

# Informe final de área de estudio Alborán

Línea estratégica: 4

Código de proyecto: 46P.PR9999

Programa: 4.6



INDEMARES



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

*fuam*  
Fundación de la  
Universidad Autónoma  
de Madrid



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE MADRID



**Proyecto LIFE+ INDEMARES**

Inventario y Designación de la Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español

21 de diciembre de 2012

Este informe sintetiza los resultados de los siguientes contratos de servicios:

**“IDENTIFICACIÓN PREVIA Y CLASIFICACIÓN DE HÁBITATS POR TELEDETECCIÓN MEDIANTE SÓNAR DE BARRIDO LATERAL EN EL ÁREA LIC DE ALBORÁN. ALMERÍA”**

Referencia: Secretaría General del Mar, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino  
**GEHYM, Geotecnia, Hidrogeología y Medio Ambiente, S. L.**

**“IDENTIFICACIÓN DE HÁBITATS MARINOS EN LOS LIC DE LA ISLA DE ALBORÁN Y LAS ISLAS COLUMBRETES Y SU ENTORNO MEDIANTE VIDEO REMOLCADO”**

Referencia: Fundación Biodiversidad, FB 03/2011  
**Juan Goutayer, Consultores**

**“REALIZACIÓN DE CAMPAÑAS OCEANOGRÁFICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS BIOCENOSIS DE LOS HÁBITATS ESENCIALES O VULNERABLES DE LA PLATAFORMA SUBMARINA DE LA ISLA DE ALBORÁN EN EL MARCO DEL PROYECTO LIFE+ INDEMARES”**

Referencia: Fundación Biodiversidad, FB 05/2011  
**Universidad de Málaga**

**“CARACTERIZACIÓN DE LAS BIOCENOSIS DE LOS HÁBITATS ESENCIALES O VULNERABLES DE LA PLATAFORMA SUBMARINA DE LA ISLA DE ALBORÁN EN EL MARCO DEL PROYECTO LIFE + INDEMARES”**

Referencia: Fundación Biodiversidad, FB 06/2011  
**Universidad Autónoma de Madrid**

**Versión actualizada y corregida de erratas, junio de 2013**

*Este informe puede citarse de la siguiente forma:*

Gofas, S., Goutayer, J., Luque, Á. A. y Salas C. (coordinadores) y equipo investigador INDEMARES-ALBORÁN. 2012. Informe final del área de estudio Alborán. Proyecto LIFE+ INDEMARES. Informe remitido a la Fundación Biodiversidad, Madrid; 276 pp., + anexos y mapas.

*Un capítulo de este informe puede citarse como:*

Maldonado, M. y Sitjá, C. 2012. Esponjas (Porifera). pp. 130-139, en: Gofas, S., Goutayer, J., Luque, Á. A. y Salas, C. (coordinadores) y equipo investigador INDEMARES-ALBORÁN. Informe final del área de estudio Alborán. Proyecto LIFE+ INDEMARES. Informe remitido a la Fundación Biodiversidad, Madrid.

**Foto de portada:** Extraplomo rocoso con coral rojo (*Corallium rubrum*), en la plataforma de Alborán (Foto: Proyecto INDEMARES ALBORÁN).

## ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	1
<b>1. Introducción</b> (Á. A. Luque y J. Templado) .....	3
<b>1.1. Localización del área de estudio</b> .....	6
<b>1.2. Información y proyectos previos a INDEMARES-Alborán</b> .....	6
1.2.1. Figuras de protección .....	6
1.2.2. Antecedentes .....	8
1.2.2.1. Geología y batimetría .....	8
1.2.2.2. Oceanografía .....	10
1.2.2.3. Características ecológicas: biodiversidad .....	11
<b>2. Características del área de estudio</b> (Á. A. Luque y J. Templado) .....	16
<b>2.1. Batimetría, geología, granulometría y dinámica sedimentaria</b> .....	16
2.1.1. Geología del banco de la isla de Alborán .....	20
2.1.1.1. Datos de sónar de barrido lateral .....	20
2.1.1.2. Análisis morfológico .....	23
<b>2.2. Oceanografía</b> .....	24
<b>2.3. Características ecológicas</b> .....	26
2.3.1. Biogeografía .....	26
2.3.2. Flora, fauna y comunidades bentónicas .....	28
<b>3. Resumen de los estudios realizados en el marco de INDEMARES</b> .....	31
<b>3.1. Sónar de barrido lateral y granulometría</b> (T. Sánchez-Horneros, M. A. Navarro, F. Martínez y L. Viñuales; editado por S. Gofas a partir del informe del contrato de servicios de GEHYM) .....	31
3.1.1. Adquisición de los sonogramas .....	31
3.1.2. Estudio de los sedimentos .....	34
3.1.3. Procesado de los datos .....	40
3.1.3.1. Sustrato rocoso .....	41
3.1.3.2. Bloques, gravas y arenas .....	43
3.1.3.3. Gravas .....	43
3.1.3.4. Concreciones .....	44
3.1.3.5. Arenas muy gruesas a gruesas .....	44
3.1.3. Conclusiones.....	45
<b>3.2. Vídeo remolcado</b> (J. Goutayer) .....	46
<b>3.3. Transectos de vídeo con ROV</b> (S. Gofas) .....	50
<b>3.4. Muestreos con draga y bou de varas</b> (S. Gofas) .....	73
<b>3.5. Estudio e identificación de especies de las muestras</b> (Á. A. Luque) .....	121
3.5.1. Separación y procesado de las muestras .....	121
3.5.2. Identificación de las especies .....	122



3.5.3. Estudio y análisis posterior .....	123
3.5.4. Especies identificadas .....	123
3.5.4.1. Algas (maërl) (E. Bañares, A. Moya y V. Freire) .....	124
3.5.4.2. Esponjas (Porifera) (M. Maldonado y C. Sitjà) .....	130
3.5.4.3. Cnidarios (Cnidaria) (P. López González y C. Megina) .....	139
3.5.4.4. Nemertinos (Nemertinea) (J. Junoy) .....	145
3.5.4.5. Anélidos Poliquetos (Annelida Polychaeta) (E. López, J. Moreira, J. M. Viéitez, M. Aguado, P. Álvarez, V. S. Brusa y A. Verdes) .....	147
3.5.4.6. Crustáceos Decápodos (Crustacea Decapoda) (J. E. García-Raso) .....	151
3.5.4.7. Crustáceos Filocáridos y Peracáridos (Isópodos) (J. Junoy y J. Moreira) .....	154
3.5.4.8. Moluscos (Mollusca) (C. Salas, S. Gofas, Á. A. Luque, M. Pola, V. S. Brusa, J. Urra y A. Verdes) .....	154
3.5.4.9. Braquiópodos (Brachiopoda) (Á. A. Luque, J. Templado y V. S. Brusa) .....	161
3.5.4.10. Equinodermos (Echinodermata) (M. E. Manjón y C. Salas) .....	163
3.5.5. Conclusiones .....	168
<b>4. Hábitats identificados y clasificación EUNIS (Á. A. Luque, S. Gofas, C. Salas, J. Moreira y J. Templado) .....</b>	<b>171</b>
<b>4.1. Comunidades de sustratos duros litorales .....</b>	<b>171</b>
<b>4.2. Comunidades de sustratos duros infralitorales .....</b>	<b>176</b>
<b>4.3. Comunidades de sustratos sedimentarios infralitorales .....</b>	<b>186</b>
<b>4.4. Comunidades de sustratos duros circalitorales.....</b>	<b>187</b>
<b>4.5. Comunidades de sustratos sedimentarios circalitorales .....</b>	<b>203</b>
<b>4.6. Parámetros de riqueza y estructura de las comunidades estudiadas .....</b>	<b>215</b>
<b>4.7. Conclusiones .....</b>	<b>216</b>
<b>5. Conclusiones y valoración de los resultados obtenidos. Criterios de designación     como área marina protegida (Á. A. Luque, S. Gofas, J. Templado y C. Salas) ....</b>	<b>217</b>
<b>5.1. Conclusiones y valoración de los resultados obtenidos.....</b>	<b>217</b>
<b>5.2. Criterios de designación como área marina protegida.....</b>	<b>219</b>
<b>6. Influencia humana en la zona (Á. A. Luque y J. Goutayer) .....</b>	<b>229</b>
<b>6.1. La pesca.....</b>	<b>229</b>
<b>6.2. Residuos sólidos.....</b>	<b>237</b>
<b>7. Propuestas de medidas de gestión (Á. A. Luque, S. Gofas, J. Templado, C. Salas) .</b>	<b>238</b>
<b>8. Cartografía y sistema de información geográfica (J. Goutayer y D. Goutayer) .....</b>	<b>241</b>
<b>9. Bibliografía .....</b>	<b>243</b>
<b>10. Publicaciones científicas y otros resultados .....</b>	<b>270</b>
<b>11. Equipo investigador .....</b>	<b>271</b>
<b>12. Agradecimientos.....</b>	<b>275</b>

## Resumen

El presente informe presenta los resultados de los cuatro contratos de servicios enmarcados en el proyecto LIFE+ INDEMARES que se indican en la contraportada. El objetivo común de todos ellos es caracterizar e identificar los principales hábitats y biocenosis de la extensa plataforma insular de la isla de Alborán, evaluar su estado de conservación y posibles amenazas, y proponer, sobre la base de la información obtenida, unas medidas de gestión que garanticen la conservación de la biodiversidad de esta zona, mediante la identificación de espacios valiosos para la Red Natura 2000 por su singularidad y representatividad. Los trabajos realizados abarcan un área de estudio de 27.534,6 ha, que comprende los fondos que rodean la isla de Alborán hasta la isóbata de 200 m.

El primero de los contratos tuvo como objeto la identificación y clasificación de hábitats previa por teledetección mediante sónar de barrido lateral en el área estudiada. El objetivo fue caracterizar los diferentes geohábitats existentes en la plataforma sumergida de la isla de Alborán, para lo que se realizó una malla con un total de 180 líneas de transecto, cubriendo en total unos 1.900 km lineales. Como resultado, se obtuvo un levantamiento cartográfico de la plataforma, caracterizando los diferentes fondos en función de su naturaleza sedimentológica y geológica y realizando planos que representan los distintos geohábitats detectados.

El segundo contrato desarrolló, basándose en la cartografía obtenida con sónar de barrido lateral, una serie de campañas para la obtención de imágenes de vídeo submarino remolcado en la zona de estudio, con el objetivo de visualizar los fondos presentes en el área de estudio y servir de apoyo a los trabajos para su caracterización y descripción detallada realizados por los equipos de la Universidad de Málaga y Autónoma de Madrid. Se realizaron un total de 166 filmaciones de vídeo por toda la plataforma de la isla de Alborán y su dorsal. Posteriormente, a cada punto de vídeo remolcado se le ha asignado uno de los hábitats identificados en la zona.

El tercer contrato corresponde a tres campañas oceanográficas. La primera se destinó a obtener información de vídeo submarino mediante ROV, y las otras dos fueron campañas de dragados para la toma de muestras del bentos. Estos datos sirvieron de base para la caracterización detallada de las biocenosis de los hábitats presentes en la plataforma de Alborán, con el fin de identificar posibles hábitats esenciales. En la primera de las campañas (septiembre de 2011) se efectuaron 9 transectos de ROV, que cubrieron de forma representativa los principales hábitats reconocidos con anterioridad en la plataforma, mediante un recorrido total de 15.026 m lineales y 19 horas de filmación. En dos campañas posteriores se tomaron 44 muestras (30 en septiembre de 2011 y 14 en julio de 2012) entre 25 y 200 m de profundidad, 28 de ellas con draga de roca y 16 con arte de bou de varas.

El cuarto y último contrato abordó la caracterización detallada de las biocenosis de los hábitats esenciales o vulnerables del área de estudio, recopilando en primer lugar la información previa existente, tras lo que se procedió a la identificación de las especies de los siguientes grupos dominantes o característicos de las comunidades bentónicas recogidos en las muestras e imágenes del proyecto anterior: esponjas, cnidarios, anélidos poliquetos, moluscos, crustáceos decápodos y equinodermos. Se han estudiado e identificado también las algas que forman parte de los rodolitos constituyentes de los fondos de "maërl", los nemertinos, los crustáceos filocáridos y peracáridos (isópodos) y los braquiópodos. Como resultado, se han identificado hasta el momento 17.099 ejemplares pertenecientes a 675 especies. Otras 15 especies no han aparecido en las muestras, pero se han identificado a través de las imágenes de vídeo obtenidas con el ROV, lo que eleva el número de especies identificadas hasta 690. Ello representa algo más del 48% de la riqueza específica total conocida hasta la fecha en la isla de Alborán para esos grupos (1.429 especies), lo que es de destacar, teniendo en cuenta que no se ha muestreado a profundidades inferiores a 25 m (pisos supralitoral, mesolitoral e infralitoral), en las que se concentra una buena parte de la diversidad bentónica, ni se han estudiado otras algas que las que constituyen los rodolitos de los fondos de "maërl".

Trece especies han resultado probablemente nuevas para la ciencia y se hallan en estudio, 10 representan nuevas citas para el mar Mediterráneo, y 193 se citan por primera vez en la plataforma de Alborán, lo que eleva el total de especies conocidas en la zona algo más de un 15%, hasta un total de 1.645. Eso representa algo más de la cuarta parte de la diversidad total del Mediterráneo en esos grupos (6.089 especies), lo cual es particularmente llamativo si

se tiene en cuenta que en los fondos de Alborán faltan algunas de las comunidades más diversas del Mediterráneo, como las praderas de fanerógamas.

Se han identificado un total de 14 comunidades bentónicas en la isla de Alborán y su plataforma (hasta 200 m), para todas las cuales se indica su posible correspondencia con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea del Plan de Acción para el Mediterráneo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE). Diez de ellas son de aguas someras (hasta unos 30 m), y se conocen relativamente bien por trabajos anteriores. Entre ellas, destaca la comunidad de algas laminariales, que es una comunidad singular y casi única en el Mediterráneo. El esfuerzo principal de este proyecto se ha centrado en la franja comprendida entre 40 y 200 m, donde se han identificado cuatro comunidades: roca circalitoral coralígena, roca profunda del borde de la plataforma, fondos de “maërl” y fondos de cascajo profundo del borde de plataforma. Todas ellas tienen una elevada diversidad.

Las once comunidades de fondos rocosos, tanto las de roca circalitoral coralígena y roca profunda del borde de la plataforma, como las de algas en fondos rocosos más someros, se consideran incluidas en el hábitat 1170 (Arrecifes) de la Directiva de Hábitats. Los fondos rocosos circalitorales coralígenos presentan agregados de colonias de cnidarios de diferentes especies, entre las cuales está el coral rojo (*Corallium rubrum*) y que se corresponderían con los llamados “jardines de corales” de la clasificación OSPAR para el Atlántico nororiental. En la roca profunda del borde de la plataforma de Alborán se han observado agregaciones de esponjas, que se consideran equivalentes a los llamados “jardines de esponjas” según OSPAR. La comunidad del “maërl” se considera también un hábitat de especial interés para la conservación, estando protegido por legislación pesquera española y comunitaria. Finalmente, la comunidad de cascajo biógeno profundo de borde de plataforma, escasamente representada en el Mediterráneo, y que aparece a partir de 100 m y hasta más allá de los 200 m de profundidad, ha resultado ser extremadamente valiosa no sólo por su gran riqueza en especies, sino también porque en dichos fondos se han identificado la mayoría de las especies raras, entre las cuales hay algunas posiblemente nuevas. Asimismo, el cascajo biógeno profundo ha resultado ser el hábitat de algunas de las especies vulnerables como el gasterópodo *Schilderia achatidea*, por lo que se considera igualmente un hábitat esencial para esta especie y por tanto de especial interés para la conservación.

El conjunto de las especies y comunidades representadas en la plataforma de la isla de Alborán delimitada por la isóbata de 200 m, convierten esta zona en un auténtico punto caliente (“hotspot”) de biodiversidad dentro del punto caliente que representa globalmente el Mediterráneo. La zona tiene una elevada diversidad, y reúne otros criterios (singularidad, presencia de especies endémicas o de distribución restringida, presencia de especies esenciales para el mantenimiento de las comunidades o del ecosistema en su conjunto, presencia de especies raras o de especial interés científico, o vulnerables al impacto humano). Su estado de conservación, por último, puede considerarse muy bueno, pese al importante impacto que representa la pesca en la zona. La plataforma de Alborán reúne pues los criterios de representatividad biogeográfica, presencia de especies o hábitats amenazados y de áreas naturales bien conservadas establecidos en el proyecto INDEMARES.

Como conclusión de este informe, se recomiendan como principales medidas de gestión de esta valiosa zona marina: 1) la ampliación de los límites del actual LIC ES6110015 de forma que quede incluida la parte de la plataforma hasta la isóbata de 200 m situada dentro del límite de las aguas territoriales, 2) la prohibición en la plataforma de Alborán de cualquier actividad extractiva (pesca de arrastre, artesanal o recreativa, extracción de recursos renovables o no renovables), 3) el establecimiento de medidas adecuadas de vigilancia y de seguimiento, y 4) la realización de nuevas investigaciones destinadas a conocer las comunidades del talud insular situadas por debajo de 200 m, particularmente interesante debido a la presencia de un profundo cañón submarino en la pared sur, del cual tan solo se ha explorado en este proyecto la parte más somera encontrando espectaculares “jardines” de gorgonias y esponjas.

El presente informe se completa con un sistema de información geográfica en el que se representa toda la información de interés para la gestión existente en la zona, incluyendo el cartografiado bionómico de las comunidades estudiadas.

## 1. Introducción

La conservación del mar y de sus ecosistemas más frágiles y singulares es una obligación recogida en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, aprobada en 1982 (Probert *et al.*, 2007).

España, debido a su situación geográfica y a las singulares características de su extenso litoral (unos 8.000 km de costa) y de su plataforma continental, alberga la mayor biodiversidad marina de toda Europa (Templado, 2011). Casi una cuarta parte de nuestro territorio forma ya parte de la Red Natura 2000, pero, en el ámbito marino, la Red Natura se encuentra en un estado inicial de desarrollo y, en general, las áreas marinas protegidas declaradas oficialmente son litorales. La designación de LICs por parte de los Estados miembros es una contribución importante a la Directiva Marco de la Estrategia Marina (Real Decreto 1599/2011), que recoge la obligatoriedad de crear antes de 2012 una red de áreas marinas protegidas. Hasta el momento, la superficie marina de alta mar (“offshore”) integrada en la Red Natura 2000 no llega al 0,5% del total de las aguas jurisdiccionales españolas. Este porcentaje dista mucho de cumplir las directrices de la Comisión Europea, que estableció que, para el año 2020, al menos el 10% de las zonas marinas y costeras deberá estar conservado mediante una red de áreas protegidas (Real Decreto 1599/2011).

El elevado coste que suponen la infraestructura y los medios necesarios (buques oceanográficos, ROVs, etc.), la escasez de estos medios y las dificultades metodológicas asociadas a la realización de estudios en zonas alejadas de la costa, dificultan la disponibilidad de información científica sobre los hábitats y las especies, necesaria para identificar los espacios a incluir en dicha Red. Como apunta Templado (2011), el conocimiento sobre lo que hay en el mar y cómo se distribuye es aceptable, aunque aún existen grandes lagunas en cuanto al modo de vida y al funcionamiento de la diversidad biológica de nuestros mares. Por tanto, es fundamental mantener activa la investigación en campos básicos de la ciencia (como la taxonomía y la faunística) para gestionar y conservar los recursos marinos de manera adecuada.

Ante el aumento de la presión humana sobre los mares españoles, la protección de su rica biodiversidad constituye una tarea ineludible. Para recabar la información necesaria de cara a emprender las acciones de conservación y gestión adecuadas, se requiere un gran esfuerzo científico y económico de caracterización de los ecosistemas marinos. El proyecto LIFE+ INDEMARES para el “Inventario y designación de la Red Natura 2000 en áreas marinas del Estado español”, coordinado por la Fundación Biodiversidad, surge precisamente como respuesta a esta necesidad de protección y de uso sostenible de la biodiversidad en los mares españoles, mediante la identificación de espacios valiosos como los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) para su inclusión en la Red Natura 2000.

A partir de una propuesta de inventario 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 España realizó en el año 2005 con asesoramiento científico ([http://www.wwf.es/que\\_hacemos/mares\\_y\\_costas/nuestras\\_soluciones/areas\\_marinas\\_protegidas/propuesta\\_amp/](http://www.wwf.es/que_hacemos/mares_y_costas/nuestras_soluciones/areas_marinas_protegidas/propuesta_amp/); Fig. 1.1), el proyecto LIFE+ INDEMARES seleccionó diez áreas de las regiones Atlántica, Mediterránea y Macaronésica con el objetivo de poder incluirlas en la Red Natura 2000 para el medio marino (<http://www.indemares.es>). Los criterios utilizados en dicha selección fueron: representación biogeográfica, presencia de estructuras submarinas de interés para su conservación y estudio, presencia de especies o hábitats amenazados y presencia de

áreas naturales bien conservadas.

Entre esas diez zonas identificadas para la realización de estudios científicos de hábitats y especies marinas, por medio de campañas oceanográficas, se encuentran las montañas submarinas y los conos volcánicos del mar de Alborán, concretamente la plataforma submarina de la isla de Alborán, que llega hasta casi los 200 m de profundidad, y el Seco de los Olivos. Ambas zonas estaban incluidas en la ficha propuesta por WWF España (2005, 2009), y se incluyeron también posteriormente en la Propuesta de áreas marinas de importancia ecológica del Atlántico Sur y Mediterráneo español de OCEANA (2008).

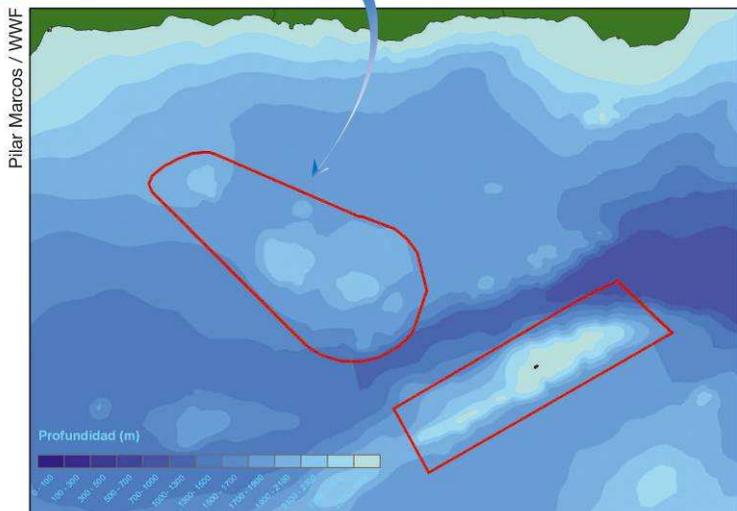


Figura 1.1. Propuesta de WWF España de Zonas marinas prioritarias para su conservación en la Península y Baleares (2006, <http://assets.wwfspania.panda.org/img/original/mapaamp.jpg>).

El mar de Alborán, desde el punto de vista geográfico, se encuentra situado entre Europa y África y, desde el punto de vista geológico, en el interior de la parte más occidental del cinturón orogénico Alpino en el área mediterránea (cordillera Bético-Rifeña o arco de Gibraltar). Es la región más occidental del Mediterráneo y su situación en la zona de comunicación entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo determina una importante dinámica oceanográfica. Sus fondos son fisiográficamente muy complejos, con subcuencas, altos estructurales y plataformas, como resultado de la estrecha relación existente entre la geomorfología, la tectónica, el diapirismo, el vulcanismo y la circulación profunda de las masas de agua (Olivet *et al.*, 1973a; Auzende *et al.*, 1975; Comas *et al.*, 1992; Maldonado *et al.*, 1992; Hernández-Molina, 1993).

Tanto por su situación geográfica como por sus características geológicas, el mar de Alborán ha sido objeto de numerosos estudios, especialmente acerca de su oceanología (distribución de las distintas masas de agua, dinámica de las corrientes y flujos) y de su geología (sedimentología, transporte de sedimentos, estratigrafía y tectónica, estructura de la corteza y estudios de prospección de hidrocarburos). Esta complejidad oceanológica y geológica, unida a su privilegiada ubicación biogeográfica (entre el Mediterráneo y el Atlántico y entre las costas europeas y las africanas), determina a su vez una gran complejidad y riqueza de las comunidades marinas que lo habitan, siendo la zona de todo el entorno europeo y norteafricano que presenta una mayor biodiversidad marina (Templado *et al.*, 2006; Coll *et al.*, 2010).

El objetivo del proyecto INDEMARES-Alborán, encuadrado en el proyecto LIFE+ INDEMARES, es caracterizar e identificar los principales hábitats y biocenosis de la extensa plataforma insular de la isla de Alborán hasta los 200 m de profundidad, evaluar su estado de conservación y posibles amenazas, y proponer, sobre la base de la información obtenida, unas medidas de gestión que garanticen la conservación de la biodiversidad de esta zona. Se pretende, asimismo, valorar una eventual ampliación de los límites del actual LIC ES6110015.

El presente informe final se inicia con una breve síntesis recopilatoria de la información disponible hasta el momento y de los proyectos previos realizados en la zona. A continuación, se describen las características del área de estudio (batimétricas, geológicas, granulométricas, de dinámica sedimentaria, oceanográficas y ecológicas), basadas en la información previa existente. En un tercer capítulo, se sintetizan los resultados del conjunto de los cuatro contratos de servicios que se indican al comienzo de este informe, dedicados a los estudios de sónar de barrido lateral y granulometría, campañas de vídeo suspendido, campañas de transectos con ROV y de muestreo con draga y bou de varas, y estudio e identificación de especies en las muestras y los vídeos obtenidos. Los resultados del estudio e identificación de especies en las muestras no deben considerarse definitivos, dado que el elevado volumen de muestras (44 en total) y el escaso tiempo disponible desde los últimos muestreos, realizados en julio de 2012, no han permitido el estudio de la totalidad de las muestras obtenidas. No obstante, la información obtenida es más que suficiente para el principal objetivo planteado: la caracterización de las principales comunidades de la plataforma de Alborán. En el cuarto capítulo, y tras una breve introducción, se realiza una síntesis y caracterización de los hábitats identificados en la zona estudiada. En el quinto capítulo, se resumen las conclusiones y se valoran los resultados obtenidos, y se comentan los criterios de designación como área marina protegida. La influencia y el impacto humano en la zona se resumen en el capítulo 6, y en el 7 se proponen unas medidas de gestión basada en la información obtenida. Los mapas correspondientes a cada capítulo se intercalan en el texto, y el informe finaliza con el apartado de bibliografía, las publicaciones a las que ha dado lugar el proyecto, un listado de los investigadores participantes y un apartado de agradecimientos.

Todos los trabajos cuyos resultados se reflejan en el presente informe se han realizado en permanente y estrecha coordinación entre los adjudicatarios de los contratos de servicios FB 03/2011 (Juan Goutayer, Consultores), FB 05/2011 (Universidad de Málaga) y FB 06/2011 (Universidad Autónoma de Madrid); el equipo investigador de estos dos últimos contratos ha sido el mismo.

### 1.1. Localización del área de estudio.

La isla de Alborán (Fig. 1.2) se encuentra situada aproximadamente en el centro del mar al que da nombre, algo desplazada hacia el sur y hacia el este (coordenadas geográficas: 35° 56' 20"-35° 56' 35" N y 3° 01' 45"-3° 02' 10" W; UTM: 30SVE9677). Es una isla de pequeñas dimensiones y origen volcánico, que constituye la parte emergida de una cordillera submarina que se extiende cerca de 200 km en dirección NE-SO. Tiene forma más o menos triangular, con unos 614 m de longitud máxima (de SO a NE), menos de 300 m de anchura máxima (en la zona sur) y sólo 34 m de anchura mínima (en la zona nordeste).

La superficie de la isla de Alborán supera ligeramente las 7 hectáreas y es de topografía muy plana, con una ligera inclinación desde la zona del faro, la más alta, hasta el extremo opuesto, y con una altura media que no llega a los 15 m sobre el nivel del mar. La isla es el único resto emergido de las numerosas formaciones volcánicas que aparecen en el mar de Alborán. Está rodeada por una extensa meseta, relativamente somera (menos de 200 m de profundidad) y plana, que se extiende unos 45 km en dirección NE-SO, con una anchura máxima de 10 km (Templado *et al.*, 2006). En un estudio previo de perfiles del fondo de la plataforma de Alborán, Bárcenas *et al.* (2007) han establecido unas 14 unidades geomorfológicas diferentes, tanto en la parte litoral como en la plataforma más somera, la pendiente y la plataforma más profunda. Dichas unidades son resultado de diferentes procesos: erosivos, de depósito de materiales, gravitacionales y tectónicos. Todo este mosaico de unidades geomorfológicas favorece la formación de una amplia variedad de hábitats con sus correspondientes biocenosis asociadas.

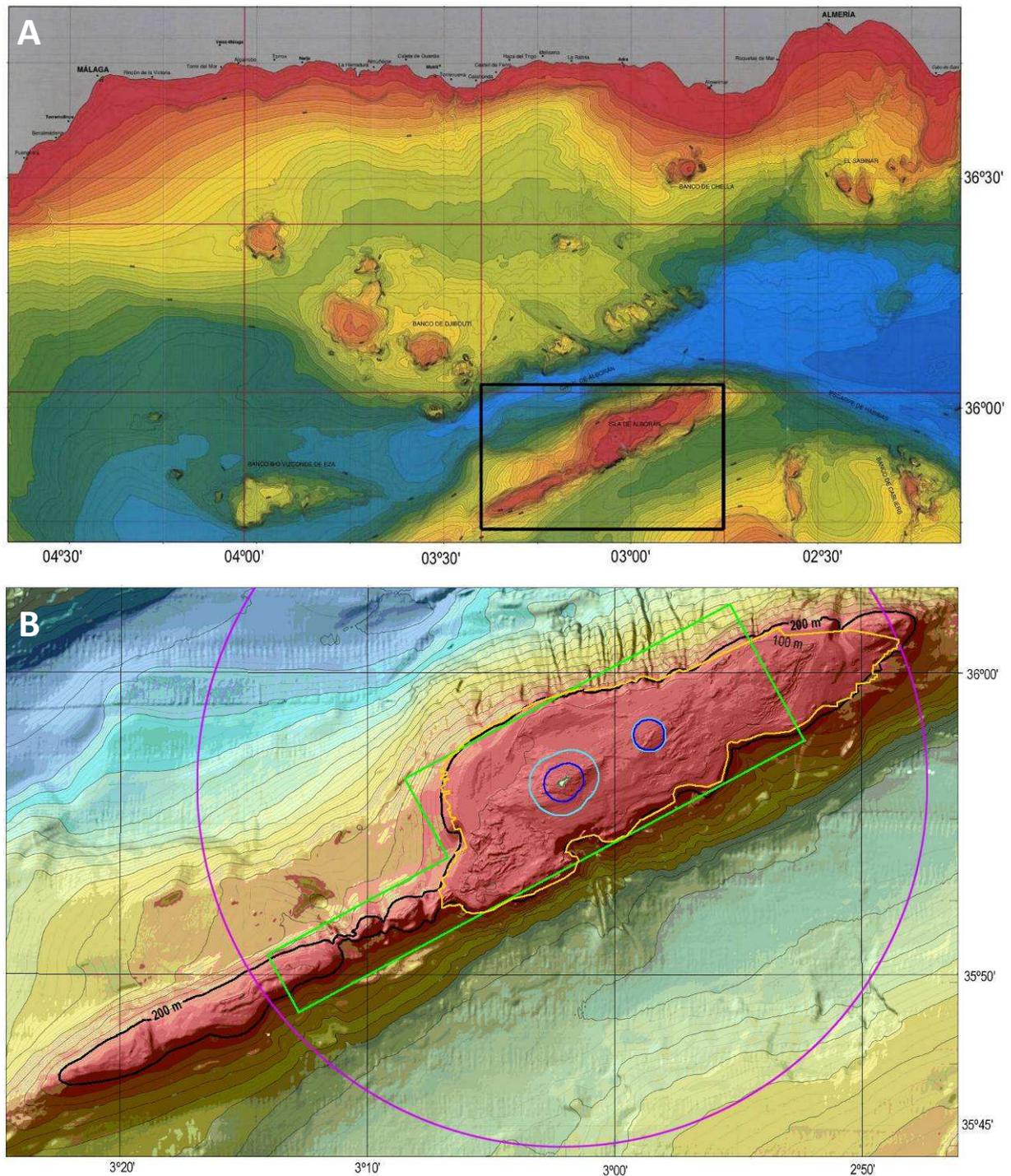
El área de estudio (Fig. 1.2 B) abarca los fondos situados alrededor de la isla de Alborán, hasta la isóbata de 200 m, lo que supone una extensión de 27.534,6 ha.

### 1.2. Información y proyectos previos a INDEMARES-Alborán

#### 1.2.1. Figuras de protección

La importancia y la singularidad de las biocenosis y recursos marinos conocidos hasta la fecha en la isla de Alborán han derivado en el establecimiento de diversas figuras de protección de ámbito regional, nacional e internacional.

En 1997 (BOE nº 204, de 26 de agosto, con modificaciones en BOE nº 233 de 29 de septiembre de 1998 y nº 146, de 19 de junio de 2001) se creó la Reserva Marina y la Reserva de Pesca de la isla de Alborán (Fig. 1.2 B). Según esta Orden Ministerial, la Reserva Marina comprende dos zonas situadas en aguas exteriores: la primera de ellas, hasta una milla alrededor de la isla, incluye una Reserva Integral de media milla de anchura, y la segunda es un círculo de media milla de diámetro alrededor del promontorio submarino "Piedra Escuela" (situado al noroeste de la isla y también Reserva Integral). La Reserva de Pesca se extiende en aguas exteriores hasta 12 millas de la isla de Alborán, excluyendo las zonas de Reserva Marina (Templado *et al.*, 2006). La Reserva Marina y la Reserva de Pesca de la isla de Alborán protegen fondos de alto valor biológico, ecológico y pesquero en los que se encuentran hábitats de gran interés y representativos del Mediterráneo, que albergan una elevada biodiversidad.



**Figura 1.2.** A, Mapa topográfico parcial del mar de Alborán, indicando la zona de estudio del proyecto INDEMARES ALBORÁN. B, Detalle de la zona de estudio, delimitada por la isóbata de 200 m (línea negra). La línea amarilla señala la zona de la plataforma analizada por sónar de barrido lateral; la línea celeste señala los límites de la Reserva Marina, la azul, los de la zona de Reserva Integral, la morada, la de la Reserva de Pesca, y la línea verde los límites del LIC de Alborán. La batimetría está tomada del mapa del mar de Alborán (hoja MA-6: Isla de Alborán) realizado por el Instituto Español de Oceanografía y publicado por la Secretaría General de Pesca Marítima. En la figura 1B, la topografía de la plataforma se ha completado con los datos de la campaña de sónar de barrido lateral realizada por GEHYM para el proyecto INDEMARES (isóbatas principales cada 100 m, secundarias cada 25 m).

En 2001 se declaró el conjunto de la isla de Alborán y de sus fondos marinos como Zona Especialmente Protegida de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM), dentro del ámbito del Convenio de Barcelona (Templado *et al.*, 2006).

La Junta de Andalucía, por su parte, declaró en 2003 el “Paraje Natural de Alborán”, que comprende el territorio de la isla de Alborán, el islote de la Nube y las aguas y los fondos marinos que las rodean (Ley 3/2003, BOJA nº 133 de 14 de julio de 2003, errata en BOJA nº142 de 25 de julio 2003 y BOE nº 187, de 6 de agosto de 2003). El plan de ordenación de recursos naturales, tanto para la ZEPIM como para el Paraje, se publicó en 2005 (Orden de 25 de mayo de 2005, BOJA nº 116, de 16 de junio de 2005). En el Paraje Natural está prohibida la pesca submarina, el marisqueo y la práctica de deportes a motor; no se permite la instalación de nuevas infraestructuras, como emisarios submarinos, arrecifes artificiales o cultivos marinos. A nivel terrestre implica no cambiar los usos del suelo y transitar por los caminos establecidos.

En el ámbito europeo, el entorno de la isla de Alborán está declarado como Lugar de Interés Comunitario (LIC) dentro de la red Natura 2000 (LIC ES6110015, Decisión de la Comisión de 19 de julio 2006, por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea), con una superficie de unas 26.400 ha (26375,32 ha, según la actual ficha del LIC, y 26456,7 ha, según el plan de ordenación) que coincide con el Paraje y la ZEPIM (Fig. 1.2 B).

## 1.2.2. Antecedentes.

### 1.2.2.1. Geología y batimetría.

Los primeros datos físicos y geológicos de la isla de Alborán de los que se tiene noticia fueron publicados por Dávila (1876). Sin embargo, los primeros estudios geológicos de relevancia en la cuenca del mar de Alborán no se realizaron hasta principios de los años 60, siendo esencialmente trabajos fisiográficos y morfológicos, junto con estudios encaminados a la caracterización de los sedimentos recientes. Vázquez (2001) realizó una recopilación de dichos trabajos, clasificándolos en función de las técnicas utilizadas más que en los objetivos planteados y en las conclusiones obtenidas. En esta recopilación se observa un incremento de los estudios geológicos a partir del comienzo de la década de 1970, en la que se produce un gran progreso y diversificación en lo referente a las técnicas de investigación geológicas y geofísicas: perfiles sísmicos de refracción profunda y/o reflexión de gran ángulo y estudios basados en el análisis de anomalías gravimétricas y magnéticas. Más recientemente, se han completado estos datos con el desarrollo de estudios basados en sondeos profundos, perfiles sísmicos de reflexión de muy diverso rango y estudios de flujo térmico.

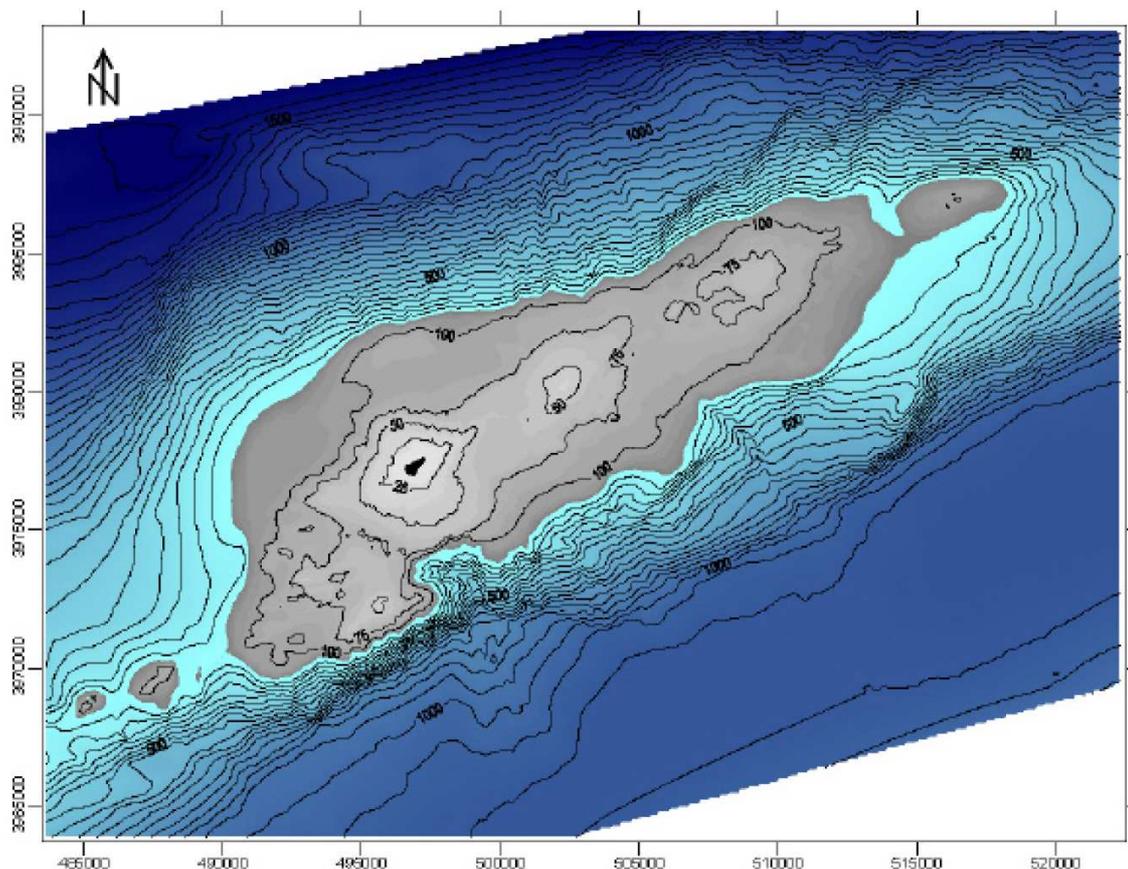
Sin embargo, son pocos los trabajos centrados sobre la geología de la misma Dorsal de Alborán, y la mayor parte de ellos corresponden básicamente al estudio con perfiles sísmicos (Dillon *et al.*, 1980; Gensous *et al.*, 1986; Bourgois *et al.*, 1992; Woodside y Maldonado, 1992), mientras que los trabajos que estudian la constitución litológica son mucho más escasos (Milliman *et al.*, 1972), si se exceptúan los realizados sobre la propia isla de Alborán.

Son de destacar en este sentido dos proyectos realizados en el marco de un convenio de colaboración entre la Secretaría General de Pesca Marítima y el Instituto Español de Oceanografía (I. E. O.), denominados “Estudio de las superficies de implantación del coral rojo” y “Valoración Geoambiental del entorno submarino de la isla de Alborán”. En ellos se llevaron a cabo dos campañas oceanográficas (“CORAL 8209”, en 1982, y “ALBORÁN 9409”, en 1994, respectivamente) que cubrieron la zona de la cresta de la Dorsal de Alborán, hasta la cota batimétrica de 200 metros (es decir, cubrieron precisamente buena parte de los fondos

marinos objeto del presente proyecto). En dichas campañas se utilizaron diferentes equipos oceanográficos, con los que se obtuvo información de distinto tipo. Todo el conjunto de datos, mapas y perfiles de estos proyectos fueron utilizados para la elaboración de la tesis de licenciatura de Bárcenas (2002), una auténtica monografía sobre la caracterización morfológica y geológica de la plataforma submarina de la isla de Alborán, que constituye una base geológica fundamental para el presente estudio.

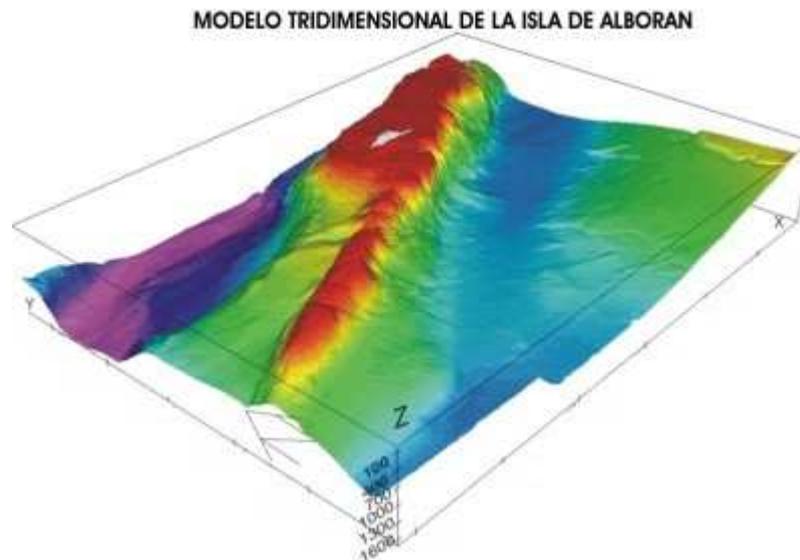
Durante la campaña ALBORÁN-2002, realizada por el B/O “Vizconde de Eza” de la Secretaría General del Mar, se estudiaron los bordes norte y sur y la zona este de la Reserva de Alborán y la plataforma de la isla. Se priorizaron los levantamientos batimétricos con ecosonda multihaz, aunque también se utilizaron la draga de roca y la draga Shipek. A esta información se añadió la obtenida durante las campañas 500 Viviendas (2002) y ALBORÁN-2003.

En la figura 1.3 se reflejan los datos batimétricos que provienen del análisis de la información cedida por el Instituto Hidrográfico de la Marina al Instituto Español de Oceanografía (Bárcenas, 2002), apoyados por un registro continuo de ecosonda de haz estrecho obtenido durante la campaña CORAL 8209 (1982). La interpretación de estos datos fue realizada por el Instituto Español de Oceanografía, que elaboró una cartografía digital distribuida en dos parcelarios a escala 1:25.000 a lo largo de toda la dorsal de Alborán. Para la elaboración de dicha cartografía se generaron las isobatas con una equidistancia de 2 m a partir de un conjunto de puntos con su valor de profundidad asociado, procedentes de la digitalización de tres parcelarios del Instituto Hidrográfico de la Marina (F-349, escala 1:5.000, F-349-5bis1, escala 1:25.000, y F-349-5bis2, escala 1:25.000).



**Figura 1.3.** Mapa batimétrico del banco de la isla de Alborán procesado a partir de los datos de los parcelarios del Instituto Hidrográfico de la Marina. (Tomado de Bárcenas, 2002).

Los datos obtenidos en las campañas 500 Viviendas, ALBORÁN 2002 y ALBORÁN 2003 se emplearon en la elaboración de cartas de pesca basadas en datos batimétricos de muy alta resolución y datos de calidad de fondo a partir de la toma directa de muestras, valores de reflectividad, sísmica y morfología, y la aplicación de programas informáticos de última generación para la interpretación de las calidades de fondo. La Secretaría General de Pesca Marítima (2004) publicó un mapa con los datos obtenidos en las tres campañas mencionadas. En la figura 1.4 se ilustra un modelo tridimensional de la isla de Alborán obtenido de esta información.



**Figura 1.4.** Modelo tridimensional de la plataforma de la isla de Alborán obtenido a partir de los datos de la campaña ALBORÁN-2002. (Tomado de [http://www.marm.es/es/pesca/temas/buques-de-la-secretaria-general-del-mar/buque-oceanografico-vizconde-de-eza/campanas-oceanograficas/ano-2002/alboran\\_02.aspx](http://www.marm.es/es/pesca/temas/buques-de-la-secretaria-general-del-mar/buque-oceanografico-vizconde-de-eza/campanas-oceanograficas/ano-2002/alboran_02.aspx)).

#### 1.2.2.2. Oceanografía

El mar de Alborán es la antesala que da paso al mar Mediterráneo desde el océano Atlántico. Está configurado como un pasillo de unos 170 km de ancho situado entre el sur de la península Ibérica y el norte de África, y entre el estrecho de Gibraltar y la línea imaginaria que uniría el cabo de Gata y el cabo Fígalo, en Argelia. Ocupa unos 54.000 km<sup>2</sup>, con una profundidad máxima cercana a los 1.500 m en su cuenca occidental y unos 2.000 m en la oriental. Hacia el este se abre a la denominada cuenca argelo-balear, mucho mayor y más profunda. Los procesos hidrológicos que acontecen en el estrecho de Gibraltar y mar de Alborán son muy complejos y tienen una vital importancia para el conjunto del Mediterráneo, por lo que han sido objeto de muy numerosas campañas y detallados estudios oceanográficos. Ello ha determinado que exista una gran cantidad de bibliografía dedicada al tema, cuyo repaso detallado no se ha abordado en el presente informe. Una revisión sobre estos aspectos se recoge, por ejemplo, en las publicaciones de Rodríguez (1982), Parrilla *et al.* (1986), o Gofas y García Raso (2004), entre otros muchos. Sin embargo, las únicas publicaciones que hacen referencia expresa a las características de las distintas masas de agua que inciden sobre los fondos de la plataforma de la isla de Alborán y la influencia que ejercen sobre las comunidades bentónicas de este entorno son las de Maldonado y Uriz (1995), Templado *et al.* (2006) y Aguilar *et al.* (2011).

### 1.2.2.3. Características ecológicas: biodiversidad

Un repaso histórico de las distintas expediciones y estudios llevados a cabo en el entorno de la isla de Alborán se recogen en el capítulo de Sola *et al.* (2006) del libro dedicado a la Historia Natural de la isla (Paracuellos *et al.*, 2006). En la recopilación de campañas para el estudio de la biodiversidad marina del entorno de la isla de Alborán que se expone a continuación, no se incluyen aquellas destinadas al estudio de las pesquerías o del plancton, pues quedan fuera del ámbito de este proyecto. En lo que se refiere a las pesquerías, pueden citarse las publicaciones de Gil de Sola (1993, 1994), Baro *et al.* (1999), Abad *et al.* (2001), Rubio Turiel (2001a, b), Abad (2003), Camiñas *et al.* (2004), o de Rubio Turiel y Abad (2006), entre otras. Asimismo, son muy numerosas las publicaciones sobre diversos aspectos del plancton de del mar de Alborán (p. ej., Arias, 1975; Vives *et al.*, 1975; Camiñas, 1985; Greze *et al.*, 1985; Delgado, 1990; Rodríguez, 1990; Madin, 1991; Youssara y Gaudy, 2001, entre otros), sin que se hayan centrado de forma expresa en las aguas que rodean la isla del mismo nombre.

La primera referencia a la biología marina de la isla de Alborán es probablemente la de Richard y Neuville (1897). Tras la expedición del Príncipe Alberto de Mónaco en 1896, estos autores describieron la presencia de algas (*Laminaria*, *Saccorhiza*), invertebrados marinos, como *Tritonium nodiferum* (= *Charonia lampas*) y peces. Otro noble europeo, el Archiduque de Austria Luis Salvator (1898), mencionó algas (*Cystoseira*), invertebrados marinos, y algunos cetáceos. Ya en el siglo XX, Sietti (1933), en su relación de especies marinas de la isla, menciona por primera vez una de las especies de invertebrados hoy en día más amenazadas del Mediterráneo occidental, la lapa ferrugínea (*Patella ferruginea*).

Pero las primeras investigaciones de cierta entidad centradas en el medio marino no se produjeron hasta 1958, durante una campaña del célebre buque "Calypso" (Cousteau y Dugan, 1964; Cousteau y Svirine, 1983). La primera descripción de los fondos de la isla de Alborán basada en observaciones directas fue realizada por Albert Falcó, mano derecha de Jacques-Yves Cousteau. Se trata de un relato más novelado que científico, donde se describen los bosques de laminarias, sin duda el paisaje submarino más peculiar de este entorno y uno de los más singulares de todo el Mediterráneo. A partir del estudio del material obtenido en dicha campaña, Bellan (1959) publicó los resultados correspondientes a los poliquetos, y Pérès (1959) los de las ascidias.

En 1972, una expedición multidisciplinar de la Universidad de Granada a la isla aportó nuevos datos sobre su flora y fauna marinas (Delgado *et al.*, 1972; Osuna y Mascaró, 1972), pero los estudios del bentos marino del entorno de la isla de Alborán no se intensifican de forma significativa hasta la década de 1980. Una información de los estudios biológicos llevados a cabo desde entonces en el mar de Alborán puede verse en Templado *et al.* (1993), mientras que los que se refieren en concreto a la flora y fauna marinas de la isla de Alborán y su entorno se detallan en Calvo *et al.* (2001), Templado *et al.* (2006) y Sola *et al.* (2006).

Se relacionan a continuación las principales campañas realizadas al entorno de la isla con el objeto de estudiar diversos aspectos de su flora y fauna marinas:

- **Campaña de la Universidad de Málaga** (julio de 1983), en la cual se estudiaron los fondos de la isla hasta 25 m de profundidad y cuyos resultados generales se recogen en el trabajo de García Raso y Salas (1984). Por otro lado, Salas y Luque (1986) publicaron los resultados correspondientes al estudio de los moluscos.

- **Campañas del Instituto Español de Oceanografía** con motivo del Programa "Coral Rojo", realizadas en 1984 y 1985, realizadas en las islas Baleares, en el Seco de los Olivos y en la plataforma de la isla de Alborán. Se muestrearon los fondos y las poblaciones de *Corallium*

*rubrum* y se comprobaron los efectos que había producido en años anteriores el uso del destructivo arte de extracción de coral rojo denominado “barra italiana” (Ortiz *et al.*, 1986). Una primera recopilación de los resultados obtenidos se publicó en 1986 en un volumen del Boletín del Instituto Español de Oceanografía (volumen 3, nº 4), donde se incluye un artículo sobre la fauna acompañante del coral rojo (Templado *et al.*, 1986). Además, el estudio detallado de todo el material obtenido dio lugar a diversas publicaciones y tesis de licenciatura sobre especies y grupos concretos (García Raso, 1984, 1985, 1989, crustáceos decápodos; López-Ibor, 1984, equinodermos; Baratech *et al.* 1985, 1986, y Baratech y San Martín, 1987, poliquetos; Salas y Sierra, 1986, moluscos bivalvos; Templado y Luque, 1986, braquiópodos; Boronat, 1987, briozoos; Silvestre, 1987, antozoos). Como resultado de la información obtenida de este proyecto se procedió a una regulación más estricta de la extracción de coral rojo y se prohibió definitivamente su pesca con la “barra italiana”.

- La **campaña francesa BALGIM** (junio de 1984) estudió principalmente los fondos batiales del golfo Ibero-Marroquí, estrecho de Gibraltar y mar de Alborán. Aunque la zona de estudio era muy amplia, ocho de las estaciones de muestreo proceden de una zona situada al noroeste de la isla, cinco de ellas en la plataforma o talud de la misma (entre 160 y 560 m) y dos en los fondos batiales próximos (entre 1.100 y 1.700 m). Los datos de los cinco lances efectuados en la plataforma o talud se resumen en la tabla 1.1.

Estación	Posición	Profundidad (m)
DR141	35°56'N - 03°06'W	170
DR142	35°57'N - 03°06'W	167
DW143	35°57'N - 03°07'W	252
CP145	35°57'N - 03°08'W	373
DW146	35°56'N - 03°09'W	555

**Tabla 1.1.** Lances realizados durante la campaña BALGIM (1984) en las proximidades de la isla de Alborán.

El material recogido en la campaña BALGIM está depositado en el Museo Nacional de Historia Natural de París y su estudio ha dado lugar a numerosas publicaciones (Stock, 1987, sobre picnogónidos; Harmelin y Arístegui, 1988, y Harmelin y D’Hont, 1992a, b, sobre briozoos; Grasshoff, 1989, sobre gorgonarios, pennatuláceos y antipatarios; Sáiz Salinas y Villafranca Urchegui, 1990, sobre sipuncúlidos; Ramil y Vervoort, 1993, sobre hidroideos; Boury-Esnault *et al.*, 1994, sobre poríferos; García Raso, 1996, sobre crustáceos decápodos; Salas, 1996, sobre bivalvos).

