0.0685	0.0153	0.00383	0	0	0	0	0	0	0
39	Gambas detritívoras	0	0.664	0.254	0.0725	0.00956	0.00017	0	0	0	0	0	0
40	Estrellas	0	0	0.642	0.281	0.0655	0.0101	0.00139	0.0001	7E-06	0	0	0
41	Erizos regulares	0	0.186	0.607	0.176	0.0269	0.00402	0.0003	2.5E-05	2E-06	0	0	0
42	Ofiuras	0	0.637	0.341	0.0211	0.00097	0.00011	0	0	0	0	0	0
43	Equinodermos depositívoros	0	0.867	0.104	0.0232	0.00581	0	0	0	0	0	0	0
44	Crinoideos	0	0.811	0.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	Bentos filtrador	0	0.8	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	Infrafauna	0	0.781	0.175	0.0437	0	0	0	0	0	0	0	0
47	Suprabentos	0	0.716	0.278	0.00498	0.00125	0	0	0	0	0	0	0
48	Plancton gelatinoso	0	0.311	0.559	0.122	0.00747	9.4E-05	5E-06	0	0	0	0	0
49	Macrozooplanton	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	Micro-Mesozooplanton	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	Fitoplanton	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	Algas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	Descartes	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	Nieve marina	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	Detrito depositado	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

La eficiencia de transferencia de energía (TE) representa la fracción total de producción de un nivel trófico que es transferida a un nivel trófico superior a través del consumo o es exportado fuera del sistema (Pauly y Christensen, 1995). Este concepto resume las ineficiencias o disipación de la energía que se producen a lo largo de la cadena trófica en relación con la respiración, excreción, egestión y mortalidad natural, las cuales explican por qué la producción de un nivel trófico superior es siempre menor a la producción de un nivel trófico inferior (Margalef, 1974). Para un determinado nivel trófico, la transferencia de energía se obtiene mediante el cociente de producción del nivel trófico actual y el TL precedente. A nivel global, la eficiencia media de transferencia de energía de los ecosistemas acuáticos se ha calculado que es del 10% (Pauly y Christensen, 1995), por lo que el valor calculado para el sistema Balear de 18.9% es ligeramente superior a la media, pero se sitúa entre los valores normales encontrados en la bibliografía. Los valores de transferencia de energía entre los diferentes niveles tróficos oscilan desde los más eficientes con un valor de 21.4% entre los niveles II y III, hasta el 5.3% entre los niveles XI y XII.

**Tabla 9.2.3.-** Eficiencias de transferencia de energía entre nivel trófico entero.

Fuente \ Nivel trófico	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Productores	21.3	16.3	19.2	16.9	17.7	16.4	17	16.2			
Detritos	21.5	20	15.7	18.1	18	17.5	16.7				
Todos los flujos	21.4	16.8	18.9	17	17.7	16.5	16.9	16.2	15.1	5.3	

Proporción del total de flujos tróficos originados desde el detrito: 0,44

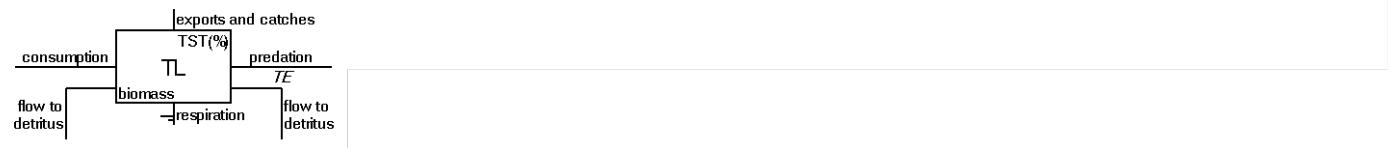
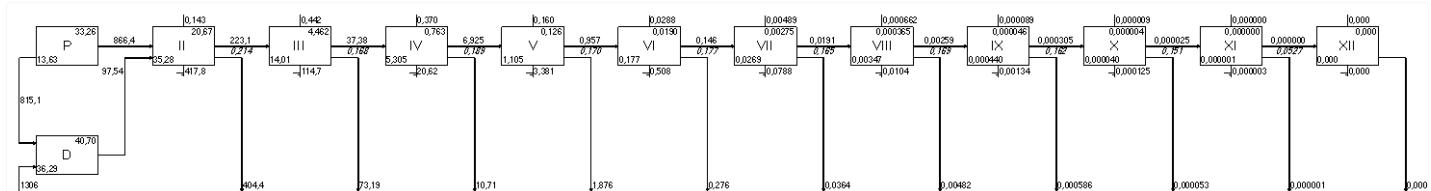
Eficiencias de transferencia de energía (calc. como media geométrica de niveles tróficos II-IV):

Desde los productores primarios: 18,93%

Desde el detrito: 19,06%

Total: 18,9%

Las TE junto con los flujos tróficos por nivel trófico discreto permiten representar gráficamente y de forma sencilla la red trófica de un ecosistema. Esta representación se conoce como *Lindeman Spine* (Lindeman, 1942; Ulanowicz, 1986; Wulff et al., 1989b; Libralato et al., 2002). En la figura 9.2.2 los productores primarios (P) y los detritos (D), ambos integrantes del nivel trófico I, se encuentran divididos para clarificar la representación. El análisis muestra que la mayoría de los flujos tróficos se producen entre los niveles tróficos I y III. El nivel trófico I es el que presenta el flujo de mayor energía que sale y entra de él, seguido del nivel trófico II. Los flujos desde el nivel trófico I al II es mayor para el que se produce desde los productores primarios que desde el detrito, mostrando la importancia de la producción primaria frente el detrito como fuente de energía del sistema. Los mayores niveles de depredación se producen sobre los niveles mas bajos I, II y III, mientras que en los niveles mas altos es apenas inexistente. La exportación de flujos es mayor en los niveles tróficos del II al V, teniendo su máximo en el III. Esto indica que son los niveles que están sufriendo una mayor presión pesquera en el sistema.



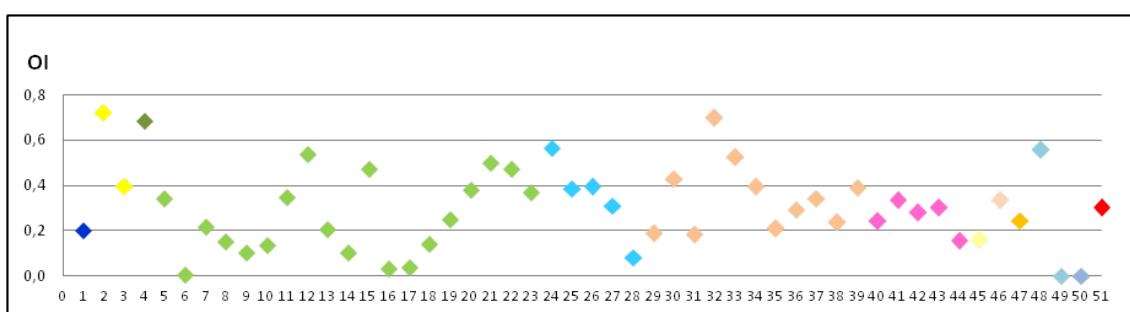
**Figura 9.2.2.-** Representación esquemática de la cadena trófica del mar Balear por niveles tróficos discretos o *Lindemann spine*, en donde la biomasa ( $t/km^2$ ) y los flujos tróficos ( $t/km^2/año$ ) se agregan por nivel trófico. P: productores primarios, D: detritos, TL: nivel trófico, TE: eficiencia de transferencia de energía, TST: transferencias totales del sistema.

## 9.2.2. Índice de omnivoría

Como se ha comentado anteriormente, el nivel trófico de un organismo identifica su posición en la red trófica y se define como el número de interacciones tróficas que permiten que la materia y la energía se transfieran desde los productores primarios y el detrito hasta el organismo. Por tanto, se puede definir a partir del nivel trófico medio de sus presas, ponderado con la proporción de cada presa en la dieta. Además, de los niveles tróficos se puede obtener el índice de omnivoría. El índice de omnivoría de una especie  $j$  indica su especialización trófica y se define como la varianza del nivel trófico de las presas  $i$ :

$$OI_j = \sum_{i=1}^n TL_i - (TL_i - 1)^2 \cdot DC_{ij}$$

Cuando el valor del índice de omnivoría se aproxima a 0, el consumidor se alimenta en un solo nivel trófico y está altamente especializado; cuando el valor se aproxima a 1, el consumidor basa su alimentación en numerosos niveles tróficos. En la figura 9.2.3 y en la tabla 9.2.4 se recogen los valores del índice de omnivoría tanto de los grupos funcionales de consumidores, como del sistema en conjunto del mar Balear. El valor de este índice para el conjunto del sistema es de 0.3, lo que indica que se trata de un ecosistema maduro compuesto por grupos funcionales especializados, pero con una cierta flexibilidad en sus dietas.



**Figura 9.2.3.-** Representación gráfica del índice de omnivoría de los grupos funcionales y del sistema del mar Balear. OI: índice de omnivoría. Los números los grupos funcionales de consumidores que se pueden consultar en la tabla siguiente (Tabla 9.2.4). El número 51 corresponde, en este caso, al valor del conjunto del sistema.

**Tabla 9.2.4.- Valores del índice de omnivoría de los grupos funcionales y del sistema.**

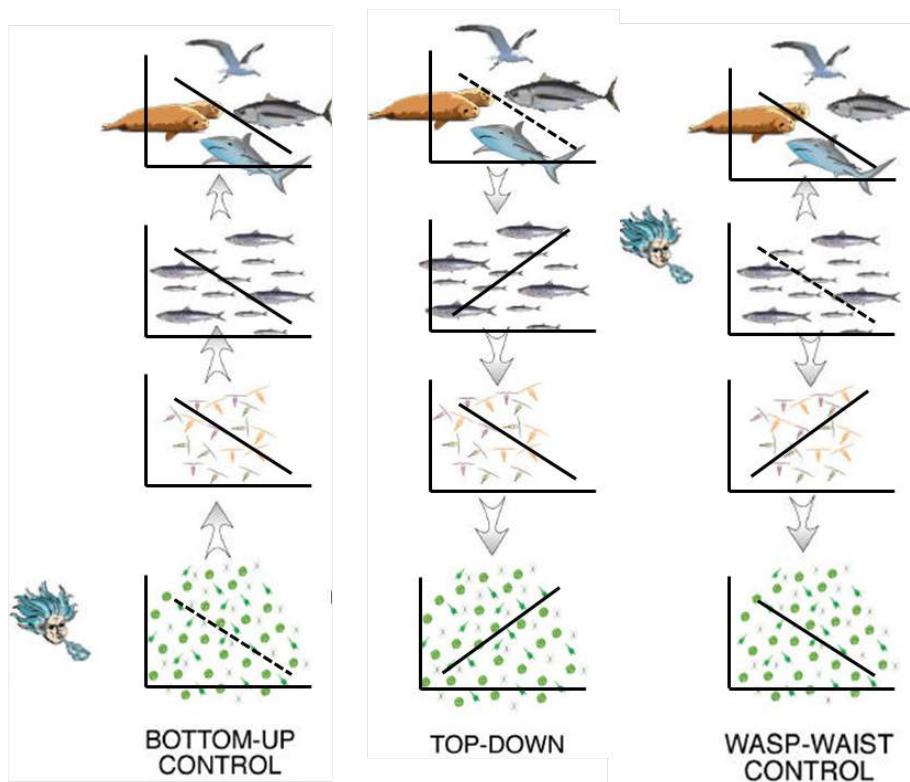
G.F.	Nombre del grupo	IO
1	Delfines	0.20
2	Aves marinas	0.72
3	Gaviota de Audouin	0.40
4	Tortugas	0.68
5	Grandes predadores pelágicos	0.34
6	Bonitos	0.00
7	<i>Llampuga</i>	0.22
8	Rapes	0.15
9	Merluza adulta	0.10
10	Merluza juvenil	0.14
11	Peces demersales 1	0.35
12	Peces demersales profundos 1	0.54
13	Peces demersales 2	0.20
14	Salmonetes	0.10
15	Peces planos	0.47
16	Peces demersales profundos 2	0.03
17	Peces planctofágicos	0.04
18	Peces planctoófagos profundos	0.14
19	Pequeños pelágicos	0.25
20	Jureles	0.38
21	Rayas	0.50
22	Tiburones	0.47
23	Gató	0.37
24	Calamares	0.56
25	Sepia	0.39
26	Pulpos	0.39
27	Gasterópodos	0.31
28	Bivalvos	0.08
29	Gamba roja	0.19
30	Cigala	0.43
31	Langosta	0.18
32	Gamba blanca	0.70
33	Crust. dieta epibentónica	0.52
34	Crust. dieta inafuna	0.39
35	Crust. Migr. zooplanctófagos	0.21
36	Crust. no migr. zooplanctófagos	0.29
37	Decápodos detritívoros	0.34
38	Crust. depositívoros	0.24
39	Gambas detritívoras	0.39
40	Estrellas	0.24
41	Erizos regulares	0.34
42	Ofiuras	0.28
43	Equinodermos depositívoros	0.30
44	Crinoideos	0.15
45	Bentos filtrador	0.16
46	Infauna	0.33
47	Suprabentos	0.24
48	Plancton gelatinoso	0.56
49	Macrozooplanton	0.00
50	Micro-Mesozooplancton	0.00
51	<b>TOTAL</b>	0.30

GF: grupo funcional, OI: índice de omnivoría

El mayor alto grado de especialización en el mar Balear lo tienen los grupos de micro-mesozooplanton (50) que se alimenta exclusivamente de fitopláncton (51), macrozooplancton (49) que preda sobre sobre el micro-mesozooplanton (50), y por último los bonitos (6), que es un depredador especializado en pequeños pelágicos (19), que completa su dieta con peces planctófagos (17) y jureles (20), todos ellos con un nivel trófico semejante.

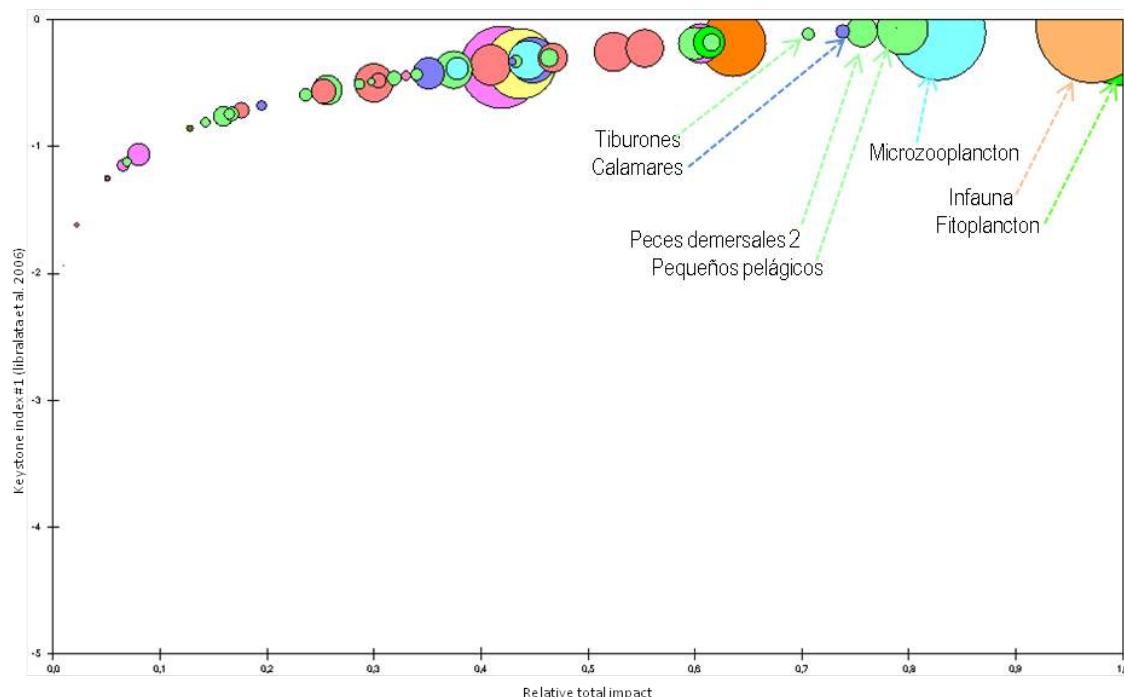
### 9.2.3. Especies clave y control de flujos tróficos

Las interacciones tróficas en el medio marino no tienen todas la misma importancia, y no todas las especies cumplen la misma función. Así, existen especies cuyo impacto en el ecosistema es mayor y desproporcionado a su abundancia, siendo éstas las denominadas especies clave del ecosistema o *keystone species* (Paine, 1969; Power et al., 1996; Piraino et al., 2002). Las especies clave son por definición especies no abundantes y cuya modificación puede fácilmente comportar la proliferación de cascadas tróficas (Libralato et al., 2006). Además de las especies clave, existen otras cuya importancia ecológica radica en su abundancia, siendo estas especies importantes por su rol estructurador del ecosistema (Piraino et al., 2002). Su modificación puede también conllevar cambios importantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, como en el caso de especies clave. Para determinar la importancia que tiene una especie en un sistema se utiliza el índice *keytoneness*, que es una medida del papel que juegan los grupos funcionales en la red trófica y en el sistema.



**Figura 9.2.4.-** Esquema simplificado a cuatro niveles del control de flujos tróficos en un ecosistema marino, según si el control es de tipo bottom-up, top-down o wasp-waist. El factor de control está indicado en línea discontinua (Modificado de Cury et al. 2001).

En relación con la estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos, un elemento fundamental es el control de los flujos tróficos (Figura 9.2.4), que define quién controla a quién en el ecosistema. Las dinámicas establecidas entre el control trófico de los organismos de tamaño pequeño (control de tipo *bottom-up* o control de las presas) y el control de los organismos de mayor tamaño (control de tipo *top-down* o control de los depredadores) regulan las comunidades marinas y proporcionan los fundamentos para entender su estructura, funcionamiento y evolución (Reid et al., 2000). El control de las presas o de tipo *bottom-up* parece ser el control trófico que predomina en sistema marinos (Cury et al., 2001). En este caso los organismos se encuentran limitados por sus presas y la dinámica poblacional de éstos depende básicamente de la abundancia o escasez de las presas. Por el contrario, el control de tipo *top-down* implica que son los depredadores los que controlan la dinámica poblacional de sus presas. Recientemente se ha postulado la importancia ecológica de determinadas especies con carácter dominante en el ecosistema y que se encuentran en una situación intermedia de la red trófica. Estas especies tendrían una importancia estructural esencial y ejercerían un control de tipo cintura de avispa (*wasp-waist*), teniendo un impacto combinado tanto sobre sus depredadores como sobre sus presas. Este tipo de control ha sido identificado en relación con los peces pelágicos de tamaño pequeño en zonas de afloramiento, dónde existe un control de tipo *top-down* por los pequeños pelágicos sobre el zooplancton y al mismo tiempo un control de tipo *bottom-up* de los peces pelágicos de tamaño pequeño sobre los depredadores apicales (Rice, 1995; Bakun, 1996; Cury et al., 2000).

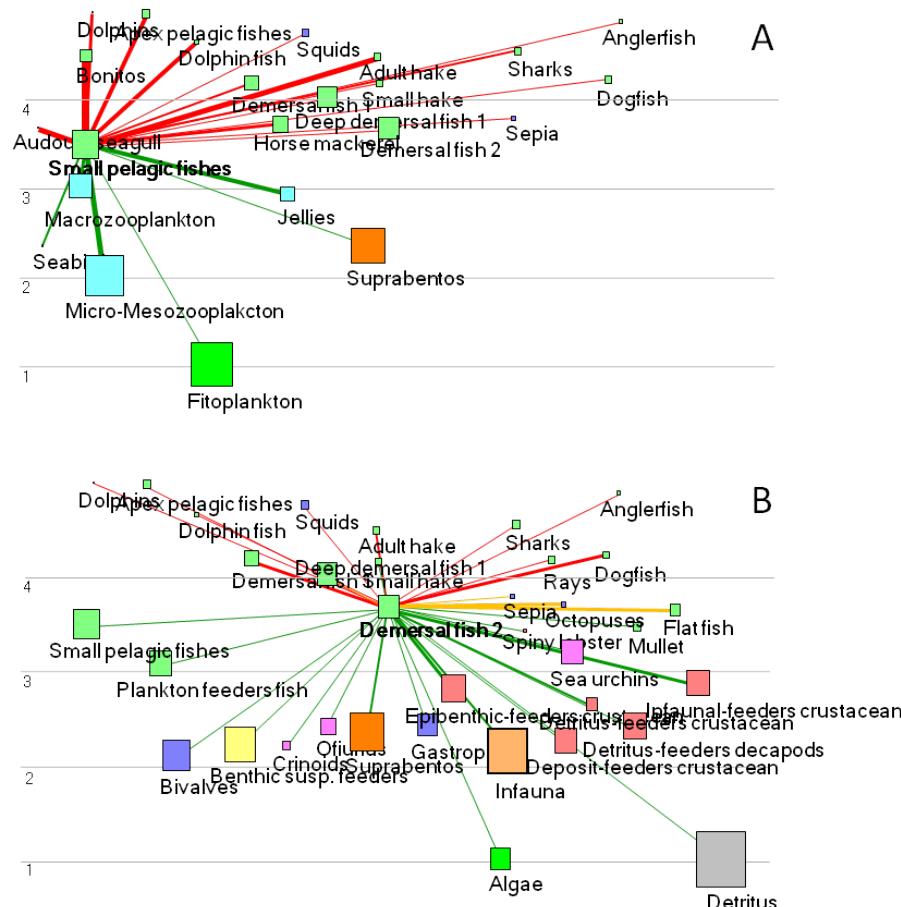


**Figura 9.2.5.-** Representación gráfica del índice de especies clave y del impacto relativo total de los grupos funcionales del sistema del mar Balear.

**Tabla 9.2.5.-** Resultados del índice de especies clave y del impacto relativo total que cada grupo funcional tiene en el sistema del mar Balear.

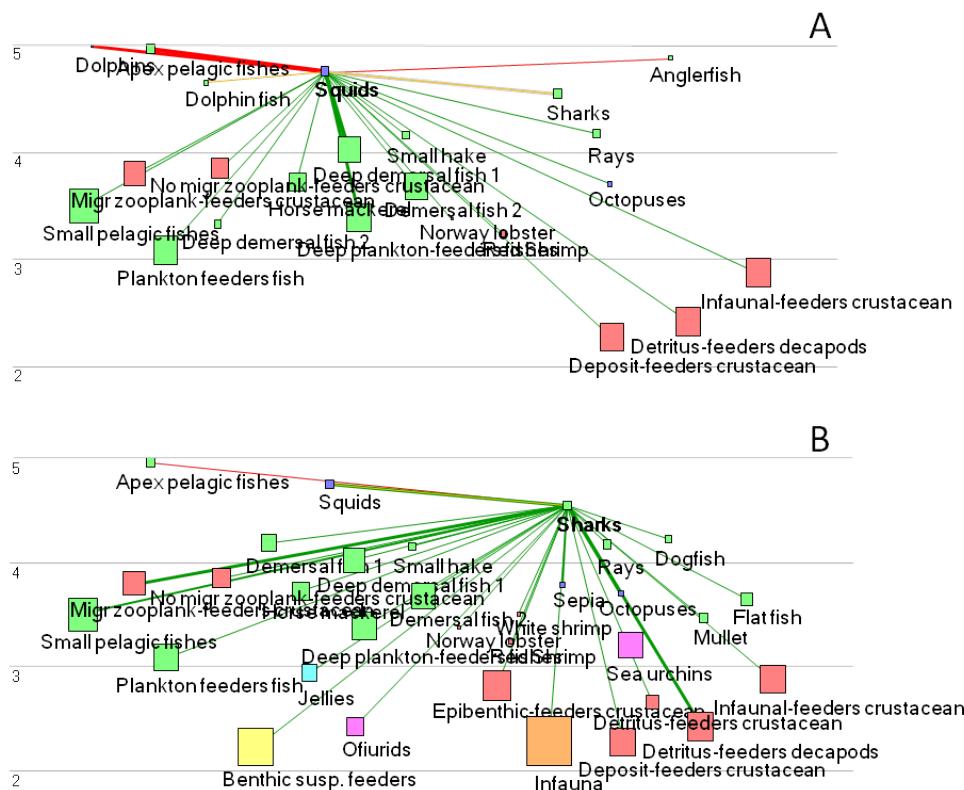
G.F.	Nombre del grupo	Keystone index	Impacto relativo total
1	Delfines	-1.947	0.0105
2	Aves marinas	-0.805	0.146
3	Gaviota de Audouin	-0.0714	0.789
4	Tortugas	-0.862	0.128
5	Grandes predadores pelágicos	-0.333	0.433
6	Bonitos	-0.304	0.464
7	<i>Llampuga</i>	-0.494	0.298
8	Rapes	-0.814	0.143
9	Merluza adulta	-0.819	0.178
10	Merluza juvenil	-0.819	0.178
11	Peces demersales 1	-0.18	0.616
12	Peces demersales profundos 1	-0.196	0.601
13	Peces demersales 2	-0.0949	0.757
14	Salmonetes	-0.751	0.165
15	Peces planos	-0.744	0.168
16	Peces demersales profundos 2	-0.437	0.34
17	Peces planctofágicos	-0.563	0.257
18	Peces planctófagos profundos	-0.402	0.375
19	Pequeños pelágicos	-0.0832	0.795
20	Jureles	-0.766	0.16
21	Rayas	-0.595	0.237
22	Tiburones	-0.12	0.707
23	Gató	-0.466	0.319
24	Calamares	-0.101	0.739
25	Sepia	-0.336	0.429
26	Pulpos	-0.679	0.195
27	Gasterópodos	-0.428	0.352
28	Bivalvos	-0.328	0.449
29	Gamba roja	-0.487	0.304
30	Cigala	-1.627	0.022
31	Langosta	-1.26	0.0511
32	Gamba blanca	-1.257	0.0515
33	Crust. dieta epibentónica	-0.233	0.554
34	Crust. dieta inafuna	-0.257	0.525
35	Crust. Migr. zooplanctófagos	-0.303	0.468
36	Crust. no migr. zooplanctófagos	-0.569	0.253
37	Decápodos detritívoros	-0.366	0.409
38	Crust. depositívoros	-0.499	0.3
39	Gambas detritívoras	-0.724	0.176
40	Estrellas	-0.45	0.331
41	Erizos regulares	-0.195	0.606
42	Ofiuras	-1.068	0.08
43	Equinodermos depositívoros	-0.385	0.42
44	Crinoideos	-1.151	0.0657
45	Bentos filtrador	-0.356	0.437
46	Infrafauna	-0.0572	0.972
47	Suprabentos	-0.19	0.636
48	Plancton gelatinoso	-0.394	0.378
49	Macrozooplanton	-0.329	0.444
50	Micro-Mesozooplanton	-0.104	0.828
51	Fitoplancton	-0.0564	1
52	Macroalgas	-0.186	0.614

En el mar Balear se han detectado tres tipos de grupos funcionales que están ejerciendo un control en el ecosistema. En primer lugar tenemos los grupos dominantes, que presentan un elevado impacto total relativo debido a una elevada biomasa (Figura 9.2.5 y Tabla 9.2.5). Este es el caso de los grupos funcionales del fitoplancton, la infauna y el micro-mesozooplancón con un valor de impacto relativo de 1, 0.972 y 0.828 respectivamente. Su alta biomasa les permitiría estar ejerciendo un control del ecosistema del tipo *bottom-up*. Existe un segundo grupo de especies que crean la base del equilibrio ecológico del sistema ya que presentan una biomasa media, pero con un elevado número de interacciones tróficas. Es el caso de los pequeños pelágicos con un valor de impacto relativo de 0.795 y de los peces demersales 2 con un valor de 0.757. En la figura 9.2.6 se puede apreciar el número de interacciones tróficas que presentan estos dos grupos en el sistema. Al estar situadas en niveles tróficos intermedios 3.47 en el caso de pequeños pelágicos y 3.65 para los peces demersales 2, tienen un alto impacto en grupos funcionales de mayor y menor nivel trófico que ellos, ejerciendo un control de tipo *wasp-waist* en el ecosistema.



**Figura 9.2.6.-** Interacciones tróficas del grupo trófico pequeños pelágicos (A) y peces demersales 2 (B). En rojo se indican los flujos tróficos de depredación sobre el grupo trófico, en verde los flujos tróficos hacia las presas del grupo trófico y en amarillo las relaciones de depredación mutua.

Por último, encontramos las especies clave, que como se ha mencionado anteriormente son aquellas que presentan un papel estructurador importante en el ecosistema, aunque tienen una biomasa pequeña. En el mar Balear las especies clave detectadas son los grupos funcionales de los calamares y de los tiburones con un valor de impacto relativo en el ecosistema de 0.739 y 0.707 respectivamente. En ambos casos se trata de predadores apicales, con una dieta muy diversa cuyas presas se distribuyen por todos los niveles tróficos como se puede apreciar en la figura 9.2.7 y sin apenas predadores naturales. Se puede decir por tanto, que ejercen un control del tipo *top-down* en el ecosistema.



**Figura 9.2.7.-** Interacciones tróficas del grupo trófico calamares (A) y tiburones (B). En rojo se indican los flujos tróficos de depredación sobre el grupo trófico, en verde los flujos tróficos hacia las presas del grupo trófico y en amarillo las relaciones de depredación mutua.

### 9.3. Estadísticos

El modelo proporciona una serie de estadísticos relacionados con aspectos energéticos, la estructura, la historia vital de los organismos, el reciclaje de nutrientes, la presión de selección y la homeostasis general del ecosistema que se han relacionado con la teoría del desarrollo de los ecosistemas de Odum (1969) (Odum, 1971; Christensen, 1995b; Vasconcellos et al., 1997; Christensen y Pauly, 1998; Heymans y Baird, 2000; Christensen et al., 2004). La teoría de Odum sobre el desarrollo ecosistémico está relacionada con la sucesión y sugiere que, a medida que un ecosistema se desarrolla, la biomasa por unidad de superficie aumenta, al igual que el tamaño medio de los organismos, el reciclaje de nutrientes, la disipación de energía libre, la información y, en general, la complejidad y estabilidad del ecosistema (Odum, 1969). En contrapartida, cuando los ecosistemas son alterados (por ejemplo, por la actividad pesquera), el nivel de desarrollo del ecosistema disminuye, reduciéndose la biomasa, la complejidad y la energía libre disipada.

A continuación se describen los principales índices relacionados con la teoría del desarrollo de los ecosistemas y su valor en el sistema del mar Balear.

- Cociente producción primaria total/respiración (Pp/R): En sistemas maduros o desarrollados este cociente se aproxima a la unidad, cuando la respiración y la producción primaria son semejantes, y es mayor de 1 en ecosistemas en desarrollo y menor a 1 en ecosistemas con contaminación orgánica. En el mar Balear presenta un valor de 3.02.

- Cociente producción primaria total/biomasa total (Pp/B): Cuando el sistema se desarrolla, este cociente disminuye (la biomasa aumenta); y en ecosistemas inmaduros es elevado, ya que la biomasa es menor. En el mar Balear presenta un valor elevado de 24.19.

- Cociente biomasa/transferencias totales del sistema (B/T): Representa la biomasa sostenida por unidad de energía; es menor en ecosistemas en desarrollo y crece a medida que el ecosistema se desarrolla, ya que la biomasa aumenta. En el mar Balear presenta un valor de 0.01, que es relativamente bajo.

- Cociente biomasa/producción del sistema (B/P): Se relaciona indirectamente con el tamaño de los organismos y su longevidad, siendo mayor a medida que el ecosistema se desarrolla, cuando los organismos de mayor tamaño y vida más larga crecen en proporción dentro del ecosistema. En el mar Balear presenta un valor relativamente bajo de 0.03.

- Cociente respiración/biomasa (R/B): Se considera una función termodinámica relacionada con la homeostasis de los ecosistemas; se ha relacionado con la estabilidad y la entropía y se cree que aumenta con el desarrollo del ecosistema. En el mar Balear presenta un valor de 8.01 que es relativamente alto.

- Producción neta del sistema (PN): Es la producción primaria menos la respiración total del sistema y tiende hacia 0 a medida que el ecosistema se desarrolla. En el mar balear tiene un valor de 568.305 que es relativamente alto.

- Índice de omnivoría del sistema (SOI): Refleja el estado trófico y la complejidad de la comunidad y se define como la media de los índices de omnivoría de cada consumidor (OI) ponderada según el logaritmo del alimento consumido. Valores bajos de SOI indican una linealidad en la red trófica. Las redes tróficas complejas son típicas de ecosistemas maduros, mientras que las redes tróficas lineales lo son de ecosistemas en desarrollo. En el mar Balear alcanza un valor relativamente elevado de 0.28.

- Índice de conectividad (CI): Se define como el cociente entre el número de conexiones actuales en el ecosistema en relación con el número potencial de conexiones. El ecosistema evoluciona desde una forma lineal (CI bajo) hasta una forma en red (CI alto). El valor en el mar Balear es de 0.207 que es relativamente elevado.

- Ascendencia (A): Relacionada con la teoría de la información (Ulanowicz, 1986), es una medida de la información media mutual intercambiada dentro de un sistema, derivada de las transferencias totales. Si se conoce la ubicación de una unidad de energía en un sistema, la incertidumbre asociada a la localización de otra unidad se reduce con la cantidad de información común del sistema, o ascendencia (Ulanowicz y Puccia, 1990). Así, esta medida se asocia con la organización y eficiencia del ecosistema y con la madurez y capacidad del ecosistema para resistir a las perturbaciones externas. Valores bajos de ascendencia indican que el ecosistema está en desarrollo, mientras que los valores mas elevados indican que se ha alcanzado una etapa de madurez. En el mar Balear alcanza un valor de 8561.6 flowbits o del 40.7%, que es un valor relativamente elevado.

- La capacidad de desarrollo (C): Se define como el límite superior que la ascendencia puede alcanzar en un sistema y la diferencia entre ambas es el coste de funcionamiento del sistema (O), que proporciona los límites de crecimiento de la ascendencia y refleja la capacidad del sistema para enfrentarse a perturbaciones (Ulanowicz, 1986; Baird et al., 1991; Christensen, 1995b). En el mar Balear la capacidad de desarrollo alcanza valores de 21031.9 flowbits o del 100%, mientras que el coste del funcionamiento del sistema es de 12457.2 flowbits o 59.2% que son valores relativamente altos.

- Reciclaje de materia y energía: El reciclaje de materia y energía se considera uno de los procesos con mayor importancia en el funcionamiento de los ecosistemas (Odum, 1969). Los sistemas en desarrollo presentan menor reciclaje que los ecosistemas desarrollados (Odum, 1969; Baird y Ulanowicz, 1993; Christensen, 1995b) y el reciclaje de nutrientes parece ser un elemento de retroalimentación positiva que contribuye a la estabilidad. En este contexto, el índice de reciclaje de Finn (FCI), o la proporción de todos los flujos generados que se reciclan en el sistema (Finn, 1976), es un índice muy utilizado para medir el reciclaje y el desarrollo del ecosistema (Odum, 1969; Baird et al., 1991; Christensen, 1995b). La longitud media de las vías (PL) está asociada al reciclaje de materia y energía. Es el número de grupos funcionales que un flujo trófico atraviesa dentro del ecosistema (Finn, 1976) y constituye una medida de la complejidad de la red trófica. En el mar Balear el índice de reciclaje de Finn tiene valores muy bajos de 0.74 y la longitud media de las vías tiene un valor de 2.91, que es relativamente bajo.

Con todos estos índices proporcionados por el modelo, y los atributos definidos por Odum (1969) sobre el desarrollo de los ecosistemas, podemos tener una idea del estado en el que se encuentra el Mar Balear. En términos de aspectos energéticos de la comunidad los valores de Pp/R, Pp/R, B/T B/P y PN, nos indican que el mar Balear es un sistema que todavía no ha alcanzado el estado de madurez, sino que se encuentra en una etapa de desarrollo.

En términos de historia vital, el valor de los índices de omnivoría de los diferentes grupos funcionales nos estaría indicando el grado de especialización de nicho ecológico, que en el caso de la mar Balear es elevado, indicando la madurez del sistema. El valor del cociente B/P, sería una medida del tamaño de los organismos del sistema y del ciclo de vida de los mismos. En el sistema balear el valor de este cociente es relativamente bajo, lo que indica que se trata de un sistema en desarrollo. Esto puede estar justificado, por el gran desarrollo de organismos invertebrados de pequeño tamaño y de vida corta que presenta este sistema.

En términos de la estructura de la comunidad podemos afirmar, que aunque la materia orgánica presente en el sistema, indicada por el cociente B/T tiene valores un poco bajos, revelando que todavía no se ha alcanzado un nivel de madurez en el ecosistema, el resto de los indicadores demuestran que se trata de un ecosistema maduro. Como es el caso de la diversidad de especies, diversidad bioquímica, estratificación y heterogeneidad espacial, forma de la red trófica y el número de conexiones entre los elementos, definidos por los valores del índice de omnivoría y de conectividad del sistema.

En términos de homeostasis general del sistema nos encontramos con que la conservación de los nutrientes en el mar balear es baja, indicado por unos valores bajos obtenidos en los índices de reciclaje, lo que significaría que el ecosistema está en etapas de desarrollo. Sin embargo presenta un valor de R/B elevado, que junto a una estabilidad o resistencia a las perturbaciones elevada dada por el valor del coste de funcionamiento, y un valor de ascendencia también elevado, relacionado con la teoría de la información, indicarían que el mar Balear es un ecosistema maduro y complejo.

## 9.4. Índices relacionados con el impacto de los grupos funcionales y la pesca

Finalmente, el modelo incluye varios análisis con los que evaluar el impacto de los diversos grupos funcionales y la pesca.

### 9.4.1. Análisis mixto de impacto

La matriz mixta de impacto, o de impactos mixtos combinados, se basa en el trabajo de Leontief (1951) para analizar las influencias directas e indirectas de ciertos factores sobre la economía. Esta metodología fue introducida en ecología por Hannon (1973) y Hannon y Joiris (1989), y desarrollada por Ulanowicz y Puccia (1990). El análisis cuantifica los impactos netos ( $q_{ij}$ ), directos e indirectos, que un incremento en la biomasa del grupo funcional  $i$  tendría en las biomassas del resto de los diversos grupos funcionales  $j$  del ecosistema y puede considerarse como un análisis de sensibilidad (Majkowski, 1982). Los impactos netos ( $q_{ij}$ ) por grupo funcional se calculan mediante una matriz  $n \times n$ , donde el elemento  $(i,j)$  representa la interacción entre el grupo impactante  $i$  y el grupo impactado  $j$ :

$$q_{ij} = dc_{ij} - fc_{ji}$$

$dc_{ij}$  representa la contribución de la presa  $j$  en la dieta de  $i$  y  $fc_{ij}$  es la proporción de depredación en  $i$  que se debe a  $j$  como depredador de  $i$ .

Consecuentemente, los impactos tróficos mixtos ( $m_{ij}$ ) se calculan a partir del producto de todos los impactos netos ( $q_{ij}$ ) por todas las posibles relaciones tróficas que se establecen en la red trófica y que relacionan el grupo funcional  $i$  con  $j$ . La matriz de impactos tróficos mixtos ( $m_{ij}$ ) se obtiene a partir del inverso de la matriz ( $q_{ij}$ ) (Ulanowicz y Puccia, 1990; Christensen et al., 2004).

Los resultados de la matriz mixta de impacto permiten identificar interacciones directas, como son la competencia o depredación, e interacciones indirectas, como son las situaciones de cascadas tróficas y depredación beneficiosa (Paine, 1966; Menge, 1995; Pace et al., 1999). Una situación de depredación beneficiosa es un caso particular de cascada trófica en la que el impacto directo negativo que un depredador tiene sobre una presa se ve compensado por el impacto indirecto que este depredador le causa, por ejemplo, consumiendo también otros depredadores de esta presa o competidores en el sistema (Christensen et al., 2004). Sin embargo, este análisis no puede utilizarse para realizar predicciones, ya que no tienen una dimensión temporal y no puede anticipar cambios en biomasa y, consecuentemente, en la red trófica.

En la figura 9.4.1 se muestra la representación gráfica de la matriz mixta de impactos del ecosistema del mar Balear. En ella se pueden apreciar los impactos positivos y negativos de los diferentes grupos funcionales y los distintos artes de pesca. Los grupos con mayor número de impactos, son aquellos con menor nivel trófico. También se aprecia como existe una interacción negativa de competencia y en menor medida de canibalismo de los grupos sobre ellos mismos, que en la representación aparece marcada por una línea diagonal.

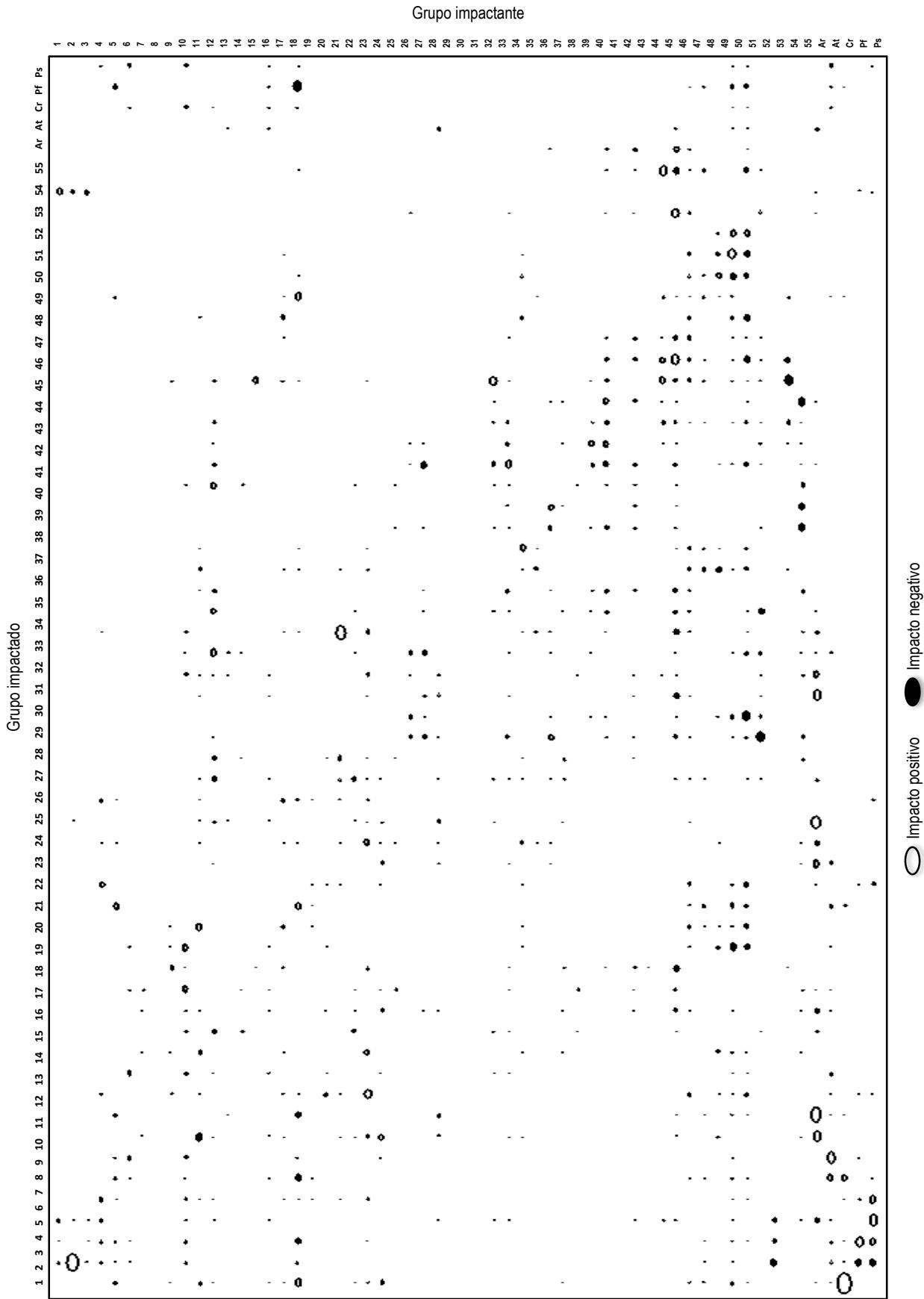
Con el fin de poder interpretar más fácilmente los resultados se han creado un conjunto de diagramas de barras, con los impactos de cada uno de los grupos funcionales con el resto de los elementos del sistema. Estos resultados se recogen en la figura 9.4.2 donde se puede apreciar que los mayores impactos positivos sobre el sistema lo generan los grupos del detrito depositado

y el fitoplancton. En el caso de las principales especies comerciales del mar Balear, la gamba roja es la que presenta un impacto mayor en el ecosistema. Estos impactos se producen por competencia directa por los recursos, con los grupos de gamba roja (29) y cigala (30), o por competencia indirecta con el alimento de sus presas como ocurre con los grupos de rape (8), merluza adulta (9), y los grupos de condrichtios (21, 22 y 23). También tiene un elevado impacto positivo sobre la pesquería de arrastre de la que es especie objetivo. El grupo de los salmonetes tiene poco impacto en el sistema, aunque presenta un elevado impacto por competencia con los recursos con los crustáceos, especialmente con las langostas (31) y en menor medida con la cigala (30). También impacta, pero de manera positiva sobre las sepías (25) de las que son presas cuando son juveniles y sobre las pesquerías de arrastre y artesanales, de las que es especie objetivo. La última de las principales especies objetivo es la merluza, que en su etapa adulta tiene poco impacto sobre el ecosistema, pero en su etapa juvenil tiene un mayor impacto. Este impacto se produce principalmente sobre sus presas directas que son los peces demersales profundos 1 y 2 (12 y 16) y los peces planctófagos profundos (18). Hay también que destacar el fuerte impacto negativo que tiene esta especie sobre si misma. El único impacto positivo reseñable que tiene este grupo es sobre los crinoideos (44), por eliminación de sus principales predadores, los peces demersales profundos 2 (16).

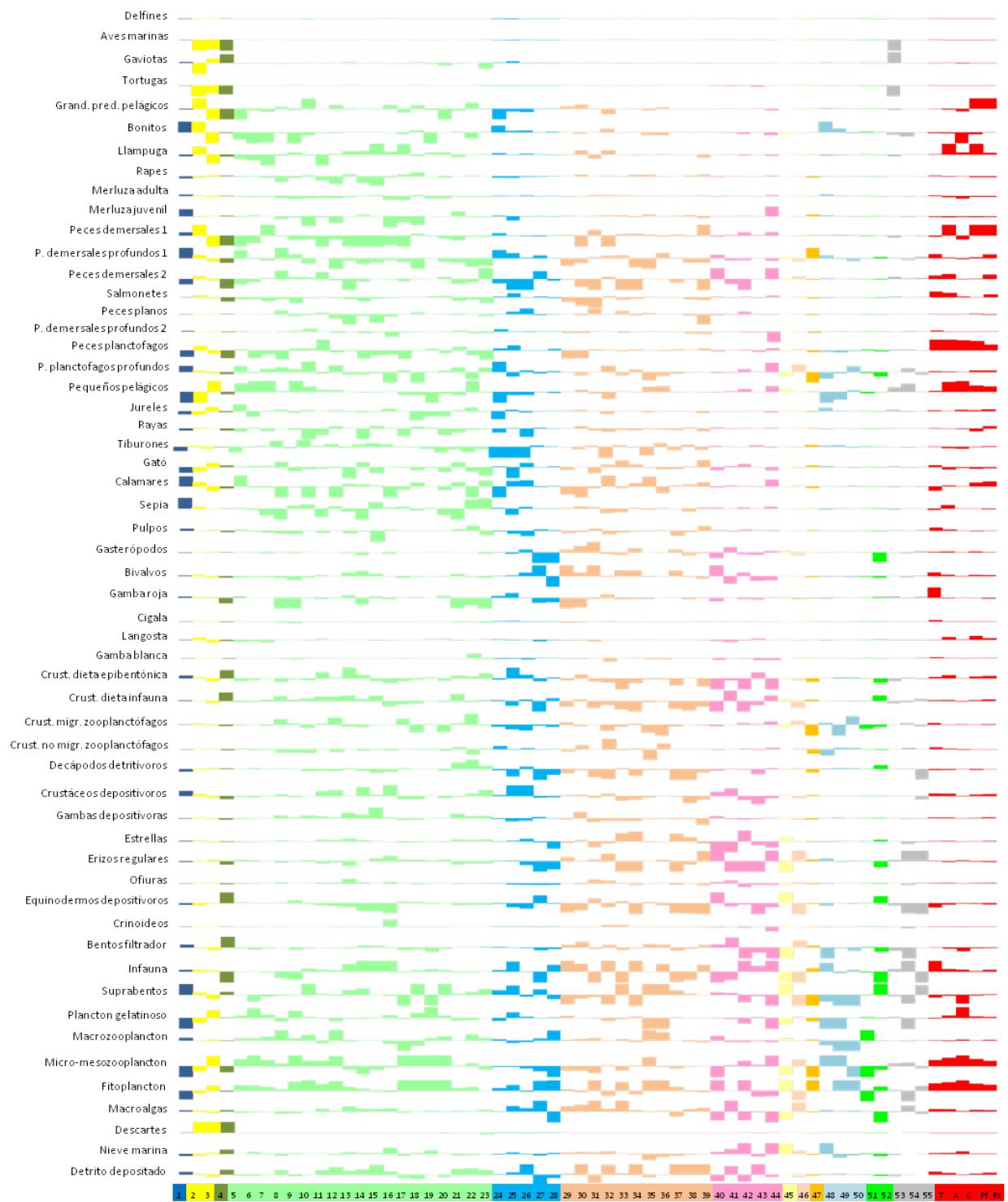
Por último en la figura 9.4.3 se muestran los resultados, en forma de diagrama de barras, de los impactos de los diferentes artes de arrastre sobre el resto de elementos del sistema. Las cinco flotas pesqueras incluidas en el modelo tienen impactos negativos sobre ellas mismas, y en menor medida también sobre el resto de flotas. La pesca de arrastre es la que tiene un impacto mas generalizado sobre los diferentes grupos funcionales, impactando negativamente principalmente sobre los rapes (8), los peces planos (15) y los condrichtios (21, 22 y 23), por extracción directa de los mismos. Pero también presenta impactos positivos sobre la gamba blanca (32), las sepías (25) y los crinoideos (44). En el caso de los dos primeros el impacto positivo se produce por eliminación, por parte de la pesca de arrastre de grupos que compiten con ellos por los recursos, mientras que en el caso de los crinoideos el impacto positivo se produce por eliminación de sus predadores.

La pesca artesanal tiene un elevado impacto negativo sobre la *llampuga* (7), ya que es prácticamente el único elemento del sistema que tiene un impacto sobre este grupo. También impacta negativamente, aunque en menor medida sobre los bonitos (8). La pesca artesanal tiene un impacto positivo sobre la merluza (9 y 10), especialmente, sobre su fase juvenil por eliminación de la competencia y predadores del medio. Presenta también una fuerte interacción negativa sobre si misma y con los dos tipos de palangre, especialmente el de superficie.

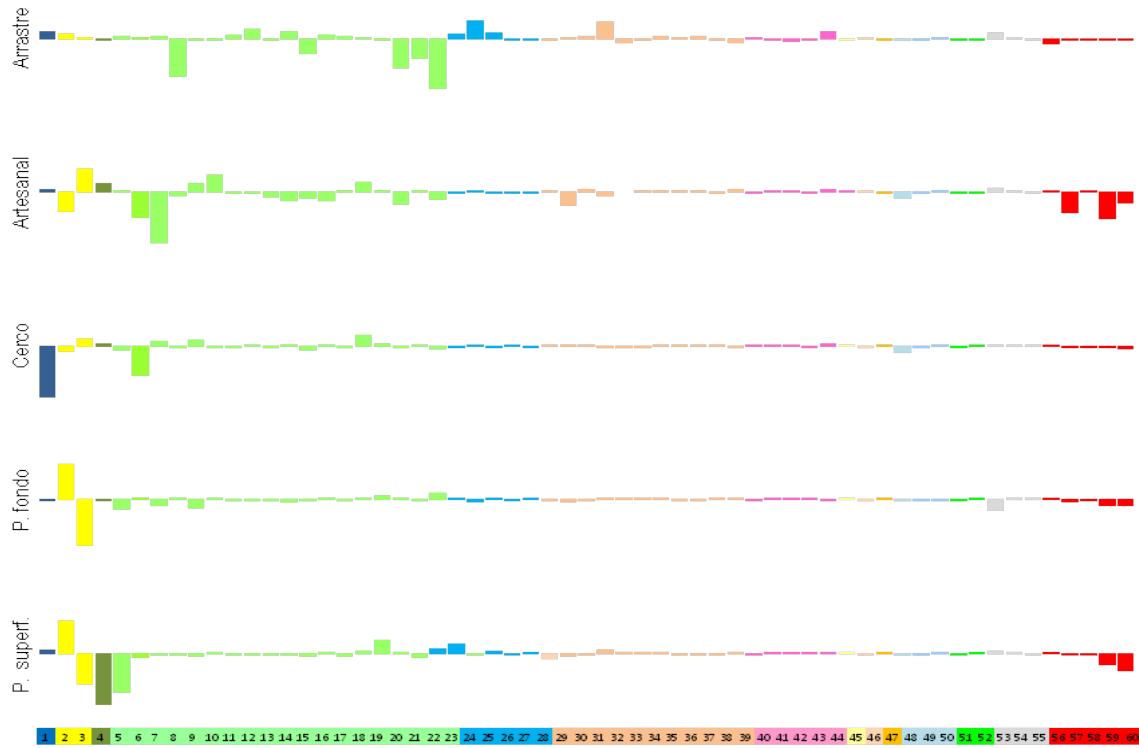
Los otros tres artes de pesca, cerco, y palangres, son minoritarios en el sistema del mar Balear. Sin embargo hay que destacar que son los que producen un mayor impacto negativo en los delfines (1) en el caso del cerco, las tortugas (4) en el caso del palangre de superficie, y en la gaviota de Audouin (3) en el caso de ambos palangres. Este último tiene como consecuencia un fuerte impacto positivo en las aves marinas (2), que se ven favorecidas por la eliminación de una especie que ataca los huevos y polluelos en sus nidos.



**Figura 9.4.1.-** Representación gráfica de la matriz mixta de impacto. Los números se corresponden con la tabla 9.1.1. Ar: pesca de arrastre; At: pesca artesanal; Cr: cerco; Pf: palangre de fondo; Ps: palangres de superficie



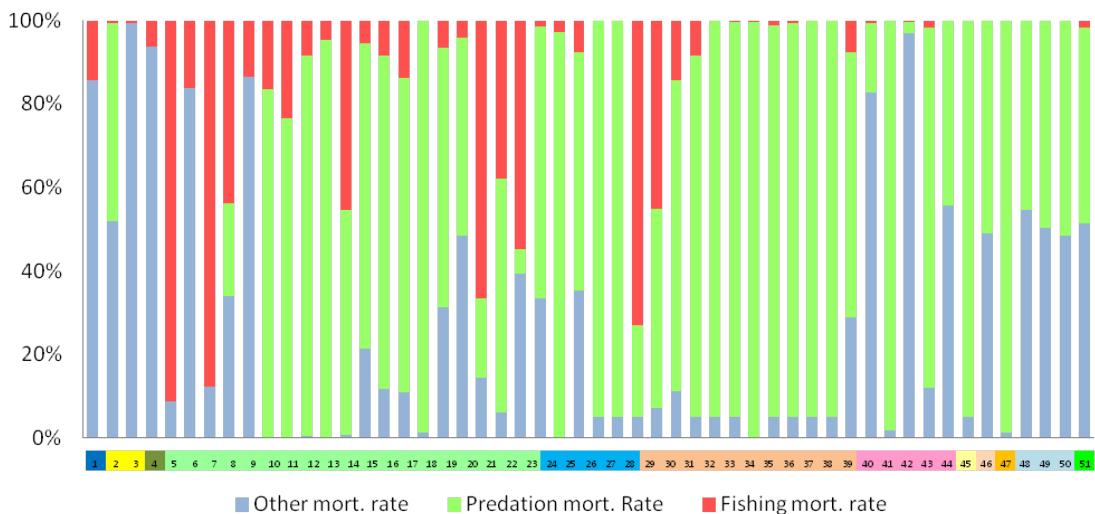
**Figura 9.4.2.-** Diagrama de barras de los resultados de los grupos funcionales de la matriz de impactos tróficos combinados. Los grupos impactantes se representan en filas y los impactados en columnas. T: arrastre, A: artesanal, C: cerco, Pf: palangre de fondo, Ps: palangre de superficie.



**Figura 9.4.3.-** Diagrama de barras de los resultados de los diferentes artes de pesca de la matriz de impactos tróficos combinados.

#### 9.4.2. Mortalidades

El análisis de flujos tróficos permite también el cálculo de la mortalidad natural por depredación ( $M_2$ ), la mortalidad natural por otras causas no relacionadas con la depredación ( $M_0$ ) y la mortalidad por pesca ( $F$ ) a partir del cociente  $P/B$  (=  $Z$ , o mortalidad total, Allen, 1971) y los datos de dietas y capturas. En el mar Balear se puede decir que la mortalidad por depredación es la principal causa de mortalidad, especialmente en los grupos funcionales con niveles tróficos medios y bajos (Figura 9.4.4). La excepción a esta regla la constituyen los salmonetes (14), y los crustáceos gamba roja (29) y cigala (30), cuya principal causa de mortalidad es la pesca. Esto es debido a que los tres grupos son especies objetivo de la pesquería de arrastre, la más importante en el mar Balear. También presentan una elevada mortalidad por pesca el grupo de los condriictios (21, 22 y 23), que son especialmente sensibles al arrastre, y otros grandes predadores del sistema como son los grandes predadores pelágicos (5), la llampuga (7) y el rape (8).



**Figura 9.4.4.-** Participación en porcentaje de la mortalidad por pesca, mortalidad por depredación y otras causas de mortalidad natural, en el sistema del mar Balear. El grupo funcional al que corresponde cada número se puede consultar en la tabla 9.1.1.

#### 9.4.3. Producción primaria requerida

La producción primaria requerida (PPR) representa la cantidad de producción primaria del área de estudio que se necesita para sostener la producción de una especie (Pauly y Christensen, 1995). Se obtiene calculando los flujos, expresados en equivalentes de producción primaria, de cada interacción trófica de las especies del ecosistema hacia los productores primarios, teniendo en cuenta las ineficiencias a lo largo de la cadena trófica (TE). La PPR también se puede calcular en relación con la actividad pesquera, obteniendo la producción primaria requerida para sostener la pesquería:

$$PPR = 1/9 \cdot \sum_i [Y_i \cdot (1/TE)^{TL_i - 1}]$$

Donde  $Y_i$  es la captura de la especie  $i$  y  $TL_i$  es el nivel trófico de  $i$ . El factor  $1/9$  es el coeficiente medio de conversión de materia orgánica fresca a gC (Pauly y Christensen, 1995). Este índice expresa la capacidad de la pesca para canalizar la energía de la red trófica marina hacia usos humanos, siendo una medida del impacto, o huella ecológica, de la actividad pesquera en el ecosistema marino (Pauly y Christensen, 1995; Wackernagel y Rees, 1996). La PPR puede ser calculada a partir de los productores primarios (PPR(PP)), a partir de los detritos (PPR(Det)), y a partir de los productores primarios y el detrito (PPR) es decir, teniendo en cuenta todos los flujos desde  $TL = 1$ .