- **Campaña "Ecopharm-II"** (junio de 1989), financiada por la empresa PharmaMar, en la que participaron investigadores del Centro de Estudios Avanzados de Blanes (C. S. I. C.) y de las universidades de Barcelona y Alicante. Su principal objetivo fue la búsqueda de productos naturales de origen animal con posible interés farmacológico, y se centró principalmente en la recolección de poríferos y ascidias.

- Dentro del proyecto de investigación "**Fauna Ibérica**", coordinado por el Museo Nacional de Ciencias Naturales, se realizaron cuatro campañas oceanográficas por aguas españolas a bordo del B/O García del Cid, dos de las cuales tomaron muestras del entorno de la isla de Alborán. Se trata de las campañas **FAUNA I** (julio de 1989) y **FAUNA IV** (julio de 1996). Durante la primera de ellas se tomaron muestras de arrastres bentónicos (mediante “bou de varas”) en cinco estaciones próximas a la isla, cuyos datos se resumen en la tabla 1.2. Los resultados preliminares de la primera campaña se recogen en Templado *et al.* (1993).

Por su parte, la campaña FAUNA IV centró sus investigaciones en las islas Columbretes e islas Hormigas (Cabo de Palos) y en la isla de Alborán. En este caso se combinaron los arrastres bentónicos (13 lances entre 30 y 450 m) con la recogida directa de muestras mediante buceo con escafandra autónoma (12 inmersiones hasta 60 m). Los muestreos realizados en la isla de Alborán se resumen en la tabla 1.3.

Estación	Posición	Profundidad (m)
17A	35°57,80'N – 03°00,10'W	70-74
18A	35°57,18'N – 03°01,92'W	45-52
32A	35°55,85'N – 03°02,77'W	28
33A	35°55,95'N – 03°01,56'W	34-44
34A	35°57,83'N – 03°00,50'W	62-69

**Tabla 1.2.** Lances realizados durante la campaña FAUNA I (1989) en las proximidades de la isla de Alborán.

Estación	Posición	Profundidad (m)
305A	35°55,68'N – 03°03,25'W	33-49
308B	35°56,49'N – 03°01,20'W	32-34
313A	35°49,91'N – 03°14,63'W	118
315B1/B2	35°58,00'N – 02°58,46'W	37
317A	35°52,49'N – 03°08,90'W	87-213
321B1/B2	35°57,18'N – 02°59,47'W	60
323A	35°57,82'N – 03°00,04'W	67-79
325B	35°31,56'N – 03°01,58'W	23
328B1/B2	35°57,80'N – 02°58,61'W	40

**Tabla 1.3.** Muestreos realizados durante la campaña FAUNA IV (1996) en las proximidades de la isla de Alborán.

El estudio del material de ambas campañas ha dado lugar a numerosas publicaciones sobre diversos grupos vegetales y animales (que sería muy prolijo detallar aquí y que serán comentadas al hablar de la flora y fauna de la isla), cuyas referencias pueden verse en el apartado de bibliografía, y en las que se describen un buen número de especies nuevas (una relación de las mismas se ofrece en el apartado correspondiente a la flora y fauna).

- **Campaña de la Universidad de Murcia** (julio de 1990) para la toma de muestras de fitobentos mediante buceo con escafandra autónoma. Los resultados fueron publicados por Soto y Conde (1993).

- La **campaña "Alborán 0695"** (junio-julio de 1995), promovida por un Convenio con la Secretaría General de Pesca Marítima y el IEO, tuvo por objeto la evaluación del estado de las comunidades bentónicas, con el fin de establecer el marco legal de protección como Reserva Marina. En esta campaña se muestrearon mediante buceo con escafandra autónoma los fondos situados entre 0 y 60 m. Un resumen de los resultados obtenidos se halla en el informe no publicado de Mas *et al.* (1996).

- La **campaña "Alborán 0898"** (agosto de 1998), realizada a bordo del B/O "Odón de Buen", se llevó a cabo con motivo del Convenio entre la Secretaría General de Pesca Marítima y el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). El objetivo de la misma fue completar los datos necesarios para la publicación de una monografía sobre la flora y fauna marinas de esta Reserva Marina, publicada años más tarde por Templado *et al.* (2006). En esta campaña se muestrearon

mediante inmersión con escafandra autónoma los fondos próximos a la isla, entre 0 y 30 m de profundidad.

- En las **campañas** que la organización **OCEANA** viene realizando en los últimos años en el Mediterráneo occidental, a bordo de su catamarán “Oceana Ranger”, se han obtenido cerca de 30 horas de filmaciones georreferenciadas en la plataforma que circunda la isla por medio de un ROV equipado con una sonda CTD. Una copia de todas estas imágenes ha sido cedida por OCEANA para el presente proyecto. En la tabla 1.4 se relacionan los datos de los recorridos efectuados con ROV, que se resumen en el mapa de la figura 1.5.

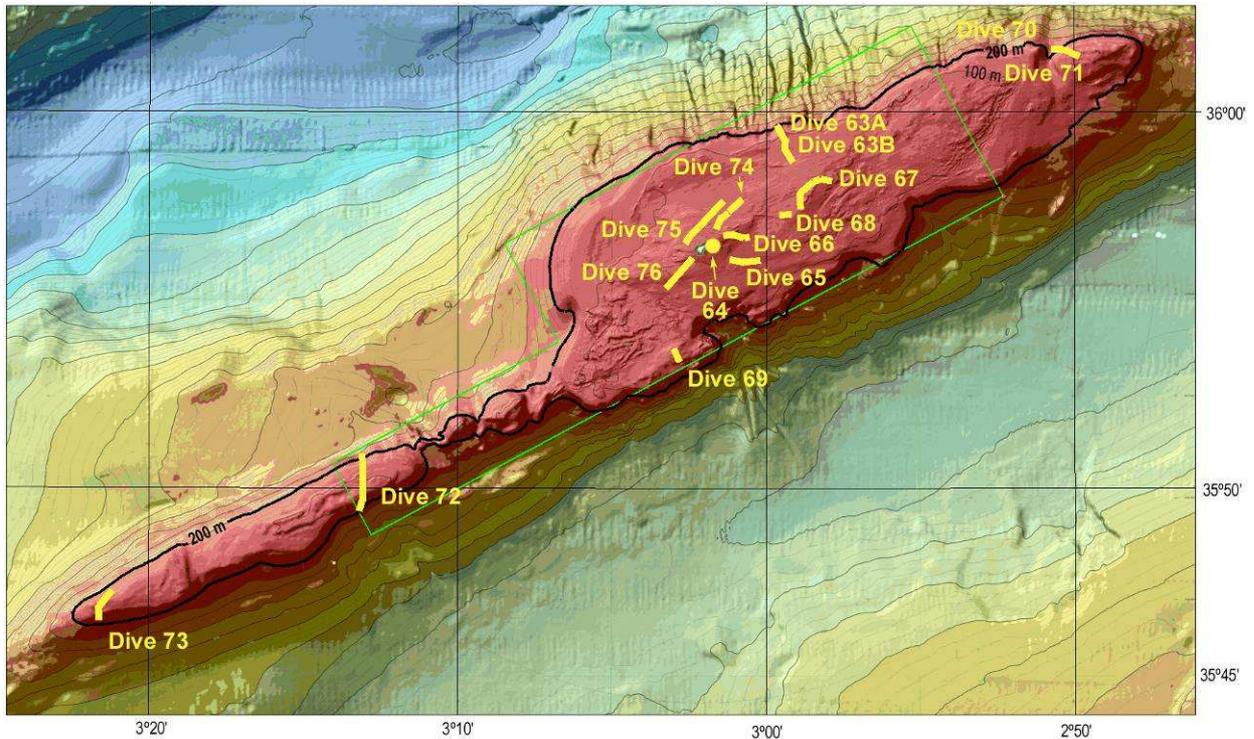
Estación	Posición	Profundidad (m)
D63A_P	35°59.593 - 2°59.657	184
D63A_F	35°59.183 - 2°59.433	92
D63B_P	35°59.182 - 2°59.432	92
D63B_F	35°58.630 - 2°59.178	69
D64_P	35°56.330 - 3°01.797	11
D64_F	35°56.345 - 3°01.845	8
D65_P	35°55.952 - 3°00.348	62
D65_F	35°56.020 - 3°01.172	46
D66_P	35°56.594 - 3°00.627	59
D66_F	35°56.603 - 3°01.381	13
D67_P	35°58.070 - 2°57.983	50
D67_F	35°57.353 - 2°59.016	47
D68_P	35°57.212 - 2°59.293	50
D68_F	35°57.215 - 2°59.493	50
D69_P	35°53.378 - 3°02.870	60
D69_F	35°53.536 - 3°03.033	45
D70_P	36°01.607 - 2°50.713	220
D70_F	36°01.624 - 2°50.544	200
D71_P	36°01.579 - 2°50.578	195
D71_F	36°01.428 - 2°49.976	110
D72_P	35°50.823 - 3°13.121	225
D72_F	35°49.379 - 3°13.148	200
D73_P	35°46.348 - 3°21.685	200
D73_F	35°47.049 - 3°21.330	125
D74_P	35°57.569 - 3°00.840	72
D74_F	35°57.134 - 3°01.488	52
D75_P	35°57.499 - 3°01.443	80
D75_F	35°56.501 - 3°02.581	24
D76_P	35°56.010 - 3°02.437	25
D76_F	35°55.347 - 3°03.172	60

**Tabla 1.4.** Recorridos realizados con el ROV del catamarán de investigación “Oceana Ranger” durante las campañas de OCEANA en las proximidades de la isla de Alborán. Se indican las coordenadas y la profundidad del comienzo de cada recorrido.

Es preciso señalar también que, durante los últimos años, tanto la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía como la Secretaría General del Mar, disponen de técnicos y de embarcaciones que realizan visitas periódicas a la isla y que han ido aportando datos recogidos en publicaciones diversas (como la de Paracuellos *et al.* 2003, sobre *Patella ferruginea*, o la que se recoge de forma puntual en el “Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía” de Barea-Azcón *et al.*, 2008). Estos datos se refieren principalmente a la flora y fauna de las aguas someras.

Como resultado de todas estas campañas y trabajos de seguimiento, en la actualidad se dispone de una considerable cantidad de información y documentación sobre la biodiversidad bentónica de los alrededores de la isla de Alborán, pero la misma procede de fuentes, objetivos

y metodologías muy diferentes y se halla dispersa en un elevado número de publicaciones y en informes inéditos. Por ello, se hace necesario un proyecto como el presente que reúna toda esta información, la sintetice y aporte una visión global de conjunto que permita establecer la localización, extensión y tipificación de las comunidades bentónicas de la zona, y analizar su estado de conservación.



**Figura 1.5.** Localización de los recorridos efectuados en 2007 por OCEANA con el ROV de su catamarán de investigación “Oceana Ranger”.

## 2. Características del área de estudio.

En la actualidad existe un buen nivel de conocimientos relativos al entorno de la isla de Alborán y un gran volumen de datos e información sobre muy diversos aspectos. Dado que la biodiversidad marina que puebla los fondos de este singular enclave depende de las aguas que lo bañan y de sus características geomorfológicas (junto a los factores derivados de su compleja biogeografía histórica), se resumen en este apartado los datos esenciales sobre la geomorfología y la hidrología de la zona, además de sus características ecológicas.

### 2.1. Batimetría, geología, granulometría y dinámica sedimentaria.

La región iberomagrebí constituye la frontera de colisión entre las placas africana y euroasiática y, por tanto, es una zona de gran actividad sísmica cuya geodinámica ha sido muy estudiada. Los estudios realizados revelan todo un conjunto de eventos tectónicos y paleoceanográficos acaecidos en la zona y que han influido claramente en su evolución (Maldonado y Comas, 1992), como los movimientos relativos de las placas africana e ibérica durante el Cenozoico y una geodinámica muy compleja en todo el dominio de Alborán. Además, la ubicación cambiante de las vías de comunicación entre el Atlántico y el Mediterráneo entre las cordilleras Béticas y del Rif constituyó probablemente un factor muy importante para el control de los patrones evolutivos en la zona. El volcanismo extensivo en el mar de Alborán queda reflejado en los montes submarinos y en la propia isla.

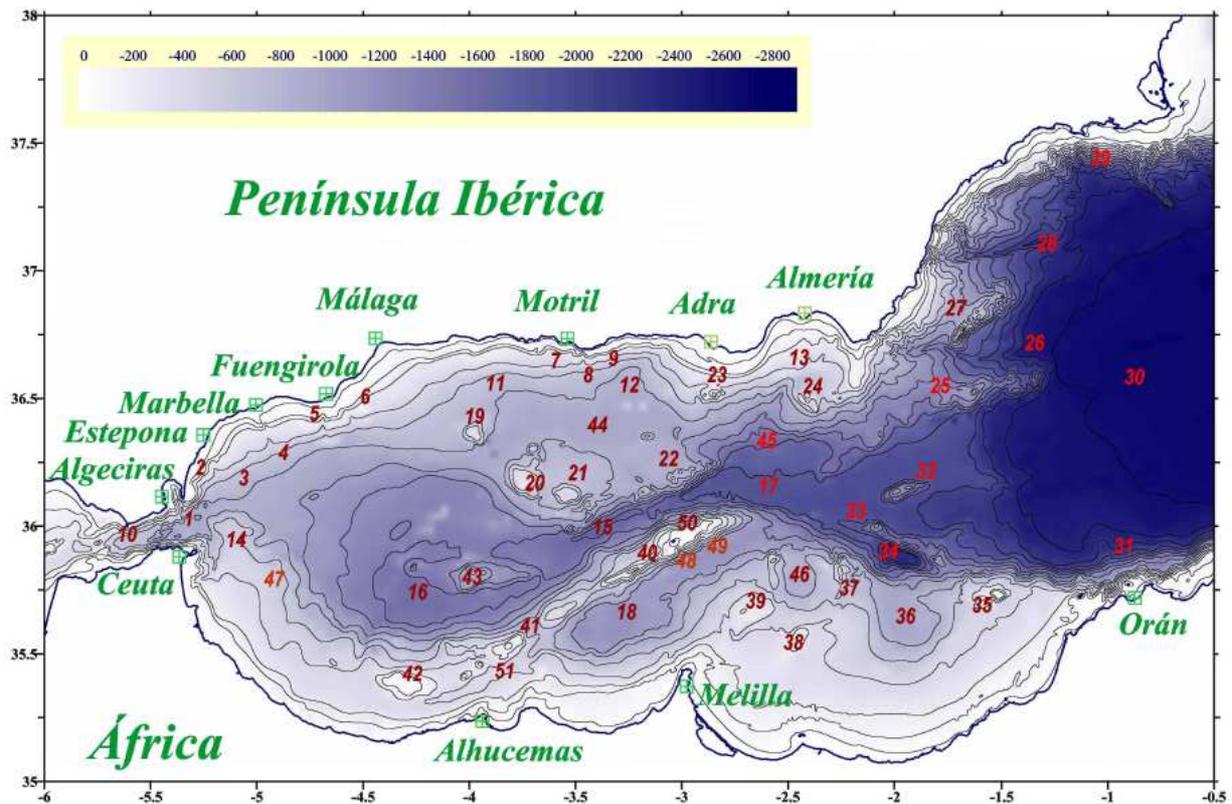
En lo que se refiere en concreto al entorno geológico de la isla de Alborán, como se ha comentado en los antecedentes, la base morfológica y geológica que se expone a continuación es la tesis de licenciatura inédita de Bárcenas (2002), aunque de ella se han publicado posteriormente algunos artículos (Bárcenas *et al.*, 2004, 2007; Maestro *et al.*, 2007, 2008).

La zona considerada en el presente proyecto, la plataforma del banco de la isla de Alborán, ha sido caracterizada por Bárcenas (2002) como una plataforma insular y aislada; es decir, se trata de un sector de plataforma rodeado a lo largo de toda su extensión por el dominio fisiográfico del talud. Se encuentra, por tanto, desconectada de las zonas continentales más próximas y, en consecuencia, de la dinámica asociada a estas zonas, fundamentalmente en lo que se refiere al aporte de materiales detríticos. Esta desconexión, junto con la dinámica marina en el mar de Alborán, ha favorecido el desarrollo sobre este banco de un segmento de plataforma bien diferenciado en el conjunto de las plataformas continentales de España. De hecho, en el entorno de la península Ibérica, la plataforma del banco de la isla de Alborán presenta unas características únicas, dado que el resto de las plataformas insulares de la región, o están asociadas a islas de mucha mayor entidad (archipiélago balear), lo que ha permitido el transporte de importantes volúmenes de materiales detríticos hacia la plataforma, o bien se encuentran conectadas, o incluso enclavadas dentro de la plataforma, como es el caso de las islas Columbretes o la isla de Tabarca.

Se trata, por lo tanto, de un sector de plataforma situado sobre una elevación submarina que se encuentra localizada en el interior de la cuenca del mar de Alborán, de forma que la plataforma se ha desarrollado sobre la cima de este alto morfológico. No es el único caso de plataforma aislada en esta cuenca, pues existen otros dos altos (Xauén y Alidade) sobre los que se ha desarrollado este tipo de plataforma, aunque se encuentran más próximos a la costa de Alhucemas, el primero, y a la de Orán, el segundo, y tienen menor extensión (Vázquez, 2001).

En la figura 2.1 se presenta un mapa batimétrico de la cuenca del mar de Alborán con la ubicación de los distintos elementos morfológicos localizados en el área. A partir de los datos batimétricos, Vázquez (2001) realizó un esquema morfoestructural de dicha cuenca y consideró

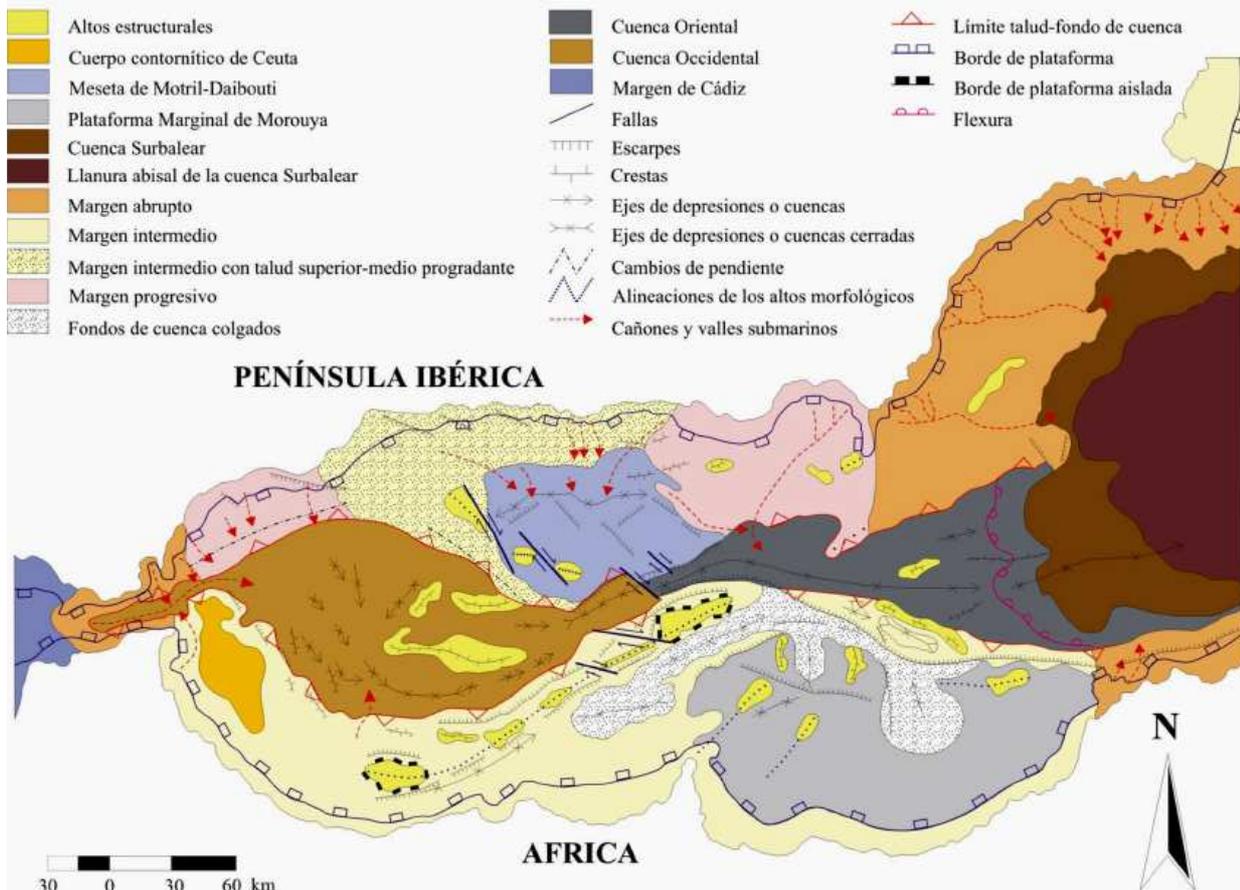
ocho tipos de dominios fisiográficos y elementos morfológicos de mayor importancia: 1) escarpes, 2) crestas, 3) surcos o depresiones, 4) cambios de pendiente, 5) alineaciones de altos morfológicos, 6) cañones submarinos, 7) áreas de fondo de cuenca y 8) áreas de morfología plana no relacionadas directamente con las principales cuencas (Fig. 2.2). El reconocimiento de todos estos elementos morfológicos permite definir dos directrices morfo-estructurales principales en el desarrollo de la cuenca del mar de Alborán (NE-SO y NO-SE), siendo los elementos más significativos pertenecientes a dichas directrices la “Dorsal de Alborán” y el Escarpe de Yusuf-Habibas, respectivamente. Además, se han diferenciado otras dos direcciones secundarias (ONO-ESE y N-S), a las que pertenecen elementos morfológicos menores ubicados a lo largo de toda la cuenca (Vázquez, 2001).



**Figura 2.1.** Mapa batimétrico de la cuenca del mar de Alborán. Los números indican la posición de los elementos morfológicos: 1. Cañón de la bahía de Algeciras. 2. Cañón de La Línea. 3. Cañón de Guadiaro. 4. Cañón del Placer de las Bóvedas. 5. Cañón de Torrenueva. 6. Cañón de Fuengirola. 7. Cañón de Motril. 8. Cañón de Carchuna. 9. Cañón de Calahonda. 10. Canal de Gibraltar. 11. Valle de Vélez-Málaga. 12. Valle de Adra. 13. Cañón de Almería. 14. Cañón de Ceuta. 15. Cuenca Central de Alborán. 16. Cuenca Occidental de Alborán. 17. Cuenca Oriental de Alborán. 18. Cuenca Meridional de Alborán o de Los Almohades. 19. Banco de Avempace. 20. Banco de Djibouti. 21. Banco de El Edrisi. 22. Cresta de Averroes. 23. Banco de Chella. 24. Banco de Avenzoar o del Sabinal. 25. Cresta de Maimónides o Los Genoveses. 26. Cañón de Gata. 27. Cresta de Abubacer o de la Polacra. 28. Cañón de Palomares. 29. Escarpe de Mazarrón. 30. Cuenca Surbaleaar. 31. Escarpe de Yusuf-Habibas. 32. Cresta de Al Mansour. 33. Cresta de Yusuf. 34. Cuenca de Yusuf. 35. Banco de La Alidada. 36. Canal o Cuenca de Los Almorávides. 37. Banco de “Les Câbliers”. 38. Banco “Provençaux”. 39. Promontorio del Cabo Tres Forcas. 40. Cresta de Alborán. 41. Banco de Tofiño. 42. Banco de Xauén. 43. Alto de Ibn-Batouta. 44. Cuenca de Motril. 45. Cuenca de Almería. 46. Cuenca de Caldeira. 47. “Drift” de Ceuta. 48. Cañón Al Borani. 49. Cañón Piedra Escuela. 50. Isla de Alborán. 51. Cuenca de Alhucemas. 52. Valle de Roquetas. (Tomado de Vázquez, 2001, y Bárcenas, 2002).

El talud y la base del talud de la cuenca del mar de Alborán están interrumpidos por la presencia de bancos morfológicos tanto en la parte septentrional (Avempace, Djibouti, Chella, Sabinar y Pollux), como en la meridional, donde destacan los bancos de Xauén y Tofiño, que junto al más nororiental, el banco de la isla de Alborán, constituyen la dorsal de Alborán. De forma menos importante destacan en esta parte meridional los bancos de Yussuf, Les Câbliers y Provençaux.

## MAPA DE RASGOS MORFOESTRUCTURALES



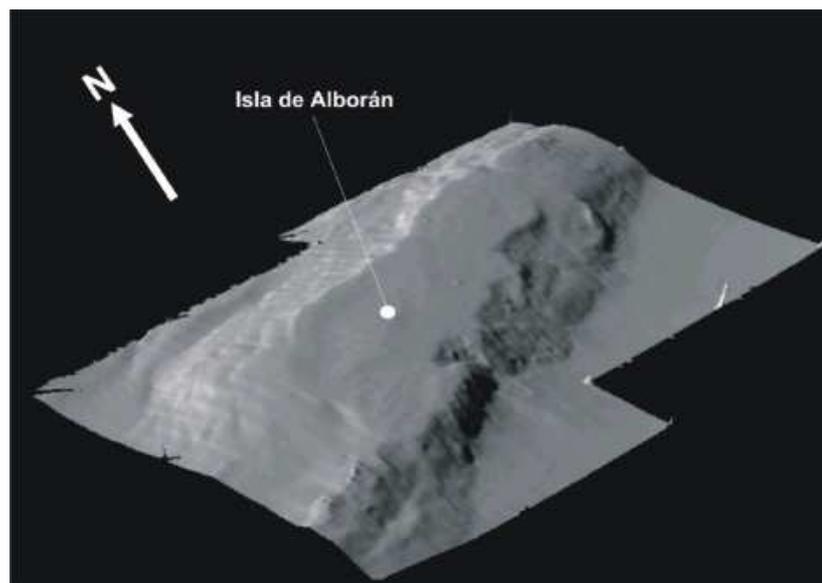
**Figura 2.2.** Esquema morfoestructural de la cuenca del mar de Alborán. Comparar con la figura 3 para situar los elementos fisiográficos concretos, así como su toponimia. (Tomado de Vázquez, 2001, y Bárcenas, 2002).

La dorsal de Alborán es el rasgo morfológico más significativo de la cuenca del mar de Alborán. Se trata de un monte submarino alargado y lineal que tiene una dirección general NE-SO y presenta vertientes escarpadas tanto hacia al noroeste como hacia el sureste, llegando a aparecer en ocasiones como una auténtica cresta que interfiere en la circulación del patrón hidrodinámico general. Se extiende a lo largo de prácticamente 200 km entre el escarpe de Yusuf, al nordeste, y el banco de Xauén, al sudoeste, en el margen norafricano, y separa la Cuenca Occidental y el Canal Central de Alborán, al norte, de la Cuenca Meridional de Alborán al sur (Giermann *et al.*, 1968; Auzende y Olivet, 1974; Vázquez, 2001) (figuras 1.2, 2.3). La dorsal de Alborán es un complejo tectónico constituido por un alto de basamento, sobre el que además se sitúa tanto un antiguo eje volcánico, que localmente aflora en la propia isla de Alborán, como un conjunto de formaciones sedimentarias plegadas. En este sentido, el umbral

ha sido descrito como un complejo anticlinal en “échelon”, tal como se puede observar en los perfiles sísmicos que lo atraviesan (Gensous *et al.*, 1986; Bourgois *et al.*, 1992), al menos en su sector meridional. Además, su origen también ha sido relacionado con la actividad de fallas transcurrentes de dirección NE-SO y/o fallas inversas que afectan tanto al flanco septentrional como al meridional de dicha dorsal (Bourgois *et al.*, 1992; Maldonado *et al.*, 1992; Woodside y Maldonado, 1992; Watts *et al.*, 1993). Por otra parte, la dorsal de Alborán se encuentra compartimentada por fallas de dirección ENE-OSO a E-O en dos segmentos escalonados: los bancos de Tofiño y de Xauén, al sur, y el banco de la isla de Alborán al norte (Vázquez, 2001).

El sector septentrional es el más prominente de los dos que constituyen la dorsal de Alborán, está limitado tanto en el flanco noroeste como en el sureste por fuertes escarpes, y se divide en tres zonas en función de su morfología:

a) La zona septentrional, que corresponde al auténtico banco de la isla de Alborán, está constituida por una plataforma aislada (Vázquez, 2001) sobre la que se sitúan una serie de relieves irregulares, alineados según la directriz principal (NE-SO). Entre estas elevaciones destaca la isla de Alborán, de aspecto cónico y base trapezoidal (Vázquez *et al.*, 2000). En esta zona, las pendientes que presentan sus flancos son muy elevadas, en torno a los 17°, y en el flanco meridional se localizaron dos sistemas de cañón-abanico submarino (Bárcenas *et al.*, 2000) (figuras 2.1, 2.2 y 2.3).



**Figura 2.3.** Modelo digital de la superficie del fondo correspondiente al banco de la isla de Alborán, parte septentrional de la “dorsal de Alborán”. La orientación del modelo se ha realizado de SO a NE. (Tomado de Bárcenas *et al.*, 2001).

b) La zona central se caracteriza por la presencia de una cresta de aproximadamente 30 km de longitud y 3 km de ancho, coincidiendo su dirección con la directriz principal de la dorsal. En esta zona, las pendientes medias de sus flancos varían de 14° en el meridional a 7° en el septentrional, situándose sus cumbres entre los 80 y 100 metros de profundidad. Esta zona central se encuentra prácticamente en continuidad con la septentrional (Vázquez, 2001).

c) Por último, la zona meridional posee una morfología prácticamente tabular y tiene un perfil simétrico, con pendientes entre los 8° y 9° en ambos flancos. Se trata de un alto fondo delimitado por la línea de los 400 m de profundidad (Vázquez, 2001).

### 2.1.1. Geología del banco de la isla de Alborán

El alto estructural de Alborán está constituido por rocas volcánicas y formaciones sedimentarias plegadas de edad neógena, situadas sobre un basamento de rocas metamórficas (Gensous *et al.*; 1986; Bourgois *et al.*, 1992). La isla de Alborán constituye la zona que aflora en la superficie de esta cadena submarina (Gaibar-Puertas, 1975; Dillon *et al.*, 1980).

El origen de este alto morfológico, tal y como ha sido estudiado por los autores mencionados, es claramente estructural, si bien probablemente es el resultado de una confluencia de factores, desde su relación con un eje volcánico, posiblemente situado sobre un alto del basamento, hasta la acción de las fallas transcurrentes, así como el desarrollo de estructuras compresivas, como pliegues (tal como se observa en los perfiles sísmicos de la parte meridional del umbral) y fallas inversas.

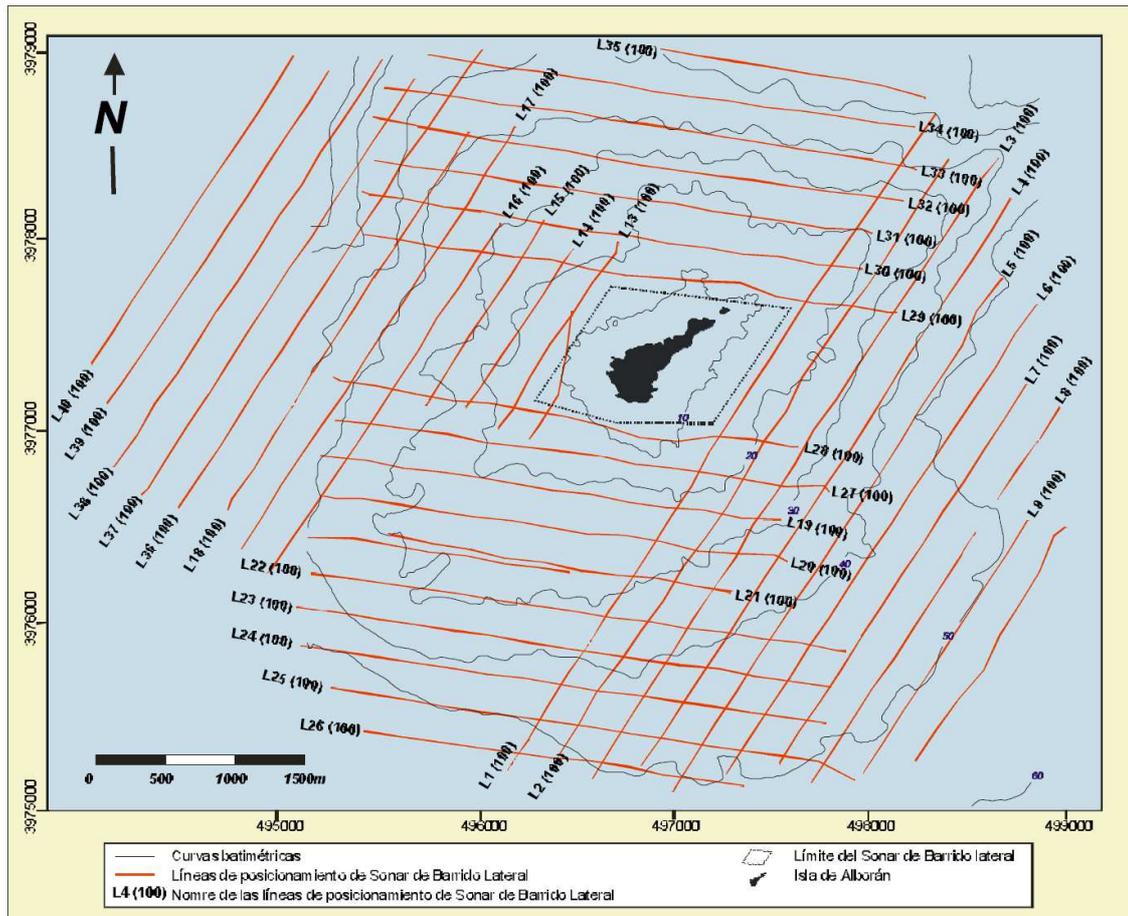
La estructura de estos materiales volcánicos sigue las fracturas distensivas de dirección NE-SO y E-SE: O-SO (Hernández, 1984), que actúan sobre un basamento paleozoico de carácter plutónico y metamórfico similar al paleozoico de las cordilleras circundantes (Hsü y Ryan, 1972). La edad de estas fracturas no es más antigua que el Mioceno superior, confirmada por los sedimentos encontrados en la propia cuenca de Alborán (Nesteroff y Ryan, 1973). Las dataciones de las formaciones volcánicas de la isla de Alborán muestran valores comprendidos entre 7 y 18 millones de años (Aparicio *et al.*, 1991).

Los depósitos cuaternarios marinos de la isla de Alborán están constituidos por una terraza marina y por la caliza biodetrítica que la cubre. La terraza marina ocupa toda la isla y su cota oscila entre los +7,5 m, en el sector oriental, y los +14,5 m, en el occidental. Está constituida por un conglomerado en el que abundan los materiales volcánicos con una escasa matriz arenosa. Todo el depósito está muy cementado y contiene abundante fauna (*Conus mediterraneus*, *Patella caerulea*, etc.). Su edad ha sido difícil de establecer y, aunque no de forma categórica, se ha considerado a este depósito del Pleistoceno Medio (Ruiz-Reig *et al.*, 1983) a partir de los datos de la fauna que contiene la terraza marina (Gaibar-Puertas, 1970). Cubriendo este depósito aparece la caliza, con espesores variables (de 10 a 60 cm), que contiene restos de fauna marina; el medio en el que se formó debe corresponder a la zona intermareal. Las playas actuales son insignificantes y la rasa marina actual está tallada sobre el sustrato volcánico, y queda cubierta en marea alta (Ruiz-Reig *et al.*, 1983).

#### 2.1.1.1. Datos de sónar de barrido lateral.

El Instituto Español de Oceanografía elaboró con los datos de sónar de barrido lateral obtenidos en la campaña ALBORAN 9409 (1994) un mosaico sonográfico de la zona somera que bordea la isla de Alborán, hasta 80 m de profundidad (Bárcenas, 2002). La malla de perfiles se muestra en la figura 2.4.

A partir de este mosaico se realizó una caracterización morfológica de la zona. Asimismo, se distinguieron en función de la reflectividad diferentes facies acústicas observadas en los registros. Se realizó una cartografía detallada con las diferentes reflectividades observadas en dichos registros, que posteriormente se englobaron y simplificaron en una cartografía final a escala 1:5.000, y, a partir de las reflectividades, se definieron los distintos afloramientos rocosos, la dirección de sus capas, las zonas con sedimento y las fracturas, con su dirección, que aparecen en la zona adyacente a la isla de Alborán.



**Figura 2.4.** Malla de perfiles de s3nar de barrido lateral obtenida en la campa3a Albor3n 9409 (1994). (Tomado de B3rcenas, 2002).

El an3lisis de la informaci3n obtenida en la campa3a ALBOR3N 9409 (1992) se complet3 mediante dos muestreos de sedimento (a escala 1:5.000 y 1:50.000 respectivamente) con draga de tipo Shipek (B3rcenas, 2002). En primer lugar se realiz3 una descripci3n de las muestras en el mismo barco, en funci3n de la presencia o ausencia de distintos elementos, como los rodolitos y sus diferentes tama3os, laminariales, roca, etc., as3 como de sus caracter3sticas de textura, color, etc. Posteriormente, en el laboratorio se llevaron a cabo an3lisis granulom3tricos y de contenido en carbonatos. El mapa resultante de la distribuci3n granulom3trica del banco de la isla de Albor3n se muestra en la figura 2.5, y el de distribuci3n superficial de los fondos con abundancia de componentes biocl3sticos en la figura 2.6.

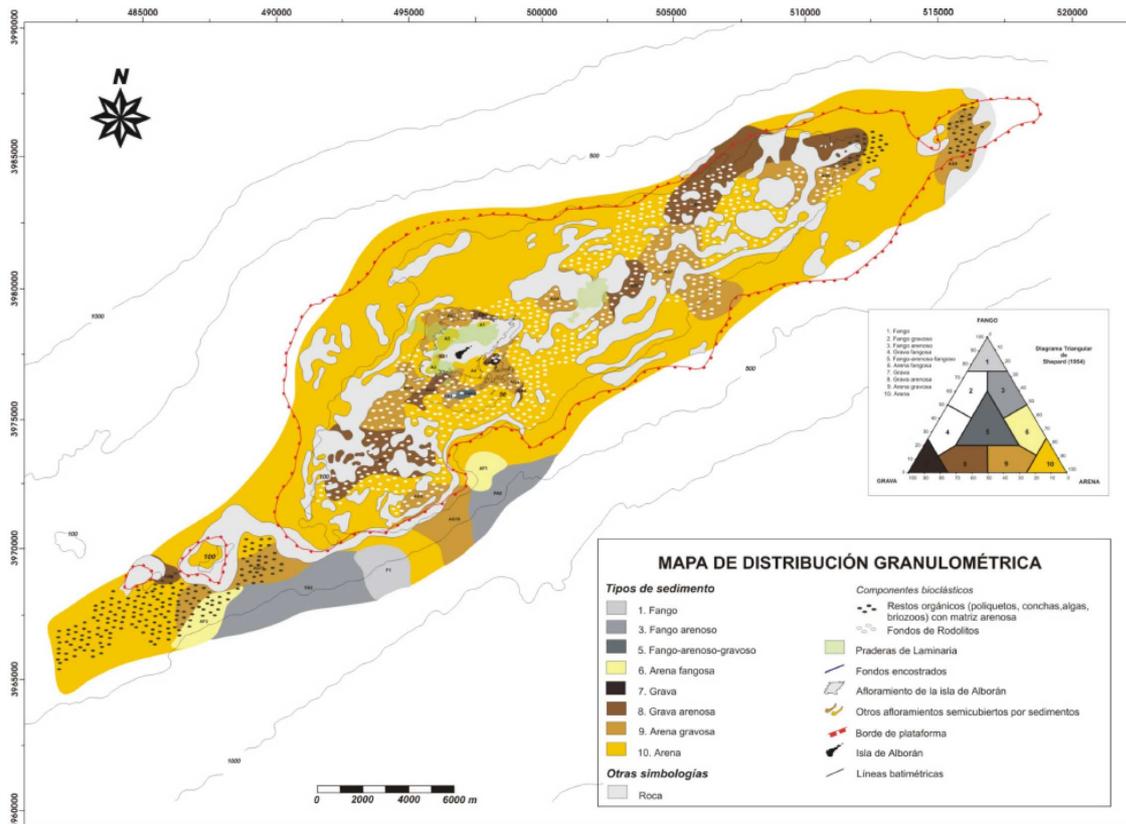


Figura 2.5. Mapa de distribución granulométrica del banco de la isla de Alborán. (Tomado de Bárcenas, 2002).

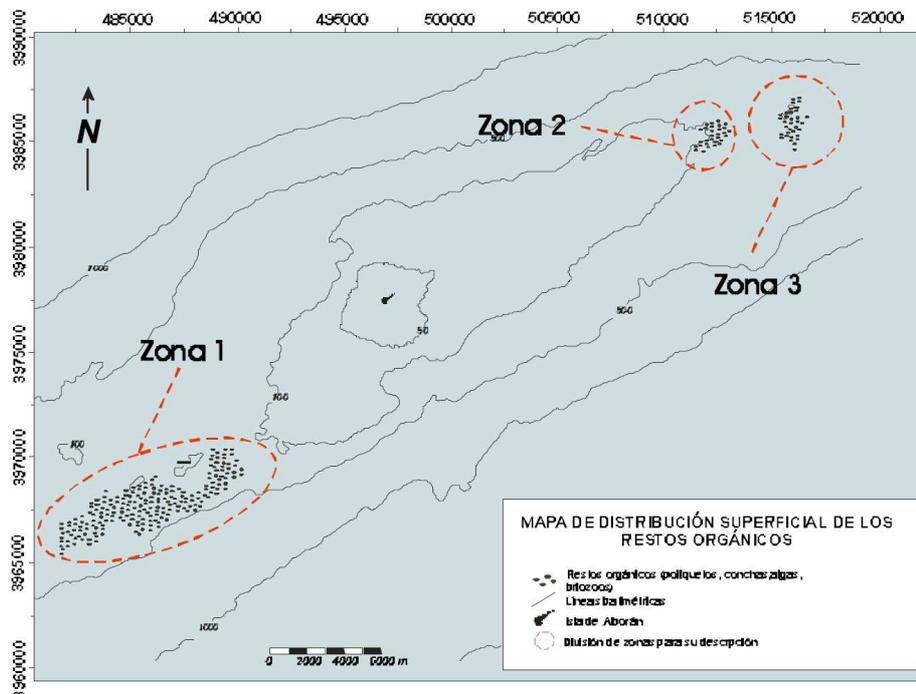
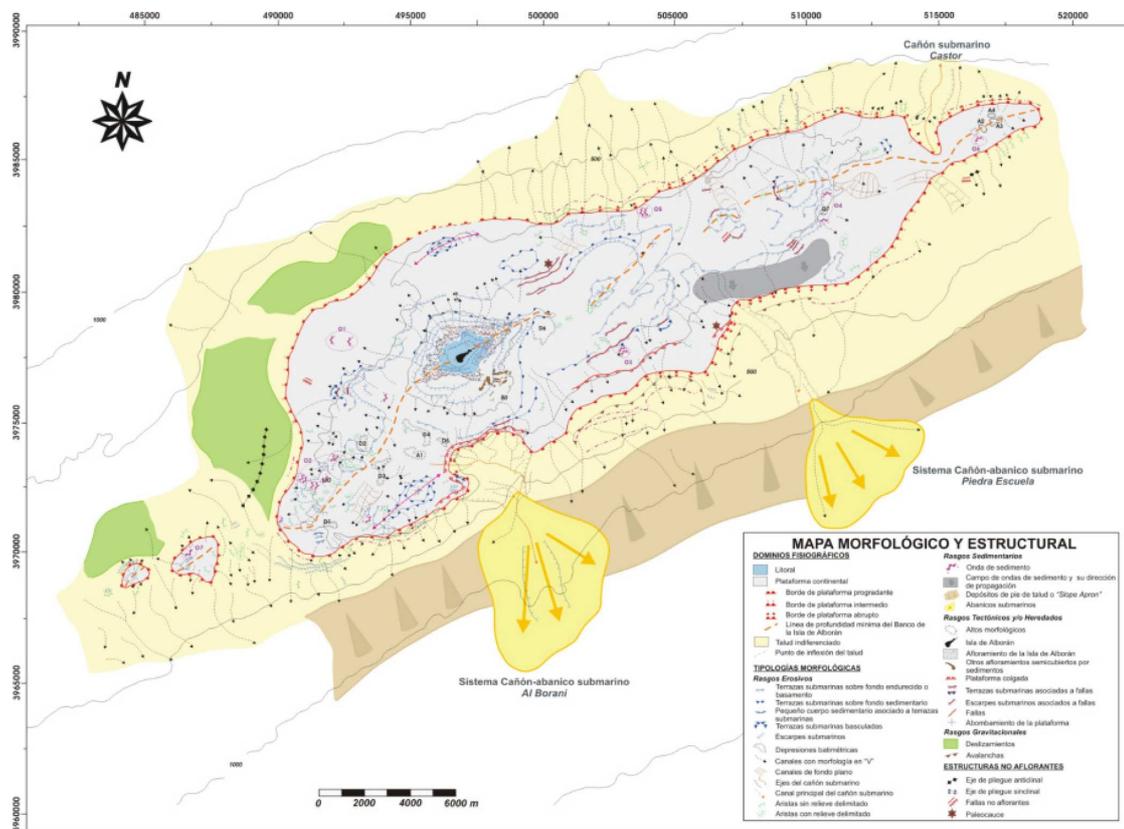


Figura 2.6. Mapa de distribución superficial de los fondos con abundancia de componentes bioclásticos (fragmentos de poliquetos, bivalvos, algas calcáreas, etc.) localizados en el banco de la isla de Alborán. (Tomado de Bárcenas, 2002).

### 2.1.1.2. Análisis morfológico.

Este análisis se realizó interpretando los registros sísmicos de alta resolución correspondientes a todo el banco de la isla de Alborán (Bárceñas, 2002). En primer lugar, se caracterizaron los distintos tipos morfológicos superficiales observados en dichos perfiles, en la plataforma y en la parte superior del talud y, a partir de la batimetría, en las áreas más profundas, o bien en zonas no cubiertas por los perfiles sísmicos (Fig. 2.7). Se tuvieron en cuenta también aquellas estructuras tectónicas que afectan a la unidad más reciente y que pueden tener o no asociada una morfología en superficie, como los pliegues y las fallas. Una vez localizados los elementos geológicos o morfológicos, se realizó un seguimiento de su continuidad lateral, y algunos de ellos fueron englobados en áreas mayores, para definir unidades morfológicas.



**Figura 2.7.** Mapa morfológico y estructural de la plataforma de la isla de Alborán. En él se reflejan todos los rasgos morfológicos detectados en el área de estudio, así como estructuras y formas que no afloran. (Tomado de Bárceñas, 2002).

Elaborado dicho mapa morfológico y estructural, se incluyeron en el mismo otros elementos morfológicos identificados a través de la ayuda de otros estudios cartográficos:

- Afloramientos rocosos, definidos con el mosaico sonográfico, correspondientes al entorno de la isla de Alborán, así como las distintas fracturas localizadas en el mismo.
- Escarpes o terrazas submarinas, definidas por medio de la batimetría a escala 1:5.000, de la zona que rodea a la isla.
- Zonas de posibles avalanchas, abanicos submarinos y depósitos a pie de talud, definidos por medio de la cartografía batimétrica a escala 1:50.000.

## 2.2. Oceanografía

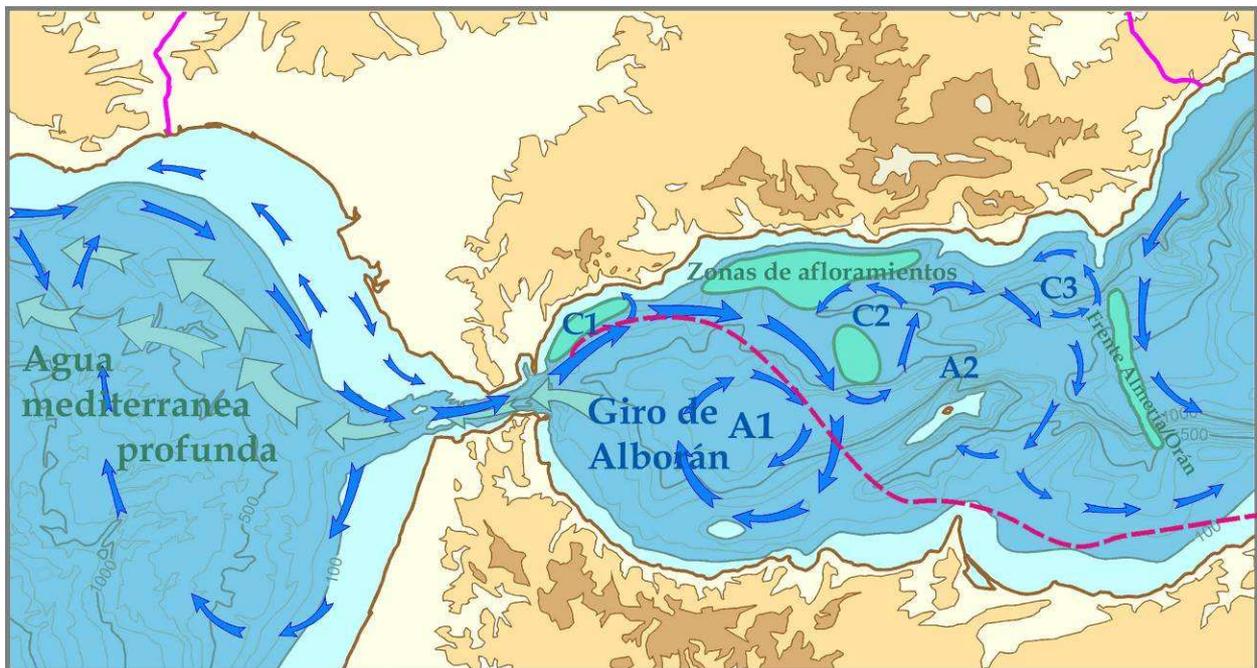
El Mediterráneo es un mar prácticamente cerrado con un notable déficit hídrico, pues la fuerte pérdida de agua producida por la intensa evaporación no queda compensada por las precipitaciones y aportes fluviales. No obstante, el balance hídrico y la salinidad se mantienen constantes a escala humana, merced al efecto regulador que ejerce el estrecho de Gibraltar. El déficit hídrico del Mediterráneo se estima en unos 2.000 km<sup>3</sup> de agua al año (lo que supondría un descenso anual del nivel del mar de alrededor de un metro) y es compensado por la entrada de un flujo constante de agua atlántica. Dicho flujo está propiciado por la diferencia existente de unos 15 cm en el nivel medio del mar entre el océano Atlántico y el mar de Alborán, debido precisamente al exceso de evaporación. Esta diferencia de nivel puede ser de hasta 30 cm con respecto al Mediterráneo oriental. La entrada constante de agua superficial atlántica hacia el Mediterráneo compensa, como se ha dicho, el déficit hídrico de este mar, pero ello iría produciendo un aumento progresivo de la salinidad, si no fuera porque existe una salida hacia el Atlántico de agua mediterránea profunda más salina.

El agua atlántica que entra al Mediterráneo por el estrecho de Gibraltar, cuya salinidad no supera el 36,5‰, supone un volumen aproximado de 38.000 km<sup>3</sup> al año, ocupa una capa superior de entre 150-200 m de espesor, en el centro del sector occidental del mar de Alborán, y de unos 50 m cerca de la costa española. La corriente atlántica entrante fluye con una velocidad que puede exceder un metro por segundo, pero va disminuyendo en su avance, a la vez que se ensancha. Por debajo de esta vena de agua entrante, se desplaza en sentido contrario un flujo difuso y lento de agua mediterránea más densa (alrededor de 38,2‰), que supone un volumen de salida de unos 36.000 km<sup>3</sup> de agua al año. La consecuencia de este intercambio de masas de agua a través del estrecho de Gibraltar es la renovación del agua mediterránea, que tardaría en completarse en su totalidad unos 100 años.

La corriente de agua atlántica superficial se dirige inicialmente hacia el noroeste, debido a la propia configuración topográfica del Estrecho, y posteriormente gira hacia el sur (entre los 3° y 4° O), dando lugar a un gran remolino anticiclónico (en el sentido de las agujas del reloj) en la cuenca occidental de este mar, conocido como “giro de Alborán” (Fig. 2.8, A1). Dicho giro es bastante estable y su núcleo se localiza entre los 4° 00' - 4° 30' O y los 35° 30' - 36° 00' N. En este tipo de giros se produce una acumulación de las aguas superficiales en el centro, donde tienden a hundirse, alcanzando gran espesor. Con posterioridad a este gran remolino, el agua atlántica puede seguir varias alternativas en el sector oriental del mar de Alborán. La mayor parte de esta masa superficial de agua pasa por el sur de la isla de Alborán y suele volver a tomar dirección noroeste, formando un segundo remolino anticiclónico (cuyo núcleo se localiza alrededor de las coordenadas 2° O y 36° N y la costa africana; fig. 2.8, A2). Alternativamente, el agua atlántica puede tomar dirección este, para desviarse al norte, a la altura de 1° 15' O, y volver hacia el este pasado el paralelo 36°, formando un remolino ciclónico (en el sentido contrario a las agujas del reloj), que puede ocupar gran parte de la cuenca oriental del mar de Alborán (Fig. 2.8, C3). De forma ocasional, pueden formarse otros pequeños remolinos anticiclónicos y ciclónicos, tanto en la zona central como en el norte del mar de Alborán.

El agua atlántica que llega al cabo de Gata (ya bastante modificada) se encuentra con una corriente mediterránea de dirección suroeste, que circula en paralelo a las costas levantinas, lo que origina un flujo de agua en dirección a Orán, en la costa argelina, denominado “frente Almería-Orán” (Fig. 2.8). Dicho frente tiene una longitud de unos 200 km, abarca una capa superficial de unos 300 m y presenta un fuerte gradiente horizontal de densidad (Tintoré *et al.*, 1988). Al llegar a las costas africanas, parte de las aguas atlánticas pueden quedar retenidas en

el segundo giro, pero el resto continúa en dirección este para formar la corriente argelina, que alcanza los estrechos de Sicilia y Messina. El frente Almería-Orán marca en las costas del sureste español el límite de la zona de fuerte influencia atlántica, lo que tiene su reflejo en los límites de distribución de numerosas especies atlánticas o mediterráneas. Dicho frente es visible desde el aire, o incluso desde la cubierta de un barco, pues se producen fenómenos de ruptura del oleaje, corrientes, acumulación de detritos, etc. En estas zonas de contacto de masas de aguas de distintas características tiene lugar una gran actividad y producción biológica, por lo que es frecuente que se concentren muchas aves marinas. Asimismo, se ha demostrado que este frente puede constituir una barrera importante para la dispersión de muchas larvas planctónicas, como ha quedado demostrado en diversos estudios genéticos (Patarnello *et al.*, 2007).



**Figura 2.8.** Corrientes dominantes en la región Ibero-Marroquí. Las flechas azules representan las corrientes superficiales, en las que prevalece la entrada de aguas atlánticas en el Mediterráneo y la formación de un importante giro anticiclónico en la parte occidental del mar de Alborán (A1). Las aguas mediterráneas salen hacia el Atlántico formando una corriente profunda que sigue el talud continental ibérico. (Modificado de Gofas y García Raso, 2004).

La existencia de giros y frentes asociados al contacto entre diferentes masas de aguas a meso- y macroescala determinan tanto la circulación como la distribución de distintas variables ecológicas (biomasa, productividad y composición de la comunidad planctónica) en el área (Greze *et al.*, 1985; Prieto *et al.*, 1999; Youssara y Gaudy, 2001).

La transformación del agua atlántica, menos salina, en agua mediterránea, más salina, ocurre durante su movimiento en superficie hacia el este, especialmente durante el invierno y primavera, cuando la evaporación es más intensa debido a los fuertes vientos. Durante el verano, el calentamiento superficial del agua provoca la formación de una termoclina a unos 20-30 m de profundidad que dificulta la mezcla de las diferentes masas de agua. En otoño se deshace esta estratificación horizontal superficial, lo que posibilita el intercambio vertical.

Por debajo del agua superficial atlántica discurre en dirección contraria, como se ha

dicho, la masa de agua mediterránea, que entra en el mar de Alborán en dirección al Estrecho como un flujo más difuso y lento. El agua mediterránea saliente está formada, a su vez, por dos capas superpuestas de diferente origen y características: la capa levantina intermedia y la capa mediterránea profunda. La primera procede del Mediterráneo oriental, a través del canal de Sicilia, y se halla aproximadamente entre 200 y 600 m de profundidad. Se caracteriza por tener una temperatura y salinidad relativamente altas (próximas a los 14° C y 39‰) y se desplaza hacia el oeste a una velocidad media de entre 1 y 3 cm/s, concentrándose principalmente en el norte de la cuenca de Alborán. Posteriormente, se dirige hacia el suroeste, para dividirse hacia los 2° W en varias ramas que pasan por el norte y el sur de la isla de Alborán, y vuelven a unirse frente a Málaga para dirigirse hacia el Estrecho. Por tanto, es esta masa de agua levantina intermedia la que baña el talud de la plataforma sobre la que emerge la isla de Alborán.

Por debajo de la capa levantina intermedia se sitúa el agua mediterránea profunda, originada en invierno frente a las costas francesas y caracterizada por una temperatura más baja (entre 12° y 13° C) y una salinidad inferior a 38,5‰. Este flujo de agua profunda se desplaza hacia el oeste, en su mayor parte frente al talud africano, a una velocidad de entre 5 y 10 cm/s. Las dos capas de agua mediterránea que fluyen lentamente hacia el Atlántico se elevan y comprimen al llegar al umbral del estrecho de Gibraltar, pues la profundidad máxima del Estrecho no supera los 400 m.

Entre las masas de agua atlántica y mediterránea existen zonas de mezcla de amplitud variable y características intermedias. Asimismo, el agua atlántica superficial va sufriendo un progresivo proceso de “mediterraneización” según avanza hacia el este, debido sobre todo a la intensa evaporación. La interacción de estas distintas masas de agua dan lugar a una intensa actividad dinámica que origina diversos afloramientos de agua profunda, concentrados principalmente en la periferia del giro de Alborán (en la costa gaditano-malagueña, al norte del giro, y al oeste del cabo Tres Forcas, al entrar en contacto con la costa africana). En estas zonas se produce, por consiguiente, una mayor productividad y se aprecia la presencia de especies de profundidad en cotas más superficiales.

La isla de Alborán se sitúa entre los dos giros geostróficos del agua atlántica superficial antes descritos, de tal forma que ésta baña los niveles infralitoral y circalitoral de la plataforma de la isla (hasta unos 120 m), con una salinidad de 36,4-36,6‰ y una temperatura que varía entre 19 y 23° C (Maldonado y Uriz, 1995). Por debajo de esta capa de agua existe una zona de mezcla con el agua levantina intermedia de unos 70-80 m de espesor. Esta interfase viene definida por la isohalina de 37,5‰ y baña buena parte de los fondos circalitorales del entorno de la isla, hasta prácticamente el borde de la plataforma. El agua mediterránea intermedia contribuye al enriquecimiento en nutrientes, ya que es más rica en estos elementos que el agua atlántica superficial. Por otro lado, como se ha dicho, el talud de la plataforma queda sometido a la influencia del agua mediterránea profunda. Estas características hidrológicas peculiares de las aguas que bañan la isla de Alborán y su plataforma condicionan en buena medida la singularidad de las comunidades bentónicas que allí se asientan.

## **2.3. Características ecológicas**

### **2.3.1. Biogeografía.**

En repetidas ocasiones se ha señalado la situación privilegiada de este enclave insular desde el punto de vista biogeográfico (Calvo *et al.*, 2001). Por una parte, el mar de Alborán queda expuesto a la corriente superficial de agua atlántica que penetra en el Mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar, lo que confiere a toda la zona unas características únicas

dentro del Mediterráneo. Por otro lado, la isla se halla en una encrucijada donde pueden encontrarse especies de origen subtropical, propias de las costas africanas (del norte de África y de la región Mauritana), y especies típicas de aguas más frías (de las costas atlanto-lusitanas, e incluso boreales), junto a especies típicamente mediterráneas. Además, se ha detectado la presencia de varias especies endémicas en la zona que comprende el mar de Alborán y el estrecho de Gibraltar (ver, entre otros, Gofas, 1987; Maldonado y Uriz, 1995; Templado, 2010).

El contingente de especies que pueblan hoy día los fondos del banco de la isla de Alborán deriva de la coexistencia de elementos actuales (Holoceno) procedentes de las provincias biogeográficas atlánticas vecinas (Lusitana y Mauritana) y de algunas especies sobrevivientes a períodos cuaternarios anteriores (Siciliense, Tirreniense), con alternancia de influencia mediterránea y atlántica. Los cambios ambientales provocados por los eventos del Cuaternario fueron en cierta medida atenuados por debajo del nivel superficial, lo que permitió la supervivencia y la coexistencia de elementos de distinto origen.

En resumen, la flora y fauna actuales de los fondos que circundan la isla de Alborán pueden considerarse como el resultado de la coexistencia de especies de distinta procedencia:

- 1) Especies antiguas (verdaderos “relictos del Messiniense” o elementos del mar de Tethys que sobrevivieron a la crisis del Messiniense en áreas atlánticas próximas y que penetraron de nuevo en el Mediterráneo en el Plioceno).
- 2) Especies de las provincias Lusitana y Mauritana procedentes de migraciones alternas durante los períodos glaciares e interglaciares del Cuaternario.
- 3) Especies que se originaron en el Mediterráneo durante el Cuaternario.
- 4) Especies atlánticas que han penetrado durante el Holoceno como consecuencia de las condiciones actuales de este enclave insular.

La lejanía de la isla de las costas más próximas y el hecho de estar sometida de forma casi constante a fuertes corrientes, determinan una muy buena calidad de las aguas. Ello, unido al escaso impacto humano, se traduce en que el estado de conservación de las comunidades se haya mantenido en general en buen estado. A pesar de que la zona está bañada por aguas de origen atlántico, es llamativa la gran transparencia que presentan en la zona, debido a la ausencia de aportes terrígenos, lo que posibilita que la cobertura vegetal se extienda hasta cotas batimétricas superiores a los 50 m. Las algas rojas pueden alcanzar profundidades próximas a los 100 m.

En los fondos que circundan la isla de Alborán se aprecia una fuerte correlación entre las diferentes masas de agua y la composición faunística y florística del bentos. Las comunidades infralitorales y la parte superior del circalitoral (entre 0 y 50 m) presentan un fuerte componente de fauna y flora de origen lusitano y están dominadas por las algas características de esta provincia biogeográfica: *Cystoseira tamariscifolia* en la parte superior del piso infralitoral, *C. usneoides* en los niveles inferiores, y *Saccorhiza polyschides* y *Laminaria ochroleuca* en el piso circalitoral superior. Los fondos próximos a la isla y más someros están constituidos por plataformas y terrazas rocosas casi horizontales, por lo que es preciso alejarse bastante para alcanzar profundidades superiores a 25 m. Estos fondos rocosos están cubiertos en buena parte por comunidades de algas dominadas por especies atlánticas del género *Cystoseira*, que aparecen muy diezmadas en las cotas más superficiales por la gran abundancia de erizos. A partir de unos 25 m, las comunidades de *Cystoseira* empiezan a ser sustituidas por las de laminarias, algas también de origen atlántico. Los bosques de laminariales comienzan a desaparecer a partir de 50-55 m y dan paso a amplias extensiones de fondos de “maërl” o de rodolitos (algas rojas calcáreas libres). Por debajo de 80 m dominan ya los fondos sedimentarios, pero salpicados aquí y allá existen numerosos afloramientos y fondos rocosos

escarpados, que albergan exuberantes comunidades bentónicas.

Sin embargo, las comunidades del piso circalitoral inferior y parte superior del talud (fondos comprendidos entre unos 50 y 200 m) presentan una composición de especies peculiar, que difiere de las comunidades equivalentes de áreas vecinas, tanto del Atlántico como del Mediterráneo. Este hecho sugiere que los niveles inferiores de la plataforma de la isla de Alborán constituyen un ecotono debido a la mezcla en estas cotas batimétricas de las masas de agua atlántica y mediterránea (Maldonado y Uriz, 1995).

Entre las características más notorias de las comunidades marinas de este enclave insular, aparte de los bosques de laminariales y de la presencia de muchas especies atlánticas, destaca la ausencia de determinadas especies muy comunes en el litoral mediterráneo peninsular próximo. El caso más llamativo es el de las praderas de *Posidonia oceanica*, ausentes por completo estos fondos, como están ausentes también las otras fanerógamas marinas mediterráneas. Otra de las características reseñable es la gran talla que alcanzan muchas de las especies, lo cual resulta muy aparente en los peces y equinodermos, que superan con mucho sus tamaños normales.

### 2.3.2. Flora, fauna y comunidades bentónicas.

Lo que se conoce acerca de la biodiversidad marina del entorno de la isla de Alborán ha sido compendiado en las publicaciones de Moreno (2006) y Templado *et al.* (2006). Desde entonces son pocos los datos nuevos que se han aportado sobre el tema, procedentes sobre todo de observaciones aisladas realizadas por los biólogos de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y de la Secretaría General del Mar. Asimismo, en estudios genéticos recientes sobre las especies protegidas *Patella ferruginea* y *Dendropoma petraeum* se han incluido muestras de la isla de Alborán (Espinosa y Ozawa, 2006 y Calvo *et al.*, 2008, respectivamente). Por tanto, lo que se expone a continuación se ha extraído principalmente de las dos primeras publicaciones mencionadas.

Como consecuencia de los extensivos estudios florísticos y faunísticos llevados a cabo desde la década de 1980, recopilados por Templado *et al.* (2006), dichos autores ofrecen una lista de 1.812 especies cuya presencia se ha constatado en la isla y sus fondos próximos: 219 especies de macrófitos, 183 de esponjas, 98 de cnidarios, 22 de ctenóforos, 3 de nemertinos, 1 de equiúridos, 9 de sipuncúlidos, 9 de picnogónidos, 180 de crustáceos (6 cirrípedos, 1 misidáceo, 3 tanaidáceos, 36 anfípodos gammáridos, 20 isópodos y 114 decápodos), 630 especies de moluscos (1 solenogastro, 11 poliplacóforos, 469 gasterópodos, 136 bivalvos, 1 escafópodo y 11 cefalópodos), 123 de briozoos, 9 de braquiópodos, 1 de foronídeos, 50 de equinodermos, 47 de ascidias y 144 de peces.

Desde la citada publicación (Templado *et al.*, 2006) se han aportado algunas especies más al catálogo faunístico y florístico de los fondos de la isla, como una nueva especie de anfípodo gammárido (*Leptocheirus alboranensis*) descrita por Ortiz y Gimeno (2006). Es también de destacar el extenso trabajo monográfico sobre los moluscos de la isla publicado en ese mismo año por Peñas *et al.* (2006), en el que se describen 8 especies nuevas. En este sentido, hay que resaltar también que 32 nuevas especies marinas (1 alga, 9 esponjas, 2 isópodos, 1 anfípodo, 14 moluscos, 4 briozoos y 1 ascidia, que se relacionan en la tabla 2.1) han sido descritas de los fondos próximos a la isla, principalmente en las últimas dos décadas.

<p><i>Predaea alboranensis</i> Conde, López-Mielgo y Flores Moya, 1998 (Algae) <i>Bubaropsis alborani</i> Boury-Esnault, Pansini y Uriz, 1994 (Porifera) <i>Coelosphaera cryosi</i> (Boury-Esnault, Pansini y Uriz, 1994) (Porifera) <i>Crambe tuberosa</i> Maldonado y Benito, 1991 (Porifera) <i>Delectona alboranensis</i> Rosell, 1996 (Porifera) <i>Dotona mediterranea</i> Rosell y Uriz, 2002 (Porifera) <i>Leptolabis megachela</i> Maldonado, 1992 (Porifera) <i>Plakinastrella mixta</i> Maldonado, 1992 (Porifera) <i>Pleraplysilla reticulata</i> Maldonado y Uriz, 1999 (Porifera) <i>Sphinctrella aberrans</i> Maldonado y Uriz, 1996 (Porifera) <i>Leptocheirus alboranensis</i> Ortiz y Gimeno, 2006 (Amphipoda) <i>Synisoma raquelae</i> Hedo y Junoy, 1999 (Isopoda) <i>Stenosoma stephensi</i> Santos y Xavier, 2011 (Isopoda) <i>Alvania alboranensis</i> Peñas y Rolán en Peñas <i>et al.</i> 2006 (Gastropoda) <i>Aphanitoma mariottinii</i> Smriglio, Rufini y Martín Pérez, 2001 (Gastropoda) <i>Bittium circa</i> Moreno en Peñas <i>et al.</i> 2006 (Gastropoda) <i>Certhiopsis taruellasi</i> Peñas y Rolán en Peñas <i>et al.</i> 2006 (Gastropoda) <i>Coralliophila alboranensis</i> Smriglio y Mariottini, 2003 (Gastropoda) <i>Curveulima beneitoi</i> Peñas y Rolán en Peñas <i>et al.</i> 2006 (Gastropoda) <i>Eulimella oliveri</i> Peñas y Rolán en Peñas <i>et al.</i> 2006 (Gastropoda) <i>Houartiella alboranensis</i> Smriglio, Mariottini y Giusti, 1996 (Gastropoda) <i>Monophorus alboranensis</i> Rolán y Peñas, 2001 (Gastropoda) <i>Odostomia sorianoi</i> Peñas y Rolán en Peñas <i>et al.</i> 2006 (Gastropoda) <i>Okenia hispanica</i> Valdés y Ortea, 1995 (Gastropoda) <i>Onchodia valeriae</i> (Giusti, 1987) (Gastropoda) <i>Parviturbo alboranensis</i> Peñas y Rolán in Peñas <i>et al.</i> 2006 (Gastropoda) <i>Nucula recondita</i> Gofas y Salas, 1996 (Bivalvia) <i>Disporella alboranensis</i> Álvarez, 1992 (Bryozoa) <i>Disporella robusta</i> Álvarez, 1992 (Bryozoa) <i>Fenestrulina barrosoi</i> Álvarez, 1992 (Bryozoa) <i>Puelleria pseudogradata</i> Harmelin y Arístegui, 1988 (Bryozoa) <i>Aplidium inversum</i> Pérès, 1959 (Tunicata)</p>
--

**Tabla 2.1.** Lista de especies marinas nuevas descritas de los fondos próximos a la isla de Alborán.

Las descripciones más recientes de las comunidades bentónicas de la zona de Alborán se recogen en los trabajos de García Raso y Salas (1984), San Félix (1990), Templado *et al.* (1993), Mas *et al.* (1996), Luque y Templado (2004) o Moreno (2006), pero la descripción más completa y detallada es la que ofrecen Templado *et al.* (2006). Esas descripciones están basadas en observaciones puntuales en las que se dan las cotas batimétricas donde se han hallado cada una de las comunidades bentónicas, pero no se ha realizado ningún cartografiado de las mismas, con excepción del que ofrece Bárcenas (2002) de los fondos de laminarias y de “maërl”. En el capítulo 4 (hábitats identificados) se sintetiza la información que ofrecen estas publicaciones.



### 3. Resumen de los estudios realizados en el marco de INDEMARES.

#### 3.1. Sónar de barrido lateral y granulometría.

La primera fase de los estudios realizados en el marco del proyecto INDEMARES fue una campaña de sónar de barrido lateral encargada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino a la empresa Geología, Hidrología y Medioambiente, S. L. (GEHYM, 2011; de este informe se reseñan a continuación los puntos esenciales y se remite a él para más detalles). Para la campaña se contó con el barco "isla de Alborán" de la empresa ALNASUR, de 25 m de eslora y con base en el puerto de Málaga.

El objetivo de dicho estudio fue la caracterización de los diferentes geohábitats existentes en la plataforma sumergida de la isla de Alborán, mediante:

- Un levantamiento cartográfico, mediante sónar de barrido lateral, de la plataforma sumergida de la isla de Alborán.
- La caracterización de los diferentes fondos marinos en función de su naturaleza sedimentológica y geológica.
- La realización de planos que representasen los distintos geohábitats detectados.
- La identificación, delimitación y localización de los hábitats de interés.

Para ello, se realizó una investigación mediante sónar de barrido lateral de una superficie aproximada de 27.623 ha, es decir, el área cuyo límite superior se sitúa en la isla de Alborán (0 metros) y el inferior en el entorno comprendido por la isóbata de -200 metros en el borde de la plataforma.

La obtención de sonogramas de alta resolución y la toma de muestras, estuvo enfocada principalmente a la caracterización de la zona de estudio, tanto desde el punto de vista morfológico como sedimentológico, ya que con esta metodología se puede:

- Determinar las diferentes reflectividades de los materiales.
- Obtener las características del fondo marino.
- Definir las unidades de sedimentos y materiales que puedan ser utilizados, posteriormente, para la identificación de hábitats.
- Detectar en superficie la presencia de rasgos y eventos anómalos relevantes.

##### 3.1.1. Adquisición de los sonogramas.

Las dimensiones de la cuadrícula del levantamiento geofísico se establecieron con anterioridad al comienzo de los trabajos. Se realizó un diseño preliminar de los recorridos a realizar por la embarcación, que fueron aprobados por los responsables del proyecto por parte del Ministerio. Al estar las líneas planificadas a equidistancias constantes, el rango de barrido por canal se proyectó para que exista un solapamiento superior al 30%. Debido a esta condición, se utilizó la frecuencia de 500 kHz para una mayor resolución de los datos obtenidos, siempre que el rango de barrido no fuese superior a 150 metros.

La distribución de los transectos a realizar se hizo en varias fases debido a las características morfológicas de los fondos. Siendo la forma de trabajo principal la frecuencia de 100 y 500 KHz con rango 150 m, se estableció una malla de recorridos con orientación este-oeste, y una separación entre ellos de 200 m, distribuidos a lo largo de la zona de estudio y recortando las isóbatas. En todos los recorridos, se operaron de manera conjunta todos los equipos empleados en la campaña de campo (sónar de barrido lateral y sistema de navegación). En la zona suroccidental del área de estudio, debido a las características de su

relieve, se propuso realizar líneas longitudinales al relieve. En las zonas de fuerte pendiente, para completar el trabajo hasta la isóbata de -200 m, se optó por líneas de direcciones aleatorias; en la zona de poca profundidad próxima a la isla de Alborán se completó el levantamiento con líneas NO-SE. En conjunto, se han realizado un total de 180 líneas, cubriendo en total unos 1.900 km lineales. Los trabajos se realizaron en varias fases debido a las condiciones meteorológicas adversas existentes en la zona. Además, se produjeron varias incidencias (cuatro) debido a enganches del sónar de barrido lateral con cabos sueltos o palangres. Dos de estos enganches provocaron la rotura del sónar.

El posicionamiento y control de navegación de la embarcación se hizo con el sistema GPS Diferencial, usando un aparato de la marca Trimble modelo AgGPS 124/132, con una precisión de +/- 1 m. El equipo utilizado está basado en el sistema global de posicionamiento OMNISTAR. Se ha utilizado un programa de posicionamiento y navegación versátil y sofisticado, denominado HYPACK por la empresa Coastal Oceanographics, por medio del cual se controlan la calidad del levantamiento y los datos de posicionamiento para trabajos de batimetría y geofísica, y otras actividades complejas de posicionamiento. Las coordenadas están referidas en proyección UTM y geográficas, dátum ETRS-89 y huso 30. En todos los recorridos se registró digitalmente el número de línea, las coordenadas y el punto de control cada 60 segundos, así como los registros continuos georreferenciados.

Para la realización de los trabajos se empleó un sónar de barrido lateral (SBL) digital bifrecuencia simultánea KLEIN 3000. El SBL (Fig. 3.1.1) es un vehículo submarino remolcado en forma de torpedo, equipado con dos transductores que emiten, a través del agua, ondas acústicas en forma de abanico en un rango de frecuencias simultáneas de 100 y 500 KHz cada uno. El reflejo de esta señal, proveniente del fondo, es captado por los mismos transductores, amplificado y transmitido a través del cable de remolque, hasta el registrador, en donde la señal correspondiente se digitaliza, procesa y se visualiza "on-line", obteniendo de esta manera lo que se conoce como registro sísmico-acústico. Los sistemas de sónar en realidad no miden profundidad o distancia, lo que miden y representan es el tiempo transcurrido desde que el pulso es emitido a través del transductor al objeto y regresa. La precisión y calidad de los registros del sónar dependen de la posibilidad de medir este tiempo con exactitud. Para obtener la máxima calidad y precisión de los registros, el sónar posee unos sensores que eliminan las distorsiones originadas por la inestabilidad del "pez", la altura del mismo con respecto al fondo y los cambios en la velocidad del barco.

Debido a las profundidades existentes en la zona de estudio, en el SBL se ha instalado un "depresor" con forma de alas de color amarillo, con el fin de llevar el sónar lo más cerca posible del lecho marino. Este depresor aumenta el peso y, añadido al cambio de la hidrodinámica del conjunto, provoca un hundimiento del equipo, lo que permite trabajar a grandes profundidades. Se han utilizado dos tipos de cable en el sónar, el "lighthweight" y uno pesado ("armoured") para facilitar el hundimiento del sónar a mayores profundidades.

Para la adquisición de los datos del SBL, se ha utilizado se ha utilizado el "software" SonarPro 12. Este programa es un sistema informático de alta precisión que permite la adquisición de datos digitales de los equipos conectados a él. Para una mayor precisión, este sistema va conectado al DGPS, por lo que cada punto digital tiene una coordenada en el sistema geográfico utilizado. Los datos se supervisan en tiempo real mediante una pantalla de ordenador y se almacenan en un disco duro para poder trabajar más cómodamente en gabinete con los datos. Mientras se observa la pantalla del ordenador, puede medirse tanto longitudes como alturas de objetos con una gran precisión, al tiempo que se pueden ampliar zonas complejas para su estudio posterior. Con todos los datos, puede realizarse un mosaico de

la superficie investigada, previo filtrado, presentando un mapa morfológico en forma fotográfica del fondo oceánico.



Figura 3.1.1. Sónar de barrido lateral bifrecuencia digital KLEIN 3000.

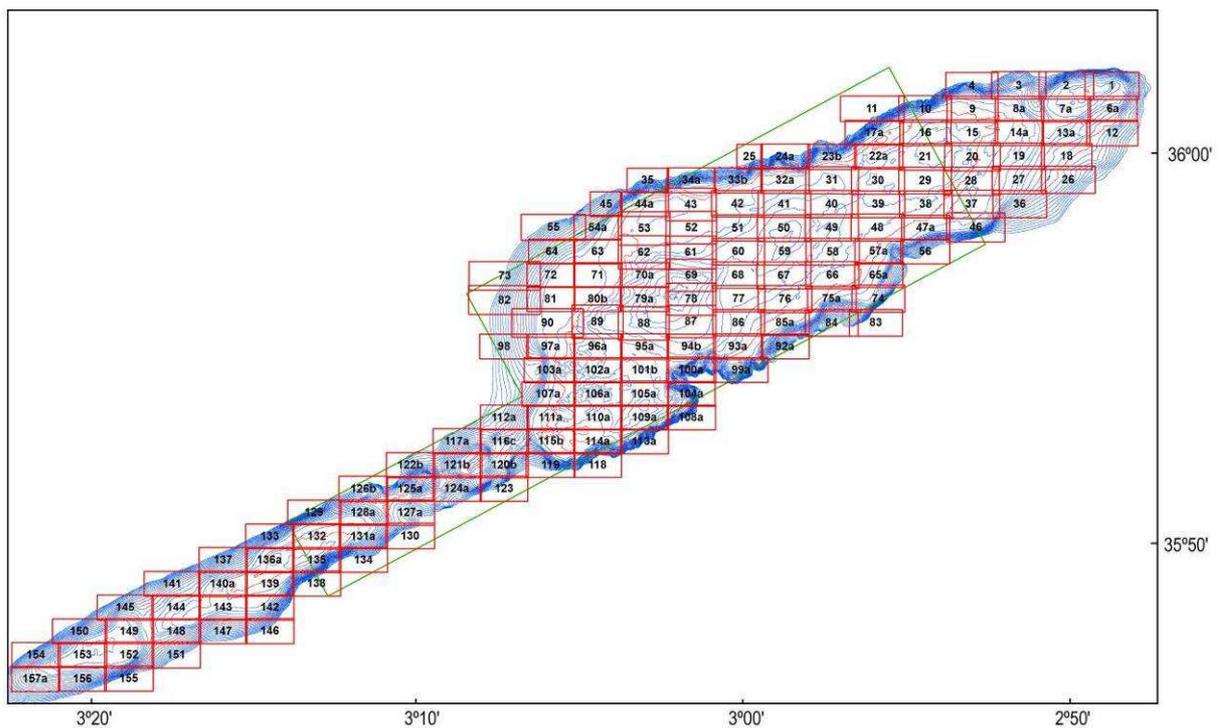


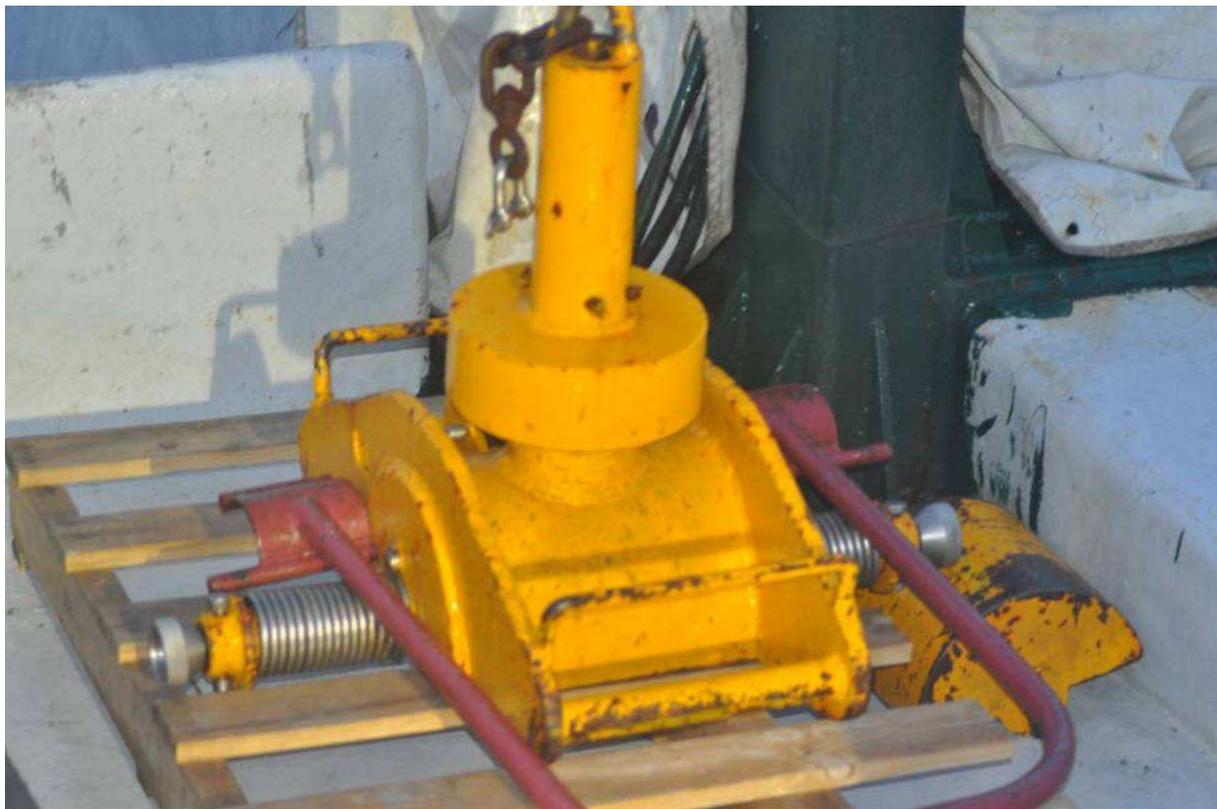
Figura 3.1.2. Mapa de ensamblaje de los mosaicos adquiridos en la plataforma de Alborán durante la campaña de sónar de barrido lateral. Batimetría representada en líneas azules, con isóbatas de 10 a 300 m, cada 10 m. Este mapa se puede ampliar en el GIS.

Para la realización del mosaico a partir de los datos digitales obtenidos en el campo, se ha utilizado el “software” SonarWiz Map 5. Los datos fueron procesados en conjunto, disponiendo todas las líneas georreferenciadas en un mismo plano con un solapamiento determinado. En el procesado se comprobó que las coordenadas emitidas por el “pinger”, el “layback” y “offset”

del sónar con respecto al barco habían sido tomadas en cuenta durante la adquisición de datos. El resultado final fue un mosaico digital fotográfico del fondo marino de la zona de estudio (Fig. 3.1.2), a partir del cual se procedió a su interpretación, obteniendo como resultado un plano morfológico de detalle de la zona investigada.

### 3.1.2. Estudio de los sedimentos

Con el fin de relacionar las texturas observadas en los sonogramas con determinados tipos de sedimento, se realizó una campaña de muestreo bentónico. Se empleó una draga Shipek (Fig. 3.1.3), ideal para las profundidades y tipos de sedimentos existentes en el área de estudio. Esta draga consta de un depósito semicircular el cual se carga de forma invertida mediante un muelle. Al contacto con el fondo marino, este mecanismo hace bajar un peso situado en la parte superior que acciona y cierra el depósito semicircular, y toma la muestra girando y cortando la capa superficial de sedimento. Al ser un muelle el que ejerce la fuerza para tomar la muestra, puede cortar o coger sedimentos incluso gruesos. Al girar el mecanismo, la parte abierta del semicírculo queda cerrada, lo que hace que en el ascenso de la draga el sedimento no se pierda y se mantenga con la misma estructura que estaba en el fondo marino.



**Figura 3.1.3.** Dragas Shipek utilizadas para los muestreos de sedimento.

En total, se han tomado 107 muestras de sedimento con la draga Shipek (Fig. 3.1.4). Sobre estas muestras se han realizado los siguientes análisis:

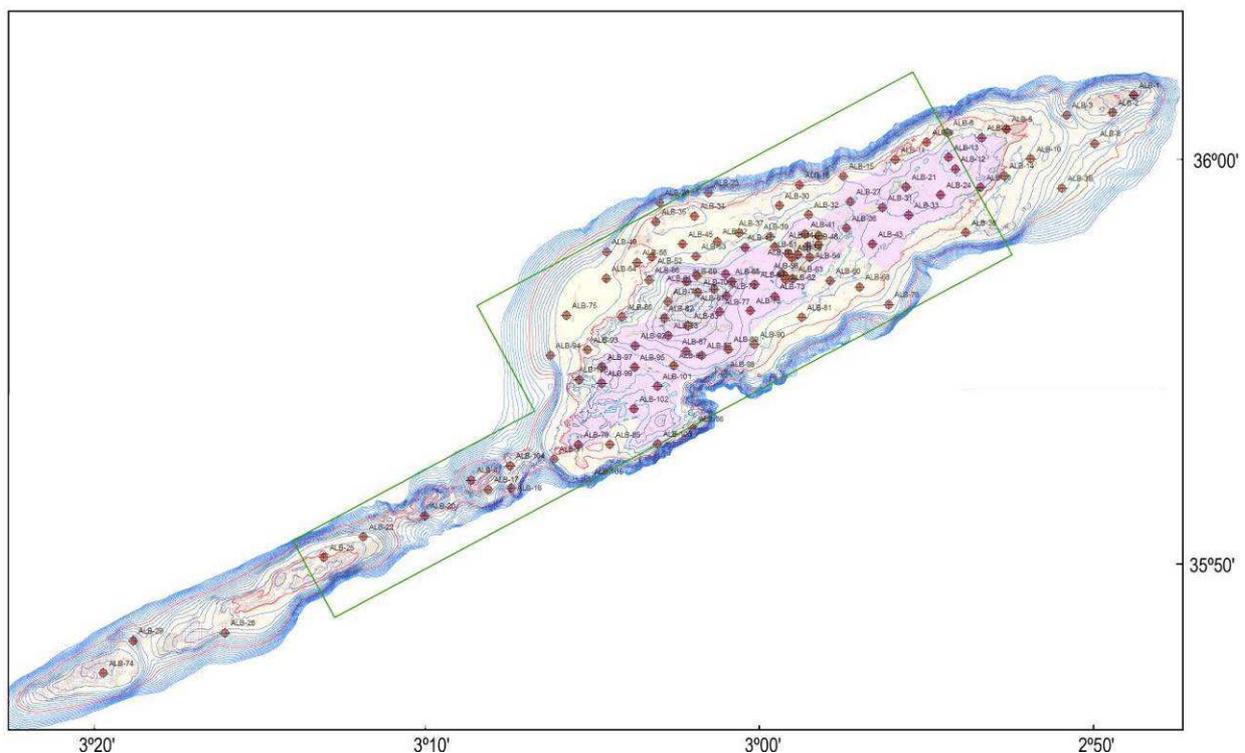
- Análisis granulométricos con lavado previo de las muestras, para así determinar con exactitud el contenido en finos de las mismas.
- Determinación del contenido en carbonatos de cada una de las muestras obtenidas.

- Análisis mineralógicos de las muestras representativas, tomándose en cuenta los diferentes tipos de sedimento y los hábitats.

Tras el tamizado, se representaron los resultados obtenidos tratándose estadísticamente por varios métodos, para así obtener la mayor información posible del sedimento. El detalle de los resultados está presentado en el tomo II del informe de campaña (GEHYM, 2011).

Para el análisis granulométrico, se tomó una cantidad de muestra representativa, procurando un porcentaje óptimo de cada uno de los diferentes tamaños de partículas que aparecían en las muestras. Según los tamaños de partículas existentes en las muestras, se han tomado desde 100 g hasta 1.000 g de sedimento, recalculando todos los pesos retenidos en los tamices en porcentaje del total de la muestra. Las muestras fueron previamente lavadas para eliminar las sales solubles que pudieran contener. A continuación, se dejaron secar en un horno a una temperatura de entre 80 y 100° C por un periodo no inferior a 24 horas. Una vez secadas fueron cuidadosamente desmenuzadas sin llegar a romper los granos, mezclando bien cada muestra. Una vez disgregada, la muestra se cuartea en dos mitades iguales. Una de ellas se guarda en bolsas y rotula para futuros análisis o comprobación de los mismos. La otra mitad de la muestra se prepara para el tamizado. Una vez cuarteada y separada la muestra, se pesa la muestra seca y se procede al lavado con el tamiz 63 µm; después se vuelve a secar y se pesa la muestra, lo que indica el porcentaje en finos.

Tras esta operación se realiza el tamizado mecánico de las muestras mediante una columna de tamices con luz de malla sucesivamente más pequeña; este proceso dura 20 minutos como mínimo. La columna de tamices utilizada consta de 21 tamices A.S.T.M. Se tomaron los pesos retenidos en cada uno de los tamices de la columna representados en las plantillas, que se adjuntan en los anejos del informe.



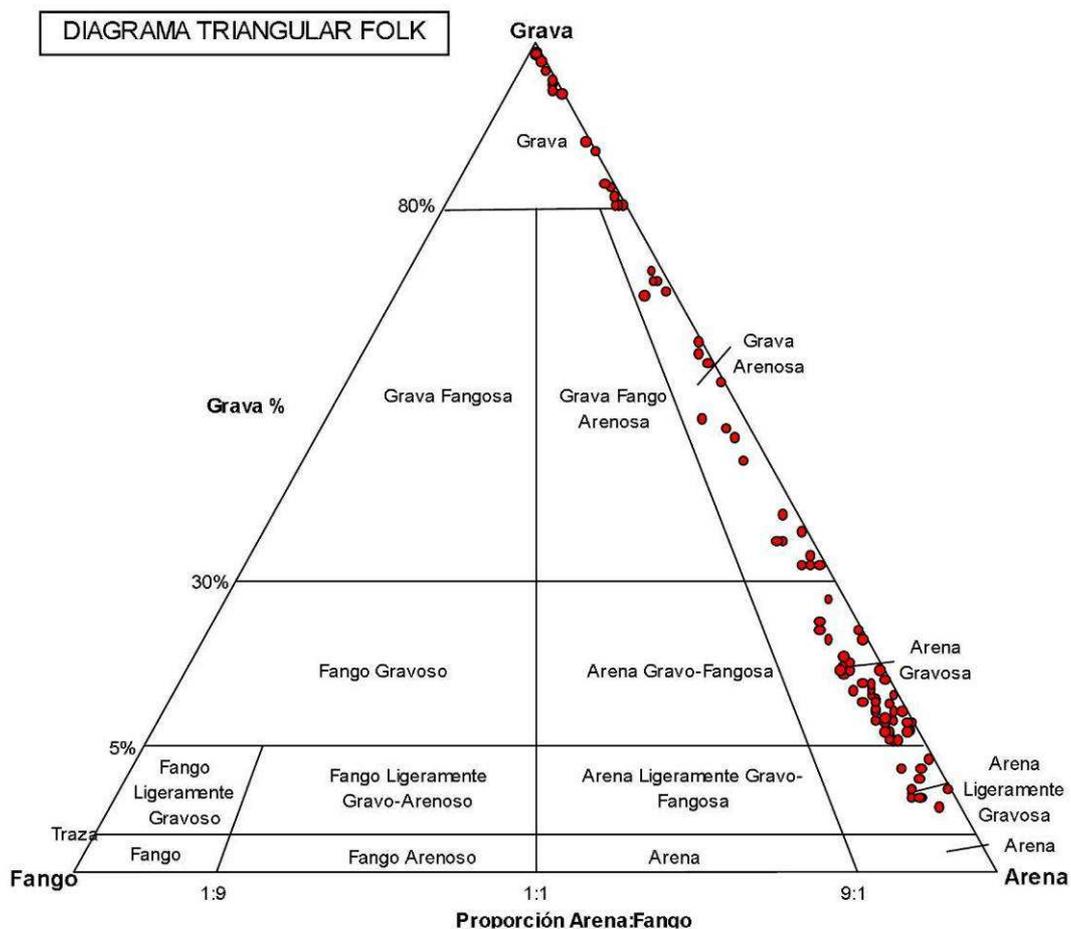
**Figura 3.1.4.** Distribución de los muestreos con draga SHIPEK realizados en el marco de la campaña de sónar de barrido lateral en febrero de 2011. Este mapa se puede ampliar en el GIS.

Los análisis de los resultados se realizaron a través del programa GRADISTAT (S. Blott, 1999). Con este programa se obtienen una serie de datos estadísticos y diagramas que se exponen a continuación:

- Datos estadísticos: determinación de percentiles D10, D50 y D90, moda, media, desviación estándar (selección), asimetría y curtosis.
- Diagrama triangular, gráfico de distribución de tamaños de grano y curva granulométrica junto con un histograma.

La escala granulométrica usada, y prevalente en la actualidad, es la de Udden, modificada por Wentworth (1922) y por el Comité Lane (1947), y llamada UDDEN-WENTWORTH. Esta toma el milímetro como punto de partida y establece subdivisiones utilizando la razón 2 ó 1/2 (la primera en sentido creciente y la segunda en sentido decreciente). Así, los límites de clases en esta escala son: 256 mm, 128 mm, 64 mm, 32 mm, 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 1/2 mm, 1/4 mm, 1/8 mm, 1/16, etc.

El resultado de los análisis granulométricos de cada una de las muestras, de forma general, se muestra en la tabla 3.1.1. Los datos resultantes de los análisis fueron integrados en una base de datos para su posterior interpretación general (Figs. 3.1.4 y 3.1.5). La clase media de las muestras analizadas se clasifica como gravas (6,51). La composición media de las muestras está formada por un 35,07% de gravas, un 63,67% de arenas y un 1,25% de fango.



**Figura 3.1.5.** Diagrama de Folk representando el contenido en grava, arena y fango de todas las muestras. En la plataforma de Alborán no se encontraron fangos.

MUESTRAS	Latitud N	Longitud W	Prof. (m)	CLASE	% GRAVAS	% ARENAS	% FANGO	GRUPO TEXTURAL	TIPO DE MUESTRA	D50	% CO <sub>3</sub> Ca
ALB-1	36°01,622'	2° 48,692'	-103	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-2	36°01,191'	2° 49,334'	-120	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-3	36°01,134'	2° 50,722'	-176	AG	11,2	88	0,8	Arena Gravosa	Bimodal	0,599	95,48
ALB-3BIS	35° 59,320'	2° 50,862'	-174	AM	13,3	86,6	0,1	Arena Gravosa	Trimodal	0,357	85,26
ALB-4	35° 52,093'	3° 08,724'	-120	AMG	32	67,7	0,3	Grava Arenosa	Bimodal	1,48	97,23
ALB-5	36°00,788'	2° 52,543'	-96	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-6	36°00,699'	2° 54,323'	-91	AG	11,2	86,4	2,5	Arena Gravosa	Bimodal	0,582	75,54
ALB-7	36°00,575'	2° 53,293'	-88	GR	95,2	4,7	0,1	Grava	Unimodal	38,48	98,63
ALB-8	36°00,426'	2° 49,875'	-170	AMG	23,2	74,4	2,4	Arena Gravosa	Bimodal	1,164	95,63
ALB-9	36°00,465'	2° 54,950'	-98	AG	13,6	83,3	3,1	Arena Gravosa	Bimodal	0,644	91,25
ALB-10	36°00,047'	2° 51,802'	-114	AMG	21,6	78,3	0,1	Arena Gravosa	Unimodal	1,288	91,34
ALB-11	36°00,033'	2° 55,915'	-98	AG	10,7	86,9	2,4	Arena Gravosa	Trimodal	0,631	96,32
ALB-12	35° 59,800'	2° 54,091'	-66	GR	95,5	4,3	0,1	Grava	Bimodal	19,28	99,12
ALB-13	36°00,091'	2° 54,298'	-61	Laminaria	—	—	—	—	—	—	—
ALB-14	35° 59,634'	2° 52,619'	-106	AG	14,9	85	0,1	Arena Gravosa	Unimodal	0,886	91,25
ALB-15	35° 59,626'	2° 57,476'	-84	AG	10,8	87	2,3	Arena Gravosa	Bimodal	0,594	88,26
ALB-16	35° 51,894'	3° 07,511'	-178	AG	26,6	71,9	1,5	Arena Gravosa	Bimodal	0,783	90,36
ALB-17	35° 51,861'	3° 08,209'	-116	AMG	31,9	66,4	1,7	Grava Arenosa	Unimodal	1,51	94,06
ALB-18	35° 59,408'	2° 58,803'	-96	AG	11,1	88,7	0,1	Arena Gravosa	Unimodal	0,709	100
ALB-19	35° 59,344'	2° 53,322'	-83	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-20	35° 51,203'	3° 10,124'	-204	AG	22,3	75,2	2,5	Arena Gravosa	Unimodal	0,847	92,68
ALB-21	35° 59,356'	2° 55,583'	-80	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-22	35° 50,678'	3° 11,979'	-118	AG	17,4	80,1	2,5	Arena Gravosa	Bimodal	0,834	96,32
ALB-23	35° 59,214'	3° 01,556'	-126	AG	13	85,7	1,3	Arena Gravosa	Bimodal	0,689	91,03
ALB-24	35° 59,160'	2° 54,534'	-74	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-25	35° 50,163'	3° 13,174'	-98	GR	50,4	47,5	2,2	Grava Arenosa	Unimodal	2,013	88,08
ALB-26	35° 58,976'	3° 03,048'	-124	AG	16,3	80,4	3,3	Arena Gravosa	Unimodal	0,905	85,21
ALB-27	35° 58,992'	2° 57,261'	-70	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-28	35° 48,291'	3° 16,154'	-122	AMG	35,1	62,5	2,4	Grava Arenosa	Trimodal	1,095	99,11
ALB-29	35° 48,087'	3° 18,928'	-154	AG	16,6	80,8	2,6	Arena Gravosa	Unimodal	0,828	92,16
ALB-30	35° 58,898'	2° 59,412'	-84	AM	7,6	90,6	1,8	Arena Gravosa	Bimodal	0,431	79,68
ALB-31	35° 58,845'	2° 56,300'	-80	GR	99,5	0,5	0	Grava	Unimodal	44,4	85,67
ALB-32	35° 58,669'	2° 58,534'	-62	AG	13,7	85,2	1,1	Arena Gravosa	Unimodal	0,824	88,22
ALB-33	35° 58,659'	2° 55,503'	-80	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-34	35° 58,636'	3° 01,979'	-87	AG	6,6	91	2,4	Arena Gravosa	Unimodal	0,646	91,26
ALB-35	35° 58,500'	3° 03,150'	-90	AG	10,4	87,6	2	Arena Gravosa	Unimodal	0,7	94,92
ALB-36	35° 58,336'	2° 57,389'	-74	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-37	35° 58,221'	3° 00,626'	-93	AM	5,7	92,3	2	Arena Gravosa	Bimodal	0,424	72,54

**Tabla 3.1.3.** Resultados del análisis granulométrico. Abreviaturas: GR, gravas; Gr, gravilla; AMG, arena muy gruesa; AG, arena gruesa; AM, arena media; AF:, arena fina. (3) Profundidades tomadas en el campo a partir del posicionamiento sobre el modelo batimétrico.

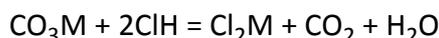
MUESTRAS	Latitude N	Longitude W	Prof. (m)	CLASE	% GRAVAS	% ARENAS	% FANGO	GRUPO TEXTURAL	TIPO DE MUESTRA	D50	% CO <sub>3</sub> Ca
ALB-38	35° 58,226'	2° 53,777'	-108	AMG	48,4	49,9	1,8	Grava Arenosa	Unimodal	1,96	89,42
ALB-39	35° 58,125'	2° 59,693'	-74	AG	18,9	78,9	2,2	Arena Gravosa	Polimodal	0,844	87,53
ALB-40	35° 58,151'	2° 58,233'	-48	GR	94,7	5,3	0,1	Grava	Unimodal	29,55	90,69
ALB-41	35° 58,190'	2° 58,640'	-50	GR	80,7	19,1	0,2	Grava	Polimodal	18,34	92,08
ALB-42	35° 58,006'	3° 01,298'	-93	AM	2,9	95	2,1	Ar. Lig. Gravosa	Unimodal	0,394	86,13
ALB-43	35° 57,945'	2° 56,598'	-84	Costra	—	—	—	—	—	—	—
ALB-44	35° 57,926'	2° 58,232'	-48	GR	59,1	40,6	0,2	Grava Arenosa	Trimodal	3,075	89,74
ALB-45	35° 57,944'	3° 02,341'	-94	AG	8,7	88,8	2,5	Arena Gravosa	Bimodal	0,626	83,29
ALB-46	35° 57,874'	2° 59,554'	-62	AG	32,7	67	0,4	Grava Arenosa	Trimodal	0,976	88,17
ALB-47	35° 57,860'	3° 00,451'	-74	GR	72,2	27,3	0,5	Grava Arenosa	Trimodal	6,759	93,55
ALB-48	35° 57,883'	2° 58,550'	-38	Laminaria	—	—	—	—	—	—	—
ALB-49	35° 57,753'	3° 04,639'	-126	AMG	24,2	72,8	3	Arena Gravosa	Bimodal	1,149	96,85
ALB-50	35° 57,686'	2° 58,859'	-49	GR	82,6	17,3	0,1	Grava	Bimodal	7,056	98,87
ALB-51	35° 57,701'	2° 59,150'	-56	GR	96,7	3,1	0,1	Grava	Unimodal	40,17	99,12
ALB-52	35° 57,625'	3° 03,271'	-101	AM	3,8	95,5	0,7	Ar. Lig. Gravosa	Bimodal	0,386	83,62
ALB-53	35° 57,640'	3° 01,938'	-88	AM	9,6	89	0,7	Arena Gravosa	Bimodal	1,973	87,69
ALB-54	35° 57,618'	2° 58,494'	-48	GR	81	18,9	0,1	Grava	Unimodal	4,629	97,34
ALB-55	35° 57,614'	2° 59,040'	-52	GR	96,5	3,4	0,1	Grava	Unimodal	23,41	99,69
ALB-56	35° 57,486'	3° 03,723'	-105	AG	2,4	97,3	0,3	Ar. Lig. Gravosa	Unimodal	0,511	87,83
ALB-57	35° 0,572'	2° 59,338'	-52	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-58	35° 57,169'	2° 59,263'	-53	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-59	35° 57,200'	3° 01,040'	-60	GR	71,5	28,2	0,3	Grava Arenosa	Bimodal	49,07	97,38
ALB-60	35° 57,030'	2° 57,873'	-80	AG	7,9	91,9	0,2	Arena Gravosa	Bimodal	0,784	77,04
ALB-61	35° 57,159'	3° 01,913'	-50	GR	82,8	17	0,1	Grava		11,505	88,48
ALB-62	35° 57,077'	2° 59,234'	-56	GR	81,7	18,3	0,1	Grava	Trimodal	17,69	83,59
ALB-63	35° 57,081'	2° 59,009'	-58	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-64	35° 57,090'	3° 04,653'	-114	AM	3,4	93,6	3	Ar. Lig. Gravosa	Bimodal	0,334	83,06
ALB-65	35° 57,017'	3° 00,850'	-44	AMG	7,5	92,5	0	Arena Gravosa	Bimodal	1,011	98,12
ALB-66	35° 57,055'	3° 03,351'	-88	AM	1,6	97,1	1,4	Ar. Lig. Gravosa	Unimodal	0,411	77,79
ALB-67	35° 56,828'	3° 01,395'	-25	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-68	35° 56,881'	2° 56,984'	-94	AMG	12,2	85,9	2	Arena Gravosa	Bimodal	1,082	84,07
ALB-69	35° 57,020'	3° 02,214'	-40	AMG	22,1	77,8	0,1	Arena Gravosa	Bimodal	1,161	88,58
ALB-70	35° 56,754'	3° 01,878'	-16	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-71	35° 56,524'	3° 02,786'	-34	AG	15,9	84	0,1	Arena Gravosa	Unimodal	0,388	53,69
ALB-72	35° 56,661'	3° 01,019'	-40	GR	69,1	30,8	0	Grava Arenosa	Bimodal	3,575	88,41
ALB-73	35° 56,643'	2° 59,561'	-66	GR	98,6	1,4	0	Grava	Unimodal	20,09	91,25
ALB-74	35° 47,283'	3° 19,825'	-108	AMG	37	61,6	1,4	Grava Arenosa	Bimodal	1,604	79,68
ALB-75	35° 56,177'	3° 05,853'	-114	AM	2,4	94,8	2,7	Ar. Lig. Gravosa	Trimodal	0,321	71,25
ALB-76	35° 56,449'	2° 56,100'	-122	AG	3,5	94,9	1,7	Ar. Lig. Gravosa	Unimodal	0,571	84,72
ALB-77	35° 56,269'	3° 01,223'	-42	GR	56,8	43,2	0	Grava Arenosa	Unimodal	2,286	89,82

**Tabla 3.1.3 (continuación).** Resultados del análisis granulométrico. Abreviaturas: GR, gravas; Gr, gravilla; AMG, arena muy gruesa; AG, arena gruesa; AM, arena media; AF:, arena fina. (3) Profundidades tomadas en el campo a partir del posicionamiento sobre el modelo batimétrico.