En el mar Balear la producción primaria requerida para sostener a la pesquería es del 22.06% teniendo en cuenta únicamente la producción primaria a partir de los productores primarios PPR(PP) y del 26.7% si se incluye en el resultado la producción primaria requerida teniendo en cuenta también el detrito PPR(PP+Det), es decir, todos los flujos desde el nivel trófico 1 (Tabla 9.4.1). Y en el conjunto del sistema, la pesca está absorbiendo el 0.71% de la producción que se produce a todos los niveles, no solo la primaria PPR/TotPP.

**Tabla 9.4.1.-**Producción primaria requerida para sostener la actividad pesquera teniendo en cuenta los productores primarios (PPR(PP), el detrito (PPR(Det) y la producción primaria total (PPR).

	TL	PPR (PP)	PPR (Det)	PPR	PPR/TotPP (%)
Sistema	2.41	22.06	4.65	26.7	0,71

TL: nivel trófico de la captura. PPR: producción primaria requerida para sostener la pesquería (t/km<sup>2</sup>/año). PPR(PP): PPR en relación a los productores primarios. PPR(Det): PPR en relación con los detritos. TotPP: producción primaria total.

#### 9.4.4. Rendimiento bruto de la pesquería

El rendimiento bruto de la pesquería (GE) es un índice de la eficiencia de la pesquería y se calcula mediante el cociente entre la producción primaria y la captura total. Puede alcanzar valores muy diferentes entre sistemas, crece con el desarrollo de la pesquería y es mayor en ecosistemas donde la pesquería centra su actividad en organismos situados en un nivel trófico bajo y en ecosistemas con producción primaria baja. El índice obtiene valores menores a 1 y la media global es alrededor de 0.0002. En el mar Balear el valor del rendimiento bruto es relativamente bajo 0.0013, lo que concuerda con el nivel medio-bajo de explotación que presenta el sistema en comparación con otros puntos del Mediterráneo.

#### 9.4.5. Nivel trófico de la comunidad y nivel trófico de la captura

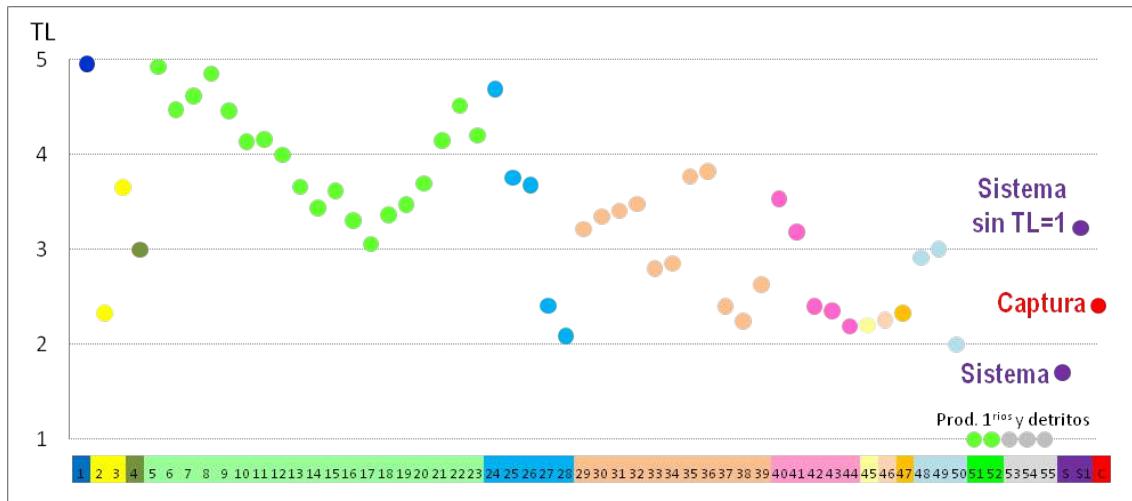
A partir del nivel trófico por grupo funcional, se puede calcular el nivel trófico medio de la comunidad ( $mTL_{co}$ ) ponderando los niveles tróficos de los grupos funcionales en función de su biomasa en el ecosistema. A su vez, el nivel trófico medio de la captura ( $mTLC$ ) se calcula ponderando el nivel trófico de cada especie capturada en función de la proporción de esta especie en la captura ( $Y_i$ ). Este índice identifica la posición de la pesquería en la red trófica y refleja la estrategia global de la pesca (Pauly et al. 1998):

$$mTLC = \sum_{i=1}^m (TL_i) \cdot (Y_{i,c}) / \sum_{i=1}^m Y_{i,c}$$

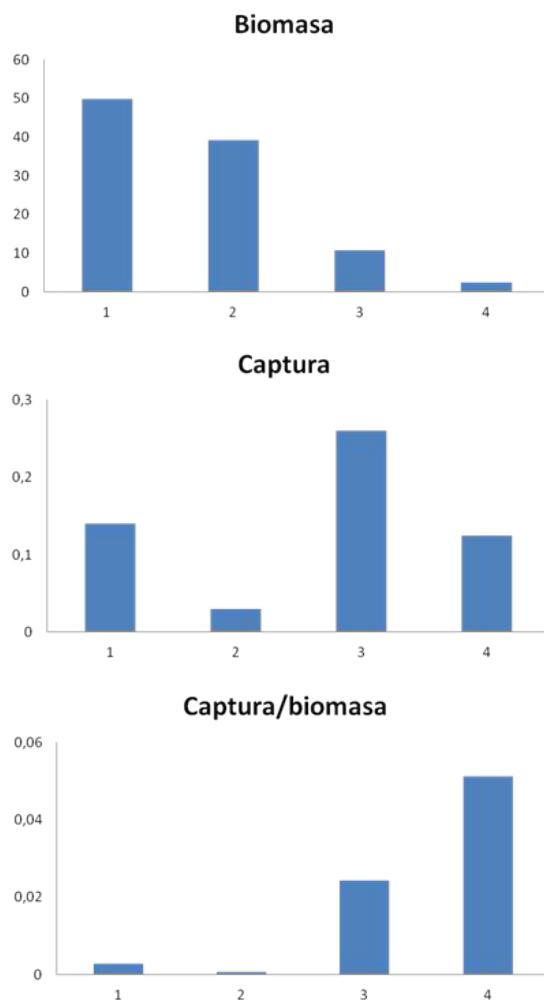
Dónde  $TL_i$  es el nivel trófico fraccionado de la especie pescada  $i$  y  $Y_{i,c}$  es la fracción de la especie pescada  $i$  en la captura total  $c$  (Pauly et al., 1998).

En la figura 9.4.5 se representa gráficamente el nivel trófico de todos los grupos funcionales (los valores se encuentran recogidos en la tabla 9.1.1), de la captura (2.41), del sistema (1.70) y del sistema sin los productores primarios (3.22). Estos tres valores son relativamente bajos. En el caso del sistema completo, es debido a la alta biomasa de productores primarios y detritos ( $TL=1$ ) presente en el sistema. El nivel trófico del sistema sin elementos con nivel trófico  $TL=1$  es también bajo debido a la gran cantidad de invertebrados presentes en el sistema con niveles tróficos situados entre 2 y 3. Esto también se puede apreciar en la figura 9.4.6, donde queda reflejada alta biomasa de estos grupos.

El nivel trófico de la captura debe su valor tan bajo principalmente a la gran cantidad de descartes de macroalgas que se producen en las islas baleares. Estos descartes se producen únicamente en la zona de plataforma donde se desarrollan biocenosis de algas blandas de los géneros *Peyssonnelia*, y *Osmundaria*, y las algas calcáreas que constituyen los fondos de rodolitos o maërl. Por otra parte se puede observar como las especies objetivo de las pesquerías tienen un nivel trófico elevado (3-4). El cociente captura biomasa nos indica el alto grado de explotación que tienen estos grupos tróficos en comparación con el resto del sistema.



**Figura 9.4.5.-** Representación de los niveles tróficos de los grupos funcionales, de la captura, del sistema sin los productores primarios ni detritos. El grupo funcional al que corresponde cada número se puede consultar en la tabla 9.1.1.



**Figura 9.4.6.-** Biomasa ( $t/km^2$ ), captura ( $t/km^2/año$ ) y cociente captura / biomasa por nivel trófico.

#### 9.4.6. Comparativa con otros ecosistemas marinos.

Por último se ha realizado una comparativa de los resultados obtenidos en el sistema del mar Balear con los obtenidos en tres tipos de ecosistemas: costeros, de plataforma y de afloramiento, tanto de regiones templadas como tropicales (Tabla 9.4.2). Se ha puesto especial interés en la comparación de los resultados con los obtenidos en otros tres modelos del Mediterráneo occidental (Golfo de León, mar catalán y Adriático). Se puede destacar que:

El valor de las transferencias totales del sistema (TST), que es un indicador indirecto del tamaño relativo del ecosistema, en el mar Balear es bajo en comparación con otros modelos de sistemas de afloramiento, tropicales y costeros. Se sitúa sin embargo en una posición intermedia entre los sistemas de plataforma templada del atlántico y los del Mediterráneo, que son un poco más bajos debido a la naturaleza oligotrófica de este mar.

Los resultados relacionados con la biomasa y los flujos tróficos (en términos de consumo, captura, producción, respiración y flujo de detritos), son más altos que en el resto de sistemas mediterráneos, haciéndolo más similar a los sistemas de plataforma de aguas templadas y tropicales. Esto puede estar ocasionado por la gran importancia que presentan los pequeños invertebrados bentónicos, las algas y los detritos en el sistema.

Como se ha comentado anteriormente, el valor de ascendencia es una medida de la madurez del sistema. En el mar Balear este valor es alto, similar a otros sistemas templados y tropicales, y superior a los sistemas mediterráneos analizados. La ascendencia es un parámetro que se relaciona con el reciclaje de la materia y energía y la longitud media de las vías tróficas. Los resultados de estos parámetros, en comparación con otros sistemas, indican que el mar Balear se encuentra en una situación de desarrollo medio-alto.

La eficiencia en la transferencia de energía (TE) representa la fracción total de producción de un nivel trófico que es transferida a un nivel trófico superior. El valor medio para los sistemas acuáticos es del 10%, por lo que el valor calculado para el mar Balear de 18.9% es elevado en comparación, aunque se encuentra en una posición intermedia entre los ecosistemas mediterráneos.

El valor del índice de omnivorismo del sistema es relativamente elevado, lo que indica la complejidad que tienen las redes tróficas en el mar Balear. Este hecho queda también reflejado en la Lindemann spine, en cuya representación los sistemas mediterráneos analizados se distribuyen en 6-7 niveles, mientras que en el mar Balear lo hacen a lo largo de 12 niveles.

El nivel trófico de la captura del mar Balear es 2.41, que es sensiblemente más bajo que en otros ecosistemas del Mediterráneo y el más bajo de todos los sistemas analizados, y se corresponde con grupos funcionales que se alimentan directamente de los productores primarios y/o detritos. Por otro lado, en el mar Balear la pesca de arrastre es la que se encuentra más desarrollada y el nivel trófico de las especies objetivo de esta pesquería son: gamba roja=3.212, salmonetes=3.432 y merluza=4.256, valores muy por encima del valor medio de la captura. Estos dos resultados combinados lo que nos están indicando es la gran cantidad de descartes que se producen en el mar Balear, especialmente en la plataforma, donde se descartan grandes biomassas de macroalgas (productores primarios) y de invertebrados bentónicos (consumidores primarios en su mayor parte). Esto se relaciona directamente con los valores bajos de rendimiento bruto de la pesquería (GE), lo que indicaría una situación de explotación con una intensidad media-baja, en comparación con otros puntos del Mediterráneo.

**Tabla 9.4.2.- Principales índices ecológicos de modelos Ecopath publicados previamente a modo de comparación con los resultados del mar Balear.**

Ecosistema	Tipo ecosist.	TST	B/T	Pp/R	Pp/B	B/P	R/B	GE	RA	FCI	PL	SOI	TE	Tlc	PPR	Referencias
Afloramiento de N Benguela	Afloramiento	21122	0,01	1,83	55,42	0,01	30,27	0	35,2	8,47	2,75	0,14	5,9	2,98	12,39	Heymans y Baird, 2000
Afloramiento de California	Afloramiento	14052	0,01	1,57	40,71	0,02	25,95	0	34,2	10,25	2,93	0,12	4	2,86	3,94	Jarre-Teichmann, 1998
Afloramiento peruano, Perú	Afloramiento	39269	0,01	3,72	73,97	0,01	19,86	0	37,8	3,65	2,36	0,13	6,6	2,67	7,86	Jarre-Teichmann, 1992
Sur de Brasil	Tropical cost.	5305	0,01	1,05	37,15	0,02	35,43	0	23,5	23,57	3,17	0,29	6,3	3,77	9,77	Vasconcellos y Gasalla, 2001
Golfo de Tailandia	Tropical plat.	12783	0,01	1,39	33,16	0,02	2,38	0	24,1	14,26	3,5	0,2	10,4	3,14	16,12	Pauly y Christensen, 1993
Plat. del golfo de México	Tropical plat.	3314	0,01	1,58	34,96	0,02	22,13	0	33,8	6,39	2,72	0,13	9,7	2,6	31,65	Browder, 1993
Plat. de Florida, USA	Tropical plat.	42656	0,02	1,17	9,74	0,05	8,33	0	27,5	33,26	6,2	0,26	11,8	3,51	2,5	Mackinson et al., 2000
Bahía Chesapeake, USA	Temp. cost.	23000	0,004	0,69	32,58	0,01	47,2	0,02	21,7	18,2	2,82	0,05	6,8	2,32	3,31	Walters et al., 2005
Bahía Revellata, Corcega	Temp. cost.	13535	0,1	0,8	1,5	0,35	1,89	0	24,7	21,69	4,26	0,34	18,8	3,77	11,91	Pinnegar, 2000
Archipiélago de las Azores	Temp. cost.	17571	0,01	2,71	37,58	0,02	13,87	0	33,5	3,34	2,68	0,21	8,9	3,77	0,31	Guénette y Morato, 2001
Mar del Norte	Temp. plat.	7140	0,03	1,3	11,65	0,07	8,94	0	25	9,67	3,11	0,1	11,6	3,39	21,83	Christensen, 1998a
Plat. de Labrador	Temp. plat.	8768	0,03	2,68	14,74	0,06	5,5	0	35,4	3,82	2,67	0,14	14,3	3,13	15,11	Heymans, 2003
Mar Cantábrico	Temp. plat.	6068	0,03	2,13	10,6	0,06	4,98	0,01	25,9	4,89	2,99	0,27	38,1	3,76	82,34	Sánchez y Olaso, 2004
Costa atlántica, Marruecos	Temp. plat.	19747	0,01	4,25	34,38	0,03	8,09	0	42	1,11	2,28	0,2	10,9	3,19	5,54	Stanford et al., 2001
Mar catalán	Temp. plat.	1657	0,04	1,18	6,56	0,09	5,55	0,01	25,5	25,19	4,27	0,19	12,6	3,12	36,7	Coll, 2006
Atlántico norte	Temp. plat.	2444	0,05	1,07	3,45	0,15	3,23	0,01	25,2	31,04	5,42	0,19	10	3,07	16,83	Coll, 2007
Golfo de León	Temp. plat.	2995	0,023	2,09	15,1	0,07	0,48	0,001	17,4	11,87	3,99	0,21	19,7	3,24	10,28	Banaru et al., 2012
Mar Balear	Temp. plat.	3244	0,02	2,86	24,90	0,03	8,71	0	30,7	10,74	2,91	0,29	18,9	2,83	12,08	Estudio actual

TST: transferencias totales del sistema; B/T: cociente biomasa/transferencias totales; Pp/R: cociente producción primaria/Respiración; Pp/B: cociente producción primaria/Biomasa; B/P: cociente biomasa/producción; R/B: cociente respiración/biomasa; GE: rendimiento bruto de la pesquería; RA: ascendencia relativa; FCI: índice de reciclaje de Finn; PL: longitud media de las vías tróficas; SOI: índice de omnivoría del sistema; TE: eficiencia de transferencia de energía; TLC: nivel trófico medio de la captura; PPR: producción primaria requerida para sostener la pesquería según la producción primaria.

La producción primaria requerida para sostener la pesquería tiene valores intermedios con respecto a otros ecosistemas mediterráneos, indicando un impacto moderado de la actividad pesquera en el mar Balear. De esta producción primaria requerida el 82% es producción primaria a partir de los productores primarios y el 18% a partir del detrito, poniendo de relevancia la importancia de la producción primaria frente al detrito en el ecosistema.

#### **9.4.7. Análisis de la creación de una zona de exclusión de pesca en el canal de Menorca.**

Se ha realizado un ejercicio de modelado para saber, con los datos actuales, cuál sería el estado en el que quedaría el sistema en el caso que se cerrara a la pesca el canal de Menorca en la situación actual. Hay que tener en cuenta que este análisis no puede utilizarse para realizar predicciones, ya que no tiene una dimensión temporal y no puede anticipar cambios en biomasa y, consecuentemente, en la red trófica.

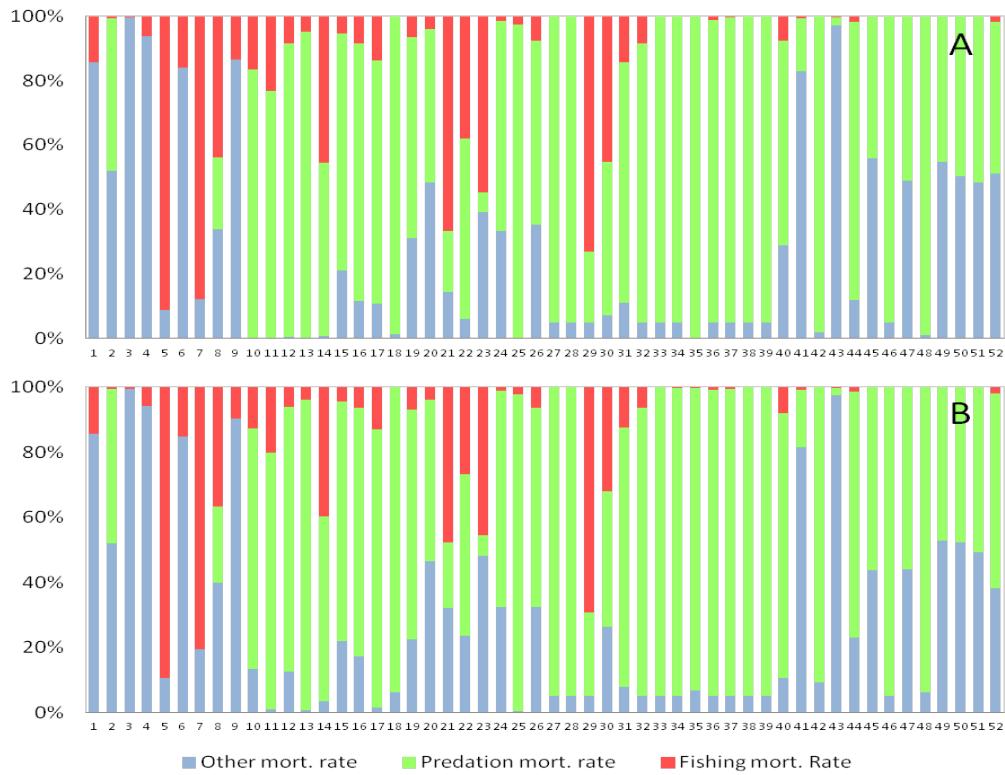
De los 1713 km<sup>2</sup> de plataforma superior (entre 50-100 m de profundidad) explotados en las Baleares, al hacer una zona de exclusión pesquera en el canal, se estarían eliminando un total de 655 km<sup>2</sup>. Por tanto, la biomasa de los grupos funcionales que se desarrollan en esta superficie de este estrato, deja de estar disponible para la actividad pesquera (especialmente arrastre y artesanal).

Cuando se hace esta reducción de área, el modelo pierde el equilibrio, ya que en 5 grupos funcionales que se desarrollan en la plataforma, aumenta los valores de eficiencia ecotrófica por encima de 1, esto indica que la producción calculada en el modelo de las baleares no es suficiente para asumir la nueva depredación (Tabla 9.4.3). Como se asume que la depredación natural no varía al eliminar la pesca, este aumento en la depredación se debe a una mayor presión pesquera ya que el mismo número de barcos pasan de pescar en 1713 km<sup>2</sup> a 1058 km<sup>2</sup>.

**Tabla 9.4.3.- Grupos funcionales en los que aumenta la eficiencia ecotrófica (EE) por encima de 1.**

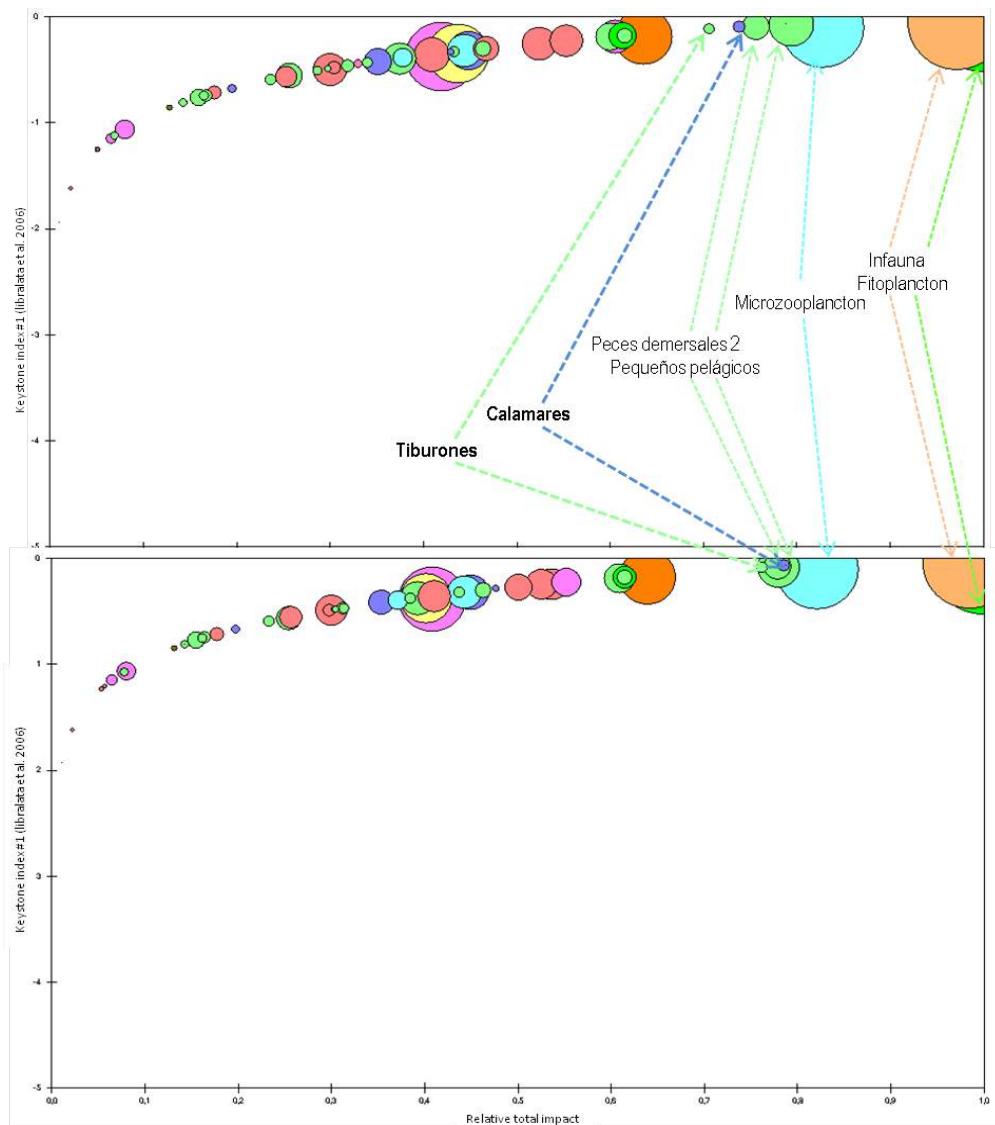
GF	Nombre grupo	EE
11	Peces demersales 1	1.107
13	Peces demersales 2	1.071
14	Salmonetes	1.088
25	Sepia	1.131
42	Ofiuras	1.054

Para poder alcanzar otra vez una situación de equilibrio se asume que las producciones de los grupos funcionales en la nueva zona explotada no van a poder aumentar, por lo que se ha de reducir el esfuerzo pesquero que se realice en la plataforma superior. Se ha calculado que en este estrato se debe reducir la presión pesquera en un 20% para el caso de la pesca de arrastre y en un 10% en el caso de la flota artesanal. Estos cambios en la presión pesquera van a hacer que cambien una serie de parámetros, entre ellos la distribución de las mortalidades de los diferentes grupos funcionales. En la figura 9.4.7 se aprecia que los principales cambios se producen en el grupo que es especie objetivo de este estrato, que son los salmonetes, que pasan de un 41 a un 36% de la mortalidad producida por la pesca. En los grupos de condrictios también se aprecia una reducción considerable del porcentaje de mortalidad por pesca que se reducen en rayas de un 20% a un 14%; en tiburones demersales del 31% al 22% y en el gató del 18% al 14%.



**Figura 9.4.7.-** Partición en porcentaje de la mortalidad por pesca, por depredación y otras causas de mortalidad natural en el sistema del mar Balear en la actualidad (A) y con reducción de pesca (B). El grupo funcional al que corresponde cada número se puede consultar en la tabla 9.1.1.

La disminución estos porcentajes de pesca en la plataforma superficial tiene consecuencias en todo el sistema. Una de las más directas es el aumento del nivel trófico de la captura, que pasa de 2,41 a 2,44 probablemente debido a una reducción de los descartes que se producen en la plataforma, que por norma general tienen un nivel trófico menor. También se produce una pequeña disminución en el valor del rendimiento bruto de la pesquería (GE) que baja de 0.0013 a 0.0011, ya que el valor de GE, que se calcula mediante el cociente entre la producción primaria y la captura total, es inversamente proporcional al nivel trófico en el que la pesquería centra su actividad. Por tanto al subir ligeramente el nivel trófico de la captura del sistema, ha disminuido el de GE.



**Figura 9.4.8.-** Representación gráfica del índice de especies clave y del impacto relativo total de los grupos funcionales, en la parte superior del mar Balear, y en la parte inferior con una reducción pesquera del 20% del arrastre y del 10% de artesanal en la plataforma superior.

Otro cambio que se produce en el ecosistema es el cambio en los valores del impacto relativo total que tienen los grupos funcionales en el sistema o índice Keystoneness (Figura 9.4.8). Como se comentó anteriormente en el mar Balear existe un conjunto de grupos funcionales (fitoplancton, infauna y micro-mesozooplancton) con una alta biomasa, que ejerce un control en el ecosistema de tipo *bottom-up*. Este conjunto mantendría su posición de control del ecosistema en el caso que se produzca la reducción de la pesca propuesta en el sistema. También mantienen su posición de impacto en el ecosistema los grupos funcionales peces demersales 2 y pequeños pelágicos que siguen manteniendo un control de tipo *wasp-waist* debido a sus valores intermedios de biomasa y nivel trófico. Sin embargo, el conjunto de grupos funcionales que están ejerciendo un control *top-down* (tiburones demersales y calamares) adquieren un papel más significativo en la nueva situación de reducción pesquera. Estos dos grupos funcionales seguirían manteniendo un papel de especie clave en el ecosistema, que se vería reforzado en la nueva situación pesquera, con valores de impacto total relativo en el ecosistema mayores, que pasan de 0,757 a 0,779 en el caso de los peces demersales 2 y de 0,739 a 0,786 para los calamares, que presentan la subida de impacto más importante en el sistema.

El último de los cambios significativos que se darían en el mar Balear si se reduce la pesquería en la plataforma superficial, es el que se relaciona con los datos de producción primaria requerida para mantener la pesquería. Como se ha reducido el esfuerzo pesquero en la plataforma superficial, de manera directa se reduce también la producción primaria necesaria para mantener la pesquería (Tabla 9.4.4). La reducción más importante se produce en la producción primaria a partir de los productores primarios ya que se ve reducida del 22,06 hasta el 17,46. Esta disminución se debe principalmente a que en la plataforma superficial, entre los 50 y 100 metros, es dónde se localizan las comunidades de macroalgas, que son productores primarios ligados al bentos, y también las comunidades asociadas a estas. En el caso de la producción primaria a partir de detritos, esta disminución no es tan acusada. Por último la cantidad de producción primaria que la pesca absorbe del sistema disminuye del 0,71 al 0,56% de la producción que se produce en el sistema a todos los niveles.

---

**Tabla 9.4.4.-** Producción primaria requerida para sostener la actividad pesquera teniendo en cuenta los productores primarios (PPR(PP)), al detrito (PPR(Det)) y la producción primaria total (PPR).

	TL	PPR (PP)	PPR (Det)	PPR	PPR/TotPP (%)
<b>Sistema</b>	2,41	22,06	4,65	26,7	0,71
<b>Sistema sin canal</b>	2,44	17,46	3,57	21,03	0,56

TL: nivel trófico de la captura. PPR: producción primaria requerida para sostener la pesquería (t/km<sup>2</sup>/año). PPR(PP): PPR en relación a los productores primarios. PPR(Det): PPR en relación con los detritos. TotPP: producción primaria total.

## 10. Criterios para la designación del área marina protegida

### 10.1. Hábitats de interés comunitario, hábitats vulnerables y esenciales

A partir de los estudios previos como el proyecto LIFE POSIDONIA en Baleares y ECOCARTOGRAFIAS, así como los trabajos de cartografiado e inventariado de hábitats desarrollados en el proyecto INDEMARES se han definido los hábitats de interés comunitario de acuerdo a la Directiva Hábitats y Convenio de Barcelona en la zona de plataforma continental entre la superficie y los 100 m de profundidad del canal de Menorca.

#### **Directiva Hábitats**

**1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda.** Se define como bancos de arena y fondos arenosos sumergidos permanentemente, cubiertos o no por vegetación, y que son refugio de fauna diversa. Se trata de aguas superficiales, aunque según la zona este hábitat puede alcanzar profundidades superiores a 20 metros. Está representada por fanerógamas como *Cymodocea nodosa* y *Zostera noltii*, algunas especies de algas enraizadas al sustrato, así como sustrato arenoso sin vegetación. Sin embargo, en el Manual de Interpretación de los hábitats de la Unión Europea (EUR27, 2007), dentro de este tipo de hábitat se enmarcan todas las biocenosis de detrítico costero del Mediterráneo. Esta correspondencia es confusa, ya que este tipo de fondos alcanzan profundidades mayores a las que se dan en la definición del hábitat. Por ello, en la ficha LIC estos hábitats se han clasificado como 1110\*, que son hábitats incluidos como 1110, pero cuya definición es ambigua y puede admitir diversas interpretaciones, como es el caso de hábitats de sedimentos mixtos, de detrítico costero y maërl-rodolitos. Según estas especificaciones en la clasificación adoptada, en los fondos de la plataforma del canal de Menorca propuesta como LIC (335319.3 ha) existen un total de 7515.2 ha de hábitat 1110 en sentido estricto y 169576.7 ha como hábitat 1110\*, representando en su conjunto un 53% de la superficie.

**1120\* Praderas de Posidonia\*:** Es un hábitat prioritario de la DH, que se define como praderas submarinas dominadas por la fanerógama marina *Posidonia oceanica*. Se considera una comunidad característica del piso infralitoral sedimentario del mediterráneo (desde la superficie hasta 30-40 metros de profundidad), aunque también podemos encontrarla sobre sustrato duro. En la zona propuesta como LIC este hábitat tiene una escasa representación (<1%), existiendo un total de 1854.3 ha de pradera que interceptan con la superficie proyectada, aunque este hábitat está presente en toda la zona del canal de Menorca como por ejemplo en grandes LIC colindantes como el LIC Bahías de Pollença y Alcudia (NE Mallorca) y el LIC Montañas de Artà (E Mallorca).

**1170 Arrecifes:** Se define como un hábitat marino rocoso y sustrato de origen biogénico, sumergido al menos en la marea alta, que puede extenderse fuera del agua formando acantilados costeros o situarse a mayores profundidades mar adentro. En la zona de estudio este hábitat se asocia a las biocenosis de roca tanto en el supra-medio e infralitoral (biocenosis de algas fotófilas y esciáfila y precoralígeno) así como las biocenosis de roca circalitoral y coralígeno a más profundidad. En total, ocupa un área de 40179.5 ha de los fondos de la plataforma, lo que suponen un 12% en el área propuesta como LIC. En esta área tiene una representación importante el hábitat de coralígeno, que es una de las biocenosis con mayor biodiversidad en el Mediterráneo, que en esta zona se presenta sobre substrato rocoso, pero también formando bloques o plataformas sobre substrato sedimentario.

#### **Convenio de Barcelona**

El Convenio de Barcelona surge a partir de los acuerdos sobre conservación propuestos en el marco del Plan de Acción para el Mediterráneo, a partir del cual se elaboró una lista de biocenosis

bentónicas marinas del Mediterráneo descritas en la reunión de expertos sobre los tipos de hábitats marinos de la región Mediterránea (Hyères, Francia 18-20 de noviembre de 1998), según las descripciones de Pérès y Picard (1964) y Ros et al. (1989), que sirvió de base para la definición de los hábitats de interés para la selección de sitios a ser incluidos en los inventarios nacionales de áreas naturales de interés para la conservación. De acuerdo a este protocolo, los hábitats del canal de Menorca considerados de interés en la zona de la plataforma son:

- Praderas de *Posidonia oceanica* (III.5): las praderas en sentido estricto, así como la Ecomorfosis de arrecife barrera. Está presente en toda la zona litoral que forma parte de la zona propuesta como LIC, tanto en la costa de Mallorca como en Menorca, ocupando una superficie de 1854.3 ha.
- Biocenosis de algas fotófilas (III.G.1): asociaciones algales sobre fondo rocoso expuesto a la luz, en la zona del infralitoral, entre las que encontramos Asociación de *Cystoseria amentacea*, Asociación de *C. spinosa* y Asociación de *C. compressa*, Asociación de *Sargassum vulgare*, Facies y asociación de la biocenosis de coralígeno, entre otras. También está presente en toda la zona litoral que forma parte de la zona propuesta como LIC, tanto en la costa de Mallorca como en Menorca, ocupando una superficie de 223 ha.
- Biocenosis de detritico costero con rodolitos (III.3.1/III.3.2): biocenosis de fondos sedimentarios sobre arenas y gravas con rodolitos y Facies de maërl: que forma parte de la biocenosis de arenas gruesas y gravas bajo la influencia de corrientes de fondo, que puede encontrarse en el infralitoral y circalitoral, equivalente a la Asociación de *Lithothamnion coralliooides* y *Phymatolithon calcareum*. Estas dos especies de coralináceas de lento crecimiento que también están incluidas en el Anexo V de la Directiva Hábitats (especies de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión). Estos hábitats están ampliamente representadas en el canal de Menorca, especialmente los fondos de rodolitos con dominancia de *Spongites fruticulosa*, representando en su conjunto una superficie de 142037.4 ha.
- Asociación de *Laminaria rodriguezii* sobre detritico costero (IV.2.2.7): hábitat propio de la biocenosis de fondos sedimentarios de detritico costero. *L. rodriguezii* es un alga parda endémica del Mediterráneo que también está incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona como especie en peligro o amenazada. Como hábitat, esta asociación en el canal de Menorca aparece frecuentemente ligado también a fondos de rodolitos o de maërl. Se ha cartografiado la superficie donde está presente, abarcando 26397.5 ha.
- Facies de grandes Briozos (IV.2.2.10): es un hábitat del detritico costero con dominancia animal caracterizada por la presencia frecuente de grandes colonias de briozos arborescentes fijos a substratos pequeños como los rodolitos y que se asocian también a algas esciáfilas como *Osmundaria volubilis* y otros invertebrados filtradores como hidrozoos y ascidias. Estos briozos son principalmente *Pentapora fascialis*, *Smittina cervicornis*, *Reteponella* spp., *Myriapora truncata*, *Cellaria* spp. y *Hornera lichenoides*. Estas especies también son frecuentes en las biocenosis de coralígeno. En el canal de Menorca se ha detectado la presencia de todas estas especies, algunas muy abundantes como *Pentapora fascialis*, *Smittina cervicornis* y *Myriapora truncata*, pero no se ha definido si forman facies y cual es su distribución espacial.
- Biocenosis de coralígeno (IV.3.1): propia de fondos duros del circalitoral, en la que encontramos la Asociación de *Cystoseira zosteroides*, Asociación de *Sargasum* spp., Facies de *Eunicella cavolinii*, Facies de *Eunicella singularis*, Facies de *Lophogorgia sarmentosa*, Facies de *Paramuricea clavata* y Facies de Coralígeno de plataforma (Plataformas coralígenas). En el

canal de Menorca esta biocenosis está muy bien reprendada, tanto en el infralitoral, donde encontramos algunos enclaves de pre-coralígeno, tanto en la zona circalitoral. En su conjunto se ha cartografiado en una superficie de 39955.7 ha.

- Facies de *Corallium rubrum* (IV.3.1): es un hábitat de grutas semioscuras, formado por agregaciones de esta especie de coral, generalmente asociado con muchas esponjas (e.g. *Reniera fulva*, *R. viscosa*, *Crella mollior*, *Aplysina cavernicola*, *Petrosia ficiformis*, *Pleraplysilla spinifera*), otros cnidarios del orden Scleractinia (e.g.: *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata*, *Hoplangia durotrix*), y grandes briozoos (e.g. *Smittina cervicornis*, *Smittoidea reticulata*, *Celleporina caminata*, *Disparella neapolitana*). En el canal de Menorca se ha detectado la presencia puntualmente, aunque se sabe que hay importantes agregaciones en las reservas marinas de Levante de Mallorca-Cala Rajada, Nord de Menorca.

## 10.2. Hábitats vulnerables y sensibles a las pesquerías

El comité científico, técnico y económico sobre las pesquerías en el Mediterráneo (*Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries*, STECF) ha definido la necesidad de identificar y cartografiar los hábitats marinos que contribuyen a conservar los recursos comerciales. Para ello científicos de Italia, España, Grecia, Turquía y Líbano han definido a nivel europeo “Hábitats Sensibles y Hábitats Esenciales para las pesquerías”, los cuales deben estar protegidos para mejorar el estado de los stocks explotados en el Mar Mediterráneo. Para ello adoptó las siguientes definiciones:

*Hábitats Esenciales (Essential Fish Habitat, EFH)*: es un hábitat identificado como esencial por los requisitos ecológicos y biológicos de las etapas críticas del ciclo de vida de especies de peces explotados, y que puede requerir una protección especial para mejorar el estado del stock y su sostenibilidad a largo plazo.

*Hábitats Sensibles (Sensitive Habitat, SH)*: son hábitats frágiles, reconocidos internacionalmente como ecológicamente importantes y que albergan poblamientos de especies comerciales y no comerciales, y que pueden requerir de una protección especial (p. ej. praderas de *Posidonia oceanica*).

Los hábitats sensibles consisten en ecosistemas complejos con especies endémicas, con una alta biodiversidad y con una alta productividad. Estos hábitats representan áreas de refugio, cría y reproducción de muchas especies comerciales y no comerciales, y son cruciales para el ciclo de vida de determinadas especies. Su distribución parcheada permite una “conectividad ecológica” a través de mecanismos de dispersión de organismos marinos. Los SH característicos del Mar Mediterráneo ocupan áreas extensas y se encuentran localizados tanto sobre la plataforma continental como en el talud. STEFC ha identificado los siguientes hábitats como hábitats sensibles en el Mar Mediterráneo:

- Lagunas costeras y aguas salobres.
- En la plataforma continental, praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*, formaciones de coralígeno y biocenosis del detrítico costero, en particular facies de maërl.
- En la plataforma y el talud, montañas y cañones submarinos.
- En el margen de la plataforma, fondos con facies del crinoideo *Leptometra phalangium*, una especie suspensívora que forman agregaciones conocidas como campos de crinoideos, generando un hábitat muy singular en fondos de detrítico enfangado o fondos de sedimento fangoso del borde la plataforma donde existe hidrodinamismo y entrada de materia orgánica.

- En el margen de la plataforma y encima de talud, facies de fango batial cubierto a menudo por el cnidario *Funiculina quadrangularis*.
- En mitad del talud, montes de corales profundos, donde viven colonias de escleractinio *Lophelia pertusa* y *Madrepora oculata*; y facies de *Isidella elongata*, un coral que se caracteriza por encontrarse en facies de sustratos batiales en fondos compactos de fango entre 500 y 1200 m de profundidad.

Anteriormente ya se ha descrito la distribución de praderas de *Posidonia oceanica* y de fondos de coralígeno y de maërl, siendo todos ellos hábitats con una excelente representación en el canal de Menorca. Los fondos de *Cymodocea nodosa* también están presentes en las zonas litorales del canal de Menorca, tanto en la costa de Mallorca como de Menorca, habiéndose cartografiado en una superficie dentro de los límites del área LIC de 67 ha. Los fondos de *Leptometra* se encuentran principalmente distribuidos sobre fondos detriticos de arena-fango en el S y NE de Mallorca y alrededor de Menorca, entre 90 y 250 m de profundidad. Los fondos con alta densidad de *Isidella* se han encontrado sobre el talud, al N y S de Ibiza. En áreas donde encontramos *Isidella* viven gran diversidad tanto de invertebrados y como crustáceos, así como diversas especies de peces y decápodos de interés comercial como: *Merluccius merluccius*, *Micromesistius poutassou*, *Parapenaeus longirostris* y *Aristomorpha foliacea*. El arrastre sobre fondos de la facies de *Isidella* causan un impacto directo sobre el talud, destruyendo el hábitat del coral formado, lo cual hace disminuir la diversidad de estos hábitats.

Estrechamente relacionados con los fondos de maërl y de coralígeno, se desarrollan los fondos de *Laminaria rodriguezii*. Esta especie de gran tamaño que puede alcanzar los 80 cm de longitud, necesita zonas bien conservadas y elevado hidrodinamismo. En la actualidad las asociaciones de detritico costero con *Laminaria rodriguezii* están incluidas entre los hábitats marinos de interés para la conservación recogidos en el Convenio de Barcelona, y como especie se encuentra recogida en el Anexo II (especies amenazadas) de ese mismo convenio. Sin embargo, debido a que es endémica del Mediterráneo y a su actual escasa distribución, se expone la necesidad de localizar las poblaciones existentes y definir medidas de protección estricta de aquellos lugares más importantes para la especie, al mismo tiempo que se realice una adecuada campaña de divulgación.

También íntimamente ligados a los fondos de coralígeno y maërl se desarrollan los fondos de *Osmundaria* y de *Peyssonnelia*, sobre los que no existe ninguna figura específica de protección. Tan solo los fondos de *Peyssonnelia* están incluidos como una facies reseñable en el convenio de Barcelona. Sin embargo, los autores Ordines y Massutí (2009) los consideran como posibles hábitats esenciales para peces, debido a su alta riqueza específica y biomassas que en algunos casos pueden tener valores más elevados que los fondos de maërl. Por tanto en esta propuesta se expone la necesidad de definir medidas de protección para estos tipos de fondos, para protegerlos tanto de los efectos físicos del arrastre, como de los efectos indirectos debidos al aumento de la turbidez y sedimentación, y para que puedan seguir conservando el alto valor ecológico que presentan en el canal de Menorca (Barberá et al., 2012).

Para la selección de especies prioritarias el STECF se basó en el estado del stock y el valor total clasificado de desembarcos comerciales para cada GSA del Mediterráneo (Sub-Aéreas adoptadas para el GFMC\_FAO), independientemente del segmento de la flota y el tipo de pesca. Para seleccionar un EFH lo más importante es identificar: 1) Zonas de cría donde se encontraron las concentraciones de reclutas más grandes. 2) Áreas de reproducción con grandes concentraciones estacionales de hembras maduras. Las hembras maduras están consideradas como el mejor criterio utilizado, ya que machos de muchas especies suelen aparecer junto a las hembras en las épocas de reproducción. Algunos de los SH descritos anteriormente en las Islas Baleares son hábitats en los que faena la flota de arrastre y que además, pueden actuar como EFH de algunos recursos pesqueros: 1) los ejemplares

de mayor tamaño de *Serranus cabrilla* parecen estar relacionados con praderas de maërl; 2) las principales concentraciones de juveniles *Merluccius merluccius* están relacionadas con campos de *Leptometra*; 4) los ejemplares de mayor tamaño, tanto de *Zeus faber* y *Raja clavata* parecen estar relacionados con campos de *Leptometra*.

### 10.3. Especies de interés comunitario, protegidas y/o vulnerables

En el área propuesta como LIC se ha registrado la presencia de especies a las que se aplica el artículo 4 de la Directiva Aves y que figuran en el anexo II de la Directiva Hábitats, que son aquellas para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación (Tabla 10.3.1). Basicamente se trata de todas las aves, las tortugas de mar *Caretta caretta* y *Chelonia mydas* y el delfín *Tursiops truncatus*.

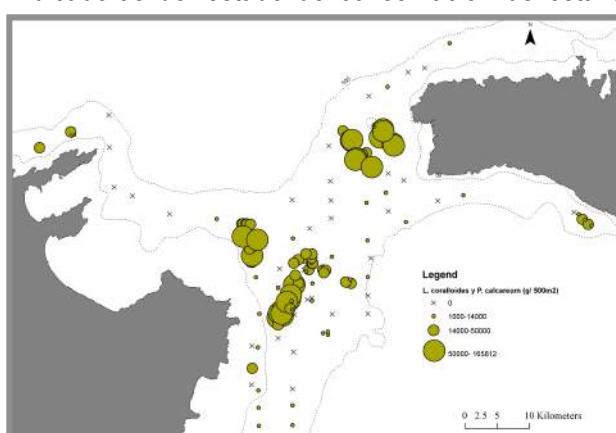
A partir de los trabajos de inventariado de especies desarrollados en el proyecto INDEMARES se ha definido la existencia de otras especies consideradas de interés comunitario en la zona de plataforma continental del canal de Menorca propuesta como LIC entre la superficie y los 100 m de profundidad, de acuerdo a los anexos IV y V de la Directiva Hábitat, anexos del Convenio de Barcelona y legislación nacional y regional. En el caso de la legislación nacional se ha tenido en cuenta la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad que crea, en su artículo 53, el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, y incluye especies, subespecies y poblaciones merecedoras de una atención y protección particular, en función de su valor científico, ecológico, cultural, por su singularidad, rareza o grado de amenaza, así como aquellas que figuren como protegidas en Directivas y convenios internacionales ratificados por España; y El Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, que desarrolla del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Como legislación regional se ha considerado el Catálogo Balear de Especies Amenazadas, Decreto 75/2005 (Tabla 10.3.1).

A continuación se describe la distribución espacial de las especies incluidas en la tabla 10.3.1 con una mayor abundancia en el canal de Menorca:

#### **Algas coralináceas: *Lithothamnion coralliooides* y *Phymatolithon calcareum***

Algas coralináceas de crecimiento lento que son las principales formadoras del detritico costero con rodolitos y el maërl, por lo que se consideran indicadoras del estado de conservación de esta biocenosis. La principal amenaza es la destrucción de su hábitat debido al arrastre. Estas dos especies están ampliamente distribuidas en el canal de Menorca, encontrándose en toda el área de estudio.

Los valores máximos de biomasa se localizan en, NE Mallorca y W Menorca.

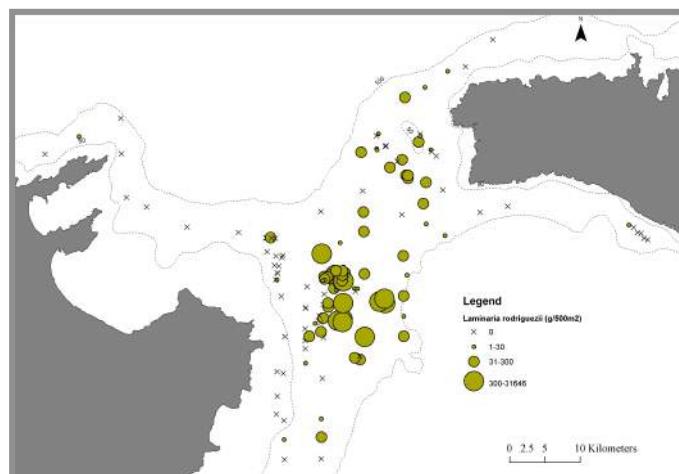


### *Laminaria rodriguezii*



Alga parda endémica del Mediterráneo propia del círculo tropical y ampliamente distribuida en el canal de Menorca. Se desarrolla en diferentes tipos de fondos principalmente en fondos detriticos con algas coralinas de vida libre, como las mencionadas en el punto anterior y en coralígeno.

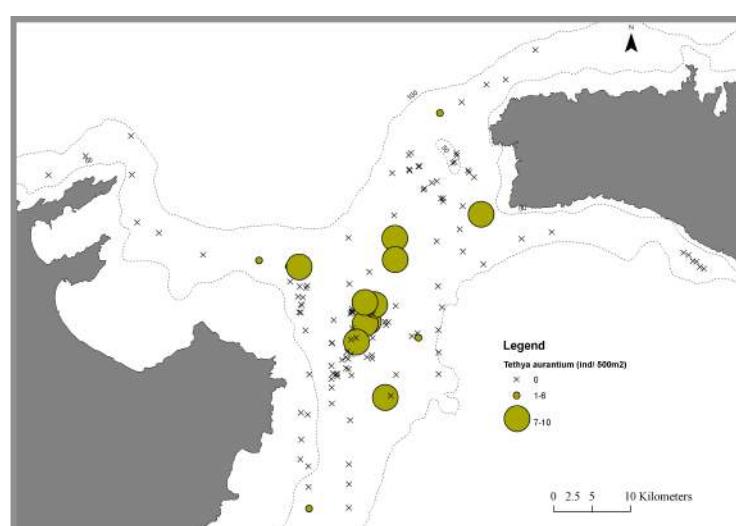
La principal amenaza es la destrucción de su hábitat debido al arrastre. *L. rodriguezii* muestra mayores biomassas en la parte central del canal, coincidiendo con el área de maërl de mayor cobertura.



### *Tethya aurantium*



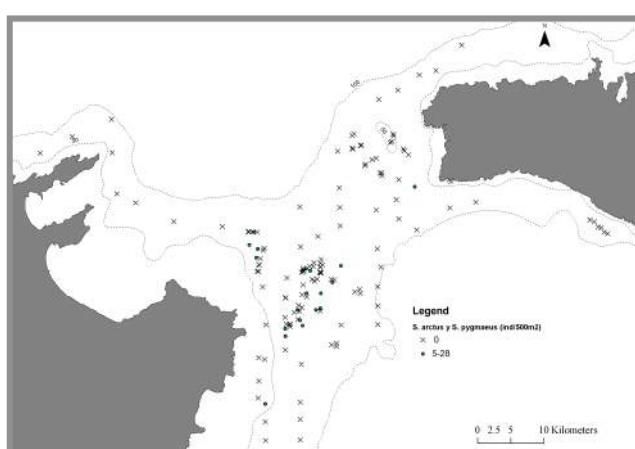
Esponja que habita sobre sustratos rocosos o en fondos detriticos, con distribución restringida al Mediterráneo, a la costa noroccidental de África y el archipiélago de Azores. En el canal de Menorca esta esponja es relativamente frecuente en hábitats de rodolitos y maërl y en fondos de *Osmundaria*. Se ha estimado una abundancia entre 1 y 10 ind/500m<sup>2</sup>, con elevados valores en los fondos de maërl localizados en la zona central.



## **Scyllarus arctus y Scyllarus pygmaeus**

Especies de crustáceos decápodos comunes en el infra y circalitoral, donde aparecen en fondos rocosos y ambientes umbríos con abundante vegetación y de moderado hidrodinamismo.

En los estudios realizados en el canal de Menorca su frecuencia de aparición es menor al 5 %, con abundancias entre 5 y 28 ind/500 m<sup>2</sup>, siempre ligado a fondos de detritico costero con rodolitos y maërl.



## **Otras especies de interés**

En la zona del canal de Menorca han aparecido de manera más puntual, otras especies de interés de conservación cuya abundancia es baja, ya sea porque el muestreo no es adecuado para estos organismos o porque su distribución batimétrica es diferente al rango estudiado en el proyecto. Destaca la fanerógama *Posidonia oceanica*, especie que ocupa grandes extensiones en la zona del canal, pero a menos de 50 metros de profundidad (proyecto LIFE+ POSIDONIA). La *P. oceanica* ha sido incluida en el Anexo I del convenio de Berna (Decisión 82/72/CEE) como especie de flora estrictamente protegida. La Directiva Hábitats incluye las praderas de *P. oceanica* en el Anexo I, Hábitat 1120, como hábitat prioritario En el Convenio de Barcelona está incluida en el Anexo II.

Destaca también la presencia en el canal de las algas del género *Cystoseira* incluidas en el Anexo II del convenio de Barcelona. Las especies de *Cystoseira* mas ampliamente distribuidas en la zona de estudio son *C. spinosa* y *C. zosteroides*. Las esponjas *Axinella polypoides* y *Spongia agaracina*, incluidas en los anexos II y III del convenio de Barcelona respectivamente, se localizan principalmente en fondos de coralígeno, donde pueden alcanzar un gran tamaño. En este tipo de fondos se encuentran también otras especies del Anexo II del convenio de Barcelona, con una presencia muy puntual, como son el gasterópodo *Ranella olearia* y el erizo de mar *Centrostephanus longispinus*, esta última también incluida en el Anexo IV de la Directiva Hábitats. Además de estas especies en peligro o amenazadas, en la zona del canal de Menorca también hay especies cuya explotación debe regularse, de acuerdo al Anexo III del convenio de Barcelona. Son todas especies comerciales entre las que destacan: *Palinurus elephas* o langosta común, que es una especie objetivo de la pesquería artesanal; *Homarus gammarus* o bogavante; *Maja squinado* o centollo; *Raja alba*, que junto a otras especies del mismo género se comercializan bajo el nombre de *ratjada*; y *Scyllarides latus* o zapatilla, también incluida en el Anexo V de la Directiva Hábitats.

**Tabla 10.3.1.-** Lista de especies marinas de interés para su conservación en el canal de Menorca, de acuerdo a Directivas Aves (DAv) y Hábitats (DH), Convenio de Barcelona (CB), y legislación nacional (Nac) y regional (Reg): Se indica el anexo en el que se está incluida o la categoría correspondiente, donde P = “en peligro de extinción”, S = “sensible a la alteración de su hábitat”, V = “vulnerable”, I = “de interés especial” y RP= incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.