MUESTRAS	Latitude N	Longitude W	Prof. (m)	CLASE	% GRAVAS	% ARENAS	% FANGO	GRUPO TEXTURAL	TIPO DE MUESTRA	D50	% CO <sub>3</sub> Ca
ALB-78	35° 56,296'	3° 00,287'	-64	GR	67,5	30,1	2,4	Grava Arenosa	Unimodal	33,12	81,56
ALB-79	35° 52,971'	3° 05,484'	-90	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-80	35° 56,137'	3° 04,171'	-81	AG	14	84,1	1,9	Arena Gravosa	Trimodal	0,508	95,64
ALB-81	35° 56,131'	2° 58,738'	-87	AM	6	92,2	1,8	Arena Gravosa	Bimodal	0,43	77,73
ALB-82	35° 56,108'	3° 02,890'	-26	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-83	35° 55,920'	3° 02,172'	-24	AMG	35,7	64,2	0	Grava Arenosa	Trimodal	1,149	89,69
ALB-84	35° 56,945'	3° 00,160'	-66	GR	69,9	29,8	0,3	Grava Arenosa	Bimodal	33,91	100
ALB-85	35° 52,975'	3° 04,532'	-96	AG	9,8	89,5	0,7	Arena Gravosa	Trimodal	0,515	92,46
ALB-86	35° 53,371'	3° 02,015'	-114	AG	6,5	90,8	2,7	Arena Gravosa	Trimodal	0,636	96,38
ALB-87	35° 55,287'	3° 02,229'	-49	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-87BIS	35° 55,184'	3° 01,766'	-50	GR	88,1	11,8	0,1	Grava	Bimodal	16,1	100
ALB-88	35° 55,680'	3° 02,778'	-31	GR	61,5	38,5	0,1	Grava Arenosa	Trimodal	3,163	99,42
ALB-89	35° 55,341'	3° 00,958'	-52	GR	86,2	13,8	0,1	Grava	Bimodal	20,7	95,68
ALB-90	35° 55,463'	3° 00,168'	-77	AM	14,6	83,7	1,7	Arena Gravosa	Trimodal	0,48	80,66
ALB-91	35° 52,618'	3° 06,224'	-112	AMG	46,2	51,7	2	Grava Arenosa	Unimodal	1,9	87,68
ALB-92	35° 55,430'	3° 03,775'	-64	GR	52,6	44,1	3,4	Grava Arenosa	Polimodal	2,54	96,43
ALB-93	35° 55,323'	3° 05,211'	-96	AM	2,1	94,5	3,4	Ar. Lig. Gravosa	Bimodal	0,324	82,21
ALB-94	35° 55,184'	3° 06,335'	-130	AG	6,7	92,9	0,4	Arena Gravosa	Bimodal	0,981	84,74
ALB-95	35° 54,892'	3° 03,792'	-74	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-96	35° 54,935'	3° 02,610'	-68	GR	99,5	0,5	0	Grava	Unimodal	20,39	90,26
ALB-97	35° 54,898'	3° 04,777'	-99	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-98	35° 54,721'	3° 01,072'	-138	AF	1,9	94,9	3,2	Ar. Lig. Gravosa	Unimodal	0,25	64,48
ALB-99	35° 54,492'	3° 04,771'	-74	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-100	35° 54,578'	3° 05,463'	-84	AG	8,8	90,9	0,3	Arena Gravosa	Bimodal	0,671	84,73
ALB-101	35° 54,417'	3° 03,105'	-65	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-102	35° 53,862'	3° 03,813'	-73	Coralígeno	—	—	—	—	—	—	100
ALB-103	35° 52,991'	3° 03,093'	-82	GR	60,8	38,5	0,6	Grava Arenosa	Polimodal	17,92	82,89
ALB-104	35° 52,449'	3° 07,543'	-174	AG	8,9	89	2,1	Arena Gravosa	Bimodal	0,743	79,64
ALB-105	35° 52,057'	3° 05,177'	-204	AG	2	94,4	3,6	Ar. Lig. Gravosa	Unimodal	0,53	80,26

**Tabla 3.1.3 (final).** Resultados del análisis granulométrico. Abreviaturas: GR, gravas; Gr, gravilla; AMG, arena muy gruesa; AG, arena gruesa; AM, arena media; AF, arena fina. (3) Profundidades tomadas en el campo a partir del posicionamiento sobre el modelo batimétrico.

Para el análisis de las calcimetrías se ha empleado el método del “calcímetro de Bernard”, según norma UNE 103-200-93. Su fundamento se apoya en la descomposición de los carbonatos por la acción del ácido clorhídrico, con desprendimiento de anhídrido carbónico gaseoso, según la reacción expresada a continuación:



Conociendo la cantidad de CO<sub>2</sub> desprendida mediante la medida de su volumen, presión y temperatura, así como la cantidad desprendida de una muestra de referencia (carbonato puro), puede calcularse el porcentaje de carbonatos que había en la muestra ensayada. Se han realizado análisis de calcimetrías para todas las muestras obtenidas en la campaña, a excepción

de las muestras denominadas como coralígeno y en las que sólo se han recuperado algas (laminarias), realizándose 82 ensayos.

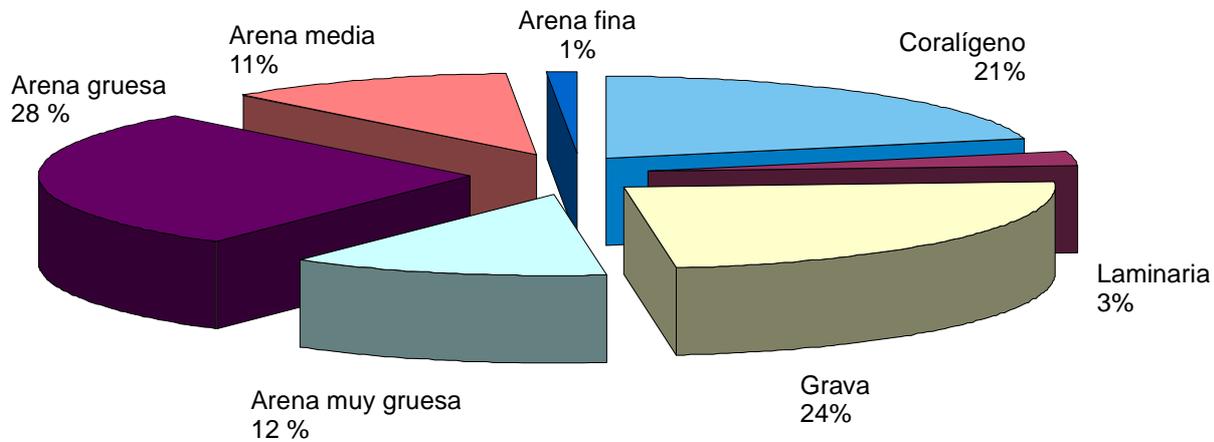


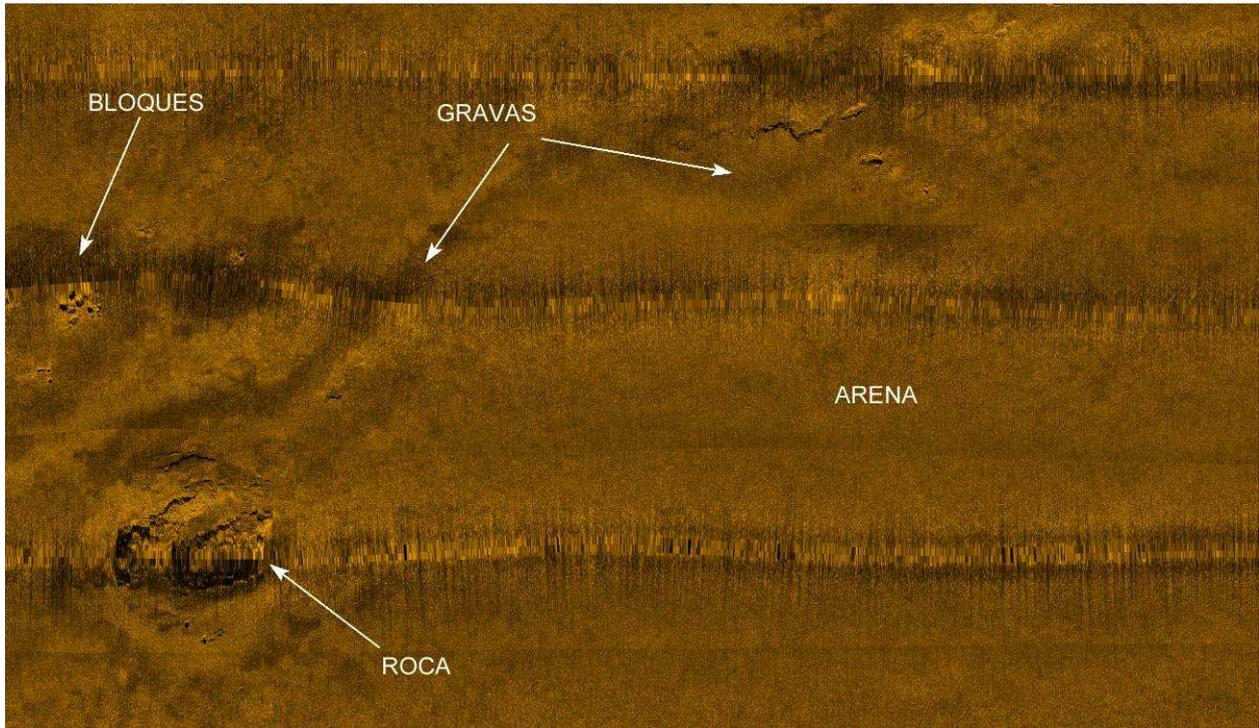
Figura 3.1.6. Síntesis de la distribución sedimentológica de las muestras.

### 3.1.3. Procesado de los datos.

La interpretación de los sonogramas se basa en correlacionar éstos con las diferentes texturas del fondo. Para ello es necesaria una correcta caracterización de las muestras obtenidas mediante cuchara Shipek, de los registros sísmicos de alta resolución y de las filmaciones de vídeo.

Una vez correlacionados los registros, se definen cuatro patrones sonográficos, los cuales se identifican como facies acústicas, en función de la intensidad de la señal (reflectividad) registrada en la imagen del sónar y de los análisis de laboratorio obtenidos de las muestras.

- Reflectividad alta, rugosa e irregular (P1). Este patrón marca zonas de relieve con alineaciones estructurales y sombras en el lado posterior a la trayectoria del sónar. El relieve puede ser importante o no, interpretándose en función de la sombra obtenida. En la zona de estudio los afloramientos de roca presentan un relieve importante, identificándose por la dirección estructural en los sonogramas como plataformas.
- Reflectividad alta-media uniforme (P2). El patrón de reflectividad alta-media uniforme presenta un registro intenso y corresponde a gravas o arenas muy gruesas. Se encuentran asociados a los afloramientos rocosos o en zonas dispersas. Su localización es difusa, ya que son materiales asociados al desmantelamiento de los afloramientos rocosos pudiendo tener una textura similar en superficie.
- Reflectividad media-alta (P3). Este patrón tiene una gran extensión en la zona de estudio y tiene una gran uniformidad. Corresponde a arenas, las cuales presentan una variación de la reflectividad dependiendo de la fracción gruesa. Este patrón también presentan cambios bruscos de reflectividad en zonas de alta energía.
- Reflectividad baja-muy baja (P4). Este patrón corresponde a tonos claros en el registro, con aspecto homogéneo y sin irregularidades morfológicas apreciables, interpretándose como limos fangosos y fangos. Este tipo de reflectividad es nulo o no aparece en la zona de estudio.



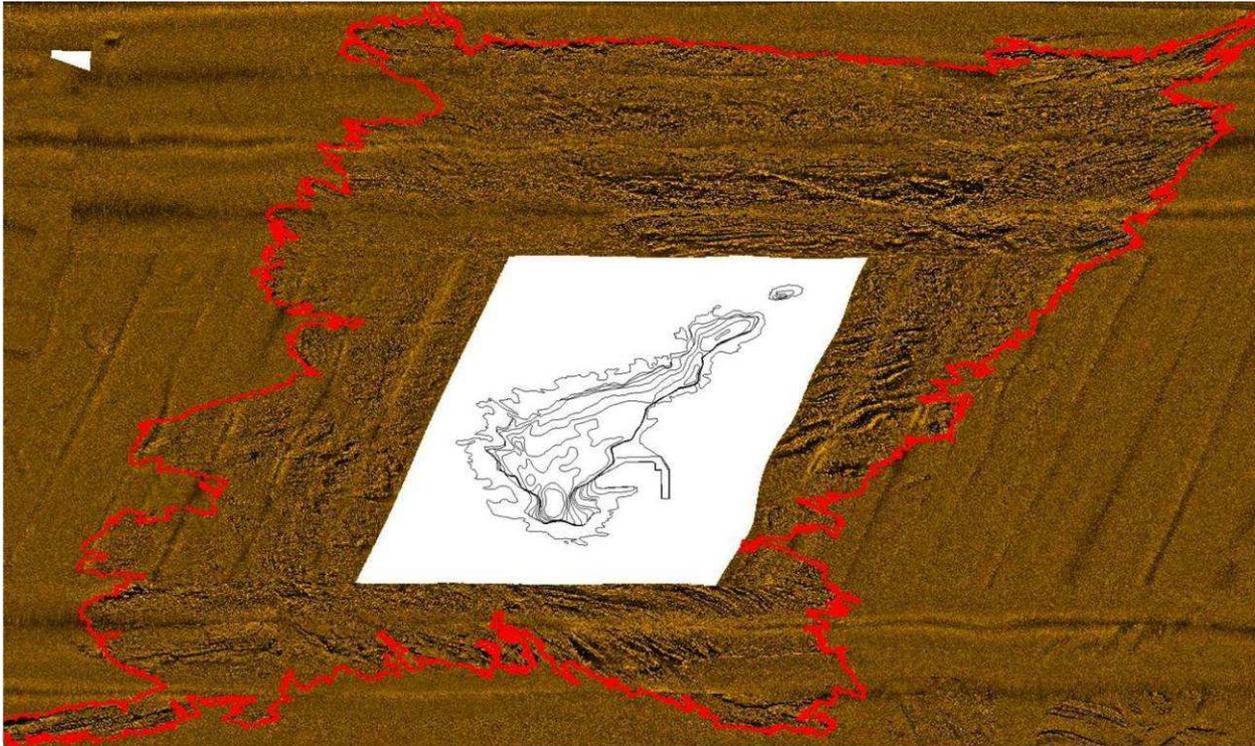
**Figura 3.1.7.** Sonograma con distintas reflectividades (mosaico 53, borde Norte de la plataforma).

La sedimentología del fondo es muy variable (Fig. 3.1.6), y está caracterizada por arenas desde finas a muy gruesas, acumulaciones de bolos y gravas, gravas bioclásticas, así como por sustrato rocoso y concreciones. El sedimento más abundante en la zona de estudio está representado por arena en toda su faceta granulométrica, especialmente la arena gruesa a muy gruesa y, en un segundo plano, las gravas bioclásticas, constituidas en su mayor parte por rodolitos.

### 3.1.3.1 Sustrato rocoso.

El sustrato rocoso aparece distribuido prácticamente por toda la zona de estudio, desde afloramientos de gran envergadura a pequeños afloramientos rocosos de escasa entidad, desarrollándose con una mayor importancia en las plataformas y en los bordes del talud. Están principalmente formados por los materiales volcánicos y sedimentarios, los cuales se diferencian por generar registros de alta reflectividad, con abundantes “sombras acústicas” debidas al relieve marcado de los afloramientos. Se han diferenciado hasta tres tipologías de afloramientos rocosos según las características morfológicas detectadas en los registros del sónar de barrido lateral.

En primer lugar, se han diferenciado afloramientos de rocas masivas de gran envergadura, con superficies rugosas y escalones topográficos. Como grandes representantes de estos tipos de afloramientos hay que destacar el afloramiento rocoso de la isla de Alborán, el de Piedra Escuela y de un carácter menor, el afloramiento que se encuentra aproximadamente en el centro de la plataforma externa de la parte suroccidental. El afloramiento de la isla de Alborán tiene una forma trapezoidal, con unas dimensiones de 2.500 m en X y 2.000 m en Y. (Fig. 3.1.7).



**Figura 3.1.8.** Afloramientos rocosos en las inmediaciones de la isla de Alborán (arriba, mosaicos 69, 70a, 78, 79a) y en torno a la Piedra Escuela (a la izquierda, mosaicos 50, 59).

En la figura 3.1.8 se observan muy bien las sombras acústicas debidas a la altura de los afloramientos rocosos, observándose así las orientaciones de las rocas y sus fracturas. Este afloramiento rocoso está constituido, en su mayoría, por rocas volcánicas originadas por un antiguo cono volcánico desmantelado durante su última erupción. Otro de los grandes afloramientos rocosos es el de Piedra Escuela, caracterizado por presentar una ligera orientación NO-SE; aunque se ha clasificado como rocas masivas por las características de sus afloramientos, podría también entrar en el grupo de afloramientos con orientación. Al igual que en el anterior, se pueden observar sus afloramientos irregulares a partir de numerosas sombras

acústicas. Sus dimensiones son de 530x1.950 m en su anchura mayor. Existen más afloramientos masivos a lo largo de la zona de estudio, siendo los dos anteriores los más destacados. Con respecto a la zona suroccidental, cabe destacar un afloramiento de mayor tamaño situado aproximadamente en el centro de la plataforma externa. Presenta una forma ovoide con unas dimensiones de 1.100x1.400 m.

Alrededor de estos afloramientos es común la aparición de arenas con componentes terrígenos, como pudo comprobarse en las muestras cercanas a la isla de Alborán y Piedra Escuela, generadas por el desmantelamiento por erosión de estas grandes masas rocosas.

Se han detectado afloramientos que presentan una orientación bien definida y asociada a líneas estructurales. Los afloramientos suelen ser alargados en la dirección de las alineaciones. Se ha notado una alineación de estos afloramientos en una dirección principal NO-SE, que coincide con la dirección general de fracturación de la zona de estudio, por lo que pueden tener una influencia estructural en su génesis.

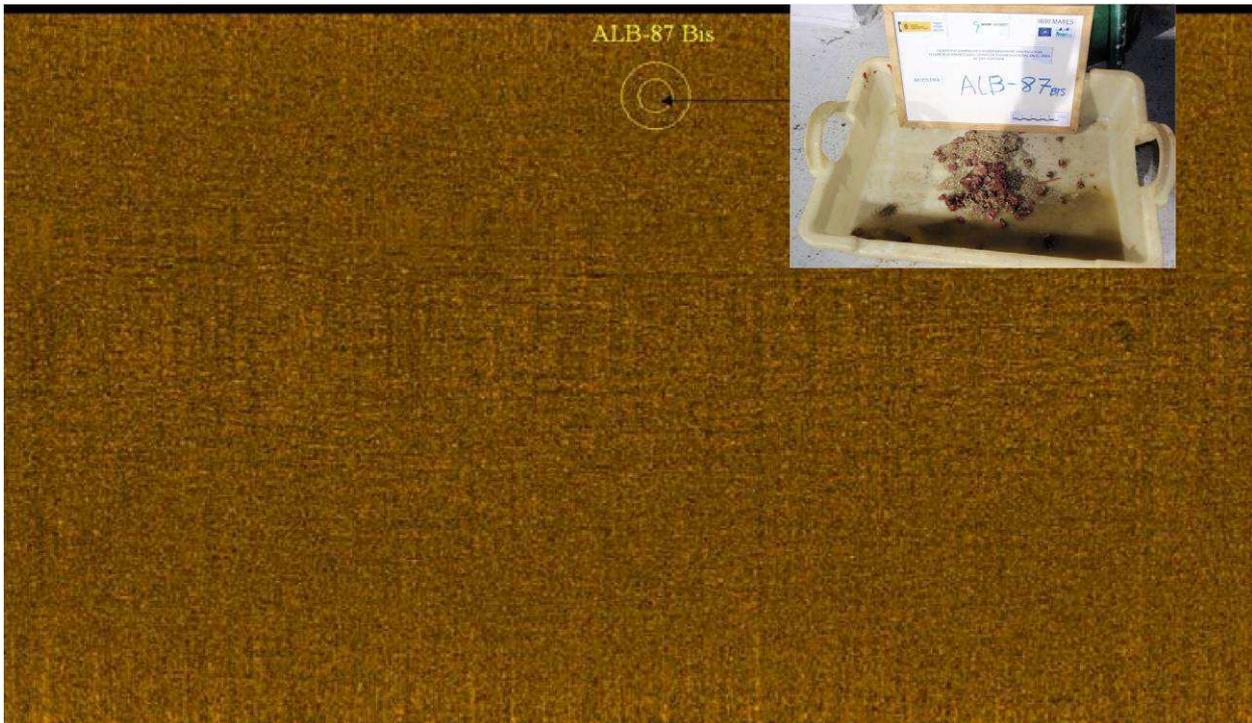
### **3.1.3.2. Bloques, gravas y arenas.**

Estas morfologías sedimentarias están constituidas como su nombre indica por bloques rocosos, gravas y arenas. Se asocian a afloramientos rocosos, bien rodeándolos como forma de materiales de disgregación del sustrato rocoso, o bien como relictos de afloramientos rocosos erosionados y cubiertos de sedimento (arenas y gravas), con algún pequeño afloramiento rocoso que persiste. Este conjunto de materiales se encuentra a lo largo de toda la zona de estudio, principalmente en zonas de plataforma, y casi siempre en las inmediaciones de afloramientos rocosos. Las gravas y arenas, debido a su génesis, pueden contener desde restos bioclásticos a terrígenos en diferentes porcentajes. Los sonogramas característicos son de alta a media/alta reflectividad, muy irregulares y con muchas variaciones, debido a que pueden tener más o menos proporción de rocas. Cuanto mayor es la proporción de rocas y bloques, mayor es la reflectividad, y cuanto mayor es la proporción de gravas y arenas, menor es la reflectividad.

### **3.1.3.3. Gravas.**

Este tipo de material está generalmente constituido por gravas bioclásticas, cuyos componentes son los rodolitos formados por algas calcáreas (el denominado "maërl"). Por su granulometría, estos materiales pertenecen al tamaño grava, aunque se caracterizan por la presencia de rodolitos vivos en gran proporción, considerándose así como gravas bioclásticas. El ambiente de sedimentación es de alta energía, por eso es común encontrarnos este material en zonas relativamente más someras que el resto y entre afloramientos rocosos. La formación de los rodolitos implica el crecimiento de un alga roja que va envolviendo con sucesivas capas calcáreas cualquier resto clástico, y el movimiento de este rodolito sobre el fondo marino.

La zona donde aparecen los rodolitos se sitúa en la parte central de la plataforma de la zona nororiental. Según los datos obtenidos mediante todos los medios utilizados en esta campaña, se observa una acumulación de rodolitos sobre el fondo marino, que a veces alcanza un porcentaje cercano al 100%. Bajo esta capa superficial de rodolitos de espesor variable (dependiendo principalmente del tiempo de acumulación y las corrientes), aparecen arenas de diferentes tamaños. (Fig. 3.1.9).



**Figura 3.1.9.** Sonograma de gravas bioclásticas con marcas de arrastre y muestra obtenida en campaña (mosaico 95a, al sur de la isla). La reflectividad de estos materiales es media-alta ya que la granulometría es de tamaño grava por la presencia de los rodolitos.

#### 3.1.3.4. Concreciones.

Las concreciones marcan en los sonogramas reflectividades altas. Su presencia se ha detectado mediante los diferentes equipos utilizados en la campaña, cuchara Shipek, filmaciones de video y sónar de barrido lateral. Estas concreciones se generan sobre cualquier tipo de sustrato, desde arenas a rocas, tapizándolos y generando superficies de sustrato duro, por medio de la fijación de algas coralígenas. Este tipo de concreciones carbonatadas están asociadas a las zonas con presencia de “maërl”.

#### 3.1.3.5. Arenas muy gruesas a gruesas.

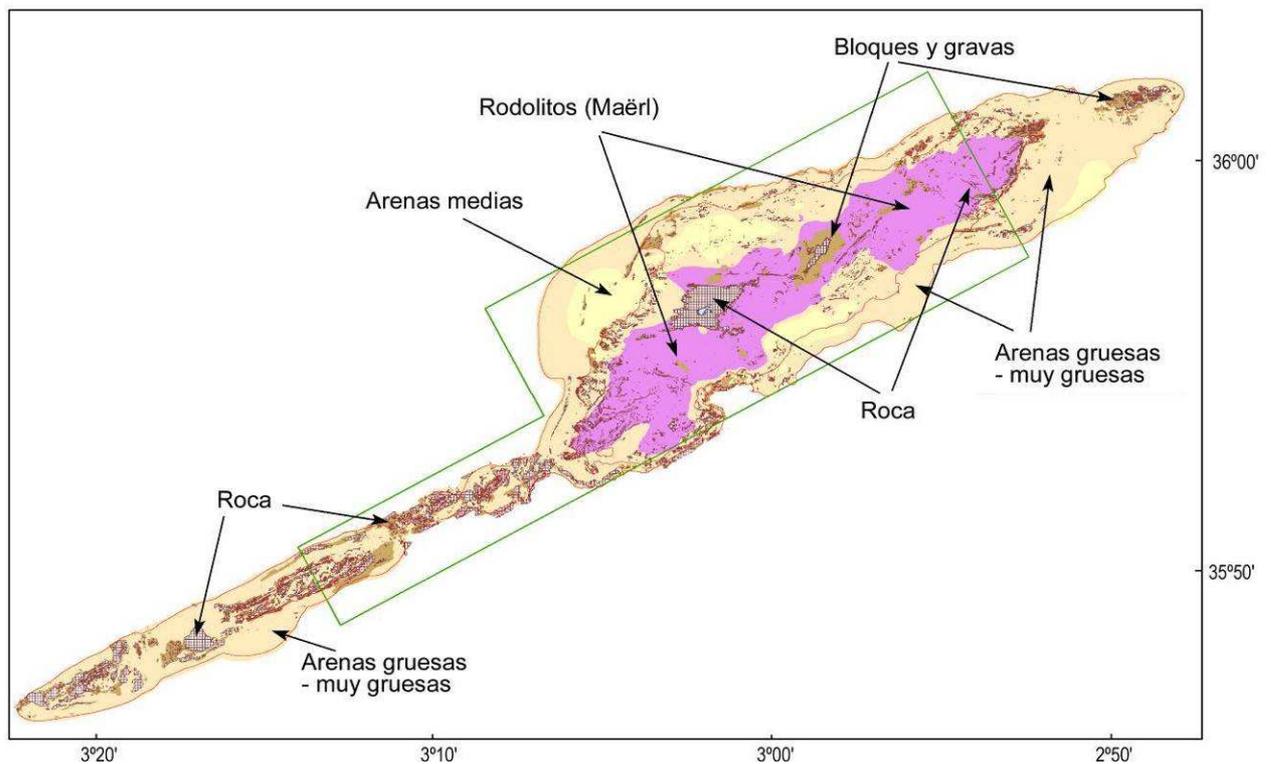
Es el material más representado en toda la zona de estudio, encontrándose en todos los diferentes encuadres fisiográficos, desde las zonas más someras hasta las más profundas, es decir, desde la plataforma hasta el talud, incluso en los cañones submarinos. En la zona nororiental limitan principalmente con las gravas bioclásticas en la plataforma y taludes, quedando pequeños afloramientos dispersos entre los afloramientos rocosos y las gravas bioclásticas. En la zona suroccidental constituyen todos los afloramientos de tamaño arena. Estas arenas están constituidas principalmente por fracción arenosa bioclástica y tamaño grava, procedente de rodolitos u otros organismos bentónicos.

Sobre estos sedimentos se dan la mayoría de las crestas sedimentarias presentes en plano de geomorfología de este informe. Estas crestas son debidas a los movimientos de estas arenas por corrientes submarinas, quedando las alineaciones perpendiculares a la dirección del flujo, y también por movimientos de gravedad a favor de la pendiente.

Estos materiales sólo se encuentran en varios afloramientos en la zona nororiental: un gran afloramiento al NO de la isla de Alborán en una zona de relajación de la pendiente, otro al

SE de la isla, otro pequeño al NE del cañón Al Boraní y otro al sur del cañón Castor. La reflectividad es media a media-alta debido al tamaño de grano. En estos materiales no se desarrollan estructuras sedimentarias tan marcadas como en las arenas gruesas y muy gruesas, debido a que la energía de sedimentación en estas arenas es menor y no se generan crestas sedimentarias tipo “sand waves”.

En la figura 3.1.10 se representa la distribución de los principales tipos de sustrato encontrados.



**Figura 3.1.10.** Plano morfológico general de la zona de estudio, indicando la distribución de los principales tipos de sustrato encontrados. La distribución indicada aquí para el “maërl” es la que se pudo inferir desde los sonogramas; posteriormente los datos de ROV y de dragados indicaron que es aún más extensa, particularmente en la parte norte de la plataforma.

### 3.1.4. Conclusiones.

Las imágenes de sónar de barrido lateral adquiridas han proporcionado información valiosa para ampliar los conocimientos de la distribución del fondo marino en la plataforma circundante a la isla de Alborán. Otro de los objetivos fundamentales de la adquisición de imágenes de sónar era proporcionar datos de apoyo para la realización de exploraciones posteriores de vídeo y dragados con la esperanza de identificar, con una mayor precisión, los diferentes hábitats existentes, así como el estudio de la posible ampliación del LIC. Por ello, este trabajo de investigación se llevó a cabo en profundidades desde 10 hasta 200 m.

Con la información obtenida se han podido identificar los diferentes sustratos del fondo marino con una gran precisión y nitidez, lo que servirá de base para trabajos posteriores más sobre la distribución y localización de sustratos bentónicos mediante campañas de ROV y de muestreo de sedimentos más detalladas basadas en la cartografía morfológica realizada.

### 3.2. Vídeo remolcado.

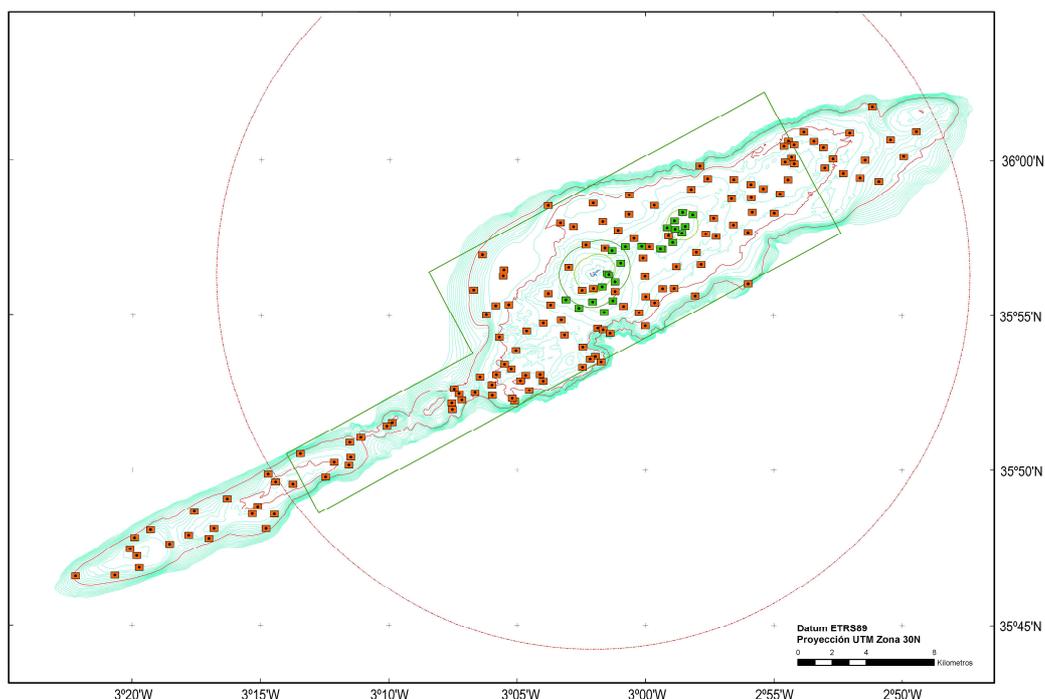
A partir del estudio morfológico realizado en el proyecto de sónar de barrido lateral y como apoyo a la identificación de hábitats, se ha desarrollado una serie de campañas de obtención de imágenes de vídeo submarino remolcado (VR), realizando un muestreo de toma de imágenes a lo largo de toda el área de estudio hasta 200 m de profundidad.

El objetivo ha sido facilitar la identificación previa del tipo de hábitats presentes en toda la extensión del área de estudio y servir de apoyo a los trabajos para su caracterización y descripción en detalle realizados por los equipos de la Universidad de Málaga y Autónoma de Madrid.

Para la realización de las campañas de vídeo se han elaborado previamente una serie de productos cartográficos para los programas de navegación, con el fin de planificar la distribución de estaciones de muestreo y de registrar las posiciones de los recorridos. Esta cartografía ha servido también para la planificación del resto de los trabajos de campo y de los muestreos realizados en el presente estudio. Esta información cartográfica, junto con los mosaicos de sonogramas del estudio de sónar de barrido lateral y los productos cartográficos interpretativos del estudio morfológico han servido para determinar la posición de las estaciones de muestreo sobre áreas suficientemente extensas y de características uniformes, a las que se asocian los resultados de la interpretación del hábitat a partir de las imágenes de VR.

Con el fin de que la información obtenida cubriese la mayor cantidad de superficie del área de estudio, la distribución de las estaciones de muestreo de VR también ha tenido en cuenta la situación de los transectos ROV, tanto los realizados en las campañas de INDEMARES-Alborán como los realizados en 2007 por OCEANA.

Se han tomado un total de 166 filmaciones de VR distribuidas a lo largo de toda la plataforma de la isla de Alborán y de su dorsal, hasta 200 m de profundidad, según se representa en la figura 3.2.1.



**Figura 3.2.1.** Distribución de muestras de vídeo remolcado en el área de estudio. Se indica la extensión del LIC (verde), la de la Reserva de Pesca (rojo) y las isóbatas de 100 y 200 m (rojo).

El equipo de adquisición de imágenes de vídeo submarino (Fig. 3.2.2) ha sido desarrollado especialmente para la realización de estos trabajos y consiste en un sistema que dispone de un soporte lastrado con 30 kg, sobre el que se instala una cámara submarina de vídeo color sumergible a 300 m, junto con dos focos LED y un timón de estabilización. Sobre la cámara se ha montado un sistema con dos láser sumergibles a 200 m con una separación de 10 cm, colimados con antelación a la realización de las campañas.



**Figura 3.2.2.** Sistema CCTV de cámara submarina para la realización de vídeos remolcados desde pequeñas embarcaciones.

Los trabajos de VR se desarrollaron a lo largo de 10 días, adaptándose a las condiciones meteorológicas favorables. Se realizaron campañas los días:

- 14 y 15 de agosto de 2011.
- 8 de septiembre de 2011, coincidiendo con la campaña de la UMA.
- 4 de octubre de 2011.
- 7 de octubre de 2011.
- 10 de noviembre de 2011.
- 1 de marzo de 2012.
- 6 de marzo de 2012.
- 8 y 9 de abril de 2012.

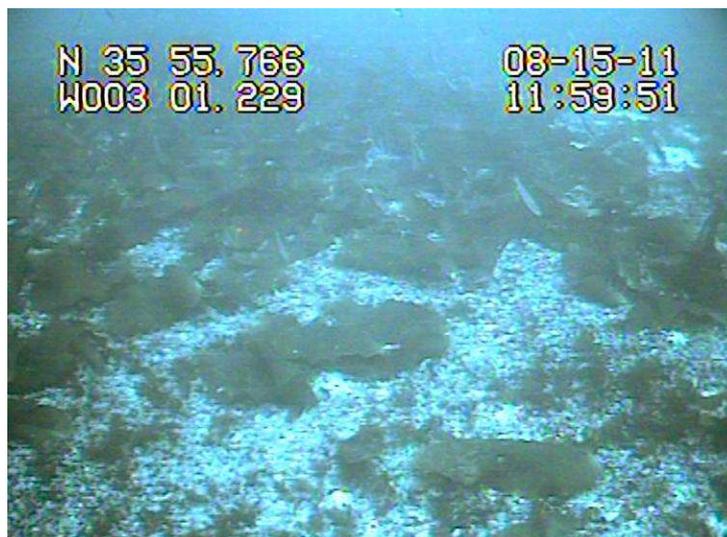
Para la realización de los trabajos de VR se contó con la embarcación “Riscos de Famara”, del Servicio de Reservas Marinas del Estado de la Secretaría General de Pesca del MAGRAMA, que ha prestado su colaboración pudiéndose realizar los muestreos en los espacios de tiempo disponibles en sus servicios en la Reserva Marina. Por otra parte, contar con esta embarcación ha sido de especial importancia, debido a los cortos periodos de trabajo que permitieron las condiciones meteorológicas de la zona, lo que ha obligado a numerosos desplazamientos para concluir los trabajos. Esta embarcación dispone de una maquinilla

hidráulica en el costado de estribor que permite la operación con la cámara submarina hasta 200 m de profundidad (Fig. 3.2.3).



**Figura 3.2.3.** Embarcación “Riscos de Famara”, del Servicio de Reservas Marinas del Estado de la Secretaría General de Pesca, que intervino en los trabajos de vídeo remolcado; a la derecha, operación con la maquinilla de estribor.

El sistema de grabación registra sobre las imágenes de vídeo los datos de posición, fecha y hora, lo que posteriormente permite su enlace con la cartografía en el SIG para su interpretación (Fig. 3.2.4).



**Figura 3.2.4.** Imagen obtenida a partir de las filmaciones en la estación VRAL70T que corresponde a fondos detríticos encostrados con *Laminaria ochroleuca*.

Durante las filmaciones se realiza la grabación del recorrido del barco en el programa Oziexplorer, conectado con el DGPS Trimble AgGPS-132, que almacena un “fix” o punto de referencia de forma automática cada 10 segundos, lo que a una velocidad de un nudo representa una distancia aproximada de 5 m entre cada punto de referencia.

Con la información de posicionamiento reflejada en los vídeos, se realiza la separación de los “tracks” o recorridos correspondientes a cada toma de VR registrados durante la navegación. A partir de estas secciones de “track” se crean las base de datos de líneas y punto medio de cada grabación, que se implementará en el SIG y a los que se vincula la

correspondiente secuencia de VR, con el fin de poder visionarla y analizarla posteriormente con el apoyo de la información geográfica en el propio SIG.

Una vez implementada la información de esta manera, se ha procedido al visionado completo de todas las grabaciones, tratando de identificar los rasgos principales y realizar la clasificación de hábitats. Para ello, se han considerado las características del propio hábitat en el lugar de ubicación de la muestra sobre la plataforma o en el talud (infralitoral, circalitoral y batial), por la naturaleza del fondo observada (fondos rocosos, detríticos, fondos de “maerl”, arenas o fangos, etc.) y factores como la ubicación, la pendiente, la orientación o el rango de profundidad por la información cartográfica y la clasificación en función de las especies presentes identificables.

Para la clasificación de hábitats en esta parte del trabajo se ha empleado la Lista Patrón de Referencia Estatal (LPRE), en su primera versión de 2011 adoptada como referencia en el proyecto INDEMARES.

Del análisis de la información de los vídeos y la interpretación de la información cartográfica precedente se han identificado un total de 21 hábitats de los recogidos en la LPRE, que se representan en la tabla 3.2.1 con su equivalencia con los hábitats de síntesis determinados a partir de la descripción posterior de detalle con vistas a elaborar la cartografía de síntesis descriptiva de los hábitats principales.

Cod. LPRE	HABITAT LPRE	HABITAT EQUIVALENTE
020402M07	Arenas gruesas y gravas infralitorales afectadas por corrientes de fondo	Fondos de Maerl
020402M	Arenas y arenas fangosas circalitorales	Cascajo profundo
020201M04	Coralígeno con dominancia de algas	Roca circalitoral
020202M03	Coralígeno con dominancia de invertebrados	Roca circalitoral
020202M02	Fondos circalitorales rocosos colmatados por sedimento	Roca profunda
020201M01	Fondos circalitorales rocosos dominados por fucas	Infralitoral rocoso
020201M02	Fondos circalitorales rocosos dominados por laminariales	Comunidad de laminariales
020201M0204	Fondos circalitorales rocosos dominados por <i>Saccorhiza polyschides</i>	Comunidad de laminariales
020202M01	Fondos circalitorales rocosos no concrecionados dominados por invertebrados	Roca circalitoral
020405M01	Fondos de maerl/rodolitos	Fondos de Maerl
020405M08	Fondos de rodolitos y cascajo dominados por invertebrados	Fondos de Maerl
020405M04	Fondos detríticos encostrados con <i>Laminaria ochroleuca</i>	Fondos de Maerl
030203M04	Fondos detríticos batiales	Cascajo profundo
030203M0404	Fondos detríticos batiales con ceriantarios	Cascajo profundo
020405M09	Fondos detríticos dominados por invertebrados	Cascajo profundo
020405M0901	Fondos detríticos dominados por invertebrados con pennatuláceos	Cascajo profundo
020405M11	Plataformas detríticas asociadas a montes submarinos	Cascajo profundo
030102M04	Roca batial colmatada de sedimentos con dominancia de antozoos	Roca profunda
030102M05	Roca batial colmatada de sedimentos con dominancia de esponjas	Roca profunda
030101M07	Roca batial limpia con <i>Viminella flagellum</i> y <i>Callogorgia verticillata</i>	Roca profunda
030101M09	Roca batial limpia con grandes esponjas hexactinélidas	Roca profunda

**Tabla 3.2.1.** Equivalencias de los hábitats recogidos en la LPRE con los determinados a partir de la descripción posterior de detalle de los hábitats (capítulo 4).

Los resultados detallados de las muestras y su interpretación se presentan en la tabla 1 del Anexo incluido en el CD adjunto a este informe. Con los resultados, se ha elaborado un mapa que representa la distribución de los tipos de hábitats para cada estación de VR, según la equivalencia de la tabla 3.2.1, que se ilustra en la figura 4.24.

### 3.3. Transectos de vídeo con ROV.

Las operaciones con ROV se enmarcaron en la primera parte (8-12 de septiembre) de las campañas organizadas por la Universidad de Málaga en 2011. Se efectuaron 9 transectos, totalizando 19 horas de filmación, cubriendo de forma representativa los principales hábitats reconocidos en la plataforma. No se realizó ningún transecto en los fondos rocosos someros (con algas fotófilas y/o laminarias) y pocos en los fondos de “maërl”, que están ampliamente cubiertos por los videos del año 2007 que la Fundación OCEANA ha puesto a nuestra disposición. Las imágenes más espectaculares de esta campaña se obtuvieron en el escarpado lado sureste de la plataforma (transecto ROV06), filmando la cumbre cubierta por gorgonias y los extraplomos, así como en la pared sur (ROV1), también con fondos rocosos.

A partir del cartografiado de la plataforma obtenido con el sónar de barrido lateral, se habían seleccionado 18 recorridos potenciales para los recorridos del ROV, lo cual representa un abanico de propuestas más extenso de lo que se puede realizar incluso con meteorología favorable. Para cada recorrido propuesto se hizo una ficha, indicando los objetivos concretos (con “waypoints” que representan el proyecto de recorrido) en un mapa de la zona. Esta selección se realizó de acuerdo con los siguientes objetivos principales:

- 1) El reconocimiento de afloramientos rocosos profundos.
- 2) El reconocimiento de la máxima profundidad alcanzada por los campos de rodolitos.
- 3) Explorar los fondos de cascajo por la posible presencia de campos de pennatuláceos o crinoideos.

El plan de campaña contemplaba 6 días en la mar para la filmación con el ROV. Las circunstancias meteorológicas, difíciles en la zona, obligaron a alterar bastante el calendario, lo que resultó en cuatro días de filmación efectiva. Sin embargo, los transectos de ROV conservan la numeración de la propuesta inicial y, por ello, la numeración es discontinua.



**Figura 3.3.1.** El ROV y su brazo articulado recogiendo un fragmento de un antipatario (transecto ROV15).

El ROV (iniciales de “Remoted Operated Vehicle”, vehículo teledirigido en inglés) utilizado en todas las inmersiones fue un SEAEYE FALCON DR, equipado con cámara color de alta resolución de 480 TVL, con Minimum Scene Illumination 0.2 LUX (F1.4) y gran angular de foco fijo. El campo horizontal de visión es de 91° con tilt  $\pm 90^\circ$ , con luces de intensidad variable unidas al mecanismo de inclinación de la cámara. Los datos se transmiten a través de fibra óptica F2 de 14 mm. Cuenta con un compás de navegación con una fiabilidad de  $\pm 1^\circ$  y un sensor de profundidad con una precisión de  $\pm 0.5\%$ . Las imágenes se pueden ver en tiempo real desde

la superficie. El ROV fue proporcionado por la empresa INSTALSUB, S.A., con sede social en Barcelona y fue operado a bordo por dos técnicos especializados.

El ROV está provisto de un brazo articulado que, en principio, permite recoger muestras. A este efecto tenía instalada una cesta para depositar las muestras; sin embargo, al estar sujeta en el cable del lastre y, por ello, afectada por el oleaje en superficie, resultaba muy dificultoso encestar una muestra, lo que hacía perder mucho tiempo de filmación. Por esta razón, en los últimos transectos se optó por mantener la muestra en el brazo del ROV hasta llegar a la superficie.

El ROV recoge simultáneamente una grabación de baja resolución (panorámica), en la que vienen indicadas en sobreimpresión la hora, las coordenadas y la profundidad. La grabación de alta resolución lleva solamente la indicación de la hora de grabación del archivo, de forma que los demás datos se tienen que obtener desde la grabación en baja resolución, reparando en la coincidencia de las imágenes. En algunas ocasiones se tomaron imágenes fijas en el fondo desde la cámara de alta resolución. Acompañando el presente informe se incluyen las grabaciones panorámicas en baja resolución, así como los clips de alta resolución vinculados con los correspondientes puntos del trayecto en el sistema de información geográfica.

La tabla del Anexo 1 indica para cada transecto:

- la lista de los “waypoints” anotados con el tipo de fondo cada 5 minutos desde el vídeo de baja resolución.
- la lista de los clips de alta resolución.

Las vistas fijas extraídas de los vídeos (la mayoría) tienen un tamaño máximo de 1.920 píxeles de ancho (o sea, un ancho de 16 cm a 300 ppp); el nombre de archivo de cada foto empieza por el número de ROV, seguido del número del clip que la contiene; las vistas tomadas directamente del fondo tienen una anchura de 3.840 píxeles, sin que ello resulte en una mejora apreciable de la calidad con respecto a las anteriores.

**Transecto ROV 01. - Zona: Reborde Sur**

Fecha: sábado 10.09.2011 (mañana) – Vídeos HR 00750 - 00806

Rango de profundidades: 205-77 m; recorrido sobre el fondo: 1.704 m; duración: 2h40'.

Es un transecto que recorta una punta rocosa desde unos 200 m hasta menos de 100 m (encuentra los rodolitos en la parte superior) y vuelve a bajar hacia 200 m. El escarpe rocoso tiene abundantes esponjas y cnidarios y constituye uno de los tramos más interesantes filmados en la campaña.

Muestreado en DR05 (109-130 m), DR06 (99-110 m), DR07 (87-92 m), DR08 (78-80 m), BV10 (214-240 m), BV11 (240-243 m). Al ser un fondo rocoso con abundancia de epifauna se ha insistido mucho en su muestreo con draga. La vertiente norte es la más fácil de muestrear.

La mayor parte del recorrido (sombreado en el cuadro de “waypoints”) corresponde a fondos rocosos, bien de roca limpia circalitoral, bien de roca colmatada por sedimento, los cuales corresponden claramente al hábitat 1170 (“arrecifes”) en su expresión más espectacular. En un punto del recorrido (11h06) se observa un extraplomo. Las gorgonias predominan en los hábitats de roca limpia.

**Resumen del recorrido ROV01**

“waypoints” hora	lat N	long W	profund.	tipo de fondo
01-ROV01 10h46	35°53.179	03°02.112	-193 m	(bajada del ROV)
02-ROV01 10h50	35°53.190	03°02.104	-215 m	cascajo
04-ROV01 11h00	35°53.255	03°02.111	-181 m	primera roca, <i>Asconema</i>
05-ROV01 11h05	35°53.282	03°02.127	-145 m	roca colmatada por sedimento
11h06	35°53.292	03°02.133	-117 m	extraplomo rocoso
06-ROV01 11h10	35°53.315	03°02.146	-83 m	roca limpia con extraordinario desarrollo de gorgonias
13-ROV01 11h45	35°53.517	03°02.051	-92 m	fin de la roca, se entra en cascajo
14-ROV01 11h48	35°53.527	03°02.040	-94 m	cascajo, empiezan rodolitos dispersos
14-ROV01 11h50	35°53.539	03°02.030	-95 m	cascajo
15-ROV01 11h55	35°53.568	03°02.008	-88 m	roca limpia con gorgonias
18-ROV01 12h10	35°53.660	03°01.963	-77 m	roca con gorgonias, <i>Anthias</i>
19-ROV01 12h15	35°53.681	03°01.961	-82 m	roca y cascajo, algo de rodolitos
20-ROV01 12h20	35°53.716	03°01.945	-79 m	cascajo con rodolitos más densos
22-ROV01 12h30	35°53.789	03°01.905	-77 m	roca con densa cobertura de gorgonias
29-ROV01 13h05	35°54.025	03°01.755	-202 m	roca colmatada por sedimento con prevalencia de esponjas
30-ROV01 13h10	35°54.048	03°01.733	-205 m	(levantado del fondo)



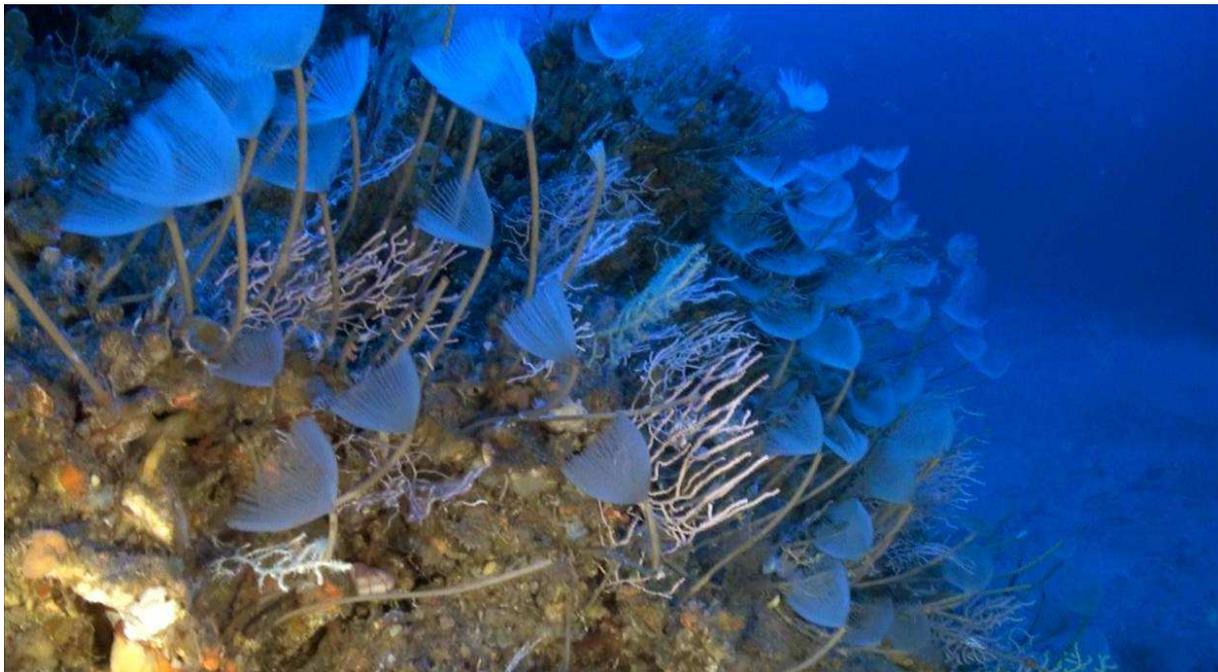
**Figura 3.3.2.** Fondo de cascajo con *Cerianthus* sp. (ROV01\_00752, 10h57, -207 m).



**Figura 3.3.3.** Fondo de roca con *Asconema* sp. (ROV01\_00754, 11h01, -181 m).



**Figura 3.3.4.** Una población densa de gorgonias y esponjas en un fondo de roca limpia (ROV01\_00757c\_DSC00038.JPG 11h11, -85 m).



**Figura 3.3.5.** Agregación densa del poliqueto *Sabella pavonina* en un fondo rocoso; estos gusanos filtradores forman un elemento característico del paisaje en algunos fondos rocosos (ROV1\_00758, 11h13, -90 m).



**Figura 3.3.6.** Una colonia del coral *Dendrophyllia cornigera* (ROV01\_00762b\_DSC00043, 11h17, -95 m).



**Figura 3.3.7.** *Astropartus mediterraneus* sobre *Eunicella verrucosa* (ROV01\_00780, 12h13, -83 m).



**Figura 3.3.8.** En la parte más somera del transecto ROV01 aparecen rodolitos (ROV01\_00782, 12h22, -81 m).



**Figura 3.3.9.** En la parte final del transecto ROV01 se vuelve al hábitat de roca profunda, caracterizado por el desarrollo de la gorgonia *Viminella flagellum*, entre otra epifauna. (ROV01\_00793\_DSC00051, 12h48, -107 m).

**Transecto ROV 02. Zona: Reborde Sur**

Fecha: sábado 10.09.2011 (mañana) - Vídeos HR 00736 - 00749

Rango de profundidades: 173-104 m ; recorrido sobre el fondo: 383 m; duración: 0h50'.

Este recorrido se sitúa como prolongación del transecto Dive69 de Oceana (2007) en la plataforma. Se realizó solo en parte del trayecto previsto, debido a que el ROV llegó demasiado rápido a la pared que, en realidad, es más abrupta de lo que parece en la cartografía. Los "jardines de esponjas" predominan en este tramo que es esencialmente rocoso y difícilmente accesible con la draga. En el recorrido alternan zonas de roca más o menos colmatadas por sedimento, que se corresponden en teoría con diferentes hábitats, pero en realidad, no se pueden delimitar claramente ni manifiestan cambios radicales en la epifauna.

**Resumen del recorrido ROV02**

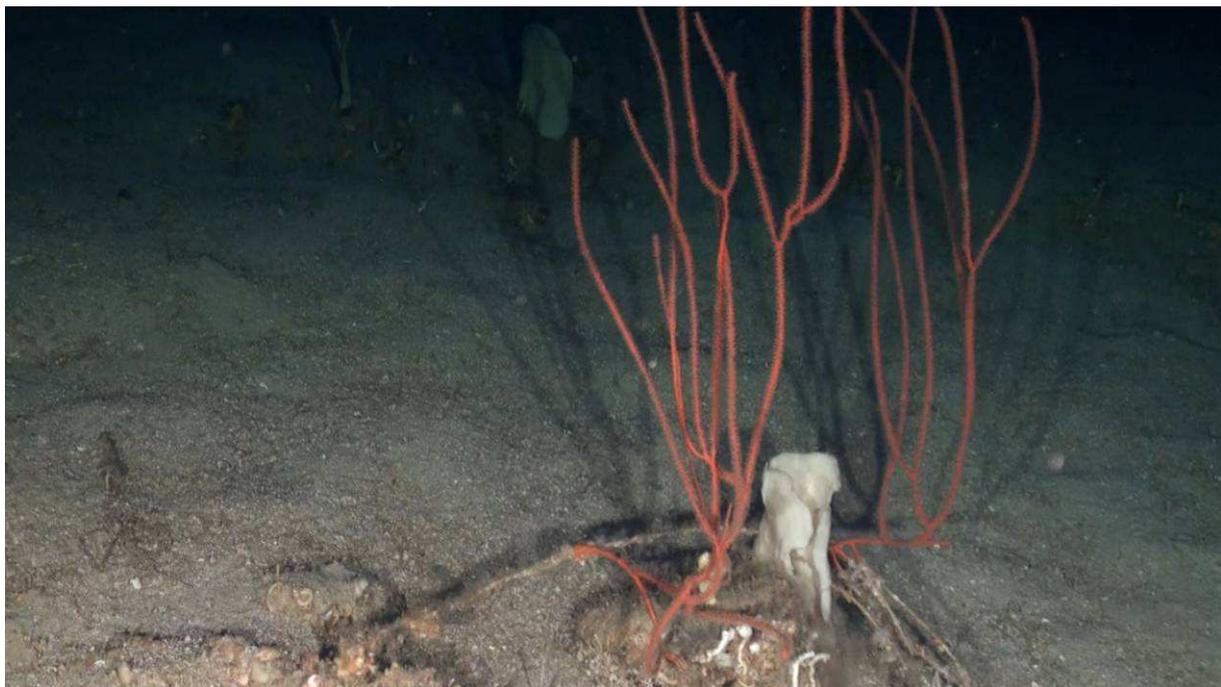
"waypoints" hora	lat N	long W	profund.	tipo de fondo
1-ROV02 09h07	35°52.998	03°02.563	-173 m	roca limpia con esponjas
3-ROV02 09h15	35°53.012	03°02.530	-130 m	roca colmatada con sedimento
6-ROV02 09h30	35°53.039	03°02.488	-128 m	roca más limpia con esponjas
7-ROV02 09h35	35°53.046	03°02.469	-123 m	roca colmatada con sedimento
10-ROV02 09h50	35°53.140	03°02.403	-104 m	empieza fondo de cascajo
11-ROV02 09h55	35°53.163	03°02.408	- 74 m	(levanta del fondo)



**Figura 3.3.10.** Algunas esponjas sobre roca colmatada con sedimento (ROV02\_00736d, 09h13, -134 m).



**Figura 3.3.11.** Esponjas sobre roca colmatada con sedimento (ROV02\_00739, 09h18, -125 m).



**Figura 3.3.12.** Una esponja y la gorgonia *Ellisella paraplexauroides* sobre fondo rocoso colmatado de sedimentos (ROV02\_00737, 09h14, -131 m).

**Transecto ROV 03. - Zona: Plataforma Sur**

Fecha: jueves 08.09.2011 (mañana) - Vídeos HR 00642 - 00658

Rango de profundidades: 70-65 m; recorrido sobre el fondo: 2.934 m; duración: 1h00' + 1h15'.

Debido a la deriva del barco en dirección NE, se interrumpió el recorrido para reanudar más afuera y así interceptar el límite inferior de los rodolitos.

Muestreado en DR01 (80 m), DR24 (63-71m m) y BV16 (82-92 m).

Se hizo un dragado (DR01), en el que hay enormes concreciones de rodolitos con fauna muy rica; aparecen las pequeñas gorgonias de las fotos.

**Resumen del recorrido ROV03**

"waypoints"	hora	lat N	long W	profund.	tipo de fondo
1-ROV03A	12h00	35°53.566	03°04.759	-75 m	rodolitos
	12h23	35°54.021	03°04.487	-67 m	empieza campo de Laminariales
6-ROV03A	12h25	35°54.041	03°04.476	-62 m	rodolitos com Laminariales
8-ROV03A	12h35	35°54.110	03°04.460(sube el ROV)		
10-ROV03B	13h31	35°53.041	03°04.486	-92 m	cascajo, Pennatuláceos
	13h38	35°53.266	03°04.402	-90 m	roca con gorgonias y coralináceas
12-ROV03B	13h40	35°53.288	03°04.400	-89 m	cascajo con rodolitos (principio)
16-ROV03B	14h00	35°53.507	03°04.234	-68 m	facies encostrado con sabélidos
19-ROV03B	14h15	35°53.679	03°04.134	-74 m	rodolitos muy densos
21-ROV03B	14h25	35°53.782	03°04.107	-69 m	facies encostrado con gorgonias
24-ROV03B	14h40	35°53.955	03°04.012	-78 m	ídem
25-ROV03B	14h45	35°54.017	03°03.999		(sube el ROV)



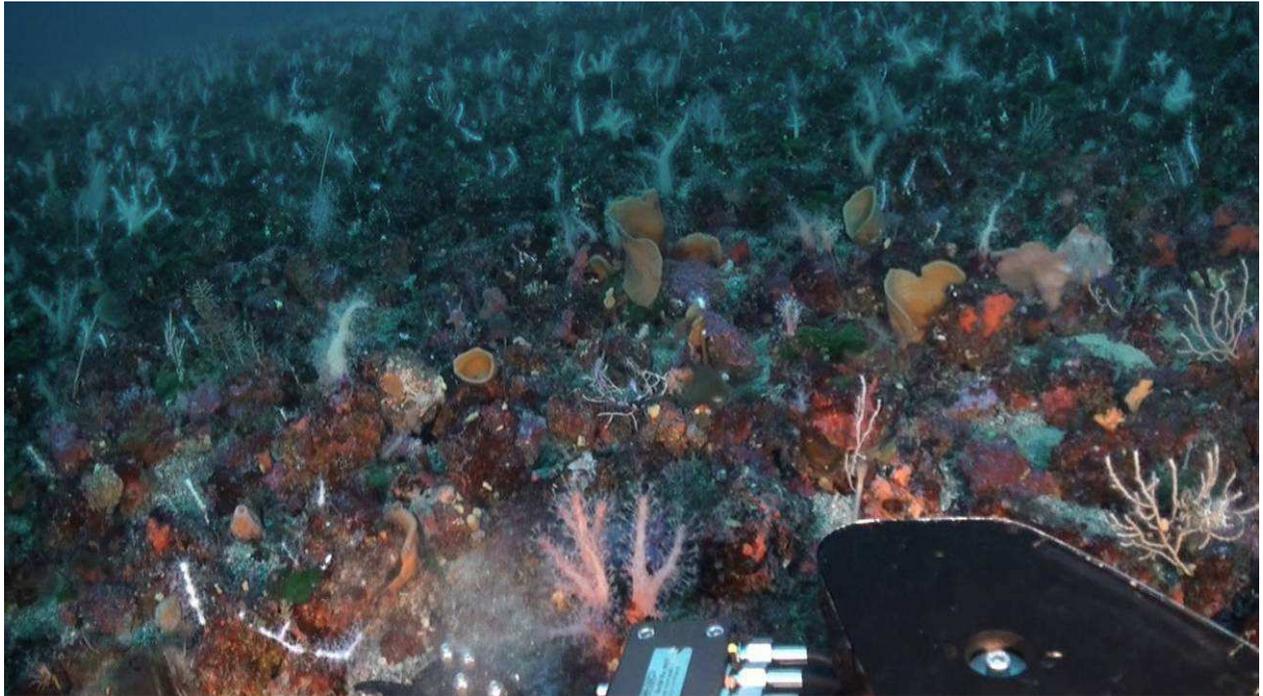
**Figura 3.3.13.** Fondo de rodolitos (ROV03\_00643, 12h19, -76 m).



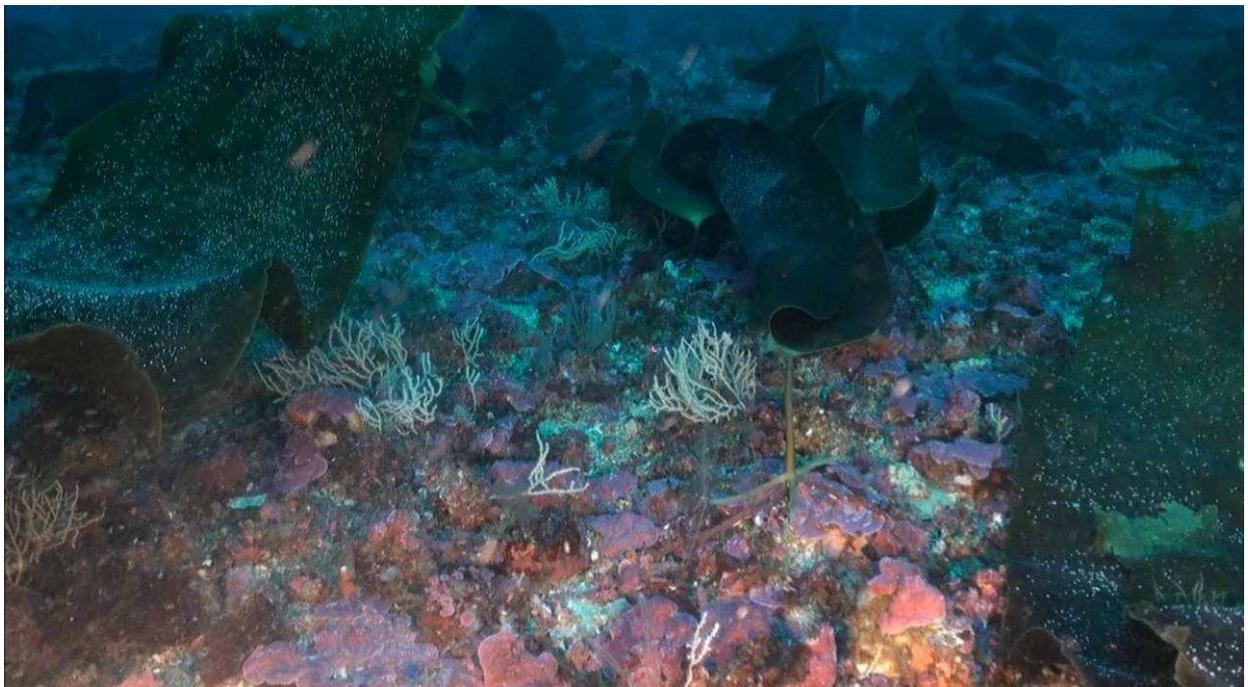
**Figura 3.3.14.** Fondo de rodolitos concrecionados con gorgonia (ROV03\_00657, 14h36, -76 m).



**Figura 3.3.15.** Fondo de cascajo con rodolitos (ROV03\_00651, 13h53, -86 m).



**Figura 3.3.16.** En algunas partes del transecto, los rodolitos llegan a formar una capa continua concrecionada, sobre la cual se asienta una epifauna con abundantes gorgonias y esponjas. (ROV03\_00655, 14h30, -73 m).



**Figura 3.3.17.** Fondo de rodolitos con *Laminaria ochroleuca* y gorgonias (ROV03\_00644, 12h25, -62 m).

**Transecto ROV 04. - Zona: Reborde Sur**

Fecha: jueves 08.09.2011 (tarde) - Vídeos HR 00659 - 00668

Rango de profundidades: 159-79 m ; recorrido sobre el fondo: 2.294 m; duración: 0h55'.

Se realizó el jueves 08.09.2011 por la tarde pero, al derivar el barco demasiado rápido, se perdió toda la parte más profunda. En el transecto hay cosas interesantes hacia 100 m en los fondos blandos pero el ROV se movía demasiado rápido para filmar bien. No se ven rodolitos en el recorrido, salvo al final. Se abortó el transecto. Casi todo el recorrido puede dragarse, se ven cnidarios.

Muestreado con insistencia en BV13 (95-99 m), BV14 (96-100 m), BV15 (82-92 m).

Resumen del recorrido – ROV04

"waypoints" hora	lat N	long W	profundidad	tipo de fondo
1-ROV04 16h10	35°52.214	03°05.228	-159 m	cascajo
10-ROV04 16h55	35°52.877	03°04.791	-101 m	cascajo (todo el recorrido)
11-ROV04 17h00	35°52.945	03°04.743	-86 m	(sube el ROV)



**Figura 3.3.18.** Fondo de cascajo con *Cerianthus* sp. y Pennatuláceos (ROV04\_00666).

**Transecto ROV 06. - Zona: Espolón Suroeste (SW)**

Fecha: viernes 09.09.2011 (mañana) - Vídeos HR 00669 - 00684

Rango de profundidades: 121-85 m - recorrido sobre el fondo: 508 m; duración: 0h50'.

Transecto al principio de la cresta, en un pequeño monte. Fondo esencialmente rocoso. Debido a la corriente se perdió la parte sur inicialmente prevista. Espectacular cumbre coronada con gorgonias. Hay algo de rodolitos en la parte superior, en unos 100 m.

Resumen del recorrido – ROV06

"waypoints" hora	lat N	long W	profundidad	tipo de fondo
1-ROV06 11h30	35º52.005	03º08.393	-85 m	roca limpia con gorgonias
3-ROV06 11h40	35º52.090	03º08.365	-93 m	algo de rodolitos, cascajo
4-ROV06 11h45	35º52.134	03º08.361	-91 m	extraplomo
5-ROV06 11h50	35º52.156	03º08.348	-101 m	roca limpia con gorgonias
7-ROV06 12h00	35º52.209	03º08.381	-116 m	cascajo
11-ROV06 12h21	35º52.271	03º08.479	-121 m	cascajo
12-ROV06 12h25	35º52.360	03º08.494	-108 m	(sube el ROV)



**Figura 3.3.19.** Extraplomo rocoso con concentraciones de *Anthia anthias* (ROV06\_00675b, 11h45, -91 m).



**Figura 3.3.20.** Fondo de rodolitos con gorgonias (ROV06\_00669f, 11h33, -91 m).



**Figura 3.3.21.** Un mero gris (*Epinephelus caninus*) sobre fondo rocoso (ROV06\_00677b, 11h47, -93 m).



**Figura 3.3.22.** Esta vista se situaría en el límite de la roca circalitoral (hábitat coralígeno) y de la roca profunda, coincidiendo las gorgonias circalitorales del género *Eunicella* con una ocurrencia excepcionalmente somera de *Callogorgia verticillata* (característica de la “roca profunda” circalitoral y también del piso batial). (ROV06\_00677c, 11h46, -96 m).



**Figura 3.3.23.** Vista típica de la “roca profunda”, algo colmatada por sedimento, con numerosas esponjas pequeñas y gorgonias (*Viminella flagellum* y *Swiftia* sp.). (ROV06\_00679, 11h54, -112 m).

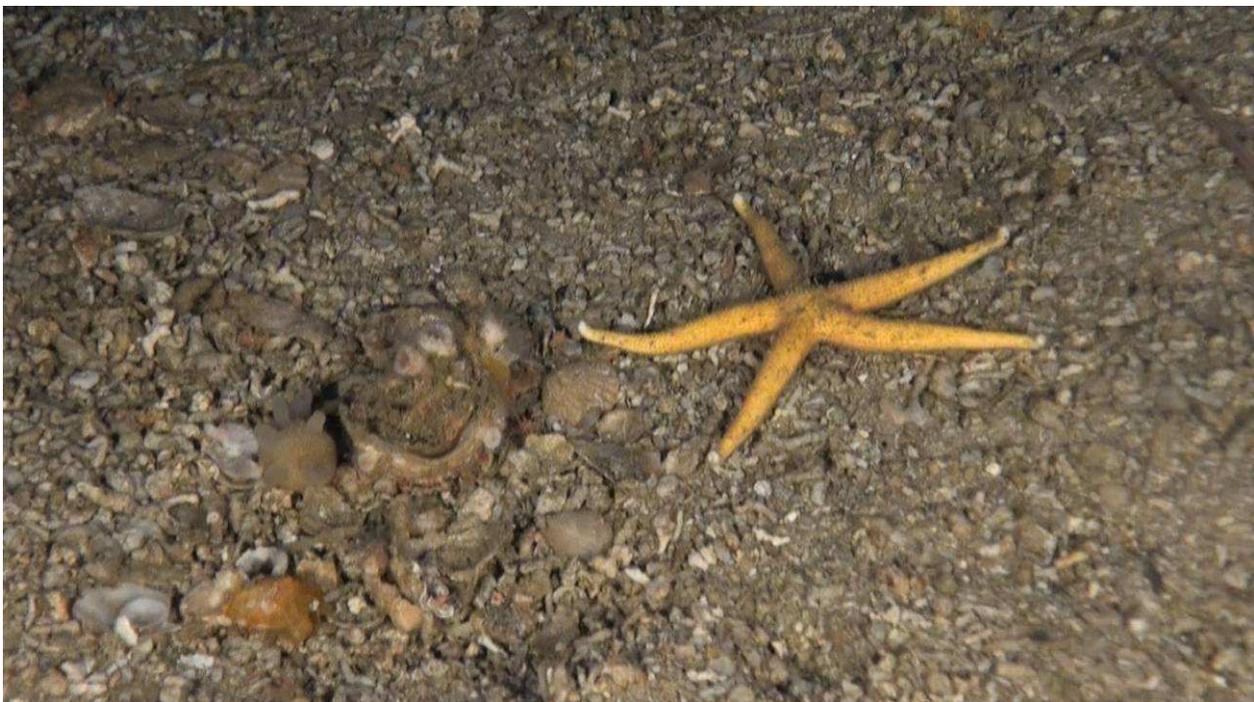
**Transecto ROV 12 . - Zona: Reborde Norte**

Fecha: sábado 10.09.2011 (tarde) - Vídeos HR 00807 - 00846

Rango de profundidades: 174-106 m ; recorrido sobre el fondo: 2.171 m; duración: 2h05'.

Llanura con fondos de arena en la pendiente norte, en la que aparecen muchas marcas de arrastre (¿pesquería de gamba?). Son fondos bastante monótonos, con poca fauna a la vista.

Resumen del recorrido – ROV12					
“waypoints”	hora	lat N	long W	profundidad	tipo de fondo
1-ROV12	16h21	35°56.815	03°05.318	-106 m	cascajo
12-ROV12	17h15	35°57.283	03°04.926	-124 m	cascajo
24-ROV12	18h15	35°57.859	03°04.826	-164 m	cascajo
26-ROV12	18h25	35°57.965	03°04.841	-174 m	cascajo (todo el recorrido)



**Figura 3.3.24.** Fondo de cascajo con la estrella *Chaetaster longipes* (ROV12\_00828a, 17h34, -123 m).

**Transecto ROV 15 . Zona: Reborde Sur**

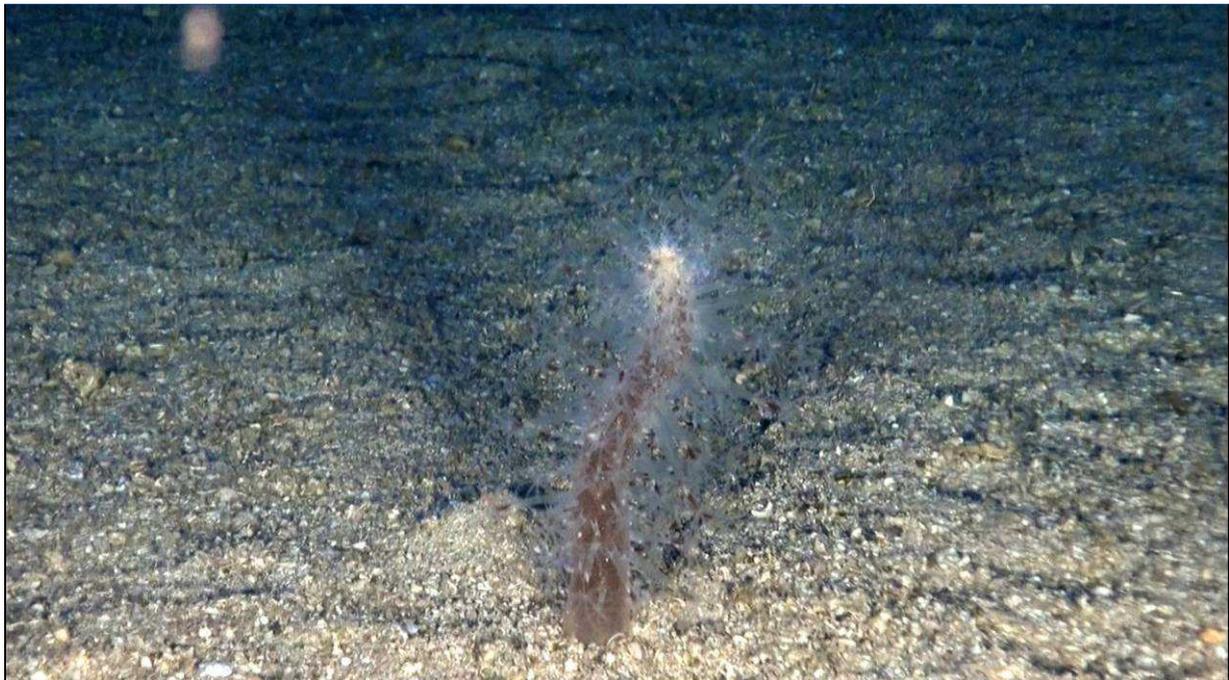
Fecha: lunes 12.09.2011 (tarde) - Vídeos HR 00874- 00926

Rango de profundidades: 125-88 m ; recorrido sobre el fondo: 2.118 m; duración: 1h55'.

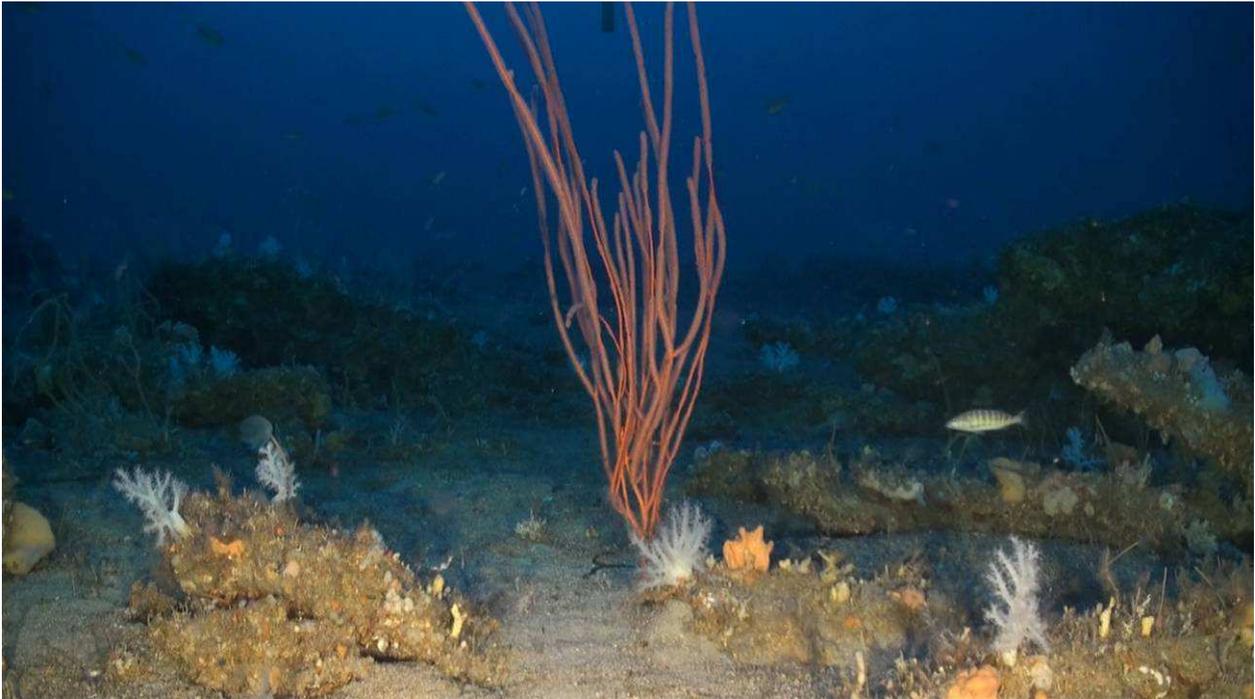
Plataforma en su parte NE, mirando a SE. El transecto se hace desde el borde del talud hasta llegar a la parte más somera y localizar el límite de los campos de rodolitos.

**Resumen del recorrido – ROV 15**

"waypoints" hora	lat N	long W	profundidad	tipo de fondo
1-ROV15 13h35	35°58.050	02°53.201	-125 m	cascajo
5-ROV15 13h55	35°58.192	02°53.358	-116 m	cascajo
6-ROV15 14h01	35°58.222	02°53.401	-114 m	alguna roca colmatada, esponjas,
7-ROV15 14h05	35°58.245	02°53.426	-114 m	cascajo
8-ROV15 14h10	35°58.270	02°53.455	-114 m	cascajo
9-ROV15 14h15	35°58.299	02°53.488	-111 m	roca colmatada, cascajo
14h17	35°58.310	02°53.500	-111 m	roca aislada con <i>Dendrophyllia</i>
10-ROV15 14h20	35°58.334	02°53.594	-93 m	cascajo
11-ROV15 14h25	35°58.389	02°53.585	-113 m	cascajo
12-ROV15 14h30	35°58.422	02°53.610	-106 m	tramo de roca limpia
13-ROV15 14h35	35°58.462	02°53.627	-111 m	cascajo
20-ROV15 15h10	35°58.779	02°53.868	-100 m	cascajo
21-ROV15 15h15	35°58.824	02°53.913	-93 m	roca limpia
22-ROV15 15h20	35°58.868	02°53.959	-92 m	campos de rodolitos
24-ROV15 15h30	35°58.966	02°54.049	-89 m	campos de rodolitos



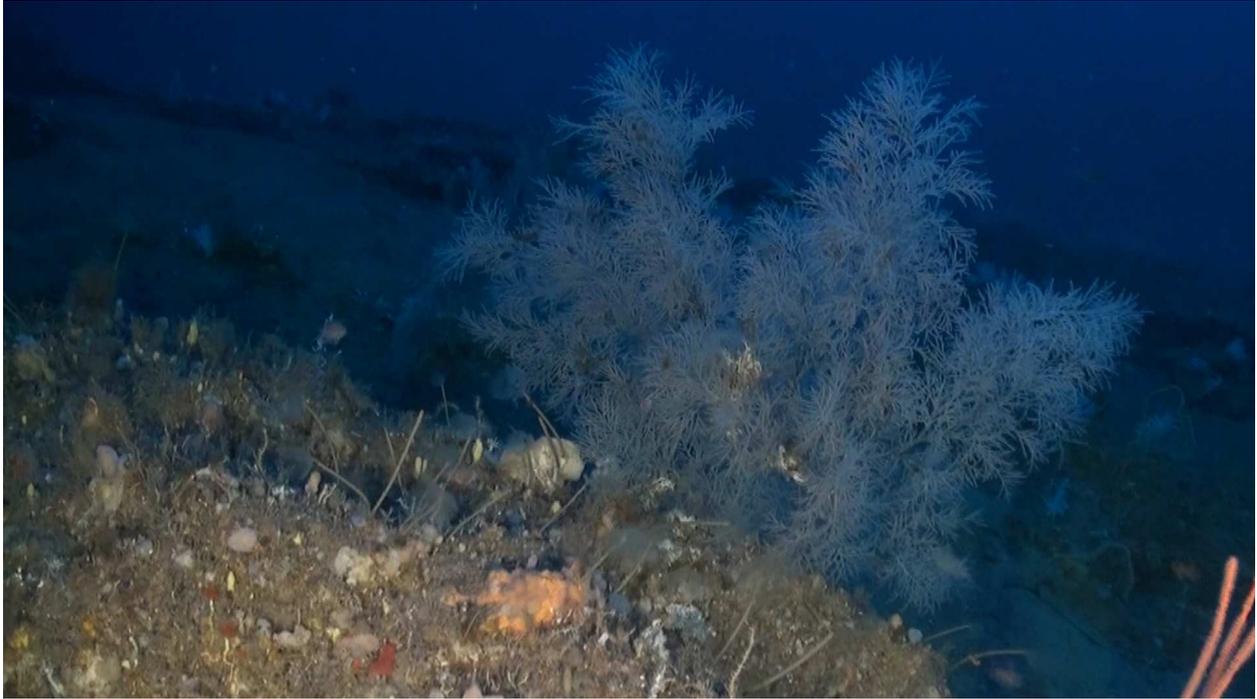
**Figura 3.3.25.** Fondo de cascajo con *Veretillum* sp. (ROV15\_00886, 13h53, -118 m).



**Figura 3.3.26.** Fondo de cascajo con bloques, con alcionarios y la gorgonia *Ellisella paraplexauroides* (ROV15\_00901a, 14h27, -111 m).



**Figura 3.3.27.** Una colonia de *Dendrophyllia cornigera* rodeada por poliquetos (*Sabella pavonina*). (ROV15\_00898e, 14h17, -113 m).



**Figura 3.3.28.** Fondo rocoso con antipatarios (*Antipathella* sp.) (ROV15\_00902c, 14h29, -108 m).



**Figura 3.3.29.** Fondo de rodolitos con el erizo *Gracilechinus acutus* y el poliqueto sabélido *Sabella pavonina* (ROV15\_00925a, 15h25, 91 m).

**Transecto ROV 16. - Zona: reborde Norte**

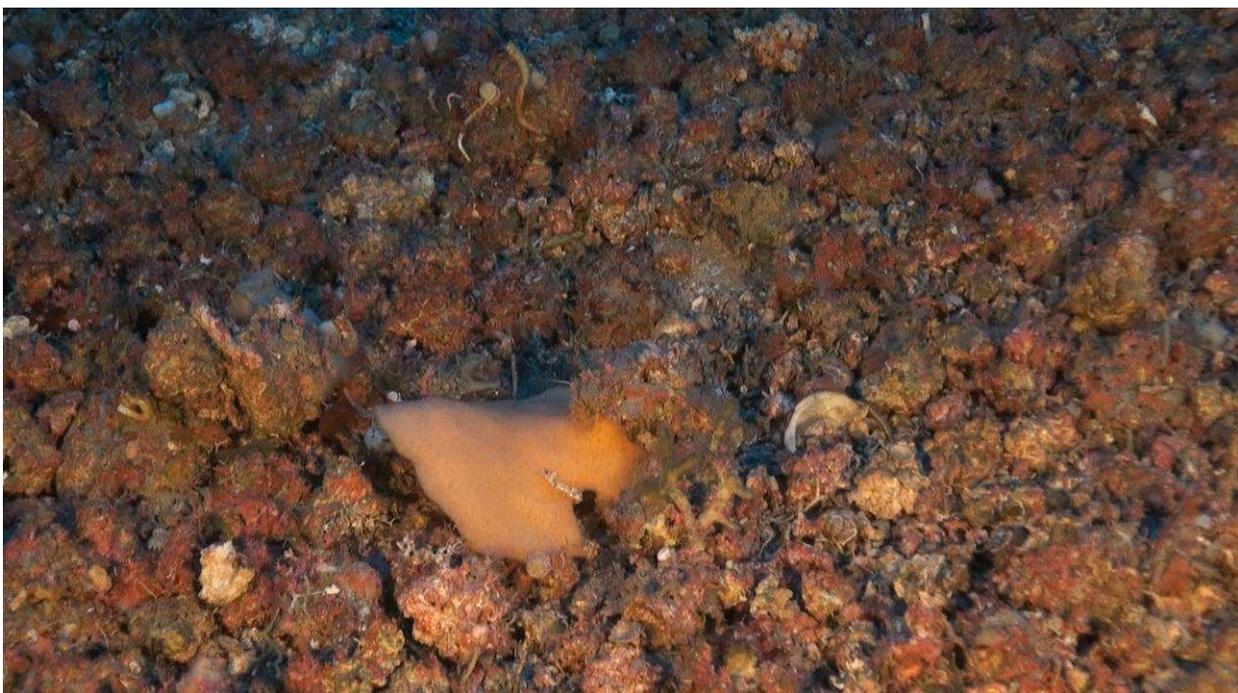
Fecha: 09.09.2011 (tarde) - Vídeos HR 00685 - 00735

Rango de profundidades: 111-67 m ; recorrido sobre el fondo:2.086 m; duración: 0h35 + 1h40'.

No se pudo seguir el rumbo previsto debido a la deriva del barco y se efectuaron dos recorridos paralelos, uno de ellos interceptando el límite de los rodolitos a poco menos de 100 m de profundidad. Al final se cruzó una cresta rocosa con densa epifauna de gorgonias.

**Muestreado en BV21 (93-101 m) y DR 22 (68-70 m).**
**Resumen del recorrido – ROV 16**

"waypoints" hora	lat N	long W	profundidad	tipo de fondo
1-ROV16A 15h22	36°00.155	02°55.318	-90 m	el ROV toca fondo, rodolitos
3-ROV16A 15h30	36°00.187	02°55.238	-97 m	rodolitos (todo el recorrido)
7-ROV16A 15h50	36°00.375	02°55.021	-88 m	rodolitos
8-ROV16A 15h55	36°00.468	02°54.997		(sube el ROV)
10-ROV16B 16h40	36°00.220	02°55.359	-103 m	cascajo
14-ROV16B 17h00	36°00.346	02°55.170	-104 m	cascajo, rocas limpias aisladas
16-ROV16B 17h10	36°00.394	02°55.239	-106 m	cascajo
22-ROV16B 17h40	36°00.483	02°55.103	-110 m	cascajo
26-ROV16B 18h00	36°00.568	02°54.988	-111 m	cascajo, abundantes penatuláceos
27-ROV16B 18h05	36°00.589	02°54.954	-109 m	cascajo, rocas limpias aisladas
29-ROV16B 18h15	36°00.622	02°54.885	-108 m	roca con gorgonias (final)
30-ROV16B 18h20	36°00.655	02°54.859	-92 m	cascajo
31-ROV16B 18h25	36°00.728	02°54.885		(sube el ROV)


**Figura 3.3.30.** Fondo de rodolitos (ROV16\_00687, 15h29, -96 m).



**Figura 3.3.31.** Fondo rocoso con “bosque” de *Viminella flagellum* y *Eunicella* sp. (ROV16\_00705c, 17h04, -101 m).



**Figura 3.3.32.** Una pintarroja (*Scyliorhinus canicula*) sobre fondo de cascajo (ROV16\_00721, 17h29, -110 m).

**Transecto ROV 18. - Zona: Reborde extremo Noreste (NE)**

Fecha: lunes 12.09.2011 (mañana) - Vídeos HR 00847 - 00875

Rango de profundidades: 193-133 m ; recorrido sobre el fondo: 828 m; duración: 1h10’.

Fondos de cascajo extremadamente monótonos, contrariamente de lo que se podía esperar en la “proa” de la plataforma. En un tramo se ven grandes aglomeraciones de cidáridos (erizos) y hay marcas de arrastres.

Muestreado en BV33 (134-173 m)

Resumen del recorrido – ROV 18

“waypoints” hora	lat N	long W	profundidad	tipo de fondo
1-ROV18 11h05	36°00.861	02°48.583	-193 m	cascajo (todo el recorrido)
8-ROV18 11h40	36°01.073	02°48.573	-180 m	cascajo
14-ROV18 12h10	36°01.277	02°48.638	-152 m	cascajo
15-ROV18 12h15	36°01.303	02°48.653		(sube el ROV)



**Figura 3.3.33.** Fondo de cascajo con el erizo *Cidaris cidaris* (ROV18\_00865b, 11h48, -173 m).

### 3.4. Muestreros con draga y bou de varas.

Debido a la vulnerabilidad de los hábitats que se debían muestrear, se optó por reducir el tamaño de las dragas con el fin de causar el menor impacto posible en los hábitats durante los muestreos. A partir de los modelos habituales en campañas oceanográficas, se diseñaron una draga de roca de unos 80 cm de ancho y un bou de varas (barra de arrastre) de 160 cm de ancho (Fig. 3.4.1). Estos diseños están detallados en el informe de campaña (noviembre de 2011) y constituyen una de las mejoras técnicas que se ofertaron en la licitación del proyecto.

El enganche de la draga al cable se realizó con un conjunto de dos grilletes de acero inoxidable acoplados a un grillete giratorio flexible de 16 mm, también de acero inoxidable. Este conjunto está protegido con una pieza de goma cuya función es rebotar sobre eventuales obstáculos y evitar el enganche del tren de grilletes, más habitual que el de la propia draga.



**Figura 3.4.1.** Subida de la draga (a la izquierda) y del bou de varas (a la derecha) a bordo del “Isla de Alborán”.

Se consideró el punto de firme y el de virada. En las etiquetas las coordenadas están redondeadas a la segunda decimal de minuto ( $1' \approx 1.852$  m,  $0,01' \approx 18,5$  m; el tercer decimal representa 1,85 m); para las dragas, la posición en las etiquetas es el punto de firme; para el arrastre con bou de varas se indican la de firme y la de virada.

Al llegar a bordo, el contenido de la draga o del copo de arrastre era fotografiado en cubierta, con una barra de escala de 25 cm según el modelo de la figura 3.4.2.



**Figura 3.4.2.** Escala para el fotografiado de la muestra a bordo.

Normalmente, se procesaba para su estudio posterior en el laboratorio:

- Una muestra de la fracción inferior a 5 mm, generalmente en un tarro de 5 litros y en algunas muestras en un bidón de 25 litros. La elección del conservante (formol o alcohol) dependía de la cantidad y de la textura del material y de la densidad de organismos, preferiéndose el formol si había muchos organismos, mucha cantidad o si el sedimento era denso; en los casos en que había poca cantidad y/o pocos organismos se usó alcohol.
- Una muestra de rodolitos, compuesta de tres submuestras recogidas aleatoriamente en el contenido de la draga y fijadas en formol.
- En tres estaciones (BV21, BV33 y BV35) de las que llegó a bordo un copo repleto de sedimento, se conservó en seco aparte una cantidad de sedimento en torno a 10-20 kg de peso seco, con la finalidad de analizar posteriormente la fauna de moluscos conchíferos, así como el origen de los bioclastos que forman el sedimento.

El detalle del procesamiento de cada muestra está resumido en la tabla que va a continuación, junto con una valoración subjetiva de la representatividad del lance (escala de 1 - escasa a 5 – excelente), esencialmente, basada en la cantidad y calidad del material recogido en el copo.

<b>Procesamiento DR01</b>	Representatividad	<input checked="" type="checkbox"/>
Separado a bordo:	FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Poliquetos [poco]; Moluscos [poco]; Decápodos; Braquiopodos; Equinodermos [poco])	
Muestra de rodolitos enteros:	Sí (3 submuestras, FORMOL)	
Sedimento a granel:	Tarro 5l FORMOL (triado UMA Málaga)	
<b>Procesamiento DR02</b>	Representatividad	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Separado a bordo:	ALCOHOL (Poliquetos [poco], Moluscos [poco]; Decápodos)	
Muestra de rodolitos enteros:	Sí (3 submuestras, FORMOL)	
Sedimento a granel:	Tarro (pequeño) ALCOHOL (triado UAM Madrid)	
<b>Procesamiento DR03</b>	Representatividad	<input checked="" type="checkbox"/>
Separado a bordo:	FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Poliquetos [poco], Moluscos, Decápodos; Equinodermos [poco]),	
Muestra de rodolitos enteros:	Sí (3 submuestras, FORMOL)	
Sedimento a granel:	no hay	
<b>Procesamiento DR05</b>	Representatividad	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Separado a bordo:	FORMOL (Poríferos)	
Sedimento a granel:	no hay	

<b>Procesamiento DR06</b>	Representatividad
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos)	
Sedimento a granel: no hay	
<b>Procesamiento DR07</b>	Representatividad
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Cnidarios; Poliquetos [poco]; Moluscos [poco]; Decápodos [poco]; Equinodermos [poco])	
Muestra de rodolitos enteros: SÍ (3 submuestras, FORMOL)	
Sedimento a granel: Tarro (pequeño) ALCOHOL (triado UAM Madrid)	
<b>Procesamiento DR08</b>	Representatividad
Separado a bordo: ALCOHOL (Cnidarios [mucho], Poliquetos, Moluscos, Decápodos; Braquiopodos)	
Muestra de rodolitos enteros: no hay	
Sedimento a granel: no hay	
<b>Procesamiento BV10</b>	Representatividad
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos), EN VIVO (Cnidarios: <i>Dendrophyllia</i> )	
Sedimento a granel: Tarro 5l FORMOL (se secaron accidentalmente)	
<b>Procesamiento BV11</b>	Representatividad
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Cnidarios; Poliquetos [poco]; Moluscos [poco]; Decápodos; Equinodermos)	
Sedimento a granel: Tarro (pequeño) (triado UMA Málaga)	
<b>Procesamiento BV12</b>	Representatividad
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Cnidarios; Moluscos, Poliquetos; Braquiópodos; Equinodermos [mucho])	
Sedimento a granel: Tarro 5 l FORMOL (triado UMA Málaga)	
<b>Procesamiento BV13</b>	Representatividad
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Poliquetos [mucho]; Moluscos; Decápodos; Braquiópodos; Equinodermos [mucho])	
Sedimento a granel: Tarro 5 l FORMOL (triado UMA Málaga)	
<b>Procesamiento BV14</b>	Representatividad
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos; Poliquetos [mucho]), ALCOHOL (Cnidarios; Moluscos; Decápodos; Equinodermos);	
Sedimento a granel: Bidón gris 25 l FORMOL (triado UAM Madrid)	
<b>Procesamiento BV15</b>	Representatividad
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Cnidarios, Poliquetos; Moluscos; Decápodos; Braquiópodos; Equinodermos)	
Sedimento a granel: Bidón gris 25 l FORMOL (no se separó, por no repetir BV14)	
<b>Procesamiento BV16</b>	Representatividad
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos [mucho]; Poliquetos); ALCOHOL (Cnidarios; Moluscos [poco]; Equinodermos);	
Sedimento a granel: Bidón gris 25 l FORMOL (triado US Sevilla)	
<b>Procesamiento BV17</b>	Representatividad
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Cnidarios [poco]; Poliquetos; Moluscos; Decápodos; Equinodermos)	



Sedimento a granel: Tarro 5 | ALCOHOL (triado UAM Madrid)

#### Procesamiento DR18

Representatividad

Separado a bordo: FORMOL (Poríferos; Poliquetos), ALCOHOL (Cnidarios; Moluscos [poco])

Sedimento a granel: no hay

#### Procesamiento DR19

Representatividad

Separado a bordo: FORMOL (Poríferos); ALCOHOL (Cnidarios, Poliquetos [poco]; Decápodos; Equinodermos)

Muestra de rodolitos enteros: Sí (3 submuestras, FORMOL)

Sedimento a granel: no hay (es todo rodolitos)

#### Procesamiento DR20

Representatividad

Separado a bordo: FORMOL (Poríferos); ALCOHOL (Poliquetos [poco]; Moluscos; Decápodos [poco])

Muestra de rodolitos enteros: Sí (3 submuestras, FORMOL)

Sedimento a granel: Tarro 5 | ALCOHOL (triado UAM Madrid)

#### Procesamiento BV21

Representatividad

Separado a bordo: FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Cnidarios [poco]; Poliquetos; Moluscos; Decápodos; Equinodermos [poco])

Sedimento a granel: Tarro 5 | ALCOHOL (triado UAM Madrid); dos bandejas de sedimento secado (0,8 kg < 1 mm; 0,8 kg 1-3 mm; 9,0 kg 3-5 mm; 3,6 kg > 5 mm)

#### Procesamiento DR22

Representatividad

Separado a bordo: FORMOL (Poríferos); ALCOHOL (Cnidarios; Poliquetos; Moluscos)

Muestra de rodolitos enteros: Sí (3 submuestras, FORMOL)

Sedimento a granel: Tarro 5 | ALCOHOL (triado UAM Madrid)

#### Procesamiento DR23

Representatividad

Separado a bordo: FORMOL (Poríferos); ALCOHOL (Moluscos; Decápodos [poco], Equinodermos [poco])

Muestra de rodolitos enteros: Sí (3 submuestras, FORMOL)

Sedimento a granel: no hay (es todo rodolitos)

#### Procesamiento DR24

Representatividad

Separado a bordo: FORMOL (Poríferos); ALCOHOL (Poliquetos; Moluscos [poco]; Decápodos [poco])

Muestra de rodolitos enteros: Sí (3 submuestras, FORMOL)

Sedimento a granel: no hay (es todo rodolitos)

#### Procesamiento DR25

Representatividad

Separado a bordo: no hay (se fijó la muestra en totalidad)

Sedimento a granel: Tarro 5 | FORMOL (triado UAM Madrid)

#### Procesamiento DR26

Representatividad

Separado a bordo: no hay (se fijó la una fracción representativa de la muestra)

Sedimento a granel: Tarro 5 | FORMOL (triado UMA Málaga)

#### Procesamiento BV27

Representatividad

Separado a bordo: FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Cnidarios; Poliquetos; Moluscos; Decápodos; Braquiópodos; Equinodermos [mucho]);

Sedimento a granel: Bidón gris 25 | FORMOL (triado CSIC Blanes)

<b>Procesamiento DR28</b> Separado a bordo: ALCOHOL (Cnidarios; Moluscos [poco]; Decápodos [poco]) Muestra de rodolitos enteros: Sí (3 submuestras, FORMOL) Sedimento a granel: no hay	Representatividad 
<b>Procesamiento DR29</b> Separado a bordo: FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Cnidarios; Decápodos [poco]; Braquiópodos) Muestra de rodolitos enteros: Sí (3 submuestras, FORMOL) Sedimento a granel: Tarro 5 l FORMOL (triado UMA Málaga)	Representatividad 
<b>Procesamiento BV30</b> Separado a bordo: FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Moluscos; Decápodos; Equinodermos) Sedimento a granel: no hay	Representatividad 
<b>Procesamiento DR31</b> Separado a bordo: : FORMOL (Poríferos [poco]) Sedimento a granel: Tarro 5 l ALCOHOL (triado UMA Málaga)	Representatividad 
<b>Procesamiento BV32</b> Separado a bordo: FORMOL (Poríferos), ALCOHOL (Cnidarios [mucho]; Moluscos; Decápodos; Equinodermos) Sedimento a granel: Bidón gris 25 l FORMOL (triado UMA Málaga)	Representatividad 
<b>Procesamiento BV33</b> Separado a bordo: FORMOL (Poríferos [mucho]; Poliquetos), ALCOHOL (Moluscos; Decápodos [mucho]; Equinodermos) Sedimento a granel: Tarro 5 l FORMOL (triado UMA Málaga); tres bandejas de sedimento secado (1,0 kg < 1 mm; 8,2 kg 1-3 mm; 12,0 kg 3-5 mm; 6,7 kg > 5 mm)	Representatividad 
<b>Procesamiento BV34</b> Separado a bordo: FORMOL, ALCOHOL (Moluscos; Decápodos [poco]; Equinodermos) Sedimento a granel: Tarro 5 l ALCOHOL (principalmente conchas grandes de mejillones fosiles, poco sedimento)	Representatividad 
<b>Procesamiento BV35</b> Separado a bordo: FORMOL, ALCOHOL (Moluscos; Decápodos [mucho]; Equinodermos) Sedimento a granel: Tarro 5 l FORMOL (triado UMA Málaga); tres bandejas de sedimento secado (2,3 kg < 1 mm; 10,3 kg 1-3 mm; 13,4 kg 3-5 mm; 6,1 kg > 5 mm)	Representatividad 
<b>Procesamiento DR36</b> Separado a bordo: : FORMOL, ALCOHOL (Moluscos; Decápodos; Equinodermos) Muestra de rodolitos enteros: Sí (FORMOL) Sedimento a granel: Tarro (pequeño) ALCOHOL (triado UMA Málaga)	Representatividad 
<b>Procesamiento DR37</b> Separado a bordo: ALCOHOL (Moluscos [poco]) Sedimento a granel: Tarro (pequeño) ALCOHOL (triado UAM Madrid)	Representatividad 
<b>Procesamiento DR39</b> Separado a bordo: FORMOL, ALCOHOL (Moluscos [poco]; Decápodos; Equinodermos) Muestra de rodolitos enteros: Sí (3 submuestras, FORMOL) Sedimento a granel: Tarro (pequeño) ALCOHOL (triado UMA Málaga)	Representatividad 

<b>Procesamiento DR40</b>	Representatividad 
Separado a bordo: FORMOL, ALCOHOL (Moluscos [poco]; Decápodos [poco])	
Muestra de rodolitos enteros: Sí (3 submuestras, FORMOL)	
Sedimento a granel: Tarro (pequeño) ALCOHOL (triado UMA Málaga)	
<b>Procesamiento BV41</b>	Representatividad 
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos [mucho]; Poliquetos [mucho]), ALCOHOL (Cnidarios; Moluscos; Decápodos [mucho]; Equinodermos [mucho])	
Sedimento a granel: Tarro 5 l FORMOL (triado UMA Málaga)	
<b>Procesamiento DR42</b>	Representatividad 
Separado a bordo: FORMOL, ALCOHOL (Cnidarios [mucho]; Moluscos; Decápodos; Equinodermos)	
Muestra de rodolitos enteros.	
Sedimento a granel: Tarro 5 l FORMOL (triado UMA Málaga) y bidón gris 25 l (no fue triado)	
<b>Procesamiento DR43</b>	Representatividad 
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos [muchos; hay una esponja de gran tamaño que ha teñido toda la muestra de negro]), ALCOHOL (Cnidarios [mucho]; Moluscos; Decápodos)	
Sedimento a granel: Tarro 5 l ALCOHOL (triado UMA Málaga); dos bandejas de rodolitos vivos llevados al laboratorio	
<b>Procesamiento DR44</b>	Representatividad 
Separado a bordo: FORMOL (Poríferos [mucho]), ALCOHOL (Cnidarios [mucho]; Moluscos; Decápodos; Equinodermos)	
Sedimento a granel: Tarro 5 l ALCOHOL (triado UMA Málaga)	
<b>Procesamiento DR45</b>	Representatividad 
Separado a bordo: no hay (se fijó la muestra en totalidad)	
Sedimento a granel: Tarro 5 l FORMOL (triado UMA Málaga)	
<b>Procesamiento DR46</b>	Representatividad 
Separado a bordo: no hay (se fijó la muestra en totalidad)	
Sedimento a granel: Tarro 5 l FORMOL (triado UAM Madrid)	
<b>Procesamiento DR47</b>	Representatividad 
Separado a bordo: no hay (se fijó la muestra en totalidad)	
Sedimento a granel: Tarro 5 l FORMOL (triado UAM Madrid); una bandeja de sedimento secado (0,5 kg < 1 mm; 1,2 kg 1-3 mm; 0,9 kg 3-5 mm; 1,7 kg > 5 mm)	

**Draga DR01. - Zona: Plataforma sur - Fecha: 08.09.2011**

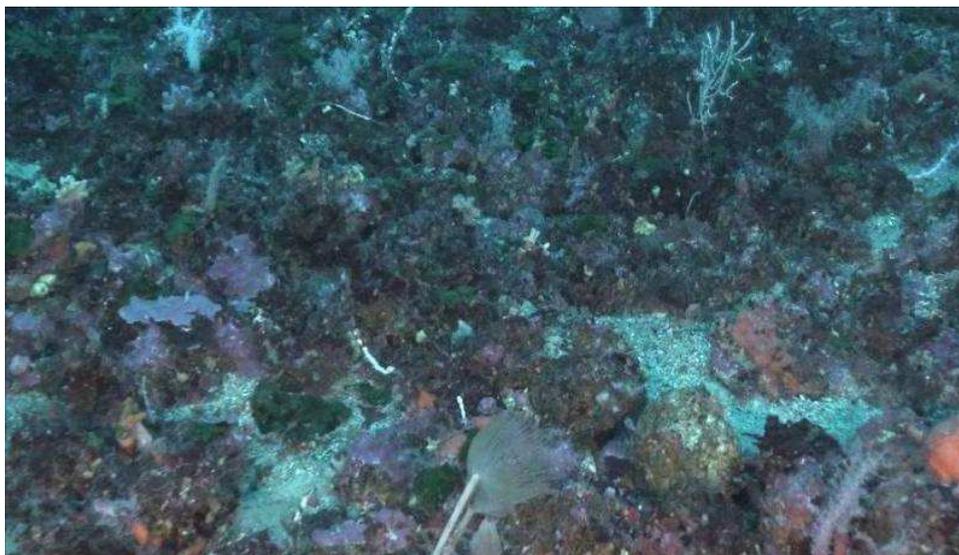
35°53,398'N 03°04,678'W -80 m

35°53,430'N 03°04,611'W -80 m

Tipo de fondo: rodolitos. Buen lance. Corresponde a ROV3-12.



**Figura 3.4.3.** Dragado DR01 en cubierta.



**Figura 3.4.4.** Fondo de la zona correspondiente al dragado DR01 (ROV03\_00654, 12h25, -72 m).



Draga DR03. - Zona: Plataforma a SE de la isla. - Fecha: 22.09.2011

35°55,538'N 03°02,955'W -44 m

35°55,573'N 03°03,007'W -40 m

Fondo de rodolitos. Buen lance. Corresponde a Oceana Dive76-11.



Figura 3.4.7. Dragado DR03 en cubierta.



Figura 3.4.8. Fondo de la zona correspondiente al dragado DR03 (Oceana Alboran 2007 Dive 76, 17h26, - 44 m).

**Draga DR05. - Zona: Reborde Sur - Fecha: 22.09.2011**

35°53,980'N 03°01,806'W 130 m

35°53,917'N 03°01,810'W 109 m

Algunas piedras con esponjas, incluso de morfología “chupa-chups”. Se dragó en el segundo intento, antes hubo un lance nulo. Corresponde a ROV01-27.

**Nota:** DR04 no existe, es la parte somera de este transecto, se hizo el 25/09 y es DR23



**Figura 3.4.9.** Dragado DR05 en cubierta.



**Figura 3.4.10.** Fondo de la zona correspondiente al dragado DR05 (ROV01\_00796, 12h52, -128 m).

**Draga DR06. - Zona: Reborde Sur -Fecha: 22.09.2011**

35°53,930'N 03°01,812'W -110 m

35°53,852'N 03°01,792'W -99 m

Una piedra de unos 20 cm tapizada de esponjas y braquiópodos vivos. Corresponde a ROV01-26.