Grupo	Especies	Categoría de protección			
		DA	DH	CB	Nac y Reg
Aves	<i>Calonectris diomedea</i>	Anexo I	Anexo II	Anexo II	<sup>1</sup> I / <sup>2</sup> V
Aves	<i>Hydrobates pelagicus</i>	Anexo I	Anexo II	Anexo II	<sup>1</sup> I / <sup>2</sup> RP
Aves	<i>Larus audouinii</i>	Anexo I	Anexo II	Anexo II	<sup>1</sup> I / <sup>2</sup> V
Aves	<i>Pandion haliaetus</i>	Anexo I	Anexo II	Anexo II	<sup>1</sup> V / <sup>2</sup> V
Aves	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>	Anexo I	Anexo II	Anexo II	<sup>1</sup> I / <sup>2</sup> V
Aves	<i>Puffinus puffinus mauretanicus</i>	Anexo I	Anexo II	Anexo II	<sup>1</sup> P / <sup>2</sup> P
Aves	<i>Puffinus yelkouan</i>	Anexo I	Anexo II	Anexo II	<sup>1</sup> RP
Aves	<i>Sterna albifrons albifrons</i>	Anexo I	Anexo II	Anexo II	<sup>1</sup> I / <sup>2</sup> RP
Aves	<i>Sterna sandvicensis</i>	Anexo I	Anexo II	Anexo II	<sup>2</sup> RP
Mamíferos	<i>Balaenoptera physalus</i>		Anexo IV	Anexo II	<sup>1</sup> V / <sup>2</sup> V
Mamíferos	<i>Delphinus delphis</i>		Anexo IV	Anexo II	<sup>1</sup> V / <sup>2</sup> V
Mamíferos	<i>Globicephala melas</i>		Anexo IV	Anexo II	<sup>1</sup> I / <sup>2</sup> V
Mamíferos	<i>Grampus griseus</i>		Anexo IV	Anexo II	<sup>1</sup> I / <sup>2</sup> RP
Mamíferos	<i>Physeter macrocephalus</i>		Anexo IV	Anexo II	<sup>1</sup> V / <sup>2</sup> V
Mamíferos	<i>Pseudorca crassideus</i>		Anexo IV		
Mamíferos	<i>Stenella coeruleoalba</i>		Anexo IV		<sup>1</sup> I / <sup>2</sup> RP
Mamíferos	<i>Tursiops truncatus</i>		Anexo II, IV	Anexo II	<sup>1</sup> V / <sup>2</sup> V
Mamíferos	<i>Ziphius cavirostris</i>		Anexo IV	Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Peces	<i>Carcharodon carcharias</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Peces	<i>Cetorhinus maximus</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Peces	<i>Hippocampus hippocampus</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Peces	<i>Hippocampus ramulosus</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Peces	<i>Mobula mobular</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Peces	<i>Rostroraja alba</i>			Anexo II	<sup>2</sup> RP
Reptiles	<i>Caretta caretta</i>	Anexo II, IV		Anexo II	<sup>1</sup> I / <sup>2</sup> V
Reptiles	<i>Chelonia mydas</i>	Anexo II, IV		Anexo II	<sup>1</sup> I
Reptiles	<i>Dermochelys coriacea</i>	Anexo IV		Anexo II	<sup>1</sup> I / <sup>2</sup> RP
Algas	<i>Cystoseira amentacea</i> (incluidas var. <i>stricta</i> y var. <i>spicata</i> )			Anexo II	<sup>2</sup> RP
Algas	<i>Cystoseira mediterranea</i>			Anexo II	<sup>2</sup> RP
Algas	<i>Cystoseira spinosa</i>			Anexo II	<sup>2</sup> RP
Algas	<i>Cystoseira zosteroides</i>			Anexo II	<sup>2</sup> RP
Algas	<i>Laminaria rodriguezii</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Algas	<i>Lithothamnion coralliodes</i>		Anexo V		
Algas	<i>Phymatolithon calcareum</i>		Anexo V		
Fanerógamas	<i>Posidonia oceanica</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Cnidarios	<i>Astroides calyculus</i>			Anexo II	<sup>1</sup> V
Cnidarios	<i>Corallium rubrum</i>		Anexo V	Anexo III	
Crustáceos	<i>Homarus gammarus</i>			Anexo III	
Crustáceos	<i>Maja squinado</i>			Anexo III	
Crustáceos	<i>Palinurus elephas</i>			Anexo III	
Crustáceos	<i>Scyllarides latus</i>		Anexo V	Anexo III	
Crustáceos	<i>Scyllarus arctus</i>			Anexo III	
Crustáceos	<i>Scyllarus pygmaeus</i>			Anexo III	
Equinodermos	<i>Asterina pancerii</i>			Anexo II	<sup>1</sup> S / <sup>2</sup> RP

**Tabla 10.3.1.- Continuación**

Grupo	Especies	DA	Categoría de protección		Nac y Reg
			DH	CB	
Equinodermos	<i>Centrostephanus longispinus</i>		Anexo IV	Anexo II	<sup>1</sup> I / <sup>2</sup> RP
Equinodermos	<i>Ophidiaster ophidianus</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Moluscos	<i>Charonia lampas</i>			Anexo II	<sup>1</sup> V / <sup>2</sup> V
Moluscos	<i>Dendropoma petraeum</i>			Anexo II	<sup>1</sup> V / <sup>2</sup> V
Moluscos	<i>Lithophaga lithophaga</i>		Anexo IV	Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Moluscos	<i>Mitra zonata</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Moluscos	<i>Pinna nobilis</i>		Anexo IV	Anexo II	<sup>1</sup> V / <sup>2</sup> V
Moluscos	<i>Pinna rudis</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Moluscos	<i>Ranella olearia</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Moluscos	<i>Zonaria pyrum</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP / <sup>2</sup> RP
Porífera	<i>Axinella polypoides</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP
Porífera	<i>Geodia cydonium</i>			Anexo II	<sup>1</sup> RP
Porífera	<i>Spongia agaricina</i>			Anexo III	
Porífera	<i>Tethya sp. plur.</i>			Anexo II	<sup>2</sup> RP

**Directiva Aves (DA) 2009/147/CE**

Anexo I Especies de aves objeto de medidas de conservación

**Directiva Hábitats (DH) 92/43/CEE**

Anexo II: Especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación

Anexo IV: Especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren una protección estricta

Anexo V: Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión

**Convenio de Barcelona (CB):**

Anexo II: Lista de especies en peligro o amenazadas

Anexo III: Lista de especies cuya explotación está reglamentada

**Legislación Nacional y Regional:**

<sup>1</sup>Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Real Decreto 139/2011, que adapta el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, Real Decreto 139/2011 y la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

<sup>2</sup>Catálogo Balear de Especies Amenazadas, Decreto 75/2005

## 10.4. Criterios ecológicos

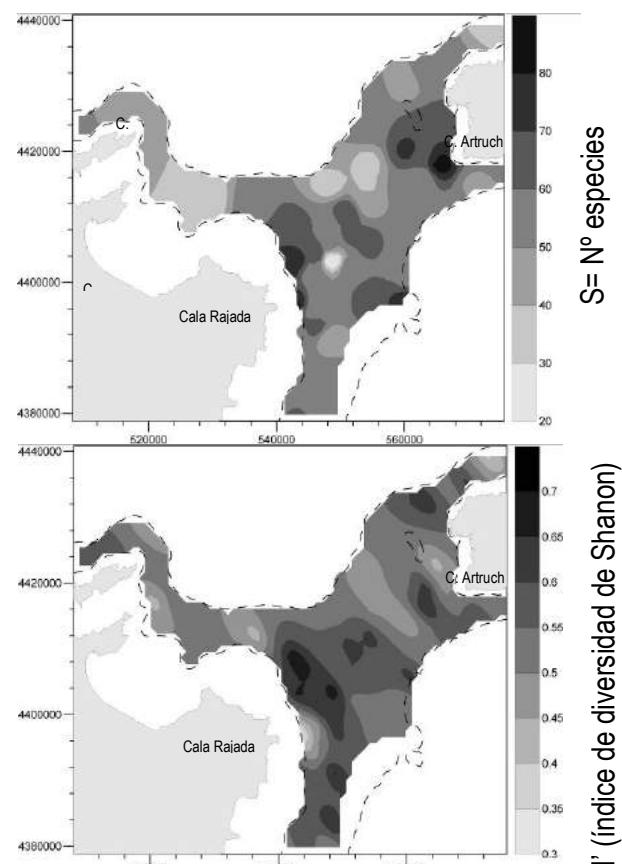
### 10.4.1. Diversidad (especies y comunidades)

Para caracterizar la distribución espacial de la diversidad de especies en el canal de Menorca se consideraron dos índices:  $S$ = Riqueza específica: es el número total de especies en una muestra y  $H'$ = es el índice de diversidad de Shannon (o Shannon-Wiener)=  $H' = \sum i \log (pi)$ . Siendo  $pi = n_i/N$ . Es un índice de abundancia proporcional y expresa cuantitativamente la equidad o uniformidad de la muestra, es decir, si la distribución de la abundancia entre las diferentes especies es homogénea, o por el contrario, hay una dominancia. Cuanto mayor es el índice de Shannon, mayor equidad hay en la muestra.

La riqueza específica presenta una media de 55.6 especies, con un máximo de 83 y un mínimo de 21 especies. Los valores más elevados se localizan frente a las costas de cala Rajada y frente al cabo de Artruch, coincidiendo con la distribución de los máximos valores de biomasas y coberturas de rodofíceas blandas asociadas al detritico costero con *Osmundaria volubilis*, donde coexisten con fondos ligados a coralináceas, por lo que la riqueza de especies algales aumenta notablemente.

El índice de biodiversidad de Shannon osciló entre 0.2 y 0.7, mostrando una media de 0.5. Los valores máximos se observan en determinadas zonas frente a la costa de cala Rajada, en algunos puntos al NW y SW de Menorca y al norte del cabo de Formentor.

En general se puede decir que el canal de Menorca presenta una elevada diversidad específica si se compara con otros datos existentes en la bibliografía. En el total de área muestreada, aproximadamente 1672 km<sup>2</sup>, el total de especies inventariadas son 1322. Los máximos se concentran en áreas donde existe elevadas biomasas de algas blandas y rodolitos, confirmando la asunción que fondos sedimentarios incrementan su diversidad con la presencia de hábitats de elevadas complejidad estructural, como son los lechos de maërl/rodolitos (Birkett et al. 1998; Foster 2001; BIOMAE'RL Team 1999; Bordehore et al. 2003). También se pueden relacionar estos elevados valores con la coexistencia de un mosaico de diferentes hábitats (maërl, fondos de *O. volubilis* y *Peyssonnelia spp.*) en algunas zonas, más que la propia presencia individual de alguno de ellos, apoyando la hipótesis que la existencia de diferentes hábitats con diferentes recursos y nichos incrementan la diversidad funcional y evidencian que los ecosistemas han evolucionado como un paisaje interconectado de hábitats (Margalef 1968).



## 10.4.2. Conectividad y dependencia entre sistemas ecológicos

Los hábitats sensibles consisten en ecosistemas complejos con especies endémicas, con una alta biodiversidad y con una alta productividad. Estos hábitats representan áreas de refugio, cría y reproducción de muchas especies comerciales y no comerciales, y son cruciales para el ciclo de vida de determinadas especies. Su distribución parcheada permite una “conectividad ecológica” a través de mecanismos de dispersión de organismos marinos.

## 10.4.3. Representatividad

En conjunto, los fondos del canal de Menorca son representativos de una elevada diversidad y variedad de comunidades, todas ellas características y representativas del Mediterráneo occidental (Pérès y Picard 1964, Ros et al. 1989) hecho que confirma y refuerza la representatividad y singularidad de la zona en el marco del Mediterráneo. Las características geomorfológicas del canal de Menorca junto con su oceanografía hacen de esta zona un enclave singular. Como elementos representativos del canal de Menorca, cabe destacar:

- 1) La variedad de rasgos morfológicos, tanto erosivos (guilles, escarpes erosivos, dorsales de arena), como tectónicos (escarpes tectónicos), biogénicos (barras relictas, montículos y crestas de coralígenos) y otros (depresiones circulares) de la región comprendida entre 50 y 100 m de profundidad del canal de Menorca.
- 2) Fondos detriticos con dominancia de *Phyllophora crista* y *Osmundaria volubilis*: presentan una distribución geográfica que incluye solamente, el Mediterráneo y el Atlántico oriental cálido-templado, desde el sur de Portugal hasta las islas Canarias. En el Mediterráneo es muy común, aunque su abundancia varía según las áreas, siendo una especie muy abundante en las Islas Baleares (denominada herba torta) pero rara en la costa catalana (Ballesteros y Romero 1982; Ballesteros 1992). En este tipo de fondos se dan los valores más elevados de riqueza específica y de abundancia y biomasa de especies. Por lo tanto, se puede considerar que este tipo de fondos son representativos, tanto por su biodiversidad como por su reducida distribución natural de una región biogeográfica concreta.
- 3) El coralígeno presenta una estructura compleja con numerosos microhábitats y complejidad ambiental y estructural. Son las comunidades del más alto valor ecológico del Mediterráneo cuya distribución está poco estudiada, siendo representativa de la biodiversidad de este área geográfica (Ballesteros, 2006).
- 4) Los fondos de maërl/rodolitos se distribuyen hasta 95 m de profundidad en manchas relativamente extensas en todo el canal de Menorca, siendo también un hábitat representativo de la biodiversidad de los fondos sedimentarios del mar Mediterráneo, donde además son considerados hábitats de una elevada fragilidad debido a su lento crecimiento, que los convierte en un hábitat perenne y un recurso no renovable” (BIOMAËRL team, 1999; Bellan-Santini et al., 1994; Barberá et al., 2003). Muchos fondos de maërl del Atlántico norte son productivos caladeros de bivalvos comerciales (Hall-Spencer et al., 2003) y en el Mediterráneo son hábitat de peces demersales y céfalópodos de interés pesquero (Ordinas y Massutí, 2009; Ordinas et al. 2009). Además, los fondos de maërl son considerados como “factorías” de carbonatos (Canals y Ballesteros, 1997) y por tanto están implicados en la productividad y los procesos biogeoquímicos que afectan a la oceanografía y el clima.
- 5) *Laminaria rodriguezii* es un alga parda de porte erecto, endémica del Mediterráneo septentrional y es considerada un paleoendemismo con origen en el Pacífico, que en

elevadas densidades puede formar un hábitat catalogado como bosque de laminariales, de *kelp* o de quelpos. Sin embargo, no forma bosques muy densos en comparación con otras especies. En las costas españolas esta especie parece ser más abundante en la franja central de la Península Ibérica situada entre las provincias de Castellón y Murcia, y en las Islas Baleares (Barberá *et al.*, 2012; Joher *et al.*, 2010). La especie está ampliamente distribuida en los fondos circalitorales de Mallorca y Menorca, especialmente abundante en el canal de Menorca, y el suroeste y noroeste de Mallorca (Ordines y Massutí, 2009). La biocenosis de detritico costero con *L. rodiguezii* tiene una gran importancia a nivel ecológico y estructural. Su tamaño y porte erecto ofrece un microhábitat especial, recurso alimenticio y refugio para otras especies. Este porte erecto cumple también un papel estructurador en los fondos de rodolitos, ya que disminuye la fricción ocasionada por el movimiento del agua por las fuertes corrientes.

#### **10.4.4. Sensibilidad**

En el canal de Menorca, los principales impactos que se producen en los diferentes hábitats en la plataforma continental son: 1) contaminación orgánica o industrial; 2) la erosión mecánica y fragmentación por artes de pesca (trasmallo, palangre y arrastre), que además tienen como consecuencia un aumento de la turbidez y la sedimentación ocasionado por la tracción sobre el fondo de los artes de pesca. Además, de modificar la estructura de los hábitats debido a la fragmentación de importantes secciones o superficies de la comunidad y por el efecto de arrancar las especies estructuradoras.; 3) el anclaje de las embarcaciones de recreo que también puede actuar del mismo modo que la pesca profesional, arrancando y fragmentando importantes superficies de una comunidad; y 4) la presencia de algas invasoras, especialmente *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa taxifolia*, *Lophocladia lallemandii*, *Acrothamnion pressii*, *Womersleya setacea*, etc. Concretamente, en las Islas Baleares la especie invasora *C. racemosa* se extiende a más de 40 m de profundidad y *W. setacea* se encuentra a más de 30 m de profundidad sobre rocas de coralígeno en la costa norte de Menorca formando verdaderas alfombras con recubrimientos superiores al 90% (obs. Pers.).

El área de estudio no es diferente del resto de áreas costeras y de la plataforma del Mediterráneo y de otros mares y océanos. Los hábitats más sensibles en la zona costera serían, las fanerógamas, en concreto las dominadas por *Posidonia oceanica*, los fondos de maërl, el coralígeno y *Laminaria rodiguezii*. Todas ellos son muy sensibles a todo tipo de contaminación orgánica o industrial y a la pesca profesional, que en la zona del canal de Menorca constituye la amenaza más importante para los fondos de maërl y los fondos de *Peyssonnelia*.

#### **10.4.5. Evaluación del estado de fragilidad (especies y comunidades)**

Para evaluar el estado de fragilidad de la zona de estudio se ha elaborado una matriz con los hábitats y especies descritos previamente y los factores de riesgo potenciales (Tabla 10.3.2). Se incluyen específicamente los hábitats de interés para su conservación por las disposiciones de las Directiva Hábitats y Directiva Aves; la Ley de Patrimonio Natural 42/2007 y el Convenio de Barcelona. El proceso de evaluación de los factores de riesgo tiene como objetivo final integrar la información que se deriva de los hábitats y de las especies características presentes en el área de estudio y su respectivo interés ecológico y/o económico y de su sensibilidad frente a futuras perturbaciones en base a su estado de conservación actual. Para ello, se atribuye un grado de sensibilidad cualitativa (con cuatro grados de vulnerabilidad) a los factores de riesgo existentes.

Esta valoración pretende dar una visión integral de las amenazas que pueden incidir negativamente sobre los hábitats de la zona. La vulnerabilidad obtenida para los hábitats y especies nos indica cuáles son los ecosistemas más frágiles y cuán expuestos están a las alteraciones de origen antrópico y/o ambiental. Este tipo de información consideramos que es esencial para la planificación de actividades de monitoreo y seguimiento posteriores a los estudios realizados y que sirvan para proponer acciones de protección eficaces.

**Tabla 10.3.2.-** Evaluación del estado de fragilidad de los hábitats del canal de Menorca en función de los riesgos potenciales detectados. Se evalua como nulo= 0, bajo= 1, medio= 2, alto= 3 y muy alto= 4.

	Fondos de roca litoral	Fondo de arena litoral	Praderas de Cymodocea	Praderas de Posidonia	Coralígeno y roca circalitoral	Coralígeno de plataforma	Fondos de maërl/rodolitos	Fondos de Osmundaria volubilis	Fondos con Peyssonnelia	Fondos con Laminaria rodiguezii	Fondos detriticos biogénicos
Líneas telefónicas y electrónicas sumergidas	2	2	2	2	0	0	0	0	1	1	1
Tuberías	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Puertos pesqueros	3	3	3	3	1	1	1	0	0	1	1
Puertos industriales	3	3	3	3	1	1	1	0	0	1	1
Rutas de barcos comerciales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rutas de ferry de alta velocidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eliminación de residuos industriales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urbanización continua	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1
Eliminación de residuos domésticos/installaciones recreativas	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1
Sustitución arena costera/ regeneración de playas	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1
Nasas	0	0	0	0	2	3	3	3	3	3	3
Palangre de fondo	0	0	0	0	2	3	3	3	3	3	3
Trasmallo	1	1	2	3	4	4	4	4	4	4	4
Pesca de arrastre	0	0	0	1	4	4	4	4	4	4	4
Redes de cerco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pesca recreativa	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Actividades de pesca o recolección no mencionadas anteriormente	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Deportes náuticos	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
Maniobras militares	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Derrames de petróleo en el mar	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Descarga de productos químicos tóxicos a partir de material arrojado en el mar	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Macro-contaminación marina (basuras)	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
Especies invasoras	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1

Los factores de riesgo más importantes son:

- 1) **Pesca:** palangre (de superficie y de fondo), trasmallo (y enmalles), arrastre, pesca de coral rojo, nasas, pesca recreativa.
- 2) **Efectos indirectos:** artes abandonados (daños físicos producidos a organismos por artes de pesca abandonados) e incremento de la turbidez y de sedimento (como consecuencia de las redes de arrastre o de aportes sedimentarios de origen diverso).
- 3) **Erosión de la línea de costa:** debido a la urbanización, construcciones litorales, alteración de la dinámica costera de sedimentación y corrientes, etc.
- 4) **Polución:** química (residuos de embarcaciones, puertos y vertidos en general), orgánica (eutrofización por vertidos urbanos), carburantes (derivados de la navegación de embarcaciones de transporte y cruceros).
- 5) **Turismo:** anclajes (daños producidos por el anclaje de embarcaciones de recreo), submarinismo y baño.

#### 10.4.6. Naturalidad

Se define naturalidad como las peculiaridades marcadas por la orografía, climatología y características urbanísticas que han contribuido de manera sensible a la conservación natural del sistema del canal de Menorca. El área propuesta como LIC en el canal de Menorca se localiza prácticamente en su totalidad dentro de la delimitación de aguas exteriores y algunos tramos de costa pertenecen a aguas interiores, siendo administrada por gobierno estatal y autonómico, respectivamente (ver anexos). Se ha conservado en gran parte debido a su distancia a costa, donde se concentra la presión urbanística y turística, por lo que no existen focos importantes de contaminación industrial o urbana. Aunque a principios de 2006 la Comisión Europea prohibió la pesca de arrastre sobre hábitats de interés comunitario como el coralígeno y el maërl, se sigue llevando a cabo esta práctica, contribuyendo a la disminución de su naturalidad. Prácticamente en toda la zona del canal de Menorca existe presión por arrastre en mayor o menor grado, excepto en la zona litoral por debajo de 50 m, en la zona central del canal de Menorca por la que discurren los cables eléctricos y de telefonía que alimentan a Menorca desde Mallorca y en algunas zonas donde existen grandes concentraciones de coralígeno o substrato rocoso, donde no se produce esta actividad pesquera, aunque sí se practica trasmallo y otros tipos de pesca artesanal. Las áreas protegidas por la figura de reserva marina, especialmente si es reserva integral, se pueden considerar que tienen un elevado grado de naturalidad. En Febrero de 2007, la Comunidad Autónoma de Islas Baleares creó la Reserva Marina del Norte del Levante y en abril del mismo año, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación creó la Reserva Marina de Cala Rajada, ampliándose la protección pesquera de esta zona bajo la figura de Reserva Marina de Llevant en 11500 ha, con una reserva integral de unas 4500 ha.

A partir de la información existente, se puede concluir que existen varios enclaves en el canal de Menorca en un excelente estado de conservación debido a su naturalidad. En general hay que destacar que la zona comprendida entre 50 y 500 m de profundidad hay una moderada-intensa actividad de arrastre, lo cual lleva a valorar como un grado de naturalidad reducido. Esto lleva a considerar que si se gestiona y controla esta actividad el potencial de recuperación de los hábitats permitiría catalogarla como una zona de un elevado grado de naturalidad, ya que se contribuiría de manera significativa a la conservación natural del sistema del canal de Menorca siendo un valor añadido al patrimonio natural del área.

#### 10.4.7. Potencial de restauración

El grado de conservación de la zona se puede evaluar mediante la definición del grado de conservación de los hábitats, teniendo en cuenta la valoración de tres criterios: i) grado de conservación de la estructura, ii) grado de conservación de las funciones del tipo de hábitat natural de que se trate y iii) posibilidad de restauración.

1. El coralígeno muestra una distribución dispersa o en parches, con diferentes grados de desarrollo y complejidad estructural. El coralígeno de plataforma es más abundante, encontrándose en ocasiones bloques o agregaciones circulares de más de 10 m de diámetro. Concretamente, en esta zona se han observado bloques de gran tamaño intercalados con fondos de maërl. La información disponible sobre el estado de estas comunidades es visual (ROV y cámara submarina), observándose puntualmente grandes bloques con una elevada complejidad estructural, elevada biodiversidad de especies y un importante desarrollo de substrato erecto con grandes filtradores (gorgonias, esponjas, etc.). Especialmente abundantes son los bloques dispersos de tamaño medio con un menor desarrollo estructural y sin el substrato erecto. El potencial de restauración es muy elevado
2. Los fondos de maërl presentan un estado de conservación bueno, sin embargo hay zonas donde están experimentando fuertes perturbaciones debido a la fuerte presión pesquera. Se ha observado que los fondos mejor conservados se encuentran en zonas donde existen grandes bloques de coralígeno que actúan como efecto disuasorio al arrastre, lo que está propiciando la conservación de estas manchas de maërl en perfecto estado. Los fondos de maërl/rodolitos del canal de Menorca presentan diferentes niveles de cobertura, siendo muy abundantes en fondos con *ripples* y *megaripples* o dunas. Los análisis han mostrado que en la zona de la plataforma donde donde se concentra mayor cantidad de esfuerzo de arrastre, la estructura de las comunidades de maërl está alterada. La posibilidad de restauración de estos hábitats es nula cuando se perturba por la pesca de arrastre.
3. Los fondos detriticos sin cobertura vegetal presentan un estado de conservación bueno presentando las facies típicas de este tipo biocenosis y una gran variedad de especies. La posibilidad de restauración de estos hábitats es baja, pero posible.
4. Los fondos detriticos costeros con *Peyssonnelia* están poco representados en el área de estudio, pero tomando como referencia los fondos del sur de Menorca muestreados durante esta campaña, así como los estudios previos existentes sobre este tipo de comunidad en el entorno de las Baleares (Ballesteros, 1994; Ordines y Massutí, 2009), se puede decir que gozan de un buen estado de conservación. La posibilidad de restauración de estos fondos debida a la pesca de arrastre podría ser posible.
5. Los fondos detritico costero con *Osmundaria volubilis* presentan un estado de conservación favorable, con gran variedad de fauna asociada, gran parte de ella formando parte el substrato erecto o arbustivo. Su estado de conservación es favorable debido a que sus poblaciones crecen sobre substrato rocoso y no están afectadas por la pesca de arrastre.
6. Los fondos de *Laminaria rodriguezii* están ligados a otras asociaciones algales y están bien representados en el canal de Menorca. En la zona central del canal se encuentran densidades muy elevadas, coincidiendo con zonas donde se produce el arrastre. No hay estudios previos que permitan definir su estado de conservación, pero posiblemente ha habido un retroceso de sus poblaciones en áreas donde la intensidad del arrastre y del tras mallo es muy elevada. Su posibilidad de restauración es baja, debido a su lento crecimiento, aunque es mayor que en las especies de rodolitos.

Por lo tanto, los hábitats presentes en el canal de Menorca presentan un estado de conservación bueno. Pero a pesar de ello, la pesca de arrastre de fondo es la mayor amenaza en esta área y representa la principal causa de degradación de estos hábitats especialmente sensibles y vulnerables, ya que su posibilidad de restauración es inviable una vez se ha perturbado a causa de una acción continuada en el tiempo. La pesca artesanal, principalmente trasmallo y palangre de fondo, también es intensa en el canal de Menorca, afectando a especies objetivo como la langosta, el mero y diversas especies de espáridos. Estos artes de pesca, aunque en menor intensidad, también ocasionan la erosión del fondo y la fragmentación de organismos de estructura eréctil, como las gorgonias, *Laminaria*, esponjas, etc., muy frágiles ante una colisión con cualquier objeto físico. Sin embargo, existe escasa información de las zonas donde se produce la mayor presión de este tipo de pesca y de cómo afecta a los ecosistemas.

Las zonas más vulnerables del canal de Menorca desde el punto de vista de la presión pesquera están localizadas en: la zona norte del Cabo de Formentor, diferentes franjas frente a la costa de Menorca, la zona central del canal y la zona frente a la costa de Cala Rajada. Por ello, en estas zonas sería recomendable tomar diferentes medidas de protección, tales como: limitar el número de embarcaciones que pueden pescar en estas zonas, reducir el esfuerzo de la pesca de arrastre de fondo, prohibir la pesca de arrastre en las zonas donde existen hábitats o especies protegidas, dotar a las embarcaciones de arrastre autorizadas a faenar en el área marina protegida con puertas pelágicas, de menor impacto sobre el fondo, establecer un plan de explotación ecológicamente más sostenible para aquellas modalidades de pesca artesanal (palangre de fondo y artes menores) con mayor impacto sobre los elementos clave de conservación, favoreciendo el uso de artes y aparejos más selectivos, y prohibir las modalidades de pesca de cerco y palangre de superficie no deberían estar autorizadas.

## 10.5. Criterios de valoración espacial de la zona de estudio

Hay al menos tres puntos básicos para un enfoque operacional adecuado para la conservación de la biodiversidad (Boero y Bonsdorff, 2007). El primer paso en la protección es saber cuáles son los objetos a proteger o elementos clave de conservación, que pueden ser aspectos ecológicos o culturales. Desde el punto de vista ecológico, los mejores candidatos para representar la biodiversidad son las especies. Teniendo en cuenta que la pérdida y fragmentación de los hábitats son el principal problema que debe abordarse con el fin de preservar la biodiversidad, el segundo objetivo es mapear la distribución de hábitats y hacer una valoración de su estado de conservación. Por consiguiente, la mejor estrategia de conservación de las especies y hábitats marinos, incluye la identificación, protección y gestión de áreas marinas de importancia nacional e internacional. El camino a seguir para la conservación de la biodiversidad marina exige una mejora de la ordenación del espacio marítimo, la integración de la mejor información disponible (ecológica, económica y social) para la toma de decisiones y desarrollar estrategias de conservación y reducir al mínimo los efectos en las partes interesadas (por ejemplo, los pescadores). De este modo, la mejor manera para llegar a un compromiso entre la conservación y la explotación sostenible de los recursos sólo se puede lograr si se dispone de la información adecuada sobre la distribución espacial de los hábitats, las especies y del esfuerzo pesquero (Bianchi y Morri, 2000; Ojeda-Martínez et al., 2009). Por ello se han definido las zonas de mayor vulnerabilidad del canal de Menorca, considerando estas como las zonas donde concurre una presencia de elementos clave y una mayor presión por actividades antrópicas.

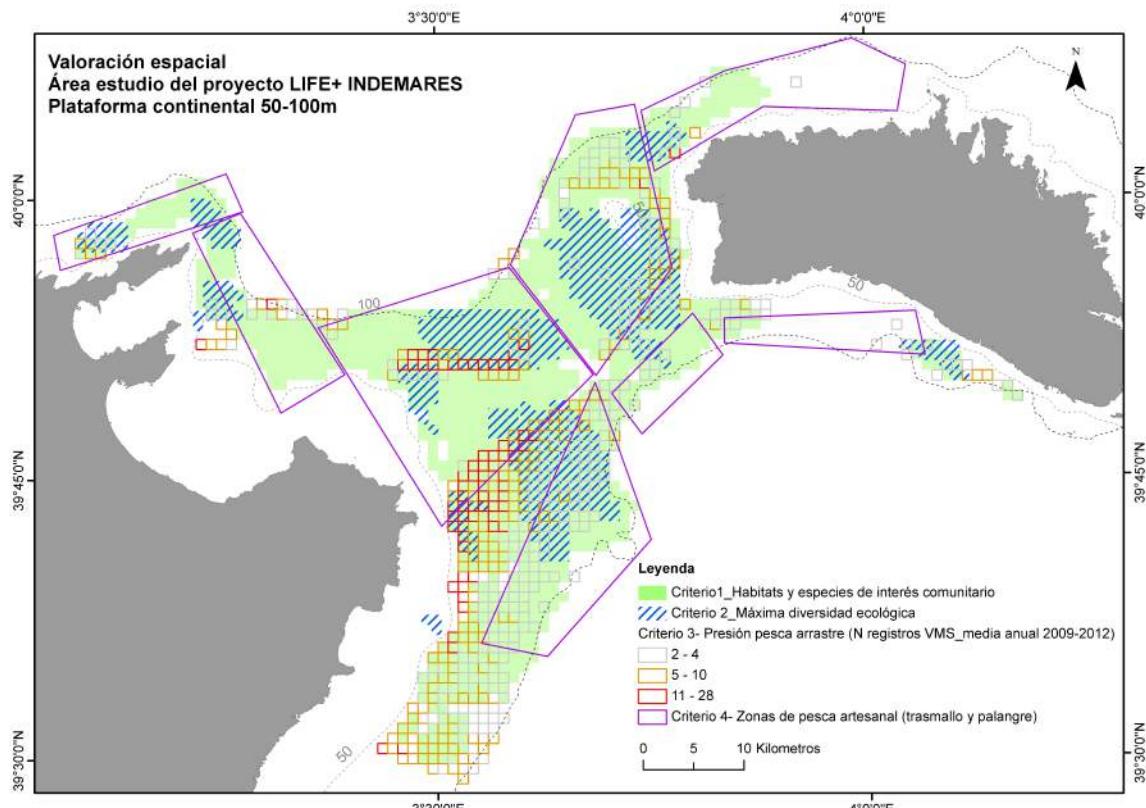
A partir de la información obtenida respecto a la biocenosis y especies de interés se han considerado los siguientes elementos clave para la conservación:

Hábitats y biocenosis de interés comunitario	✓ Coralígeno, ✓ Mäerl, ✓ Detritico costero con rodolitos,
Hábitats de elevada representatividad y biodiversidad en la zona de estudio	✓ Detritico costero con <i>Osmundaria volubilis</i> , ✓ Detritico costero con <i>Peyssonnelia</i>
Especies	✓ Especies incluidas en la tabla 10.3.1 de la presente propuesta

La valoración espacial de las zonas de máxima vulnerabilidad de los fondos del canal de Menorca se ha basado en los siguientes aspectos:

- Presencia de elementos clave de conservación (hábitats y especies)
- Valoración del estado de conservación de los hábitats y de las especies de interés
- Valoración de la presión pesquera

En la figura 10.4.1. se muestra las zonas donde se concentran los elementos claves para su conservación (hábitats y especies de interés comunitario) y las áreas con una mayor intensidad de pesca. Prácticamente toda la plataforma superficial comprendida entre 50 y 100 m de profundidad presenta elementos clave para su conservación ya sea por presencia de hábitats de maërl, rodolitos o coralígeno, o por especies de especial interés para su conservación (Apartado 10.2). Desde el punto de vista de la presión pesquera se han localizado varias zonas de mayor vulnerabilidad: zona norte del Cabo de Formentor, diferentes franjas frente a la costa de Menorca, la zona central del canal y la zona frente a la costa de Cala Rajada.



**Figura 10.4.1.-** Zonas del canal de Menorca donde se concentran los elementos claves para su conservación (hábitats y especies de interés comunitario) y las áreas con una mayor intensidad de pesca.



## 11. Recomendaciones para la zonificación y la gestión del LIC

Con toda la información recopilada relativa a la distribución de hábitats y especies presentes en el canal de Menorca, y teniendo en cuenta la legislación vigente para la protección de especies y hábitats [Directiva Hábitats (92/43/CEE) y el Convenio de Barcelona (Decisión del Consejo, 77/585/CEE)] y de regulación pesquera [Reglamento (CE) 1967/2006, Orden ARM/143/2010], se realizan las siguientes consideraciones que pueden ser de utilidad para elaborar las directrices de gestión del Lugar de Interés Comunitario (LIC) en el canal de Menorca:

1. La plataforma del canal de Menorca presenta un muy buen estado de conservación, con una amplia distribución de hábitats y especies de interés para su conservación en toda la zona.
2. Los principales hábitats presentes en la plataforma (fondos de coralígeno, fondos de maërl/rodolitos y fondos detriticos biogénicos asociados a *Laminaria rodriguezii*, *Osmundaria volubilis*, *Phyllophora crispa*, *Peyssonnelia* spp. y *Halopteris filicina*) se consideran hábitats esenciales por su elevada biomasa y biodiversidad, y porqué actúan como áreas de reclutamiento y puesta de especies comerciales nectobentónicas.
3. Se han identificado 58 especies con alguna figura de protección, incluyendo 9 especies de aves, 9 mamíferos, 8 moluscos, 7 algas, 6 crustáceos, 6 peces, 4 poríferos, 3 equinodermos, 3 reptiles, 2 cnidarios y 1 fanerógama.
4. Se ha observado una actividad relevante de la pesca de arrastre sobre los fondos de maërl/rodolitos de la plataforma del Canal de Menorca, que además ha experimentado un incremento significativo entre los años 2009 y 2012, provocando la existencia de un claro conflicto de intereses entre conservación y explotación.
5. En el estudio se tratan los posibles impactos de actividades antropogénicas en el medio, citándose la alta sensibilidad de los fondos de maërl/rodolitos a la erosión mecánica producida por actividades como la pesca de arrastre. Si bien aún se encuentran zonas de la plataforma donde dichos hábitats presentan coberturas muy altas y una buena conservación, también se han detectado variaciones en la composición y forma de las especies que componen dichos hábitats que podrían tener su origen en la actividad de pesca de arrastre citada.
6. Las diferentes modalidades de pesca artesanal también tienen una importante presencia en la plataforma. El palangre de fondo y el trasmallo de langosta pueden afectar negativamente los ecosistemas bentónicos vulnerables ya que se realizan principalmente en afloramientos rocosos con presencia de coralígeno y fondos de maërl/rodolitos.
7. La pesca recreativa es una actividad de ocio muy importante en las Islas Baleares con un elevado número de practicantes. En este informe no se ha evaluado el impacto de esta actividad sobre los hábitats y especies de interés para su conservación. Especialmente sería interesante evaluar el posible impacto de esta actividad sobre las especies estructurantes de los fondos de coralígeno.
8. De acuerdo con la legislación vigente, se recomienda establecer un plan de seguimiento científico para evaluar la evolución de los elementos claves de conservación del LIC.

En cuanto a los hábitats de especial interés para su conservación, en el área del canal de Menorca solo se desarrolla un hábitat recogido dentro del Anexo I de la Directiva Hábitats (92/43/CEE) “Tipos de hábitats naturales de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de zonas de especial conservación”; es el caso del hábitat prioritario de “Praderas de Posidonia (*Posidonia oceanicae*)”.

En esta propuesta se plantea que se considere la inclusión de diferentes hábitats amenazados en el canal de Menorca en alguna de las categorías o figuras de protección existentes a nivel europeo o nacional. En concreto, los fondos de coralígeno y maërl/rodolitos deberían incluirse en el citado Anexo I de la Directiva Hábitats, si bien ya tienen un grado de protección de acuerdo con el Reglamento de Pesca del Mediterráneo (Reglamento CE 1967/2006). Según este reglamento queda prohibida la pesca con redes de arrastre, dragas, jábegas o redes similares por encima de hábitats de coralígeno y de mantos de rodolitos.

El coralígeno se considera que debería tener una protección normativa específica a nivel europeo, ya que sus poblamientos están ampliamente impactados, su presencia en todo el litoral mediterráneo es reducida y su restauración, una vez degradado, es prácticamente imposible. Por lo tanto, se recomienda su inclusión como hábitat prioritario en la Directiva Hábitats (92/43/EEC), lo que implicaría un seguimiento de su estado de conservación y la creación de zonas de especial protección (LIC/ZEC) y fomentar acciones similares a través de las herramientas aportadas por el Convenio de Barcelona (PNUMA-PAM-CAR/ZEP, 2008). En la actualidad la figura de protección que presenta no tiene carácter vinculante ya que se trata de un Plan de Acción para la conservación del coralígeno y de las demás bioconcreciones calcáreas del Mediterráneo, generado en el marco del Convenio de Barcelona para la conservación de especies o grupos de especies; prestando especial atención a los fondos de coralígeno y lechos rodolíticos que no son tenidos en cuenta en el Plan de Acción de la Conservación de la Vegetación Marina. Se considera también interesante el estudiar la conveniencia de que las especies estructuradoras de este tipo de hábitat (por ejemplo: *Paramuricea clavata*, *Eunicella singularis*, *E. gazella*, *E. verrucosa*, *Dendrophyllia ramea*, *Gerardia savaglia*, *Adeonella calveti*) sean incluidas en el catálogo de especies amenazadas de les Illes Balears, siguiendo los procedimientos reglamentarios necesarios.

Los fondos de maërl/rodolitos también deberían tener una protección normativa especial a nivel europeo ya que están ampliamente perturbados en todo el Mediterráneo, principalmente debido a la acción de la pesca de arrastre, siendo un ejemplo de la degradación de esta biocenosis la costa levantina, donde prácticamente ha desaparecido (BIOMAËRL team, 1999). Se trata de un hábitat frágil formado por especies de muy lento crecimiento, y de muy difícil restauración una vez degradado. Por todo ello se recomienda su inclusión como hábitat prioritario específico en la Directiva Hábitats (92/43/EEC). Esta directiva ya recoge a dos de las especies estructuradoras de este hábitat *Phymatolithon calcareum* y *Lithothamnium coralloides* en el Anexo V “especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión”. En el mediterráneo no existe explotación directa de este recurso, sino que se considera un descarte de la pesca de arrastre (Barberá et al., 2003).

Los fondos de maërl actualmente se encuentran definidos como biocenosis de protección prioritaria en el convenio de Barcelona, pero en el piso infralitoral (\* III.3.2.1. Facies de Maërl). Como se ha comentado anteriormente, existe un Plan de Acción para la conservación del coralígeno y lechos rodolíticos del Mediterráneo, aunque no tiene carácter vinculante. También debería revisarse su clasificación en la Directiva Hábitats y definirse como un hábitat diferente y prioritario. Su definición con las categorías de hábitats existentes actualmente lleva a confusión. Por un lado, como hábitat sedimentario con rodolitos, entraría dentro de la categoría de hábitat 1110: *Bancos de arena cubiertos permanente por agua marina poco profunda*. Pero en la descripción de este hábitat se establece una profundidad de distribución de 30 m, y en el caso de aguas oligotróficas del Mediterráneo, la distribución batimétrica del maërl/rodolitos es mucho más amplia, llegando a alcanzar los 95 metros de profundidad en algunos puntos de la costa balear. Por otro lado, se podría encajar en la categoría de hábitat 1170 Arrecife, ya que son bioconcreciones o formaciones biogénicas, pero la descripción de este hábitat hace referencia únicamente a hábitats de substrato duro, incluyendo el coralígeno.

## 12. Referencias bibliográficas

- Abelló, P. 1989. Feeding habits of *Macropipus tuberculatus* (Brachyura, Portunidae) off the catalán coast (NW Mediterranean). *Miscellania Zoologica*, 13: 45-50.
- Abelló, P., Cartes, J.E. 1987. Observaciones sobre la alimentación de *Liocarcinus depurator* (L.) (Brachyura: Portunidae) en el Mar Catalán. *Investigaciones Pesqueras*, 51 (Supl. 1): 413-419.
- Abelló, P., Carbonell, C., Torres, P. 2002. Biogeography of epibenthic crustaceans on the shelf and upper slope off the Iberian Peninsula Mediterranean coasts: implications for the establishment of natural management areas. *Scientia Marina*, 66, 183–198.
- Acosta, J. Herranz, P., Rey, J., Sanz, J.L. 1989. Resultados preliminares de la campaña de Geología Marina CARBAL-88. Informe Técnico del Instituto Oceanográfico, 75: 3-94.
- Aguilar Rosas, R. 1990. Análisis cualitativo de la dieta macroalgal del caracol *Astraea undosa* Wood 1828, en Punta Banda, Baja California, México. *Ciencias Marinas*, 16(4): 111-120.
- Airoldi, L., Beck, M. 2007. Loss, Status and Trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanogr. Marine Biology Annual Revision*, 45:345–405
- Allen, R. 1971. Relation between production and biomass. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 28: 1573-1581.
- Anastasopoulou, A., Kapiris, K. 2008. Feeding ecology of the shortnose greeneye *Chlorophthalmus agassizi* Bonaparte, 1840 (Pisces: Chlorophthalmidae) in the eastern Ionian Sea (eastern Mediterranean). *Journal of Applied Ichthyology*, 24: 170–179.
- Arcos, J.M. 2001. Ecologia alimentària dels ocells marins en mar obert: importància de les pesqueries comercials al Mediterrani nord-occidental. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona. 125 pp.
- Arcos, J.M., Oro, D. 2002. Significance of fisheries discards for a threatened Mediterranean seabird, the Balearic shearwater *Puffinus mauretanicus*. *Marine Ecology Progress Series*, 239: 209-220.
- Armsworthy, S.L., MacDonald, B.A., Ward, J.E. 2001. Feeding activity, absorption efficiency and suspension feeding processes in the ascidian, *Halocynthia pyriformis* (Stolidobranchia: Ascidiacea): responses to variations in diet quantity and quality. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 260(1): 41-69.
- Auster, P.J., Langton, R.W. 1999. The effects of fishing on fish habitat. *American Fisheries Society Symposium*, 22:1-38
- Auster, P.J., Malatesta, R.J., Langton, R.W., Watting, L., Valentine, P.C., Donaldson, C.L.S., Langton, E.W., Shepard, A.N., Babb, W.G. 1996. The impacts of mobile fishing gear on seafloor habitats in the gulf of Maine(Northwest Atlantic): Implications for conservation of fish. populations. *Reviews in Fisheries Science*, 4(2): 185–202.
- Bacha, M., Amara, A. 2009. Spatial, temporal and ontogenetic variation in diet of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) on the Algerian coast (SW Mediterranean). *Estuarine, coastal and shelf science*, 85: 257-264.
- Bacha, M., Moali, A., Benmansour, N.E., Brylinski, J.M., Mahé, K., Amara, R. 2010. Relationships between age, growth, diet and environmental parameters for anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Bay of Bénisaf (SW Mediterranean, west Algerian coast). *Cybium*, 34(1): 47-57.

- Bailey, K.M. 1984. Comparison of laboratory rates of predation on five species of marine fish larvae by three planktonic invertebrates: effects of larval size on vulnerability. *Marine Biology*, 79: 303-309.
- Baird, D., McGlade, J. M., Ulanowicz, R. E. 1991. The comparative ecology of six marine ecosystems. *Philosophical Transactions of The Royal Society: Biological Sciences*, 333: 15- 29.
- Baird, D., Ulanowicz, R.E. 1993. Comparative study on the trophic structure, cycling and ecosystem properties of four tidal estuaries. *Marine Ecology Progress Series*, 99 : 221-237.
- Bajkov, A. D. 1935. How to estimate daily food consumption of fish under natural conditions. *Transactions of the American Fisheries Society*, 65: 288-289.
- Bakun, A. 1996. *Patterns in the Ocean. Ocean Processes and Marine Population Dynamics*. California Dea Grant College System, C.A. 323 pp.
- Baldó, F., Drake, P. 2002. A multivariate approach to the feeding habits of small fishes in the Guadalquivir Estuary. *Journal of fish biology*, 61(A): 21-32.
- Ballesteros, E. 1988. Composición y estructura de los fondos de maërl de Tossa de Mar (Girona, España). *Collection Botany*, 17:161–182.
- Ballesteros, E. 1992. Els fons rocosos profunds amb *Osmundaria volubilis* (Linné) R. E. Norris a les Balears. *Bulletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 35: 33-49.
- Ballesteros, E. 1994. The deep-water *Peyssonnelia* beds from the Balearic Islands (western Mediterranean). *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli: Marine Ecology*, 15:233–253
- Ballesteros, E. 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of the present knowledge. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review*, 4:123–195.
- Ballesteros, E., Romero, J. 1982. Catálogo de las algas bentónicas (con exclusión de las diatomeas) de la costa catalana. *Collections Botany*, 13(2):723–765
- Balson, P.S., Collins, M.B. 2007. *Coastal and Shelf Sediment Transport*. Geological Society. Special Publication, 274 (ed.). Geological Society Publishing House, UK. 162 pp.
- Bamstedt, U., Karlson, K. 1998. Euphausiid predation on copepods in coastal waters of the Northeast Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, 172: 149-168.
- Banaru, D., Mellon-Duval, C., Roos, D., Bigot, J.L., Souplet, A., Jadaud, A., Beaubrun, P., Fromentin, J.M. 2012. Trophic structure in the Gulf of Lions marine ecosystem (north-western Mediterranean Sea) and fishing impacts. *Journal of marine systems*. In Press. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2012.09.010>
- Barangé, M. 1988. Prey selection and capture strategies of the benthic hydroid *Eudendrium racemosum*. *Marine Ecology Progress Series*, 47: 83-88.
- Barberá, C., Bordehore, C., Borg, J.A., Glemarec, M., Grall, J., Hall-Spencer, J.M., De la Huz, C.H., Lanfranco, E., Lastra, M., Moore, P.G. 2003. Conservation and management of northeast Atlantic and, Mediterranean maerl beds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: S65–S76.
- Barberá, C., Fernández-Jover, D., López Jiménez, J.A., González Silvera, D., Hinz, H., Moranta, J. 2011. Trophic ecology of the sea urchin *Spatangus purpureus* elucidated from gonad fatty acids composition analysis. *Marine Environmental Research*, 71: 235–246

- Barberá C., Moranta, J., Ordines, F., Ramón, M., de Mesa, A., Díaz-Valdés M., Massutí, E. 2012. Biodiversity and habitat mapping of Menorca Channel (western Mediterranean): implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 21:701-728.
- Barnes, P.W., Thomas, J.P. (eds). 2005. Benthic habitats and the effects of fishing. American Fisheries Society, Bethesda, M.D.
- Barreiros, J.P., Santos, R.S. 1998. Notes on the food habits and predatory behaviour of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae) in the Azores. *Ciencias Biológicas e Marinhas*, 16A: 29-35.
- Başçınar, N.S., Sağlam, H. 2009. Feeding Habits of Black Scorpionfish *Scorpaena porcus*, in the South-Eastern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9: 99-103.
- Bauchot, M.L., Saldanha, L. 1986. Fishes of the northeastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris.
- Bautista-vega, A.A., Letourneur, Y., Harmelin-vivien, M., Salen-picard, C. 2008. Difference in diet and size-related trophic level in two sympatric fish species, the red mullets *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus*, in the Gulf of Lions (north-west Mediterranean Sea). *Journal of Fish Biology*, 73: 2402-2420.
- Bayhan, B., Sever, T.M., Kaya, M. 2007. Diet composition of the chub mackerel, *Scomber japonicus* (Pisces: Scombridae), in Candarli bay (Aegean Sea, Turkey). *Rapport Commission Internationale Mer Méditerranée*, 38: 427.
- Bayhan, B., Sever, T.M., Taskavak, E. 2008. Age, length-weight relationships and diet composition of scadfish *Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1972) (Pisces: Bothidae) in Izmir Bay (Aegean sea). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(8): 924-929.
- Bell, J.D., Harmelin-Vivien, M.L. 1983. Fish fauna of french mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. 2. Feeding habits. *Tethys*, 11(1): 1-14.
- Bell, S.B., McCoy, E.D., Mushinsky, H.R. 2001. Habitat structure, the physical arrangement of objects in space. Chapman & Hall, London.
- Bellan-Santini, D., Lacaze, J.C., Poizat, C., 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, Synthèse, menaces et perspectives. *Collection Patrimoines naturels, Museum National d'Histoire Naturelle publ.*, 19: 246p.
- Beltrano, A.M., Cannizzaro, L., Vitale, S., Milazzo, A. 2006. Preliminary study on the feeding habits of cleaver wrasse, *Xyrichtys novacula* (Pisces: Labridae) in the strait of Sicily (Mediterranean sea). *Electronic Journal of Ichthyology*, 2: 50-54.
- Ben Jard, L., Fehri-Bedoui, R., Ben Slama, S., Ben Hassine, O.K. 2010. Reproduction et régime alimentaire de *Trigloporus lastoviza* (Triglidae) dans le golfe de Tunis (Méditerranée occidentale). *Cybium*, 34(4): 353-365.
- Benchalel, W., Derbal, F., Kara, M.H. 2010. Régime alimentaire de sar commun *Diplodus sargus sargus* (Sparidae) des côtes de l'est algérien. *Cybium*, 34(3): 231-242.
- Beninger, P.G. (editor). 2009. Directions in bivalve feeding. *Aquatic biology*, 6: 173-302.
- Bergman, M.J.N., Van Santbrink, J.W. 2000. Fishing mortality of populations of megafauna in sandy sediments. En: Kaiser MJ, De Groot SJ (eds) *Effects of fishing on non-target species and habitats: biological, conservation and socio-economic issues*. Blackwell Science, Oxford, p 49-68.

- Bernárdez, C., Freire, J., González-Gurriarán, E. 2000. Feeding of the spider crab *Maja squinado* in the rocky subtidal areas of the Ría de Arousa (north-west Spain). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80: 95-102.
- Bertrand, J.A., Leonori, I., Première, P.-Y, Cosimi, G. 2002. Depth trajectory and performance of a trawl used for an international bottom trawl survey in the Mediterranean. *Scientia Marina*, 66(Suppl. 2), 169-182.
- Bianchi C.N., Morri, C. 2000. Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin*, 40: 367-376.
- BIOMAËRL team. 1999. Final Report (in 2 vols), BIOMAËRL project: Maërl biodiversity; functional structure and anthropogenic impacts. Coordinator: P.G. Moore, University Marine Biological Station Millport, Scotland.
- Birkett, D.A., Maggs, C.A., Dring, M.J. 1998. Maerl, vol V. An overview of dynamic and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs.UK Marine SACs Project. Scottish Associationfor Marine Science, Oban
- Biseau, A., Gonçalves, E. 1988. Apport des méthodes d'ordination en typologie des flotilles. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 44: 286–296.
- Blanco, C., Salomón, O., Raga, J.A. 2001. Diet of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the western Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81: 1053-1058.
- Blanco, C., Raduán, M.A., Raga, J.A. 2006. Diet of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) in the western Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 70(3): 407-411.
- Boero, F. 2001. Light after dark: the partnership for enhancing expertise in taxonomy. *Trends in Ecology Evolution*, 16: 266.
- Boero, F., Bonsdorff, E. 2007. A conceptual framework for marine biodiversity and ecosystem functioning. *Marine Ecology*, 28 (s1): 134–145.
- Bolam, S.G., Fernandes, T.F. 2002. Dense aggregations of tube building polychaetes: response to small-scaledisturbances. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 269:197–222.
- Bonsdorff, E., Pearson, T.H. 1999. Variation in the sublittoral macrozoobenthos of the Baltic Sea alongenvironmental gradients: a functional-group approach. *Australian Journal of Ecology*, 24:312–326
- Bordehore C., Ramos-Esplá, A.A., Ríosmena-Rodríguez, R. 2003. Comparative study of two maërl beds with different otter trawling history, SE Iberian Peninsula. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 543-554.
- Bosence, D.W.J. 1976. Ecological studies on two unattached coralline algae from western Ireland. *Palaeontology*, 19:365–395,
- Boudouresque, C.F. 2004. Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities. *Scientific Reports of the Port-Cros National Park*, Fr., 20: 97-146.
- Bowman, R.E., Stillwell, C.E., Michaels, W.L., Grosslein, M.D. 2000. Food of Northwest Atlantic Fishes and Two Common Species of Squid. *NOAA Technical Memorandum NMFS-NE-155*. 149 pp.
- Box, A., Deudero, S., Martín, D., Sarriera, P., 2008. Canvis en les comunitats de poliquets del herbeis de *Posidonia oceanica* colonitzats per *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*. In: Pons, G.X. (Ed.),

- V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. *Bulletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, pp. 39–40. Palma de Mallorca.
- Boyd, S.E., Coggan, R.A., Birchenough, S.N.R., Limpenny, D.S., Eastwood, P.E., Foster-Smith, R.L., Philpott, S., Meadows, W.J., James, J.W.C., Vanstaen, K., Soussi, S., Rogers, S. 2006. The role of seabed mapping techniques in environmental monitoring and management. *Science series technical report* 127. CEFAS, Lowestoft.
- Bozzano, A., Recasens, L., Sartor, P. 1997. Diet of the European hake *Merluccius merluccius* (Pisces: Merlucciidae) in the Western Mediterranean (Gulf of Lions). *Scientia marina*, 61(1): 1-8.
- Bozzano, A., Sardá, F., Ríos, J. 2005. Vertical distribution and feeding patterns of the juvenile European hake, *Merluccius merluccius* in the NW Mediterranean. *Fisheries Research*, 73: 29–36.
- Bradai, M.N., Ghorbel, M., Jarboui, O., Bouain, A. 1998. Régime alimentaire de *Spondyliosoma cantharus*, *Diplodus puntazzo* et *D. vulgaris* (Teleostei, Sparidae) dans le Golfe de Gabes, Tunisie. *Rapport Commission Internationale Mer Méditerranée*, 35: 380-381.
- Bremner, J. 2008. Species' traits and ecological functioning in marine conservation and management. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366:37–47
- Bremner, J., Frid, C.L.J., Rogers, S.I. 2003a. Assessing marine ecosystem health: the long term effects of fishing on functional biodiversity in North Sea benthos. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 6(2):131–137.
- Bremner, J., Rogers, S.I., Frid, C.L.J. 2003b. Assessing functional diversity in marine benthic ecosystems: a comparison of approaches. *Marine Ecology Progress Series*, 254:11–25.
- Bridger, J.P. 1972. Some observations on the penetration into the sea bed of tickler chains on a beam trawl. International Council for the Exploration of the Sea CM 1972 B.7,9 pp.
- Broglio, E., Saiz, E., Calbet, A., Trepaut, I., Alcaraz, M. 2004. Trophic impact and prey selection by crustacean zooplankton on the microbial communities of an oligotrophic coastal area (NW Mediterranean Sea). *Aquatic Microbial Ecology*, 35: 65-78.
- Bromley, P. J. 1994. The role of gastric evacuation experiments in quantifying feeding rates of predatory fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 4: 36-66.
- Browder, J.A. 1993. A pilot model of the Gulf of Mexico continental shelf. En *Trophic models of aquatic ecosystem* (Christensen, V., Pauly, D. Eds.). ICLARM conference proceedings n26: 279-284.
- Buchanan, J.B. 1984. Sediment analysis. In: Holme, N.A., McIntyre, A.D. (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blacwell Scientific Publications, Boston, MA
- Cabral, H., Catarino, A.I., Figueiredo, J., Garcia, J., Henriques, M. 2003. Feeding ecology, age, growth and sexual cycle of the Portuguese sole, *Synaptura lusitanica*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 83: 613-618.
- Cabral, H.N. 2000. Comparative feeding ecology of sympatric *Solea solea* and *S. senegalensis*, within the nursery areas of the Tagus estuary, Portugal. *Journal of Fish Biology*, 57: 1550–1562.
- Cabral, H.N., Lopes, M., Loeper, R. 2002. Trophic niche overlap between flatfishes in a nursery area on the Portuguese coast. *Scientia marina*, 66(3): 293-300.
- Campo, D., Mostarda, E., Castriota, L., Scarabello, M.P., Andaloro, F. 2006. Feeding habits of the Atlantic bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793) in the southern Tyrrhenian Sea. *Fisheries Research*, 81: 169–175.

- Canals, M., Ballesteros, E. 1997. Production of carbonate sediments by phytobenthic communities in the Mallorca Menorca Shelf, Northwestern Mediterranean Sea. *Deep Sea Research II*, 44: 611-629.
- Cannicci, S., Gomei, M., Boddi, B., Vannini, M. 2002. Feeding Habits And Natural Diet of the Intertidal Crab *Pachygrapsus marmoratus*: Opportunistic Browser or Selective Feeder?. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54: 983–1001.
- Cardinale, M., Colloca, F., Ardizzone, G.D. 1997. Feeding ecology of Mediterranean razorfish *Xyrichtys novacula* in the Tyrrhenian Sea (Central Mediterranean Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 13: 105-111.
- Carney, R.S., 2005. Zonation of deep biota on continental margins. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 43, 211–278.
- Carpentieri, P., Colloca, F., Cardinale, M., Belluscio, A., Ardizzone, G. 2005. Feeding habits of European hake (*Merluccius merluccius*) in the central Mediterranean Sea. *Fishery Bulletin*, 103(2): 411-416.
- Carpentieri, P., Cantarelli, T. Colloca, F., Criscoli, A., Ardizzone, G. 2010. Feeding behaviour and daily ration of the spotted flounder *Citharus linguatula* (Osteichthyes: Pleuronectiformes) in the central Tyrrhenian Sea. *Scientia marina*, 74(4): 659-667.
- Carrassón, M. 1994. Relaciones tróficas en las comunidades ícticas bentónicas (de 1000 a 2200 m) del Mar Catalán. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 353 pp.
- Cartes, J.E. 1993a. Diets of deep-sea brachyuran crabs in the Western Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 117: 449-457.
- Cartes, J.E. 1993b. Feeding habits of oplophorid shrimps in the deep western Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 73: 193-206.
- Cartes, J.E. 1993c. Diets of deep-water pandalid shrimps on the Western Mediterranean slope. *Marine Ecology Progress Series*, 96: 49-61.
- Cartes, J.E. 1993d. Diets of two deep-sea decapods: *Nematocarcinus exilis* (caridea: nematocarcinidae) and *Munida tenuimana* (anomura: galatheidae) on the western Mediterranean slope. *Ophelia*, 37(3): 213-229.
- Cartes, J.E. 1994. Influence of depth and season on the diet of the deep-water aristeid *Aristeus antennatus* along the continental slope (400 to 2300 m) in the Catalan Sea (western Mediterranean). *Marine Biology*, 120: 639-648.
- Cartes, J.E., Abelló, P. 1992. Comparative feeding habits of polychelid lobsters in the Western Mediterranean deep-sea communities. *Marine Ecology Progress Series*, 84: 139-150.
- Cartes, J.E., Maynou, F. 1998. Food consumption by bathyal decapod crustacean assemblages in the western Mediterranean: predatory impact of megafauna and the food consumption - food supply balance in a deep-water food web. *Marine Ecology Progress Series*, 171: 233-246.
- Cartes, J.E., Sorbe, J.C. 1998. Aspects of population structure and feeding ecology of the deepwater mysid *Boreomysis arctica*, a dominant species in western Mediterranean slope assemblages. *Journal of Plankton Research*, 20: 2273-2290.
- Cartes, J.E., Maynou, F. 2001. Trophodynamics of the deep-water suprabenthic mysid *Boreomysis arctica* in the Catalan Sea (western Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 211: 225-234.