**Figura 3.4.11.** Dragado DR06 en cubierta.



**Figura 3.4.12.** Fondo de la zona correspondiente al dragado DR06 (ROV01\_00793, 12:47:42, -111 m).

**Draga DR07. - Zona: Reborde Sur- Fecha: 22.09.2011**

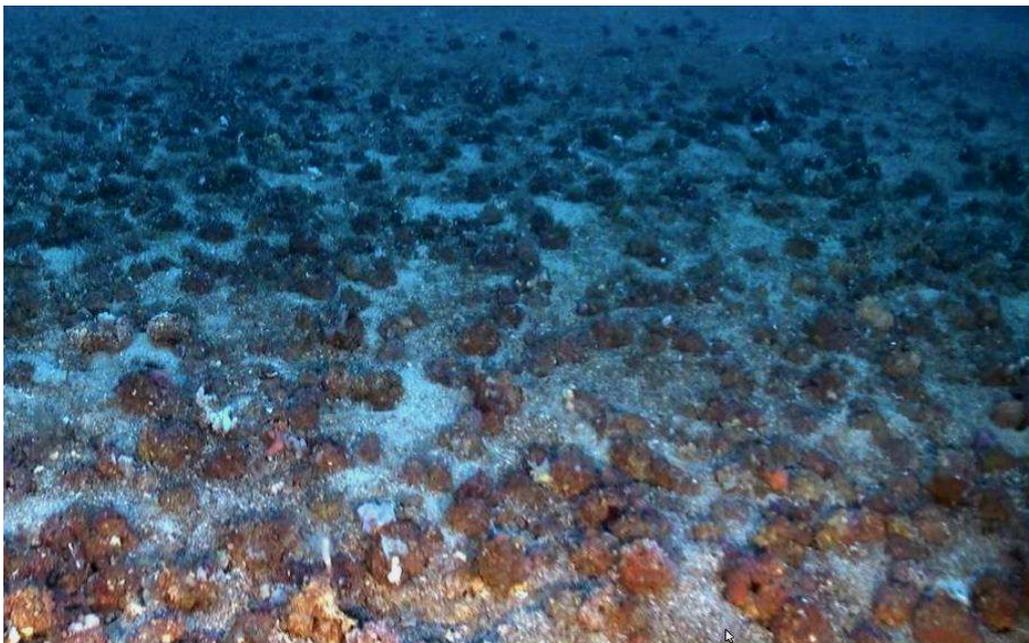
35°53,506'N 03°02,092'W 87 m

35°53,416'N 03°02,051'W 92 m

Una pequeña cantidad de rodolitos, en su mayoría vivos; alcionarios y esponjas. Corresponde a ROV01-12.



**Figura 3.4.13.** Dragado DR07 en cubierta.



**Figura 3.4.14.** Fondo de la zona correspondiente al dragado DR07 (ROV01\_00773, 11h44, -95 m).

**Draga DR08. - Zona: Reborde Sur- Fecha: 22.09.2011**

35°53,760'N 03°02,081'W 80 m

35°53,765'N 03°02,057'W 78 m

Se quedó el barco fondeado con la draga durante el tiempo del almuerzo. Recoge gorgonias y rodolitos, con rica fauna asociada. No cuantitativo. Corresponde a ROV01-21.



**Figura 3.4.15.** Dragado DR08 en cubierta.



**Figura 3.4.16.** Fondo de la zona correspondiente al dragado DR08 (ROV01\_00784a, 12h24, -79 m).

**Arrastre BV10. - Zona: Reborde Sur - Fecha: 22.09.2011**

35°53,990'N 03°01,570'W 214 m

35°54,116'N 03°01,610'W 290 m

Se abortó porque la maquinilla no puede con el peso. Era un enganche en *Dendrophyllia*, de los cuales varias colonias quedan en la red y se intentan conservar vivas. Este lance sustituye al fallado DR09 en el cuál la draga vino a bordo vacía. Corresponde a ROV01-33.



**Figura 3.4.17.** Arrastre BV10 en cubierta.

**Arrastre BV11. - Zona: Reborde Sur - Fecha: 22.09.2011**

35°54,068'N 03°01,613'W 243 m

35°53,811'N 03°01,413'W 240 m

Se arrastró solamente 10'. Red rota pero con buena carga de cascajo enfangado y algunas colonias de *Dendrophyllia*.



**Figura 3.4.18.** Arrastre BV11 en cubierta.

**Arrastre BV12. - Zona: Reborde Sur - Fecha: 23.09.2011**

35°52,222'N 03°05,215'W 120 m

35°52,167'N 03°05,388'W 112 m

Un enganche. Buen lance con cascajo de grandes mejillones fósiles. Corresponde a ROV04-2.



Figura 3.4.19. Arrastre BV12 en cubierta.

**Arrastre BV13. - Zona: Reborde Sur - Fecha: 23.09.2011**

35°52,379'N 03°05,182'W 99 m

35°52,825'N 03°04,591'W 95 m

Se esperaban lajas rocosas pero es cascajo. Corresponde a ROV04-3.



Figura 3.4.20. Arrastre BV13 en cubierta.

**Arrastre BV14. - Zona: Reborde Sur - Fecha: 23.09.2011**

35°52,723'N 03°04,668'W 96 m

35°52,340'N 03°05,265'W 100 m

Corresponde a ROV04-7. Fondo de cascajo, trae un copo muy lleno (para 4 cajas). Se tamiza toda la fracción > 1 cm y se guarda un bidón de la fracción fina. Fauna asociada muy rica, hay un ejemplar vivo de *Schilderia achatidea*.



Figura 3.4.21. Arrastre BV14 en cubierta.



Figura 3.4.22. Fondo en torno a los sitios de los arrastres BV12, BV13, BV14 y BV15 (ROV04\_00662, 16h33, -107 m).

**Arrastre BV15. - Zona: Reborde Sur - Fecha: 23.09.2011**

35°52,668'N 03°04,656'W 96 m

35°52,900'N 03°04,924'W 96 m

Corresponde a ROV04-7. Fondo de cascajo, muy parecido al anterior. Trae un copo muy lleno (para 4 cajas). Se tamiza toda la fracción > 1 cm y se guarda un bidón de la fracción más fina. Fauna asociada muy rica, hay un ejemplar vivo de *Schilderia achatidea*.



**Figura 3.4.23.** Arrastre BV15 en cubierta.

**Arrastre BV16. - Zona: Plataforma SW - Fecha: 23.09.2011**

35°53,103'N 03°04,738'W 92 m

35°53,256'N 03°04,289'W 82 m

Fondo de rodolitos parcialmente muertos con rica fauna asociada. Copo bastante lleno. Corresponde a ROV3B-11.



**Figura 3.4.24.** Arrastre BV16 en cubierta.



**Figura 3.4.25.** Fondo en torno a los sitios del arrastre BV16 (ROV03\_00651, 13h53, -86 m).

**Arrastre BV17. - Zona: Reborde Norte - Fecha: 24.09.2011**

35°59,326'N 03°00,044'W 121 m

35°59,364'N 03°01,000'W 169 m

Corresponde a OCEANA DIVE63A-1. Fondo de cascajo con mucha fracción fina y algo de fango. Hay una gallineta (*Helicolenus*) grande y muchas holoturias del género *Parastichopus*.



**Figura 3.4.26.** Arrastre BV17 en cubierta.



**Figura 3.4.27.** Fondo de la zona correspondiente al arrastre BV17 (Oceana Alboran 2007 Dive 63A, 16h10, -179 m).

**Draga DR18. - Zona: Reborde Norte - Fecha: 24.09.2011**

35°59,395'N 02°59,396'W 92 m

35°59,386'N 02°59,460'W 94 m

Fondo rocoso; lance casi nulo con fuerte enganche; algún hidrozoo y un huevo vacío de pintarroja. Es repetición de un intento anterior nulo, no contabilizado. Corresponde a OCEANA DIVE63A-11.



**Figura 3.4.28.** Dragado DR18 en cubierta.



**Figura 3.4.29.** Fondo de la zona correspondiente a la draga DR18 (Oceana Alboran 2007 Dive 63A, 17h04, - 97 m).

Draga DR19. - Zona: Fecha: 24.09.2011

35°58,611'N 02°59,138'W 69 m

35°58,608'N 02°58,975'W 64 m

Corresponde a OCEANA DIVE63B-24. Fondo de rodolitos de gran tamaño, buena muestra para la parte somera del transecto.

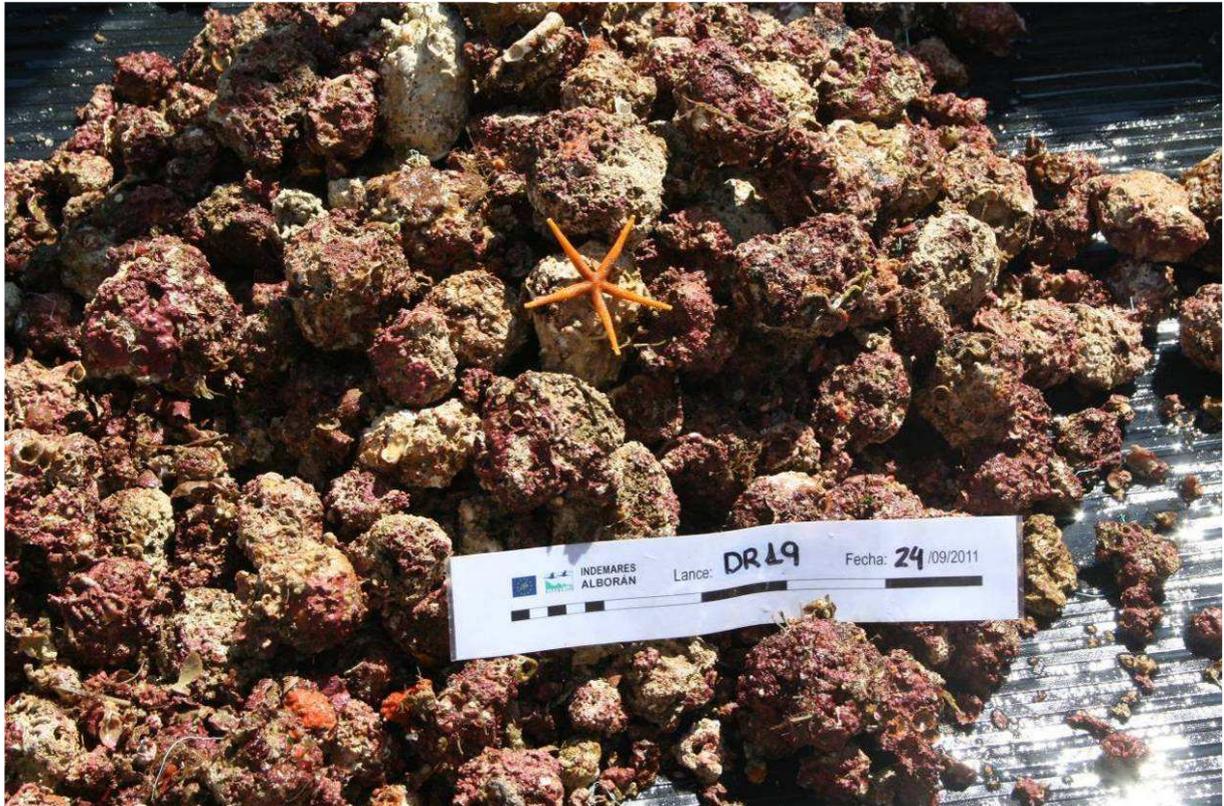


Figura 3.4.30. Dragado DR19 en cubierta.

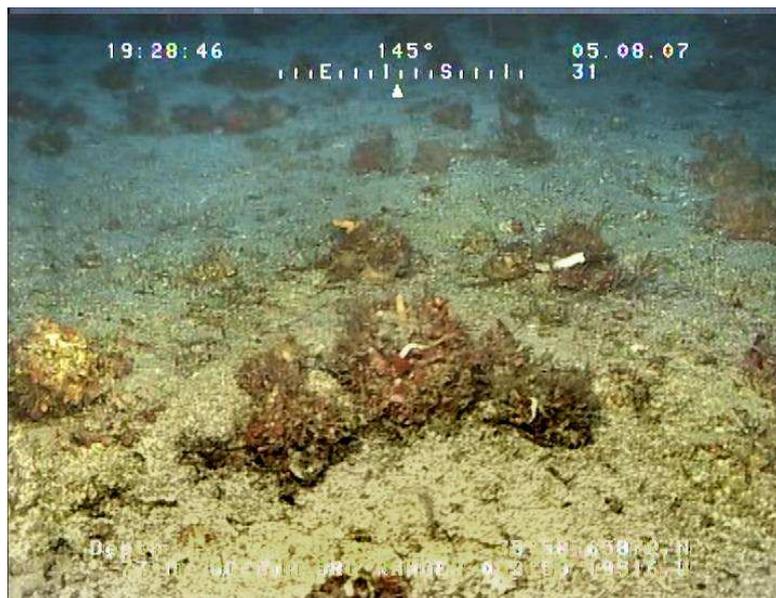


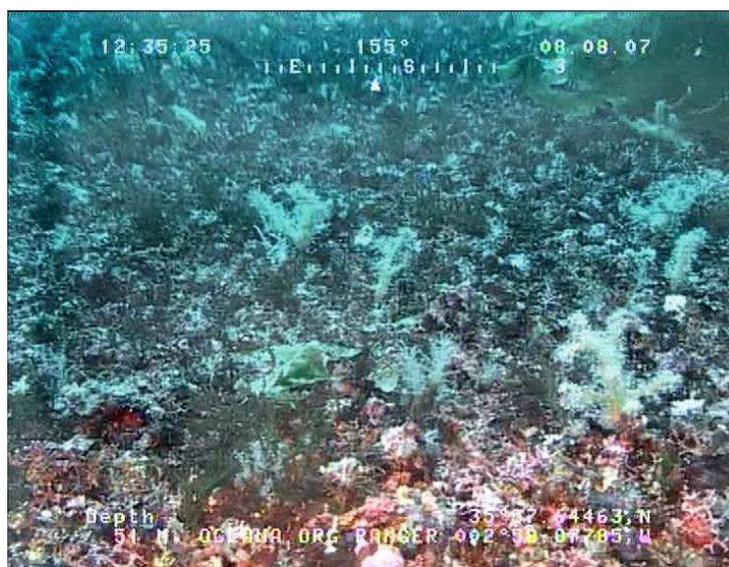
Figura 3.4.31. Fondo de la zona correspondiente a la draga DR19 (Oceana Alboran 2007 Dive 63B, 19h28, - 77 m).

**Draga DR20. - Zona: Piedra Escuela - Fecha: 24.09.2011**

35°57,663'N 02°58,848'W 48 m

35°57,672'N 02°58,810'W 42 m

Corresponde a OCEANA DIVE67-33, fondo de rodolitos con laminarias bordeando la Piedra Escuela al norte, cerca de la roca. Rodolitos esencialmente vivos y con abundancia de formas ramificadas (verdadero "maerl"). Trae varias *Laminaria ochroleuca* de gran porte.

**Figura 3.4.32.** Dragado DR20 en cubierta.**Figura 3.4.33.** Fondo de la zona correspondiente a la draga DR20 (Oceana Alboran 2007 Dive 67, 12h35, -51 m).

**Arrastre BV21. - Zona: Reborde Norte - Fecha: 24.09.2011**

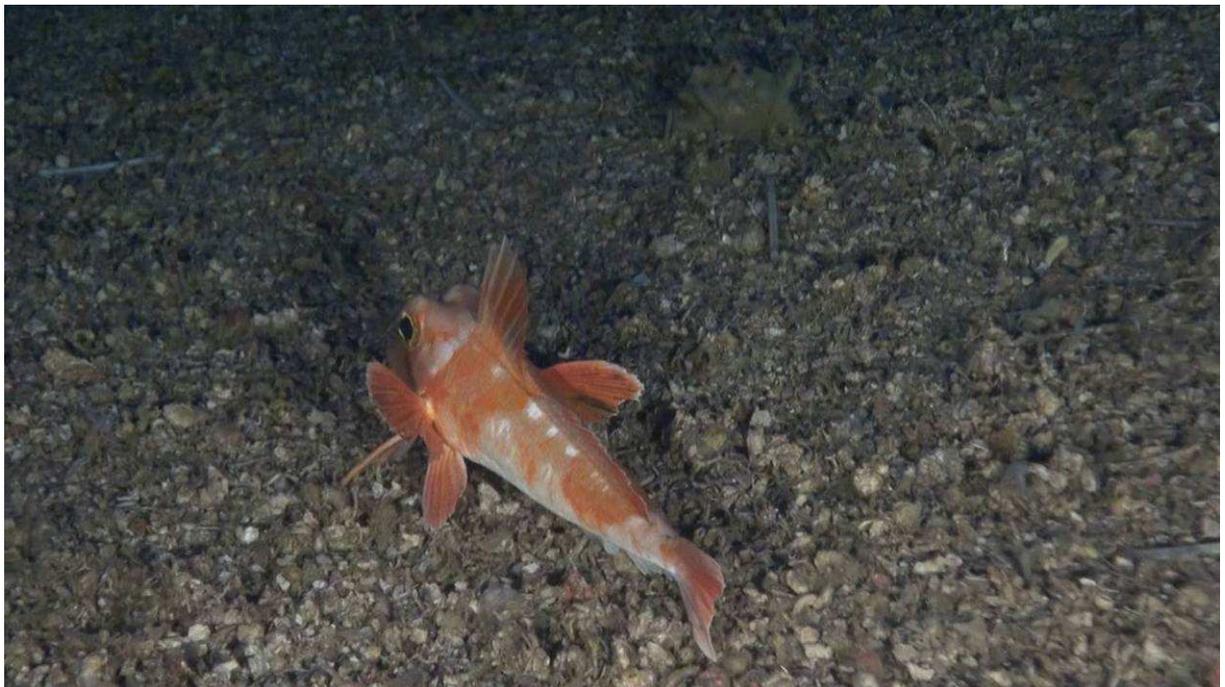
36°00,399'N 02°55,318'W 101 m

36°00,288'N 02°55,570'W 93 m

Corresponde a ROV16B-15, vaguada en torno a los 100 m. Cascajo organógeno, el bou se clava en el fondo y trae mucho volumen de sedimento.



**Figura 3.4.34.** Arrastre BV21 en cubierta.



**Figura 3.4.35.** Fondo de la zona correspondiente al arrastre BV21 (ROV16\_00718, 17h26, -110 m).

**Draga DR22. - Zona: Plataforma Norte - Fecha: 24.09.2011**

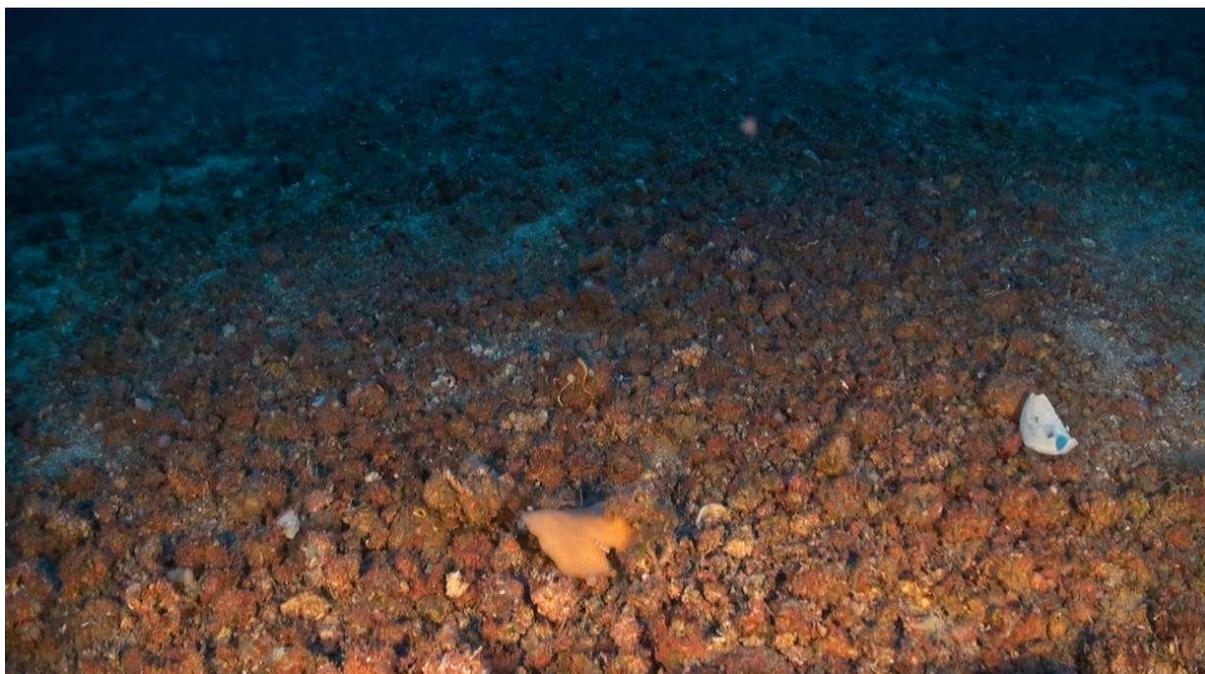
35°59,853'N 02°55,210'W 68 m

35°59,923'N 02°54,968'W 70 m

Corresponde a ROV16 (más arriba que el último tramo filmado, en la cumbre). Fondo de rodolitos con rica fauna asociada. Mucha corriente, invierte el rumbo del barco.



**Figura 3.4.36.** Dragado DR20 en cubierta.



**Figura 3.4.37.** Fondo de la zona correspondiente a la draga DR22 (ROV16\_00687, 15h29, 96 m).

**Draga DR23. Zona: Plataforma al SE de la isla. - Fecha: 25.09.2011**

35°55,927'N 03°02,419'W 25 m

35°55,856'N 03°02,507'W 25 m

Continuación hacia más somero de DR02-03. Fondo de rodolitos, todos vivos, con mucha Ulva, igual que en el vídeo. Corresponde a OCEANA DIVE76-1 y



Figura 3.4.38. Dragado DR20 en cubierta.



Figura 3.4.39. Fondo de la zona correspondiente a la draga DR23 (Oceana Alboran 2007 Dive 76, 16h41, -26 m).

**Draga DR24. - Zona: Plataforma Suroeste - Fecha: 25.09.2011**

35°54,021'N 03°04,503'W 63 m

35°53,926'N 03°04,617'W 71 m

Corresponde a ROV3A-6 y continuación hacia más somero de DR01. Fondo de rodolitos de gran tamaño, en un >80% vivos, algunas gorgonias y alcionarios.



**Figura 3.4.40.** Dragado DR24 en cubierta.



**Figura 3.4.41.** Fondo de la zona correspondiente al dragado DR24 (ROV03\_00643, 12h19, -76 m).

**Draga DR25. - Zona: Espolón -- Fecha: 25.09.2011**

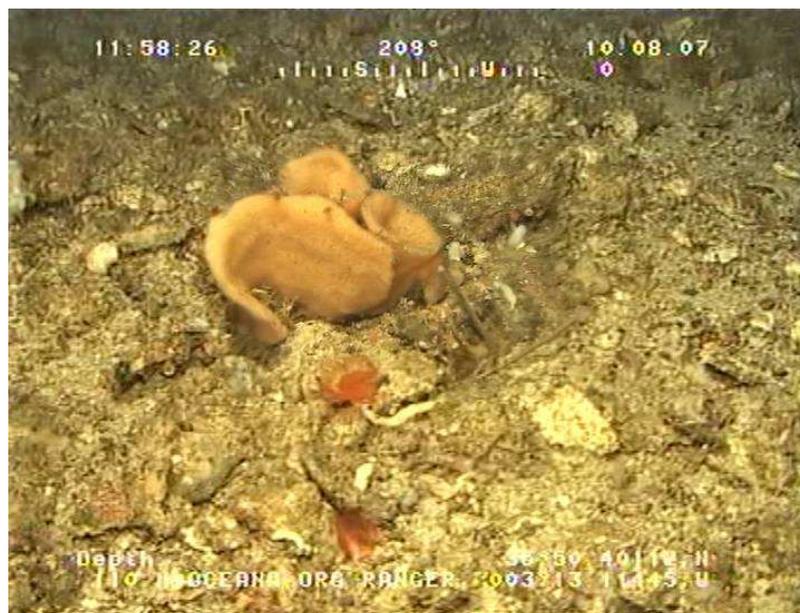
35°50,413'N 03°13,390'W 111 m

35°50,421'N 03°13,491'W 114 m

Corresponde a OCEANA DIVE72-16. Cascajo organógeno, la draga trae muy poco material. Lance poco representativo.



**Figura 3.4.42.** Dragado DR25 en cubierta.



**Figura 3.4.43.** Fondo de la zona correspondiente al dragado DR25 (Oceana Alboran 2007, Dive 72-11h58, 110 m).

**Draga DR26. - Zona: Espolón - Fecha: 25.09.2011**

35°50,294'N 03°13,248'W 94 m

35°50,251'N 03°13,304'W 97 m

Repetición del anterior buscando más hacia la piedra sin lograrlo. Cascajo organógeno, sin apenas piedras y bastante pobre. Se repite con el bou de vara. Corresponde a OCEANA DIVE72-18



**Figura 3.4.44.** Dragado DR26 en cubierta.



**Figura 3.4.45.** Fondo de la zona correspondiente al dragado DR26 (Oceana Alboran 2007 Dive 72-12h05, 108 m).

**Arrastre BV27. - Zona: Espolón - Fecha: 25.09.2011**

35°50,415'N 03°13,245'W 109 m

35°50,398'N 03°13,722'W 100 m

Corresponde a OCEANA DIVE72-15. Cascajo organógeno, sin apenas piedra a pesar de lo que se veía en el video. Grandes acumulaciones de conchas de mejillones (*Mytilus* y *Modiolus*) fósiles de épocas frías. Buen lance.



**Figura 3.4.46.** Arrastre BV27 en cubierta.



**Figura 3.4.47.** Fondo de la zona correspondiente al arrastre BV27 (Oceana Alboran 2007, Dive 72-12h00, -109 m).

**Draga DR28. - Zona: Espolón - Fecha: 25.09.2011**

35°49,969'N 03°13,068'W 93 m

35°49,981'N 03°13,113'W 94 m

Viene muy poco cascajo organógeno con algo de rodolitos pero en >80% muertos, algunas zonas de alga viva. Viene una gran *Ellisella* colgada de la red. Corresponde a OCEANA DIVE72-29.

**Draga DR29. - Zona: Espolón - Fecha: 25.09.2011**

DR29 35°49,768'N 03°13,090'W 93 m

35°49,996'N 03°13,432'W 94 m

Repetición de la anterior que salió con poco material; se hizo dejando el barco derivar anclado en la draga durante media hora del almuerzo. Cascajo organógeno con algo de rodolitos pero están >80% muertos, ocupados por epifauna. Al situarnos en la cumbre no pueden estar arrojados desde una plataforma más somera.



**Figura 3.4.48.** Dragados DR28 y DR29 en cubierta.



**Figura 3.4.49.** Fondo de la zona cercana (algo más profunda) al dragado DR29 (Oceana Alboran 2007, Dive 72, 12h58, -90 m).

**Arrastre BV30. - Zona: Espolón - Fecha: 25.09.2011**

35°50,756'N 03°13,165'W 180 m

35°50,896'N 03°12,434'W 163 m

Cascajo organógeno relativamente fino, con poca fracción superior a 1 cm. Muchos grandes paguros, se pescan una raya y un pequeño rape. Corresponde a OCEANA DIVE72-1.



**Figura 3.4.50.** Arrastre BV30 en cubierta.



**Figura 3.4.51.** Fondo de la zona cercana (algo más profunda) al arrastre BV30 (Oceana Alboran 2007, Dive 72-10h59, -189 m).

**Draga DR31. - Zona: Espolón - Fecha: 25.09.2011**

35°49,701'N 03°13,088'W 96 m

35°49,697'N 03°13,055'W 100 m

Cascajo organógeno, con algo pero muy poco de rodolitos. Poco material en la draga. Corresponde a OCEANA DIVE72-38.



Figura 3.4.54. Dragado DR31 en cubierta.



Figura 3.4.55. Fondo de la zona correspondiente a la draga DR31 (Oceana Alboran 2007, Dive 72-13h47, -99 m).

**Arrastre BV32 - Zona: Extremo Suroeste del espolón - Fecha: 25.09.2011**

35°46,869'N 03°21,413'W 125 m

35°46,843'N 03°21,301'W 122 m

Fuerte enganche al bajar, se maniobra hacia atrás y se arrastra algunos minutos más. La red trae una enorme piedra de unos 50 kg con mucha epifauna, muchas gorgonias *Callogorgia* y *Viminella*, cascajo y piedras más pequeñas también con epifauna. Corresponde a OCEANA DIVE73-17.



Figura 3.4.56. Arrastre BV32 en cubierta.



**Figura 3.4.57.** Fondo de la zona correspondiente al arrastre BV32 (Oceana Alboran 2007, Dive 73-18h22, -137 m).

**Arrastre BV33 - Zona: Reborde Noreste - Fecha: 20.07.2012**

36°01,034'N 02°48,487'W 173 m

36°01,397'N 02°48.433'W 134 m

Mucho cascajo (3 bandejas grandes) con 3 ejemplares de *Parastichopus* que se soltaron. Corresponde a ROV18.



Figura 3.4.58. Arrastre BV33 en cubierta



Figura 3.4.59. Fondo de la zona correspondiente al arrastre BV33. Se puede apreciar un ejemplar de *Munida rutlanti* al abrigo del caparazón de erizo (ROV18\_00870, 12h03, -160 m).

**Arrastre BV34 - Zona: Plataforma Noreste - Fecha: 20.07.2012**

36°01,080'N 02°49,420'W 160 m

36°01,120'N 02°49,409'W 117 m

Enganche del bou en roca o aparejo de un pesquero. Salen fragmentos de roca con muchas esponjas, una raya y un *Parastichopus* que se soltaron. Algunos mejillones fósiles, una bandeja poco llena. Corresponde a VRAL99.

**Figura 3.4.60.** Arrastre BV34 en cubierta.**Figura 3.4.61.** Fondo de la zona correspondiente al arrastre BV34 (VRAL99, Juan Goutayer).

**Arrastre BV35 - Zona: Plataforma Noreste - Fecha: 20.07.2012**

36°00,148'N 02°49,972'W 176 m

36°00,614'N 02°49,935'W 149 m

Mucho cascajo (4 bandejas grandes) que se ve relativamente pobre. Corresponde a VRAL98.



**Figura 3.4.62.** Arrastre BV35 en cubierta.

No hay foto del fondo, se parecería al de BV33.

**Draga DR36 - Zona: Plataforma noreste - Fecha: 20.07.2012**

36°00,196'N 02°52,480'W 102 m

36°00,026'N 02°52,707'W 89 m

Rodolitos muertos y algunas piedras sueltas, menos de una bandeja. Corresponde a VRAL92.



**Figura 3.4.63.** Dragado DR36 en cubierta.

No hay foto del fondo.

**Draga DR37 - Zona: Plataforma noreste - Fecha: 21.07.2012**

36°00,992'N 02°51,861'W 102 m

36°00,913'N 02°52,027'W 90 m

Muy poco material con cascajo y piedras sueltas, con mucha epifauna. Se intenta repetir. Corresponde a VRAL82.



Figura 3.4.64. Dragado DR37 en cubierta.



Figura 3.4.65. Fondo de la zona correspondiente al dragado DR37 (VRAL 82, Juan Goutayer).

DR38 (36°00,906'N, 02°51,984'W, 93 m/36°00,977'N, 02°52,003'W,97 m).

Enganche del cable, se pierde la draga y 200 m de cable.

**Draga DR39 - Zona: Plataforma noroeste - Fecha: 21.07.2012**

DR39 36°00,699'N 02°53,489'W 79 m

36°00,675'N 02°53,452'W 79 m

Copo lleno de rodolitos grandes (2 bandejas). Buen lance. Corresponde a VRAL102.



Figura 3.4.66. Dragado DR39 en cubierta.

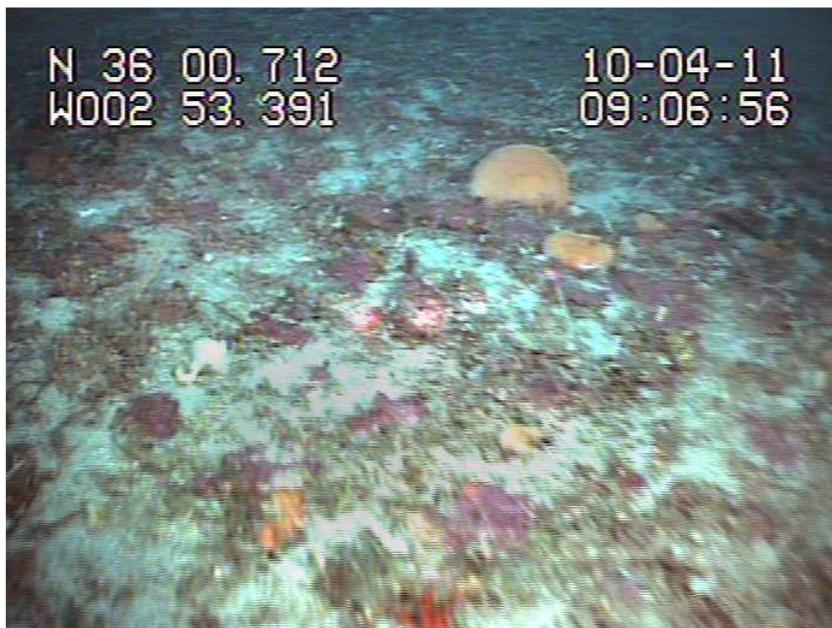


Figura 3.4.66. Fondo de la zona correspondiente al dragado DR39 (VRAL102, Juan Goutayer).

**Draga DR40 - Zona: Plataforma noroeste - Fecha: 21.07.2012**

DR40 36°00,477'N 02°53,283'W 81 m

36°00,478'N 02°53,251'W 81 m

Corresponde a VRAL117. Una bandeja de rodolitos grandes. Parece más pobre que la anterior en epifauna.



**Figura 3.4.67.** Dragado DR40 en cubierta.

No hay foto del fondo, se parecería con el de DR39.

**Arrastre BV41 - Zona: Plataforma Noreste - Fecha: 21.07.2012**

35°59,617'N 02°52,077'W 112 m

35°59,677'N 02°52,666'W 102 m

Se paró a los 15 minutos por enganche, posiblemente en roca. Copo poco voluminoso pero muy rico, con cascajo, una langosta, *Parastichopus* (8 ejemplares, de los que se conservaron 3), gorgonias variadas, abundancia del poliqueto *Bispira*. Muy buen lance, 1/2 bandeja. Corresponde a VRAL93.



**Figura 3.4.68.** Arrastre BV41 en cubierta.

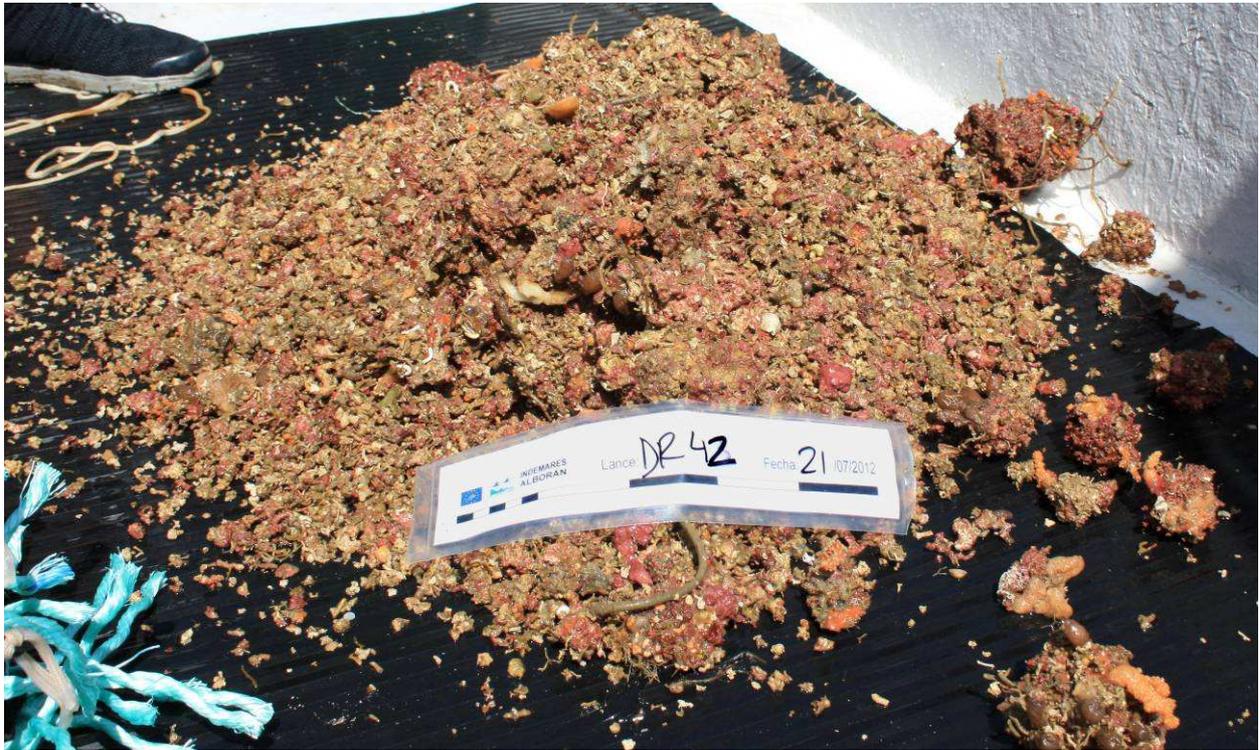
No hay foto representativa del fondo.

**Draga DR42 - Zona: Plataforma noreste - Fecha: 21.07.2012**

35°59,754'N 02°53,024'W 75 m

35°59,740'N 02°52,972'W 74 m

Pequeña cumbre en el reborde Este, no corresponde a un video. Fondo con costra de coralígeno y algunos rodolitos, muy rico en alcionarios (1 bandeja medio llena).



**Figura 3.4.69.** Dragado DR42 en cubierta.

No hay foto del fondo.

**Draga DR43 - Zona: Plataforma SW Fecha: 22.07.2012**

35°53,701'N 03°04,188'W 65 m

35°53,652'N 03°04,229'W 69 m

Fondo de rodolitos, formando costra, con pequeñas gorgonias. Buen lance, llena 2 bandejas. Corresponde a ROV3B-22.



**Figura 3.4.70.** Dragado DR43 en cubierta.



**Figura 3.4.71.** Fondo de la zona correspondiente al dragado DR43 (ROV3\_00655, 14h30, -74 m).

**Draga DR44 - Zona: Espolón SW - Fecha: 22.07.2012**

35°47,716'N 03°17,986'W 152 m

35°47,820'N 03°17,902'W 135 m

Corresponde a VRAL48. Incluye una roca sedimentaria enganchada en la boca de la draga y 4 bandejas de cascajo.



**Figura 3.4.72.** Dragado DR44 en cubierta.

No hay foto del fondo.

**Draga DR45 - Zona: Espolón SW - Fecha: 22.07.2012**

35°47,589'N 03°18,679'W 134 m

35°47,560'N 03°18,769'W 120 m

Corresponde a VRAL35. Poco material de cascajo, una gorgonia. Se fija en totalidad. .



Figura 3.4.73. Dragado DR45 en cubierta.

**Draga DR46 - Zona: Espolón SW - Fecha: 22.07.2012**

35°47,404'N 03°19,984'W 103 m

35°47,437'N 03°20,037'W 104 m

Muy poco material de cascajo, y cantos de lava. Se fija en su totalidad.



Figura 3.4.74. Dragado DR46 en cubierta.

**Draga DR47 - Zona: Espolón SW - Fecha: 22.07.2012**

35°47,743'N 03°20,065'W 113 m

35°47,627'N 03°20,039'W 113 m

Corresponde a VRAL50. Muy poco material.

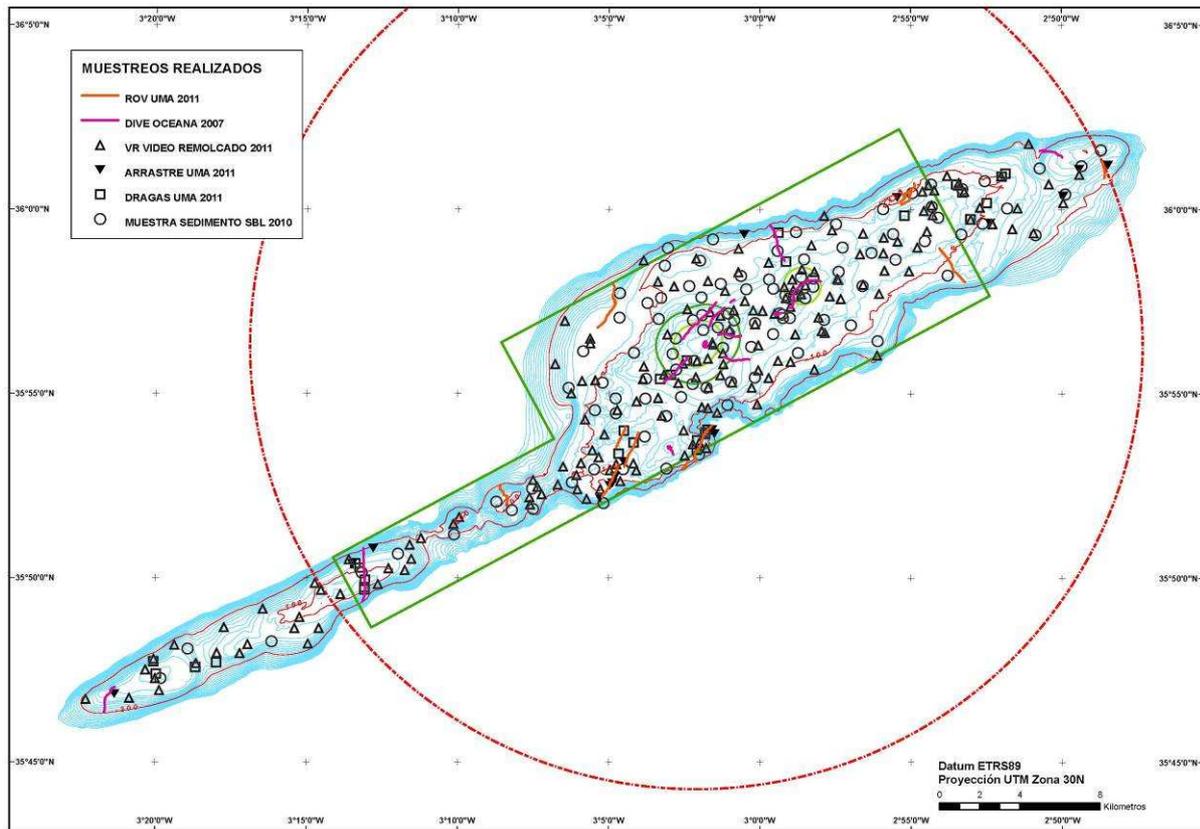


**Figura 3.4.75.** Dragado DR47 en cubierta.

No hay foto del fondo.

### 3.5. Resumen de los muestreos realizados.

En la figura 3.4.76 se resumen la totalidad de muestreos realizados en la zona de estudio: muestras de sedimento SBL (2010), vídeo remolcado (2011), ROV (Dive OCEANA, 2007; UMA, 2011), arrastre con bou de varas (UMA 2011, 2012) y draga (UMA 2011, 2012).



**Figura 3.4.76.** Resumen de todos los muestreos realizados en la zona de estudio: muestras de sedimento SBL (2010), vídeo remolcado (2011), ROV (Dive OCEANA, 2007; UMA, 2011), arrastre con bou de varas (UMA 2011, 2012) y draga (UMA 2011, 2012).

### 3.5. Estudio e identificación de especies de las muestras.

La caracterización detallada de una comunidad se basa, fundamentalmente, en la identificación correcta de las especies de los grupos predominantes. Por ello, una parte importante del esfuerzo en este proyecto se ha dedicado a identificar las especies de los siguientes grupos dominantes o característicos de las biocenosis y hábitats bentónicos: Esponjas, Cnidarios, Anélidos Poliquetos, Moluscos, Crustáceos Decápodos y Equinodermos. Se han estudiado e identificado también las algas que forman parte de los rodolitos constituyentes de los fondos de “maërl”, los Nemertinos, los Crustáceos Filocáridos y Peracáridos (Isópodos) y los Braquiópodos.

#### 3.5.1. Separación y procesado de las muestras.

Las muestras obtenidas en las dos campañas coordinadas por la Universidad de Málaga (30 muestras en septiembre de 2011 y 14 en julio de 2012) se distribuyeron para ser triadas entre los centros participantes (universidades de Málaga, Autónoma de Madrid, Sevilla y Centro de Estudios Avanzados de Blanes, CEAB-CSIC).

Una parte de las muestras obtenidas en las campañas fue separada a bordo por grupos taxonómicos, y otra parte fue fijada en bruto para su posterior separación y estudio en el laboratorio. Además, de las muestras tomadas con la draga de fondos de “maërl”, se han conservado tres submuestras recogidas aleatoriamente del contenido de la draga, para la posterior medición y caracterización de los rodolitos.

En cada centro se procesó inicialmente una parte alícuota de las muestras en bruto, separando por grupos taxonómicos todos los animales y vegetales presentes en ellas, y se repartieron luego las muestras de dichos grupos entre los correspondientes especialistas del equipo. Este criterio se adoptó en razón del escaso tiempo disponible para estudiar las muestras, que hubiese hecho inviable y poco efectiva la rotación de todas las muestras por cuatro centros e investigadores distintos.

Los grupos animales cuyo estudio no está incluido en el proyecto (anfípodos, briozoos, nematodos, etc.), aunque no han sido identificados, igualmente se han separado, fijado y conservado adecuadamente para estudios posteriores. En aspectos como el procesado de las diferentes muestras en el laboratorio, etiquetado, recogida y manejo de la información y datos obtenidos, así como los diferentes métodos de fijación y conservación según los grupos y el destino que se dé al material, se ha seguido un minucioso protocolo, para el que ha servido de guía el manual de Templado *et al.* (2010).

Se comenzó el estudio de las muestras por aquellas que previsiblemente llevarían más tiempo, como las de cascajo y sedimento de granulometría más fina, para continuar con las muestras de fondos rocosos y de “maërl”, cuyo procesado es más rápido. En el caso del “maërl”, el estudio de la fauna debe ser subsiguiente al estudio de las algas que recubren los rodolitos, dado que la extracción de su endofauna requiere la fragmentación de cada uno de ellos. Las fracciones finas de los fondos de cascajo llevan, por su volumen relativo y riqueza en especies, un mayor trabajo de separación e identificación. Los volúmenes de cascajo recogidos en cada muestra fueron variables, y se procuró estudiar volúmenes equivalentes (alrededor de 1 kg de sedimento seco), para facilitar la comparación de los resultados.

Las muestras en bruto de sustratos blandos fueron procesadas mediante tamizado bajo el agua, a través de tamices de 10, 5, 1 y 0,5 mm sucesivamente, desechándose para su estudio la fracción inferior a 0,5 mm. Las fracciones inferiores a 5 mm se separaron bajo la lupa binocular. Los diferentes grupos han sido conservados de la forma más adecuada para cada uno de ellos,

independientemente de la fijación original, pero indicando en la etiqueta si esta fue en alcohol o formol.

Las muestras de “maërl” (rodolitos) fueron tratadas de forma especial. Los rodolitos se pesaron, midieron (diámetro mayor y diámetro menor) y se calculó su volumen (sumergiéndolo en agua en un recipiente graduado). Inicialmente, los rodolitos se revisaron a ojo o bajo el estereomicroscopio binocular, para separar la epiflora y la epifauna. Si su estructura lo permitía (si se trataba de una concreción) fueron posteriormente fragmentados cuidadosamente con martillo y cincel, extrayendo de su interior la endofauna (o criptofauna) que se encontraba en los intersticios de la concreción. El sedimento restante fue tamizado de la forma que se indica en el párrafo anterior. La fauna y la flora obtenidas de cada rodolito se fijaron por separado para cada rodolito (que fue numerado correlativamente con el código de la muestra delante), con el fin de facilitar estudios posteriores (número de especies o individuos en relación al tamaño, porcentajes de epiflora, epifauna, endofauna, etc.). Para la caracterización morfológica y la identificación de las especies de algas que constituían los rodolitos, estudio se apartaron submuestras representativas de cada muestra obtenida de los fondos de “maërl”.

Las muestras de sustrato rocoso se procesaron de forma similar a las de “maërl”. Por último, las escasas muestras con laminariales (frondes, talo y rizoides) se revisaron a simple vista o bajo el estereomicroscopio binocular, para separar la epiflora y la epifauna.

Hasta el momento de entregar este informe, se han separado e identificado totalmente 32 de las 44 muestras, encontrándose el resto en diversas fases de separación e identificación. Las muestras separadas e identificadas en su totalidad han sido seleccionadas en función de su representatividad en la zona estudiada, dado el tiempo disponible en el proyecto, sobre todo considerando las nuevas muestras obtenidas fuera de los límites del LIC en la reciente campaña de julio de 2012. El trabajo de separación e identificación de las muestras restantes continuará hasta su finalización en 2013.

### 3.5.2. Identificación de las especies.

Una vez separados por grupos los organismos a identificar, se han identificado a nivel de especie o, como mínimo, de género, utilizando los métodos y la bibliografía adecuados. Las especies han sido identificadas por los investigadores que forman el equipo.

Para facilitar el procesado posterior de la información en lo que se refiere al estudio de la biodiversidad mediante diversas aproximaciones, se ha elaborado un modelo de tabla de Excel en el que se incluyen los datos taxonómicos (Filo, Clase, Orden, Familia, Género y Especie, con autor y año), los relativos a la abundancia (número de individuos), a su categoría trófica y a su grado de protección, si procede; una última columna se dedica a observaciones (ver tabla 3.5.1). La elaboración correcta y cuidadosa de esas tablas facilita mucho el análisis posterior de la información, así como la incorporación de la misma al final del proyecto a la base de datos del SIG y de biodiversidad del MAGRAMA ([www.biodiversia.es](http://www.biodiversia.es)).

INDEMARES-Alborán	UMA
BV11 – 22-09-2011	
35°54.07'N-03°01.61'W	
35°53.81'N-03°01.41'W	
Cascajo fangoso y roca, 240-243 m	
Fijada en	

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Autor y año	Nº de individuos	Categoría trófica	Grado de protección	Observaciones
Annelida	Polychaeta	Capitellida	Maldanidae	<i>Euclymene</i>	<i>santanderensis</i>	(Rioja, 1917)	2	7		

**Tabla 3.5.1.** Modelo de tabla de Excel para incluir los listados de especies; en el ángulo superior izquierdo se indican los datos de la muestra, que coincide con el etiquetado de los ejemplares.

### 3.5.3. Estudio y análisis posterior.

En la medida de lo posible, se ha tratado de identificar la relación de interdependencia de las especies sobre la base de sus frecuencias y abundancias (dominancias) relativas, y de sus características tróficas, empleando la metodología habitual en los estudios del bentos.

La biodiversidad de cada comunidad se ha valorado aplicando diferentes criterios: riqueza taxonómica a distintos niveles (especies, géneros, familias, etc.) e índices (Shannon-Wiener, Pielou, funcionales, taxonómicos, etc.). Se han valorado igualmente la singularidad de cada comunidad, la proporción de especies endémicas o de distribución restringida que contiene, la presencia de especies esenciales para el mantenimiento de la comunidad o del ecosistema en su conjunto, la vulnerabilidad de dichas especies al impacto humano y, por último, el estado de conservación o naturalidad de cada comunidad y de sus especies más relevantes, de acuerdo con la Directiva 92/43/CEE de Hábitats.

En la estimación de la diversidad estructural (Danovaro, 2010), para cada muestra se han calculado la riqueza específica (número de especies en la muestra) y dos índices comúnmente utilizados, los de Shannon-Wiener y de Margalef, que toman en cuenta el número de individuos y el número de especies (Danovaro, 2010; Hammer, 2012). El índice de Shannon parte de un valor 0 para comunidades con una única especie, pudiendo alcanzar valores elevados en aquellas comunidades compuestas por muchas especies pero cada una de ellas representada por pocos individuos. El índice de Margalef estima la diversidad de una comunidad relacionando el número de especies con el número de individuos presentes en la muestra (Hammer, 2012).

Los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Margalef no tienen en cuenta la identidad específica, por lo que dos muestras de composición faunística totalmente distinta puedan generar el mismo valor numérico para esos índices (Kaiser *et al.*, 2011). Por ello, se han calculado además los índices de diversidad taxonómica y distinción taxonómica (“taxonomic distinctness”), que definen la estructura de la comunidad no sólo por la distribución de la abundancia entre las especies, sino también por la relación taxonómica de las especies en cada muestra (Clarke y Warwick, 1998; Danovaro, 2010; Kaiser *et al.*, 2011; Hammer, 2012). La diversidad taxonómica puede considerarse como la distancia taxonómica media entre dos individuos elegidos al azar de la muestra. Esta distancia puede visualizarse como la longitud del camino que conecta los dos individuos a través de una clasificación taxonómica (linneana) o filogenética de las especies (Warwick y Clarke, 1998; Danovaro, 2010); dos individuos que pertenezcan a un mismo género estarán separados por una distancia menor que dos que pertenezcan a una misma familia. La distinción taxonómica es la longitud media del camino entre dos individuos elegidos al azar pertenecientes a diferentes especies (Clarke y Warwick, 1998; Danovaro, 2010). Ambos índices se consideran más sensibles que los tradicionales ante cambios ambientales, ya que se basan en la identidad taxonómica de cada ejemplar (Kaiser *et al.*, 2012). Para este análisis, se han considerado seis niveles taxonómicos: filo, clase, orden, familia, género y especie.

La diversidad funcional es la gama de funciones que desempeñan los organismos en el ecosistema, entre otras las funciones tróficas (Petchey y Gaston, 2006; Danovaro, 2010). La diversidad funcional de un ecosistema es mayor cuantos más grupos funcionales y/o miembros de cada grupo funcional comprende. Una diversidad funcional alta significa una mayor resistencia a los cambios o al estrés ambiental (Kaiser *et al.*, 2011). La información sobre las preferencias tróficas de la mayoría de las especies es escasa, por lo que en muchos casos se ha extrapolado teniendo en cuenta las preferencias tróficas conocidas en otras especies de la

misma familia. Se han considerado siete categorías tróficas: herbívoro, carnívoro (predador), microcarnívoro (consume presas mayores que sí mismo), suspensívoro activo (filtrador), suspensívoro pasivo, sedimentívoro selectivo y sedimentívoro no selectivo.