- Cartes, J.E., Abelló, P., Lloris, D., Carbonell, A., Torres, P., Maynou, F., Gil de Sola, L. 2002. Feeding guilds of western Mediterranean demersal fish and crustacean: an analysis based on a spring survey. *Scientia Marina*, 66(Suppl. 2): 209-220.
- Cartes, J.E., Jaume, D., Madurell, T., 2003. Local changes in the composition and community structure of suprabenthic peracarid crustaceans on the bathyal Mediterranean: influence of environmental factors. *Marine Biology*, 143: 745-758.
- Cartes, J.E., V. Papiol, A. Palanques, J. Guillén, M. Demestre. 2007. Dynamics of suprabenthos off the Ebro Delta (Catalan Sea: western Mediterranean): Spatial 13 and temporal patterns and relationships with environmental factors. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75: 501-515.
- Cartes, J.E., Papiol, V., Guijarro, B. 2008. The feeding and diet of the deep-sea shrimp *Aristeus antennatus* off the Balearic Islands (Western Mediterranean): Influence of environmental factors and relationship with the biological cycle. *Progress in Oceanography*, 79: 37-54.
- Cartes, J.E., Hidalgo, M., Papiol, V., Massutí, E., Moranta, J. 2009. Changes in the diet and feeding of the hake *Merluccius merluccius* at the shelf-break of the Balearic Islands: Influence of the mesopelagic-boundary community. *Deep-Sea research I*, 56: 344-365.
- Cartes, J.E., Mamouridis, V., Fanelli, E. 2011. Deep-sea suprabentos assemblages (Crustacea) off the Balearic Islands (western Mediterranean): Mesoscale variability in diversity and production. *Journal of Sea Research*, 65: 340-354.
- Casadevall, M. 1991. Aspectes anatòmics i biològics d'alguns anguilliformes i ophidiformes del Mediterrani occidental. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. 343 pp.
- Castejón-Silvo, I., Domínguez, M., Terrados, J., Tomas, F., Morales-Nin, B. 2012. Invertebrate response to nutrient-driven epiphytic load increase in *Posidonia oceanica* meadows. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 112: 225-235.
- Castriota, L., Scarabello, M.P., Finoia, M.G., Sinopoli, M., Andaloro, F. 2005. Food and feeding habits of pearly razorfish, *Xyrichtys novacula*(Linnaeus,1758), in the southern Tyrrhenian Sea: variation by sex and size. *Environmental Biology of Fishes*, 72: 123–133.
- Castriota, L., Finoia, M.G., Campagniolo, S., Pipitone, C., Andaloro, F. 2006. Diet of juvenile *Pagrus pagrus* (Sparidae) from sandy bottoms of the southern Tyrrhenian Sea. *Cybium*, 30(4): 291-295.
- Castriota, L., Pipitone, C., Campagnuolo, S., Romanelli, M., Potoschi, A., Andaloro, F. 2007. Diet of *Coryphaena hippurus* (Coryphaenidae) associated with FADs in the Ionian and Southern Tyrrhenian Seas. *Cybium*, 31(4): 435-441.
- Castriota, L., Falautano, M., Finoia, M.G., Campo, D., Scarabello, M.P., Andaloro, F. 2010. Temporal variations in the diet of pearly razorfish *Xyrichtys novacula* (Osteichthyes: Labridae). *Journal of Fish Biology*, 76: 1626–1639.
- Catalán, I.A., Alemany, F., Morillas, A., Morales-Nin, B. 2007. Diet of larval albacore *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788) off Mallorca Island (NW Mediterranean). *Scientia marina*, 71(2): 347-354.
- Cau, A., Manconi, P. 1984. Relationship of feeding, reproductive cycle and bathymetric distribution in *Conger conger*. *Marine Biology*, 81:147-151.
- Chalabi, A., Ifene, F. 1993. Le régime alimentaire hibernal de l'espadon *Xiphias gladius* L. pêche près des côtes est de L'Algérie. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 40(1): 162.
- Chancollon, O., Pusineri, C., Ridoux, V. 2006. Food and feeding ecology of Northeast Atlantic swordfish (*Xiphias gladius*) off the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1075-1085.

- Christensen, V. 1995a. A model of trophic interactions in the North Sea in 1981, The year of the Stomach. *Dana*, 11(1): 1-28.
- Christensen, V. 1995b. Ecosystem maturity – towards quantification. *Ecological Modelling*, 77: 3-32.
- Christensen, V., Pauly, D. (Eds.). 1993. *Trophic models of aquatic ecosystems*. ICLARM, Manila, Philipinas , 26. 390 pp.
- Christensen, V., Pauly, D. 1998. Changes in models of aquatic ecosystems approaching carrying capacity. *Ecological Applications*, 8(Suppl. 1): 104–109.
- Christensen, V., Walters, C. 2004. Ecopath with Ecosim: methods, capabilities and limitations. *Ecological Modelling*, 172(2-4): 109-139.
- Christensen, V., Walters, C., D. Pauly. 2004. *Ecopath with Ecosim: a User's guide*. Fisheries Centre of University of British Columbia, Vancouver, Canada. 154 pp.
- Christiansen, B., Martin, B., Hirch, S. 2009. The benthopelagic fish fauna on the summit of Seine Seamount, NE Atlantic: Composition, population structure and diets. *Deep-Sea Research II*, 56: 2705–2712.
- Churchill, J.H. 1989. The effect of commercial trawling on sediment resuspension and transport over the middle Atlantic Bight. *Continental Shelf Research*, 9: 841-865.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M. 2001. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, PRIMER-E, Plymouth
- Coll, M. 2006. Modelización de flujos tróficos y uso de indicadores ecológicos como aproximación al estudio de las pesquerías mediterráneas. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 538 pp.
- Coll, M., Santojanni, A., Palomera, I., Tudela, S., Arneri, E. 2007. An ecological model of the Northern and Central Adriatic Sea: Analysis of ecosystem structure and fishing impacts. *Journal of Marine Systems*, 67 (1-2): 119-154.
- Coll, M. et al. 2010. The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. *PLoS ONE* 5(8): e11842. doi:10.1371/journal.pone.0011842.
- Collie, J., Hall, S., Kaiser, M.J., Poiner, I. 2000., A quantitative analysis of fishing impacts on shelf-sea benthos. *Journal of Animal Ecology* 69: 785-798.
- Colloca, F., Cardinale, M., Belluscio, A., Ardizzone, G.D. 2003. Pattern of distribution and diversity of demersal assemblages in the central Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56, 469–480.
- Colloca, F., Carpentieri, P., Balestri, E., Ardizzone, G. 2010. Food resource partitioning in a Mediterranean demersal fish assemblage: the effect of body size and niche width. *Marine Biology*, 157:565–574.
- Coma, R., Gili, J.M., Zabala, M., Riera, T. 1994. Feeding and prey capture cycles in the aposymbiotic gorgonian *Paramuricea clavata*. *Marine Ecology Progress Series*, 115: 257-270.
- Consoli, P., Romeo, T., Battaglia, P., Castriota, L., Esposito, V., Andaloro, F. 2008. Feeding habits of the albacore tuna *Thunnus alalunga* (Perciformes, Scombridae) from central Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 155: 113-120.
- Cortés, E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES Journal of Marine Science*, 56: 707-717.

- Cosentino, A., Giacobbe, S. 2006. A case study of mollusc and polychaete soft-bottom assemblages submitted to sedimentary instability in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology*, 27:170–183.
- Costa, M.J. 1988. Écologie alimentaire des poissons de l'estuaire du Tage. *Cybium*, 12(4): 301-320.
- Crabtree, R.E., Sulak, K.J., Musick, J.A. 1985. Biology and distribution of species of *Polyacanthonotus* (Pisces: Notacanthiformes) in the Western North Atlantic. *Bulletin of Marine Science*, 36(2): 235-248.
- Cristo, M., Cartes, J.E. 1998. A comparative study of the feeding ecology of *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda: Nephropidae) in the bathyal Mediterranean and the adjacent Atlantic. *Scientia Marina*, 62 (Supl. 1): 81-90.
- Cury, P., Bakun, A., Crawford, R.J.M., Jarre, A., Quinones, R. A., Shannon, L. J., Verheyen, H. M. 2000. Small pelagic in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in “wasp-waist” ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 603-618.
- Cury, P., Shannon, L.J., Shin, Y.J. 2001. *Functioning of Marine Ecosystems*. Reykjavik Conference of Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem. Reykjavik, Iceland. 1-4 October 2001. 22 pp.
- Darnaude, A.M., Harmelin-Vivien, M.L., Salen-Picard, C. 2001. Food partitioning among flatfish (Pisces: Pleuronectiformes) juveniles in the Mediterranean coastal shallow sandy area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81: 119-127.
- Davies, C.E., Moss, D., Hill, M.O. 2004. EUNIS Habitat Classification revised. Report to European Environment Agency. European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity, Paris. <http://eunis.eea.eu.int/index.jsp>.
- Dauvin, J.C., Rolet, C., Alizier, S., Ruellet, T. 2011. Spatial patterns in suprabenthic communities in the English Channel. *Journal of Sea Research*, 65: 182-185.
- Dayton, P.K., Thrush, S.F., Agardy, T.M., Hofman, R.J. 1995. Environmental effects of fishing. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 5:205–232.
- De Grave, S. 1999. The influence of sedimentary heterogeneity on within maërl bed differences in infaunal crustacean community. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49: 153–163.
- De Juan Mohan, S. 2007. Effects of commercial trawling activities on benthic communities from the NW Mediterranean Sea. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 290 pp.
- De Juan, S., Cartes, J.E., Demestre, M. 2007a. Effects of commercial trawling activities in the diet of the flat fish *Citharus linguatula*(Osteichthyes: Pleuronectiformes) and the starfish *Astropecten irregularis*(Echinodermata: Asteroidea). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 349: 152–169.
- De Juan, S., Thrush, S.F., Demestre, M. 2007b. Functional changes as indicators of trawling disturbance on a benthic community located in a fishing ground (NW Mediterranean Sea). *Marine Ecology Progress Series*, 334: 117–129
- De O Figueiredo, M.A., de Santos Menezes, K., Costa-Paiva, E.M. et al. 2007. Experimental evaluation of rhodoliths as living substrata for infauna at the Abrolhos Bank, Brazil. *Ciencias Marinas*, 33:427–440.
- Demestre, M., Moll, B., Recasens, L., Sánchez, P. 1993. Life history and fishery of *Lepidopus caudatus* (Pisces: in the Catalan Sea (Northwestern Mediterranean)). *Marine Biology*, 115: 23-32.

- Demirhan, S.A., Seyhan, K. 2007. Life history of spiny dogfish, *Squalus acanthias* (L. 1758), in the southern Black Sea. *Fisheries Research*, 85: 210-216.
- Deniel, C. 1975. Regimes alimentaires d'*Arnoglossus thori* Kyle et d'*Arnoglossus imperialis* Rafinesque (Teleosteoens - Bothidae) en baie de Douarnenez. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes*, 39 (1): 105-116.
- Derbal, F., Kara, M.H. 2004. Alimentation de la badèche *Epinephelus costae* (Steindachner, 1878) des côtes de l'est Algérien. *Rapport Commission International Mer Méditerranée*, 37: 344.
- Derbal, F., Kara, M.H. 2007. Régime alimentaire du corb *Sciaena umbra* (Sciaenidae) des côtes de l'est Algérien. *Cybium*, 31(2): 189-197.
- Derbal, F., Kara, M.H. 2008. Composition du régime alimentaire du bogue *Boops boops* (Sparidae) dans le golfe d'Annaba (Algérie). *Cybium*, 32(4): 325-333.
- Derbal, F., Slatni, S., Kara, M.H. 2010. Variations du régime alimentaire du rouget de roche, *Mullus surmuletus* (Mullidae) des côtes de l'est de l'Argérie. *Cybium*, 34(4): 373-380.
- Deudero, S. 1998. Relaciones tróficas en las comunidades ícticas asociadas a dispositivos agregadores de peces. Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears. 216 pp.
- Dolan, J.R., Claustré, H., Carlotti, F., Plounevez, S., Moutin, T. 2002. Microzooplankton diversity: relationships of tintinnid ciliates with resources, competitors and predators from the Atlantic Coast of Morocco to the Eastern Mediterranean. *Deep-Sea Research I*, 49: 1217-1232.
- Donnan, D.W., Moore, P.G. 2003a. Special issue: international workshop on the conservation and management of maërl, 23–27 February 2001. University Marine Biological Station, Millport, Isle of Cumbrae. Introduction. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13:S1–S3.
- Donnan, D.W., Moore, P.G. 2003b. Special issue: International Workshop on the conservation and management of maërl, 23–27 February 2001, University Marine Biological Station, Millport, Isle of Cumbrae, Scotland. Conclusions. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13:S77–S78.
- Dremière, P.Y., Fiorentini, L., Cosimi, G., Leonori, I., Sala, A., Spagnolo, A. 1999. Escapement from the main body of the bottom trawl used for the Mediterranean international trawl survey (MEDITS). *Aquatic Living Resources*, 12(3): 207-217.
- Dulcic, J. 2007. Diet composition of young-of-the-year damselfish, *Chromis chromis* (Pomacentridae), from the eastern Adriatic Sea. *Cybium*, 31(1): 95-96.
- Dulcic, J., Dulcic, Z. 2004. Feeding habits of the Mediterranean por cod *Trisopterus minutus capelanus* (Lacepède) (Pisces: Gadidae) from the eastern central Adriatic. *Annales Ser. Hist. nat.*, 14: 189-196.
- Dupuy, C., Vaquer, A., Lam-Höai, T., Rougier, C., Mazouni, N., Lautier, J., Collos, Y., Le Gall, S. 2000. Feeding rate of the oyster *Crassostrea gigas* in a natural planktonic community of the Mediterranean Thau Lagoon. *Marine Ecology Progress Series*, 205: 171–184.
- Ebert, D.A., Bizarro, J.J. 2007. Standardized diet compositions and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Environmental Bulletin of Fish*, 80: 221-237.
- Edgar, G.J., C. Shaw. 1993. Inter-relationships between sediments, seagrasses, benthic invertebrates and fishes in shallow marine habitats off South-Western Australia. En: The marine flora and fauna of Rottnest Island, Western Australia. Wells, F.E., Walker, D.I., Kirkman, H., Lethbridge, R. (eds.). Perth, W.A. Australia Western Australian Museum, 429-442 pp.

- Eggers, D. M. 1977. Factors in interpreting data obtained by diel sampling of fish stomachs. *Journal of Fishing Research Board of Canada*, 34: 290-294.
- Eggers, D. M. 1979. Comments on some recent methods for estimating food consumption by fish. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 36: 1018-1019.
- Elliott, J. M., L. Persson. 1978. The estimation of daily rates of food consumption for fish. *Journal of Animal Ecology*, 47: 977-993.
- Esposito, V., Battaglia, P., Castriota, L., Finoia, M.G., Scotti, G., Andaloro, F. 2009. Diet of Atlantic lizardfish, *Synodus saurus* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Synodontidae) in the central Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 73(2): 369-376.
- EIONET (European Topic Centre on Biological Diversity). 2013. Reference list Threats, Pressures and Activities (final version). Reference Portal for NATURA 2000, maintained by the DG Environment, European Environment Agency (EEA), last updated: 08.02.2013
- Everett, R. A. 1994. Macroalgae in marine soft-sediment communities: effects on benthic faunal assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 175:253–274.
- Fabi, G., Manoukian, S., Spagnolo, A. 2006. Feeding behavior of three common fishes at an artificial reef in the northern Adriatic sea. *Bulletin of Marine Science*, 78(1): 39–56.
- Falautano, M., Castriota, L., Finoia, M.G., Andaloro, F. 2007. Feeding ecology of little tunny *Euthynnus alletteratus* in the central Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(4): 999-1005.
- Fanelli, E. 2007. Trophic relationshos in demersal communities of western Mediterranean: case studies from coastal and deep-sea ecosystems. Tesis doctoral. Università degli studi di Viterbo “La Tuscia”. 327 pp.
- Fanelli, E., Cartes, J.E. 2004. Feeding habits of pandalid shrimps in the Alboran Sea (SW Mediterranean): influence of biological and environmental factors. *Marine Ecology Progress Series*, 280: 227-238.
- Fanelli, E., Cartes, J.E. 2010. Temporal variations in the feeding habits and trophic levels of three deep-sea demersal fishes from the western Mediterranean Sea, based on stomach contents and stable isotope analyses. *Marine Ecology Progress Series*, 402: 213–232.
- Fanelli, E., Rey, J., Torres, P., Gil de Sola, L. 2009. Feeding habits of blackmouth catshark *Galeus melastomus* Rafinesque, 1810 and velvet belly lantern shark *Etmopterus spinax* (Linnaeus, 1758) in the western Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 25 (suppl. 1): 83-93.
- Fanelli, E., Badalamenti, F., D'Anna, G., Pipitone, C., Riginella, E., Azzurro, E. 2011. Food partitioning and diet temporal variation in two coexisting sparids, *Pagellus erythrinus* and *Pagellus acarne*. *Journal of Fish Biology*, 78(3): 869-900.
- Farriols, M.T. 2012. Population dynamics and exploitation of four by-catch nekto-benthic species in the bottom trawl fishery of the Balearic Islands (western Mediterranean). Universitat de les Illes Balears. Master's Degree on Marine Ecology. Final Project Report. 62 pp.
- Fernández, R., Santos, M.B., Carrillo, M., Tejedor, M., Pierce, G.J. 2009. Stomach contents of cetaceans stranded in the Canary Islands 1996–2006. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(5): 873–883.

- Figueiredo, M., Morato, T., Barreiros, J.P., Afonso, P., Santos, R.S. 2005. Feeding ecology of the white seabream, *Diplodus sargus*, and the ballan wrasse, *Labrus bergylta*, in the Azores. *Fisheries Research*, 75: 107–119.
- Filiz, H., Toğulga, M. 2009. Age and growth, reproduction and diet of the black goby, (*Gobius niger*) from Aegean sea, Turkey. *Journal of FisheriesSciences*, 3(3): 243-265.
- Finn, J. T. 1976. Measures of ecosystem structure and functioning derived from analysis of flows. *Journal of Theoretical Biology*, 56: 363-380.
- Fiorentini, L., Dreemière, P.-Y., Leonori, I., Sala, A., Palumbo, V. 1999. Efficiency of the bottom trawl used for the Mediterranean international trawl survey (MEDITS). *Aquatic Living Resources*, 12(3), 187-205.
- Fischer, W., Schneider, M., Bauchot, M.L. 1987. Guide FAO d'Identification des Espèces pour les Besoins de la Pêche Méditerranée et Mer Noire - Zone de Pêche 37. Volume I. Vegetaux et Invertébrés. Volume 2. Vertebrates. Organisation des Nations Unies pour L'Alimentation et L'Agriculture, Rome
- Font, J. 1987. The path of the Levantine Intermediate Water to the Alboran Sea. *Deep sea Research*, 34: 1745-1755.
- Font, J., Isern-Fontanet, J., Jesus-Salas, J. 2004. Tracking a big anticyclonic eddy in the Western Mediterranean. *Scientia Marina*, 68 (3): 331-342.
- Font, J., Salat, J., Tintoré, J. 1988. Permanent features of the circulation in the Catalan Sea. PelagicMediterranean Oceanography. In: Minas, H.J., Nival, P. (Eds.), *Oceanologica Acta*, Volumen Especial 9, pp.: 51–57.
- Fontaine, A.R. 1965. The feeding mechanisms of the ophiuroid *Ophiocomina nigra*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 45: 373–385.
- Fortin, M.J., Dale, M.R.T. 2005. Spatial analysis: a guide for ecologists. Cambridge University Press, Cambridge.
- Foster, M.S. 2001. Rhodoliths: between rocks and soft places. *Journal of Phycology*, 37:659–667.
- Fredj G., Laubier L., 1985. The deep Mediterranean benthos, In: Moraitou-Apostolopoulou M Kiortsis V., (eds.). *Mediterranean Marine Ecosystems*, New-York and London, Plenum Press: 109-146 pp.
- Freire, J. 1996. Feeding ecology of *Liocarcinus depurator* (Decapoda: Portunidae) in the Ría de Arousa (Galicia, north-west Spain): effects of habitat, season and life history. *Marine Biology*, 126: 297-311.
- Gaertner, J.C., Bertrand, J.A., Gil de Sola Simarro, L., Durbec, J.P., Ferrandis, E., Souplet, A., 2005. Large spatial scale variation of demersal fish assemblage structure on the continental shelf of the NW Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 297, 45-257.
- García-Ladona, E., Castellón, A., Font, J., Tintoré, J. 1996. The Balearic current and volume transports in the Balearic Basin. *Oceanologica Acta*, 19 (5): 489-497.
- Giaccone, G. 1967. Popolamenti a *Laminaria rodriguezii* Bornet sul Banco Apollo dell' isola di Ustica (Mar Tirreno). *Nova Thalassia*, 3: 1 – 9.
- Giaccone, G. 1973. Écologie et chorologie des Cystoseira de Méditerranée. *Rapport Commission International Mer Méditerranée*, 22: 49–50.

- Gili, J.M. 1986. Estudio sistemático y faumístico de los Cnidarios del litoral Catalán. Cnidarios (Hidrozoos y Anthozoa). Tesis doctoral inédita, Universidad de Barcelona.
- Giménez-Casalduero, F., Rodríguez-Ruiz, S., Vivas, M., Ramos Esplá A. A. 2001. Variaciones de las características estructurales de la comunidad de poliquetos asociada a dos fondos de maerl del litoral alicantino (sudeste de la península Ibérica). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 17 (1-2): 191-201.
- Gómez, A., Ribera, A., Chacartegui, A. 1986. Estudio de la vegetación marina de la bahía de Palma (Mallorca). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 3: 29-42.
- Goñi, R., Quetglas, A., Reñones, O. 2001. Diet of the spiny lobster *Palinurus elephas* (Decapoda: Palinuridea) from the Columbretes Islands Marine Reserve (north-western Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81: 347-348.
- González-Correa, J. M., Fernández-Torquemada, Y., Sánchez-Lizaso, J. L. 2009. Short-term effect of beach replenishment on a shallow *Posidonia oceanica* meadow. *Marine Environmental Research*, 68(3), 143-150.
- Grall, J., Hall-Spencer, J.M. 2003. Problems facing mael conservation in Brittany. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13:55–64.
- Grall, J., Le Loch F., Guyonnet, B., Riera, R. 2006. Community structure and food web based on stable isotopes ( $d_{15}N$  and  $d_{13}C$ ) analysis of a North Eastern Atlantic mael bed. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 338:1-15.
- Gramitto, M.G. 1985. Osservazioni sull'alimentazione di *Antonogadus megalokynodon* (Kolombatovic) (Pisces; Gadidae) nel medio Adriatico. *Quad. Ist. Ric. Pesca Maritima*, 4(2): 205-218.
- Gramitto, M.G. 1999. Feeding habits and estimation of daily ration of poor cod *Trisopterus minutes capelanus* (Gadidae) in Adriatic sea. *Cybium*, 23(2): 115-130.
- Gray, J.S. 1997. Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. *Biodiversity and Conservation*, 6:153–175
- Guénette, S., Morato, T. 2001. The Azores archipelago, 1997: an Ecopath approach. En *Fisheries Impacts on North Atlantic Ecosystems: Models and Analyses* (eds. Guénette, S., Christensen, V., Pauly, D.). *Fisheries Centre Research Report*, 9(4): 241 pp.
- Guerao, G. 1995. Locomotor activity patterns and feeding habits in the prawn *Palaemon xiphias* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) in Alfacs Bay, Ebro Delta (northwest Mediterranean). *Marine Biology*, 122: 115-119.
- Guijarro, B., Tserpes, G., Moranta, J., Massuti, E. 2011. Assessment of the deep water trawl fishery off the Balearic Islands (western Mediterranean): from single to multi-species approach. *Hydrobiologia*, 670: 67-85.
- Guizien, K., Charles, F., Hurther, D., Michallet, H. 2010. Spatial redistribution of *Ditrupa arietina* (soft bottom Mediterranean spifauna) during a moderate swell event. *Continental Shelf Research*, 30: 239–251.
- Haase, P. 1995. Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K function: introduction and methods of edge correction. *Journal of Vegetation Science*, 6: 575–582.
- Haase, P., Pugnaire, F.I., Clark, S.C., Incoll, L.D. 1996. Spatial patterns in a two-tiered semi-arid shrubland in south eastern Spain. *Journal of Vegetation Science*, 7: 527–534.

- Hall-Spencer, J.M., Grall, J., Moore, P.G., Atkinson, R.J.A. 2003. Bivalve fishing and maërl-beds conservation in France and the UK: Retrospect and prospect. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 33–41.
- Hall, S.J. 1994. Physical disturbance and marine benthic communities: life in unconsolidated sediments. *Oceanogr. Marine Biology Annual Review*, 32: 179–239.
- Hannon, B. 1973. The structure of ecosystems. *Journal of Theoretical Biology*, 41: 535–546.
- Hannon, B., Joiris, C. 1989. A seasonal analysis of the southern North Sea ecosystem. *Ecology*, 70: 1916–1934.
- Hassani, S., Antoine, L., Ridoux, V. 1997. Diets of Albacore, *Thunnus alalunga*, and Dolphins, *Delphinus delphis* and *Stenella coeruleoalba*, Caught in the Northeast Atlantic Albacore Drift-net Fishery: A Progress Report. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.*, 22: 119–123.
- Hastie, T., Tibshirani, R. 1986. Generalized additive models. *Statistical Science*, 1:295–318.
- Hernández-Zanuy, A., García-Cagide, A., Borrero, N., Carballo, J.L. 2007. Alimentación de la ascidia *Ecteinascidia turbinata* (Ascidiae: Perophoridae) en dos áreas de manglar de Cuba. *Revista de Biología Tropical*, 55(2): 499–507.
- Hewitt, J.E., Thrush, S.F., Dayton, P.D. 2008. Habitat variation, species diversity and ecological functioning in a marine system. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366(1–2):116–122.
- Heymans, J.J. 2003. Ecosystem models of Newfoundland and Southeastern Labrador: additional information and analyses for “Back to the Future”. *Fisheries Centre Research Reports*, 11(5). 81 pp.
- Heymans, J.J., Baird, D. 2000. Network analysis of the Northern Benguela ecosystem by means of NETWRK and Ecopath. *Ecological Modelling*, 131 (2/3): 97–119.
- Hinz, H., Prieto, V., Kaiser, M.J. 2009. Trawl disturbance on benthic communities: chronic effects and experimental predictions. *Ecological Applications*, 19(3): 761–773.
- Hirsch, S. 2009. Trophic interactions at seamounts. Tesis doctoral. Universität Hamburg. 223 pp.
- Holmes, K.W., Van Niel, K.P., Radford, B., Kendrick, G.A., Grove, S.L. 2008. Modelling the distribution of marine benthos from hydroacoustics and underwater video. *Continental Shelf Research*, 28:1800–1810.
- Hooper, D.U., Solan, M., Symstad, A., Doâz, S.M., Gessner, O., Buchmann, N., Degrange, V., Grime, P., Hulot, F., Mermilliod-Blondin, F., Roy, J., Spehn, E., van Peer, L. 2002. Species diversity, functional diversity and ecosystem functioning. In: Loreau M, Naeem S, Inchausti P (eds) *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*. Oxford University Press, Oxford, pp 195–208.
- Hopkins, T.L., Baird, R.C. 1985. Feeding ecology of four hatchetfishes (Sternopychidae) in the eastern Gulf of Mexico. *Bulletin of marine science*, 36(2): 260–277.
- Horta, M., Costa, M.J., Cabral, H. 2004. Spatial and trophic niche overlap between *Diplodus bellottii* and *Diplodus vulgaris* in the Tagus estuary, Portugal. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, , 84: 837–842.
- Ingle, R. 1993. Hermit crabs of the Northeastern Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. An illustrated key. Natural History Museum Publications. Guide 4. Chapman & Hall Identification, London.

- Jangoux, M., Lawrence, J.M. (Editores). 1982. *Echinoderm nutrition*. A.A. Balkema publishers. Rotterdam. 654 pp.
- Jaramillo, A.M. 2009. Estudio de la biología trófica de cinco especies de peces bentónicos de la costa de Cullera. Relaciones con la acumulación de metales pesados. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. 478 pp.
- Jardas, I., Santic, M., Pallaoro, A. 2004. Diet composition of the eagle ray, *Myliobatis aquila* (Chondrichthyes: Myliobatidae), in the Eastern Adriatic Sea. *Cybium*, 28(4): 372-374.
- Jardas, I., Santic, M., Nerlovic, V., Pallaoro, A. 2007. Diet of the smooth-hound, *Mustelus mustelus* (Chondichthyes: Triakidae), in the eastern Adriatic Sea. *Cybium*, 31(4): 459-464.
- Jarre-Teichmann, A. 1992. Steady-state modelling of the Peruvian upwelling ecosystem. Tesis doctoral. University of Bremen, Bremerhaven, Germany. 153 pp.
- Jarre-Teichmann, A. 1998. The potential role of mass balance models for the management of upwelling ecosystems. *Ecological Applications*, 8(s1): S93-S103.
- Jennings, S., Kaiser, M.J. 1998. The Effects of Fishing on Marine Ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 34: 201-352.
- Jennings, S., Lancaster, J., Woolmer, A., Cotter, J. 1999. Distribution, diversity and abundance of epibenthic fauna in the North Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79:385–399.
- Jennings, S., Dimore, T.A., Duplisea, D.D., Warr, K.J., Lancaster, J.E., 2001a. Trawling disturbance can modify benthic production processes. *Journal of Animal Ecology*, 70: 459-475.
- Jennings, S., Pinnegar,J., Polunin, N., Warr,K. 2001b. Impacts of trawling disturbance on the trophic structure of benthic invertebrate communities. *Marine Ecology Progress Series*, 213: 127-142.
- Joher S., Ballesteros E., Cebrián E., Sánchez N., Rodríguez-Prieto C. 2010. Algal-dominated seascapes from the continental Shelf off Mallorca and Menorca (Balearic Islands, western Mediterranean). Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation.
- Joher, S., Ballesteros, E., Cebrián, E., Sánchez, N., Rodríguez-Prieto, C. 2012. Deep-water macroalgal-dominated coastal detritic assemblages on the continental shelf off Mallorca and Menorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Botanica Marina*; 55(5): 485–497.
- Jones, L.A., Hiscock, K., Connor, D.W. 2000. Marine habitat reviews. A summary of ecological requirementsand sensitivity characteristics for the conservation and management of marine SACs. UK Marine SACsProject report. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Kaartvedt, S., Larsen, T., Hjelmseth, K., Onsrud, M.S.R. 2002. Is the omnivorous krill *Meganyctiphanes norvegica* primarily a selectively feeding carnivore? *Marine Ecology Progress Series*, 228: 193-204.
- Kabasakal, H. 1999. Description of the feeding morphology and the food habits of the butterfly blenny, *Blennius ocellaris* Linnaeus, 1758, from north-eastern Aegean Sea (Turkey). *Netherlands Journal of Zoology*, 49(3): 177-187.
- Kabasakal, H. 2001. Description of the feeding morphology and the food habits of four sympatric labrids (Perciformes, Labridae) from south-eastern Aegean Sea (Turkey). *Netherlands Journal of Zoology*, 51(4): 439-455.
- Kaiser, M.J., de Groot, S.J. 2000. *The effects of fishing on non-target species and habitats*. Biological, Conservation Socio-Economic Issues. Blackwell Science, Oxford.

- Kamenos, N.A , Moore, P.G , Hall-Spencer, J.M. 2004. Attachment of the juvenile queen scallop *Aequipecten opercularis* (L.) to maërl in mesocosm conditions; juvenile habitat selection. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 306 (2): 139-155.
- Kapiris, K. 2004. Feeding ecology of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Decapoda: Penaeidae) from the Ionian Sea (Central and Eastern Mediterranean Sea). *Scientia Marina*, 68(2): 247-256.
- Katechakis, A., Stibor, H., Sommer, U., Hansen, T. 2004. Feeding selectivities and food niche separation of *Acartia clausi*, *Penilia avirostris*(Crustacea) and *Doliolum denticulatum*(Thaliacea) in Blanes Bay (Catalan Sea, NW Mediterranean). *Journal of plankton research*, 26(6): 589-603.
- Kavanagh, P., Newlands, N., Christensen, V., Pauly, D. 2004. Automated parameter optimization for Ecopath ecosystem models. *Ecological Modelling*, 172 (2-4): 141-150.
- Khoury, C. 1984. Ethologies alimentaires de quelques espèces de poissons de l'herbier de posidonies du parc national de Port-Cros. *G/S Posidonie publ. Fr.*, 1: 335-347.
- Klimpel, S., Rückert, S., Piatkowski, U., Palm, H.W., Hanel, R. 2006. Diet and metazoan parasites of silver scabbard fish *Lepidopus caudatus* from the Great Meteor Seamount (North Atlantic). *Marine Ecology Progress Series*, 315: 249-257.
- Kötter, I. 2002. Feeding ecology of coral reef sponges. Tesis Doctoral. Universität Bremen. 87 pp.
- Kouassi, K.D., N'da, K., Diaha, N'G.C. 2010. The diet of White grouper, *Epinephelus aeneus*, (Serranidae) in marine artisanal fisheries of Ivory Coast. *Cybium*, 34(3): 263-268.
- La Mesa, M., Borme, D., Tirelli, V., Di Poi, E., Legovini, S., Fonda Umani, S. 2008. Feeding ecology of the transparent goby *Aphia minuta* (Pisces, Gobiidae) in the northwestern Adriatic Sea. *Scientia marina*, 72(1): 99-108.
- Labropoulou, M., Eleftheriou, A. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *Journal of Fish Biology*, 50: 324–340
- Labropoulou, M., Machias, A. 1998. Effect of habitat selection on the dietary patterns of two triglid species. *Marine Ecology Progress Series*, 173: 275-288.
- Labropoulou, M., Machias, A., Tsimenides, N. 1999. Habitat selection and diet of juvenile red porgy, *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758). *Fish. Bull.*, 97:495–507.
- Lalli, C.M., Parsons, T.R. 1993. *Biological oceanography: an introduction*. Pergamon Press, Oxford, pp. 296.
- Laurenson, C.H., Priede, I.G. 2005. The diet and trophic ecology of anglerfish *Lophius piscatorius* at the Shetland Islands, UK. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 58: 419-424.
- Lawton, J.H., Brown, V.K. 1993. Redundancy in ecosystems. In: Schulze E-D, Mooney H (eds) *Biodiversity and ecosystem function*. Springer, Berlin, pp 255–270
- Leitao, F., Santos, M.N., Monteiro, C.C. 2007. Contribution of artificial reefs to the diet of the white sea bream (*Diplodus sargus*). *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1-6.
- Leontief, W.W. 1951. *The structure of the US economy: an empirical application of equilibrium analysis*. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford University Press, New York. 264 pp.
- Levitus, S. 1982. *Climatological Atlas of the World Ocean*. NOAA Professional Paper, 13.

- Libralato, S., Pastres, R., Pranovi, F., Raicevich, S., Granzotto,A., Giovanardi, O., Torricelli, P. 2002. Comparison between the energy flow networks of two habitat in the Venice lagoon. *P.S.Z.N. Marine Ecology*, 23: 228-236.
- Libralato, S., Christensen, V., Pauly, D. 2006. A method for identifying keystone species in food web models. *Ecological Modeling*, 195(2-3): 153-171.
- Linde, M., Grau, A.M., Riera, F., Massutí-Pascual, E. 2004. Analysis of trophic ontogeny in *Epinephelus marginatus* (Serranidae). *Cybium*, 28(1): 27-35.
- Lindeman, R.L. 1942. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 23: 399-418.
- Link, J.S. 2002. Does food web theory work for marine ecosystems? *Marine Ecology Progress Series*, 230: 1-9.
- Lleonart, J., Morales-Nin, B., Massutí, E., Deudero, S., Reñones, O. 1999. Population dynamics and fishery of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western Mediterranean. *Scientia Marina*, 63(3-4): 447-457.
- Lofi, J., Berne, S., Tesson, M., Seranne, M., Pezard, P. 2012. Giant solution-subsidence structure in the Western Mediterranean. *Terra Nova*, 24: 181-188.
- Logan, J.M., Rodriguez-Marin, E., Goñi, N., Barreiro, S., Arrizabalaga, H., Golet, W., Lutcavage, M. 2011. Diet of young Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in Eastern and western Atlantic foraging grounds. *Marine Biology*, 158:73–85.
- Lombard, F., Renaud, F., Sainsbury, C., Sciandra, A., Gorsky, G. 2009. Appendicularian ecophysiology I. Food concentration dependent clearance rate, assimilation efficiency, growth and reproduction of *Oikopleura dioica*. *Journal of Marine Systems*, 78: 606–616.
- López-Jamar, E., Iglesias, J., Otero, J.J. 1984. Contribution of infauna and mussel-raft epifauna to demersal fish diets. *Marine Ecology Progress Series*, 15: 13-18.
- Luczak, C., Janquin, M., Kupka, A. 1997. Simple standard procedure for the routine determination of organic matter in marine sediment. *Hydrobiologia*, 345: 87-94.
- McCoy, E. D. & S. S. Bell, 1991. Habitat structure: The evolution and diversification of a complex topic. *Population and Community Biology Series*, 8: 3–27.
- MacDonald, J. S., Green, R.H.. 1983. Redundancy of variables used to describe importance of prey species in fish diets. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 40: 635-637.
- Mackinson, S., Okey, T., Vasconcellos, M., Vidal-Hernandez, L., Mahmoudi, B. (Eds). 2000. *An ecosystem model of the West Florida Shelf for use in fisheries management and ecological research*. Technical report. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Marine Research Institute, St. Petersburg. 163 pp.
- Macpherson, E. 1978a. Régimen alimentario de *Phycis blennoides* (Brünich) y *Antonogadus megalokynodon* (Kolombatovic) (Pisces: Gadidae) en el Mediterráneo occidental. *Investigaciones Pesqueras*, 42(2): 455-466.
- Macpherson, E. 1978b. Régimen alimentario de *Micromesistius poutassou*(Risso, 1810) y *Gadiculus argenteus* Guichenot, 1850 (Pisces: Gadidae) en el Mediterráneo occidental. *Investigaciones Pesqueras*, 42(2): 305-316.
- Macpherson, E. 1978c. Régimen alimentario de *Symphurus nigrescens* (Pisces, Cynoglossidae) en el Mediterráneo occidental. *Investigaciones Pesqueras*, 42(2): 325-333.

- Macpherson, E. 1979a. Estudio sobre el régimen alimentario de algunos peces en el Mediterráneo occidental. *Miscellania Zoologica*, 5: 93-107.
- Macpherson, E. 1979b. Ecological overlap between macrourids in the western Mediterranean sea. *Marine Biology*, 53: 149-159.
- Macpherson, E. 1981. Resource Partitioning in a Mediterranean Demersal Fish Community. *Marine Ecology Progress Series*, 4: 183-193.
- Madurell, T., Cartes, J.E. 2005. Temporal changes in feeding habits and daily rations of *Hoplostethus mediterraneus* in the bathyal Ionian Sea (eastern Mediterranean). *Marine Biology*, 146: 951-962.
- Madurell, T., Cartes, J.E. 2006. Trophic relationships and food consumption of slope dwelling macrourids from the bathyal Ionian Sea (eastern Mediterranean). *Marine Biology*, 148: 1325-1338.
- Madurell, T., Fanelli, E., Cartes, J.E. 2008. Isotopic composition of carbon and nitrogen of suprabenthic fauna in the NW Balearic Islands (western Mediterranean). *Journal of Marine Systems*, 71: 336-345.
- MAGRAMA-IEO. 2012. Documento Marco de Estrategias Marinas. Demarcación Marina Levantino-Balear. Parte IV. Descriptores del buen estado ambiental. Descriptor 1: Biodiversidad. Evaluación inicial y buen estado ambiental, 998 pp.
- MAGRAMA. 2013. Características técnicas de la flota por C. A. del puerto base. Año 2012. Estadísticas pesqueras: Flota pesquera de pesca marítima.
- Majkowski, J. 1982. Usefulness and applicability of sensitivity analysis in a multispecies approach to fisheries management. En: *Theory and management of tropical fisheries*. D. Pauly, G.I. Murphy (Eds). ICLARM Conf. Proc, Nº 9.: 149-166.
- Malaquias, M.A.E., Condinho, S., Cervera, J.L., Sprung, M. 2004. Diet and feeding biology of *Haminoea orbygniana* (Mollusca: Gastropoda: Cephalaspidea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84: 767-772.
- Mallol, S., Goñi, R. 2004. Seguimiento de las pesquerías (Punto Cero) en el ámbito de la futura Reserva Marina de Cala Rajada (Mallorca). Informe Técnico Secretaría General de Pesca Marítima, Instituto Español de Oceanografía, 129 pp.
- Manca, B. 2000. Recent changes in dynamics of the Eastern Mediterranean affecting the water characteristics of the adjacent basins. In: Briand, F., (ed.), The Eastern Mediterranean climatic transient, its origin, evolution and impact on the ecosystem. *CIESM Workshop Series*, 10: 27-31.
- Margalef, R. 1968. *Perspectives in ecological theory*. University of Chicago Press, Chicago, IL
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Omega. Barcelona. 951 pp.
- Martin, B. 2008. Der Einfluss von Seebergen auf Zooplanktongemeinschaften. Tesis doctoral. Universidad Hamburg. 145 pp.
- Massutí, E., Moranta, J. 2003. Demersal assemblages and depth distribution of elasmobranches from the continental shelf and slope trawling grounds off the Balearic Islands (western Mediterranean). *ICES Journal of Marine Science*, 60: 753-766.
- Massutí, E., Reñones, O. 2005. Demersal resource assemblages in the trawl fishing grounds off the Balearic Islands (western Mediterranean). *Scientia Marina*, 69(1): 167-181.

- Massutí E., Reñones, O., Carbonell, A., Oliver, P. 1996. Demersal Fish communities exploited on the continental shelf and slope off Majorca (Balearic Islands, NW Mediterranean). *Vie Milieu*, 46(1): 45-55.
- Massutí, E., Gordon, J.D.M., Moranta, J., Swan, S.C., Stefanescu, C., Merrett, N.R. 2004. Mediterranean and Atlantic deep-sea fish assemblages: differences in biomass composition and size-related structure. *Scientia Marina*, 68: 101–115.
- Matallanas, J. 1980. Etude de l'alimentation d'*Ophidion barbatum* (Pisces, ophiidae) dans la mer catalane. *Cybium*, 3(10): 81-89.
- Matallanas, J. 1982a. Feeding habits of *Scymnorhinus licha* in Catalan waters. *Journal of Fish Biology.*, 20: 155-163.
- Matallanas, J. 1982b. Aspectos generales del regimen alimentario de *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758) (Pisces, Macroramphosidae) en las costas catalanas (Mediterráneo occidental). *Cahiers de Biologie Marine*, XXIII: 243-252.
- Matallanas, J. 1982c. Estudio del régimen alimentario de *Lampanyctus crocodilus* (Risso, 1810) (Pisces, Myctophidae) en las costas catalanas (Mediterráneo Occidental). *Téthys*, 10(3): 254-260.
- Matallanas, J. 1982d. Notes on the feeding habits of *Epigonus denticulatus* (Pisces, Apogonidae) in the catalán sea (western Mediterranean). *Vie Milieu*, 32(2): 77-81.
- Mauchline, J., Gordon, J.D.M. 1983. Diets of clupeoid, stomiatoid and salmonoid fish of the Rockall Trough, northeastern Atlantic Ocean. *Marine Biology*, 77: 67-78.
- Maynou, F., Cartes, J.E. 2000. Community structure of bathyal decapod crustaceans off south-west Balearic Islands (western Mediterranean): seasonality and regional patterns in zonation. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80: 789-798.
- Medernach, L., Jordana, E., Grémare, A., Nozais, C., Charles, F., Amouroux, J.M. 2000. Population dynamics,secondary production and calcification in a Mediterranean population of *Ditrupa arietina* (Annelida:Polychaeta). *Marine Ecology Progress Series*, 199:171–184.
- Mees, J., Dewicke, A., Hamerlynck, O., 1993. Seasonal composition and spatial distribution of hyperbenthic communities along estuarine gradients in the Westerschelde. *Netherland Journal of Aquatic Ecology*, 27, 2-4.
- Menge, B.A. 1995. Indirect effects in marine rocky intertidal interaction webs: patterns and importance. *Ecological Monographs*, 65: 21-74.
- Mertens C., Schott F. 1998. Interannual variability of deep water formation in the Northwestern Mediterranean. *Journal of Physical Oceanography*, 28 (7): 1410-1424.
- Mesnil, B., Shepherd, J.G. 1990. A hybrid age- and length-structured model for assessing regulatory measures in multiple-species, multiple-fleet fisheries. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 47: 115–132.
- Millot, C. 1987. Circulation in the Western Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta*, 10 (2): 143-149.
- Mills, C.E. 1995. Medusae, siphonophores, and ctenophores as planktivorous predators in changing global ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 52: 575-581.
- MINETUR. 2011. Planificación de los sectores de electricidad y gas 2012-2020. Desarrollo de las redes de transporte. Subdirección General de Planificación Energética y Seguimiento. Secretaría de

- Estado de Energía. Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR). Primer borrador (julio 2011).
- Montanini, S., Stagioni, M., Vallisneri, M. 2010. Diet of the grey gurnard, *Eutrigla gurnardus* in the Adriatic Sea, north-eastern Mediterranean. *Cybium*, 34(4): 367-372.
- Morales-Nin, B., Moranta, J., García, C., Tugores, M.P., Grau, A.M., Riera, F., Cerdà, M. 2005. The recreational fishery in Mallorca Island (Western Mediterranean): implications for coastal resources management. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 727-739.
- Moranta, J., Stefanescu, C., Massutí, E., Morales-Nin, B., Lloris, D. 1998. Fish community structure and depth-related trends on the continental slope of the Balearic Islands (Algerian basin, western Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 171: 247-259.
- Moranta, J., Quetglas, A., Massutí, E., Guijarro, B., Hidalgo, M., Diaz, P. 2008. Spatio-temporal variations in deep-sea demersal communities off the Balearic Islands (western Mediterranean). *Journal of Marine Systems*, 71: 346-366.
- Morato, T., Solà, E., Grós, M.P., Menezes, G. 1999. Diets of forkbeard (*Phycis phycis*) and conger eel (*Conger conger*) off the Azores during spring of 1996 and 1997. *Arquipélago. Life and Marine Sciences*, 17A: 51-64.
- Morato, T., Solà, E., Grós, M.P., Menezes, G. 2001. Feeding habits of two congener species of seabreams, *Pagellus bogaraveo* and *Pagellus acarne*, off the azores (Northeastern Atlantic) during spring of 1996 and 1997. *Bulletin of Marine Science*, 69(3): 1073-1087.
- Morato, T., Solà, E., Grós, M.P., Menezes, G. 2003. Diets of thornback ray (*Raja clavata*) and tope shark (*Galeorhinus galeus*) in the bottom longline fishery of the Azores, northeastern Atlantic. *Fisheries Bulletin*, 101:590-602.
- Moreno, T., Castro, J.J. 1995. Community structure of the juvenile of coastal pelagic fish species in the Canary Islands waters. *Scientia Marina*, 59(3-4): 405-413.
- Mori, M., Abelló, P., Mura, M., de Ranieri, S. 1995. Population characteristics of the crab *Monodaeus couchii* (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) in the Western Mediterranean. *Miscellania Zoologica*, 18: 77-88.
- Morte, M.S. 2001. Estudio de las relaciones tróficas de algunos peces bentónicos de interés comercial del golfo de valencia (Mediterráneo occidental). Tesis doctoral. Universitat de Valencia. 196 pp.
- Morton, B., Peharda, M., Harper, E.M. 2007. Drilling and chipping patterns of bivalve prey shell penetration by *Hexaplex trunculus* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87: 933-940.
- Mostarda, E., Campo, D., Castriota, L., Esposito, V., Scarabello, M.P., Andaloro, F. 2007. Feeding habits of the bullet tuna *Auxis rochei* in the southern Tyrrhenian Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87: 1007-1012.
- Moura, T., Figueiredo, I., Farias, I., Serra-Pereira, B., Neves, A., Borges, M.F., Serrano Gordo, L. 2008. Ontogenetic dietary shift and feeding strategy of *Raja undulata* Lacepède, 1802 (Chondrichthyes: Rajidae) on the Portuguese continental shelf. *Scientia Marina*, 72(2): 311-318.
- Müller, F. 1997. State-of-the-art in ecosystem theory. *Ecological Modelling*, 100: 135-161.
- Naranjo, S.A., Carballo, J.L., Garcia-Gomez, J.C. 1996. Effects of environmental stress on ascidian populations in Algeciras Bay (southern Spain). Possible marine bioindicators? *Marine Ecology Progress Series*, 144:119-131.

- Neiva, J., Coelho, R., Erzini, K. 2006. Feeding habits of the velvet belly lanternshark *Etmopterus spinax*(Chondrichthyes: Etmopteridae) off the Algarve, southern Portugal. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86: 835-841.
- Norling, K., Rosenberg, R., Hulth, S., Grémare, A., Bonsdorff, E. 2007. Importance of functional biodiversity and species-specific traits of benthic fauna for ecosystem functions in marine sediments. *Marine Ecology Progress Series*, 332:11-23.
- Odum, E. P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*, 104: 262-270.
- OdumT, E. P. 1971. *Fundamentals of ecology*. W. B. Saunders Co. Philadelphia. 574 pp.
- Odum, W. E., Heald, E.J. 1975. The detritus-based food web for an estuarine mangrove community. En: *Estuarine Research*. L. E. Cronin (Ed.), Vol. 1. Academic Press, New York: 265-286.
- Ojeda-Martinez C., F. Giménez Casalduero, J. Bayle Sempere, C. Barberá Cebrian, C. Valle, J.L. Sánchez-Lizaso, A. Forcada-Almarcha, P. Sánchez-Jerez, P. Martín-Sosa, J.M. Falcón, F. Salas, M. Graziano, R. Chemello, B. Stobart, P. Cartagena, A. Pérez-Ruzafa, F. Vandeperre, E. Rochel, S. Planes and A. Brito. 2009. A conceptual framework for the integral management of marine protected areas. *Ocean & Coastal Management*, 52: 89-101.
- Olaso, I., Rodriguez-Marín, E. 1995. Alimentación de veinte especies de peces demersales pertenecientes a la división VIIIC del ICES. Otoño 1991. *Informes Técnicos del Instituto Español de Oceanografía*, 157. 56 pp.
- Olaso, I., Gutierrez, J.L., Villamor, B., Carrera, P., Valdés, L., Abaunza, P. 2005. Seasonal changes in the north-eastern Atlantic mackerel diet (*Scomber scombrus*) in the north of Spain (ICES DivisionVIIIC). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85: 415-418.
- Olaso, I., Velasco, F., Sánchez, F., Serrano, A., Rodríguez-Cabello, C., Cendrero, O. 2004. Trophic Relations of Lesser-Spotted Catshark (*Scyliorhinus canicula*) and Blackmouth Catshark (*Galeus melastomus*) in the Cantabrian Sea. *Journal of Northwestern Atlantic Fisheries Science*, 35: 481-494.
- Opitz, S. 1996. *Trophic Interactions in Caribbean coral reefs*. ICLARM Technical Report, 43. ICLARM, Manila. 341 pp.
- Ordines, F., Massutí, E. 2009. Relationships between macro-epibenthic communities and fish on the shelfgrounds of the western Mediterranean. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 19:370–383.
- Ordines, F., Massutí, E., Moranta, J. 2009. Habitat preferences and life history of the red scorpion fish, *Scorpaena notata*, in the Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 85: 537–546.
- Ordines, F., Massuti, E., Moranta, J., Quetglas, A., Guijarro, B., Fliti, K. 2011. Balearic Islands vs Algeria: two nearby western Mediterranean elasmobranch assemblages with different oceanographic scenarios and fishing histories. *Scientia Marina*, 75, 707-717.
- Oro, D., Ruiz, X. 1997. Exploitation of trawler discards by breeding seabirds in the north-western Mediterranean: differences between the Ebro Delta and the Balearic Islands areas. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 695-707.
- Orsi Relini, L., Garibaldi, F., Cima, C., Palandri, G. 1995. Feeding of the swordfish, the bluefin and other pelagic nekton in the western Ligurian sea. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 44(1): 283-286.
- Ortiz de Zárate, V., Cort, J.L. 1986. Stomach contents study of immature bluefin tuna in the bay of Biscay (Region 3 of EEC). *International Council for the Exploration of the Sea. C.M.H.*, 26. 9 pp.

- Pace, L.P., Cole, J.J., Carpenter, S.R., Kitchell, J.F. 1999. Trophic cascades revealed in diverse ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*, 14(12): 483-488.
- Paine, R. T. 1966. Food web complexity and species diversity. *American Naturalist*, 100: 65-75.
- Paine, R.T., 1969. A note on trophic complexity and community stability. *American Naturalist*, 103: 91-93.
- Pallaoro, A., Santic, M., Jardas, I. 2006. Feeding habits of the common two-banded sea bream, *Diplodus vulgaris* (Sparidae), in the Eastern Adriatic sea. *Cybium*, 30 (1): 19-25.
- Palmer, M., Quetglas, A., Guijarro, B., Moranta, J., Ordines, F., Massuti, E. 2009. Performance of artificial neural networks and discriminant analysis in predicting fishing tactics from multispecific fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 66: 224-237.
- Palomar, N.E., Juinio-Meñez, M.A., Karplus, I. 2004. Feeding habits of the burrowing shrimp *Alpheus macellarius*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84: 1199–1202
- Patterson, K.R. 1984. Distribution patterns of some epifauna in the Irish Sea and their ecological interactions. *Marine Biology*, 83:103–108.
- Paulo-Martins, C., Lopes da Cunha, P., Raposo de Almeida, P. 2004. Biology of the Sanzo's goby, *Lesueurigobius sanzoi* (de Buen, 1918), off Cabo Raso, Portugal. *Scientia Marina*, 68(2): 285-294.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil, Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 39: 175-192.
- Pauly, D., Christensen, V. 1993. Stratified models of large marine ecosystems: a general approach and an application to the South China Sea. En: *Stress, Mitigation and Sustainability of Large Marine Ecosystems* (eds Sherman, K., Alexander, L.M. and Gold, B.D.), pp. 148–174, AAAS Press, Washington, DC.
- Pauly, D., Christensen, V. 1995. Primary production required to sustain global fisheries. *Nature*, 374: 255-257.
- Pauly, D., Christensen, V., Sambilay, V. 1990. Some features of fish food consumption estimates used by ecosystem modellers. *ICES Council Meeting 1990/G:17*, 8p.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., Torres, F.J. 1998. Fishing down marine food webs. *Science*, 279, 860-863.
- Pauly, D., Palomares, M.L. 2000. Approaches for dealing with three sources of bias when studying the fishing down marine food web phenomenon. In. *Fishing down the Mediterranean Food Webs? CIESM Workshop Series*, 12: 61-66. Kerkyra, 26 – 30 July 2000.
- Pearson, T.H. 2001. Functional group ecology in soft-sediment marine benthos: the role of bioturbation. *Oceanogr. Marine Biology*, 39:233–267.
- Pedrocchi, V., Oro, D., González-Solís, J. 1996. Differences between diet of adult and chick Audouin's Gulls *Larus audouinii* at the Chafarinas Islands, SW Mediterranean. *Ornis Fennica*, 73: 124-130.
- Pedrocchi, V., Oro, D., González-Solís, J., Ruiz, X., Jover, L. 2002. Differences in diet between the two largest breeding colonies of Audouin's gulls: the effects of fishery activities. *Scientia Marina*, 66(3): 313-320.

- Pérès, J. M., Picard, J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 31, 1–137.
- Pimm, S. L. 1982. *Food Webs*. Chapman and Hall. New York.
- Pimm, S.L., Lawton, J.H., Cohen, J.E. 1991. Food web patterns and their consequences. *Nature*, 275: 542-544.
- Pinn, E.H., Nickell, L.A., Rogerson, A., Atkinson, R.J.A. 1999. Comparison of gut morphology and gut microflora of seven species of mud shrimp (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). *Marine Biology*, 133: 103-114.
- Pinngar, J.K. 2000. Planktivorous fishes: links between the Mediterranean littoral and pelagic. Tesis doctoral. University of Newcastle upon Tyne, UK. 213pp.
- Pinot, J.M., López-Jurado, J.L., Riera, M. 2002. The CANALES experiment (1996-98): Interannual, seasonal and mesoscale variability of the circulation in the Balearic channels. *Progress in Oceanography*, 55: 335-370.
- Piraino, S., Fanelli, G., Boero, F. 2002. Variability of specie's roles in marine communities: changes of paradigms for conservation priorities. *Marine Biology*, 140: 1067-1074.
- Podrazhanskaya, S.G. 1993. Feeding habits of mesopelagic species of fish and estimation of plankton graze in the Northwest Atlantic. *NAFO Sci. Coun. Studies*, 19: 79–85
- Power, M. E., Tilman, D., Ester, J.A., Menge, B.A., Bond, W.A., Mills, L.S., Daily, G., Castilla, J.C., Lubchenco, J., Paine, R.T. 1996. Challenge in the question for Keystones. *Bioscience*, 46(8): 609-620.
- Preciado, I., Velasco, F., Olaso, I., Landa, J. 2006. Feeding ecology of black anglerfish *Lophius budegassa*: seasonal, bathymetric and ontogenetic shifts. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86: 877-884.
- Preciado, I., Cartes, J.E., Serrano, A., Velasco, F., Olaso, I., Sánchez, F., Frutos, I. 2009. Resource utilization by deep-sea sharks at the Le Danois Bank, Cantabrian Sea, north-east Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology*, 75: 1331–1355.
- PROBITEC. 2012. Canal de Menorca. Análisis socioeconómico. Borrador agosto 2012. Informe interno INDEMARES.
- Purcell, J.E. 1981. Dietary Composition and Diel Feeding Patterns of Epipelagic Siphonophores. *Marine Biology*, 65: 83-90.
- Quetglas, A., Alemany, F., Carbonell, A., Merella, P., Sánchez, P. 1999. Diet of the European flying squid *Todarodes sagittatus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in the Balearic Sea (western Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79: 479-486.
- Quetglas, A., Carbonell, A., Sánchez, P. 2000. Demersal continental shelf and upper slope cephalop assemblages from the Balearic Sea (North-Western Mediterranean). Biological aspects of some deep sea species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50, 739-749.
- Quetglas, A., Reñones, O., Goñi, R. 2001. Trophic interactions among grouper (*Epinephelus marginatus*), octopus (*Octopus vulgaris*) and red lobster (*Palinurus elephas*) in the western Mediterranean. *Rapport Commission International Mer Méditerranée*, 36: 310.
- Quetglas, A., Gonzalez, M., Franco, I. 2005. Biology of the upper-slope cephalopod *Octopussalutii* from the western Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 146: 1131–1138.

- Quetglas, A., Ordines, F., Gonzalez, M., Franco, I. 2009. Life history of the bathyal octopus *Pteroctopus tetricirrus* (Mollusca, Cephalopoda) in the Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research I*, 56: 1379–1390.
- Quetglas, A., de Mesa, A., Ordines, F., Grau, A. 2010. Life history of the deep-sea cephalopod family Histioteuthidae in the western Mediterranean. *Deep-Sea Research I*, 57: 999–1008.
- Randall, J.E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Studies in Tropical Oceanography*, 5: 655–847.
- Reid, P. C., Battle, E.J.V., Batten, S.D., Brander, K.M. 2000. Impacts of fisheries on plankton community structure. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 495–502.
- Relini, G., Relini, M., Torchia, G., de Angelis, G. 2002. Trophic relationships between fishes and an artificial reef. *ICES Journal of Marine Science*, 59: S36–S42.
- Revelles, M., Cardona, L., Aguilar, A., Fernández, G. 2007. The diet of pelagic loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) off the Balearic archipelago (western Mediterranean): relevance of long-line baits. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87: 805–813.
- Rice, J. 1995. Food web theory, marine food webs and what climate changes may do to northern marine fish populations. En: Beamish, R. J. (Eds.). Climate Change and Northern Fish Populations. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 121: 561–568.
- Ringelstein, J., Pusineri, C., Hassani, S., Meynier, L., Nicolas, R., Ridoux, V. 2006. Food and feeding ecology of the striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the oceanic waters of the north-east Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86: 909–918.
- Ripley, B.D. 1976. The second-order analysis of stationary processes. *Journal of Applied Probability* 13: 255–266
- Ripley, B.D. 1981. Spatial statistics. John Wiley, Hoboken, N.J.
- Robledo, P.A., Durán, J.J., Pomar, L. 2004. Paleocollapse structures as geological record for reconstruction of past karst processes during the Upper Miocene of Mallorca Island. *International Journal of Speleology*, 33, 1/4: 81–95.
- Rodríguez-Ruiz, S., Sánchez-Lizaso, J.L., Ramos Esplá, A.A. 2001. Cambios estacionales en la dieta de *Diplodus annularis* (L., 1758) en el sudeste ibérico. *Boletín del Instituto Español Oceanografía*, 17 (1 y 2): 87–95.
- Rodriguez, A. 1996. Régime alimentaire de deux soleidae, *Solea lascaris* et *Solea impar* de la côte ouest de Bretagne. *Cybium*, 20(3): 261–277.
- Romanelli, M., Consalvo, I., Vacchi, M., Finoia, M.G. 2006. Diet of *Torpedo torpedo* and *Torpedo marmorata* in a coastal area of Central Western Italy (Mediterranean Sea). *Marine Life*, 16: 21–30.
- Romeo, T., Consoli, P., Castriota, L., Andaloro, F. 2009. An evaluation of resource partitioning between two billfish, *Tetrapturus belone* and *Xiphias gladius*, in the central Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(4): 849–857.
- Rorandelli, R., Gomei, M., Vannini, M., Cannicci, S. 2007. Feeding and masking selection in *Inachus phalangium* (Decapoda, Majidae): dressing up has never been so complicated. *Marine Ecology Progress Series*, 336: 225–233.

- Ros J., Romero J., Ballesteros E., Gili J.M. 1989. Buceando en las aguas azules. El bentos. En: Margalef R (ed) *El Mediterraneo Occidental*. Omega, Barcelona, pp 235–297
- Rosecchi, E., Nouaze, Y. 1987. Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes*, 49 (3-4): 111-123.
- Rosenberg, M.S. 2008. PASSaGE: pattern analysis, spatial statistics, and geographic exegesis, Version 2. Available at [www.passagesoftware.net](http://www.passagesoftware.net).
- Sá, R., Bexiga, C., Vieira, L., Veiga, P., Erzini, K. 2003. Diets of the sole *Solea vulgaris* Quensel, 1806 and *Solea senegalensis* Kaup, 1858 in the lower estuary of the Guadiana River (Algarve, southern Portugal): Preliminary results. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 19 (1-4): 505-508.
- Sabatés, A., Recasens, L. 2001. Seasonal distribution and spawning of small tunas (*Auxis rochei* and *Sarda sarda*) in the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina*, 65(2): 95-10.
- Saïdi, B., Bradaï, M.N., Bouaïn, A. 2009a. Reproductive biology and diet of *Mustelus punctulatus* (Risso, 1826) (Chondrichthyes: Triakidae) from the Gulf of Gabès, central Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 73(2): 249-258.
- Saïdi, B., Enajjar, S., Bradaï, M.N., Bouaïn, A. 2009b. Diet composition of smooth-hound shark, *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758), in the Gulf of Gabès, southern Tunisia. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(s1): 113-118.
- Saiz, E., Calbet, A., Atienza, D., Alcaraz, M. 2007. Feeding and production of zooplankton in the Catalan Sea (NW Mediterranean). *Progress in Oceanography*, 74: 313–328.
- Sala, E., Ballesteros, E. 1997. Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 152: 273-283.
- Salas, J.J. 2003. Evolution of the open-sea eddy ALGERs'98 in the Algerian Basin with Lagrangian trajectories and remote sensing observations. *Journal of Marine System*, 43: 105-131.
- Saldanha, L., Almeida, A.J., Andrade, F., Guerreiro, J. 1995. Observations on the diet of some slope dwelling fishes of southern Portugal. *Int. Revue ges. Hydrobiologie*, 80(2): 217-234.
- Salgado, J.P., Cabral, H.N., Costa, M.J. 2004. Feeding ecology of the gobies *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770) and *Pomatoschistus microps* (Kroyer, 1838) in the upper Tagus estuary, Portugal. *Scientia Marina*, 68(3): 425-434.
- Sameoto, D.D. 1988. Feeding of lantern fish *Benthosema glaciale* off the Nova Scotia Shelf. *Marine Ecology Progress Series*, 44: 113-129.
- Sánchez-Velasco, L. 1998. Diet composition and feeding habits of fish larvae of two co-occurring species (Pisces: Callionymidae and Bothidae) in the North-western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 55: 299–308.
- Sánchez-Velasco, L., Norbis, W. 1997. Comparative diets and feeding habits of *Boops boops* and *Diplodus sargus* larvae, two sparid fishes co-occurring in the northwestern Mediterranean (may 1992). *Bulletin of Marine Science*, 61(3): 821-835.
- Sánchez, F., Olaso, I. 2004. Effects of fisheries on the Cantabrian Sea shelf ecosystem. *Ecological Modelling*, 172(2-4): 151-174.

- Santic, M., Jardas, I., Pallaoro, A. 2003. Feeding habits of Mediterranean horse mackerel, *Trachurus mediterraneus* (Carangidae), in the central Adriatic Sea. *Cybium*, 27(4): 247-253.
- Santic, M., Jardas, I., Pallaoro, A. 2004. Diet composition and feeding intensity of Mediterranean horse mackerel, *Trachurus mediterraneus* (Osteichthyes: Carangidae), in the central Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, 45(1): 43-50.
- Santic, M., Jardas, I., Pallaoro, A. 2005. Feeding habits of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758), from the central Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 2: 125–130.
- Santic, M., Podvinskia, M., Pallaoro, A., Jardas, I., Kirincic, M. 2009. Feeding habits of megrim, *Lepidorhombus whiffagonis*(Walbaum, 1792), from the central Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 417–422.
- Schlitzer R. 2011. Ocean Data View, [Http://odv.awi.de](http://odv.awi.de).
- Schratzberger, M., Dinmore, T.A., Jennings, S., 2002. Impacts of trawling on the diversity, biomass and structure of meiofauna assemblages. *Marine Biology*, 140: 83-93.
- Sciberras, M., Rizzo, M., Mifsud, J.R., Camilleri, K., Borg, J.A., Lanfranco, E., Schembri, P.J. 2009. Habitat structure and biological characteristics of a maerl bed off the northeastern coast of the Maltese Islands (centralMediterranean). *Marine Biodiversity*, 39: 251–264
- Sever, T.M., Filiz, H., Bayhan, B., Taskavak, E., Bilge, G. 2008. Food habits of the hollowsnout grenadier, *Caelorinchus caelorhincus* (Risso, 1810), in the Aegean Sea, Turkey. *Belg. Journal of Zoology*, 138(1): 81-84.
- Silva, A. 1999a. Feeding habits of John Dory, *Zeus faber*, of the Portuguese continental coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79: 333-340.
- Silva, M.A. 1999b. Diet of common dolphins, *Delphinus delphis*,of the Portuguese continental coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79: 531-540.
- Sinopoli, M., Pipitone, C., Campagnuolo, S., Campo, D., Castriota, L., Mostarda, E., Andaloro, F. 2004. Diet of young-of-the-year bluefin tuna, *Thunnus thynnus*(Linnaeus, 1758), in the southern Tyrrhenian (Mediterranean) Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 310–313.
- Stanford, R., Lunn, K., Guénette, S. 2001. A preliminary ecosystem model for the Atlantic coast of Morocco in the mid-1980s. *University of British Columbia, Fisheries centre research reports* 9(4): 314-344.
- Steller, D.L., Foster, M.L.. 1995. Environmental factors influencing distribution and morphology of rhodoliths in Bahia Concepción B.C.S., México. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 194: 201-212.
- Steller, D.L., Riosmena Rodríguez, R., Foster, M.S., Roberts, C.A. 2003. Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* , 13:S5–S20.
- Stergiou, K. I., Fourtouni, H. 1991. Food habits, ontogenetic diet shift and selectivity in *Zeus faber* Linnaeus, 1758. *Journal of Fish Biology*, 39: 589-603.
- Stergiou, K. I., Karpouzi, V. 2002. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11: 217–254.
- Taviani, M., Angeletti, E., Campiani, A., Ceregato, A., Foglini, F., Maselli, V., Morsilli, M., Parise, M., Trincardi, F. 2012. Drowned karst landscape offshore Apulian margin (Southern Adriatic Sea, Italy). *Journal of Cave and Karst Studies*, 74, 2: 197-212.

- Tebble, N. 1966. British bivalve seashells. A handbook for identification. Trustees of the British Museum(Natural History), London.
- Teixeira, C.M., Batista, M.I., Cabral, H.N. 2010. Diet, growth and reproduction of four flatfishes on the Portuguese coast. *Scientia Marina*, 74(2): 223-233.
- Terrats, A., Petrakis, G., Papaconstantinou, C. 2000. Feeding habits of *Aspitrigla cuculus*(L., 1758) (red gurnard), *Lepidotrigla cavillone*(Lac., 1802) (large scale gurnard) and *Trigloporus lastoviza*(Brunn., 1768) (rock gurnard) around Cyclades and Dodecanese Islands (E. Mediterranean). *Mediterranean Marine Science*, 1(1): 91-104.
- Thistle, D. 1981. Natural physical disturbance and communities of marine soft bottoms. *Marine Ecology Progress Series*, 6: 223-228.
- Thompson R., Starzomski, B. 2007. What does biodiversity actually do? A review for managers and policy makers. *Biodiversity and Conservation*, 16: 1359-1378.
- Thrush, S.F., Hewitt, J.E., Funnell, G.A., Cummings, V.J., Ellis, J. 2001. Fishing disturbance and marine biodiversity: the role of habitat structure in simple soft-sediment systems. *Marine Ecology Progress Series*, 221: 255–264.
- Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P., Ritchie, M., Siemann, E. 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*, 277:1300–1302
- Tortonese, E. 1965. Echinodermata. In: Accademia Nazionale Italiana di Entomologiae Unione Zoologica Italiana (ed) Fauna d'Italia, vol VI. Edizioni Calderini, Bologna.
- Tsikliras, A.C., Torre, M., Stergiou, K.I. 2005. Feeding habits and trophic level of round sardinella (*Sardinella aurita*) in the northeastern Mediterranean (Aegean Sea, Greece). *Journal of Biological Research*, 3: 67–75.
- Tuck, I.D., Hall, S.J., Robertson, M.R., Armstrong, E., Basford, D.J. 1998. Effects of physical trawling disturbance in a previously unfished sheltered Scottish sea loch. *Marine Ecology Progress Series*, 162: 227-242.
- Ulanowicz, R.E. 1986. *Growth and development: ecosystem phenomenology*. Springer Verlag, New York. 203 pp.
- Ulanowicz, R.E. 1995. The part-whole relation in ecosystems. En: *Complex ecology*. B. C. Patten, S. E. Jorgensen (Eds). Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Ulanowicz, R.E., Puccia, C.J. 1990. Mixed trophic impacts in ecosystems. *Coenoses*, 5: 7-16.
- Vafidis, D., Kallianiotis, A., Chartosia, N., Koukouras, A. 2009. The Sepioidea (Cephalopoda, Mollusca) fauna of the Aegean Sea: comparison with the neighbouring seas and notes on their diet composition. *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 11: 57–71.
- Valiela, I. 1984. *Marine Ecological Processes*. Springer Verlag. 546 pp.
- Valls, M., Quetglas, A., Ordines, F., Moranta, J. 2011. Feeding ecology of demersal elasmobranchs from the shelf and slope off the Balearic Sea (western Mediterranean). *Scientia Marina*, 75(4): 633-639.
- Vannucci, S. 2004. Ecologia di alcune specie di rajidae del mar Ligure meridionale con particolare riferimento all'alimentazione. Tesis doctoral. Università degli studi di pisa. 224 pp.

- Vargas-Yáñez, M., Salat, J., Fernández de Puelles, M.L., López-Jurado, J.L., Pasqual, J., Ramírez, T., Cortés, D., Franco, I. 2005. Trends and time variability in the northern continental shelf of the western Mediterranean. *Journal of Geophysical Research*, 110, C10019, doi:10.1029/2004JC002799.
- Vasconcellos, M., Gasalla, M.A. 2001. Fisheries catches and carrying capacity of marine ecosystems in southern Brazil. *Fisheries Research*, 59, 279–295.
- Vasconcellos, M., Mackinson, S., Slogan, K., Pauly, D. 1997. The stability of trophic massbalance models of marine ecosystems: A comparative analysis. *Ecological Modelling*, 100: 125-134.
- Vassilopoulou, V. 2006. Dietary habits of the deep-sea flatfish *Lepidorhombus boscii* in north-eastern Mediterranean waters. *Journal of Fish Biology*, 69: 1202–1220.
- Velasco, F., Olaso, I. 1998. John Dory *Zeus faber* (Linnaeus, 1758) feeding off Galicia and in the Cantabrian Sea: Dietary shifts with size. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 14 (1-2): 69-79.
- Vera, J.A. 2004. Cordillera Bética y Baleares. En: Geología de España, Vera JA (ed.). Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 347-464.
- Vignudelli, S., Gasparini, G.P., Astraldi, M., Schieno, M.E. 1999. A possible influence in the North Atlantic Oscillation on the circulation of the Western Mediterranean sea. *Geophysical Research Letters*, 26 (5), 623-626.
- Villiers, L. 1980. Changes in predation by the juvenile goby *Deltentosteus quadrivaculatus* (Teleostei, Gobiidae). *Netherlands Journal of Sea Research*, 14(3/4): 362-373.
- Virnstein, R.W., R.K. Howard. 1987a. The motile epifauna of marine macrophytes in the Indian River Lagoon, Florida. I. Comparisons among three species of seagrasses from adjacent beds. *Bulletin of Marine Science*, 41(1): 1-12.
- Virnstein, R.W., R.K. Howard. 1987b. The motile epifauna of marine macrophytes in the Indian River Lagoon, Florida. II. Comparisons among three species of seagrasses from adjacent beds. *Bulletin of Marine Science*, 41(1): 13-26.
- Wackernagel, M., Rees, W. 1996. *Our ecological footprint: reducing the human impact on the Earth*. New Society Publishers. Gabriela Island. 160 pp.
- Walters, C.J., Christensen, V., Martell, S., Kitchell, J.F. 2005. Single-species versus ecosystem harvest management: ecosystem structure erosion under myopic management. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 558-568.
- Warwick, R.M., Clarke, K.R. 1993. Increased variability as a symptom of stress in marine communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 172: 215-226.
- Wassenberg, T.J., Dews, G., Cook, S.D. 2002. The impact of fish trawls on megabenthos (sponges) on the north-west shelf of Australia. *Fisheries Research*, 58:141–151.
- Widdicombe, S., Austen, M.C., Kendall, M.A., Olsgard, F., Schaanning, M.T., Dashfield, S.L., Needham, H.R. 2004. Importance of bioturbators for biodiversity maintenance: indirect effects of fishing disturbance. *Marine Ecology Progress Series*, 275:1–10
- Wilson, S., Blake, C., Berge, J.A., Maggs, C.A. 2004. Environmental tolerances of free-living coralline algae (maerl): implications for European marine conservation. *Biological Conservation* 120: 283–29
- Wood, S. N. 2006. Generalized additive models, an introduction with R. Chapman & Hall, London.

- Wulff, J.L. 2006. Ecological interactions of marine sponges. *Can. J. Zool.*, 84:146–166
- Wulff, F., Ulanowicz, R. 1989a. A comparative anatomy of the Baltic Sea and Chesapeake Bay ecosystems. En:*Flow Analysis of Marine Ecosystems: Theory and practice, Coastal and Estuarine Studies*. Wulff, F., J. G. Field and K. H. Mann (eds). Nº 32. Springer-Verlag. New York: 232-256.
- Wulff, F., Field, J. G., Mann, K. H. (Eds). 1989b. *Network analysis in marine ecology. Methods and applications. Coastal and Estuarine Studies*. Vol. 32. Springer-Verlag, New York. 134 pp.
- Yeldan, H., Avsar, D., Manasirli, M. 2009. Age, growth and feeding of the common stingray (*Dasyatis pastinaca*, L., 1758) in the Cilician coastal basin, northeastern Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 25 (Suppl. 1): 98–102.
- Zariquièy, R. 1968. Crustaceos Decápodos Ibéricos. *Investigación Pesquera*, 32: 1–510
- Zavala, M. 1983. Estudi sistemàtic i faunístic dels briozous (Ectoprocta) dels països catalans. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.

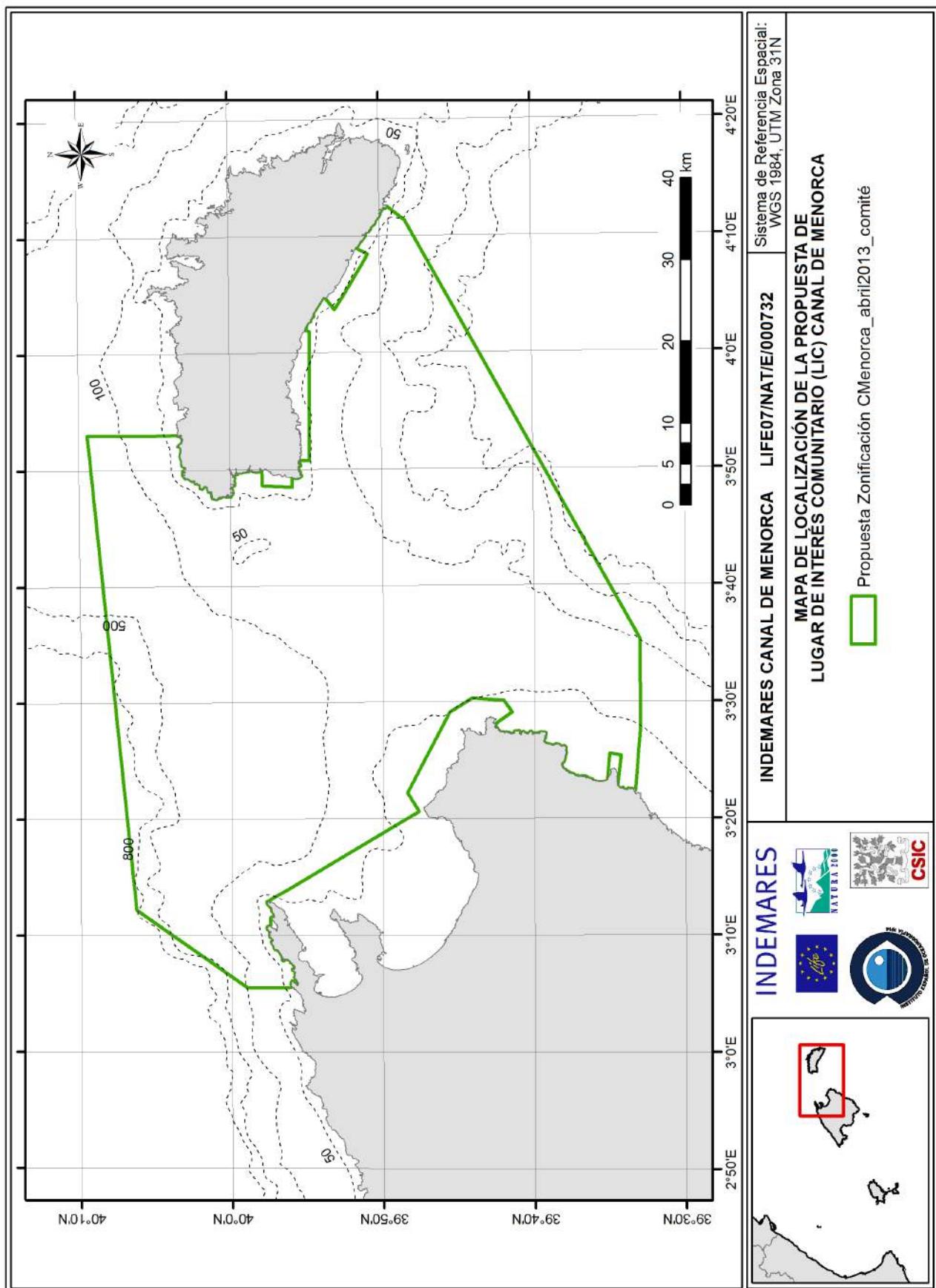


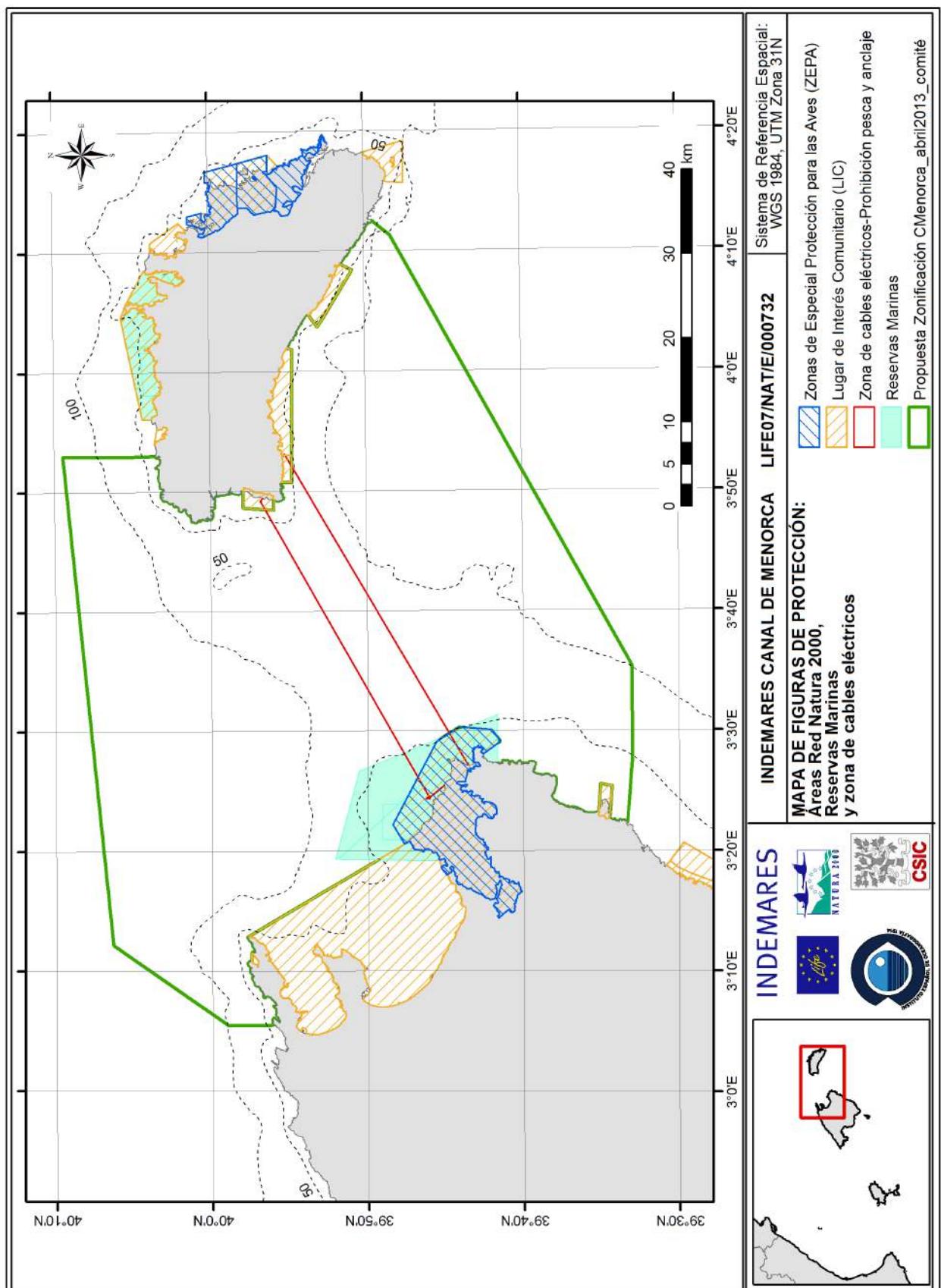
# **ANEXOS**

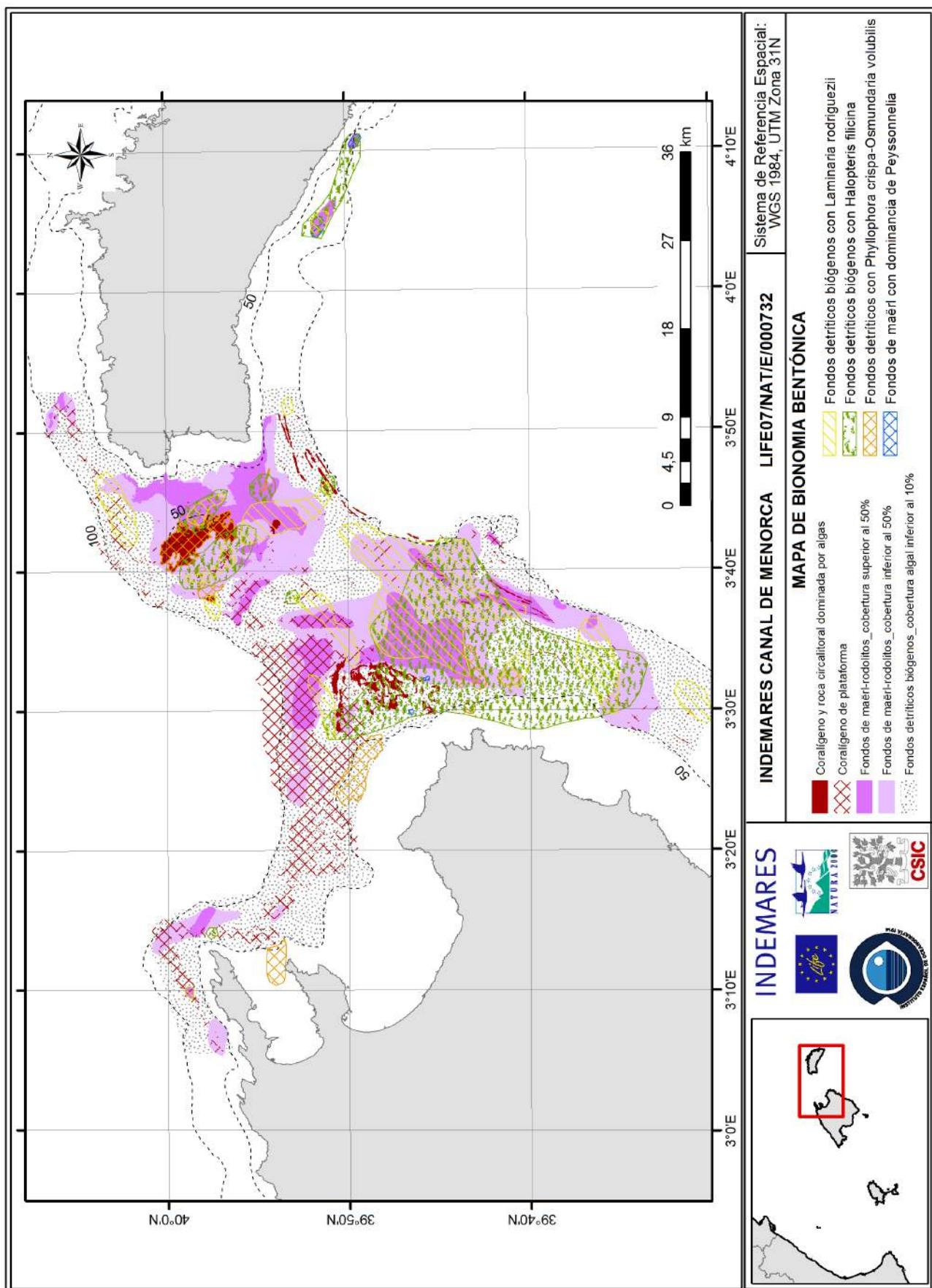


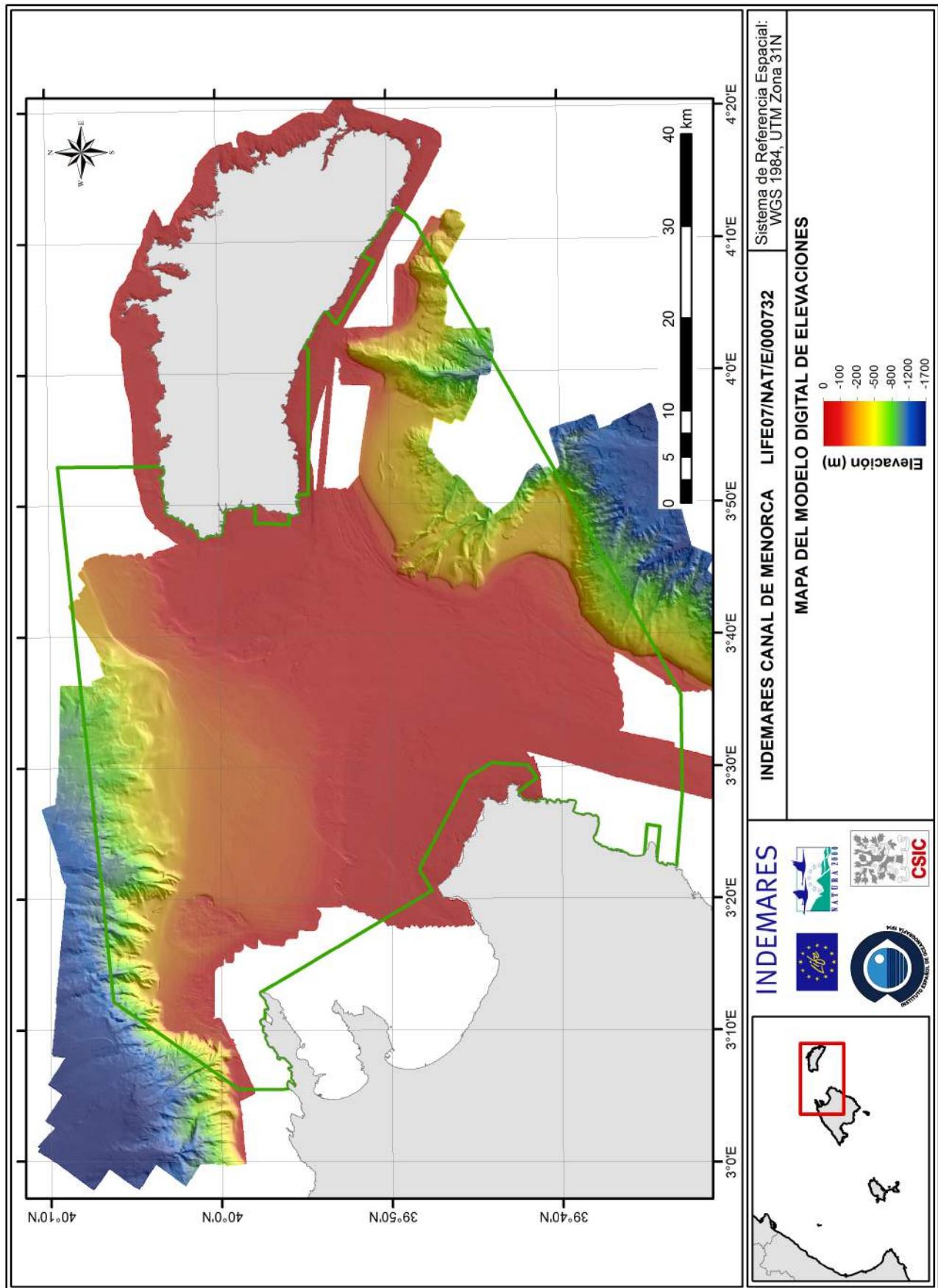
## MAPAS

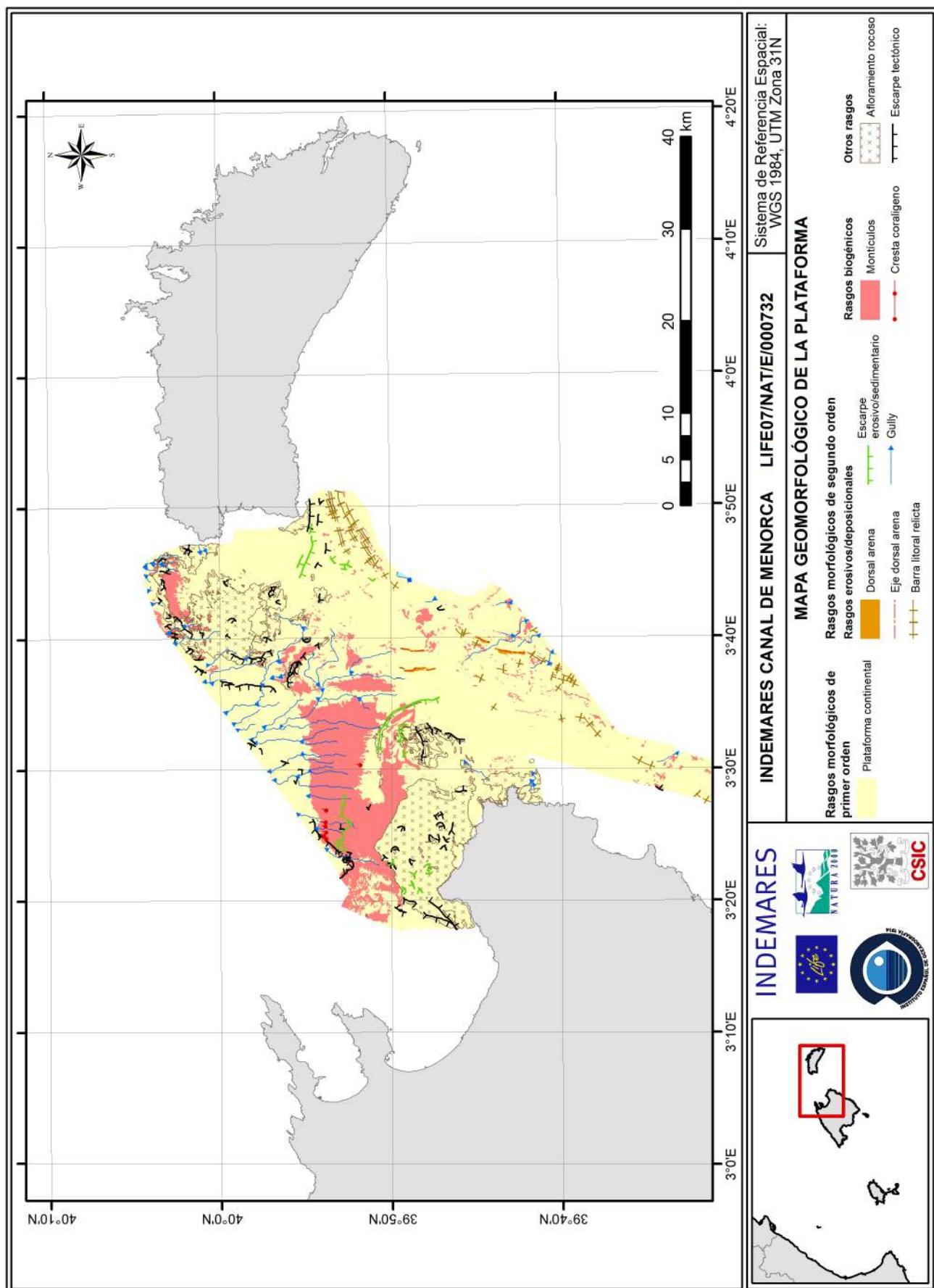














## **Inventario de especies de la zona de estudio**



Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<b>F. Annelida</b>							
<b>Cl. Clitellada</b>							
<i>Hirudinea Lamarck, 1818</i>					X		
<i>Pontobdella muricata</i> (Linnaeus, 1758)	X					X	
<b>Cl. Polychaeta</b>							
<i>Acholoe squamosa</i> (Delle Chiaje, 1827)	X						
<i>Aphrodita aculeata</i> Linnaeus, 1758	X					X	
<i>Aphrodita</i> spp. Linnaeus, 1758	X						X
<i>Chloeria venusta</i> Quatrefages, 1866	X						
<i>Ditrupa arietina</i> (O. F. Müller, 1776)	X						
<i>Eunice torquata</i> Quatrefages, 1866						X	
<i>Filograna implexa</i> Berkeley, 1835	X		X	X			
<i>Filograna</i> spp. Berkeley, 1835	X						
<i>Flabelligera diplochaitos</i> (Otto, 1821)	X						
<i>Hesione pantherina</i> Risso, 1826	X						
<i>Hyalinoecia tubicola</i> (O.F. Müller, 1776)	X		X			X	X
<i>Laetmonice hystrix</i> (Savigny in Lamarck, 1818)	X					X	
<i>Lanice conchilega</i> (Pallas, 1766)	X		X	X			
Oweniidae Rioja, 1917							X
Polychaeta Grube, 1850	X	X		X	X		X
<i>Protula</i> spp. Risso, 1826	X						
<i>Protula tubularia</i> (Montagu, 1803)	X						
<i>Sabellapavonina</i> Savigny, 1822							X
<i>Sabellaspallanzanii</i> (Gmelin, 1791)			X	X			X
<i>Sabell</i> spp. Linnaeus, 1767	X		X				
Sabellidae Latreille, 1825	X						X
<i>Salmacina</i> spp. Claparède, 1870	X						
<i>Salmacina dysteri</i> (Huxley, 1855)				X			
<i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus, 1767	X						X
Serpulidae Rafinesque, 1815	X		X	X			X
<i>Sigalion squamosus</i> Delle Chiaje, 1830	X						
Sigalionidae sp. Malmgren, 1867	X						
<i>Spirographis spallanzanii</i> (Gmelin, 1791)			X				X
<b>F. Arthropoda</b>							
Myriapoda Latreille, 1802	X						
<b>Cl. Branchiopoda</b>							
<i>Evadne</i> spp. Lovén, 1836		X					
<i>Penilia</i> spp. Dana, 1852		X					
<i>Podon</i> spp. Lilljeborg, 1853		X					
<b>Cl. Malacostraca</b>							
<b>O. Amphipoda</b>							
<i>Ampelisca</i> sp. Krøyer, 1842					X		
<i>Abludomelita aculeata</i> (Chevreux, 1911)					X		
<i>Abludomelita gladiosa</i> (Bate, 1862)					X		
<i>Ampelisca brevicornis</i> (Costa, 1853)					X		
<i>Ampelisca gibba</i> Sars, 1883					X		
<i>Ampelisca ledoyerii</i> Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977					X		
<i>Ampelisca multispinosa</i> Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977					X		

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Ampelisca pseudospinimana</i> Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977					X		
<i>Ampelisca ruffoi</i> Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977					X		
<i>Ampelisca tenuicornis</i> Liljeborg, 1855					X		
<i>Ampelisca truncata</i> Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977					X		
<i>Ampelisca typica</i> (Bate, 1856)					X		
<i>Amphilochus manudens</i> Bate, 1862					X		
<i>Amphipoda</i> Latreille, 1816	X	X			X		X
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin, 1826		X					
<i>Animoceradocus semiserratus</i> (Bate, 1862)					X		
<i>Apherusa vexatrix</i> Krapp-Schickel, 1979		X			X		
<i>Atylus vedlomensis</i> (Bate & Westwood, 1862)					X		
<i>Autonoe viduarum</i> (Myers, 1974)					X		
<i>Bogidiella chappuisi</i> Ruffo, 1952					X		
<i>Caprellidae</i> Leach, 1814		X					
<i>Ceradocus</i> sp. Costa, 1853					X		
<i>Cheirocratus monodontis</i> G. Karaman, 1977					X		
<i>Cheirocratus sundevalli</i> (Rathke, 1843)					X		
<i>Colomastix pusilla</i> Grube, 1861					X		
<i>Dexamine spiniventris</i> (Costa, 1853)		X			X		
<i>Elasmopus</i> sp. Costa, 1853		X					
<i>Ericthonius punctatus</i> (Bate, 1857)		X			X		
<i>Eusirus longipes</i> Boeck, 1861					X		
<i>Gammarella fucicola</i> (Leach, 1814)					X		
<i>Gammaridae</i> Leach, 1814		X			X		
<i>Gammaropsis dentata</i> Chevreux, 1900					X		
<i>Gammaropsis maculata</i> (Johnston, 1828)					X		
<i>Guernea (Guernea) coalita</i> (Norman, 1868)					X		
<i>Halice walkeri</i> (Ledoyer, 1973)					X		
<i>Halicreion aequicornis</i> (Norman, 1869)					X		
<i>Hamimaera hamigera</i> (Haswell, 1879)					X		
<i>Harpinia ala</i> Karaman, 1987					X		
<i>Hippomedon massiliensis</i> Bellan-Santini, 1965					X		
<i>Hyperiidae</i> Dana, 1852							X
<i>Idunella nana</i> (Schecke, 1973)					X		
<i>Iphimedia gibbula</i> Ruffo & Schiecke, 1979					X		
<i>Iphimedia jugoslavica</i> Karaman, 1975					X		
<i>Iphimedia minuta</i> G.O. Sars, 1882					X		
<i>Lepidepecreum crypticum</i> Ruffo & Schiecke, 1977					X		
<i>Leptocheirus longimanus</i> Ledoyer, 1973					X		
<i>Leptocheirus pectinatus</i> (Norman, 1869)					X		
<i>Leucothoe euryonyx</i> (Walker, 1901)					X		
<i>Leucothoe procera</i> Bate, 1857					X		
<i>Leucothoe spinicarpa</i> (Abildgaard, 1789)					X		
<i>Liljeborgia dellavallei</i> Stebbing, 1906					X		
<i>Liljeborgia psaltrica</i> Krapp-Schickel, 1975					X		
<i>Lysianassa costae</i> (Milne-Edwards, 1830)					X		
<i>Lysianassa pilicornis</i> (Heller, 1866)					X		

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Lysianassidae</i> Dana, 1849					X		
<i>Lysianassa longicornis</i> (Lucas, 1846)					X		
<i>Maera grossimana</i> (Montagu, 1808)					X		
<i>Maera</i> sp. Leach, 1814					X		
<i>Megamphopus brevidactylus</i> Myers, 1976					X		
<i>Microdeutopus</i> sp. Costa, 1853	X				X		
<i>Microjassa</i> sp. Stebbing, 1899	X						
<i>Monoculodes carinatus</i> (Bate, 1857)					X		
<i>Normanion chevreuxi</i> D'Inciaco & Vader, 1988					X		
<i>Paraphoxus oculatus</i> (Sars, 1879)					X		
<i>Pariambus typicus</i> (Krøyer, 1884)					X		
<i>Perioculodes aequimanus</i> (Korssman, 1880)					X		
<i>Perrierella audouiniana</i> (Bate, 1857)					X		
<i>Photis longicaudata</i> (Bate & Westwood, 1862)					X		
<i>Photis longipes</i> (Della Valle, 1893)					X		
<i>Phronima sedentaria</i> (Forskal, 1775)	X						X
<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769		X			X		
<i>Podopriionella fissicaudata</i> Ledoyer, 1977					X		
<i>Pseudoprotella phasma</i> Montagu, 1804	X						
<i>Siphonoecetes (Centraloecetes) dellavallei</i> Stebbing, 1899					X		
<i>Siphonoecetes (Siphonoecetes) sabatieri</i> de Rouville, 1894					X		
<i>Socarnes filicornis</i> (Heller, 1866)					X		
<i>Stenothoe eduardi</i> Krapp Schickel, 1975					X		
<i>Stenothoe marina</i> (Bate, 1856)					X		
<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)	X						
<i>Synchelidium longidigitatum</i> Ruffo, 1947					X		
<i>Tmetonyx similis</i> (Sars, 1891)					X		
<i>Tritaeta gibbosa</i> (Bate, 1862)					X		
<i>Tryphosella minima</i> (Chevreux, 1911)					X		
<i>Tryphosella nanoides</i> (Liljeborg, 1865)					X		
<i>Tryphosella simillima</i> Ruffo, 1985					X		
<b>O. Cumacea</b>							
<i>Cumacea</i> Krøyer, 1846		X			X		
<b>O. Decapoda</b>							
<i>Acanthephyra eximia</i> Smith, 1884							X
<i>Acanthephyra pelagica</i> (Risso, 1816)							X
<i>Achaeus cranchii</i> Leach, 1817	X				X		
<i>Aegaeon cataphractus</i> (Oliví, 1792)	X						X
<i>Aegaeon lacazei</i> (Gourret, 1887)	X						X
<i>Alpheidae</i> Rafinesque, 1815	X					X	
<i>Alpheus glaber</i> (Oliví, 1792)	X	X			X	X	X
<i>Alpheus macrocheles</i> (Hailstone, 1835)	X						
<i>Alpheus</i> sp. Fabricius, 1798							X
<i>Anapagurus laevis</i> (Bell, 1846)	X	X		X			X
<i>Anapagurus</i> spp. Henderson, 1886	X						
<i>Aristaeomorpha foliacea</i> (Risso, 1827)							X
<i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816)							X
<i>Ascidonia flavomaculata</i> (Heller, 1864)	X						
<i>Atelecyclus rotundatus</i> (Oliví, 1792)	X			X			X

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1813 [in Leach, 1813-1814])	X				X		
<i>Bathynectes longipes</i> (Risso, 1816)	X						
<i>Calappa granulata</i> (Linnaeus, 1758)	X				X	X	X
<i>Calcinus tubularis</i> (Linnaeus, 1767)	X						
<i>Calocaris macandreae</i> Bell, 1853						X	X
<i>Cestopagurus timidus</i> (Roux, 1830)	X	X					
<i>Chlorotocus crassicornis</i> (A. Costa, 1871)							X
<i>Dardanus arrosor</i> (Herbst, 1796)	X		X	X		X	X
<i>Dardanus calidus</i> (Risso, 1827)	X					X	
<i>Dardanus</i> spp. Paul'son, 1875	X		X				
<i>Dendrobranchiata</i> Spence Bate, 1888	X	X			X		
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	X						
<i>Distolambrus maltzami</i> (Miers, 1881)	X						
<i>Dromia personata</i> (Linnaeus, 1758)	X					X	X
<i>Ebalia cranchii</i> Leach, 1817	X						
<i>Ebalia deshayesi</i> Lucas, 1846	X						
<i>Ebalia edwardsii</i> Costa, 1838	X						
<i>Ebalia</i> spp. Leach, 1817				X		X	
<i>Ebalia tuberosa</i> (Pennant, 1777)	X				X	X	
<i>Ethusa mascarone</i> (Herbst, 1785)	X						X
<i>Eualus cranchii</i> (Leach, 1817 [in Leach, 1815-1875])	X				X		
<i>Eurynome aspera</i> (Pennant, 1777)	X						
<i>Eurynome spinosa</i> Hailstone, 1835					X		
<i>Eusergestes arcticus</i> (Krøyer, 1855)							X
<i>Funchalia woodwardi</i> Johnson, 1868							X
<i>Galathea dispersa</i> Bate, 1859	X						
<i>Galathea intermedia</i> Liljeborg, 1851	X	X					
<i>Galathea nexa</i> Embleton, 1834	X			X			
<i>Galathea</i> spp. Fabricius, 1793	X		X	X			X
<i>Galathea strigosa</i> (Linnaeus, 1761)			X				
<i>Galatheidae</i> Samouelle, 1819					X		
<i>Gennadas elegans</i> (Smith, 1882)							X
<i>Geryon longipes</i> A. Milne-Edwards, 1882						X	X
<i>Goneplax rhomboides</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Hippolytidae</i> Spence Bate, 1888	X						
<i>Ilia nucleus</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Inachus communissimus</i> Rizza, 1839						X	
<i>Inachus dorsettensis</i> (Pennant, 1777)	X	X				X	X
<i>Inachus leptochirus</i> Leach, 1817						X	
<i>Inachus parvirostris</i> (Risso, 1816)						X	
<i>Inachus</i> spp. Weber, 1795	X		X	X		X	
<i>Inachus thoracicus</i> Roux, 1830	X		X		X	X	
<i>Latreillia elegans</i> Roux, 1830						X	
<i>Lepidopus caudatus</i> (Euphrasen, 1788)							X
<i>Ligur ensiferus</i> (Risso, 1816)							X
<i>Liocarcinus bolivari</i> (Zariquey Alvarez, 1948)	X					X	
<i>Liocarcinus corrugatus</i> (Pennant, 1777)	X				X		
<i>Liocarcinus depurator</i> (Linnaeus, 1758)	X		X		X	X	X
<i>Liocarcinus maculatus</i> (Risso, 1827)	X			X	X		

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Liocarcinus navigator</i> (Herbst, 1794)	X						
<i>Liocarcinus pusillus</i> (Leach, 1816)	X						
<i>Liocarcinus zariqueyi</i> Gordon, 1968	X				X		
<i>Lissa chiragra</i> (Fabricius, 1775)	X					X	
<i>Lophozozymus incisus</i> H. Milne Edwards, 1834							X
<i>Macropodus tuberculatus</i> (Roux, 1830)			X			X	X
<i>Macropodia linaresi</i> Forest & Zariquey Alvarez, 1964						X	
<i>Macropodia longipes</i> (A. Milne-Edwards & Bouvier, 1899)	X	X					
<i>Macropodia longirostris</i> (Fabricius, 1775)	X	X				X	X
<i>Macropodia rostrata</i> (Linnaeus, 1761)	X					X	X
<i>Macropodia</i> spp. Leach, 1814			X	X			
<i>Macropodia tenuirostris</i> (Leach, 1814)	X					X	X
<i>Maja crispata</i> Risso, 1827	X		X				
<i>Maja</i> sp. Lamarck, 1801			X	X		X	
<i>Maja squinado</i> (Herbst, 1788)						X	
<i>Medorippe lanata</i> (Linnaeus, 1767)	X						
<i>Monodaeus couchii</i> (Couch, 1851)	X					X	X
<i>Munida intermedia</i> A. Milne Edwards & Bouvier, 1899							X
<i>Munida rutllanti</i> Zariquey Álvarez, 1952							X
<i>Munida</i> spp. Leach, 1820		X					
<i>Munida tenuimana</i> Sars, 1872							X
<i>Nephrops norvegicus</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Paguridae</i> Latreille, 1802	X	X	X	X	X	X	
<i>Paguristes eremita</i> (Linnaeus, 1767)	X					X	
<i>Pagurus alatus</i> Fabricius, 1775	X					X	X
<i>Pagurus anachoretus</i> Risso, 1827	X						
<i>Pagurus cuanensis</i> Bell, 1846	X						
<i>Pagurus excavatus</i> (Herbst, 1791)	X						X
<i>Pagurus forbesii</i> Bell, 1846	X					X	
<i>Pagurus prideaux</i> Leach, 1815	X		X	X		X	X
<i>Pagurus</i> spp. Fabricius, 1775	X					X	X
<i>Palaemon</i> spp. Weber, 1795	X	X					
<i>Palaemon xiphias</i> Risso, 1816	X		X				
<i>Palicus caronii</i> (Roux, 1828)	X						
<i>Palinurus elephas</i> (Fabricius, 1787)	X		X			X	X
<i>Palinurus mauritanicus</i> Gruvel, 1911							X
<i>Pandalidae</i> Haworth, 1825 (Rathke, 1843)	X						
<i>Pandalina brevirostris</i> (Rathke, 1843)	X	X			X		X
<i>Pandalina profunda</i> Holthuis, 1946							X
<i>Parapenaeus longirostris</i> (Lucas, 1846)							X
<i>Paromola cuvieri</i> (Risso, 1816)							X
<i>Parthenope macrochelos</i> (Herbst, 1790)						X	
<i>Parthenope</i> spp. Weber, 1795				X			
<i>Parthenopoides massena</i> (Roux, 1830)	X					X	X
<i>Pasiphaea multidentata</i> Esmark, 1866							X
<i>Pasiphaea sivado</i> (Risso, 1816)							X
<i>Penaeopsis serrata</i> Spence Bate, 1881							X
<i>Philocheras echinulatus</i> (M. Sars, 1862)							X

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Philocheras sculptus</i> (Bell, 1847 [in Bell, 1844-1853])	X						
<i>Pilumnus spinifer</i> H. Milne Edwards, 1834	X			X		X	
<i>Pilumnus</i> spp. Leach, 1816						X	X
<i>Pilumnus villosissimus</i> (Rafinesque, 1814)						X	
<i>Pisa armata</i> (Latreille, 1803)	X		X	X		X	
<i>Pisa muscosa</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Pisa</i> sp. Leach, 1814	X						
<i>Pisidia longicornis</i> (Linnaeus, 1767)	X						
<i>Plesionika acanthonotus</i> (Smith, 1882)							X
<i>Plesionika antigai</i> Zariquey Alvarez, 1955							X
<i>Plesionika edwardsii</i> (Brandt, 1851)							X
<i>Plesionika gigliolii</i> (Senna, 1902)							X
<i>Plesionika heterocarpus</i> (A. Costa, 1871)							X
<i>Plesionika martia</i> (A. Milne-Edwards, 1883)							X
<i>Plesionika narval</i> (Fabricius, 1787)							X
<i>Polycheles typhlops</i> Heller, 1862							X
<i>Pontocaris cataphracta</i> (Olivi, 1792)						X	
<i>Pontocaris lacazei</i> (Gourret, 1887)						X	
<i>Pontonia flavomaculata</i> (Heller, 1864)						X	
<i>Pontoniinae</i> Kingsley, 1879						X	
<i>Pontophilus norvegicus</i> (M. Sars, 1861)							X
<i>Pontophilus spinosus</i> (Leach, 1816)	X						X
<i>Processa canaliculata</i> Leach, 1815 [in Leach, 1815-1875]	X					X	X
<i>Processa nouveli</i> Al-Adhub & Williamson, 1975							X
<i>Processa</i> spp. Leach, 1815 [in Leach, 1815-1875]	X					X	X
<i>Scyllarides latus</i> (Latreille, 1803)						X	X
<i>Scyllarus arctus</i> (Linnaeus, 1758)	X					X	
<i>Scyllarus pygmaeus</i> (Bate, 1888)	X		X			X	
<i>Sergia robusta</i> (Smith, 1882)							X
<i>Solenocera membranacea</i> (Risso, 1816)	X						X
<i>Solenocera</i> sp. Lucas, 1849				X			
<i>Spinolambrus macrochelos</i> (Herbst, 1790)							X
<i>Thalassinidae</i> Latreille, 1831		X					
<i>Typton spongicola</i> O.G. Costa, 1844	X	X					
<i>Xantho pilipes</i> A. Milne-Edwards, 1867	X						
<i>Xantho</i> sp. Leach, 1814						X	
<i>Xantidae</i> MacLeay, 1838							X
<b>O. Euphausiacea</b>							
<i>Euphausiacea</i> Dana, 1852		X	X		X		X
<i>Meganyctiphanes norvegica</i> (M. Sars, 1857)							X
<b>O. Isopoda</b>							
<i>Astacilla mediterranea</i> Koehler, 1911		X					
<i>Eurydice</i> spp. Leach, 1815		X					
<i>Janira maculosa</i> Leach, 1814		X					
<i>Joeropsis brevicornis brevicornis</i> Koehler, 1885		X					
<i>Paragnathia formica</i> (Hesse, 1864)		X					
<i>Paranthura</i> sp. Bate & Westwood, 1866	X						
<i>Cymodoce truncata</i> Leach, 1814		X					

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<b>O. Lophagastrida</b>							
<i>Lophogaster</i> sp. M. Sars, 1857	X						
<i>Lophogaster typicus</i> M. Sars, 1857	X					X	X
<b>O. Mysida</b>							
<i>Anchialina agilis</i> (Sars G.O., 1877)	X	X				X	
<i>Boreomysis arctica</i> (Krøyer, 1861)		X					
<i>Erythrops elegans</i> (Sars G.O., 1863)		X					
<i>Gastrosaccus sanctus</i> (van Beneden, 1861)		X					
<i>Gastrosaccus</i> spp. Norman, 1868	X	X				X	
<i>Haplostylus normani</i> (Sars G.O., 1877)	X						
<i>Leptomyysis gracilis</i> (Sars G.O., 1864)		X					
<i>Leptomyysis lingvura</i> (Sars G.O., 1866)		X					
<i>Mysidae</i> Haworth, 1825		X	X			X	
<i>Mysidopsis angusta</i> G.O. Sars, 1864		X					
<i>Mysidopsis didelphys</i> (Norman, 1863)		X					
<i>Mysidopsis gibbosa</i> G.O. Sars, 1864		X					X
<i>Mysis</i> sp. Latreille, 1802	X						
<i>Paramysis (Longidentia) helleri</i> (Sars G.O., 1877)		X					
<i>Siriella clausii</i> G.O. Sars, 1877		X					
<i>Siriella jaltensis</i> Czerniavsky, 1868		X					
<i>Siriella</i> sp. Dana, 1850	X	X					
<b>O. Nebalicea</b>							
<i>Nebalia bipes</i> (Fabricius, 1780)						X	
<b>O. Stomatopoda</b>							
<i>Rissooides desmaresti</i> (Risso, 1816)	X					X	X
<i>Squilla mantis</i> (Linnaeus, 1758)						X	
<b>O. Tanaidacea</b>							
<i>Tanaidacea</i> Dana, 1849		X				X	
<b>Cl. Maxillopoda</b>							
<i>Calanoida</i> Sars, 1903		X				X	
<i>Cyclopoida</i> Burmeister, 1834		X					
<i>Harpacticoida</i> G. O. Sars, 1903		X				X	
<i>Lepas anatifera</i> Linnaeus, 1758	X						
<i>Scalpellum scalpellum</i> (Linnaeus, 1767)	X		X			X	X
<b>Cl. Ostracoda</b>							
<i>Ostracoda</i> Latreille, 1806		X				X	
<b>Cl. Pycnogonida</b>							
<i>Pycnogonida</i> Latreille, 1810	X		X			X	
<b>F. Brachiopoda</b>							
<b>Cl. Rhynchonellata</b>							
<i>Megerlia truncata</i> (Linnaeus, 1767)		X					
<i>Gryphus vitreus</i> (Born, 1778)							X
<b>F. Bryozoa</b>							
<b>Cl. Gymnolaemata</b>							
<i>Adeonella calveti</i> (Canu & Bassler, 1930)	X		X	X			
<i>Aetea truncata</i> (Landsborough, 1852)	X						
<i>Amathia</i> sp. Lamouroux, 1812	X						
<i>Amphiblestrum lyrulatum</i> (Calvet, 1907)	X						
<i>Axinella verrucosa</i> (Pallas, 1766)							X
<i>Bantariella verticillata</i> (Heller, 1867)	X						