La diversidad trófica se midió por medio de un índice simple (IDT, Índice de Diversidad Trófica; Danovaro, 2010), donde  $g$  es la contribución de cada grupo trófico al total de individuos y  $n$  el número de grupos tróficos:

$$IDT = g_1^2 + g_2^2 + \dots + g_n^2$$

Cuando se consideran siete grupos tróficos, el IDT varía entre 0,14 (la mayor diversidad trófica, es decir, cada uno de los siete grupos representa el 14%) a 1 (la diversidad más baja, uno de los grupos representa el 100%). Como los valores más altos del IDT representan la diversidad más baja, Danovaro (2010) sugiere una versión que permite visualizar mejor los cambios de diversidad funcional (1-IDT), que variaría entre 0 y 0,98, y que es la que se ha empleado aquí.

Todos los parámetros mencionados se han aplicado únicamente a los individuos vivos que aparecieron en las muestras. En el tratamiento de los datos se empleó el programa libre PAST (PAleontological STatistics), versión 2.16. Los índices de Shannon-Wiener y Margalef y el índice taxonómico se han calculado con un 95% de intervalo de confianza (Hammer, 2012).

Los resultados serán incluidos en una base de datos susceptible de ser incorporada a un sistema de información geográfica con el que elaborar la cartografía resultante de los trabajos. El formato de la base de datos y el tipo de SIG se elegirá de acuerdo con la parte contratante (Fundación Biodiversidad), para asegurar la compatibilidad con otros subproyectos del Proyecto Indemares.

Tras su estudio, el material (ejemplares, preparaciones, etc.) quedará depositado en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, que se considera en este proyecto como la institución de referencia. Ello se aplica especialmente al material tipo de las posibles nuevas especies que se describan. Una parte del material duplicado podrá depositarse en otros museos europeos. En el caso de los cnidarios, una representación del material duplicado se depositará también en el Museo de Zoología de Barcelona, al amparo de una Acción Complementaria del Ministerio de Ciencia e Innovación (CGL2011-14605-E) para la creación de una colección de referencia de cnidarios a nivel mundial.

La difusión de cualquier resultado (congresos, seminarios, publicaciones) obtenido del presente proyecto hará referencia al mismo, de acuerdo con los términos establecidos en el contrato.

#### **3.5.4. Especies identificadas.**

En la tabla 3.5.2 se enumeran todas las muestras recogidas en las dos campañas realizadas, y se resumen los principales resultados del trabajo realizado hasta el momento. Por su volumen, el listado completo de las especies identificadas en cada muestra y en el total de las muestras se proporciona en un archivo de Excel incluido en un CD adjunto como anexo a este informe.

En las muestras estudiadas hasta la fecha, se han identificado hasta ahora 17.099 ejemplares pertenecientes a 675 especies. Otras 15 especies no han aparecido en las muestras, pero se han identificado a través de las imágenes de vídeo obtenidas con el ROV, lo que eleva el número de especies identificadas hasta 690. (Tabla 3.5.2).

Muestra	Hábitat	Algas	Esponjas	Cnidarios	Nemertinos	Anélidos Poliquetos	Crustáceos Decápodos	Otros crustáceos	Moluscos	Braquiópodos	Equinodermos	Número total de especies
BV10	Cascajo fangoso y roca, 214-290 m		3	2							2	7
BV11	Cascajo fangoso y roca, 240-243 m		3	5		35	7		12	2	6	70
BV12	Cascajo organógeno, 112-120 m		2	15		41	5		34	3	8	108
BV13	Cascajo organógeno, 95-99 m		5	12		32	11	2	42	4	2	110
BV14	Cascajo organógeno, 96-100 m		13	12	3	62	14	5	65	1	13	188
BV15	Cascajo organógeno, 96 m		7	15	2	5	12		9	1	10	61
BV16	Fondo de "maërl" o de rodolitos, 82-92 m	2	10	21	5	59	18	10	55	3	9	192
BV17	Cascajo enlangado, 121-169 m		4	20	1	49	15	2	41		8	140
BV21	Cascajo organógeno, 93-101 m		5	2	5	22	12		29	1	2	78
BV27	Cascajo organógeno, 100-109 m		6	27		42	9	7	38	4	6	139
BV30	Cascajo organógeno fino, 163-180 m		5	9		3	8	1	1		6	33
BV32	Fondo rocoso, 122-125 m		5	8		2	3	1	15	3	4	41
BV33	Cascajo, 134-173 m		7	6			9		18	1	6	47
BV34	Cascajo y fragmentos de roca, 117-160 m		1	9					7	2	4	23
BV35	Cascajo organógeno, 149-176 m			9			9		17		3	38
BV41	Cascajo, 102-112 m		18	2					2		7	29
DR01	Fondo de "maërl" o rodolitos, 80 m			7		31	6		31	2	4	81
DR02	Fondo de "maërl" o de rodolitos, 52-54 m	5	8	1		28	7	3	16	2	4	74
DR03	Fondo de "maërl" o de rodolitos, 40-44 m	8		1	7		4		11	2	6	39
DR05	Fondo rocoso, 109-130 m		4	1							2	7
DR06	Fondo rocoso, 99-110 m			2								2
DR07	Fondo de "maërl" o de rodolitos, 87-92 m	3	17	6		21	2	4	1	1	4	59
DR08	Fondo de "maërl" o de rodolitos, 78-80 m			11		13	2		3		1	30
DR18	Fondo rocoso, 92-94 m		1	8		1			1			11
DR19	Fondo de "maërl" o de rodolitos, 64-69 m	5		2		4	7				3	21
DR20	Fondo de "maërl" o de rodolitos y laminariales, 42-48 m	5	4	3	1	35	5	7	12	1	3	76
DR22	Fondo de "maërl" o de rodolitos, 68-70 m			4		25	3	3	12	2	1	50
DR23	Fondo de "maërl" o de rodolitos y <i>Ulva</i> , 25 m	8			7		2		7		4	28
DR24	Fondo de "maërl" o de rodolitos, 63-71 m	1		22	4	4	4		3			38
DR25	Cascajo organógeno, 111-114 m			2		58	2	5		3		70
DR26	Cascajo organógeno, 94-97 m			12		12				1		25
DR28	Cascajo organógeno, 93-94 m			2			2	2	3		1	10
DR29	Cascajo organógeno y algunos rodolitos, >80% muertos, 93-94 m	3	8	5		10	2	2		2	1	33
DR31	Cascajo organógeno, 96-100 m			6		7						13
DR36	Rodolitos muertos y piedras sueltas, 89-102 m			2	1				5	3	4	15
DR37	Cascajo y piedras sueltas, fondo rocoso, 90-102 m			4		10	2		3		2	21
DR39	Fondo de "maërl" o de rodolitos, 79 m			2		0			1	3	6	12
DR40	Fondo de "maërl" o de rodolitos, 81 m				1	11			1	2	2	17
DR42	Fondo de rodolitos y concreciones coralígenas, 74-75 m			8			1		12	1	5	27
DR43	Fondo de "maërl" o de rodolitos, 65-89 m			14					9	1	4	28
DR44	Roca y cascajo, 135-152 m		14	13			3		9	4	7	50
DR45	Cascajo, 120-134 m										1	1
DR46	Cascajo y cantos de lava, 103-104 m			1		4		1		1		7
DR47	Cascajo organógeno, 113 m					20		1		1		22
<b>Número total de especies identificadas en las muestras</b>		<b>21</b>	<b>79</b>	<b>76</b>	<b>11</b>	<b>182</b>	<b>52</b>	<b>18</b>	<b>191</b>	<b>5</b>	<b>40</b>	<b>675</b>
<b>Número total de individuos identificados en las muestras</b>		<b>67</b>	<b>323</b>	<b>2612</b>	<b>74</b>	<b>6884</b>	<b>946</b>	<b>528</b>	<b>4331</b>	<b>347</b>	<b>1054</b>	<b>17099</b>
<b>Número de especies identificadas solo en imágenes de ROV</b>		<b>0</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>15</b>

**Tabla 3.5.2.** Principales resultados obtenidos hasta el momento de redactar este informe. Se indican los códigos de las muestras, las características de las mismas (anaranjado, fondos de cascajo; verde, fondos de "maërl"; azul, fondos rocosos profundos; celeste, fondos rocosos circalitorales), y el número de especies de cada grupo y total identificadas en cada muestra. Al final, se detalla el número total de especies e individuos identificados en cada grupo taxonómico, y el número de especies identificadas sólo en imágenes del ROV.

A continuación, se resumen brevemente los principales resultados obtenidos en cada grupo.

### 3.5.4.1. Algas ("maërl").

En la isla de Alborán y su entorno se han citado 219 macroalgas marinas (147 rodofíceas, 45 feofíceas y 27 clorofíceas) (Templado *et al.*, 2006). El presente estudio se ha centrado únicamente en las rodofíceas que constituyen el "maërl".

La palabra de origen bretón "maërl" denomina genéricamente un tipo de fondos sedimentarios de la zona fótica, en los que predominan nódulos (rodolitos) formados por rodofíceas calcáreas libres del orden Corallinales. Los fondos de "maërl" son también conocidos como fondos de rodolitos y, cuando las condiciones son favorables, los rodolitos son muy numerosos y cubren áreas relativamente extensas. Cada rodolito está formado por un alga coralinal (a veces, por más de una especie), y puede crecer a partir de fragmentos de otros rodolitos o bien del asentamiento de las esporas de las algas sobre un sustrato duro (Ramos-Esplá y Luque, 2004; Templado *et al.*, 2006). Los fondos de "maërl" constituyen un sustrato especial intermedio entre los sustratos duros y los blandos, ya que sus elementos estructurales, los rodolitos, generan numerosos huecos entre ellos y, a su vez, actúan como sustrato duro permitiendo el asentamiento de numerosos organismos sésiles. Los fondos de rodolitos

constituyen, por tanto, un hábitat complejo que alberga a multitud de especies vegetales y animales.

Los fondos de “maërl” que rodean la isla de Alborán se encuentran desde 20 m hasta unos 100 m (Bárcenas, 2002; Templado *et al.*, 2006); en la zona más somera puede fijarse a ellos, entre otras algas, la feofíceea *Laminaria ochroleuca* Bachelot de La Pylaie. Las principales especies de rodofíceas que forman los rodolitos de Alborán son *Lithophyllum racemus* (Lamarck) Foslie, *Lithothamnion philippi* Foslie y *Phymatolithon calcareum* (Pallas) W. H. Adey y D. L. McKibbin (Templado *et al.*, 2006).

Los rodolitos tienen un tamaño y una forma muy diversos dependiendo de las condiciones hidrodinámicas, lumínicas y de temperatura. Los rodolitos de la plataforma de Alborán tienen diferentes tamaños (pueden alcanzar hasta 10 cm) y la mayoría no llegan a desarrollar ramificaciones, siendo abundantes las formas subesféricas de tamaño variable, lo que indica el alto hidrodinamismo de la zona. Se encuentran rodolitos pequeños a partir de 20 m de profundidad al sur y al oeste de la isla, mientras que los de tamaño medio se hallan a partir de 40 m al suroeste de la isla, y los mayores se ubican en toda la zona meridional y noroccidental, a partir de 30 m de profundidad (Bárcenas, 2002; Templado *et al.*, 2006).

Uno de los objetivos esenciales planteados en este estudio fue identificar las principales especies de algas que forman los rodolitos y caracterizarlos morfológicamente, además de fijar el límite máximo de profundidad a la que se encuentran manteniendo su funcionalidad. La actual legislación pesquera restringe la pesca en la zona a las profundidades superiores a 70 m, pero ese límite parece insuficiente, dado que se ha comprobado la existencia de estos fondos hasta 100 m o incluso más (Bárcenas, 2002).

Para este estudio se escogieron submuestras representativas de cada muestra obtenida de los fondos de “maërl”. El proceso de identificación es lento y costoso, ya que requiere la preparación microscópica de las algas y el empleo de técnicas de análisis de ADN. Se identificaron 67 ejemplares de ocho muestras, extrayendo el ADN. En la primera fase de amplificación del gen mitocondrial *cox1* (empleado para “barcoding”) para los 67 ejemplares, se consiguieron secuencias de calidad únicamente para nueve ejemplares. Se prevé la realización de una segunda fase en la que se amplificará el gen plastídico *psbA*, para el cual se podrán conseguir más secuencias y de mayor calidad, dado que es menos sensible que *cox1* a la degradación del ADN.

En total se han llegado a reconocer 21 especies, 18 pertenecientes a la familia Hapalidiaceae y tres especies a la familia Corallinaceae. De esas 21 especies se han identificado 10 a nivel específico (tabla 3.5.3); el resto se identificará en la segunda fase de amplificación descrita en el párrafo anterior. *Mesophyllum sphaericum* Peña, Bárbara, Adey, Riosmena-Rodríguez y Choi (Fig. 3.5.1) se cita por segunda vez tras su descripción en un fondo de “maërl” de Galicia (Peña *et al.*, 2011) y por primera vez en el Mediterráneo.

*Lithothamnion minervae* Basso y *Mesophyllum macroblastum* (Foslie) Adey se citan por primera vez en aguas españolas. De confirmarse la identificación de *Mesophyllum* cf. *erubescens* (Foslie) Lemoine, se trataría también de la primera cita de esta especie en el Mediterráneo; se ha citado previamente en las islas Canarias y de Cabo Verde. Igualmente, de confirmarse la identificación de *Spongites* cf. *fruticulosa* Kützinger se citaría por primera vez para la zona estudiada.



**Figura 3.5.1.** *Mesophyllum sphaericum*, una especie citada por primera vez para el Mediterráneo (DR03).

Especie	DR23	DR03	DR20	DR02	DR19	DR29	BV16	82	DR07	DR24
	25 m	40-44 m	42-48 m	52-54 m	64-69 m	63-71 m	92 m	87-92 m	93-94 m	
<i>Lithothamnion minervae</i> Basso	0	1	0	1	1	0	0	1	0	
<i>Lithothamnion corallioides</i> (P. L. Crouan y H. M. Crouan)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Lithothamnion</i> sp. 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Lithothamnion</i> sp. 2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Lithothamnion</i> sp. 3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Lithothamnion</i> sp. 4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Lithothamnion</i> sp. 5	0	1	0	0	1	1	1	1	0	
<i>Lithothamnion</i> sp. 6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
<i>Lithothamnion</i> sp. 7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Phymatolithon calcareum</i> (Pallas) Adey y McKibbin	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Phymatolithon</i> sp. 1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Phymatolithon</i> sp. 2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	
<i>Phymatolithon</i> sp. 3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Mesophyllum expansum</i> (Philippi) Cabioch y M. L. Mendoza	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Mesophyllum macroblastum</i> (Foslie) Adey	1	1	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Mesophyllum sphaericum</i> Peña, Bárbara, Adey, Riosmena-Rodríguez y Choi	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Mesophyllum</i> cf. <i>erubescens</i> (Foslie) Lemoine	1	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Mesophyllum</i> sp. 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Lithophyllum racemus</i> (Lamarck) Foslie	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Neogoniolithon brassica-florida</i> (Harvey) Setchell y Mason	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Spongites</i> cf. <i>fruticulosa</i> Kützting	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	

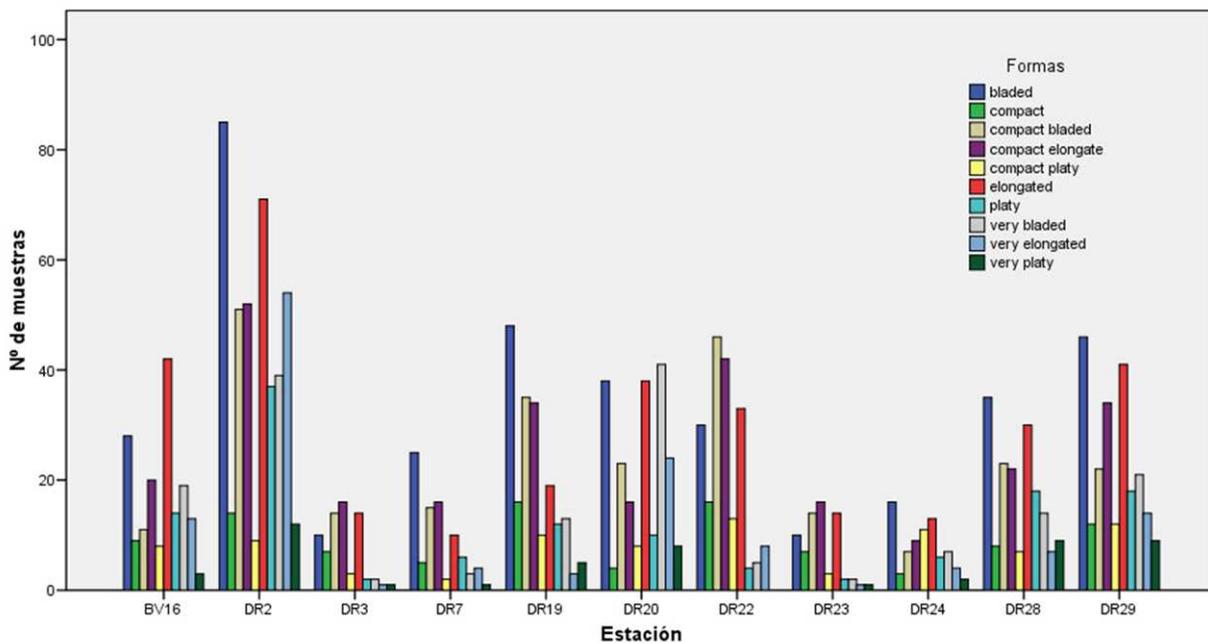
**Tabla 3.5.3.** Especies de algas rojas calcáreas identificadas en cada muestra (ordenadas por profundidad). La mayoría de las especies pertenecen a la familia Hapalidiaceae (parte superior de la tabla), excepto las tres últimas, que son Corallinaceae.

Los resultados resumidos en la tabla 3.5.3 ponen de manifiesto la presencia de rodolitos vivos desde 25 hasta al menos 94 m de profundidad en la plataforma de Alborán.

Para caracterizar su morfología, los rodolitos de cada muestra (1.900 ejemplares en total) se distribuyeron en distintas clases de formas según la metodología descrita en Foster *et al.* (1997) y Peña y Bárbara (2009) (Fig. 3.5.2). Se calculó el volumen de cada rodolito, asemejándolo a un elipsoide triaxial, y utilizando el eje mayor o tamaño (L), el eje medio (I) y el eje menor (S). Además, se analizó cómo se distribuían las estaciones de muestreo en función de

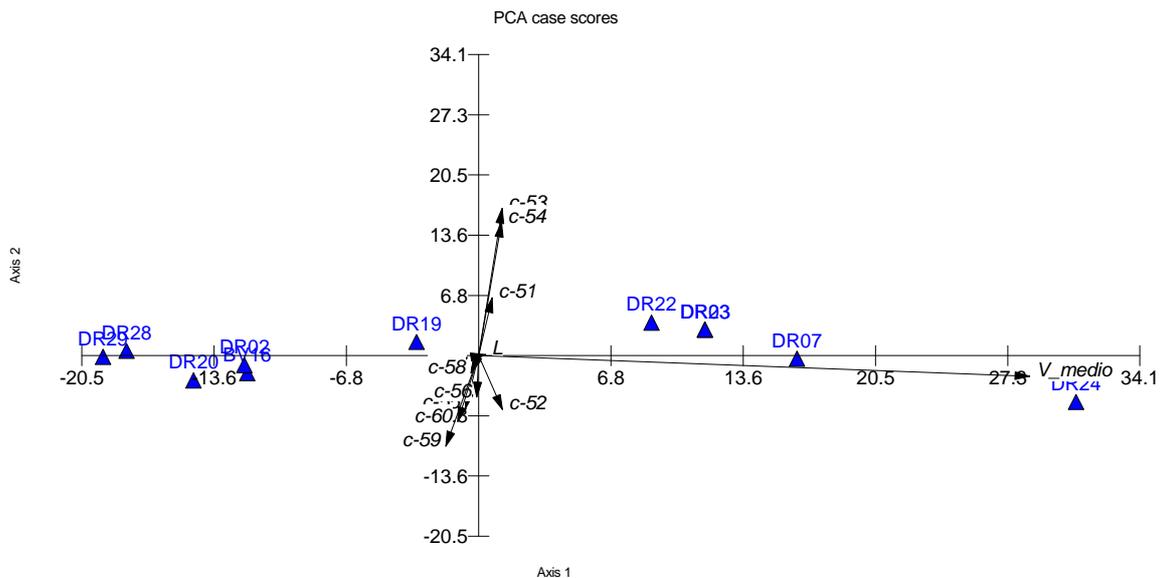
los parámetros estudiados (volumen, eje mayor y clases de forma) mediante un análisis de componentes principales (PCA; Legendre y Legendre, 1998).

Los resultados obtenidos en el análisis de componentes principales (Fig. 3.5.3; tabla 3.5.4) muestran que las estaciones de muestreo se ordenan espacialmente en torno a dos ejes, el primero originado por un gradiente en el volumen de los rodolitos, que explicaría en torno al 95,3% de la variabilidad encontrada entre las estaciones. El segundo eje explicaría en torno al 2,5 % de la variabilidad, y su formación se articula principalmente en función de las clases de formas, contribuyendo algunas de ellas de forma positiva a su formación, como es el caso de las formas “compact-bladed” y “compact-elongate” (0,583 y 0,528, respectivamente), mientras que el resto contribuyen de forma negativa a su formación, como “very-bladed” y “very-elongate” (-0,357 y -0,262, respectivamente), o bien no contribuyen de manera significativa (tabla 3.5.4, valores no resaltados en negrita). Las formas compactas están más relacionadas con zonas de fuerte hidrodinamismo que las formas más aplanadas (Foster *et al.*, 1997).



**Figura 3.5.2.** Clasificación de formas de los rodolitos según las estaciones de muestreo en la plataforma de la isla de Alborán.

La estación DR24 (63-71 m) se caracteriza por presentar rodolitos de gran volumen y de formas mayoritariamente aplanadas (“bladed”) o alargadas (“elongated”), lo que podría sugerir que se trata de una zona de menor hidrodinamismo donde predomina la sedimentación (Bárcenas, 2002; Díaz del Río Español, 2009). En el mismo sentido, las estaciones DR28 y DR29 (93-94 m) muestran un patrón de clases de formas similar (Fig. 3.5.3), aunque el volumen medio de los rodolitos es inferior, lo que sugiere que, aun tratándose de una zona de sedimentación, ésta es de menor energía por lo que hasta ella sólo son arrastrados los rodolitos más pequeños. De hecho, el 80% de los rodolitos de estas dos estaciones estaban muertos cuando se dragaron.



Vector scaling: 28.59

**Figura 3.5.3.** Gráfica que muestra los distintos parámetros estudiados y cómo se ordenan espacialmente las estaciones de muestreo en función de los dos ejes en el análisis de componentes principales. La formación de los ejes se explica en la tabla 3.5.4.

	Eje 1	Eje 2
Eigenvalues	2789,944	74,744
Percentage	95,295	2,553
Cum. Percentage	95,295	97,848
<b>PCA variable loadings</b>	<b>Eje 1</b>	<b>Eje 2</b>
L	0,013	0,005
c-51 (compact)	0,025	<b>0,229</b>
c-52 (compact-platy)	0,043	<b>-0,214</b>
c-53 (compact-bladed)	0,043	<b>0,583</b>
c-54 (compact-elongate)	0,041	<b>0,528</b>
c-55 (platy)	-0,024	<b>-0,210</b>
c-56 (bladed)	-0,003	<b>-0,164</b>
c-57 (elongate)	-0,013	-0,058
c-58 (very-platy)	-0,014	-0,068
c-59 (very-bladed)	-0,059	<b>-0,359</b>
c-60 (very -elongate)	-0,038	<b>-0,262</b>
Mean V	<b>0,994</b>	-0,082

**Tabla 3.5.4.** En la parte superior de la tabla se explica el porcentaje de la variabilidad de los datos explicada por cada eje, así como la acumulativa. En la parte inferior (en negrita) se marca(n) la(s) contribuciones de la variable a la formación del eje.

Si se comparan las características de los rodolitos hallados en las estaciones DR22 (68-70 m) y DR20 (42-48 m), se observa que en la primera predominan las formas compactas o compacto-aplanadas/alargadas, mientras que en la estación DR20 existe una mayor abundancia

de las formas que oscilan desde aplanadas (“bladed”) a muy alargadas (Fig. 3.5.2). Esto sugiere que en esas estaciones el hidrodinamismo es mayor que en DR24, aspecto que también puede deducirse de que los volúmenes medios de los rodolitos disminuyen significativamente con respecto a los de la estación DR24. Un aspecto muy interesante de la estación DR20 es el desplazamiento hacia formas de menor hidrodinamismo, lo que puede en parte estar explicado por la presencia de *Laminaria ochroleuca*, que en esa estación fue abundante, y cuyos frondes podrían actuar como amortiguadores de la corriente. Este efecto amortiguador del hidrodinamismo también podría estar detrás de la aparición de las formas ramificadas (“verdadero” “maërl”) encontradas en la estación DR20. Otro aspecto importante que podría afectar a la forma de los rodolitos en dicha estación es el efecto dosel que ejercen las laminariales sobre las algas calcáreas, lo que podría contribuir a aclarar la posición de esta estación a lo largo de eje 1 (Fig. 3.5.3). Del mismo modo, la estación DR23, localizada a tan solo 25 m de profundidad, se sitúa en el análisis de componentes principales (Fig. 3.5.3) muy cerca de la DR03, que se encuentra a 40-44 m de profundidad; nuevamente, el efecto dosel de algunas especies de *Ulva* encontradas en la estación DR03 podrían estar condicionando dicho agrupamiento.

Como conclusión, se han muestreado y filmado en vídeo fondos de “maërl” hasta 94 m de profundidad, lo que coincide con las observaciones de Bárcenas (2002), que los menciona hasta 110 m. Aunque limitado, existe un desarrollo de rodolitos en torno a los 90-100 m en la cumbre del espolón SW de la plataforma de la isla de Alborán, en un contexto en el que cabe descartar la hipótesis de que procedan por transporte de profundidades menores.

#### 3.5.4.2. Esponjas (Porifera).

La identificación taxonómica de las esponjas es una tarea laboriosa que implica, en primer lugar, la anotación de las características morfológicas externas de los ejemplares, y, posteriormente, la obtención de sus espículas internas de sílice o carbonato cálcico, mediante ebullición de muestras de tejido en ácido nítrico concentrado, lavado posterior en alcohol, decantado, y montaje final en portaobjetos con cubreobjetos para su estudio mediante microscopía óptica. En numerosas ocasiones es necesario realizar una disección del tejido para una identificación correcta de la especie, con el fin de observar la organización y la orientación espacial de los diferentes tipos de espículas en las diferentes regiones del cuerpo. En determinados casos es preciso montarlas en portaobjetos metalizados para la observación de los esqueletos y piezas esqueléticas mediante microscopía electrónica de barrido. Además de las fotografías sobre cubierta de los ejemplares recién recolectados obtenidas durante las campañas, se han obtenido posteriormente fotografías de los ejemplares fijados, así como de sus elementos esqueléticos microscópicos, empleando cámaras digitales. Pueden encontrarse descripciones más detalladas de la metodología comúnmente empleada para el estudio de las esponjas en diversos artículos (Rützler *et al.*, 1978; Maldonado, 1993; Maldonado y Riesgo, 2007).

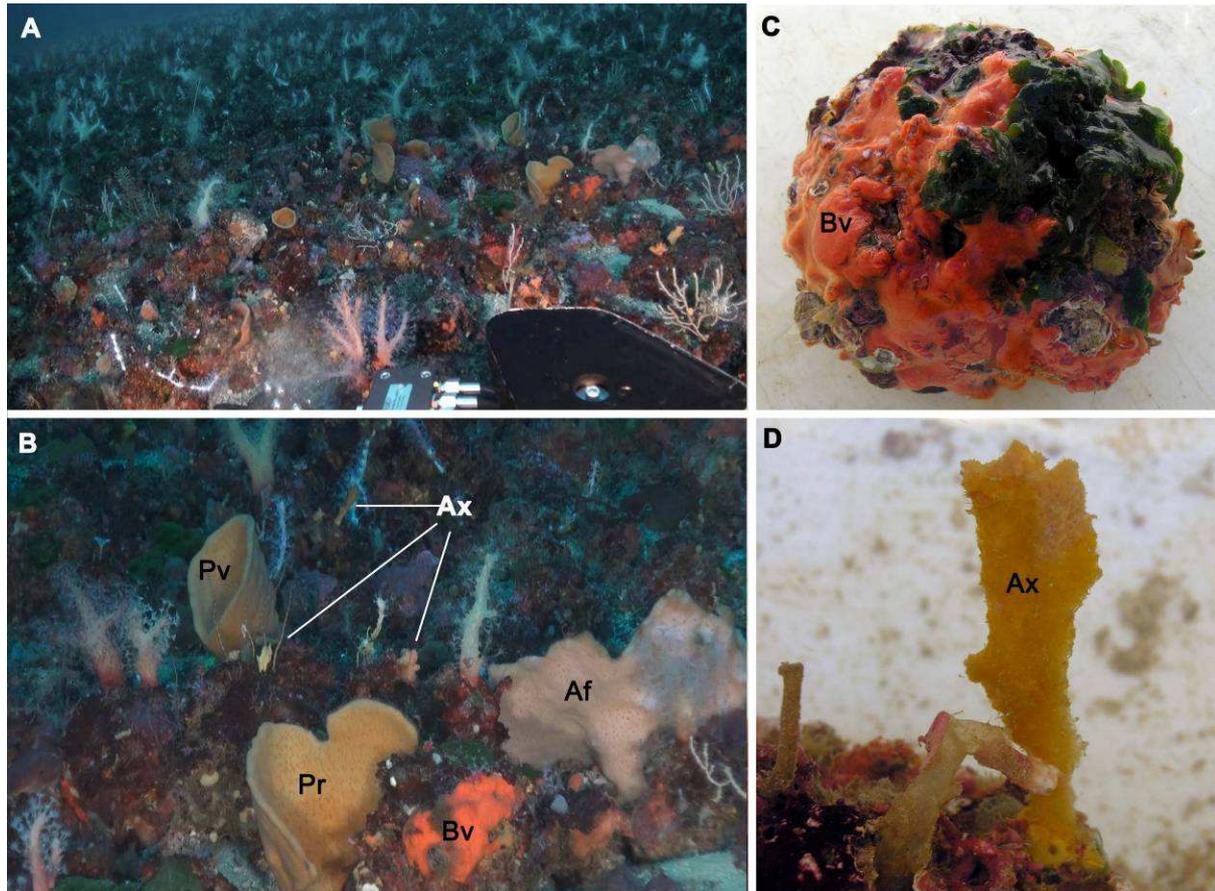
Las esponjas son un grupo muy frecuente en la mayor parte de las comunidades de la plataforma profunda de la isla de Alborán. De un total de 44 muestras recolectadas, 39 contenían al menos algún ejemplar de esponja. Hasta la fecha, se ha estudiado la fauna de esponjas de 27 muestras, dando prioridad a aquellas muestras que, a simple vista, podrían contener un mayor número de especies (generalmente recogidas mediante el bou de varas). En el momento de elaborar este informe hay 17 muestras con un contenido minoritario (en cantidad) de esponjas cuyo estudio, por motivos de tiempo, no ha podido ser completado en el

plazo del proyecto.

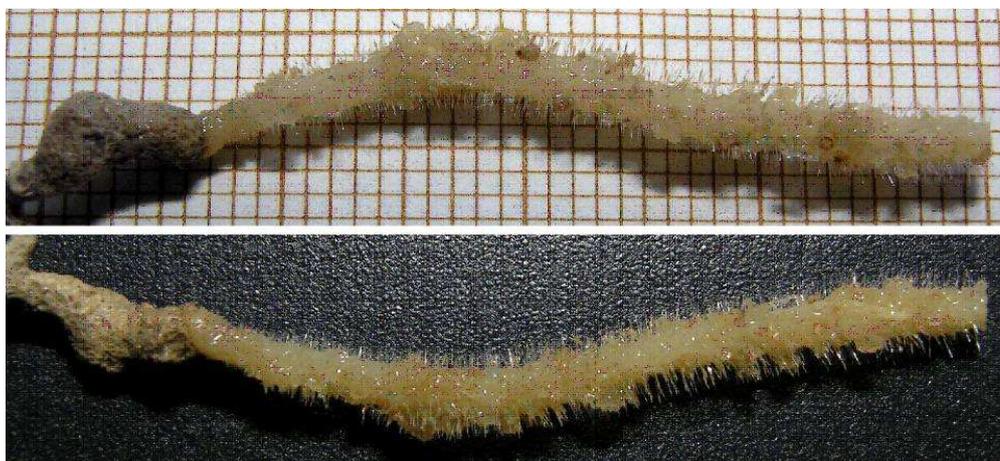
Durante una de las campañas INDEMARES-Alborán de septiembre de 2011 se realizaron también observaciones "in situ" mediante las cámaras digitales de vídeo y fotografía de alta resolución instaladas sobre un vehículo subacuático operado por control remoto (ROV), con el que se exploraron los diferentes fondos de la plataforma de la isla, entre 70 y 200 m de profundidad. Aunque estas observaciones permitieron comprender mejor la naturaleza de los fondos y la abundancia y distribución de los organismos, sólo en una minoría de los casos se recolectó material para identificar con fiabilidad las especies filmadas. Por tanto, algunas de las identificaciones de especies a partir de las imágenes deben considerarse como tentativas.

A partir de las muestras recolectadas y de la exploración con ROV se han identificado, hasta el momento de elaborar este informe, 323 ejemplares pertenecientes a 79 especies de la clase Demosponjas dos de las cuales son, probablemente, nuevas especies para la ciencia y otras 26 son de relevancia faunística, bien por tratarse de primeras citas para el mar Mediterráneo, por ser especies mediterráneas raras y poco conocidas, por no haberse encontrado en los fondos de la isla de Alborán en estudios anteriores, o bien por ser especies catalogadas como amenazadas o vulnerables. En las muestras han aparecido también varios representantes de la clase Calcáreas, que están pendientes de clasificación, dado el carácter fragmentario del material. Así mismo, mediante observación con el ROV se han identificado 6 especies adicionales a las recolectadas en los muestreos. Entre estas últimas, cabe destacar la presencia de ejemplares aislados de *Asconema setubalense*, la única especie de la clase Hexactinélidas conocida en la plataforma de la isla. Por tanto, el número total de especies de Porifera identificadas como resultado del Proyecto INDEMARES asciende a un total de 85.

Las dos nuevas especies para la ciencia pertenecen a los géneros *Axinella* y *Endectyon* (*Hemectyon*). *Axinella* n. sp. es una especie relativamente abundante en la plataforma de la isla, cuya existencia se había detectado en estudios previos realizados por nuestro equipo en los años 80 y 90, aunque nunca había sido descrita formalmente. Se han recolectado ejemplares de esta especie en las muestras BV13, BV14, BV33, DR05, DR29 y DR44. El número de ejemplares en cada muestra varió entre 2 y 5, excepto en BV33, donde aparecieron 14 ejemplares, indicando que se trata, probablemente, de una especie con distribución agregada, como también sugieren las observaciones de ROV. En total, se dispone de 31 ejemplares, aunque dada la notable cantidad de individuos encontrados probablemente aparezcan más en las muestras que restan por estudiar. Se trata de una esponja erecta de cuerpo comprimido con porte foliáceo (Fig. 3.5.4D), de pequeño tamaño (1-2,5 cm de altura por 0,5 cm de grosor), adelgazada en el punto de anclaje al sustrato. No se observan ni ósculos ni ostiolos discernibles a simple vista, ni tampoco a la lupa en los ejemplares fijados. La superficie del cuerpo está erizada de largas espículas en baja densidad, que sobresalen notablemente de la superficie. El color de la esponja en vivo es amarillo-anaranjado. En estudios anteriores de este equipo se interpretó tentativamente como la forma juvenil de alguna otra especie del género *Axinella*. Las recientes exploraciones con ROV durante la campaña de INDEMARES-Alborán han confirmado la abundancia en algunas zonas de esta esponja, así como una escasez de especies de mayor tamaño del género *Axinella*, indicando que, efectivamente, las formas pequeñas corresponden a ejemplares adultos que no adquieren un tamaño mayor y que parecen constituir una especie nueva para la ciencia.



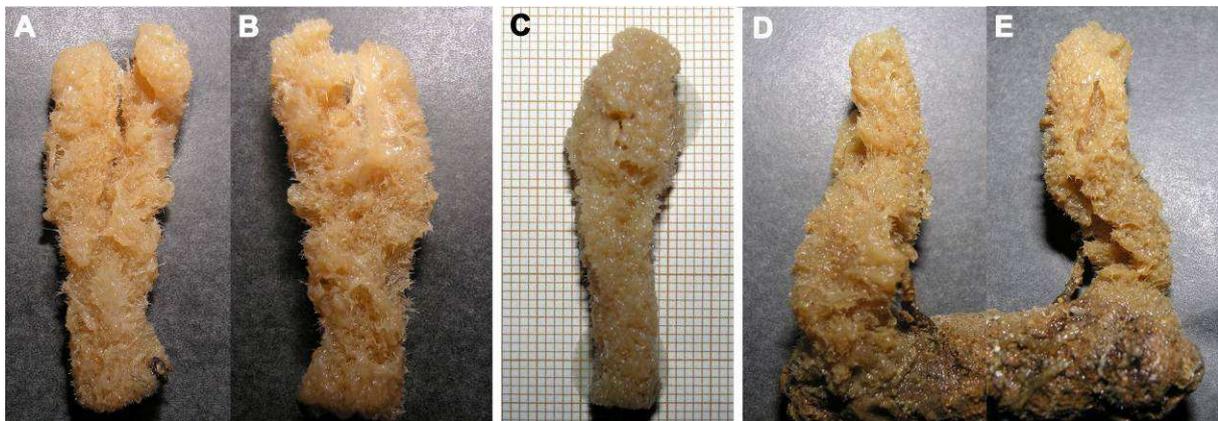
**Figura 3.5.4.** Fondo de “maërl”. **A**, Vista general de un fondo de “maërl” en una zona dominada por cnidarios alcionáceos y esponjas (ROV03\_00655, 13h55, -85 m). **B**, Detalle “in situ” de las esponjas, en donde pueden distinguirse ejemplares de *Phakellia ventilabrum* (Pv), *Phakellia robusta* (Pr), *Bubaris vermiculata* (Bv), así como varios ejemplares del género *Axinella* (Ax, Af) y otras especies sin identificar (ROV03\_00655, 13h59, -76 m). **C**, Detalle de un rodolito recubierto en gran parte por la esponja de color rojo-anaranjado *Bubaris vermiculata* (Bv) (DR01, -80 m). **D**, Ejemplar de la nueva especie del género *Axinella* (Ax) creciendo sobre un rodolito (DR01, -80 m).



**Figura 3.5.5.** Vista general del holotipo de *Endectyon* (*Hemectyon*) n. sp., fijado sobre un pequeño resto de cascajo (BV21, 93-101 m).

*Endectyon (Hemectyon)* n. sp. pertenece al poco conocido subgénero *Hemectyon*, que cuenta en la actualidad con una única especie. Se ha recolectado un único ejemplar en la muestra BV21, sobre fondo de cascajo (Fig. 3.5.5). La esponja es erecta, digitiforme, flexible, de sección cilíndrica, de pequeño tamaño (3,4 cm de altura y 0,4 cm de diámetro) y de color crema. El cuerpo se adelgaza en un pequeño pedúnculo en la zona de fijación al sustrato, y su superficie carece de orificios acuíferos discernibles y está erizada de espículas.

Cinco especies (*Axinella vellerea* Topsent, 1904; *Gelliodes* cf. *fayalensis* Topsent, 1892; *Hemiassterella* cf. *elongata* Topsent, 1928; *Jaspis eudermis* Lévi y Vacelet, 1958 y *Suberites caminatus* Ridley y Dendy, 1886) se citan por primera vez para el mar Mediterráneo. *Axinella vellerea* (Fig. 3.5.6) es típicamente digitiforme o ligeramente claviforme, de pequeño tamaño (< 7 cm de altura y 0,5-1,5 cm de diámetro) y de coloración castaño anaranjada parece ser relativamente común en los fondos profundos de Alborán (ha aparecido en las muestras BV21, BV32, DR05, DR05 y DR44). Hasta la fecha, sólo se conocía de la descripción original, en las islas Azores, por lo que esta sería la segunda cita mundial de la especie y la primera para el Mediterráneo. El único ejemplar encontrado de *Gelliodes* cf. *fayalensis* (DR07), previamente conocida sólo de las islas Azores, y los tres ejemplares de *Hemiassterella* cf. *elongata* (BV34 y DR29), sólo conocida de las islas de Cabo Verde, se han identificado con algunas dudas; de confirmarse su identificación, se trataría de la primera cita de ambas especies para el Mediterráneo. Por último, el único ejemplar de *Jaspis eudermis* (BV10) y los dos ejemplares de *Suberites caminatus* (BV21 y BV41), ambas especies sólo conocidas de las islas Azores, representan también las primeras citas en el Mediterráneo.



**Figura 3.5.6.** *Axinella vellerea*. **A-B**, ejemplar visto por sus dos caras, mostrando un esbozo de ramificación (DR05, -109-130 m). **C**, ejemplar sobre papel milimetrado; esta especie no suele sobrepasar los 5 cm de altura (DR05, -109-130 m). **D-E**, ejemplar asentado sobre un resto de fondo de cascajo, visto por sus dos caras (DR44, -135-152 m).

Se han encontrado por primera vez en la isla de Alborán 15 especies: *Asconema setubalense* Kent, 1870; *Acanthella acuta* Schmidt, 1862; *Axinella* n. sp. (Fig. 3.5.4D); *Calthropella (Corticella) recondita* Pulitzer-Finali, 1983; *Cerbaris implicatus* (Pulitzer-Finali, 1983) (Fig. 3.5.7); *Crella (Yvesia) pyrula* (Carter, 1876) (Fig. 3.5.8 A-B); *Dendroxea lenis* (Topsent, 1892); *Endectyon (Endectyon) delaubenfelsi* Burton, 1930; *Erylus discophorus* (Schmidt, 1862); *Eurypon lacazei* (Topsent, 1891); *Hexadella racovitzae* Topsent, 1896; *Prosuberites longispinus* Topsent, 1893; *Rhizaxinella gracilis* (Lendenfeld, 1898) (Fig. 3.5.8 C); *Spongosorites intricatus* (Topsent, 1892) y *Terpios fugax* Duchassaing y Michelotti, 1864.

*Asconema setubalense* es una especie típicamente noratlántica, aunque hay un avistamiento reciente mediante ROV en el seco de los Olivos (Almería) (Pardo *et al.*, 2011). Durante la campaña INDEMARES-Alborán, se avistaron mediante el ROV algunos ejemplares aislados y se pudo muestrear el tejido de uno de ellos. El examen microscópico del esqueleto ha permitido confirmar la identificación taxonómica de la especie. La isla de Alborán se convierte así en la segunda localidad mediterránea conocida para esta especie.

*Calthropella (Corticella) recondita* es una especie rara y posiblemente endémica del Mediterráneo; el único individuo encontrado en la muestra BV15 constituye la segunda cita para esta especie, sólo conocida del holotipo descrito de la bahía de Nápoles.

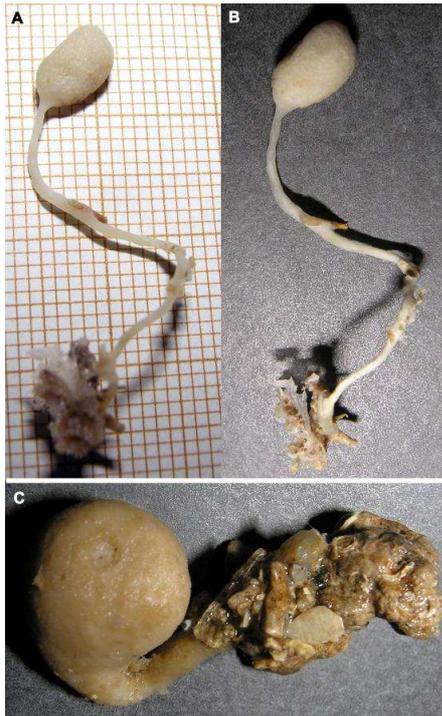
*Cerbaris implicatus* (Fig. 3.5.7) se cita también por segunda vez tras su descripción de Córcega. El ejemplar recolectado se convertirá en paratipo o incluso neotipo, ya que el holotipo fue completamente destruido para su estudio esquelético y se conserva como una preparación de espículas.



**Figura 3.5.7.** *Cerbaris implicatus*. Vista general de las dos caras del ejemplar recolectado, de 2,7 cm de altura (BV14, -96-100 m).

*Crella (Yvesia) pyrula* (Fig. 3.5.8 A-B) es una especie común en el Atlántico, con escasa presencia en el Mediterráneo, donde, hasta la fecha, sólo se había encontrado un único ejemplar en los fondos de la isla de Alborán (Boury-Esnault *et al.*, 1994). El único ejemplar estudiado (DR44) constituye el segundo registro de la especie en esta zona. No obstante, las observaciones de ROV indican que esta especie puede llegar a ser abundante en algunas zonas (Fig. 3.5.11 B).

*Endectyon (Endectyon) delaubenfelsi* es una especie rara; los dos ejemplares de la muestra BV14 constituyen la segunda cita de esta especie en el Mediterráneo, después de una cita en Córcega. *Hexadella racovitzai* es muy común en la región atlanto-mediterránea, aunque hasta la fecha nunca se había citado en los fondos de la isla de Alborán. No se ha recolectado ningún ejemplar, pero su presencia en paredes se ha constatado inequívocamente mediante el ROV. *Terpios fugax* es una especie común en todo el Atlántico Norte, particularmente en el Caribe, y más rara en el Mediterráneo. Su porte incrustante y su tendencia a crecer en paredes verticales hacen que no se haya recolectado ningún ejemplar durante la campaña INDEMARES. No obstante, se han avistado algunos ejemplares en paredes empleando el ROV.



**Figura 3.5.8.** A-B, vista general de un ejemplar fijado de *Crella pyrula*, sobre papel milimetrado y fondo neutro. La especie raramente alcanza más de 5 cm de altura. C, vista general de un ejemplar de *Rhizaxinella gracilis*, que también presenta un porte globular pedunculado (forma “chupa-chups”) de dimensiones similares, aunque menos grácil, a pesar de su nombre.

Entre las especies endémicas, raras o vulnerables, cabe destacar el hallazgo de tres ejemplares de *Tethya aurantium* (Pallas, 1766) y otro de *Axinella polypoides* Schmidt, 1862. Ambas especies, a pesar de ser relativamente comunes en muchos lugares del Mediterráneo, tienen categoría de "especies en peligro o amenazadas" a nivel español (Templado *et al.*, 2004) y se incluyen también como "especies vulnerables" en el Libro Rojo de los Invertebrados Marinos de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008). Estas dos especies parecen ser muy escasas en la plataforma de la isla de Alborán, como se deduce no sólo del estudio de las muestras, sino también de las observaciones del ROV en diferentes tipos de fondo.



**Figura 3.5.9.** Ejemplar aislado de *Axinella salicina*, un endemismo poco conocido del mar de Alborán, creciendo en un fondo de cascajo (ROV02\_00749c, 09h45, -108 m).

En el proyecto INDEMARES-Alborán se han encontrado también otras especies raras y poco conocidas, pero que habían sido citadas previamente en la plataforma de la isla de Alborán: *Axinella salicina* Schmidt, 1868 (no recolectada en las muestras, pero observada desde el ROV; Fig. 3.5.9); *Crambe tailliezi* Vacelet y Boury-Esnault, 1982, rara en el Mediterráneo occidental, pero común sobre rodolitos en algunas zonas de la plataforma de Alborán; *Sarcotragus pipetta* (Schmidt, 1868), rara en el Mediterráneo occidental y catalogada como amenazada (Templado *et al.*, 2004), y *Vulcanella aberrans* (Maldonado y Uriz, 1996), de la que se han recolectado varios ejemplares (muestras BV11, BV27 y BV41; Fig. 3.5.11 B) que constituyen la segunda cita para esta especie, descrita originalmente de la plataforma de la isla de Alborán y sólo conocida hasta ahora en esta zona. Estos nuevos hallazgos sugieren que los fondos de esta isla constituyen un refugio importante para algunos de estos raros endemismos mediterráneos.

Es conocido que la localización geográfica del mar de Alborán, zona de transición entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo favorece la presencia de especies marinas inmigrantes del Atlántico (Pérès y Picard, 1964). Estudios previos sobre la fauna de esponjas de la plataforma de la isla de Alborán indican que este patrón general se manifiesta también en este grupo de organismos sésiles, pero, además, se constata la ausencia o escasez de algunas especies típicamente mediterráneas, así como la existencia de buen número de especies endémicas propias de esta zona, cuya lista crece lentamente en paralelo al incremento del número de estudios (Templado *et al.*, 1986, 2006; Pansini *et al.*, 1987; Maldonado y Benito, 1991; Maldonado, 1992; Maldonado y Uriz, 1992, 1995, 1996, 1999; Uriz y Maldonado, 1993; Rosell y Uriz, 2002). Dicho patrón faunístico no es característico sólo de la plataforma continental de la isla de Alborán (0-200 m de profundidad), sino que se ha detectado también en los escasos estudios que existen sobre la fauna batial de poríferos del mar de Alborán (Boury-Esnault *et al.*, 1994).

Tradicionalmente se ha sospechado que las poblaciones de poríferos de la plataforma profunda (50-200 m) de la isla de Alborán y de las zonas adyacentes del mar de Alborán suponen una parte importante del total de la fauna bentónica, especialmente en los fondos de sustrato duro, aunque localmente también en algunos tipos de fondos blandos (Boury-Esnault *et al.*, 1994; Maldonado y Uriz, 1995). Las observaciones recientes realizadas mediante ROV durante las campañas INDEMARES-Alborán confirman que, en algunos fondos rocosos y detríticos de la isla de Alborán, las esponjas pueden llegar a ser organismos ciertamente abundantes, organizándose en comunidades similares a las que se describen en las plataformas continentales y taludes de otros mares con el nombre de "jardines de esponjas" ("sponge gardens"). La principal diferencia observada, a primera vista, entre los jardines de esponjas de la isla de Alborán y los de otras zonas del mundo no es la abundancia promedio de los ejemplares, sino el tamaño de las especies dominantes, que suele ser menor que el que caracteriza a las especies dominantes en los jardines de esponjas de las plataformas profundas tropicales o polares.

Hasta la fecha se habían citado en el entorno de la isla de Alborán un total de 183 especies de esponjas (Templado *et al.*, 2006). Los estudios realizados en el marco del proyecto INDEMARES-Alborán han incrementado este número en 22 especies hasta la cifra provisional de 205 especies, incluyendo dos nuevas para la ciencia que aun están en fase de descripción. Ello supone un incremento relativo del 12% en la lista de especies de esponjas de la zona.

La fauna de esponjas de la zona está ampliamente (> 95%) dominada por miembros de la clase Demospongiae, con una escasa representación de las clases Homoscleromorpha, Calcarea y Hexactinellida.

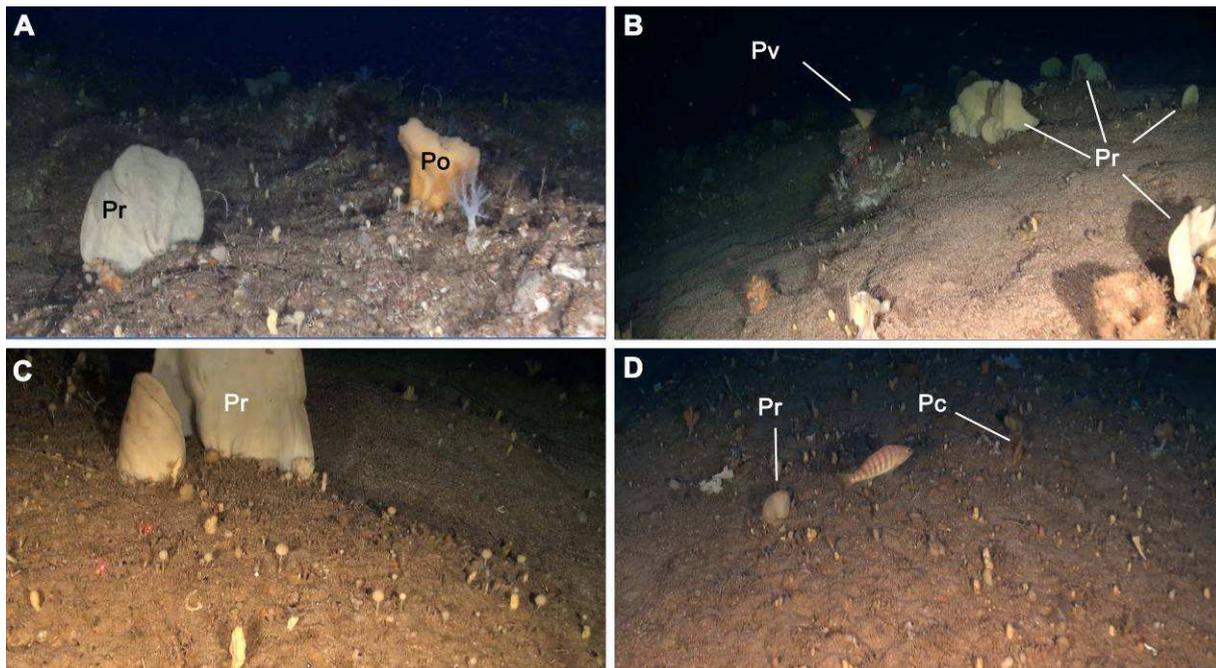
Las observaciones con el ROV en la plataforma profunda de la isla de Alborán han revelado que las esponjas son abundantes en determinados fondos, particularmente en: 1) los fondos de rodolitos (60-110 m), 2) las planicies rocosas con inclinación moderada (80-120 m) y 3) los resaltes y bajos rocosos aislados, que ofrecen paredes verticales, extraplomos y anfractuosidades en zonas rodeadas por sedimentos blandos. Por el contrario, los fondos blandos arenosos o fangosos de la plataforma son especialmente pobres en esponjas, ya que no se han observado las densas poblaciones de especies adaptadas a sustrato blando que incluso llegan a estructurar comunidades en otras zonas de la región nordatlántica, como los fondos de *Thenia* o de *Pheronema carpenteri*. Otro tipo de sustrato blando muy frecuente en la plataforma profunda de la isla de Alborán son los fondos de arenas gruesas mezclados con cascajo y grava. Este sustrato es el más frecuente en la plataforma profunda y presenta una fauna de esponjas muy variable, a veces extremadamente pobre, a veces relativamente rica, dependiendo de localidades concretas y, probablemente, de la proximidad de fondos rocosos. En este tipo de fondos se han hallado representantes de algunas especies raras y/o endémicas del mar de Alborán, como, por ejemplo, *Axinella salicina* y la nueva especie del género *Endectyon*.