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Beania cylindrica</i> (Hincks, 1886)	X					X	
<i>Calyptotheca</i> sp. Harmer, 1957	X						
<i>Cellaria</i> spp. Ellis & Solander, 1786	X						
<i>Celleporina tubulosa</i> (Hincks, 1880)	X						
<i>Chlidonia pyriformis</i> (Bertoloni, 1810)	X						
<i>Chorizopora brongniartii</i> (Audouin, 1826)	X						
<i>Coronellina fagei</i> Gautier, 1962	X						
<i>Cribellopora trichotoma</i> (Waters, 1918)	X						
<i>Dentiporella sardonica</i> (Waters, 1879)	X						
<i>Dentiporella</i> spp. Barroso, 1926	X				X		
<i>Fenestrulina</i> sp. Jullien, 1888	X						
<i>Microporella appendiculata</i> (Heller, 1867)	X						
<i>Myriapora truncata</i> (Pallas, 1766)	X		X	X		X	X
<i>Nolella dilatata</i> (Hincks, 1860)	X						
<i>Pentapora fascialis</i> (Pallas, 1766)	X		X			X	
<i>Pentapora</i> spp. Fischer, 1807	X						
<i>Puellina innominata</i> (Couch, 1844)	X						
<i>Reteporella beaniana</i> (King, 1846)						X	
<i>Reteporella grimaldii</i> (Jullien, 1903)	X		X				
<i>Reteporella</i> spp. Busk, 1884	X		X	X			
<i>Rhynchozoon neapolitanum</i> Gautier, 1962	X						
<i>Schizobrachiella sanguinea</i> (Norman, 1868)	X						
<i>Schizomavella cornuta</i> (Heller, 1867)	X						
<i>Schizoporella</i> sp. Hincks, 1877	X						
<i>Scrupocellaria aegeensis</i> Harmelin, 1969	X						
<i>Scrupocellaria delilii</i> (Audouin, 1826)	X						
<i>Scrupocellaria maderensis</i> Busk, 1860	X						
<i>Scrupocellaria scruposa</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Smittina cervicornis</i> (Pallas, 1766)	X		X	X			
<i>Smittina</i> spp. Norman, 1903	X						
<i>Smittoidea marmorea</i> (Hincks, 1877)	X						
<i>Turbicellepora avicularis</i> (Hincks, 1860)	X						
<i>Turbicellepora</i> spp. Ryland, 1963	X						
<b>Cl. Stenolaemata</b>							
<i>Crisia denticulata</i> (Lamarck, 1816)	X						
<i>Crisia ramosa</i> Harmer, 1891	X						
<i>Crisia</i> sp. Lamouroux, 1812	X						
<i>Hornera frondiculata</i> Lamouroux, 1821	X		X				
<i>Hornera</i> spp. Lamouroux, 1821	X		X				
<i>Lichenopora</i> sp. Defrance, 1823	X						
<i>Tubulipora</i> sp. Lamarck, 1816	X						
<b>F. Cephalorhyncha</b>							
<b>Cl. Priapulida</b>							
<i>Priapulidae</i> Gosse, 1855	X				X		
<b>F. Chaetognatha</b>							
<i>Chaetognatha</i> Leuckart, 1854		X			X		
<b>F. Chlorophyta</b>							
<b>Cl. Bryopsidophyceae</b>							
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J.Agardh, 1873	X						
<i>Codium bursa</i> (Olivi) C.Agardh, 1817	X					X	X
<i>Codium</i> spp. Stackhouse, 1797	X						

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Codium tomentosum</i> Stackhouse, 1797						X	
<i>Codium vermilara</i> (Oliv.) Delle Chiaje, 1829						X	
<i>Derbesia tenuissima</i> (Moris & De Notaris) P.L.Crouan & H.M.Crouan, 1867							X
<i>Halimeda tuna</i> (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux, 1816	X						
<i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin, 1987	X						X
<b>Cl. Chlorophyta incertae sedis</b>							
<i>Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst, 1868	X						X
<b>Cl. Ulvophyceae</b>							
<i>Acetabularia acetabulum</i> (Linnaeus) P.C.Silva, 1952	X						
<i>Cladophora</i> spp. Kützing, 1843	X						
<i>Ulva</i> spp. Linnaeus, 1753	X						
<i>Umbraulva olivasicensis</i> (P.J.L.Dangeard) G.Furnari, 2006	X						
<i>Valonia macrophysa</i> Kützing, 1843	X						X
<i>Valonia utricularis</i> (Roth) C.Agardh, 1823							X
<b>F. Chordata</b>							
<b>Cl. Actinopterygii</b>							
<i>Alepocephalus rostratus</i> Risso, 1820							X
<i>Anthias anthias</i> (Linnaeus, 1758)		X	X			X	X
<i>Aphia minuta</i> Risso, 1810	X	X					
<i>Apterichtus caecus</i> (Linnaeus, 1758)	X						X
<i>Arctozenus risso</i> (Bonaparte, 1840)							X
<i>Argentina sphyraena</i> Linnaeus, 1758							X
<i>Argyropelecus hemigymnus</i> Cocco, 1829							X
<i>Ariosoma balearicum</i> (Delaroche, 1809)			X				
<i>Arnoglossus imperialis</i> (Rafinesque, 1810)	X					X	X
<i>Arnoglossus laterna</i> (Walbaum, 1792)	X					X	X
<i>Arnoglossus rueppelii</i> (Cocco, 1844)						X	X
<i>Arnoglossus</i> sp. Bleeker, 1862			X				
<i>Arnoglossus thori</i> Kyle, 1913	X					X	X
<i>Atherina</i> sp. Linnaeus, 1758			X				
<i>Aulopus filamentosus</i> (Bloch, 1792)						X	X
<i>Auxis rochei rochei</i> (Risso, 1810)		X					
<i>Bathysolea profundicola</i> (Vaillant, 1888)							X
<i>Benthocometes robustus</i> (Goode & Bean, 1886)							X
<i>Benthosema glaciale</i> (Reinhardt, 1837)							X
<i>Blennius ocellaris</i> Linnaeus, 1758	X		X		X	X	X
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)						X	X
<i>Bothus podas</i> (Delaroche, 1809)	X	X					X
<i>Callanthias ruber</i> (Rafinesque, 1810)							X
<i>Callionymus maculatus</i> Rafinesque, 1810	X			X			X
<i>Callionymus reticulatus</i> Valenciennes, 1837	X			X			
<i>Callionymus</i> spp. Linnaeus, 1758	X		X				
<i>Capros aper</i> (Linnaeus, 1758)						X	X
<i>Carapus acus</i> (Brünnich, 1768)	X					X	X
<i>Centracanthus cirrus</i> Rafinesque, 1810						X	X
<i>Centrolophus niger</i> (Gmelin, 1789)							X

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Cepola macrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	X					X	X
<i>Ceratoscopelus maderensis</i> (Lowe, 1839)	X						X
<i>Chauliodus sloani</i> Bloch & Schneider, 1801							X
<i>Chelidonichthys cuculus</i> (Linnaeus, 1758)	X					X	X
<i>Chelidonichthys lastoviza</i> (Bonnaterre, 1788)						X	
<i>Chelidonichthys lucerna</i> (Linnaeus, 1758)						X	X
<i>Chelidonichthys obscurus</i> (Walbaum, 1792)							X
<i>Chlopsis bicolor</i> Rafinesque, 1810							X
<i>Chlorophthalmus agassizi</i> Bonaparte, 1840							X
<i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758)	X	X					
<i>Citharus linguatula</i> (Linnaeus, 1758)						X	X
<i>Coelorinchus caelorhincus</i> (Risso, 1810)							X
<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)						X	X
<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758)	X		X	X		X	
<i>Coris</i> spp. Lacepède (ec Commerson), 1801						X	
<i>Crystallogobius linearis</i> (Düben, 1845)	X	X				X	X
<i>Crystallogobius</i> spp. Gill, 1863	X						
<i>Cyclothona braueri</i> Jespersen & Tåning, 1926		X					X
<i>Cyclothona pygmaea</i> Jespersen & Tåning, 1926		X					X
<i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus, 1758)		X				X	X
<i>Deltentosteus collaris</i> (Risso, 1820)	X			X		X	X
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> (Valenciennes, 1837)	X					X	X
<i>Deltentosteus</i> sp. Gill, 1863	X						
<i>Dentex dentex</i> (Linnaeus, 1758)						X	
<i>Diaphus holti</i> Tåning, 1918							X
<i>Diplecogaster bimaculata bimaculata</i> (Bonnaterre, 1788)	X			X		X	
<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)						X	
<i>Diplodus</i> sp. Rafinesque, 1810							
<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)			X			X	
<i>Echelus myrus</i> (Linnaeus, 1758)						X	
<i>Engraulis encrasiculus</i> (Linnaeus, 1758)		X				X	X
<i>Epigonus constanciae</i> (Giglioli, 1880)							X
<i>Epigonus denticulatus</i> Dieuzeide, 1950							X
<i>Epigonus telescopus</i> (Risso, 1810)							X
<i>Eutelichthys leptochirurus</i> Tortonese, 1959							X
<i>Eutrigla gurnardus</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Evermannella balbo</i> (Risso, 1820)							X
<i>Gadiculus argenteus</i> Guichenot, 1850							X
<i>Gaidropsar sus biscayensis</i> (Collett, 1890)	X						X
<i>Glossanodon leioglossus</i> (Valenciennes, 1848)							X
<i>Gnathophis mystax</i> (Delaroche, 1809)							X
<i>Gobiesocidae</i>				X	X		
<i>Gobiidae</i> Regan, 1911	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gobius cruentatus</i> Gmelin, 1789	X						
<i>Gobius geniporus</i> Valenciennes, 1837	X						X
<i>Gobius roulei</i> de Buen, 1928	X						
<i>Gobius vittatus</i> Vinciguerra, 1883	X						
<i>Gonostomatidae</i> Small & Lynn, 1985							X

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Gymnammodytes cicerelus</i> (Rafinesque, 1810)	X			X		X	
<i>Helicolenus dactylopterus</i> (Delaroche, 1809)							X
<i>Hippocampus hippocampus</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Hoplostethus mediterraneus mediterraneus</i>							
Cuvier, 1829							X
<i>Hygophum benoiti</i> (Cocco, 1838)							X
<i>Hygophum hygomii</i> (Lütken, 1892)			X				X
<i>Hymenocephalus italicus</i> Giglioli, 1884							X
<i>Ichthyococcus ovatus</i> (Cocco, 1838)							X
<i>Labrus mixtus</i> Linnaeus, 1758	X			X			
<i>Lampanyctus crocodilus</i> (Risso, 1810)							X
<i>Lampanyctus pusillus</i> (Johnson, 1890)		X					X
<i>Lebetus guilleti</i> (Le Danois, 1913)		X					
<i>Lepadogaster candolii</i> Risso, 1810	X						
<i>Lepadogaster</i> spp. Goüan, 1770	X	X				X	
<i>Lepidion lepidion</i> (Risso, 1810)							X
<i>Lepidorhombus boscii</i> (Risso, 1810)							X
<i>Lepidorhombus whiffagonis</i> (Walbaum, 1792)						X	X
<i>Lepidotrigla cavillone</i> (Lacepède, 1801)	X					X	X
<i>Lepidotrigla dieuzeidei</i> Blanc & Hureau, 1973							X
<i>Leptocephalus</i> sp. Scopoli (ex Gronow), 1777		X					
<i>Lesueurigobius friesii</i> (Malm, 1874)	X					X	X
<i>Lesueurigobius sanzi</i> (de Buen, 1918)						X	X
<i>Lobianchia dofleini</i> (Zugmayer, 1911)							X
<i>Lobianchia gemellarii</i> (Cocco, 1838)							X
<i>Lobianchia</i> spp. Gatti, 1904							X
<i>Lophius budegassa</i> Spinola, 1807	X					X	X
<i>Lophius piscatorius</i> Linnaeus, 1758	X					X	X
<i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758)						X	X
<i>Maurolicus muelleri</i> (Gmelin, 1789)							X
<i>Melanostigma atlanticum</i> Koefoed, 1952							X
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	X					X	X
<i>Microchirus ocellatus</i> (Linnaeus, 1758)						X	
<i>Microchirus variegatus</i> (Donovan, 1808)	X					X	X
<i>Micromesistius poutassou</i> (Risso, 1827)							X
<i>Mola mola</i> (Linnaeus, 1758)						X	X
<i>Molva dypterygia</i> (Pennant, 1784)							X
<i>Molva macrophthalmia</i> (Rafinesque, 1810)							X
<i>Monochirius hispidus</i> Rafinesque, 1814	X					X	X
<i>Mora moro</i> (Risso, 1810)							X
<i>Mullus barbatus barbatus</i> Linnaeus, 1758			X			X	X
<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758	X		X			X	X
<i>Muraena helena</i> Linnaeus, 1758			X			X	
<i>Myctophum punctatum</i> Rafinesque, 1810							X
<i>Nemichthys scolopaceus</i> Richardson, 1848						X	
<i>Nettastoma melanurum</i> Rafinesque, 1810							X
<i>Nezumia aequalis</i> (Günther, 1878)							X
<i>Notacanthus bonapartei</i> Risso, 1840							X
<i>Notoscopelus elongatus</i> (Costa, 1844)							X
<i>Odondebuenia balearica</i> (Pellegrin & Fage, 1907)	X			X			X

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Ophichthus rufus</i> (Rafinesque, 1810)						X	X
<i>Ophidiidae</i> Rafinesque, 1810 (Larva)			X				
<i>Ophidion barbatum</i> Linnaeus, 1758					X		
<i>Ophisurus serpens</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Pagellus acarne</i> (Risso, 1827)						X	X
<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich, 1768)						X	X
<i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus, 1758)						X	X
<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)			X				
<i>Parablennius rouxi</i> (Cocco, 1833)			X				
<i>Parablennius</i> sp. Miranda-Ribeiro, 1915					X		
<i>Parablennius tentacularis</i> (Brünnich, 1768)	X					X	
<i>Peristedion cataphractum</i> (Linnaeus, 1758)						X	X
<i>Phrynorhombus regius</i> (Bonnaterre, 1788)						X	
<i>Phycis blennoides</i> (Brünnich, 1768)	X					X	X
<i>Phycis phycis</i> (Linnaeus, 1766)						X	X
<i>Polyacanthonotus rissoanus</i> (De Filippi & Verany, 1857)							X
<i>Pomatoschistus marmoratus</i> (Risso, 1810)		X					X
<i>Pomatoschistus minutus</i> (Pallas, 1770)	X						
<i>Psenes pellucidus</i> Lütken, 1880							X
<i>Pseudaphya ferreri</i> (de Buen & Fage, 1908)	X	X				X	
<i>Regalecus glesne</i> Ascanius, 1772		X					X
<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)						X	X
<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847						X	X
<i>Schedophilus medusophagus</i> (Cocco, 1839)							X
<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn, 1782						X	
<i>Scomber scombrus</i> Linnaeus, 1758							X
<i>Scorpaena elongata</i> Cadenat, 1943							X
<i>Scorpaena loppei</i> Cadenat, 1943							X
<i>Scorpaena notata</i> Rafinesque, 1810	X		X	X		X	X
<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758	X	X				X	X
<i>Scorpaena scrofa</i> Linnaeus, 1758	X		X			X	X
<i>Scorpaena</i> sp. Linnaeus, 1758		X	X				
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)	X		X	X		X	X
<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X		X	X
<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Solea impar</i> (Bennett, 1831)						X	
<i>Solea</i> spp. Quensel, 1806	X						
<i>Spicara maena</i> (Linnaeus, 1758)						X	
<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	X		X			X	X
<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)			X			X	
<i>Stomias boa boa</i> (Risso, 1810)							X
<i>Symbolophorus veranyi</i> (Moreau, 1888)							X
<i>Syphodus (Crenilabrus) mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758)	X		X				
<i>Syphodus (Crenilabrus) melanocercus</i> (Risso, 1810)				X			
<i>Syphodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788)	X					X	
<i>Syphodus doderleini</i> Jordan, 1890	X						
<i>Syphurus ligulatus</i> (Cocco, 1844)							X
<i>Syphurus nigrescens</i> Rafinesque, 1810	X						X

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Synaptichthys kleinii</i> (Risso, 1827)	X					X	
<i>Synchiropus phaeton</i> (Günther, 1861)						X	X
<i>Syngnathidae</i> Rafinesque, 1810	X						
<i>Syngnathus acus</i> Linnaeus, 1758	X					X	X
<i>Synodus saurus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X				X	
<i>Thalassoma pavo</i> (Linnaeus, 1758)						X	
<i>Thunnus alalunga</i> (Bonnaterre, 1788)		X					
<i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758	X	X	X	X		X	X
<i>Trachinus radiatus</i> Cuvier, 1829	X		X	X		X	X
<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)						X	X
<i>Trachurus picturatus</i> (Bowdich, 1825)						X	X
<i>Trachurus</i> sp. Rafinesque, 1810			X				
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)			X			X	X
<i>Trachyrincus scabrus</i> (Rafinesque, 1810)							X
<i>Trigla lyra</i> Linnaeus, 1758							X
<i>Trigloporus lastoviza</i> (Bonnaterre, 1788)	X		X	X			X
<i>Trisopterus minutus</i> (Linnaeus, 1758)			X			X	X
<i>Uranoscopus scaber</i> Linnaeus, 1758	X					X	X
<i>Vinciguerria attenuata</i> (Cocco, 1838)		X					
<i>Xiphias gladius</i> Linnaeus, 1758							X
<i>Xyrichtys novacula</i> (Linnaeus, 1758)		X					
<i>Zeugopterus regius</i> (Bonnaterre, 1788)	X						
<i>Zeus faber</i> Linnaeus, 1758	X		X			X	X
<b>Cl. Appendicularia</b>							
Appendicularia Fol, 1874		X					
<b>Cl. Ascidiacea</b>							
<i>Aplidium conicum</i> (Olivi, 1792)	X		X	X		X	
<i>Aplidium densum</i> (Giard, 1872)	X						
<i>Aplidium elegans</i> (Giard, 1872)	X		X	X			X
<i>Aplidium haouarianum</i> (Pérès, 1956)	X						X
<i>Aplidium nordmanni</i> (Milne-Edwards, 1841)	X		X	X			X
<i>Aplidium</i> spp. Savigny, 1816	X						X
<i>Aplidium tabarquensis</i> Ramos-Espla, 1991			X				
<i>Aplidium turbinatum</i>	X						
<i>Ascidia colonialis</i> Linnaeus, 1767	X						
<i>Ascidia involuta</i> Heller, 1875	X					X	
<i>Ascidia mentula</i> Müller, 1776	X		X			X	X
<i>Ascidia</i> spp. Linnaeus, 1767	X	X			X	X	
<i>Ascidia virginea</i> Müller, 1776	X					X	X
<i>Ascidia aspersa</i> (Müller, 1776)	X					X	X
<i>Ascidia scabra</i> (Müller, 1776)	X					X	X
<i>Ascidia</i> spp. Roule, 1884	X		X				
<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1766)	X			X		X	X
<i>Botryllus</i> sp. Gaertner, 1774	X						
<i>Ciona edwardsi</i> Roule, 1884	X		X				
<i>Ciona intestinalis</i> (Linnaeus, 1767)	X					X	
<i>Ciona</i> spp. Fleming, 1822	X	X	X			X	
<i>Clavelina dellavallei</i> (Zirpolo, 1825)			X	X			
<i>Clavelina lepadiformis</i> (Müller, 1776)	X						
<i>Cystodytes dellechiaiei</i> (Della Valle, 1877)	X		X	X		X	
<i>Diazona violacea</i> Savigny, 1816	X	X				X	X

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Didemnidae</i> Giard, 1872	X		X	X		X	
<i>Didemnum maculosum</i> (Milne-Edwards, 1841)	X		X	X		X	
<i>Didemnum</i> spp. Savigny, 1816	X		X				X
<i>Diplosoma</i> spp. Macdonald, 1859	X						
<i>Eudistoma banyulense</i> (Brément, 1912)	X		X	X			
<i>Eudistoma mucosum</i> (Drasche, 1883)	X		X				X
<i>Eudistoma</i> spp. Caullery, 1909	X		X				X
<i>Eudistoma tridentatum</i> (Heiden, 1894)	X						
<i>Halocynthia papillosa</i> (Linnaeus, 1767)	X		X	X			X
<i>Lissoclinum</i> sp. Verrill, 1871	X						
<i>Microcosmus claudicans</i> (Savigny, 1816)	X		X				
<i>Microcosmus sabatieri</i> Roule, 1885							X
<i>Microcosmus</i> spp. Heller, 1877			X				X
<i>Microcosmus vulgaris</i> Heller, 1877	X		X	X			X
<i>Molgula appendiculata</i> Heller, 1877	X		X			X	X
<i>Molgula</i> spp. Forbes, 1848	X						X
<i>Phallusia mammillata</i> (Cuvier, 1815)	X		X			X	X
<i>Polycarpa mamillaris</i> (Gaertner, 1774)	X					X	X
<i>Polycarpa pomaria</i> (Savigny, 1816)	X						X
<i>Polycarpa</i> spp. Heller, 1877	X						
<i>Polycarpa tenera</i> Lacaze-Duthi. & Delage, 1892	X						
<i>Polycitor adriaticus</i> (Drasche, 1883)	X						X
<i>Polycitor cristallinus</i> (Renier, 1804)	X						X
<i>Polycitor</i> spp. Renier, 1804	X		X	X			
<i>Polyclinella azemai</i> Harant, 1930	X		X				X
<i>Polyclinidae</i> Milne-Edwards, 1841	X		X	X			X
<i>Polysyncraton lacazei</i> (Giard, 1872)	X						X
<i>Pseudodistoma crucigaster</i> Gaill, 1972							X
<i>Pseudodistoma cymnusense</i> Pérès, 1952	X		X	X			X
<i>Pseudodistoma obscurum</i> Pérès, 1959	X		X	X			X
<i>Pyura dura</i> (Heller, 1877)	X		X				X
<i>Pyura microcosmus</i> (Savigny, 1816)	X						X
<i>Pyura</i> spp. Molina, 1782	X		X	X			X
<i>Pyura tessellata</i> (Forbes, 1848)	X						
<i>Sidnyum elegans</i> (Giard, 1872)							X
<i>Styela canopus</i> (Savigny, 1816)	X					X	X
<i>Synoicum blochmanni</i> (Heiden, 1894)	X		X	X			X
<b>Cl. Eslamobranchii</b>							
<i>Bathyraja brachyurops</i> (Fowler, 1910)							X
<i>Centrophorus granulosus</i> (Bloch & Schneider, 1801)							X
<i>Dalatias licha</i> (Bonnaterre, 1788)							X
<i>Dasyatis pastinaca</i> (Linnaeus, 1758)						X	
<i>Dipturus oxyrinchus</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Etomopterus spinax</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Galeus melastomus</i> Rafinesque, 1810							X
<i>Leucoraja circularis</i> (Couch, 1838)							X
<i>Leucoraja fullonica</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Leucoraja melitensis</i> (Clark, 1926)						X	
<i>Leucoraja naevus</i> (Müller & Henle, 1841)							X
<i>Mustelus mustelus</i> (Linnaeus, 1758)						X	X

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Myliobatis aquila</i> (Linnaeus, 1758)						X	
<i>Pteromylaeus bovinus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)						X	
<i>Raja alba</i> (Lacepède, 1803)						X	
<i>Raja asterias</i> Delaroche, 1809						X	X
<i>Raja brachyura</i> (Fowler, 1910)						X	
<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758						X	X
<i>Raja miraletus</i> Linnaeus, 1758	X					X	X
<i>Raja montagui</i> Fowler, 1910	X					X	X
<i>Raja naevus</i> (Müller & Henle, 1841)						X	
<i>Raja polystigma</i> Regan, 1923	X					X	X
<i>Raja radula</i> Delaroche, 1809			X			X	X
<i>Raja sp.</i> Linnaeus, 1758			X				
<i>Raja undulata</i> Lacepède, 1802						X	
<i>Scyliorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)	X		X			X	X
<i>Scyliorhinus stellaris</i> (Linnaeus, 1758)						X	
<i>Squalus acanthias</i> Linnaeus, 1758							X
<i>Squalus blainville</i> (Risso, 1827)						X	X
<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810						X	X
<i>Torpedo nobiliana</i> Bonaparte, 1835							X
<b>Cl. Holocephali</b>							
<i>Chimaera monstrosa</i> Linnaeus, 1758							X
<b>Cl. Thaliacea</b>							
<i>Pyrosoma atlanticum</i> Péron, 1804	X						X
<i>Salpa maxima</i> Forskål, 1775			X			X	X
<i>Salpa</i> spp. Forskål, 1775	X	X	X			X	X
<b>F. Ciliophora</b>							
<b>Cl. Spirotrichea</b>							
<i>Tintinnida</i> Kofoid & Campbell, 1929			X				
<b>F. Cnidaria</b>							
<b>Cl. Anthozoa</b>							
<i>Adamsia carcinopodus</i> (Otto, 1823)	X			X		X	X
<i>Adamsia palliata</i> (Fabricius, 1779)						X	X
<i>Adamsia</i> sp. Forbes, 1840	X						
<i>Aiptasia mutabilis</i> (Gravenhorst, 1831)			X				
<i>Aiptasia</i> sp. Gosse, 1858			X				
<i>Alcyonacea</i> Lamouroux, 1812	X						
<i>Alcyonium acaule</i> Marion, 1878	X		X				X
<i>Alcyonium coralloides</i> (Pallas, 1766)	X		X				
<i>Alcyonium palmatum</i> Pallas, 1766	X		X			X	X
<i>Alcyonium</i> sp. Linnaeus, 1758			X				
<i>Alicia mirabilis</i> Johnson, 1861				X			
<i>Anemonia</i> sp. Risso, 1826			X				
<i>Anthozoa</i> Ehrenberg, 1834	X				X		
<i>Balanophyllia</i> spp. Wood, 1844	X						
<i>Calliactis parasitica</i> (Couch, 1842)	X		X	X		X	X
<i>Caryophyllia</i> spp. Lamarck, 1801	X		X	X		X	
<i>Cereus</i> sp. Oken, 1815			X				
<i>Cerianthus</i> sp. Delle Chiaje, 1830			X	X			
<i>Corallium rubrum</i> (Linnaeus, 1758)			X				
<i>Epizoanthus</i> sp. Gray, 1867	X		X				

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Eunicella singularis</i> (Esper, 1791)	X		X				
<i>Eunicella</i> spp. Verrill, 1869	X		X	X		X	
<i>Eunicella verrucosa</i> (Pallas, 1766)	X						
<i>Funiculina quadrangularis</i> (Pallas, 1766)			X				X
<i>Laetmonice hystrix</i> (Savigny in Lamarck, 1818)			X				
<i>Leptogorgia sarmentosa</i> (Esper, 1789)			X				
<i>Madrepora</i> sp. (Colonial) Linnaeus, 1758	X						
<i>Paracyonium</i> sp. Milne-Edwards & Haime, 1850			X				
<i>Paracyonium spinulosum</i> Delle Chiaje, 1822	X						
<i>Paramuricea macrospina</i> (Koch, 1882)	X		X	X			
<i>Parazoanthus</i> sp. Haddon & Shackleton, 1891	X		X	X			
<i>Pennatula phosphorea</i> Linnaeus, 1758							X
<i>Pennatula rubra</i> (Ellis, 1761)	X					X	X
<i>Pennatula</i> sp. Linnaeus, 1758			X				
<i>Pteroeides griseum</i> (Linnaeus, 1767)			X				
<i>Pteroeides spinosum</i> (Ellis, 1764)	X					X	X
<i>Pteroides griseum</i> (Linnaeus, 1767)						X	
<i>Virgularia mirabilis</i> (Müller, 1776)							X
<b>Cl. Hydrozoa</b>							
<i>Acryptolaria conferta</i> (Allman, 1877)	X						
<i>Aequorea forskalea</i> Péron & Lesueur, 1810							X
<i>Aglaophenia acacia</i> Allman, 1883	X						
<i>Halecium halecinum</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Lytocarpia myriophyllum</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Nemertesia antennina</i> (Linnaeus, 1758)	X		X				X
<i>Nemertesia ramosa</i> (Lamarck, 1816)	X						
<i>Sertularella distans</i> (Lamouroux, 1816)	X						
<i>Sertularella gayi</i> (Lamouroux, 1821)	X						
<i>Sertularella polyzonias</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Sertularella</i> spp. Gray, 1848	X						
<i>Siphonophorae</i> Eschscholtz, 1829		X				X	X
<i>Synthecium evansi</i> (Ellis & Solander, 1786)	X						
<b>Cl. Scyphozoa</b>							
<i>Aurelia aurita</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Pelagia noctiluca</i> (Forsskål, 1775)	X					X	X
<b>F. Ctenophora</b>							
<i>Ctenophora</i> Eschscholtz, 1829		X					
<b>F. Echinodermata</b>							
<b>Cl. Asteroidea</b>							
<i>Anseropoda placenta</i> (Pennant, 1777)	X		X		X	X	X
<i>Asteroidea</i> de Blainville, 1830	X				X		
<i>Astropecten aranciacus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X			X	X
<i>Astropecten irregularis</i> (Pennant, 1777)	X					X	X
<i>Astropecten spinulosus</i> (Philippi, 1837)	X					X	X
<i>Astropecten</i> spp. Gray, 1840	X					X	
<i>Chaetaster longipes</i> Perrier, 1875		X				X	
<i>Chaetaster nodosus</i> Perrier, 1875	X	X					X
<i>Echinaster (Echinaster) sepositus</i> (Retzius, 1783)	X	X	X			X	X
<i>Hacelia attenuata</i> Gray, 1840	X	X	X			X	X

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Luidia ciliaris</i> (Philippi, 1837)	X		X	X		X	X
<i>Luidia sarsii</i> Düben & Koren, in Düben, 1845	X						
<i>Marthasterias glacialis</i> (Linnaeus, 1758)	X			X		X	X
<i>Sphaerodiscus placenta</i> (Müller & Troschel, 1842)							X
<i>Tethyaster subinermis</i> (Philippi, 1837)						X	X
<b>Cl. Crinoidea</b>							
<i>Antedon mediterranea</i> (Lamarck, 1816)	X		X	X		X	
<i>Leptometra celtica</i> (M'Andrew & Barrett, 1857)	X		X				X
<b>Cl. Echinoidea</b>							
<i>Centrostephanus longispinus</i> (Philippi, 1845)							X
<i>Cidaris cidaris</i> (Linnaeus, 1758)	X					X	X
<i>Cidaris</i> sp. Leske, 1778	X						
<i>Echinocyamus pusillus</i> (O.F. Müller, 1776)	X						
<i>Echinus acutus</i> (Lamarck, 1816)				X		X	
<i>Echinus melo</i> Lamarck, 1816	X					X	X
<i>Gracilechinus acutus</i>	X		X				X
<i>Psammechinus microtuberculatus</i> (Blainville, 1825)	X				X	X	
<i>Spatangus purpureus</i> O.F. Müller, 1776	X		X	X		X	X
<i>Sphaerechinus granularis</i> (Lamarck, 1816)	X		X	X		X	
<i>Stylocidaris affinis</i> (Philippi, 1845)	X						X
<b>Cl. Holothuroidea</b>							
<i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i> Gmelin, 1791	X		X			X	
<i>Holothuria (Panningothuria) forskali</i> Delle Chiaje, 1823	X		X			X	X
<i>Holothuria (Roweothuria) poli</i> Delle Chiaje, 1824			X			X	
<i>Holothuria sancti</i> Delle Chiaje, 1823							X
<i>Holothuria</i> sp. Linnaeus, 1767	X		X			X	X
<i>Leptopentacta tergestina</i> (M. Sars, 1857)	X						X
<i>Ocnus planci</i> (Brandt, 1835)	X						
<i>Parastichopus regalis</i> (Cuvier, 1817)	X		X	X			X
<i>Stichopus regalis</i> (Cuvier, 1817)							X
<b>Cl. Ophiuroidea</b>							
<i>Amphiura</i> sp. Forbes, 1843	X						
<i>Ophiacantha setosa</i> (Brüzelius, 1805)	X						
<i>Ophiocomina nigra</i> (Abildgaard, in O.F. Müller, 1789)	X		X	X		X	
<i>Ophioderma longicauda</i> (Brüzelius, 1805)	X					X	X
<i>Ophiopsila aranea</i> Forbes, 1843	X						
<i>Ophiopsila</i> spp. Forbes, 1843							X
<i>Ophiothrix fragilis</i> (Abildgaard, in O.F. Müller, 1789)	X					X	X
<i>Ophiura albida</i> Forbes, 1839	X						
<i>Ophiura ophiura</i> (Linnaeus, 1758)	X		X	X			X
<i>Ophiura</i> spp. Lamarck, 1801	X	X	X		X	X	X
<b>F. Echiura</b>							
<b>Cl. Echiuroidea</b>							
<i>Bonellia viridis</i> Rolando, 1821	X		X				
<b>F. Foraminifera</b>							
<i>Foraminirera d'Orbigny</i> , 1826			X				

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<b>Cl. Polythalamea</b>							
<i>Miniacina miniacea</i> (Pallas, 1766)						X	
<b>F. Mollusca</b>							
<b>Cl. Bivalvia</b>							
<i>Acanthocardia aculeata</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Acanthocardia tuberculata</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Aequipecten opercularis</i> (Linnaeus, 1758)	X		X		X		
<i>Anadara diluvii</i> (Lamarck, 1805)	X						
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	X						X
<i>Anomia</i> spp. Linnaeus, 1758	X						
<i>Arca noae</i> Linnaeus, 1758							X
<i>Arca</i> spp. Linnaeus, 1758	X						
<i>Arcidae</i> Lamarck, 1809	X						
<i>Barbatia barbata</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Callista chione</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Callista</i> spp. Poli, 1791	X						
<i>Cardium</i> spp. Linnaeus, 1758	X						
<i>Chamelea</i> sp. Mörch, 1853	X						
<i>Chlamys opercularis</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Chlamys</i> spp. Röding, 1798	X					X	X
<i>Chlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Clausinella fasciata</i> (da Costa, 1778)	X						
<i>Clausinella</i> spp. Gray, 1851	X						
<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)	X						
<i>Donax variegatus</i> (Gmelin, 1791)	X						
<i>Dosinia lupinus</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Flexopecten flexuosus</i> (Poli, 1795)	X		X				X
<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Gari costulata</i> (Turton, 1822)	X						
<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)	X						
<i>Gregariella</i> spp. (Lamarck, 1816)	X						
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)							X
<i>Irus irus</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Laevicardium crassum</i> (Gmelin, 1791)	X						
<i>Laevicardium norvegicum</i> (Gmelin, 1791)							X
<i>Laevicardium</i> spp. Swainson, 1840	X						
<i>Lima lima</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Lima</i> spp. Bruguière, 1797	X						X
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	X						
<i>Loripes</i> spp. Poli, 1791	X						
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	X						X
<i>Modiolus modiolus</i> (Linnaeus, 1758)	X						X
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	X						
<i>Musculus discors</i> (Linnaeus, 1767)	X						
<i>Neopycnodonte cochlear</i> (Poli, 1795)	X					X	X
<i>Palliolum incomparabile</i> (Risso, 1826)	X					X	
<i>Palliolum</i> spp. Monterosato, 1884	X					X	
<i>Pandora pinna</i> (Montagu, 1803)	X						
<i>Parvicardium minimum</i> (Philippi, 1836)	X						
<i>Parvicardium</i> sp. Monterosato, 1884	X						
<i>Pecten jacobaeus</i> (Linnaeus, 1758)	X						X

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Pecten</i> spp. O. F. Müller, 1776	X					X	
<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)	X						
<i>Pseudamussium clavatum</i> (Poli, 1795)	X						
<i>Pteria hirundo</i> (Linnaeus, 1758)	X					X	X
<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)	X						
<i>Tapes</i> spp. Megerle von Mühlfeld, 1811	X						
<i>Thracia phaseolina</i> (Lamarck, 1818)	X						
<i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)	X						
<i>Timoclea</i> spp. T. Brown, 1827	X						
Veneridae Rafinesque, 1815	X						
<i>Venus casina</i> Linnaeus, 1758	X					X	
<i>Venus nux</i> Gmelin, 1791	X						
<i>Venus verrucosa</i> Linnaeus, 1758	X					X	
<b>Cl. Cephalopoda</b>							
<i>Abralia veranyi</i> (Rüppell, 1844)		X				X	X
<i>Alloteuthis media</i> (Linnaeus, 1758)			X			X	X
<i>Alloteuthis subulata</i> (Lamarck, 1798)							X
<i>Ancistroteuthis lichtensteinii</i> (Férussac [in Féru							X
ssac & d'Orbigny], 1835)							
<i>Argonauta argo</i> Linnaeus, 1758							X
<i>Bathypolyapus sponsalis</i> (P. Fischer & H. Fischer, 1892)						X	X
<i>Chiroteuthis veranii</i> (Férussac, 1835)							X
<i>Eledone cirrhosa</i> (Lamarck, 1798)	X					X	X
<i>Eledone moschata</i> (Lamarck, 1798)	X					X	X
<i>Heteroteuthis dispar</i> (Rüppell, 1844)							X
<i>Histioteuthis bonnellii</i> (Férussac, 1835)							X
<i>Histioteuthis reversa</i> (Verrill, 1880)							X
<i>Illex coindetii</i> (Vérany, 1839)						X	X
<i>Loliginidae</i> Lesueur, 1821 (Paralarva)	X	X					
<i>Loligo forbesi</i> Steenstrup, 1857						X	X
<i>Loligo vulgaris</i> Lamarck, 1798			X			X	X
<i>Macrotritopus defilippi</i> (Vérany, 1851)							X
<i>Neorossia caroli</i> (Joubin, 1902)							X
<i>Octopus macropus</i> (Risso, 1826)						X	
<i>Octopus salutii</i> Vérany, 1836							X
<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797	X	X	X			X	X
<i>Ommastrephidae</i> Steenstrup, 1857 (Paralarva)	X						
<i>Onychoteuthis banksii</i> (Leach, 1817)							X
<i>Opisthoteuthis agassizii</i> Verrill, 1883							X
<i>Pteroctopus tetricirrus</i> (delle Chiaje, 1830)							X
<i>Rondeletiola minor</i> (Naef, 1912)	X					X	X
<i>Rossia macrosoma</i> (Delle Chiaje, 1828)							X
<i>Scaeurgus unicirrus</i> (delle Chiaje, 1838)						X	X
<i>Sepia elegans</i> Blainville, 1827	X		X			X	X
<i>Sepia officinalis</i> Linnaeus, 1758	X		X			X	X
<i>Sepia orbigniana</i> Férussac, 1826						X	X
<i>Sepiella oweniiana</i> (d'Orbigny, 1841)	X		X			X	X
<i>Sepiella</i> sp. Naef, 1912		X					X
<i>Sepiola</i> spp. Leach, 1817							X
<i>Sepiolidae</i> Leach, 1817	X	X					

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Todarodes sagittatus</i> (Lamarck, 1798)							X
<i>Todaropsis eblanae</i> (Ball, 1841)							X
<b>Cl. Gastropoda</b>							
<i>Aeolidia</i> sp. Cuvier, 1797			X				
<i>Aplysia fasciata</i> (Savigny, 1816)	X						X
<i>Aplysia punctata</i> (Cuvier, 1803)	X						X
<i>Aplysia</i> spp. Linnaeus, 1767	X						X
<i>Aporrhais pespelecani</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Aporrhais serresianus</i> (Michaud, 1828)							X
<i>Armina maculata</i> Rafinesque, 1814							X
<i>Armina</i> spp. Rafinesque, 1814						X	
<i>Astraea rugosa</i> (Linnaeus, 1767)			X				X
<i>Berthella aurantiaca</i> (Risso, 1818)							X
<i>Berthellina edwardsi</i> (Vayssiére, 1896)	X						
<i>Bolma rugosa</i> (Linnaeus, 1767)	X		X				
<i>Calliostoma conulus</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Calliostoma granulatum</i> (Born, 1778)	X						X
<i>Calliostoma laugieri</i> (Payraudeau, 1826)	X						
<i>Calliostoma</i> spp. Swainson, 1840	X		X				
<i>Calliostoma zizyphinum</i> (Linnaeus, 1758)	X						X
<i>Callumbonella suturalis</i> (Philippi, 1836)							X
<i>Calyptitraea chinensis</i> (Linnaeus, 1758)	X			X	X		X
<i>Calyptitraea</i> sp. Lamarck, 1799	X						
<i>Capulus ungaricus</i> (Linnaeus, 1758)	X						
<i>Cassidaria tyrrhena</i> (Linnaeus, 1771)							X
<i>Cerithidea</i> sp. Swainson, 1840		X	X				
<i>Charonia lampas</i> (Linnaeus, 1758)							X
<i>Colus</i> spp. Röding, 1798	X						
<i>Comarmondia gracilis</i> (Montagu, 1803)	X						
<i>Conidae</i> Fleming, 1822	X						
<i>Coralliphila squamosa</i> (Bivona Ant. in Bivona And., 1838)							X
<i>Crassopleura maravignae</i> (Bivona Ant. in Bivona And., 1838)		X					
<i>Cymbulia peroni</i> Blainville, 1818	X						X
<i>Dendrodoris limbata</i> (Cuvier, 1804)				X			
<i>Diodora</i> spp. J. E. Gray, 1821	X						X
<i>Discotectonica discus</i> (Philippi, 1844)	X						
<i>Doris pseudoargus</i> Rapp, 1827	X						X
<i>Emarginula</i> spp. Lamarck, 1801	X						
<i>Erato voluta</i> (Montagu, 1803)	X						
<i>Euspira catena</i> (da Costa, 1778)	X						
<i>Euspira fusca</i> (Blainville, 1825)	X						X
<i>Euspira intricata</i> (Donovan, 1804)	X						
<i>Euspira</i> spp. Agassiz, 1838							X
<i>Felimida luteopunctata</i> (Gantès, 1962)	X						
<i>Felimida luteorosea</i> (Rapp, 1827)				X			
<i>Fusinus pulchellus</i> (Philippi, 1844)	X						
<i>Fusinus rostratus</i> (Olivi, 1792)	X						
<i>Fusinus</i> spp. Rafinesque, 1815	X						
<i>Gastropoda</i> Cuvier, 1795	X		X	X	X		

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Gastropteron</i> sp. Kosse, 1813			X				
<i>Geitodoris planata</i> (Alder & Hancock, 1846)					X		
<i>Gibbula fanulum</i> (Gmelin, 1791)	X						
<i>Gibbula magus</i> (Linnaeus, 1758)	X					X	
<i>Gibbula</i> spp. Risso, 1826	X					X	
<i>Heliacus fallaciosus</i> (Tiberi, 1872)	X						
<i>Hypselodoris</i> spp. Stimpson, 1855	X						
<i>Jujubinus exasperatus</i> (Pennant, 1777)	X						
<i>Jujubinus</i> spp. Monterosato, 1884	X						
<i>Mitrella minor</i> (Scacchi, 1836)	X						
<i>Mitrella</i> sp. Risso, 1826	X						
<i>Muricopsis</i> sp. Bucquoy & Dautzenberg, 1882	X						
<i>Natica</i> spp. Scopoli, 1777						X	
<i>Naticarius</i> sp. Duméril, 1805	X						
<i>Nudibranchia</i> Cuvier, 1817	X	X	X		X	X	
<i>Ocinebrina edwardsii</i> (Payraudeau, 1826)	X						
<i>Opistobranchia</i> Milne-Edwards, 1848	X	X				X	X
<i>Peltodoris atromaculata</i> Bergh, 1880			X				
<i>Philine aperta</i> (Linnaeus, 1767)							X
<i>Platydoris argo</i> (Linnaeus, 1767)	X			X			
<i>Pleurobranchaea meckeli</i> (Blainville, 1825)	X		X			X	X
<i>Pleurobranchus testudinarius</i> Cantraine, 1835	X		X			X	
<i>Pseudosimnia carnea</i> (Poiret, 1789)	X						
<i>Pteropoda</i> Milne-Edwards, 1848		X					
<i>Ranella olearium</i> (Linnaeus, 1758)						X	X
<i>Raphitoma</i> sp. Bellardi, 1847	X						
<i>Scaphander lignarius</i> (Linnaeus, 1758)	X					X	X
<i>Simnia</i> spp. Risso, 1826							X
<i>Tethys fimbria</i> Linnaeus, 1767	X			X		X	X
<i>Trivia arctica</i> (Pulteney, 1799)	X						
<i>Trivia monacha</i> (da Costa, 1778)							X
<i>Trivia</i> spp. Gray, 1837	X						
<i>Trophonopsis muricata</i> (Montagu, 1803)	X						
<i>Turritella communis</i> Risso, 1826							X
<i>Turritella</i> spp. Lamarck, 1799	X						X
<i>Turritella turbona</i> Monterosato, 1877	X						
<i>Umbraculum mediterraneum</i> (Lightfoot, 1786)							X
<i>Umbraculum umbraculum</i> (Lightfoot, 1786)							X
<i>Vexillum (Pusia) ebenus</i> (Lamarck, 1811)	X						
<i>Vexillum</i> spp. Röding, 1798	X						
<i>Volvarina mitrella</i> (Risso, 1826)	X						
<b>Cl. Polyplacophora</b>							
<i>Acanthochitona crinita</i> (Pennant, 1777)	X						
<i>Acanthochitona fascicularis</i> (Linnaeus, 1767)	X						
<i>Acanthochitona</i> spp. Gray, 1821	X						
<i>Chiton (Rhyssoplax) olivaceus</i> Spengler, 1797	X						
<i>Chiton</i> spp. Linnaeus, 1758	X						X
<i>Polyplacophora</i> Gray, 1821	X	X		X	X		X
<b>Cl. Scaphopoda</b>							
<i>Dentalium</i> spp. Linnaeus, 1758	X						
<b>F. Nematoda</b>							

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
Nematoda Schultze, 1851					X		
<b>F. Ochrophyta</b>							
<b>Cl. Phaeophyceae</b>							
<i>Arthrocladia villosa</i> (Hudson) Duby, 1830	X						
<i>Asperococcus bullosus</i> J.V.Lamouroux, 1813	X						
<i>Carpomitra costata</i> (Stackhouse) Batters, 1902	X						
<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C.Agardh, 1817	X						
<i>Cutleria chilosa</i> (Falkenberg) P.C.Silva, 1957	X						
<i>Cystoseira spinosa</i> var. <i>compressa</i> (Ercegovic)							
Cormaci, G.Furnari, Giaccone, Scammacca & D.Serio, 1992	X					X	
<i>Cystoseira</i> spp. C.Agardh, 1820	X					X	
<i>Cystoseira zosteroides</i> C.Agardh, 1820	X					X	
<i>Dictyopteris polypodioides</i> (A.P.De Candolle)							
J.V.Lamouroux, 1809	X						
<i>Dictyopteris</i> sp. J.V.Lamouroux, 1809	X						
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V.Lamouroux, 1809	X						
<i>Dictyota</i> spp. J.V.Lamouroux, 1809	X					X	
<i>Halopteris filicina</i> (Grateloup) Kützing, 1843	X					X	
<i>Laminaria rodriguezii</i> Bornet, 1888	X			X		X	
<i>Leathesia mucosa</i> Feldmann, 1935	X						
<i>Nereia filiformis</i> (J.Agardh) Zanardini, 1846	X						
<i>Phaeophyceae</i> sp. Kjellman, 1891	X						
<i>Sargassum muticum</i> (Yendo) Fensholt, 1955	X						
<i>Sargassum</i> sp. C.Agardh, 1820	X						
<i>Scytoniphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link, 1833	X						
<i>Sporochnus pedunculatus</i> (Hudson) C.Agardh, 1820	X						
<i>Zanardinia</i> spp. Nardo ex Zanardini, 1841	X					X	
<i>Zanardinia typus</i> (Nardo) P.C.Silva, 2000	X						
<b>F. Platyhelminthes</b>							
<i>Platyhelminthes</i> Gegenbaur, 1859					X		
<b>F. Porifera</b>							
<b>Cl. Calcarea</b>							
<i>Sycon raphanus</i> Schmidt, 1862					X		
<b>Cl. Demospongiae</b>							
<i>Aaptos aaptos</i> (Schmidt, 1864)	X						
<i>Antho (Antho) inconstans</i> (Topsent, 1925)	X						
<i>Antho (Antho) involvens</i> (Schmidt, 1864)	X						
<i>Antho</i> sp. Gray, 1867	X						
<i>Axinella brondstedi</i> Bergquist, 1970	X						
<i>Axinella damicornis</i> (Esper, 1794)	X					X	
<i>Axinella guiteli</i> Topsent, 1896	X						
<i>Axinella polypoides</i> Schmidt, 1862	X		X			X	
<i>Axinella</i> spp. Schmidt, 1862	X		X	X		X	
<i>Bubaris vermiculata</i> (Bowerbank, 1866)	X						
<i>Cacospongia scalaris</i> Bergquist, 1970						X	
<i>Chondrosia reniformis</i> Nardo, 1847	X		X	X		X	
<i>Clathria (Clathria) coralloides</i> (Scopoli, 1772)	X					X	
<i>Cliona celata</i> Grant, 1826						X	

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Cliona</i> sp. Grant, 1826			X				
<i>Clionaidae</i> d'Orbigny, 1851			X				
<i>Crambe crambe</i> (Schmidt, 1862)	X						
<i>Craniella cranium</i> (Müller, 1776)				X			X
<i>Desmacella inornata</i> (Bowerbank, 1866)	X						
<i>Dictyonella incisa</i> (Schmidt, 1880)	X						
<i>Dictyonella pelligera</i> (Schmidt, 1864)	X						
<i>Dictyonella</i> sp. Schmidt, 1868	X						
<i>Diplastrella bistellata</i> (Schmidt, 1862)	X						
<i>Dysidea fragilis</i> (Montagu, 1818)	X						
<i>Halichondria</i> sp. Fleming, 1828	X						
<i>Haliclona (Haliclona) simulans</i> (Johnston, 1842)	X						
<i>Haliclona (Reniera) mediterranea</i> Griessinger, 1971	X		X		X		X
<i>Haliclona (Reniera)</i> sp. Schmidt, 1862	X						
<i>Haliclona (Rhizoniera) sarai</i> (Pulitzer-Finali, 1969)	X						
<i>Haliclona (Rhizoniera) viscosa</i> (Topsent, 1888)	X						
<i>Haliclona (Soestella) mucosa</i> (Griessinger, 1971)	X						
<i>Haliclona elegans</i> (Lendenfeld, 1887)	X						
<i>Haliclona</i> spp. Grant, 1836	X		X		X		
<i>Hemimycale columella</i> (Bowerbank, 1874)	X						
<i>Hymedesmia (Hymedesmia) pansa</i> Bowerbank, 1882	X						
<i>Hymedesmia (Stylopus) coriacea</i> (Fristedt, 1885)	X						
<i>Hyrtios collectrix</i> (Schulze, 1880)	X						
<i>Ircinia oros</i> (Schmidt, 1864)						X	
<i>Ircinia</i> sp. Nardo, 1833	X					X	
<i>Lissodendoryx (Anomodoryx) cavernosa</i> (Topsent, 1892)	X						
<i>Lissodendoryx (Lissodendoryx) isodictyalis</i> (Carter, 1882)	X						
<i>Mycale anisochela</i> Lévi, 1963	X						
<i>Mycale (Aegogropila) retifera</i> Topsent, 1924	X						
<i>Mycale (Aegogropila) rotalis</i> (Bowerbank, 1874)	X						
<i>Mycale (Aegogropila) syrinx</i> (Schmidt, 1862)	X						
<i>Mycale (Aegogropila) tunicata</i> (Schmidt, 1862)	X						
<i>Mycale (Zygomycale) parishii</i> (Bowerbank, 1875)	X						
<i>Mycale</i> sp. (rosetas) Gray, 1867	X						
<i>Myxilla (Myxilla) incrustans</i> (Johnston, 1842)	X						
<i>Myxilla (Myxilla) macrosigma</i> Boury-Esnault, 1971	X						
<i>Myxilla (Myxilla) rosacea</i> (Lieberkühn, 1859)	X						
<i>Penares euastrum</i> (Schmidt, 1868)	X						
<i>Petrosia (Petrosia) ficiformis</i> (Poiret, 1789)	X						
<i>Phorbas tailliei</i> Vacelet & Perez, 2008	X						
<i>Phorbas tenacior</i> (Topsent, 1925)	X						
<i>Plocamionida ambigua</i> (Bowerbank, 1866)	X						
<i>Polymastia penicillus</i> (Montagu, 1818)	X						

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Protosuberites denhartogi</i> van Soest & de Kluijver, 2003	X						
<i>Pseudosuberites hyalinus</i> (Ridley & Dendy, 1886)	X						
<i>Raspaciona aculeata</i> (Johnston, 1842)	X						
<i>Sarcotragus foetidus</i> Schmidt, 1862	X						
<i>Scalarispongia scalaris</i> (Schmidt, 1862)	X						
<i>Siphonochalina balearica</i> Ferrer-Hernandez, 1916	X						
<i>Siphonochalina crassa</i> (Johnston, 1842)						X	
<i>Spongia (Spongia) agaricina</i> Pallas, 1766	X					X	
<i>Spongia (Spongia) officinalis</i> Linnaeus, 1759	X					X	
<i>Spongia</i> sp. Linnaeus, 1759			X				
<i>Spongisorites</i> sp. Topsent, 1896	X						
<i>Suberites domuncula</i> (Olivi, 1792)	X		X	X		X	X
<i>Tethya aurantium</i> (Pallas, 1766)	X		X			X	X
<i>Tethya</i> sp. Lamarck, 1815			X	X			
<i>Tetilla cranium</i> (Müller, 1776)						X	
<i>Thenea muricata</i> (Bowerbank, 1858)	X						X
<i>Timea fasciata</i> Topsent, 1934	X						
<b>Cl. Homoscleromorpha</b>							
<i>Oscarella lobularis</i> (Schmidt, 1862)	X		X			X	
<i>Oscarella</i> sp. Vosmaer, 1884	X						
<b>F. Radiozoa</b>							
Radiozoa Cavalier-Smith 1987		X					
<b>F. Rhodophyta</b>							
<b>Cl. Florideophyceae</b>							
<i>Acrothamnion preissii</i> (Sonder) E.M.Wollaston, 1968	X					X	
<i>Aeodes</i> spp. J. Agardh, 1876	X						
<i>Bonnemaisonia</i> spp. C. Agardh, 1822	X						
<i>Bornetia secundiflora</i> (J.Agardh) Thuret, 1855	X						
<i>Botryocladia botryoides</i> (Wulfen) Feldmann, 1941	X					X	
<i>Botryocladia madagascariensis</i> G.Feldmann, 1945	X						
<i>Brongniartella byssoides</i> (Goodenough & Woodward) F.Schmitz, 1893	X						
<i>Chylocladia verticillata</i> (Lightfoot) Bliding, 1928	X						
<i>Cryptonemia tuniformis</i> (Bertolini) Zanardini, 1868	X					X	
<i>Eupogodon planus</i> (C.Agardh) Kützing, 1845	X						
<i>Eupogodon</i> sp. Kützing, 1845	X						
<i>Gelidium</i> sp. J.V. Lamouroux, 1813	X						
<i>Gloiocladia furcata</i> (C.Agardh) J.Agardh, 1842	X					X	
<i>Gloiocladia microspora</i> (Bornet ex Bornet ex Rodríguez y Femenías) N.Sánchez & C.Rodríguez-Prieto ex Berecibar, M.J.Wynne, Barbara & R. Santos, 2009	X					X	
<i>Gloiocladia repens</i> (C.Agardh) Sánchez & Rodríguez-Prieto, 2007	X					X	

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Oiocladia</i> sp. J.Agardh, 1842	X						
<i>Gracilaria corallicola</i> Zanardini, 1865	X					X	
<i>Gracilaria</i> spp. Greville, 1830	X					X	
<i>Halarachnion ligulatum</i> (Woodward) Kützing, 1843							X
<i>Halopithys incurva</i> (Hudson) Batters, 1902	X						X
<i>Halymenia elongata</i> C.Agardh, 1822	X						
<i>Halymenia</i> spp. C.Agardh, 1817	X						
<i>Irvinea boergesenii</i> (Feldmann) R.J.Wilkes, L.M.Mclvor & Guiry, 2006	X						
<i>Kallymenia</i> spp. J.Agardh, 1842	X						X
<i>Laurencia chondrioides</i> Børgesen, 1918	X						
<i>Leptofaucheia coralligena</i> Rodríguez-Prieto & De Clerck, 2009	X						
<i>Lithophyllum racemosum</i> (Lamarck) Foslie, 1901	X						X
<i>Lithophyllum stictaeforme</i> (Areschoug) Hauck, 1877	X						
<i>Lithothamnion coralliooides</i> (P.L.Crouan & H.M.Crouan) P.L.Crouan & H.M.Crouan, 1867	X						X
<i>Lithothamnion crispatum</i> Hauck, 1878	X						
<i>Lithothamnion minervae</i> Basso, 1995	X						
<i>Lithothamnion valens</i> Foslie, 1909	X						X
<i>Mesophyllum alternans</i> (Foslie) Cabioch & M.L.Mendoza, 1998	X						
<i>Myriogramme tristromatica</i> (J.J.Rodríguez y Femenías ex Mazza) Boudouresque, 1987	X						
<i>Nemastoma marginatum</i> (Montagne) J.Agardh, 1842	X						X
<i>Neogoniolithon mamillosum</i> (Hauck) Setchell & L.R.Mason, 1943							X
<i>Neurocaulon foliosum</i> (Meneghini) Zanardini, 1843	X						
<i>Nitophyllum punctatum</i> (Stackhouse) Greville, 1830	X						
<i>Osmundaria volubilis</i> (Linnaeus) R.E.Norris, 1991	X					X	X
<i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J.Agardh, 1851	X						
<i>Peyssonnelia</i> spp. Decaisne, 1841	X						X
<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S.G.Gmelin) Decaisne, 1842	X					X	
<i>Phyllophora crispa</i> (Hudson) P.S.Dixon, 1964	X					X	X
<i>Phyllophora heredia</i> (Clemente) J.Agardh, 1842	X					X	
<i>Phymatolithon calcareum</i> (Pallas) W.H.Adey & D.L.McKibbin, 1970	X					X	
<i>Plocamium cartilagineum</i> (Linnaeus) P.S.Dixon, 1967	X						
<i>Polysiphonia elongata</i> (Hudson) Sprengel, 1827	X						X
<i>Polysiphonia nigra</i> (Hudson) Batters, 1902	X						X
<i>Polysiphonia</i> spp. Greville, 1823	X						

Taxón/ especie	PATÍN	SUPRA	ROV	TRINEO	DRAGA	GOC (50-100)	GOC (100-800)
<i>Polysiphonia subulifera</i> (C.Agardh) Harvey, 1834	X					X	
<i>Radicilingua thysanorhizans</i> (Holmes) Papenfuss, 1956	X						
<i>Rhodymenia</i> spp. Greville, 1830	X						
<i>Rytiphlaea tinctoria</i> (Clemente) C.Agardh, 1824	X						X
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i> Stackhouse, 1797	X						X
<i>Sphaerococcus rhizophylloides</i> J.J.Rodríguez y Femenías, 1895	X						X
<i>Spongites fruticulosus</i> Kützing, 1841	X						X
<b>F. Sipuncula</b>							
<b>Cl. Sipunculidea</b>							
<i>Sipunculus (Sipunculus) nudus</i> Linnaeus, 1766	X						X
<b>F. Tracheophyta</b>							
<i>Posidonia oceanica</i> (Linnaeus) Delile, 1813	X						X

## **Propuesta formulario normalizado Red Natura 2000**



# PROPUESTA FORMULARIO RED NATURA 2000

---

PROPUESTA DE FORMULARIO DE LA RED NATURA  
2000 DEL CANAL DE MENORCA

PROYECTO LIFE+ INDEMARES

**Autores:**



**Carmen Barberá, Marta Díaz-Valdés, Nuria Zaragoza y Joan  
Moranta**



**Susana Requena, Teresa Madurell, Jordi Grinyó y Josep  
Maria Gili**



Fundación Biodiversidad

**Junio 2013**

**INDEMARES**



## 1. IDENTIFICACIÓN DEL LUGAR

**1.1. Tipo: B**

**1.2. Código del lugar: ES53**

**1.3. Denominación del lugar: CANAL DE MENORCA**

**1.4. Fecha de la primera cumplimentación: 2012-12-15**

**1.5. Fecha de actualización: 2013-06-10**

**1.6. Institución que suministra la información**

Nombre/organización: Centro Oceanográfico de Baleares, Instituto Español de Oceanografía (COB-IEO)

Dirección: Moll de Ponent, s/n, 07015 PALMA

Correo electrónico: [joan.moranta@ba.ieo.es](mailto:joan.moranta@ba.ieo.es)

Nombre/organización: Instituto de Ciencias del Mar. Consejo Superior de investigaciones Científicas (ICM-CSIC)

Dirección: Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49. E-08003 Barcelona (Spain)

Correo electrónico: [gili@icm.csic.es](mailto:gili@icm.csic.es)

### 1.7. Indicación del lugar y fechas de designación/clasificación

Fecha de clasificación del lugar como ZEPA: No procede

Referencia a la disposición jurídica nacional que designa el lugar como ZEPA: No procede

Fecha de la propuesta de designación del lugar como LIC: 2004

Fecha de confirmación de la designación del lugar como LIC (\*):

Fecha de designación del lugar como ZEC:

Referencia a la disposición jurídica nacional que designa al lugar como ZEC:

Aclaraciones (\*\*): Primer formulario provisional para la declaración del LIC que comprende la plataforma continental de 0 a 100 metros de profundidad (Institución: COB-IEO) y el borde de plataforma y talud continental desde 100 a 400 m (Institución: ICM-CSIC).

## 2. LOCALIZACIÓN DEL LUGAR

### 2.1. Coordenadas del centro [en grados decimales]

Longitud: 3.623115 N

Latitud: 39.876362 E

**2.2. Superficie [ha]: 335 319.3 has**

**2.3. Superficie marina [%]: 100%**

**2.4. Longitud [km] (Facultativo):**

### 2.5. Código y nombre de la región administrativa

Código NUTS 2: ES53

Nombre de la región: ILLES BALEARS

## 2.6. Región(es) biogeográfica(s):

Mediterránea (%): 100%

Atlántica (%)

Macaronésica (%)

- **Información adicional sobre regiones marinas (\*\*)**

Marina Atlántica ( %)

Marina Mediterránea ( %) 100%

Marina Macaronésica ( %)

## 3. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

### 3.1. Tipos de hábitats presentes en el lugar y evaluación del lugar en función de estos

Tipos de hábitats del anexo I						Evaluación del lugar			
Código	PF	NP	Cobertura [ha]	Cuevas [número]	Calidad de los datos	A B C D	A B C		
						Representatividad	Superficie relativa	Conservación	Global
1110			7 515.2		G	A	C	A	B
1110*			17 2550.8		G	A	C	A	B
1120			1 854.3		G	A	C	A	B
1170			46 101.3		G	A	C	A	B
11*			70 563.7		G	A	C	A	B

\*NOTA: Se indica con un asterisco los hábitats cuya definición debería revisarse en el "Manual de Interpretación de Hábitats de la Unión Europea, EUR, 27 (2007)". Por una parte 1110\* son hábitats incluidos como 1110, pero cuya definición es ambigua y puede admitir diversas interpretaciones, como es el caso de hábitats de sedimentos mixtos, de detrítico costero y maërl-rodolitos. Por otro lado, 11\* incluye hábitats que no están definidos explícitamente pero cuya inclusión y clasificación debería revisarse, debido a su importancia a nivel europeo, integrando algunas comunidades sedimentarias de fango de la plataforma y talud con formaciones biogénicas (ver tablas y mapas del apartado 7. MAPA DEL LUGAR).

PF: en el caso de los tipos de hábitats que pueden tener una forma tanto prioritaria como no prioritaria (6210, 7130, 9430), marque «x» en la columna PF para indicar que se trata de la forma prioritaria.

NP: si un tipo de hábitat ha dejado de estar presente en el lugar, marque «x» (facultativo).

Cobertura: pueden indicarse valores decimales.

Cuevas: en el caso de los tipos de hábitats 8310 y 8330 (cuevas), indique el número de cuevas si no se conoce la superficie estimada.

Calidad de los datos: G = Buena (por ejemplo, datos basados en reconocimientos); M = Moderada (por ejemplo, datos basados en información parcial con alguna extrapolación); P = Mala (por ejemplo, estimaciones aproximadas).

**3.2. Especies a las que se aplica el artículo 4 de la Directiva 2009/147/CE y que figuran en el anexo II de la Directiva 92/43/CEE, y evaluación del lugar en función de estas**

Grupo: A = anfibios, B = aves, F = peces, I = invertebrados, M = mamíferos, P = plantas, R = reptiles.

S: si los datos sobre la especie son sensibles Y, por tanto, su acceso al público debe estar bloqueado, indique «sí».

NP: si una especie ha dejado de estar presente en el lugar, marque «x» (facultativo).

Tipo: p = permanente, r = reproductora, c = concentración, w = invernante (en el caso de plantas y especies no migratorias, indique «permanente»).

Unidad: i = individuos, p = parejas, u = otras unidades de acuerdo con la lista normalizada de códigos y unidades de población de acuerdo con las notificaciones previstas en los artículos 12 y 17 (véase el Portal de Referencia).

Categorías de abundancia (Cat.): C = común, R = escasa, Y = muy escasa, P = presente – indique cuando la calidad de los datos es deficitaria (DD) o como complemento a la información sobre el tamaño de la población.

Calidad de los datos: G = Buena (por ejemplo, datos basados en reconocimientos); M = Moderada (por ejemplo, datos basados en información parcial con alguna extrapolación); P = Mala (por ejemplo, estimaciones aproximadas); DD = Datos deficientes (indique únicamente esta categoría si no se puede realizar ninguna estimación, ni siquiera aproximada, del tamaño de la población; en este caso, los campos correspondientes al tamaño de población pueden dejarse en blanco, pero sí debe llenarse el campo «Categorías de abundancia»).

### 3.3. Otras especies importantes de flora y fauna (facultativo)

Grupo	Código	Nombre científico	S N P	Población en el lugar			Cat.	Anexo de la especie	Motivo			
				Tipos	Tamaño	Unidad			C R V P	IV	V	A
R	1223	<i>Dermochelys coriacea</i>					P	X		X		X
I	1008	<i>Centrostephanus longispinus</i>					P	X		X		X
-	1027	<i>Lithophaga lithophaga</i>					P	X		X		X
-	1028	<i>Pinna nobilis</i>					C	X				
-	1001	<i>Corallium rubrum</i>					V		X			X
I	1090	<i>Scyllarides latus</i>					V		X			X
P	1376	<i>Lithothamnion coraloides</i>					C		X			
P	1377	<i>Phymatolithon calcareum</i>					C		X			
M	2029	<i>Globicephala melas</i>					P	X		X		
M	2030	<i>Grampus griseus</i>					P	X		X		
M	2621	<i>Balaenoptera physalus</i>					P	X		X		
M	1350	<i>Delphinus delphis</i>					P	X		X		
M	2624	<i>Physeter macrocephalus</i>					P	X		X		
M	2034	<i>Stenella coeruleoalba</i>					P	X		X		

Caracterización ecológica de la plataforma continental del canal de Menorca

---

M	2028	<i>Pseudorca crassidens</i>			P	P	X
M	2035	<i>Ziphius cavirostris</i>			P	P	X
F	2486	<i>Carcharodon carcharias</i>			V		
F	3020	<i>Cetorhinus maximus</i>			V		
I		<i>Asterina pancerii</i>			V		X
I		<i>Dendropoma petraeum</i>			P	X	X
-		<i>Charonia lampas</i>			P	X	X
-		<i>Pinna nobilis</i>			C	X	X
-		<i>Axinella polypoides</i>			R		X
P		<i>Cystoseira amentacea</i> (including var. <i>stricta</i> and var. <i>spicata</i> )			P		X
P		<i>Cystoseira mediterranea</i>			P		X
P		<i>Cystoseira spinosa</i>			P		X
P		<i>Cystoseira zosteroides</i>			P		X
I		<i>Geodia cydonium</i>			P		X
F		<i>Hippocampus hippocampus</i>			P		X
F		<i>Hippocampus ramulosus</i>			P		X
P		<i>Laminaria rodriquezii</i>			C		X
I		<i>Lithophaga lithophaga</i>			P		X
P		<i>Lithophyllum lichenoides</i>			C		X
I		<i>Mitra zonata</i>			V		X
F		<i>Mobula mobular</i>			V		X
I		<i>Ophidionaster ophidianus</i>			E		X
I		<i>Pinna rudis</i>			?		X
P		<i>Posidonia oceanica</i>			C		X
I		<i>Ranella olearia</i>			R		X
-		<i>Tethya sp. plur.</i>			C		X
-		<i>Zonaria pyrum</i>			P		X
-		<i>Homarus gammarus</i>			V		X



Caracterización ecológica de la plataforma continental del canal de Menorca

P		<i>Peyssonnelia</i> sp	C
I		<i>Philocheras sculptus</i>	C
P		<i>Phyllophora crista</i>	C
I		<i>Pilumnus spinifer</i>	C
I		<i>Pisa armata</i>	C
P		<i>Polysiphonia nigra</i>	C
I		<i>Pontocaris cataphracta</i>	C
I		<i>Psammechinus</i>	X
I		<i>microtuberculatus</i>	X
P		<i>Rhodymenia</i> sp	X
F		<i>Scorpaena notata</i>	X
F	5842	<i>Scorpaena scrofa</i>	X
I		<i>Sepia elegans</i>	X
I		<i>Sepia officinalis</i>	X
F	5844	<i>Serranus cabrilla</i>	X
F		<i>Serranus hepatus</i>	X
I		<i>Seretella</i> sp	X
I		<i>Spatangus purpureus</i>	X
P		<i>Spongites fruticulosus</i>	X
I		<i>Stichopus regalis</i>	X
I		<i>Subenteromorpha</i>	X
I		<i>Synoicum blachmanni</i>	X
I		<i>Timoclea ovata</i>	X
F	5888	<i>Trachinus draco</i>	X
I		<i>Turritella turbona</i>	X
I		<i>Typton spongicola</i>	X
F		<i>Uranoscopus scaber</i>	X
I		<i>Venus casina</i>	X
I		<i>Xantho pilipes</i>	X

Caracterización ecológica de la plataforma continental del canal de Menorca

F		<i>Peristedion cataphractum</i>	X
F	5786	<i>Phycis bleenooides</i>	X
F		<i>Phycis phycis</i>	X
F	5810	<i>Raja clavata</i>	X
F		<i>Scomber sp.</i>	X
F		<i>Scyliorhinus canicula</i>	X
F		<i>Scyliorhinus stellaris</i>	X
F		<i>Seriola dumerili</i>	X
F	6018	<i>Sparus aurata</i>	X
F	5856	<i>Spicara smaris</i>	X
F		<i>Spondyliosoma cantharus</i>	X
F	5870	<i>Synchiropus phaeton</i>	X
F		<i>Synodus saurus</i>	X
F	5882	<i>Therogobius ephippiatus</i>	X
F		<i>Trachinus radiatus</i>	X
F		<i>Trachurus sp.</i>	X
F	5892	<i>Trigla lyra</i>	X
F		<i>Trisopterus minutus</i>	X
F	5908	<i>Zeus faber</i>	X

Centro: Centro: A = confidencial B = secreto C = reservado D = informado E = inviolable F = reservado G = reservado H = reservado I = reservado M = reservado N = reservado P = reservado

Grup A: animais com penas, F = aves, M = invertebrados, L = inquines, M' = mamíferos, P = plantas, R = répteis.

CODIGO : cuando se trate de especies de aves de los anexos IV Y V, conviene indicar, además del nombre científico

**S**i los datos sobre la especie son sensibles y, por tanto, su acceso al público debe estar bloqueado, indique «SI».

NP: si una especie ha dejado de estar presente en el lugar, marque «x» (facultativo)

Unidad: i = individuos, p = parejas, u otras unidades previstas en la lista normalizada

Cat.: Categorías de abundancia: C = común, R = escasa, V = muy escasa, P = presente.

Categorías de motivo: IV: especies de esos anexos de la Directiva de hábitats, A: Lista Roja nacional, B: especie endémica, C: convenios internacionales, D: otras razones.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

### 4.1. Características generales del lugar

Código	Clase de hábitat	Cobertura [%]
N01	Áreas marinas, brazos de mar	100 %
	Cobertura total	100 %

- **Otras características del lugar**

Las islas de Mallorca y Menorca se conectan entre ellas mediante una plataforma continental sub-horizontal, con profundidades medias de 80 m y máximas de 130 m. En general, la plataforma presenta una alternancia de fondos sedimentarios con mezcla de arenas finas y gruesas y grandes extensiones de fondos detríticos con gravas y mäerl-rodolitos que dominan en la zona central, mientras que los afloramientos rocosos son más comunes por la zona norte. A partir de los 100 m de profundidad, las características geomorfológicas del margen de plataforma y del talud superior son distintas entre el flanco septentrional y el flanco meridional.

En el flanco septentrional, desde el Cabo Formentor (Mallorca) a Cabo Nati (Menorca), a su vez se pueden distinguir distintas zonas. Frente a Cabo Formentor, la plataforma externa es estrecha y está dominada por afloramientos rocosos y bloques entre fondos de arenas gruesas. Hacia los 150 m de profundidad, la morfología dominante del talud superior presenta con sistema de incisiones generadas por flujos sedimentarios (“gullies”). A más detalle, el fondo da a lugar a unas paredes verticales con continuas terrazas rocosas. A partir de la cota de 1000-1500 m, la pendiente del talud se suaviza drásticamente y los fondos están dominados por arenas finas compactadas. A diferencia de la zona anterior, en la zona media del margen noroeste la plataforma externa corresponde a una zona amplia dominada por la presencia de fondos de arenas finas. Más allá de los 150 m de profundidad, el talud superior presenta una morfología medianamente rugosa y un sistema de cicatrices de deslizamientos. Esta zona presenta una pendiente suave en la que se han encontrado escasos enclaves rocosos ya que la mayor parte de ellos están colmatados por el sedimento fino. En la zona más cercana a la isla de Menorca la zona de plataforma es sensiblemente más estrecha, con unos fondos dominados por arenas finas. A partir de la profundidad de 150 m, se repite la morfología descripta para la zona media del margen noroeste.

En el flanco meridional del Canal, la plataforma continental es más amplia en la parte NE de Mallorca (al este de la Punta de Capdepera) y se va estrechando progresivamente hacia la isla de Menorca. En la zona de Capdepera los fondos del margen de plataforma presentan una pendiente suave con una naturaleza sedimentaria a base de arenas gruesas, más cerca del margen, y con un incremento en el porcentaje de finos conforme aumenta la profundidad. En este sector, la plataforma se extiende dando forma a una “rampa”, cuya geometría tiene un probable control tectónico, donde se ha observado una serie de plataformas que paulatinamente llegan a los 100 m de profundidad y que probablemente representan cuerpos deposicionales costeros, formados durante fases glaciales previas y sobre las cuales se han ido depositando sedimentos finos. La zona sureste de la plataforma

externa del Canal, hasta las costas de la isla de Menorca, presenta un continuo de terrazas estrechas que van desde los 100 m hasta los 200 m de profundidad, caracterizada por fondos mixtos de arenas y limos. Los sedimentos depositados en las plataformas que configuran la pendiente del talud en la zona sur de la isla de Menorca tienen una composición de sedimentos finos más elevada que el resto de las zonas estudiadas en el Canal de Menorca. El talud superior de esta zona presenta un sistema de cañones submarinos que inciden los depósitos del margen de plataforma. El punto más angosto se sitúa frente a la costa del sur de Menorca donde se encuentra el cañón de Son Bou y cuya cabecera se alinea con la Cala Galdana. El cañón presenta una pendiente muy pronunciada con paredes rocosas y un eje incidido, sugiriendo la ocurrencia de procesos sedimentarios recientes. Su cabecera es bastante estrecha y se abre hasta más de 5 Km de amplitud. En los fondos del cañón se aprecia una cierta deposición de sedimentos finos pero con escasa potencia. La acumulación de limos en el interior del cañón se produce a partir de los 500 m de profundidad.

#### 4.2. Calidad e importancia

Los fondos marinos de la plataforma del canal de Menorca situados entre 50 y 100 m están constituidos básicamente por hábitats relacionados con comunidades de coralígenos, de maërl/rodolitos y del alga parda *Laminaria rodriguezii*. Estos hábitats tienen gran importancia ecológica y son muy frágiles y vulnerables, especialmente debido a que están formados por especies de lento crecimiento y regeneración. Por ello, gozan de un estado de protección por la legislación nacional e internacional (Directiva Hábitat, Convenio de Barcelona y Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, Reglamento de Pesca 1967/2006). Además, en la zona existen otros hábitats formados por algas rojas blandas como son los fondos de *Osmundaria volubilis*, cuya distribución es muy escasa en el Mediterráneo, y los fondos de *Peyssonnelia*, que están mejor representados. Ambos son también importantes ya que se relacionan con elevadas productividades y diversidad, aunque no se encuentran preservados bajo ninguna figura de protección. En Directiva Hábitat los fondos de coralígeno se interpretan como *Hábitat 1170 Reef* y los fondos detriticos con maërl o rodolitos entran dentro de las biocenosis que se corresponden con *Hábitat 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina*. Sin embargo, otros autores consideran que los fondos de maërl-rodolitos podrían considerarse 1170, por tratarse de concreciones biogénicas. Por lo tanto, existe toda una ambiguedad en la definición de estos hábitats, que se considera deberían revisarse e incluirse como un hábitat diferente. En cualquier caso, las especies que forman parte de los fondos de maërl, *Lithothamnion coralliodes* y *Phymatolithon calcareum*, están presentes en todo el área del canal de Menorca entre 50 y 80 m de profundidad. Ambas están incluidas en el Anexo V de la Directiva Hábitats (*Especies de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión*). En general, la valoración ambiental, ecológica y el estado de conservación de estos hábitats, que constituyen más del 60% de la plataforma del canal de Menorca, se considera excelente. Sin embargo, en algunos sectores están amenazados por la pesca de arrastre, cuyo impacto podría ser irreversible en estas comunidades cuya capacidad de recuperación es muy limitada. Esta es la principal amenaza

también de otras especies con amplia distribución en el área propuesta como LIC, como el alga parda *Laminaria rodriguezii*, incluida en el Anexo II (especies en peligro o amenazadas) del Convenio de Barcelona. En este tipo de fondos afectados por el arrastre también están distribuidas otras especies con una presencia muy puntual, como son el erizo de mar *Centrostephanus longispinus*, incluida en el Anexo IV de la Directiva Hábitats y una especie comerciales objetivo de la pesca artesanal, entre las que destacan *Scyllarides latus* o zapatilla, incluida en el Anexo V de la Directiva Hábitats.

En el dominio bentónico que comprende los fondos del borde de plataforma (desde los 100m de profundidad) y el talud continental (400-500 m) se han caracterizado siete comunidades. Tres corresponden a comunidades sobre sustratos de arenas que quedarían englobadas en la definición del hábitat 1110. Las otras cuatro se localizan sobre sustratos duros o mixtos que corresponderían al hábitat 1170 de la Directiva (fondos de roca, mixtos y maerl). Para algunas de las comunidades descritas se han encontrado variaciones en las especies representativas que se utilizan para su clasificación por lo que a partir del trabajo que se está desarrollando actualmente se podrán proponer nuevas facies. También es destacable la presencia de especies de las que no existe cita previa para el Canal de Menorca. Además hay 4 especies nuevas pendientes de descripción, 3 alcionáceos y 1 esponja. Varios estudios taxonómicos están en proceso para poder describir e identificar las especies encontradas en los transectos de vídeo.

En los fondos de arenas de los flancos norte y sur de la plataforma del canal entre los 110 y 300 metros de profundidad, se han observado dos tipos de comunidades, las dominadas por el braquiópodo *Gryphus vitreus* y el poliqueto *Lanice conchilega* y áreas dominadas por el crinoideo *Leptometra phalangium*. *Gryphus vitreus* presenta densidades medias que oscilan entre 6 y 8 ind/m<sup>2</sup> alcanzando valores máximos de 52 ind/m<sup>2</sup> por otra parte *L. conchilega* presenta densidades que oscilan entre 1 y 2 ind/m<sup>2</sup> alcanzando valores máximos de 6 ind/m<sup>2</sup>. *Leptometra phalangium* cuenta con densidades medias que oscilan entre 1 y 14 ind/m<sup>2</sup> alcanzando valores máximos de 31 ind/m<sup>2</sup>. Por lo que respecta la fauna acompañante, los fondos de *G. vitreus* son más diversos que los de *L. phalangium*. En estos últimos solo se ha observado una especie acompañante el penatuláceo *Funiculina quadrangularis* mientras que en los fondos de *G. vitreus* se ha encontrado *F. quadrangularis*, una especie indeterminada del genero *Ophiura*, los ceriantarios *Cerianthus membranaceus* y una especie indeterminada del genero *Arachnanthus*. Localmente se ha observado que *G. vitreus*, *Ophiura sp.* y *Arachnanthus sp.* pueden formar facies. Con una menor extensión se han localizado fondos de arenas finas dominados por la esponja *Thenea muricata* y el penatuláceo *Virgularia mirabilis*, aunque en el estado actual de tratamiento de la información no podemos proporcionar densidades. En estos fondos de sustrato blando y a partir del análisis de las imágenes de los transectos de vídeo, se han evidenciado relativamente pocos impactos derivados de la pesca. Únicamente en los fondos de *T. muricata* y *V. mirabilis* se han podido apreciar la presión derivadas de la acción de la pesca de arrastre. Asociadas a las comunidades sobre sustratos de arenas se ha podido observar la presencia de distintas especies de valor comercial como: *Merluccius merluccius*, *Lophius sp.*, *Mullus barbatus*, *Plesionika narval* y ocasionalmente *Palinurus mauritanicus* y *Paromola cuvieri*.

Las comunidades sobre fondos duros tienen una distribución batimétrica muy amplia extendiéndose entre los 90 y los 330 metros de profundidad. En el flanco norte se han localizado dos comunidades diferentes. La más amplia se extiende entre el borde de la plataforma y el principio del talud continental en las vecindades del Cabo de Formentor, entre los 100 y 240 metros de profundidad. Los fondos subhorizontales de esta a comunidad están dominados por las gorgonias *Viminella flagellum* y una especie indeterminada del género *Eunicella*. *Viminella flagellum* forma facies cuyas densidades medias oscilan entre los 2 y 8 ind/m<sup>2</sup> alcanzando valores máximos de 30 ind/m<sup>2</sup> mientras que *Eunicella sp.* constituye facies cuyas densidades medias oscilan entre los 2 y 6 ind/m<sup>2</sup> pudiendo alcanzar valores máximos de 45 ind/m<sup>2</sup>. Las paredes verticales de esta comunidad están dominadas por dos especies de esponja incrustante que están en proceso de ser identificadas cf. *Aulettia sp.* y *Hamacantha sp.* La fauna acompañante es muy diversa entre la que destacan diferentes especies de gorgonias como *Acanthogorgia hirsuta*, *Bebryce mollis*, *Callogorgia verticillata*, *Paramuricea clavata*, *P. macrospina*, *Muricidies lepida* o *Swiftia pallida*, antipatarios como *Antipathes dichotoma*, *Leiopathes glaberrima* o *Parantipathes larix*, esponjas como *Phakellia robusta*, *Poecillastra compressa* y otras de los géneros *Haliclona*, *Hexadella* y *Axinella* así como una especie indeterminada de alciónáceo (*Chironephthya sp.*). La segunda comunidad de fondos duros de la zona norte se ha localizado al este del Cabo de Formentor, entre los 90 y los 110 metros de profundidad. Esta comunidad está dominada por la esponja *Haliclona mediterranea* y dos especies indeterminadas (cf. *Aulettia sp.* y *Hamacantha sp.*). Ambas comunidades presentan muy pocas evidencias de impactos derivados de la pesca.

En los fondos duros del flanco sur del Canal de Menorca, en la cabecera y al este del cañón de Son Bou entre los 90 y 150 metros de profundidad se distinguen cuatro comunidades diferentes. En la cabecera del cañón se han encontrado 2 comunidades. La primera está dominada por *Antipathella subpinnata* (conocido comúnmente como coral negro) y una especie indeterminada del género *Eunicella* así como un pequeño parche de coralígeno. *Antipathella subpinnata* presenta bajas densidades entre 1 y 2 ind/m<sup>2</sup> alcanzando valores máximos de 5 ind/m<sup>2</sup>. *Eunicella sp.* forma facies cuyas densidades medias oscilan entre los 2 y 3 ind/m<sup>2</sup> pudiendo alcanzar valores máximos de 11 ind/m<sup>2</sup>. Esta comunidad presenta pocas especies acompañantes (*P. clavata*, *Axinella sp.*, *Hexadella sp.*, Cf. *Aulettia sp.*). El parche de coralígeno está dominado por *P. clavata* y *Corallium rubrum* ambas especies presentan densidades medias de 2 y 3 ind/m<sup>2</sup> respectivamente y valores máximos de 6 y 12 ind/m<sup>2</sup> respectivamente. Al este del cañón, entre los 130 y 140m de profundidad se ha descrito una comunidad dominada por la recientemente descrita *Nidalia studeri* (López-González et al. 2012) y la gorgonia *Callogorgia verticillata*. Ambas especies presentan densidades medias de 12 y 2 ind/m<sup>2</sup> respectivamente y valores máximos de 62 y 7 ind/m<sup>2</sup> respectivamente.

Tanto en la vertiente norte como en la sur del Canal, entre los 240 y 330 metros de profundidad, se ha descrito una comunidad dominada por el antipatario *Leiopathes glaberrima* y las esponjas *Hamacantha sp.*, *Haliclona s.p* y *Phakellia robusta*. *Leiopathes glaberrima* y *P. robusta* presentan densidades medias de 1-2 ind/m<sup>2</sup>. *Haliclona sp.* presenta densidades medias de 1 ind/m<sup>2</sup> alcanzando valores máximos de 5 ind/m<sup>2</sup>. Asociadas a las

comunidades sobre fondos rocosos se ha observado la presencia de distintas especies de valor comercial como: *Epinephelus aeneus*, *Phycis physis*, *Mullus surmuletus* *Palinurus elephas*, *Plesionika narval*. Las comunidades descritas en la cornisa norte del canal son, en general, más diversas y presentan abundancias mayores que las del sur. Además, en comparación con las comunidades descritas en la vertiente norte, en las comunidades de la vertiente sur se ha observado una mayor presencia de artes de pesca perdidos.

#### 4.3. Amenazas, presiones y actividades con impacto sobre el lugar

Impactos negativos				Impactos positivos			
Rango	Amenazas y presiones [código]	Contaminación (facultativo) [código]	Interior/exterior [i   o   b]	Rango	Actividades de gestión [código]	Contaminación (facultativo) [código]	Interior/exterior [i   o   b]
H	D02.01.02		i	M	G02.09		b
M	D02.02		b				
M	D03.01.03		o				
M	D03.01.04		o				
L	D03.02.01		i				
M	D03.02.02		b				
M	D03.01		b				
M	E03.02		o				
M	E01.01		b				
L	E03.01		b				
L	E03.04.01		o				
L	F02.01.01		i				
L	F02.01.02		i				
H	F02.01.03		i				
M	F02.01.04		i				
H	F02.01		i				
H	F02.02.01		i				
M	F02.02.02		i				
H	F02.02.03		i				
M	F02.02.04		i				
H	F02.02.05		i				
M	F02.03		b				
L	F06		b				
L	G01.01		b				
H	G04.01		i				
L	H03.01		b				
L	H03.02		b				
L	H03.03		b				
M	I01		b				
M	M02		b				
M	OTHERS: Desalination plants		o				

Rango: H = alto, M = medio, L = bajo.

Contaminación: N = Nitrógeno, P = Fósforo/fosfatos, A = Ácidos/acidificación, T = Productos químicos inorgánicos tóxicos, O = Productos químicos orgánicos tóxicos, X = Contaminación mixta.

i = interior, o = exterior, b = ambos.

#### 4.4. Régimen de propiedad (facultativo)

Tipo		[%]
Pública	Nacional/federal	%
	Estatal/provincial	100 %
	Local/municipal	%
	Propiedad pública en general	%
Copropiedad		%
Privada		%
Desconocida		%
Total		100 %

#### 4.5. Documentación (facultativo)

Acosta, A., M. Canals, J. López-Martínez, A. Muñoz, P. Herranz, R. Urgeles, C. Palomo, J.L. Casamor. 2002. The Balearic Promontory geomorphology (western Mediterranean): morphostructure and active processes. *Geomorphology*, 49: 177–204

Alonso, B., J. Guillén, M. Canals, J. Serra, J.O. Acosta, P. Herramz, J.L. Sanz, A. Calafat, E. Catafay. 1988 Los sedimentos de la plataforma continental balear. *Acta Geològica Hispànica*, 23 (3): 185-196.

Ballesteros, E. 1992. Els fons rocosos profunds amb *Osmundaria volubilis* (Linné) R. E. Norris a les Balears. *Bulletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 35: 33-49.

Ballesteros, E. 1994. The deep-water *Peyssonnelia* beds from the Balearic Islands (Western Mediterranean). *Marine ecology*, 15 (3-4): 233-253.

Ballesteros, E. 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of the present knowledge. *Oceanographic Marine and Biology Annual Revision*, 4: 123–195.

Barberá Cebrián, C., A. de Mesa Salleras, F. Ordines, J. Moranta, M. Ramón, J.L. López Jurado, E. Massutí. 2009. Informe Proyecto CANAL: “Caracterización del ecosistema demersal y bentónico del canal de Menorca (Isla de Menorca) y su explotación pesquera”. Fundación Mar Viva ([www.marviva.net](http://www.marviva.net)) y convenio de colaboración entre el Govern de les Illes Balears y el Centre Oceanogràfic de les Illes Balears (IEO)

Barberá, C., J. Moranta, F. Ordines, M. Ramón, A. de Mesa M. Díaz-Valdés, A.M. Grau, E. Massutí. 2011 Biodiversity and habitat mapping of Menorca Channel (western Mediterranean): implications for conservation. *Biodiversity Conservation*, 21: 701–728.

- Coll, J., M. Linde, A. García-Rubies, F. Riera. A.M. Grau. 2006. Spear fishing in the Balearic Islands (west central Mediterranean): species affected and catch evolution during the period 1975-2001. *Fisheries Research*, 70: 97-111.
- Coma R., C. Linares, M. Ribes, D. Diaz, J. Garrabou, E. Ballesteros. 2006. Consequences of a mass mortality in populations of *Eunicella singularis* (Cnidaria: Octocorallia) in Menorca (NW Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 327: 51–60.
- Deudero, S., G. Morey, A. Frau, J. Moranta, I. Moreno. 2008. Temporal trends of littoral fishes at deep *Posidonia oceanica* seagrass meadows in a temperate coastal zone. *Journal of Marine System*, 70:182–195.
- Desbruyères, D., A. Guille, J.M. Ramos. 1972/73. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane espagnole. *Vie et Milieu*, 23, 335-363.
- Goñi, R., O. Reñones, A. Quetglas. 2001. Dynamics of a protected Western Mediterranean population of the European spiny lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) assessed by trap surveys. *Marine Freshwater Research*, 52(8): 1577-1587.
- IEO. 2013. Caracterización física y ecológica del área marina de la plataforma continental (50-100 m) del canal de Menorca. Informe final área LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732). Instituto Español de Oceanografía-Centro Oceanográfico de Baleares (Palma). Coordinación: Fundación Biodiversidad, Madrid, en elaboración.
- Joher, S., E. Ballesteros, E. Cebrián, N. Sánchez, C. Rodríguez-Prieto. 2012. Deep-water macroalgal-dominated coastal detritic assemblages on the continental shelf off Mallorca and Menorca (Balearic Islands, Western Mediterranean).
- JNCC. 2012. UK Guidance on defining boundaries for marine sites for annex I habitat sites fully detached from the coast. Peterborough: JNCC (online). Disponible en: [http://jncc.defra.gov.uk/pdf/SACHabBoundaryGuidance\\_2012Update.pdf](http://jncc.defra.gov.uk/pdf/SACHabBoundaryGuidance_2012Update.pdf)
- López-González, P.J., J. Grinyó, J. M. Gili. 2012. Rediscovery of *Cereopsis studeri* Koch, 1891, a forgotten Mediterranean soft coral species, and its inclusion in the genus *Nidalia* Gray, 1835 (Octocorallia, Alcyonacea, Nidaliidae). *Marine Biology Research* 8:594-604
- Mallol, S., R. Goñi. 2004. Seguimiento de las pesquerías (Punto Cero) en el ámbito de la futura Reserva Marina de Cala Rajada (Mallorca). IEO-COB y SGPM/PESCALA I/04-1, 129 pp.
- Massutí, E., R. Mas, O. Reñones, F. Ordines. 2007. *Evaluación de la pesca de arrastre de la plataforma en el área comprendida entre Cala Rajada, Cabrera y Bahía de Palma (Mallorca)*. Informe Final del proyecto MIGJORN, 308 pp.

Massutí, E., O. Reñones. 2005. Demersal resource assemblages in the trawl fishing grounds off the Balearic Islands (western Mediterranean). *Scientia Marina* 69:167–181

Morales, J. A., J. Borrego, G. Flor, F.J. Gracia, 2009. 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda (Bancales Sublitorales). En: VV.AAAA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 57 pp.

Ordines, F., E. Massutí. 2009. Relationships between macro-epibenthic communities and fish on the shelf grounds of the western Mediterranean. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14 (4):370-383.

Pérès, J.M. 1982. Major benthic assemblages. In *Marine Ecology*, V. Ocean management. Kinne, O. (ed.) 1, 373-522. J. Wiley & Sons, London

Pérès, J.M. 1985. History of the Mediterranean biota and the colonization of the depths. In: Margalef. R. (ed.) Key environments. Western Mediterranean. Pergamon Press, Oxford, p. 198-233

PNUE, PAM, CAR/ASP. 2007. Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la Conservation. Pergent G, Bellan-Santini D, Bellan G, Bitar G. et Harmelin JG eds., CAR/ASP publ., Tunis, 199 p.

PROBITEC. 2012. Canal de Menorca. Análisis socioeconómico. Documento inédito. Borrador de agosto 2012.

Quetglas, A., A. Gaamour, O. Reñones, H. Missaoui, T. Zarrouk, A. Elabed, R. Goñi. 2004. Spiny lobster (*Palinurus elephas* Fabricius 1787) fishery in the western Mediterranean: A comparison of Spanish and Tunisian fisheries. *Bulletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 47: 63–80.

## 5. FIGURA DE PROTECCIÓN DEL LUGAR (FACULTATIVO)

### 5.1. Figuras de protección a nivel nacional y regional

Código de la figura de protección	Cobertura [%]
ESOO	%

## 5.2. Relación del lugar descrito con otros parajes

- Designados a nivel nacional o regional

Código de la figura de protección	Nombre del lugar	Tipo de relación	Cobertura [%]
ES01	Reserva Natural Especial S'Albufereta	/	
ES13	Paraje Natural Serra de Tramuntana	/	
ES04	Reserva Natural Cap des Feus	/	
ES04	Reserva Natural Cap Farrutx	/	
ES03	Parque Natural S'Albufera de Mallorca	/	
ES03	Parque Natural Península de Llevant	/	
ES89	Reserva Marina Levante de Mallorca-	*	
ES0000079	La Victòria	/	%
ES0000080	Cap Vermell	/	
ES0000226	L'Albufereta	/	
ES0000229	Costa Nord de Ciutadella	/	
ES0000230	La Vall zepa	/	
ES0000239	De Binigaus a cala Mitjana	/	
ES0000240	Costa Sud de Ciutadella	/	
ES0000443	Sud de Ciutadella	/	
ES5310068	Cap Negre	/	
ES5310069	Cala d'Algairens	/	
ES5310075	Arenal de Son Saura	/	
ES5310093	Formentor	/	
ES5310095	Can Picafort	/	
ES5310096	Punta de n'Amer	/	
ES5310097	Área Marina Costa de Llevant	/	
ES5310098	Cales de Manacor	/	
ES5310113	La Vall	/	
ES5310125	S'Albufera de Mallorca	/	
ES5310127	Costa Brava de Tramuntana	/	
ES0000227	Muntanyes de Artà Mallorca	*	%
ES5310036	Sur Isla de Menorca	*	%
ES5310005	Badies d'Alcúdia y Pollença	*/*	0%
ES5310035	Àrea Marina del Nord de Menorca	*/*	0%
ES5310036	Àrea Marina del Sud de Ciutadella	/	
ES5310030	Costa de Llevant de Mallorca	*/*	0%

- Designados a nivel internacional

Figura de protección	Nombre del lugar	Tipo de relación	Cobertura [%]
Humedal Ramsar	S'Albufera de Mallorca		%
Reserva biogenética			%
Diploma Europeo			%
Reserva de la	Menorca		%

Convenio de			%
Convenio de			%
Patrimonio de la			%
HELCOM			%
OSPAR			%
Espacio Marino			%
Otra			%

### 5.3. Designación del lugar

La información presentada en esta primera versión de formulario para el área INDEMARES “Canal de Menorca” es provisional ya que aún está pendiente la puesta en común de los diferentes estudios realizados en el área de estudio. No obstante, la calidad de la información procesada hasta ahora es suficiente como para esbozar lo que será el área definitiva y una propuesta de delimitación del LIC.

## 6. GESTIÓN DEL LUGAR

### 6.1. Institución(es) responsable(s) de la gestión del lugar

Organización: Ministerio de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente

Dirección:

Correo electrónico:

### 6.2. Plan(es) de gestión

En elaboración.

### 6.3. Medidas de conservación (facultativo)

A partir de la valoración del estado de conservación de las comunidades y considerando las diferentes actividades que se desarrollan en la zona se plantean unas propuestas de gestión con el objetivo de prevenir la pérdida de biodiversidad y, en su caso, potenciar su recuperación. Estos objetivos son los que definirán el marco de gestión que debe proponer y los que guiarán la regulación de las diferentes actividades dentro del LIC. En este marco concreto las medidas deberán definirse contando con la participación de los actores locales sin menoscabo del objetivo de conservación de la zona y en la línea de promoción de desarrollo sostenible de las actividades que se desarrollan en sus aguas. Es decir, favoreciendo la gestión del conjunto de los recursos naturales que permite su conservación a largo plazo y el mantenimiento de las actividades que dependen de estos recursos.

En función de la información preliminar sobre hábitats con la que se cuenta, fundamentalmente la pesca en su modalidad de arrastre, es la actividad que ejerce la presión más importante sobre las comunidades bentónicas. En este sentido serán de utilidad medidas tales como las que se enuncian a continuación, de aplicación diferencial

en el espacio y en el tiempo y siempre y cuándo y dónde aconsejen los resultados de las campañas de seguimiento y monitoreo que se establezcan por los equipos científicos responsables de la designación de la zona.

- Establecer una delimitación precisa de la zona de forma que las comunidades y los hábitats por los cuales el sitio es declarado queden protegidos, asegurando además la funcionalidad ecológica del espacio marino (columna de agua y columna de aire) como un todo y manteniendo unas unidades lógicas de gestión del mismo.
- En general se recomienda la aplicación inmediata de los diferentes instrumentos de regulación existentes tanto a nivel autonómico como estatal y europeo (Directivas y Recomendaciones de la DG MARE y DG Medio Ambiente), y la aplicación de planes de uso y de seguimiento cíclico, aplicando el marco conceptual del sistema de gestión basado en el ecosistema (Ecosystem-Based Management System).
- Elaborar un censo cerrado de embarcaciones con autorización para pescar en la zona delimitada. Únicamente podrán realizar actividades pesqueras en el LIC aquellas embarcaciones inscritas en el censo cerrado de embarcaciones autorizadas a pescar en las zonas explícitamente permitidas. Es recomendable que en dicho censo estén incluidas sólo aquellas embarcaciones que tengan acreditada la pesca de forma habitual en la zona delimitada como LIC durante los últimos cinco años. Esta acreditación se obtendrá a través de la información proporcionada por el Centro de Seguimiento de Pesca (CSP) a través de los sistemas localización buques pesqueros en las cajas azules y la certificación de las cofradías en el caso de las embarcaciones que no cuenten con estos sistemas.
- El esfuerzo de la pesca de arrastre de fondo deberá reducirse significativamente en toda la zona en general y en particular eliminarse de allá dónde el estado de conservación de las comunidades bentónicas de interés comunitario lo requiera. Asimismo podrá buscarse alternativas a las actuales artes de arrastre, tales como dotarlos con puertas pelágicas de menor impacto.
- Regular la actividad de las distintas modalidades de pesca recreativa. En general, deberán eliminarse la convocatoria de concursos de pesca en el interior del perímetro de la zona.
- Se elaborará un programa de seguimiento y vigilancia científica de la zona destinado a conocer la evolución de los elementos claves para la conservación de las comunidades y los hábitats en el área y la efectividad de las medidas de gestión implantadas. Para ello será conveniente suscribir entre las autoridades competentes y los equipos científicos que están proporcionando la información necesaria para la declaración de este LIC un convenio de seguimiento del estado del área y tramitar las encomiendas que se estimen oportunas.

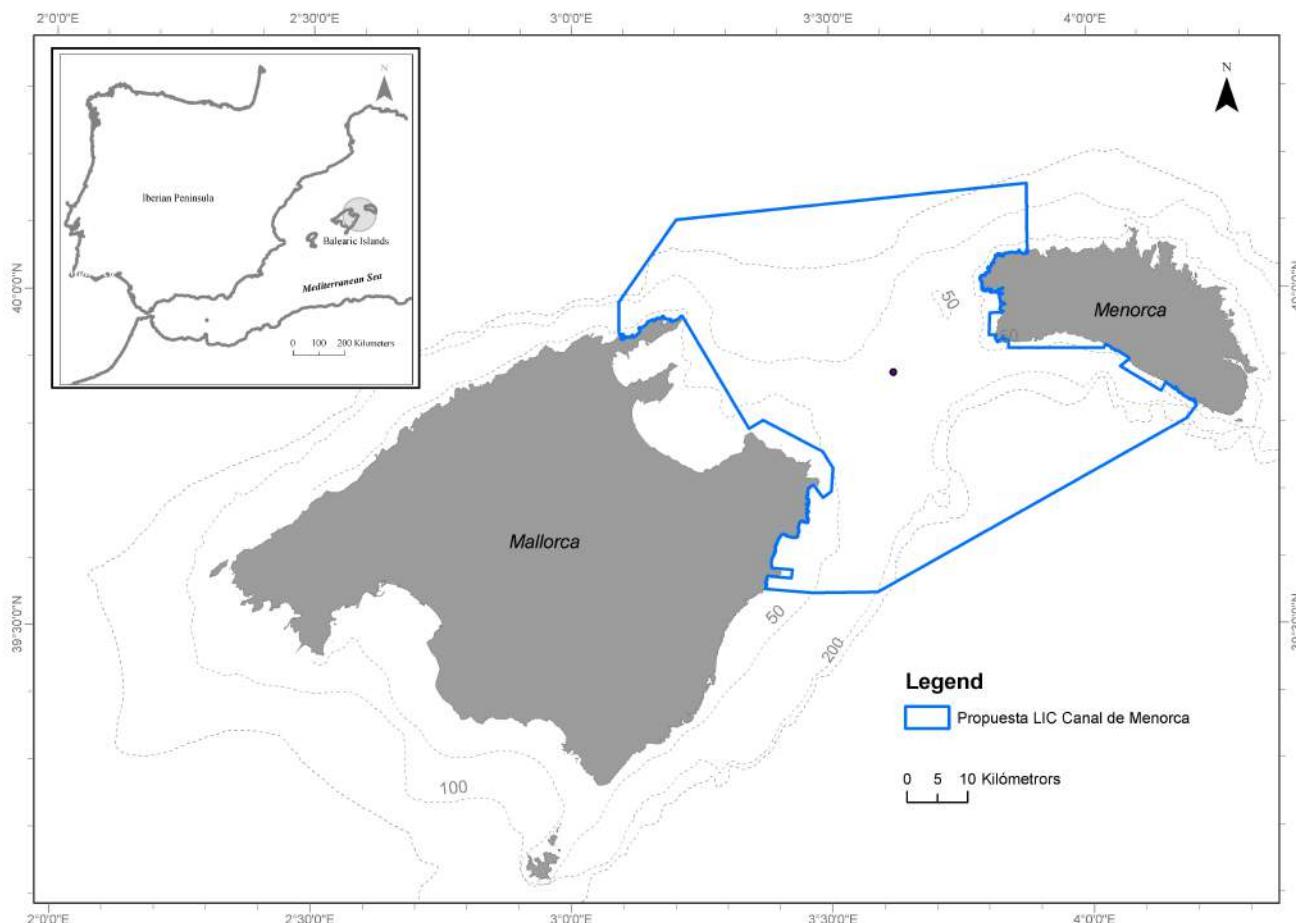
- Asimismo, deberían quedar suspendidas aquéllas actividades que supongan la alteración de los fondos protegidos. En este sentido no se concederán permisos de investigación de hidrocarburos ni de otros aprovechamientos mineros y quedará prohibida cualquier tipo de actividad minera de exploración o extractiva.
- De igual manera, debería regularse la realización de maniobras militares.

## 7. MAPA DEL LUGAR

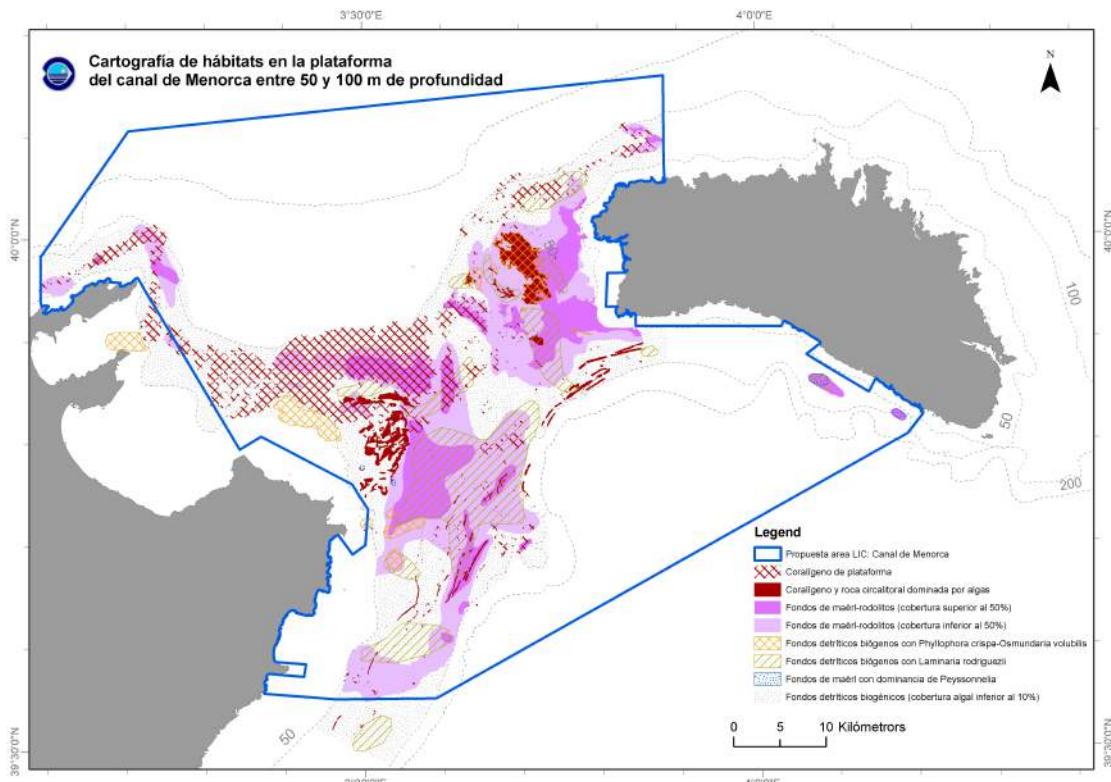
ID. INSPIRE:

PDF (facultativo):

Referencia(s)(facultativo):



## Cartografía de hábitats en la plataforma del canal de Menorca entre 50 y 100 m de profundidad (IEO-Baleares)

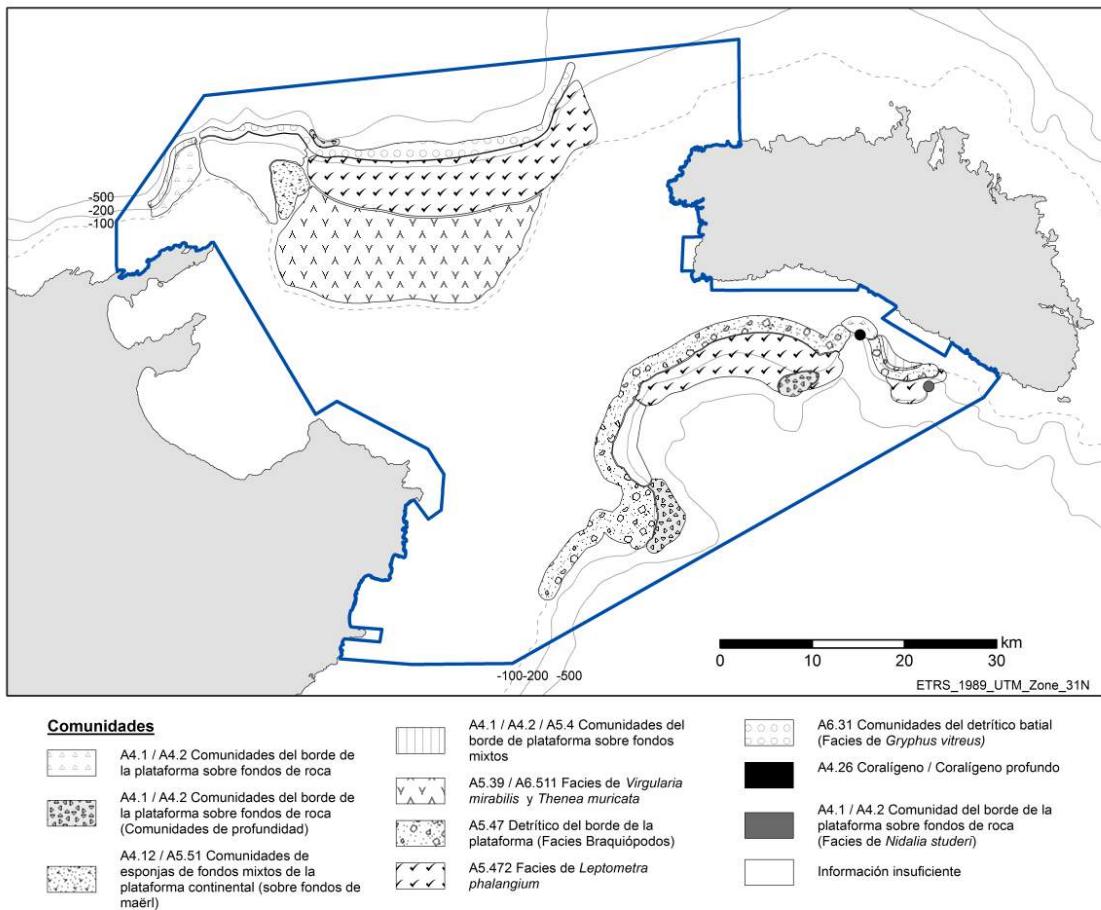


**Superficie de hábitats entre 50 y 100 m de profundidad en el área propuesta como LIC  
Proyecto INDEMARES  
Equipo de trabajo: IEO Baleares**

Código	Denominación del hábitat	Has
1170	Coralígeno de plataforma	35321.9
1170	Coralígeno y roca circalitoral dominada por algas	4494.1
1110*	Fondos de maërl-rodolitos con cobertura superior al 50%	19152.2
1110*	Fondos de maërl-rodolitos con cobertura inferior al 50%	45658.6
1110*	Fondos detriticos biogénos infralitorales y circalitorales con <i>Laminaria rodiguezii</i>	26397.5
1110*	Fondos detriticos biogénos infralitorales y circalitorales con <i>Phyllophora crispa-Osmundaria volubilis</i>	4805.9
1110*	Fondos de maërl con dominancia de <i>Peyssonnelia</i>	372.8
1110*	Fondos detriticos biogénicos de rodolitos y cascojo circalitorales con cobertura algal inferior al 10%	66848.8

1110\* son hábitats incluidos como 1110, pero cuya definición es ambigua en el "Manual de Interpretación de Hábitats de la Unión Europea, EUR, 27 (2007)", y puede admitir diversas interpretaciones.

**Cartografía de hábitats de la plataforma profunda y talud del canal de Menorca entre 100 y 450 m de profundidad (ICM-CSIC)**

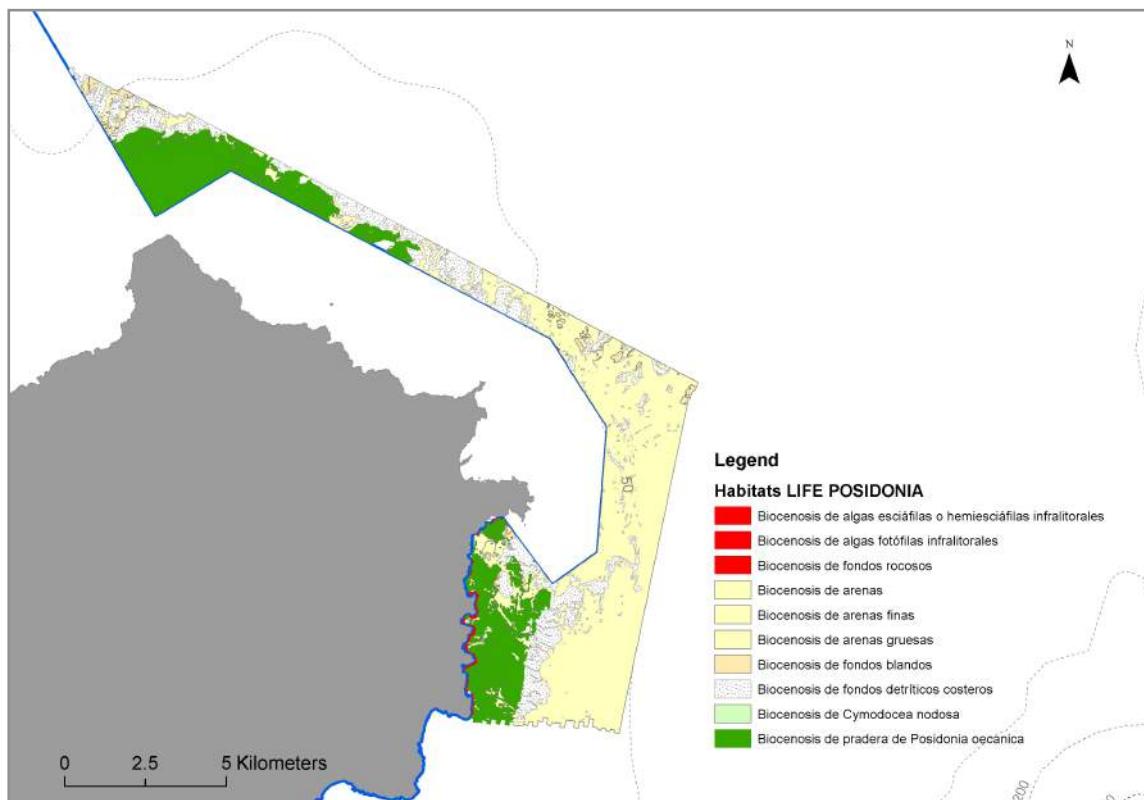


**Superficie de hábitats entre 100 Y 450 m de profundidad en el área propuesta como LIC**  
**Proyecto INDEMARES**  
**Equipo trabajo: ICM-CSIC**

Código	Denominación del hábitat	Código(s) EUNIS y comunidades más aproximadas	Has.
1170	Comunidades del borde de la plataforma sobre fondos de roca	A4.1 Atlantic and Mediterranean high energy circalittoral rock A4.2 Atlantic and Mediterranean moderate energy circalittoral rock	2860.5
1170	Comunidad del borde de la plataforma sobre fondos de roca ( <i>Facies de Nidaliastuderi</i> )	A4.1 Atlantic and Mediterranean high energy circalittoral rock A4.2 Atlantic and Mediterranean moderate energy circalittoral rock	103.8
1170	Comunidad del borde de la plataforma sobre fondos de roca	A4.1 Atlantic and Mediterranean highenergy circalittoral rock A4.2 Atlantic and Mediterranean moderate energy circalittoral rock	2853.5
1170	Comunidad del borde de la plataforma sobre fondos de roca (comunidades de coralígeno de profundidad)	A4.26 Mediterranean coralligenous communities moderately exposed to hydrodynamic action	103.8
1110*	Comunidades del borde de la plataforma sobre fondos mixtos	A4.1 Atlantic and Mediterranean high energy circalittoral rock A4.2 Atlantic and Mediterranean moderate energy circalittoral rock A5.4.Sublittoral mixed sediments	1259.4
1110*	Comunidades de esponjas de fondos mixtos de la plataforma continental (sobre fondos de maërl)	A4.12 Sponge communities on deep circalittoral rock A5.51 Maërl beds	1714.8
11*	Comunidad de fondos de arena fina de la zona media de la plataforma continental	A5.39 Mediterranean communities of coastal terrigenous muds A6.511 Facies de <i>Virgularia mirabilis</i> y <i>Thenea muricata</i>	24491.2
11*	Comunidad de fondos de arenas gruesas del final de la plataforma continental	A5.47 Mediterranean communities of shelf-edge detritic bottoms (Facies Braquiópodos)	13552.5
11*	Comunidad de fondos de arena fina de la zona media de la plataforma continental	A5.472 Facies with <i>Leptometra phalangium</i>	26988.5
11*	Comunidad de fondos de arenas gruesas del final de la plataforma continental	A6.31 Communities of bathyal detritic sands with ( <i>Grypheus vitreus</i> )	5531.5

\* Se indica con un asterisco los hábitats cuya definición debería revisarse en el "Manual de Interpretación de Hábitats de la Unión Europea, EUR, 27 (2007)". Por una parte 1110\* son hábitats incluidos como 1110, pero cuya definición es ambigua y puede admitir diversas interpretaciones. Por otro lado, 11\* incluye hábitats que no están definidos explícitamente pero cuya inclusión y clasificación debería revisarse, debido a su importancia a nivel europeo.

**Cartografía de hábitats entre 0 y 50 m en el área propuesta como LIC canal de Menorca  
(Proyecto LIFE 00/NAT/E/7303\_ POSIDONIA)**

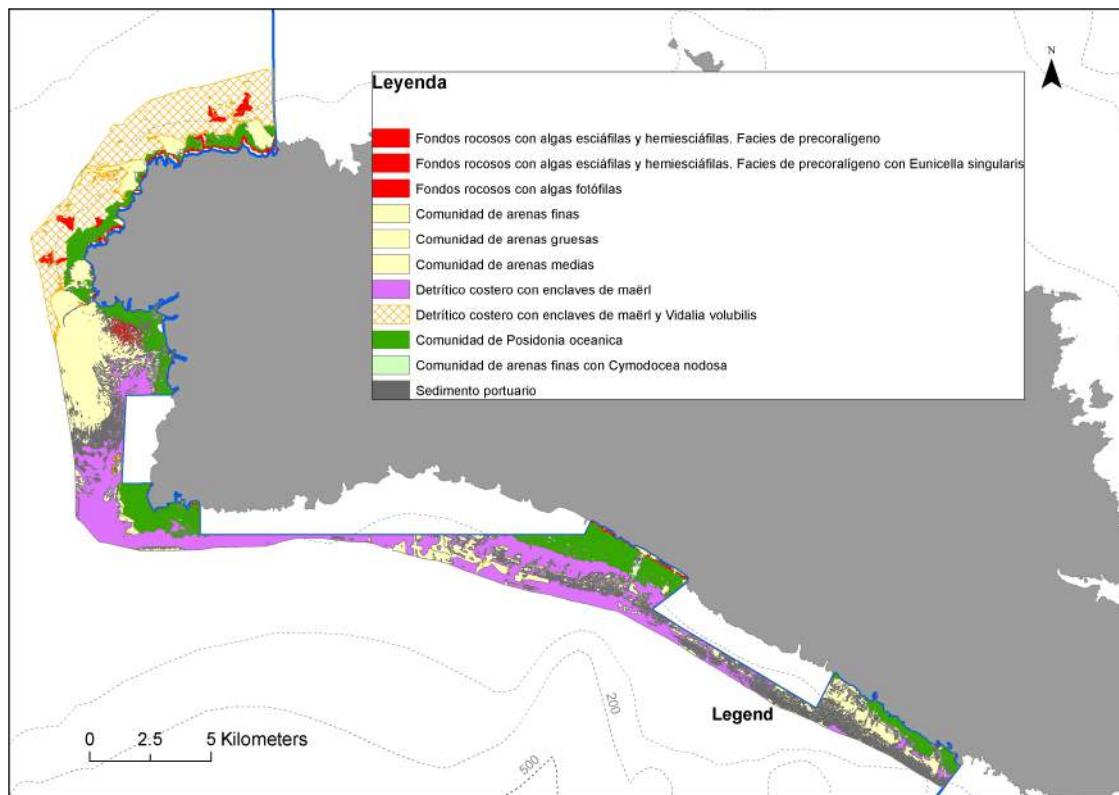


**Superficie de hábitats entre 0 y 50 de profundidad en el área propuesta como LIC  
Proyecto LIFE 00/NAT/E/7303\_ POSIDONIA**

Código	Denominación del hábitat	Has
1110	Biocenosis de arenas	3745.5
1110	Biocenosis de arenas finas	0.4
1110	Biocenosis de arenas gruesas	0.2
1110	Biocenosis de fondos blandos	143.7
1110	Biocenosis de <i>Cymodocea nodosa</i>	20.8
1110*	Biocenosis de fondos detritico costero	1141.7
1120	Biocenosis de pradera de <i>Posidonia oceanica</i>	0.8
1170	Biocenosis de algas esciáfilas o hemiesciáfilas infralitorales	0.1
1170	Biocenosis de algas fotófilas infralitorales	0.0
1170	Biocenosis de fondos rocosos	103.0

1110\* son hábitats incluidos como 1110, pero cuya definición es ambigua en el “Manual de Interpretación de Hábitats de la Unión Europea, EUR, 27 (2007)”, y puede admitir diversas interpretaciones.

**Cartografía de hábitats entre 0 y 50 m en el área propuesta como LIC canal de Menorca  
(Proyecto ECOCARTOGRAFÍAS- MAGRAMA)**



**Superficie de hábitats 0 y 50 m de profundidad en el área propuesta como LIC  
Proyecto ECOCARTOGRAFÍAS- MAGRAMA**

Código	Denominación del hábitat	Has
1110	Comunidad de arenas finas	1211.0
1110	Comunidad de arenas finas con <i>Cymodocea nodosa</i>	46.2
1110	Comunidad de arenas gruesas	108.5
1110	Comunidad de arenas medias	2239.0
1112	Comunidad de <i>Posidonia oceanica</i>	1853.5
1110*	Detritico costero con enclaves de maërl	2975.1
1110*	Detritico costero con enclaves de maërl y <i>Vidalia volubilis</i> (= <i>Osmundaria volubilis</i> )	2224.0
1170	Fondos rocosos con algas esciáfilas y hemiesciáfilas. Facies de precoralígeno	37.6
1170	Fondos rocosos con algas esciáfilas y hemiesciáfilas. Facies de precoralígeno con <i>Eunicella singularis</i>	102.2
1170	Fondos rocosos con algas fotófilas	120.7

1110\* son hábitats incluidos como 1110, pero cuya definición es ambigua en el “Manual de Interpretación de Hábitats de la Unión Europea, EUR, 27 (2007)”, y puede admitir diversas interpretaciones.

**Producción científica y de divulgación generada en el marco del  
proyecto INDEMARES**



## Producción científica y de divulgación generada en el marco del proyecto INDEMARES

### Publicaciones científicas

Barberá, C., Fernandez-Jover, D., Jiménez, J.A.L., Silvera, D.G., Hinz H., Moranta, J. 2011. Trophic ecology of the sea urchin *Spatangus purpureus* elucidated from gonad fatty acids composition analysis. *Marine Environmental Research*, 71: 235-246.

Ordines, F., Jordá, G., Quetglas, A., Flexas, M., Moranta, J., Massutí, E. 2011. Connections between hydrodynamics, benthic landscape and associated fauna in the Balearic Islands, western Mediterranean. *Continental Shelf Research*, 31: 1835–1844.

Barberá, C., Moranta, J., Ordines, F., Ramón, M., de Mesa, A., Díaz-Valdés, M., Grau, A.M., Massuti, E. 2012. Biodiversity and habitat mapping of the Menorca Channel (western Mediterranean): implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 21(3): 701-720.

### Comunicaciones a congresos

Barberá, C., Ramón, M., Moranta, J., de Mesa, A., Ordines, F., Díaz-Valdés, M., Ólafsson, E., Joher, S., Abelló, P., Uriz, I., Junoy, J.M., Esteban, A., Souto, J.J., Giliand, J.M., Massutí E. 2010. Biodiversity of shelf bottoms in the Menorca canal (WMediterranean): implications for conservation. XVI Simpsio Iberico de Estudios de Biología Marina (SIEBM). Alicante (España).

Barberá, C., Comalada, N., Joher, S., Valls, M., Díaz-Valdés, M., Moranta, J. 2012. Analysis of morphological characteristics of rhodoliths as indicator of habitat complexity and fishing effects. XVII Simpsio Iberico de Estudios de Biología Marina (SIEBM). Donostia-San Sebastián (España).

Díaz-Valdés, M., Sánchez, F., Moranta, J., Barberá, C., Massutí, E. 2012. Modelo trófico del ecosistema de las Islas Baleares. XVII Simpsio Iberico de Estudios de Biología Marina (SIEBM). Donostia-San Sebastián (España).

Moranta, J., Barberá, C., Díaz-Valdés, M., Zaragoza, N. 2013. Elements clau per a la conservació de la biodiversitat bentònica marina de la plataforma continental (50-100 m) de profunditat) del canal de Menorca. VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Palma (España).

Moranta, J., Barberá, C., Reviriego, B. 2013. Mancances i febleces en la conservació dels llocs inclosos a la Xarxa Natura 2000 marina de les Illes Balears. VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Palma (España).



## **Dossier de prensa**



## Dossier de prensa

**Medio Ambiente iniciará en junio el estudio científico que "blindará" el Canal de Menorca**  
Viernes, 01 de Enero de 2010 12:18

---

**La investigación es el primer paso para incluir el corredor en una red europea de espacios protegidos.**

La pesca puede ser fuertemente restringida en el Canal de Menorca antes del 2012. Ese será el último paso de un proceso largo y concienzudo que se iniciará el mes junio del 2010. Un proyecto que busca 'blindar' diez zonas marítimas de toda España que tutela el Ministerio de Medio Ambiente, a través del proyecto Indemares, y que se realiza por obligación de la Comunidad Europea y su red ecológica para proteger a especies y hábitats marinos, la Red Natura 2000 Marina, que debe acoger varias áreas españolas en los próximos años.

Pero antes de ser declarado área protegida de dicha red europea, el primer paso para el corredor natural será dejarse conocer con detalle. Y para ello, un equipo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) estará la segunda y la tercera semana del próximo junio en la zona, a lomos del buque oceanográfico *García del Cid*.

«Nuestro objetivo en todo el proceso es estudiar en toda su inmensidad las comunidades de corales, definir el marco ambiental, las pautas estacionales, los ciclos de vida y el nivel de conservación de las comunidades nectónicas (de peces) así como crear una cartografía de los fondos», explicaba ayer el investigador catalán del CSIC encargado de esta primera misión, Josep Maria Gili, no sin añadir: «Para estudiarlo utilizaremos un vehículo submarino con el que podremos recoger datos de entre 100 y 400 metros de profundidad.

Las zonas que mayor atención requerirán serán la Norte y la Sur aunque en esta campaña no se espera poder abarcar todo lo necesario. En los próximos dos años habrá otras cuatro campañas más, que deberán ir completando la información. En el mismo proceso de recolecta de datos para poder entrar en la red, el Instituto Español de Oceanografía (IEO) iniciará en septiembre del año próximo un trabajo coordinado con el anterior, que analizará las partes más superficiales de la rica zona marítima balear. Entre los objetivos de esta nueva misión estará realizar un seguimiento de la explotación pesquera, tanto de la flota artesanal como la de arrastre, de la zona.

El proyecto **Indemares** impulsado por el Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, junto a otras instituciones de referencia en la conservación del medio marino, fue un proyecto iniciado para cumplir con la obligación de la Directiva Marco de Estrategia Marina de crear,

**Medio Ambiente iniciará en junio el estudio científico que "blindará" el Canal de Menorca**  
Viernes, 01 de Enero de 2010 12:18

---

antes del 2012, una red de áreas marinas protegidas. El proyecto, que dirige los estudios en el Canal de Menorca y que puede acabar convirtiendo la zona balear en área protegida por la Red Natura 2000 Marina, engloba, además, el Cañón de Avilés, el Banco de Galicia, las Chimeneas de Cádiz, el Seco de los Olivos, la Isla de Alborán, el Delta del Ebro-Columbretones, el Cañón de Creus, el Banco de la Concepción y la Área de Fuerteventura-Gran Canaria.

Sus actuaciones se iniciaron en enero del 2009 y durarán hasta el 31 de diciembre de 2013, momento en el que los diez lugares deberían ya contar con la protección comunitaria en el grado que se considere necesario. Para todas las campañas que realizan instituciones especialistas y miembros del proyecto como el CSIC, el IEO, la Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos, OCEANA, ALNITAK o WWF-España, Indemares tiene un presupuesto de 15,4 millones, la mitad del cual es financiado por la Comisión Europea. Todo el trabajo, además, será difundido en la Web de Indemares buscando la sensibilización de la proyecto.

Fuente: Última Hora Menorca

Noticia aparecida en Última Hora el 01 de enero de 2010

[http://www.ba.ieo.es/es/noticias-eijf/883-medio-ambiente-iniciara-en-junio-el-estudio-cientifico-que-qblindaraq-el-canal-de-menorca.](http://www.ba.ieo.es/es/noticias-eijf/883-medio-ambiente-iniciara-en-junio-el-estudio-cientifico-que-qblindaraq-el-canal-de-menorca)



## Coral negro en el fondo del Canal

Investigadores del CSIC y del Institut de Ciències del Mar han descubierto una colonia de aproximadamente un kilómetro cuadrado de esta especie frente a la costa sur de Menorca



Descubrimiento. Entre especies más o menos conocidas, se ha hallado una colonia de coral negro y comunidades de coral amarillo - icm/csic/jago/geo

Un equipo de investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), del Institut de Ciències del Mar (ICM) de Barcelona y del Instituto Español de Oceanografía (IEO) en Palma ha descubierto una comunidad de coral negro frente a la costa sur de Menorca,

lo que representa un hallazgo muy relevante dadas las escasas colonias que existen de este tipo en todo el Mediterráneo.

Así lo corroboró ayer el máximo responsable del operativo “Explorando la biodiversidad del Mediterráneo”, Josep Maria Gili, profesor de Investigación del CSIC y subdirector del ICM, quien detalló que se trata de una comunidad de aproximadamente un kilómetro cuadrado situada entre los 120 y los 130 metros de profundidad, situada entre Punta Rabiosa y Son Bou.

Este descubrimiento viene acompañado, además, de otro en relación a “una nueva especie animal” que se podría haber detectado en aguas menorquinas, aunque Gili no quiso adelantar más detalles al precisar todavía de algunas comprobaciones que constaten que es un ser vivo hasta ahora desconocido.

Todos estos hallazgos son considerados por los científicos como muy importantes, y además, sirven para destacar que “es impresionante lo bien conservado que está el fondo marino, y la riqueza tan interesante” que posee.

Esta colonia de coral negro está además, acompañada por ejemplares de coral amarillo, coloquialmente conocido como “candelabro”, una especie muy mermada por las redes utilizadas para la pesca.

### **Proyecto**

Estos hallazgos se produjeron hace quince días, durante una de las jornadas de trabajo que el grupo realizó frente al litoral menorquín, a raíz del proyecto Life-INDEMARES, una iniciativa a nivel europeo para recabar información sobre el estado del mar. Un estudio para el que se han elegido diez localizaciones del territorio español incluidas en la Red Natura 2000, con el fin de realizar un inventario sobre las áreas marinas nacionales. Entre ellas se encuentra el Canal de Menorca y Mallorca, una zona que cuenta con una biodiversidad muy rica e interesante.

Entre los pasados 3 y 15 de septiembre se realizó la primera de las prospecciones del fondo marino previstas durante éste y el próximo año, que servirán para determinar su estado de conservación y la diversidad que posee, algo que servirá de conocimiento básico para poder declarar el canal como Área Natural Protegida. “Proteger no es prohibir”, afirma Gili, avanzándose a las numerosas críticas que acostumbran a surgir cuando se pretende instaurar esa figura para conservar el fondo marino. “Proteger significa cambiar la gestión que se hace de la zona. Sólo en un 5 o 10 por ciento del área protegida tendrá una protección total, en el resto se podrán realizar actividades respetuosas y sostenibles”. En ese punto es cuando adquiere especial importancia el buen estado en que se encuentra el mar menorquín. “Cuanto mejor está el fondo, más permisivas son las condiciones”, algo que no debe preocupar a los sectores económicos vinculados con el mar. “Se establecen planes de gestión en cooperación con las cofradías de pescadores”, de quienes destacó, en el caso de Menorca, están realizando un buen trabajo. Así, Gili asegura que “no es normal” que las zonas donde se pesca langosta “estén tan bien como están aquí”.

### **Información**

Todas las novedades sobre estas investigaciones se pueden seguir en [www.recercaenaccio.cat](http://www.recercaenaccio.cat), donde Josep Maria Gili comentará, hasta mediados de octubre, los avances que se produzcan. Igualmente se publicarán fotografías y vídeos del mundo submarino que rodea Menorca.

Noticia en Menorca Info el 30 de septiembre de 2010

<http://www.ba.ieo.es/es/multimedia/el-cob-en-la-prensa-digital/578-el-proyecto-indemares-canal-de-menorca-en-menorca-info>

## Ya está en marcha *Liropus*, el submarino científico no tripulado (ROV)



g+ 1

Me gusta 0

Tweet 0

**El Secretario de Estado de Investigación, Felipe Pétriz, y el director del Instituto Español de Oceanografía (IEO), Eduardo Balguerías, han presentado hoy en el puerto de Vigo *Liropus*, el nuevo vehículo submarino no tripulado (ROV). El aparato científico ha costado cerca de un millón y medio de euros y supone una herramienta de enorme importancia para conocer mejor los mares.**

IEO | 03 diciembre 2010 14:31



El robot permitirá el estudio de ecosistemas profundos. Foto: IEO

El Instituto Español de Oceanografía (IEO) ha presentado hoy un nuevo equipo de investigación marina: un submarino no tripulado (ROV) capaz de operar hasta más de 2.000 metros de profundidad. Felipe Pétriz, secretario de Estado de Investigación, y Eduardo Balguerías, director del IEO lo han presentado en el puerto de Vigo. Desde el buque oceanográfico del CSIC *Sarmiento de Gamboa*, los asistentes presenciaron una inmersión del nuevo submarino.

"Las sociedades avanzadas se enfrentan a grandes retos, como la conservación de la biodiversidad o el cambio climático, que sólo tienen respuesta desde la ciencia. Este robot que hoy se presenta es una herramienta de enorme importancia para conocer mejor nuestros mares y poder tomar las decisiones adecuadas para conservarlos mejor y no echar a perder esa fuente de riqueza", aseguró durante la presentación el secretario de Estado de Investigación, Felipe Pétriz.

El director del IEO Eduardo Balguerías señaló que el ROV facilitará la investigación de los grandes fondos marinos por medios no invasivos que permiten la observación directa de los hábitats y de las comunidades biológicas en su estado natural, apreciando su estructuración y sus características ecológicas fundamentales, sin producir impactos en los mismos.

*Liropus* ha sido configurado a medida, según los requerimientos del IEO, para realizar tareas de observación y recogida de muestras y datos hasta una profundidad de 2.000 metros, aunque el sistema tenga, debidamente adaptado, capacidad para trabajar hasta 3.000 metros de profundidad.

Se trata del modelo ROV SUPER MOHAWK II, uno de los ROV del fabricante Sub-Atlantic más vendidos hasta la fecha con 22 unidades de este tipo operando actualmente en todo el mundo. Este ROV, que cuenta con 6 motores, combina una gran potencia y una gran capacidad de carga que le permite llevar, además de seis tipos de cámaras, instrumentos de medición y toma de muestras.

*Liropus* ha supuesto una inversión de 1.450.000 euros, financiado al 70 por ciento con fondos FEDER y el 30 por ciento restante con presupuesto del IEO. El ROV desarrollará sus primeras inmersiones a bordo del buque oceanográfico *Sarmiento de Gamboa*, del CSIC, y también en los nuevos buques del IEO en construcción, *Ramón Margalef* y *Ángeles Alvariño*, previsiblemente, a principios de año llegue al Centro Oceanográfico de Santander del IEO donde tendrá su sede.

Sobre su utilidad Pétriz comenta que: "el conocimiento que obtienen los científicos debe buscar en la medida de lo posible un valor social. Los trabajos que se realizarán con este robot van a ser un ejemplo. Para fomentar este principio, desde el Gobierno debemos apoyar a los investigadores que obtengan mejores resultados y facilitar que esos resultados lleguen a la sociedad y al tejido productivo. Ese es uno de los objetivos principales de la futura Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación".

Con *Liropus* el IEO realiza una importante aportación a la capacidad oceanográfica de la Unión Europea. Este nuevo vehículo submarino es la contribución española a una flota de 44 sistemas de similares características con los que ya cuentan los países miembros. Sin embargo, de esta flota sólo 11 sumergibles no tripulados pueden operar a una profundidad igual o superior a la que la que alcanza el ROV del IEO, y sólo Noruega, Reino Unido, Alemania, Portugal y Francia cuentan con sistemas capaces de operar a mayores profundidades.

#### **Un aporte importante a INDEMARES**

El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino está comprometido a presentar la propuesta de Red de AMPs del Estado Español para lo cual ha puesto en marcha un ambicioso proyecto en el que están involucrados el IEO, el CSIC y varias universidades. Este proyecto, denominado INDEMARES y coordinado por la Fundación Biodiversidad, tiene como objetivo el estudio de diez ecosistemas marinos que potencialmente pueden ser candidatos a formar parte de esta red. Algunos de estos ecosistemas son extraordinariamente complejos y profundos, como el cañón de Avilés, el banco de Galicia, los volcanes submarinos del golfo de Cádiz o algunas montañas submarinas de las islas Canarias.

A la hora de cumplir con este compromiso y acometer los estudios propuestos en INDEMARES el nuevo ROV LIROPUS2000 jugará un papel fundamental al permitir obtener la información necesaria para completar los requerimientos exigidos por las directivas de la Comisión OSPAR y la Directiva Hábitats del Consejo Europeo 92/43/CEE.

#### **Graba, mide y recoge muestras**

En una actividad de índole oceanográfica, la captación de imágenes, y su grabación, requieren una calidad y nitidez excepcional. Por ello se ha cuidado mucho este aspecto dotando al sistema con un potente sistema de iluminación de 17.000 lumens de potencia (17 veces más que una bombilla de 100 vatios), y cámaras de elevadas prestaciones, una de ellas de alta definición (formato HD) y otra de muy baja luminosidad.

En cuanto a la instrumentación oceanográfica, el *Liropus* cuenta con dos equipos CTD para medir temperatura, presión y salinidad así como con un correntímetro de efecto doppler para estudiar las corrientes a las profundidades donde opere. El bastidor está diseñado para instalar además hasta 20 kilogramos de cualquier otra instrumentación científica que se requiera.

Para la toma de muestras cuenta con dos brazos manipuladores hidráulicos de precisión para la recogida de elementos sólidos y un sistema de succión para muestras líquidas y gaseosas.

Noticia aparecida en SINC, ABC y El País el 03 de diciembre de 2010.

<http://www.agenciasinc.es/Noticias/Ya-esta-en-marcha-Liropus-el-submarino-científico-no-tripulado-ROV>

<http://www.abc.es/agencias/noticia.asp?noticia=613609>

[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2010/12/07/actualidad/1291676408\\_850215.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2010/12/07/actualidad/1291676408_850215.html)

<http://www.ba.ieo.es/es/liropus-el-nuevo-rov-del-ieo>

# MENORCA.info

ÚLTIMO MINUTO

| 12:50

Marcador: Benidorm CF 1 - Sporting 1/ San Rafael 2 - Ferreries 1 / Norteño 0 - Peña Deportiva 3

## Los pescadores de Baleares, a favor de la protección del canal de Menorca



Hábitats. En el fondo del Canal de Menorca se han descubierto reservas de organismos coralígenos - Archivo

La Federación balear de cofradías de pescadores apuesta por la protección del canal de Menorca y se muestra totalmente a favor de restringir la actividad pesquera, tal y como contempla el Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. Así lo ha hecho saber a los

responsables autonómicos de pesca, "siempre y cuanto la decisión cuente con el consenso de los agentes implicados", han apuntado al respecto.

El organismo, que agrupa las 16 cofradías de pescadores de las Islas, confía en que la Administración Autonómica, mediante la Dirección general de Pesca, cuente con las sensibilidades del sector pesquero a la hora de negociar las condiciones del área marina protegida en el corredor de Menorca.

Así, la Federación se muestra completamente a favor de la protección de la zona "según los acuerdos a los que se lleguen con la Administración", al tiempo que considera "imprescindible conocer y valorar el impacto socio-económico que tendrá esta medida para el colectivo que representa.

La directora general de Pesca, Patricia Arbona, ha incidido ante el sector en que los resultados de varios estudios de hábitats y biodiversidad de la zona han constatado la extraordinaria riqueza de este fondo marino, en el que se han descubierto reservas de organismos coralígenos, con un buen grado de conservación.

La entidad presidida por Joan Cànaves ha acordado en una reciente reunión apoyar la protección de esta zona. Sin embargo, ante la inminente activación de este asunto por parte de la Dirección general de Pesca del Govern Balear, "la Federación cree imprescindible que todas las pasos que se den en este sentido deben ser conocidas por el sector, que en todo momento ha brindado su colaboración a los responsables autonómicos".

"La Federación siempre ha mantenido que la creación de una área protegida es perfectamente compatible con la actividad pesquera puesto que 'proteger' no significa 'prohibir' sino 'regular usos', pero también cree que el proceso se debe hacer paso a paso y sin caer en la precipitación", añaden en un comunicado emitido hoy.

En este sentido, este organismo solicita que antes de desarrollar lo proyecto "se ha de haber realizado un protocolo de tramitación en el cual se determine la zonificación exacta del área, así como los usos de estas parcelas para conocer así los grados de actividad pesquera que se podrán realizar en estas zonas".

En todo caso, las cofradías consideran "de enorme complejidad la creación de polígonos zonales para la actividad de las embarcaciones de arrastre, con canales de tránsito poco útiles para esta actividad, por el que ven necesario un replanteamiento de las medidas de actuación".

La Federación mantiene que la explotación sostenible de los recursos marinos que realiza la flota balear (embarcaciones de Pollença, Alcúdia, Cala Manada y Ciutadella) ha permitido mantener en un perfecto estado de conservación el fondo marino del Canal de Menorca, tal y como han puesto de manifiesto recientes estudios científicos llevados a cabo por el centro Oceanográfico de Baleares, el Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Ambientales y técnicos de la Secretaría General del Mar, enmarcados dentro el proyecto Indemares que impulsa el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Este proyecto, que puede acabar convirtiendo el canal de Menorca en área protegida por la Red Natura 2000 Marina junto con otras nueve zonas del Estado, se inició a comienzos de 2009 y tiene previsto finalizar el 31 de diciembre de 2013.

Noticia aparecida en Menorca Info el 18 de abril de 2011

<http://www.ba.ieo.es/es/multimedia/el-cob-en-la-prensa-digital/743-la-federacion-balear-de-cofradias-de-pescadores-se-muestra-a-favor-de-la-proteccion-del-canal-de-menorca>

## Urge proteger el mar

Los oceanógrafos investigan contrarreloj en las diez áreas marinas españolas con más biodiversidad. La Red de Reservas Marinas debe estar lista en 2012

15/04/2011

En lo que se refiere a protección de la biodiversidad, una de las principales asignaturas pendientes sigue siendo la vida marina. Sobre todo para España. Oceanógrafos e investigadores marinos de múltiples disciplinas e instituciones trabajan contrarreloj desde hace meses en diez zonas en aguas españolas, para convertirlas en áreas marinas protegidas. Hay prisa. La Directiva Marco de Estrategia Marina europea obliga a crear una red de estas áreas antes de 2012.

En España, la única reserva exclusivamente marina -sin ninguna zona de costa- hasta el momento es El Cachucho, un macizo tan grande como los Picos de Europa que emerge desde 4.500 metros de profundidad en el mar Cantábrico, a sólo 65 kilómetros de la costa. Desde la primera exploración de El Cachucho con un submarino robótico, en 2002, los investigadores se llevaron una sorpresa: corales en abanico de más de un metro de altura desconocidos en la zona; esponjas muy longevas, extraños crustáceos. Una sorprendente explosión de biodiversidad. "Nunca habíamos visto algo así", dice Francisco Sánchez, del Instituto Español de Oceanografía (IEO) y coordinador de un equipo multidisciplinar que está ahora en la fase de describir decenas de posibles nuevas especies para la ciencia. "Y hemos visto sólo la punta del iceberg". Su trabajo en El Cachucho ha obtenido recientemente el premio de Conservación de la Biodiversidad de la Fundación BBVA, uno de los más importantes en el área.

Pero las ganas de seguir explorando El Cachucho se han tenido que quedar aparcadas. Urge más concentrarse en obtener al menos una primera descripción de lo que hay en las otras diez áreas para la futura red de reservas marinas, preseleccionadas porque se cree que poseen una gran biodiversidad. [Están en el Atlántico -Cañón de Avilés, Banco de Galicia, Chimeneas de Cádiz-](#) [; en el Mediterráneo -Seco de los Olivos, Isla de Alborán, Delta del Ebro-Columbretes, Cañón de Creus, Canal de Menorca-](#) [; y en la Macaronesia -Banco de la Concepción y Sur de Fuerteventura-](#). Cubren en total unas 2,5 millones de hectáreas.

Participan en la investigación de estas áreas grupos del IEO, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, la Secretaría General del Mar y varias organizaciones no gubernamentales, como OCEANA, la Sociedad para el Estudio de los Cetáceos en el Archipiélago Canario, SEO/BirdLife y WWF España. El trabajo constituye el proyecto Indemares, coordinado por la Fundación Biodiversidad y con una financiación de 15,4 millones de euros para cinco años hasta 2009 -que cubre la Comisión Europea en un 50%-.

Los resultados preliminares indican que las áreas elegidas cumplen las expectativas. El informe presentado recientemente por OCEANA, a cargo del proyecto en Canarias, incluía unas 500 especies marinas diferentes, como el pez armado, algunos corales negros y la ostra gigante.

Se estima que "para garantizar un mínimo la conservación de la biodiversidad y el sostenimiento de las actividades pesqueras sería necesario proteger un 20% de las aguas sobre las plataformas continentales [las zonas de hasta unos cientos de metros de profundidad sobre la que se han concentrado hasta ahora la mayor parte de las actividades humanas]", explica Sánchez. España está muy lejos de ese porcentaje. "Con respecto a los países del Norte de Europa España se encuentra bastante atrasada en lo que respecta a la creación de Áreas Marinas Protegidas". Y eso que España tiene más diversidad de ecosistemas marinos que cualquier otra nación Europea.

Sánchez recuerda que la creación de reservas no implica la prohibición total de la pesca en la zona. "Se trata de gestionar los recursos teniendo en cuenta su sostenibilidad. Los pescadores también salen favorecidos, porque las regiones que se protegen suelen ser criaderos y zonas de guardería que permiten mantener las poblaciones".

Noticia aparecida en El País el 15 de abril de 2011

[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2011/04/15/actualidad/1302818420\\_850215.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2011/04/15/actualidad/1302818420_850215.html)

**Mallorca****TRINEO**

**MORANTA A BORDO DEL BUQUE MIGUEL OLIVER** ► El investigador del Centre Oceanogràfic de les Balears explica la utilidad del trineo suprabentónico, un aparato que se utilizará para el muestreo de organismos que habitan en la primera capa del fondo marino. El experto hizo un recorrido por el buque antes de zarpar hacia las aguas del canal de Menorca, una campaña iniciada el pasado lunes y que se prolongará durante tres semanas durante las cuales se estudiará la biodiversidad del corredor marino.

**OCEANOGRÁFIA****24 días en alta mar**

Un equipo de 25 investigadores navegan a bordo del buque oceanográfico 'Miguel Oliver' para analizar la biodiversidad y el estado de conservación del canal de Menorca, candidato a formar parte de las Áreas Marinas Protegidas de la Red Natura 2000

Rosa Ferriol  
PALMA



**Con la investigación a bordo del buque, los expertos esperan llegar a las 700 especies contabilizadas**

■ Obtener una radiografía del fondo marino del canal de Menorca es el fin que lleva a 25 investigadores a estar 24 días en alta mar analizando el corredor que separa las dos islas. Diferentes hábitats y especies, algunas de ellas como los bosques de laminarias (conocidos como herbacol) y los fondos de Maestrí (omagrana) con especial interés para su conservación y protegidas a nivel europeo, nacional y regional, y otras como la langosta roja, los pulpos, los salmónetes, los cabrachos y el mero convierten el canal de Menorca en una zona de alta diversidad. Ello se debe a su posición geográfica en la región central del Mediterráneo occidental y a las peculiares características oceanográficas y de aguas transparentes, que permiten la penetración de luz hasta los 90 metros y la presencia de algas hasta esta profundidad.

El investigador del Instituto Español de Oceanografía en el Centro Oceanográfico de las Baleares y coordinador científico de la Estación de Investigación Jaume Ferrer de La Mola en Menorca, Joan Moranta, dirige esta campaña de investigación, que tiene como objetivo estudiar la biodiversidad del canal de Menorca, una de las diez zonas candidatas a convertirse en nuevas Áreas Marinas Protegidas. Moranta, otros 17 expertos y 6 estudiantes en prácticas zarparon el lunes a bordo del buque oceanográfico *Miguel Oliver*, para explorar durante tres semanas el canal que enlaza las dos islas. Se trata de un barco de investigación oceanográfica de la Secretaría General del Mar del ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino,

que entró en servicio en 2007. En una visita guiada por el *Miguel Oliver* se pudo comprobar que se trata de un buque multidisciplinar, con un equipamiento tecnológico puntero, ya que dispone de tres radares, tres ecosondas y seis laboratorios, además de un sofisticado sistema de posicionamiento y navegación, así como sistemas acústicos destinados a la prospección geológica y la detección de bancos de pesca. De hecho, está calificado como un buque ecológico y silencioso, reconocido a nivel internacional para la investigación pesquera y oceanográfica. Su equipamiento, tanto para la navegación como para la investigación marina, es de última generación.

De los 25 investigadores embarcados en el *Miguel Oliver*, ocho proceden del Centro Oceanográfico de las Baleares, mientras que el resto de participantes son de otros centros del Instituto Español de Oceanografía, del CSIC, de Tragsat, de la Dirección General de Universidades, Investigación y

Transferencia del conocimiento del Govern y de las universidades de Santiago y Girona, además de estudiantes de la UIB, de la Universidad de Barcelona y de la Autónoma de Madrid. Todos ellos trabajan en una campaña desarrollada en el marco del proyecto LIFE+ INDEMARES, coordinado por la Fundación Biodiversidad, que pretende inventariar y designar estas Áreas Marinas Protegidas que formarán parte de la Red Natura 2000.

En estos momentos, el equipo de especialistas surcan las aguas del canal de Menorca, un corredor marino de 36 kilómetros de amplitud (desde Cala Rajada a Cap d'Artrutx), situado entre las dos islas y que posee fondos de plataforma costera, es decir, de escasos 10 metros de profundidad, de naturaleza mixta, bien conservados, de extraordinario valor ecológico y elevada productividad.

Durante tres semanas, se complementarán las cartografías del área de estudio, obteniendo planos

topográficos y geológicos de gran detalle, además se continuarán los estudios sobre la diversidad y el cartografiado de los diferentes ecosistemas que aparecen en esta zona, se evaluará su estado de conservación y el impacto de las actividades antrópicas como la pesca.

**Tres fases**

Joan Moranta detalló que la campaña por las aguas del canal de Menorca se divide en tres fases. Una primera parte comprende actuaciones que consisten en recoger imágenes y muestras con el robot ROV, un aparato equipado con dos cámaras, un brazo extensible y un sistema acústico de posicionamiento marino, que permite un estudio más detallado del fondo del mar. En el marco de esta misma fase, durante las noches de navegación, se recogerán datos geológicos. El investigador puntualizó que el buque oceanográfico dispone de ecosondas acústicas, que permiten realizar una batimetría detallada del fondo marino y conocer el relieve del mismo y el tipo de fondo.

Una segunda fase de la campaña consiste en obtener datos y muestras de la columna de agua, para conocer más a fondo las corrientes del canal de Menorca, además de profundizar en las características del agua del mar como la temperatura, la salinidad y la clorofila. El tercer y último paso, explicó Moranta, es el estudio biológico que permitirá inventariar los organismos que habitan en este corredor marino. El investigador detalló que, de momento, ya tienen contabilizadas más de 560 especies de otro estudio previo, realizado por el Instituto Español de Oceanografía y el Govern. Sin embargo,



## LOS INVESTIGADORES

**A BORDO DEL BARCO** ► Joan Moranta dirige el equipo formado por 25 investigadores que participan en esta campaña desarrollada en aguas del canal de Menorca. En la imagen, Moranta, Araceli Muñoz, Beatriz Guijarro, Carlos Domínguez y Gavin Newman, el lunes horas antes de la salida del buque.

con la investigación a bordo del buque *Miguel Oliver* esperan ampliar este estudio y llegar a las 700 especies, ya que en esta ocasión cuentan con sistemas de muestreo antes no utilizados. "Y es que este barco es de última generación y permite desarrollar una campaña multidisciplinar, utilizando muchos equipos de muestreo simultáneamente", remarcó Moranta.

Además del vehículo operado en remoto ROV, los expertos cuentan con dragas para recoger sedimentos. Según detalló se cogen muestras de arena que luego se filtran para separar los organismos que habitan en ella. Otro de los tantos aparatos utilizados en la in-

vestigación es el trineo suprabentónico, un aparato que se utiliza para el muestreo de organismos que viven en la primera capa de la columna de agua sobre el fondo marino. Moranta explicó que otro trineo que se utiliza en la campaña es arrastrado por el barco por el fondo y toma fotografías y videos.

### Radiografía del fondo

En una primera radiografía del corredor marino, se detectan importantes comunidades biológicas. Así, en las áreas costeras dominan las praderas de Posidonia oceanica, que ocupan grandes extensiones del lecho. Desde el proyecto INDEMARES, se resalta que

estas praderas junto a los fondos de Mäerl (formaciones constituidas por la acumulación de algas rojas calcáreas) conforman áreas de trascendental importancia para las pesquerías del archipiélago ya que proporcionan zonas de cría. Entre los 30 y 40 metros de profundidad, habitan una gran variedad de especies vegetales y animales de gran interés conservacionista, como el coral rojo. A mayor profundidad se localizan densas poblaciones de algas pardas. El canal de Menorca también es rico en especies de interés pesquero como los pulpos, los salmónetes, los cabrachos o el merlu, sin olvidar la preciada langosta



## LAS ESPECIES

**ESTRELLAS** ► Estas estrellas corresponden a fotografías tomadas con el trineo y son especies que reposan en los fondos marinos del corredor del canal de Menorca. Los expertos esperan en esta campaña contabilizar unas 700 especies.



## EL BUQUE

**'MIGUEL OLIVER'** ► Se trata de un buque de investigación oceanográfica de la Secretaría General del Mar. Es un barco multidisciplinar con un equipamiento tecnológico puntero. El buque amarrado el lunes en el Dique del oeste.

var el fondo marino. Entre estas medidas, puso como ejemplo el experto, se encuentra la regulación de ciertos tipos de pesca.

La riqueza, la productividad y diversidad del fondo marino que transcurre entre las dos islas, llevan al canal de Menorca a situarse en el *top ten* de las zonas candidatas a formar parte de las Áreas Marinas Protegidas de la Red Natura 2000, cuyo objetivo es contribuir a la protección y uso sostenible de la biodiversidad en los mares españoles mediante la identificación de espacios de valor para la Red Natura 2000. "El corredor de Menorca será una de estas áreas", remarcó el experto.

Noticia aparecida en Diario de mallorca el 20 de agosto de 2011

<http://www.ba.ieo.es/es/multimedia/el-cob-en-la-prensa/829-la-campana-oceanografica-indemares-canal-0811-en-el-diario-de-mallorca>

## industrias pesqueras.com

ÚLTIMA HORA

### El IEO estudia la biodiversidad del Canal de Menorca

IP - 24 de agosto de 2011

Investigadores y técnicos del Centro Oceanográfico de Baleares del Instituto Español de Oceanografía (IEO), han partido del puerto de Palma, a bordo del buque oceanográfico Miguel Oliver, para estudiar la biodiversidad de una de las diez candidatas españolas a convertirse en nuevas Áreas Marinas Protegidas: el canal de Menorca. A los ocho investigadores del COB se unen otros expertos del IEO en Madrid, el CSIC, TRAGSATEC, la Direcció General d'Universitats, Recerca i Transferència del Coneixement del Govern de les Illes Balears, las universidades de Santiago de Compostela y Girona, así como estudiantes en prácticas de las universidades de las Islas Baleares, Girona, Barcelona y Autónoma de Madrid, hasta completar un total de 25 participantes.

Durante tres semanas, se completarán las cartografías del área de estudio, obteniendo planos topográficos y geológicos de gran detalle, se continuarán los estudios sobre la diversidad y el cartografiado de los diferentes ecosistemas que aparecen en esta zona, se evaluará su estado de conservación, así como el impacto de las actividades antrópicas, explica el Instituto Español de Oceanografía.

La información obtenida en la campaña, que dirige Joan Moranta, investigador del Centro Oceanográfico de Baleares y coordinador científico de la Estación de Investigación Jaume Ferrer de la Mola de Menorca, complementará y ampliará la información obtenida en campañas anteriores, desarrolladas en el marco de un convenio entre el Govern de les Illes Balears y el IEO.

El canal de Menorca es sólo una de las diez áreas de la zona económica exclusiva del Estado Español objeto del proyecto INDEMARES, cuya finalidad es inventariar y designar las Áreas Marinas Protegidas que formarán parte de la Red Natura 2000.

El proyecto está coordinado por la Fundación Biodiversidad, tiene un enfoque participativo e integra el trabajo de instituciones de referencia en el ámbito de la gestión, la investigación y la conservación del medio marino: el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Medio Marino (a través de la Secretaría General del Mar), el Instituto Español de Oceanografía, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, ALNITAK, la Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos, OCEANA, la Sociedad para el Estudio de los Cetáceos en el Archipiélago Canario, SEO BirdLife y WWF España.

Noticia aparecida en Industrias pesqueras el 24 de agosto de 2011

[http://www.industriaspesqueras.com/noticias/latest\\_news/16514/el\\_ieo\\_estudia\\_la\\_biodiversidad\\_del\\_canal\\_de\\_menorca.html](http://www.industriaspesqueras.com/noticias/latest_news/16514/el_ieo_estudia_la_biodiversidad_del_canal_de_menorca.html)

H.M.

El buque oceanográfico Miguel Oliver amarró ayer en Maó para recoger nuevos tripulantes para la expedición que realiza en el Canal de Menorca, desde el 22 de agosto y hasta el próximo día 14.

Dichos tripulantes son científicos, biólogos concretamente, que estudian el estado de la biodiversidad y los ecosistemas de la zona, con el objetivo de evaluar su estado y proponer posibles medidas de gestión para su conservación.

«Hay hábitats impresionantes y en muy buen estado», explica el investigador del Centro Oceanográfico de Baleares, Joan Moranta. Aunque aún no puede adelantar conclusiones, sí que asegura que hay «corales, bosques de algas longevas» que pueden tener 60 años y extensiones muy grandes de fons de magraner, una especie de alga protegida a nivel europeo y nacional.

Para la expedición, primero se hizo un estudio fotográfico del fondo con un robot submarino, luego se analizaron las corrientes marinas y ahora se recogen muestras de hábitats y especies. El obje-



*Araceli Muñoz, Crisanto Devesa y Joan Moranta, dentro del buque, dotado de radares, ecosondas y laboratorios.* ■ Foto: S.C.

## El Canal de Menorca, bajo el ojo de los científicos

dos islas sureñas -sobre todo a Formentera- en la meca de las dos ruedas.

Sin embargo, el aumento del 173,7% de ciclomotores matriculados en Menorca en agosto, respecto al mismo mes de 2010, supone casi el triple de trámites que hace un año e indica una nueva tendencia de auge en lo que se refiere a vehículos de dos ruedas de hasta 50 cc. Mallorca, por contra, matriculó un 35,8% menos de ciclomotores en agosto de este año y, según los datos de la Dirección General de Tráfico, la mayor de las islas sigue una tendencia negativa desde que empezó 2011, con un descenso de matrículas de ciclomotores cada mes.

Respecto a los datos acumulados en lo que llevamos de año, Menorca parece recuperarse respecto a la caída de los últimos veranos. Así, de enero a agosto se matricularon 2.509 vehículos (862 de los cuales en mayo, el mes de más trámites de todo el año), frente a los 2.284 que se matricularon en los ocho primeros meses de 2010.

Noticia aparecida en Ultima Hora Menorca el 11 de septiembre de 2011

<http://www.ba.ieo.es/es/multimedia/el-cob-en-la-prensa/836-la-campana-indemares-canal0811-en-ultima-hora-menorca>

Domingo, 30 de octubre de 2011

DOMINICAL

XVII

**DOM+**  
LOS DOMINGOS MÁS INFORMACIÓN

**HISTORIAS**  
**Santa Catalina**  
Propietarios de distintos puestos relatan cómo era y cómo es el popular mercado.  
■ PÁGINA 19

- 7.30 horas  
Comienza el día

La jornada empieza como cada día navegando en alta mar con el desayuno y la observación de las condiciones meteorológicas.



- 09.00-13.00 horas  
Trabajo a bordo

A lo largo del día se realiza un intercambio de información entre los científicos y el director de campaña en base al plan de trabajo establecido.



- 13.00-19.00 horas  
Comida y prospecciones

La jornada de trabajo se extiende durante toda un día de navegación, que alterna las prospecciones con los descansos para comer.



- De 19.00 a 22.00 horas  
Muestreo, cena y análisis

Con el último muestreo culmina la jornada antes de la cena, donde se comentan las incidencias y preparan los trabajos para la jornada siguiente.



# 24 HORAS en un buque oceanográfico

**El 'Miguel Oliver' ha concluido en otoño una campaña para analizar la biodiversidad y conservación del canal de Menorca en vistas a su catalogación como Área Marina Protegida de la Red Natura 2000**

Por GABRIEL ALOMAR

El canal de Menorca, por su valor medioambiental, es una zona candidata a formar parte de las Áreas Marinas Protegidas de la Red Natura 2000. Durante 24 días el buque oceanográfico *Miguel Oliver* ha explorado la zona con un equipo compuesto por 25 científicos del Instituto Español de Oceanografía (IEO) con el científico Joan Martínez como jefe de campaña.

Un trabajo que se ha realizado en tres fases: recogida de imágenes mediante un robot teleguiado, con dos cámaras y un brazo articulado; obtención de datos y muestreo de la columna de agua con datos sobre salinidad y temperatura; y estudio de los organismos vivos. Durante este tiempo se han realizado 26 inmersiones con 55 horas de grabación en vídeo; 43 estaciones para medir la temperatura y salinidad del agua y 18 horas de grabación para medir las corrientes. Se trata de una amplia zona con diversos hábitats y amplia diversidad de especies entre las que se cuentan la langosta, el pulpo, el mero o los sal-



El equipo científico de trabajo a bordo del buque oceanográfico 'Miguel Oliver'. FOTOS: GABRIEL ALOMAR / IEO.

monetes. Las estaciones de biología han sumado 56 patines de epibentos; 57 trineos de suprabentos; 60 drags de sedimento y otros 57 trineos para fotografiar los fondos. Por lo que concierne a los trabajos de geología, se han prospectado 790 kilómetros cuadrados y se han recorrido 3.910 millas para realizar los correspondientes trabajos de batimetría y estudios del substrato. Todo en un canal de 36 kilómetros de anchura, entre Cala Rajada y Cap d'Artrutx.

El buque *Miguel Oliver* pertenece a la Secretaría General del Mar del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. A bordo y con cuatro años de servicio, se percibe el grado de modernidad de sus sistemas técnicos. Con 70 metros de eslora y un equipamiento tecnológico puntero para la navegación y la investigación pesquera y oceanográfica, es el buque insignia del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación desde su entrada en servicio en 2007. Desde entonces ha participado en campañas en el Gran Sol, Sudamérica y las Malvinas.

Continúa en la página siguiente ►



▲ **El buque insignia.** El buque 'Miguel Oliver' está considerado como el insignia de la flota oceanográfica con sus 70 metros de eslora, desde su entrega en 2007 con los equipos más modernos en materia de ecosondas.



El jefe de campaña, Joan Moranta, junto al capitán Crisanto Devesa.



El buque 'Miguel Oliver' ha atracado en el Dique del Oeste de Palma, al principio y final de la campaña.

El jefe de campaña, Joan Moranta, ha indicado que «ha merecido la pena el esfuerzo y el trabajo que hemos hecho, con el claro objetivo de preservar lo que tenemos», refiriéndose a los trabajos realizados en el canal de Menorca, que calificó de «razonablemente positivo».

Como principales argumentos que justifican su protección y su inclusión en la Red Natura 2000 enumera «su diversidad biológica, el impacto de las pesquerías y los hábitats únicos de la zona, como son los fondos de Märl y coralígeno».

Durante tres semanas se han

#### -PRESERVACION

El objetivo de la campaña es preservar la biodiversidad del canal de Menorca en función de su posible protección institucional

completado las cartografías del área de estudio, obteniendo planos topográficos y geológicos de gran detalle, los estudios sobre la diversidad y el cartografiado de los diferentes ecosistemas que aparecen en esta zona. También se ha evaluado su conservación, así como el impacto de las actividades antrópicas.

#### Centro de Balears

Dentro del equipo de investigadores han participado ocho científicos y técnicos pertenecientes al Centro Oceanográfico de Baleares del Instituto Español

de Oceanografía, junto a otros investigadores del IEO de Madrid, TRAGSATEC, la Direcció General d'Universitats, Recerca i Transferència del Coneixement del Govern de les Illes Balears, las universidades de Santiago de Compostela y Girona, así como estudiantes universitarios en prácticas de la UIB, Barcelona, Girona, y Autónoma de Madrid, hasta 25 participantes. El proyecto está coordinado por la Fundación Biodiversidad e integra el trabajo de instituciones de referencia en el ámbito de la gestión, investigación y conservación del medio marino.



Instante en que es izada una red a bordo con material biológico.

Noticia aparecida en Ultima Hora el 30 de octubre de 2011

<http://www.ba.ieo.es/es/multimedia/el-cob-en-la-prensa/930-uh-mallorca-presenta-la-campana-indemares-canal>

# ELMUNDO.es | Accesible

elmundo  
Portada > Baleares

Zona de gran valor ecológico

## Radiografía marina del canal de Menorca

Hugo Sáenz @ 28-03-2012 17:02



**Palma.- Científicos del Instituto Oceanográfico definen las bases para la gestión y conservación de los fondos. Hay más de 600 especies.**

Científicos del Centro Oceanográfico de Baleares del Instituto Español de Oceanografía (IEO) y de la Estación de Investigación Jaume Ferrer, han publicado recientemente en la revista Biodiversity and Conservation un trabajo en el que presentan la **cartografía de los hábitats de la plataforma continental del canal de Menorca**, una de las zonas propuestas como Área Marina Protegida de la Red Natura 2000.

En él se definen las bases científicas que deben orientar la gestión y conservación de los fondos marinos de la plataforma continental del canal de Menorca. Esta zona ha sido identificada como espacio de gran valor ecológico para la Red Natura 2000, una red europea de áreas protegidas que asegura la conservación de las especies y los hábitats más amenazados de Europa.

El estudio se centra concretamente en los fondos blandos sedimentarios situados entre los 50 y 100 metros de profundidad del canal de Menorca. Los objetivos de investigación fueron la realización de una cartografía de los hábitats bentónicos, la elaboración de un inventario de especies y la descripción de los patrones que definen la distribución espacial de la diversidad. En el trabajo se aplicaron diferentes metodologías como métodos acústicos, adquisición de muestras biológicas y del sedimento, así como observaciones directas mediante vehículos submarinos no tripulados.

Los resultados evidencian la importancia del canal de Menorca como un espacio de elevada biodiversidad en el Mediterráneo Occidental. Se inventariaron 636 especies únicamente en los fondos blandos sedimentarios. La cartografía resultante muestra un mosaico de hábitats, donde dominan las algas calcáreas coralináceas o rodolitos, algas

rojas blandas como Osmundaria volubilis y diversas especies de Peyssonnelia.

Además, los resultados proporcionan información útil para la aplicación de directivas y reglamentos vigentes como la Directiva Hábitat, la Directiva del Agua, la Estrategia Marina o el Reglamento Pesquero del mar Mediterráneo.

El trabajo sugiere también que la **protección del canal de Menorca** no debe restringirse a los hábitats y las especies protegidas en la legislación europea y estatal, sino hábitats que actualmente no están protegidos, como los fondos de Osmundaria volubilis y lechos de Peyssonnelia, debido a su interés ecológico y su contribución a la biodiversidad de los fondos de la plataforma en el mar Mediterráneo.

El trabajo de campo, cofinanciado por la fundación Mar Viva ([www.marviva.org](http://www.marviva.org)), se desarrolló durante febrero y marzo de 2009 a bordo del buque oceanográfico «MarVivaMed» en una campaña de investigación oceanográfica en la que participaron científicos de diversas instituciones.

El estudio se enmarca en dos proyectos de investigación: el proyecto CANAL "Caracterización del ecosistema demersal y bentónico del canal de Menorca (Islas Baleares) y su explotación pesquera", cofinanciado por el Govern de les Illes Balears, y el proyecto Life+ INDEMARES «Inventario y designación de la Red Natura 2000 en áreas marinas del Estado español» ([www.indemares.es](http://www.indemares.es)) cofinanciado por la Unión Europea.

Noticia aparecida en El Mundo el 28 de marzo de 2012

<http://www.elmundo.es/elmundo/2012/03/28/baleares/1332946945.html>

## Otras noticias aparecidas en la Web

Definen las bases científicas para la gestión y conservación de los fondos marinos del canal de Menorca. <http://www.campusdelmar.es/es/noticias/definen-bases-cientificas-gestion-conservacion-fondos-marinos-canal-menorca>.

El IEO estudiará la biodiversidad del canal de Menorca y su estado de conservación.  
[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/2011/08/22/202712.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/2011/08/22/202712.php).

<http://lascienciasdelmar.blogspot.com.es/2011/08/el-ieu-estudiara-la-biodiversidad-del.html>.

Investigadores del Instituto Español de Oceanografía estudiarán la biodiversidad del Canal de Menorca y su estado de conservación.

[http://www.rednatura2000.info/index.php?option=com\\_content&view=article&id=776:investigadores-del-instituto-espanol-de-oceanografia-estudiaran-la-biodiversidad-del-canal-de-menorca-y-su-estado-de-conservacion-&catid=32:mar-y-costa&Itemid=57](http://www.rednatura2000.info/index.php?option=com_content&view=article&id=776:investigadores-del-instituto-espanol-de-oceanografia-estudiaran-la-biodiversidad-del-canal-de-menorca-y-su-estado-de-conservacion-&catid=32:mar-y-costa&Itemid=57).

<http://www.masmar.net/esl/Pesca/M%C3%A1s-Pesca/Investigadores-del-Instituto-Espa%C3%B1ol-de-Oceanograf%C3%A1A-estudiar%C3%A1n-la-biodiversidad-del-canal-de-Menorca-y-su-estado-de-conservaci%C3%B3n>.

[http://www.reparacionbarcos.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=868:investigadores-del-ieu-estudiaran-biodiversidad-del-canal-menorca-y-su-estado-conservacion&catid=1:noticias&Itemid=9](http://www.reparacionbarcos.com/index.php?option=com_content&view=article&id=868:investigadores-del-ieu-estudiaran-biodiversidad-del-canal-menorca-y-su-estado-conservacion&catid=1:noticias&Itemid=9).

El IEO realizará nuevos estudios en el Canal de Menorca. <http://www.bajoelagua.com/mundo-submarino/noticias/2011-08-23/realizara-nuevos-estudios-canal-menorca-0902.html>.

Identifican 636 especies en los fondos marinos del canal de Menorca.

<http://simacaribe.blogspot.com.es/2012/04/identifican-636-especies-en-los-fondos.html>.

Estudiaran la biodiversitat i conservació del canal de Menorca.

<http://www.revistaentorn.com/infos/view/597/4>.

O estudo IEO o canal biodiversidad e Menorca e estado de conservação.

<http://familia.elantivirus.com/noticias-do-mundo/o-estudo-ieu-o-canal-biodiversidade-menorca-e-estado-de-conservao.html>.

Management and Conservation of Menorca Channel in Western Mediterranean: More Than 600 Species Have Been Recorded Only On Soft Sedimentary Bottoms.

<http://www.sciencedaily.com/releases/2012/04/120410093312.htm>.

<http://lascienciasdelmar.blogspot.com.es/2011/08/el-ieu-estudiara-la-biodiversidad-del.html>.

## Noticias aparecidas en la Web del Centro Oceanográfico de Baleares

Reunión en Palma del proyecto INDEMARES-Canal de Menorca. <http://www.ba.ieo.es/es/noticias-eijf/531-reunion-proyecto-indemares-canal-de-menorca>.

El Centro Oceanográfico de Baleares estudia la biodiversidad del canal de Menorca y su estado de conservación. <http://www.ba.ieo.es/es/rokstories/827-el-centro-oceanografico-de-baleares-estudiara-la-biodiversidad-del-canal-de-menorca-y-su-estado-de-conservacion>.

Ya puedes seguir el blog de la campaña INDEMARES-CANAL 0811.

<http://www.ba.ieo.es/es/noticias/828-ya-puedes-seguir-el-blog-de-la-campana-indemares-canal-0811>.

Concluye con éxito la campaña INDEMARES CANAL. <http://www.ba.ieo.es/es/noticias/837-concluye-con-exito-la-campana-indemares-canal>.

El estudio de las corrientes marinas podría utilizarse como herramienta para predecir la distribución de determinados hábitats. <http://www.ba.ieo.es/es/rokstories/950-el-estudio-de-las-corrientes-marinas-podria-utilizarse-como-herramienta-para-predecir-la-distribucion-de-determinados-habitats>.

Definen las bases científicas para la gestión y conservación de los fondos marinos del canal de Menorca. <http://www.ba.ieo.es/es/noticias-eijf/973-definen-las-bases-cientificas-para-la-gestion-y-conservacion-de-los-fondos-marinos-del-canal-de-menorca>.

The biodiversity of the Menorca Channel. <http://www.ba.ieo.es/es/multimedia/el-cob-en-la-prensa-digital/1017-the-biodiversity-of-the-menorca-channel>.

Tertulia del equipo participante en la campaña INDEMARES-CANAL0811 en Balears fa Ciència. <http://www.ba.ieo.es/es/multimedia/recursos-multimedia/855-tertulia-del-equipo-participante-en-la-campana-indemares-canal0811-en-balears-fa-ciencia>.

El IEO estudió tres de los cuatro nuevos Lugares de Interés Comunitario (LIC) marinos sacados a participación pública. <http://www.ba.ieo.es/es/rokstories/1351-el-ieu-estudio-tres-de-los-cuatro-nuevos-lugares-de-interes-comunitario-lic-marinos-sacados-a-participacion-publica>.

## Notas de prensa del IEO

Se coordinan las investigaciones en el canal de Menorca para valorar su posible protección.  
[http://www.ieo.es/prensa/NP\\_030310\\_canalmenorca.pdf](http://www.ieo.es/prensa/NP_030310_canalmenorca.pdf).

Investigadores del Instituto Español de Oceanografía estudiarán la biodiversidad del canal de Menorca y su estado de conservación. [http://www.ieo.es/prensa/NP\\_20110822\\_indemarescanal.pdf](http://www.ieo.es/prensa/NP_20110822_indemarescanal.pdf)

Visita al buque Oceanográfico Miguel Oliver, de la SGM, en el puerto de Maó tras el estudio dirigido por el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en el canal de Menorca.  
[http://www.ieo.es/prensa/NP\\_060911ConvMahonMiguelOliver.pdf](http://www.ieo.es/prensa/NP_060911ConvMahonMiguelOliver.pdf).

Definen las bases científicas para la gestión y conservación de los fondos marinos del canal de Menorca. [http://www.ieo.es/prensa/NP\\_280312\\_canal.pdf](http://www.ieo.es/prensa/NP_280312_canal.pdf).

Researchers from the Spanish Institute of Oceanography (IEO) define the scientific basis for management and conservation of Menorca channel. [http://www.ieo.es/prensa/PR\\_280312\\_canal.pdf](http://www.ieo.es/prensa/PR_280312_canal.pdf).