Los fondos de “maërl” o de rodolitos (Fig. 3.5.4) representan una gran extensión en la plataforma de la isla, sobre todo entre 60 y 110 m de profundidad. Debido a la extensión y al amplio rango batimétrico de estos fondos, y probablemente al tamaño de los rodolitos, la fauna sésil dominante puede variar notablemente de unas localidades a otras. Generalmente, sobre los rodolitos aparece una amplia variedad de esponjas incrustantes, destacando la presencia bastante común de la esponja roja *Bubaris vermiculata* (Fig. 3.5.4 B-C), de la esponja naranja *Diplastrella bistellata*, de varias especies del género *Eurypon* y de *Dercitus plicatus*. En algunas zonas, junto a las esponjas incrustantes, son también frecuentes pequeñas especies submasivas o erguidas de los géneros *Axinella* y *Suberites*, y de *Phakellia robusta*, *Phakellia ventilabrum* (Fig. 3.5.4 B) y *Poecillastra compressa*.

En las lajas rocosas ligeramente inclinadas, que por su suave pendiente acumulan cargas moderadas de sedimento, abundan grandes ejemplares de esponjas laminares erectas y masivas, como *Phakellia robusta*, *Poecillastra compressa*, *Characella pachastrelloides*, *Pachastrella monilifera*, *Vulcanella aberrans* y otros grandes astrofóridos (Fig. 3.5.10), así como algunos representantes masivos de la familia Halichondridae. No obstante, lo más característico no son estas grandes esponjas, sino un curioso sotobosque de pequeñas esponjas erectas que aparecen en alta densidad. Las fotografías (Fig. 3.5.10) ilustran muchos ejemplares digitiformes y claviformes, probablemente de *Axinella vellea* (Fig. 3.5.6) y *Axinella pumila* y de especies de los géneros *Stelligera* y *Suberites*, junto con numerosas esponjas “chupa-chups”, como *Podospongia lovenii*, *Rhizaxinella elongata*, *Rhizaxinella gracilis* y *Crella pyrula* (Figs. 3.5.8 A-B; 3.5.11 B). En su conjunto, la comunidad de esponjas de este tipo de fondos se podría considerar un “jardín de esponjas”, tal y como se ha descrito para las plataformas continentales profundas y taludes superiores de otros mares. La singularidad en el caso de la plataforma profunda de la isla de Alborán consiste en que estos jardines de esponjas presentan una gran abundancia y diversidad de esponjas erectas de pequeño tamaño, que ocupan a modo de “sotobosque” el sustrato que queda entre los grandes ejemplares de astrofóridos y axinélidos, que son los que típicamente caracterizan los jardines de esponjas en otros mares.

Las crestas rocosas, caras verticales de bloques, extraplomos y las anfractuosidades de fondos y bajos rocosos rodeados de fondos blandos generalmente acogen a algunas esponjas de tamaño grande, pero también una gran cantidad de pequeñas esponjas submasivas e incrustantes, que, dependiendo de la zona geográfica de la plataforma, comparten hábitat con

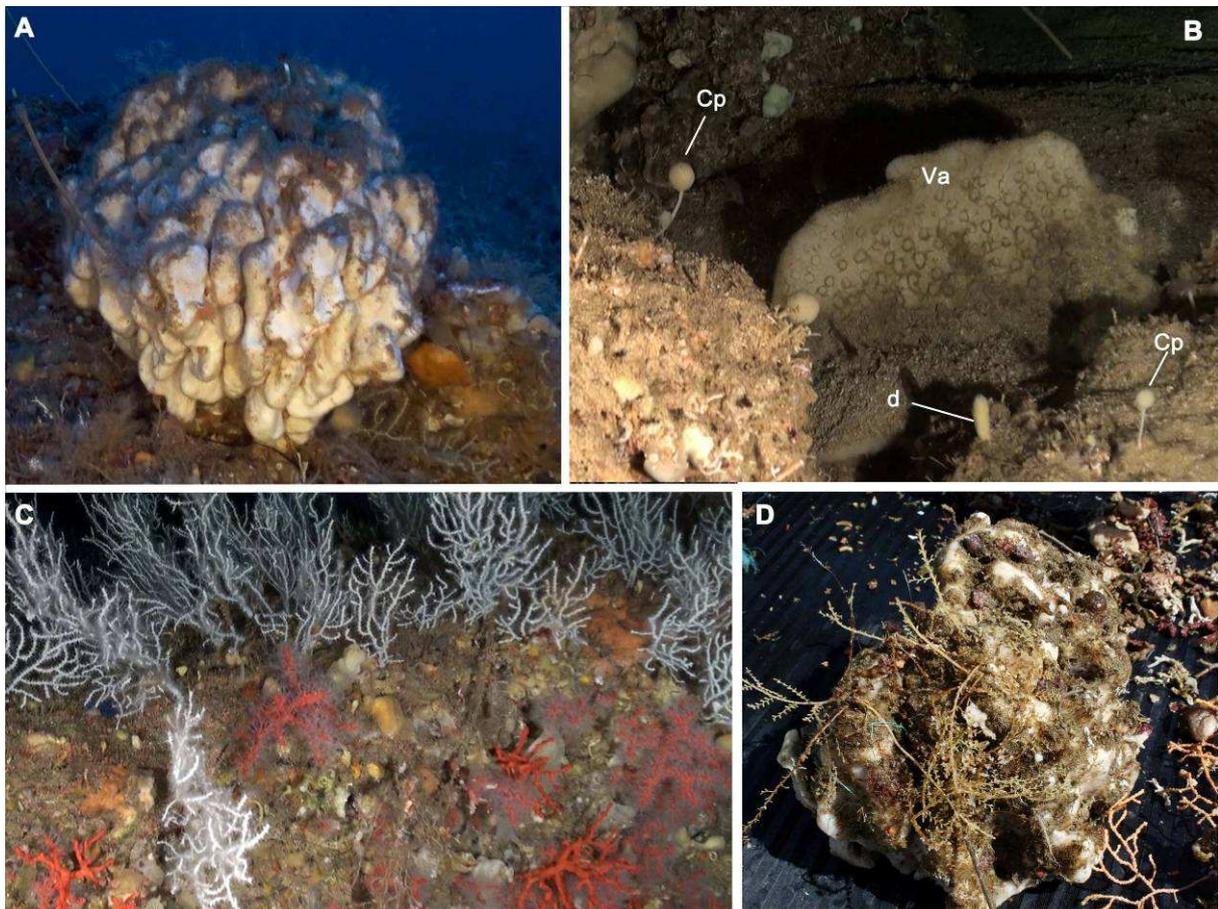
el coral rojo, otros varios octocoralarios (Fig. 3.5.11), e incluso, en algunas zonas, densas poblaciones de poliquetos sabélidos. Las esponjas frecuentes en este tipo de fondo rocoso son *Dysidea fragilis*, *Ircinia pipetta*, *Hexadella racotvizai*, *Suberites* spp., *Penares helleri*, *Calthropella* spp., *Erylus* spp., *Crambe talliezi*, *Terpios fugax*, *Haliclona* spp., *Caminus vulcani*, *Dercitus plicatus*, *Craniella cranium*, *Spongosorites* spp. y *Phorbas* spp. En este tipo de fondos también aparecen, aunque en menor densidad, representantes astrofóridos de las especies de los dos hábitats anteriores, tales como *Poecillastra compressa*, *Characella pachastrelloides*, *Vulcanella aberrans* y varias de las pequeñas esponjas digitiformes y con forma de "chupa-chups" (Fig. 3.5.11 B).



**Figura 3.5.10.** A-D, vista general de diferentes fondos rocosos con ligera pendiente, mostrando la abundancia de grandes ejemplares de *Phakellia robusta* (Pr), *Phakellia ventilabrum* (Pv) y *Poecillastra compressa* (Pc), así como un denso "sotobosque" de pequeñas esponjas digitiformes, claviformes y globulares, típicamente *Axinella vellerea*, *Stelligera* spp., *Crella pyrula*, *Podospongia lovenii*, *Rhizaxinella elongata* y *Rhizaxinella gracilis*. Estas comunidades pueden considerarse "jardines de esponjas", aunque caracterizadas por especies de pequeño tamaño. (A, ROV02\_00744c, 09h32, -126 m; B, ROV02\_00740, 09h20, -125 m; C, ROV02\_00739, 09h, -125 m; D, ROV15\_00891, 14h27, -110 m).

Como conclusión, el conjunto de las observaciones directas realizadas mediante el ROV, junto al análisis de la composición taxonómica y la abundancia de la fauna de esponjas de las muestras recolectadas, indican que, entre los diversos tipos de fondo existentes en la plataforma de la isla de Alborán, la esponjas abundan mayoritariamente sobre los sustratos rocosos y los fondos de rodolitos. En los fondos de cascajo, probablemente los más extensos de la plataforma entre 80 y 150 m de profundidad, la abundancia y la diversidad de esponjas es variable en función de las zonas geográficas concretas. Los fondos de cascajo que incorporan cantidades importantes de fango, así como los puramente arenosos-fangosos resultan más pobres en fauna de esponjas. Sin embargo, en los fondos rocosos profundos se han localizado peculiares comunidades de esponjas equivalentes a los llamados "jardines de esponjas", caracterizadas no sólo por los grandes astrofóridos y axinélidos típicos de esas cotas de

profundidad, sino también por un abundante y diverso "sotobosque" de pequeñas esponjas digitiformes, claviformes y globulares.



**Figura 3.5.11.** Detalles de poblaciones de esponjas de los resaltes y bajos rocosos. **A**, voluminoso ejemplar de astrofórido, probablemente perteneciente al género *Geodia* o *Stelletta* (ROV16\_00692, 17h10, -106 m). **B**, ejemplar de *Vulcanella aberrans* (Va), rodeado de algunas pequeñas esponjas digitiformes sin identificar (d) y esponjas "chupa-chups", probablemente *Crella pyrula* (ROV02\_00736a, 09h12, -145 m). **C**, abundancia de pequeñas esponjas incrustantes y masivas en las cornisas y extraplomos, donde comparten hábitat con el octocoral *Corallium rubrum*. **D**, gran ejemplar recolectado de *Characella pachastrelloides*, que habitualmente sirve como sustrato a otras esponjas y diversos invertebrados sésiles (DR08, -78-80 m).

### 3.5.4.3. Cnidarios (Cnidaria).

A pesar del interés de los cnidarios en el área estudiada, por su riqueza específica y por incluir especies que con frecuencia constituyen la base de diversas comunidades bentónicas, no existen trabajos específicos que estudien este grupo zoológico con detalle en los fondos de la isla de Alborán. Se han tratado en publicaciones más generales a nivel faunístico como Templado *et al.* (1986, 2006), así como en algunos trabajos específicos de hidrozooos y de antozoos del mar de Alborán que incluyen algunas estaciones en la isla de Alborán (Ramil y Vervoort, 1992a y Medel, 1996, para los hidrozooos; Carpine y Grasshoff, 1975; Grasshoff, 1989; Zibrowius, 1980; Silvestre, 1987 y López-González, 1993, para los antozoos).

En otras zonas costeras del mar de Alborán, tanto en el continente europeo como en

África, sí existen extensos estudios dedicados a los hidrozoos, particularmente en áreas marinas protegidas. Así, Peña Cantero y García Carrascosa (2002) estudiaron la fauna de hidrozoos de las islas Chafarinas, y González-Duarte *et al.* (2013) las islas Chafarinas y Maro-Cerro Gordo y cabo de Gata en Europa. En el caso de los antozoos, las contribuciones en la vertiente africana son escasas y principalmente se restringen a emplazamientos con ciertas facilidades logísticas (Weinberg, 1986; Zibrowius, 1980; López-González, 1993).

Los hidrozoos alcanzan su mayor diversidad en los fondos rocosos estables (Boero y Fresi, 1986). Estos fondos son complejos de muestrear de forma extractiva a partir de cierta profundidad; en las campañas INDEMARES-Alborán han sido también estudiados con imágenes obtenidas mediante el ROV, pero no se han podido muestrear exhaustivamente de forma extractiva. Los hidrozoos son animales generalmente inconspicuos y de pequeño tamaño, y su identificación requiere ineludiblemente el examen de elementos celulares y otras estructuras microscópicas. Tanto la detección como la identificación a partir de imágenes macroscópicas no son posibles para la mayor parte de las especies de este grupo.

Los antozoos comprenden especies de mayor tamaño y, en general, más visibles, por lo que la identificación de las mismas es “a priori” más fácil. Diversos estudios (v. gr., Bo *et al.*, 2012) han puesto de manifiesto la utilidad de las imágenes desde el punto de vista de la estructura de la comunidad, pero también sus limitaciones en comunidades poco o nada conocidas cuando no están acompañadas de un muestreo selectivo de los animales que en las imágenes caracterizan los diferentes ambientes observados. Además, el grado de resolución es aceptable para animales de tamaño mediano a grande o con características distintivas (como las gorgonias *Callogorgia verticillata*, *Paramuricea clavata* o *Eunicella verrucosa*) pero, para animales pequeños cuyos caracteres genéricos o específicos son microscópicos y que tienen una gran variabilidad colonial, estas técnicas son aún limitadas. Un ejemplo de ellos es la difícil distinción entre las especies de un buen número de géneros de gorgonias (*Bebryce*, *Swiftia*, *Muriceides*, *Villogorgia*, *Nicella*) o, simplemente, entre colonias pequeñas de otras especies que pueden alcanzar tamaños mayores. Además, para muchas especies aún no está registrada toda su variabilidad cromática.

Hasta el momento, se han identificado en las muestras procesadas 2.612 ejemplares pertenecientes a 76 especies de cnidarios, de las que 40 son hidrozoos y 36 antozoos (24 octocorales y 12 hexacorales).

Las 40 especies de hidrozoos pertenecen a tres géneros de atecados (Anthoathecata) y a 20 géneros de tecados (Leptotheicata). Hasta la fecha, se habían citado 19 especies de hidrozoos en las aguas próximas a la isla de Alborán (Templado *et al.*, 2006). El presente estudio aumenta esta lista en 24 especies, dejando el número total en 43, lo que duplica ampliamente el número de especies conocidas. Los hidrozoos están representados en 24 de las 44 muestras recogidas (11 de las 16 muestras de bou de varas, y 13 de las 28 muestras de draga). El número de especies por muestra varió entre 0 y 14 (promedio  $\pm$  SD=  $4,0 \pm 4,7$ ) en el bou de varas, y fue en promedio de 2,1 especies (SD=  $\pm 3,7$ ) en las muestras de draga.

La información obtenida en este estudio para la fauna de hidrozoos de fondos rocosos es incompleta y, posiblemente, el número de especies que aquí se recoge, como medida de la diversidad de la zona de estudio, está infravalorado. Aun así, la riqueza específica estimada es notable y similar a la obtenida en expediciones anteriores como la BALGIM, en la que se identificaron 44 especies de hidrozoos en el mar de Alborán (Ramil y Vervoort, 1992a), en un área geográfica mucho mayor y un rango batimétrico más amplio (145-1.005 m).

Los hidrozoos *Acryptolaria crassicaulis* (Allman, 1888) y *Zygophylax cf. levinseni* (Saemundsson, 1911), se citan por primera vez en el Mediterráneo, con ciertas reservas sobre

su identificación dado que sólo se han encontrado colonias no fértiles. Estas dos especies se habían citado previamente en el golfo de Cádiz y su ausencia en el Mediterráneo se explicaba por su carácter batial-abisal y la dificultad que hipotéticamente tendrían para atravesar el umbral del Estrecho (Ramil y Vervoort, 1992a).

En las muestras obtenidas mediante bou de varas o draga, se han identificado 36 especies de antozoos (24 octocorales y 12 hexacorales). Los antozoos están representados en las 16 muestras de bou de varas y 23 de las 29 muestras de dragas. El número de especies por muestra varió entre 2 y 14 (promedio  $6,94 \pm 3,34$ ) en las muestras de bou de varas, y entre 0 y 13 (promedio  $2,93 \pm 2,88$ ; hasta  $3,73 \pm 2,75$  cuando los antozoos formaban parte de la comunidad y eran capturados) en las muestras de draga. Para el esfuerzo de muestreo realizado (tanto el área muestreada como las cotas batimétricas exploradas) se trata de un número importante de especies, ya que supone la mitad de las 72 especies citadas previamente en la zona considerando una mayor amplitud batimétrica y de hábitats (Templado *et al.*, 2006).

En las imágenes obtenidas con el ROV, se han identificado 5 especies más de antozoos que no han aparecido en las muestras, probablemente debido a su conducta (se entierran rápidamente en el sedimento) o a su hábitat (zonas escarpadas rocosas o extraplomos). Se trata de un ceriantario (*Cerianthus membranaceus* (Spallanzani, 1784), la gorgonia *Leptogorgia sarmentosa* (Esper, 1789), un coral negro (*Antipathella* cf. *subpinnata* (Ellis y Solander, 1786), el pennatuláceo *Pteroeides spinosum* (Ellis, 1764) (Fig. 3.5.12) y el escleractiniario *Dendrophyllia ramea* (Linnaeus, 1758). Ello eleva el número de especies identificadas a 41. Además, se han observado colonias bien desarrolladas y características de *Eunicella verrucosa* (Pallas, 1766) (en el material recolectado había colonias pequeñas identificadas con dudas).



**Figura 3.5.12.** El pennatuláceo *Pteroeides spinosum*, en un fondo de cascajo (ROV16\_00720, 18h25, -92 m).

El antozoo *Nicella granifera* (Kölliker, 1865) se cita por primera vez en el Mediterráneo. Hasta ahora sólo se conocía de las aguas atlánticas próximas (islas Azores, Madeira y Cabo

Verde y costas atlánticas ibéricas y marroquíes) (Grasshoff, 1972) y de las costas atlánticas occidentales (Deichmann, 1936; Bayer, 1961). Siete de las especies de antozoos observadas no habían sido citadas en la isla de Alborán y su entorno próximo.

Como en el caso de los hidrozoos, la información obtenida en este estudio para los antozoos es incompleta y, posiblemente, el número de especies encontrado, como medida de la diversidad de la zona de estudio, está infravalorado. Aún así, considerando la información disponible de la campaña BALGIM para algunos grupos de octocorales (gorgonias y pennatuláceos) y antipatarios, la riqueza es considerable. En el presente estudio se han identificado 24 especies de octocorales y un antipatario, mientras que en la campaña BALGIM se identificaron 15 especies de estos grupos en la vertiente mediterránea (Grasshoff, 1989), en un área geográfica y un rango batimétrico más amplios.

Desde el punto de vista biogeográfico, la fauna de cnidarios bentónicos de la isla de Alborán presenta el típico carácter transicional de la fauna de esta zona, con elementos atlánticos que se extienden hasta la zona más occidental del Mediterráneo, junto con especies típicamente mediterráneas. Por una parte, el mar de Alborán se considera una zona de entrada de nuevas especies atlánticas al Mediterráneo, proceso que se inició con su apertura en el Plioceno y continúa hasta nuestros días (Boero *et al.*, 2003). Por otra, el estrecho de Gibraltar, con su umbral a unos 200 m de profundidad, ha sido considerado como una barrera que podría limitar la entrada de especies atlánticas profundas hacia el Mediterráneo (Grasshoff, 1989; Ramil y Vervoort, 1992a).

Entre los hidrozoos, hay un número importante de especies con amplia distribución, geográfica y batimétrica, como *Halecium delicatulum* Coughtrey, 1876, *Halecium beani* (Johnston, 1838), *Halecium tenellum* Hincks, 1861, *Lafoea dumosa* (Fleming, 1820), *Modeeria rotunda* (Quoy y Gaimard, 1827), *Nemertesia antennina* (Linnaeus, 1758), *Nemertesia ramosa* (Lamarck, 1816), *Plumularia setacea* (Linnaeus, 1758) y *Sertularella polyzonias* Linnaeus, 1758.

*Campanulina panicula* G. O. Sars, 1874, *Zygophylax biarmata* Billard, 1905 y *Aglaophenia tubulifera* (Hincks, 1861) son especies de carácter atlántico, que en el Mediterráneo se encuentran exclusivamente en el mar de Alborán (Medel y López-González, 1996; Ramil y Vervoort, 1992a, Templado *et al.*, 1986). Igualmente, *Sertularelloides cylindritheca* (Allman, 1888) es una especie de afinidad atlántica que se encuentra también en las costas mediterráneas de la península Ibérica.

Por otro lado, *Sertularella ellisii* var. *ornata* Broch, 1933 es una variedad endémica del Mediterráneo, cuya distribución alcanza la costa norte del golfo de Cádiz, desde Tarifa (Medel *et al.*, 1991) a Sagres (González-Duarte *et al.*, en prensa). La identidad de esta especie se discute, siendo considerada por diversos autores (Bouillon *et al.*, 2004) como una variedad de *Sertularella ellisii*, y por otros (Medel *et al.* 1991) como una especie válida, *Sertularella ornata* Broch, 1933. Otra especie endémica del Mediterráneo encontrada en el presente estudio es *Halecium banyulense* Motz-Kossowska, 1911. Se trata de una especie particularmente rara que sólo había sido citada dos veces con anterioridad, la última vez hace más de un siglo (Motz-Kossowska, 1911) en las costas de Banyuls-sur-Mer (Francia) y, anteriormente, en las costas de la isla de Capri, en 1892 (Schuchert, 2005).

En el caso de los antozoos identificados a nivel de especie (es decir, 31 de las 41 especies) y de las que se dispone de información sobre su distribución geográfica, el 67,7% se distribuyen en el Atlántico NE y en el Mediterráneo, el 12,9% se consideran endémicas del Mediterráneo, el 16,1% tienen una amplia distribución en el Atlántico (pudiendo incluir el Atlántico occidental) y el Mediterráneo, y el 3,2% se consideraban hasta ahora exclusivamente atlánticas. Al menos cuatro especies de antozoos de la zona estudiada se consideran endémicas

del Mediterráneo (*Leptogorgia sarmentosa*, *Paramuricea clavata* (Risso, 1826), *Epizoanthus* cf. *paguricola* Roule, 1900 y *Muriceides lepida lepida* Carpine y Grasshoff, 1975).

La profundidad de los fondos aquí estudiados es un valor añadido que se encuentra poco representado en otras áreas marinas protegidas del mar de Alborán, y es especialmente interesante de cara a la conservación de los cnidarios. Prospecciones mucho más extensivas realizadas en áreas marinas protegidas de la zona costera del mar de Alborán (Peña Cantero y García Carrascosa, 2002; González-Duarte *et al.*, en prensa), identificaron en conjunto un total de 101 especies de hidrozoos para las islas Chafarinas, Maro-Cerro Gordo y cabo de Gata. Estos estudios realizaron muestreos directos explorando profusamente con escafandra autónoma los fondos rocosos. El número de especies no es comparable por las distintas metodologías, el diferente esfuerzo de muestreo aplicado y el diferente rango batimétrico explorado. Pero la comparación de las listas de especies permite detectar un grupo de especies ausentes o poco representadas en las zonas más superficiales de la plataforma del mar de Alborán, y que caracterizan otros hábitats más profundos de esta cuenca. Son ejemplos especies como *Acryptolaria conferta* (Allman, 1888), *Acryptolaria crassicaulis* o *Zygophylax* cf. *levinseni*. *Nemertesia falcicula* (Ramil y Vervoort, 1992) es una especie batial-abisal poco común, descrita del mar de Alborán (Ramil y Vervoort, 1992a), que se ha encontrado también en el estrecho de Gibraltar y en las zonas atlánticas adyacentes, hasta las islas Canarias (Ansín Agís, Ramil y Vervoort, 2001) y, recientemente, en el cañón de Avilés y el banco de Galicia en el Norte de la península Ibérica (Altuna, 2012). Las especies conocidas del género *Pseudoplumaria* (Ramil y Vervoort, 1992b), se encuentran habitualmente por debajo de los 180 m (con la excepción de una cita de *P. marocana* (Billard, 1930) a 27 m en la bahía de Algeciras; Medel y Vervoort, 1995). Las dos únicas especies de este género que se conocen son poco comunes y ambas están distribuidas a lo largo de las costas atlánticas norteafricanas y del mar de Alborán (Billard, 1930; Gili *et al.*, 1989; Ramil y Vervoort, 1992a, b; Medel y Vervoort, 1995; Ramil *et al.*, 1998; Ansín Agís *et al.*, 2001), habiéndose citado recientemente una colonia de *P. marocana* en el norte de la península Ibérica (Altuna, 2012). Otras especies, como *Lytocarpia myriophyllum* (Linnaeus, 1758) y las anteriormente citadas *Campanulina panicula* y *Zygophylax biarmata* presentan un mayor rango batimétrico que incluye las zonas costeras, pero en el mar de Alborán no son frecuentes en zonas someras (Peña Cantero y García Carrascosa, 2002; González-Duarte *et al.*, en prensa). La aportación a la biodiversidad que estas especies constituyen no se encuentra recogida en las áreas marinas protegidas más costeras.

En general los antozoos encontrados son especies de zonas relativamente profundas de la plataforma continental o bien especies de aguas más someras que encuentran en las zonas muestreadas sus límites inferiores de distribución batimétrica. Especies como *Callogorgia verticillata* (Pallas, 1766), *Viminella flagellum* (Jonson, 1863), *Ellisella paraplexauroides* (Stiasny, 1936), *Paralcyonium spinulosum* Delle Chiaje, 1822, *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758), *Swiftia pallida* Madsen, 1970 y *Scleranthelia rugosa* (Pourtalès, 1867) aportan el componente profundo de una comunidad que se distribuye por las cotas inferiores de la plataforma.

Entre los antozoos destaca la pobreza de hexacorales frente a los octocorales (26 octocorales y 15 hexacorales) en las muestras o imágenes obtenidas. Muchas de las especies de actiniarios y escleractiniarios citadas en el mar de Alborán y que no han sido obtenidas en este estudio son de pequeño tamaño, delicadas y habitan en hábitats difíciles de muestrear. La mayor parte de la fauna obtenida, dada su longevidad, es representativa de sustratos con un componente duro con cierta estabilidad. Se han encontrado pocas especies asociadas a fondos blandos, como los pennatuláceos o algunas formas de crecimiento (*Eunicella filiformis* (Studer, 1879) entre los octocorales, y *Cladocora debilis* Milne Edwards y Haime, 1849 entre los

hexacorales) o con adaptaciones especiales (*Epizoanthus* sp.) para habitar estos fondos. Destaca la presencia de especies de octocorales estolonados, habitualmente pasadas por alto por ser especies inconspicuas que viven en las anfractuosidades de los sustratos muestreados.

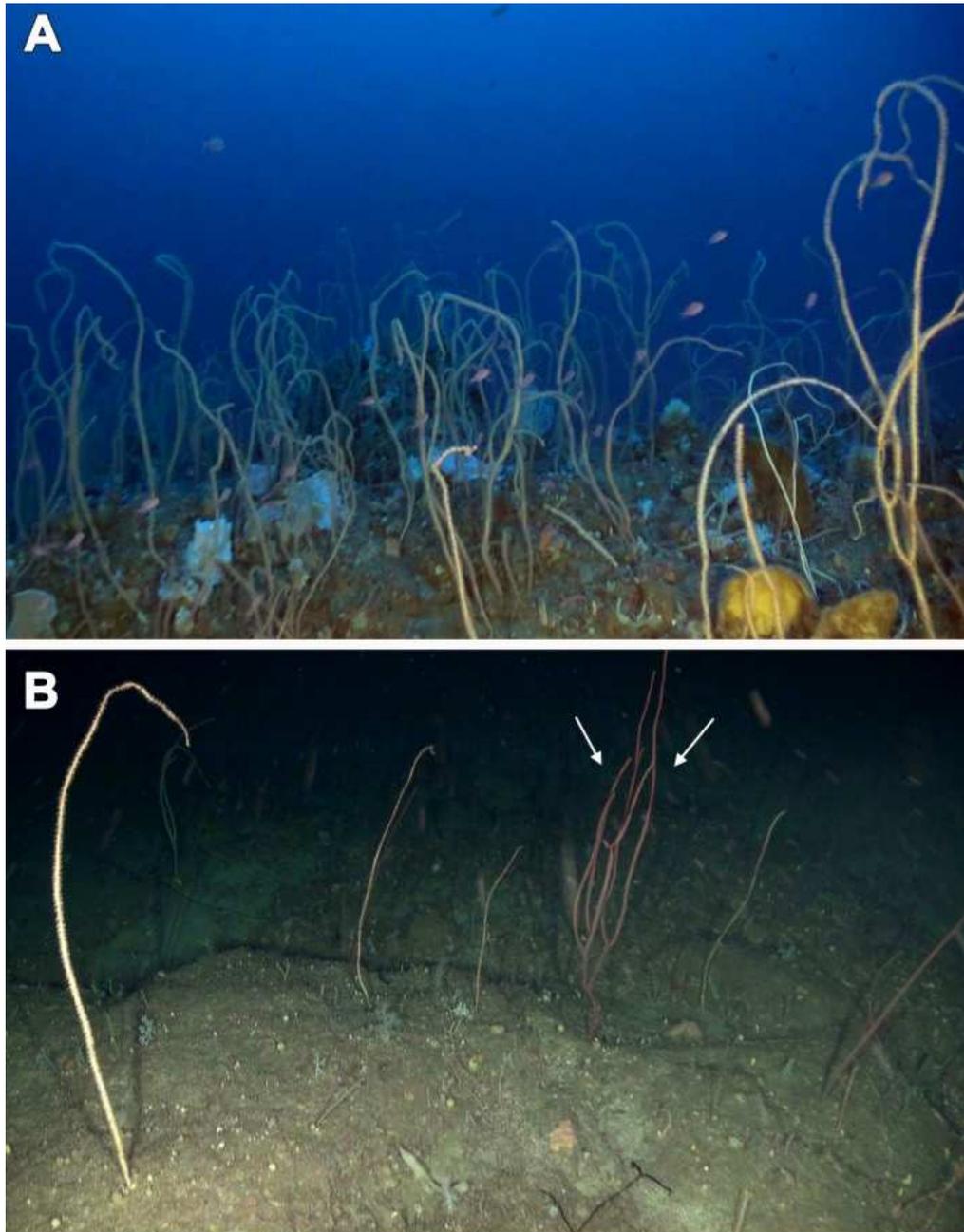
La inestable situación taxonómica de las formas relativamente profundas de *Acanthogorgia*, *Eunicella*, *Nidalia* y *Alcyonium* (entre otros géneros atlanto-mediterráneos; López-González y Gili, 2008; López-González *et al.*, 2012; McFadden, 1999; McFadden y Hutchinson, 2004; McFadden *et al.*, 2011; Gori *et al.*, 2012) hace que la identificación de algunos ejemplares encontrados en este estudio requiera estudios más detallados y una revisión actualizada de las especies europeas del género, incluyendo tanto estudios morfológicos por microscopía electrónica como moleculares. La taxonomía actual de los zoantídeos depende actualmente por completo de la caracterización molecular, por lo que géneros ya de por sí complejos como *Epizoanthus*, requerirán una revisión al menos a nivel europeo. Del mismo modo, la taxonomía del género *Leptogorgia* en aguas europeas es bastante compleja, y se encuentra en estudio teniendo en cuenta caracteres morfológicos y moleculares (López-González, en preparación).

El coral rojo (*Corallium rubrum*) está escasamente representado en las muestras (algunos fragmentos), debido a su hábitat bajo extraplomos rocosos, pero está documentado en los vídeos obtenidos por el ROV en la primera parte de la campaña (Fig. 3.5.13).



**Figura 3.5.13.** Extraplomo cubierto de coral rojo (*Corallium rubrum*).

En los transectos de ROV realizados, las zonas profundas con rocas o piedras se caracterizan por poblaciones densas de la gorgonia no ramificada *Viminella flagellum*, con algunas colonias dispersas de la gorgonia *Ellisella paraplexauroides* (Figura 3.5.14), aunque ambas especies aparecen poco representadas en las muestras estudiadas, dada la dificultad que supone muestrear el hábitat rocoso que ocupan. Se ha publicado un trabajo relativo a la demografía y conservación de *Ellisella paraplexauroides* en las islas Chafarinas, que incluye algunas observaciones realizadas con el ROV en la isla de Alborán (Maldonado *et al.*, 2013).



**Figura 3.5.14.** A. Área rocosa a 108 m de profundidad con una elevada densidad de la gorgonia *Viminella flagellum* (ROV01, 12h48). B. Población poco densa de *Viminella flagellum* a 112 m de profundidad, con una colonia aislada de *Ellisella paraplexauroides* (flechas blancas) (ROV01, 12h50).

#### 3.5.4.4. Nemertinos (Nemertinea).

La fauna de nemertinos del Mediterráneo comprende 172 especies (Hofrichter, 2002; Coll *et al.*, 2010). En España, el estado de conocimiento de este filo de invertebrados es escaso. En la recopilación de Saiz-Salinas (1987), referida a las citas de este filo hasta la última década del siglo XX, tan sólo se señala la presencia de 14 especies de nemertinos en nuestras aguas. Esta falsa baja diversidad se debe a las dificultades que entraña el estudio de los nemertinos (fragilidad del material, inadecuadas descripciones de las especies, laboriosas técnicas

histológicas), lo que ha propiciado que sean muy escasos los especialistas españoles que han dedicado su investigación a este grupo de invertebrados.

Exceptuando alguna cita dispersa, los primeros estudios faunísticos se inician a finales del siglo pasado con los trabajos de Anadón (1980, 1981), a los que sigue el listado publicado dos veces de Vernet y Anadón (1991a, b). Por esas fechas se describen algunas especies nuevas (Gibson y Junoy 1991; Junoy y Gibson 1991; Rogers *et al.*, 1993; Frutos *et al.*, 1998; Junoy *et al.*, 2010), o se citan otras por primera vez en la península Ibérica (Junoy y Gibson, 1992; Herrera *et al.*, 2008; Puerta *et al.*, 2010). Como resultado de la recopilación de esa información, en la página web del proyecto Fauna Ibérica se listan un total de 41 especies de nemertinos de nuestras aguas (Junoy, 1998), pertenecientes a 23 géneros. Esta cifra es exigua si se considera que en Europa se han citado 410 especies de 91 géneros, lo que representa un tercio de todas las especies de nemertinos mundiales, 1.275 especies pertenecientes a 285 géneros (Kajihara *et al.*, 2008).

En lo que respecta a la isla de Alborán, las únicas especies conocidas son las citadas por Templado *et al.* (2006): *Drepanogigas albolineatus* (Bürger, 1895), *Notospermus geniculatus* (Delle Chiaje, 1828) y *Tubulanus annulatus* (Montagu, 1804). Durante la campaña se recogieron ejemplares de las dos últimas especies, pero no de *Drepanogigas albolineatus*, cuya única cita conocida en nuestras aguas corresponde al trabajo citado.

En total, se han estudiado 74 ejemplares de nemertinos, correspondientes a 16 taxones diferentes, de entre los que ha sido posible identificar 11 especies. Durante el proceso de separación de las muestras fijadas provenientes de las campañas INDEMARES-Alborán han aparecido algunos nemertinos, pero la conservación generalmente no ha permitido su identificación específica, por lo que no se han incluido en los listados. No ocurre lo mismo con otros ejemplares que en los listados aparecen como indeterminados (por ejemplo, Amphiporidae sp. A y sp. B), de los que se espera que el estudio histológico revele su identidad y que fueron observados y fotografiados en vivo durante la campaña. Estas especies indeterminadas corresponderán sin duda a nuevas especies para la ciencia o nuevas citas de nemertinos para la zona estudiada.

Se citan por primera vez para el entorno de la isla de Alborán 9 especies: *Baseodiscus delineatus* (Delle Chiaje, 1825), *Lineus bilineatus* (Renier, 1804), *Micrura dellechiajei* (Hubrecht, 1879), *Micrura fasciolata* Ehrenberg, 1828, *Micrura purpurea* (Dalyell, 1853), *Emplectonema echinoderma* (Marion, 1873), *Tetranemertes antonina* (Quatrefages, 1846), *Drepanophorus spectabilis* (Quatrefages, 1846) y *Paradrepanophorus crassus* (Quatrefages, 1846). *Micrura dellechiajei*, *Tetranemertes antonina* y *Drepanophorus spectabilis* se citan por primera vez en aguas españolas.

*Micrura dellechiajei* se conoce únicamente de su localidad tipo, el golfo de Nápoles. La falta de citas probablemente se debe a las razones apuntadas anteriormente, ya que la especie no parece ser, ni mucho menos, rara. De hecho, es el nemertino más abundante en las muestras, con 14 ejemplares procedentes de 4 muestras. Este hallazgo fue presentado en el XVII Simposio Ibérico de Biología Marina celebrado el pasado mes de septiembre en San Sebastián (Junoy y Herrera Bachiller, 2012).

Todas las citas que se conocen de *Tetranemertes antonina* son del siglo pasado, en el mar Mediterráneo (Banyuls, Trieste, Nápoles y Sicilia), por lo que este hallazgo tiene gran importancia faunística.

En cuanto a *Drepanophorus spectabilis* (Fig. 3.5.15), no ha sido tampoco formalmente citada en España, si bien consta su presencia en Cataluña (Giribet, comunicación personal).



**Figura 3.5.15.** El nemertino *Drepanophorus spectabilis*, nueva cita para las aguas españolas (DR03).

Los resultados de este estudio casi cuadruplican, pues, la fauna de nemertinos conocida para la zona de la isla de Alborán.

#### 3.5.4.5. Anélidos Poliquetos (Annelida Polychaeta).

Los poliquetos (Filo Annelida, Clase Polychaeta) son un grupo muy abundante en cuanto a ejemplares y especies en todas las comunidades bentónicas. Su correcta identificación requiere, según los grupos, una metodología más o menos compleja (microscopía óptica y electrónica, técnicas moleculares), y la utilización de una amplia bibliografía, que comprende manuales generales clásicos (Fauvel, 1923; 1927; Rioja, 1931; Campoy, 1982), monografías de la serie Fauna Ibérica (San Martín, 2003; 2004a, b; Núñez, 2004; Parapar *et al.*, 2004) o publicaciones específicas referidas a familias concretas (Bianchi, 1981; Knight-Jones, 1983; Macioleck, 1984; Perkins, 1984; Holthe, 1986; Giangrande, 1992, 1994; Pleijel, 1993; Blake, 1996; Chambers y Muir, 1997; Bhaud, 1998; Barnich y Fiege, 2003; Giangrande y Licciano, 2006; Ravara *et al.*, 2010; Núñez *et al.*, 2011).

Hasta el momento de elaborar este informe, se han identificado un total de 6.884 ejemplares, pertenecientes a 182 especies, de las que 94 especies son nuevas citas para la zona estudiada y otras siete posiblemente sean nuevas para la ciencia.

Han aparecido poliquetos en todas las muestras estudiadas. Sin embargo, el reparto entre las muestras estudiadas resultó muy desigual. En general, fueron más abundantes en las muestras colectadas mediante bou de varas (1.746 ejemplares en BV16, 1.143 en BV12, 1.031 en BV14 o 572 en BV27); la única muestra colectada mediante draga de roca que arrojó un resultado similar fue DR25 (395 ejemplares). Las cinco especies más abundantes fueron *Glycera tessellata* Grube, 1840 (965 ejemplares en total), *Harmothoe* sp. 1 (848 ejemplares), *Lumbrineris gracilis* Ehlers, 1868 (757 ejemplares), *Hyalinoecia tubicola* (Müller, 1776) (629 ejemplares; Fig. 3.5.16) y *Filograna implexa* Berkeley, 1926 (503 ejemplares). También la riqueza específica resultó muy variable para este grupo, con valores superiores a 50 especies, únicamente en BV14 (62 especies), BV16 (59) y DR25 (58).



**Figura 3.5.16.** Fondo de cascajo poblado por numerosos individuos de *Hyalinoecia tubicola*. Pese a ser una especie que vive en el interior de un tubo, son animales con una gran movilidad, que se desplazan activamente sobre el sustrato arrastrando su tubo a la manera de los cangrejos ermitaños. (ROV16\_00712, 18h10, -106 m).

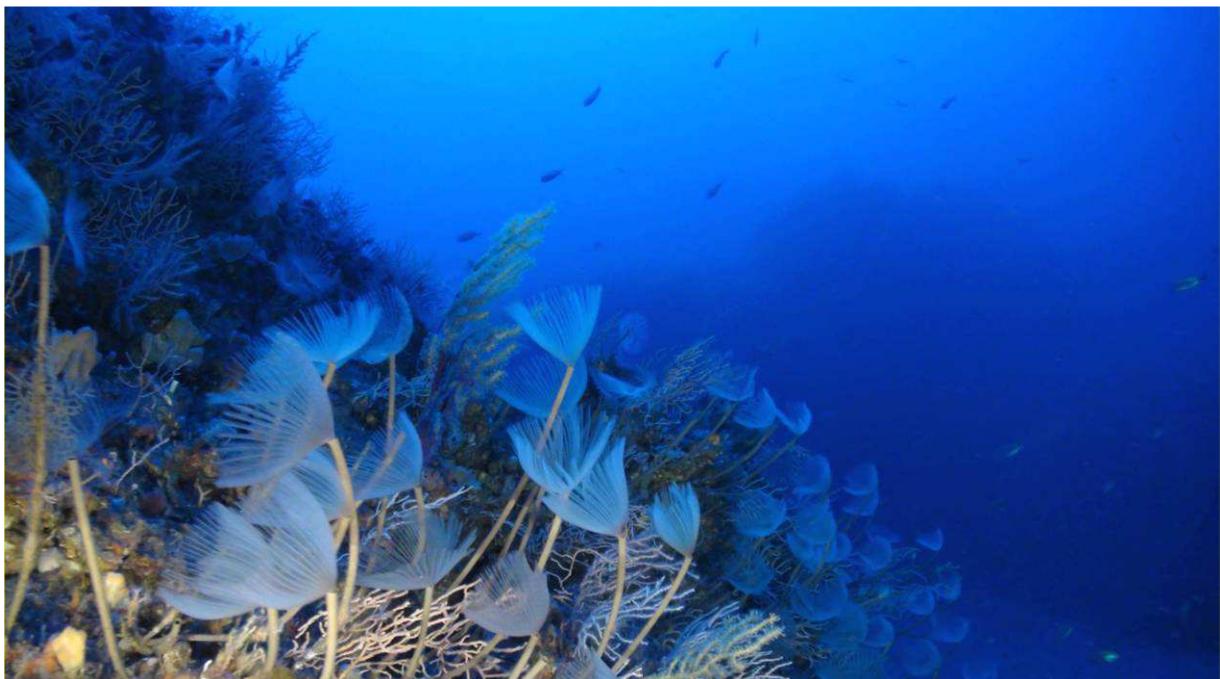
Entre las siete posibles nuevas especies para la ciencia, hay cuatro especies de la familia Syllidae, pertenecientes a los géneros *Syllis*, *Sphaerosyllis*, *Exogone* y *Xenosyllis*, que se hallan actualmente en estudio; el único ejemplar encontrado de *Xenosyllis* sp. es muy interesante porque este género no es abundante en el Mediterráneo y sólo hay una especie citada en la zona, *X. scabra*. Se ha encontrado igualmente una posible nueva especie de la familia Chaetopteridae, aunque es necesario estudiar más material para comprobarlo, otra de la familia Sabellidae (*Euchone* sp.), con caracteres que no se encuentran en ninguna de las especies de este género conocidas del Mediterráneo, y, por último otra de la familia Serpulidae (*Semivermilia* sp.). Otras especies, como una de las más abundantes, *Harmothoe* sp. 1, requieren un estudio más detallado, actualmente en curso, para concretar su identificación.

Entre otros resultados relevantes, cabe también destacar el hallazgo de un macho de *Pisione inkoi* Martínez, Aguirrezabalaga y Adarraga, 2008, especie descrita recientemente de la plataforma continental del norte de la península Ibérica, y hallada asimismo en la costa de Portugal (Martins *et al.*, 2012), por lo que este es su primer registro en el mar Mediterráneo. Esta especie se encuentra en fondos sedimentarios, desde grava fina a arena media, a profundidades de entre 56 y 127 m. El único ejemplar hallado en las muestras de INDEMARES-Alborán apareció en un fondo de cascajo organógeno, entre 111 y 114 m de profundidad, correspondiente a la muestra DR25. En la misma muestra (DR25) apareció un único ejemplar del género *Pseudexogone* Augener, 1922 (familia Pilargidae), posiblemente perteneciente a la especie *P. dineti* Katzmann, Laubier y Ramos, 1974. Esta especie ha sido registrada recientemente en el talud continental del noroeste de la península Ibérica (Moreira y Parapar, 2008); en caso de confirmarse la identidad específica del ejemplar procedente de la campaña

INDEMARES-Alborán, esta cita sería la más meridional en aguas mediterráneas.

Es también reseñable el hallazgo de un ejemplar de *Miscellania dentata* Martín, Alós y Sardà, 1990 (familia Syllidae), muy interesante por ser género monoespecífico con una posición filogenética totalmente incierta dentro de la familia de los sílidos (Aguado *et al.*, 2007). Aunque se trata de una especie ya citada en el mar de Alborán (López y San Martín, 1997), es difícil de coleccionar y hasta el momento solo se conocía su presencia en algas fotófilas de fondos someros (San Martín, 2003), siendo esta la primera vez que se cita en el piso circalitoral.

Por otra parte, llama poderosamente la atención la enorme abundancia en algunos puntos de *Sabella pavonina* Savigny, 1820, pudiendo considerarse una especie característica de diversos sustratos duros circalitorales. En los transectos de vídeo realizados con el ROV se observaron numerosos poliquetos sabélidos de gran tamaño provistos de llamativas coronas branquiales blancas o con barras, que aparecían concentrados en grandes densidades sobre rocas, piedras y rodolitos en algunas áreas en las que dichos poliquetos podían considerarse especies estructurales de la comunidad (Figura 3.5.17). El estudio preliminar del material de algunas muestras (DR18, DR24 y BV27), condujo a una errónea identificación de esta especie como perteneciente al género *Bispira* Kröyer, 1856, ya que presenta órganos fotorreceptores en el penacho y la presencia de ojos branquiales es uno de los caracteres diagnósticos de ese género (Fitzhugh, 1989). El examen de nuevo material conservado en formol, que conserva los pigmentos mejor que el etanol absoluto previamente empleado, permitió comprobar que dichos fotorreceptores no formaban los ojos complejos propios de *Bispira* y que los ejemplares pertenecían en realidad a *S. pavonina*, especie en la que la presencia de fotorreceptores branquiales simples se considera posible, pero rara (Knight-Jones y Perkins, 1998).



**Figura 3.5.17.** Fondo rocoso caracterizado por el poliqueto sabélido *Sabella pavonina* (ROV01, 11h04, - 90 m).

En algunas muestras también ha aparecido una gran abundancia de representantes de la familia Serpulidae. Estos poliquetos segregan un tubo calcáreo de pared muy gruesa y, por tanto, muy endurecido, de manera que la presencia de muchos de ellos afecta de manera

importante a la estructura de la comunidad al crear nuevos sustratos duros o concrecionar los ya existentes. Este efecto es particularmente intenso en el caso de los géneros con especies de mayor tamaño (*Protula*, Fig. 3.5.18; *Serpula*) o en aquellos en los que las especies, siendo de tamaño pequeño, forman agrupaciones muy densas de individuos (*Filograna*).



**Figura 3.5.18.** Varios ejemplares de *Protula tubularia* creciendo sobre un fragmento de concha de gran tamaño en un fondo de grava y cascajo. (ROV12\_00843, 18h25, -174 m).

En el conjunto de las muestras destaca la abundancia y diversidad de especies carnívoras, siendo este el principal grupo trófico de la clase como demuestra el hecho de que a él pertenecen las cuatro especies más abundantes. Aunque en casi todas las muestras hay un gran número de poliquetos carnívoros, destacan por su abundancia los representantes de las familias Glyceridae y Polynoidae, claramente adaptados a la depredación de otros animales bentónicos. También resultaron muy abundantes los poliquetos del orden Eunicida, formado por omnívoros que, gracias a su tamaño mediano o grande, pueden actuar como carnívoros depredadores, y que en algunos casos son lo bastante numerosos como para considerarse especies características de la comunidad (por ejemplo, *Hyalinoecia tubicola* en los fondos de cascajo, BV21; Fig. 3.5.16). Asimismo, resulta llamativa, aunque ya en una proporción menor, la abundancia en numerosas muestras (BV14, BV16, BV17, DR02, DR25) de poliquetos suspensívoros pasivos (familias Sabellidae y Serpulidae), lo que podría estar relacionado con el intenso régimen hidrodinámico imperante en el área. Sin embargo, en las muestras BV11 y BV13 se invierte esta situación, ya que en ellas abundan más los sedimentívoros selectivos, probablemente a causa de un régimen hidrodinámico más suave, que permite un mayor contenido de fracción fina y materia orgánica en el sedimento. Esto podría explicar además la gran abundancia relativa en la muestra BV13 del quetoptérido *Spiochaetopterus costarum* (Claparède, 1868), una especie que segrega finos y largos tubos, que, cuando son muy abundantes, se entrelazan entre sí, contribuyendo a estabilizar el sedimento, y constituyen el sustrato sobre el que se asienta una variada microepifauna (foraminíferos, hidrozoos, briozoos).

#### 3.5.4.6. Crustáceos Decápodos.

Templado *et al.* (2006) mencionaron, a partir de estudios realizados por García Raso (1984, 1985, 1989, 1996), García Raso y Salas (1984) y Templado *et al.* (1986, 1993), un total de 114 especies de decápodos para la isla de Alborán y su entorno, aunque se incluyeron algunas citas de Carídeos del mar de Alborán, en sentido amplio, tomadas de García Rodríguez *et al.* (2002). Este listado se circunscribe a un rango batimétrico más amplio que el del presente estudio y se ha obtenido con métodos de muestreo en parte diferentes.

En el momento de redactar este informe, se han identificado un total de 946 ejemplares pertenecientes a 52 especies, repartidos en 29 muestras. Todas las especies se conocían en aguas peninsulares españolas, con la única excepción de *Eualus drachi* Noël, 1978, encontrado en fondos de rodolitos. Ocho especies se citan por primera vez en la zona estudiada; seis de ellas encontradas en fondos de cascajo (*Distolambrus maltzami* (Miers, 1881), *Periclimenes kornii* (Lo Bianco, 1903), *Partenophoides massena* (Roux, 1830), *Plesionika antigai* Zariquiey Alvarez, 1955, *Anapagurus longispina* A. Milne-Edwards y Bouvier, 1900, y *Nematopagurus longicornis* A. Milne-Edwards y Bouvier, 1892), y dos encontradas en fondos de “maërl” (*Pandalina brevisrostris* (Rathke, 1843) y *Alpheus macrocheles* Hailstone, 1835).

Otras especies son raras o muy poco frecuentes, en España y en el Mediterráneo, debido al tipo de fondo y/o a las condiciones hidrodinámicas del hábitat en el que viven. Es el caso de *Alpheus platydactylus* Coutière, 1897, *Palicus caronii* (Roux, 1930) y *Pilumnus inermis* (A. Milne-Edwards y Bouvier, 1894), encontradas en fondos de cascajo y de rodolitos, y de *Velolambrus expansus* (Miers, 1879), encontrada en fondos de cascajo.

Con los datos disponibles, los fondos más ricos han resultado ser los de cascajo, localizados entre 90 y 290 m, con 44 especies (14 muestras estudiadas), seguidos de los fondos de “maërl”, entre 25-94 m, con 25 especies (13 muestras). De los fondos estrictamente rocosos no se dispone de información representativa, debido a la dificultad de muestrearlos adecuadamente, aunque se han identificado 5 especies.

En los fondos de cascajo, las especies dominantes son *Inachus dorsettensis* (Pennant, 1777), *Munida rutllanti* Zariquiey, 1952 y *Galathea intermedia* Lilljeborg, 1851, con valores de abundancia relativa superiores al 10%; otras 16 especies tienen valores superiores al 1%. Con una presencia superior al 50% aparecen *Inachus dorsettensis*, *Galathea intermedia*, *Anapagurus longispina* y *Polybius depurator* (Linnaeus, 1758). Otras 10 especies tienen una presencia entre 50-25%: *Anapagurus* sp., *Dardanus arrosor* (Herbst, 1796) (Fig. 3.5.19), *Ebalia tuberosa*, *Partenophoides massena*, *Ergasticus clouei* A. Milne Edwards, 1882, *Macropodia tenuirostris* (Leach, 1814), *Munida rutllanti*, *Pagurus prideaux* Leach, 1815 (Figura 3.5.20), *Plesionika antigai* y *Polybius depurator*.

En los fondos de “maërl”, las especies dominantes (> 10%) son: *Galathea intermedia*, *Cestopagurus timidus* (Roux, 1830), *Eurynome spinosa* y *Galathea nexa* Embleton, 1834, seguidas (entre 10-1%) de *Eualus occultus* (Lebour, 1936), *Alpheus macrocheles* y *Pandalina brevisrostris*. Con una presencia superior al 50% se hallan *Galathea intermedia* y *Galathea nexa*, seguidas (entre 49-25%) de *Cestopagurus timidus*, *Alpheus macrocheles*, *Eualus occultus* y *Eurynome spinosa*.

Estos dos hábitats comparten 17 especies de decápodos y no comparten 33 (25 en cascajo y 8 en “maërl”). Las más representativas, a partir de los datos de abundancia, presencia y ausencia, en los fondos de cascajo son *Inachus dorsettensis*, *Polybius depurator*, *Anapagurus longispina* y *Munida rutllanti*, junto con el género *Ebalia*, en especial *E. tuberosa*. En los fondos de “maërl”, las especies más representativas serían *Galathea nexa*, que también puede

encontrarse en fondos duros (Fig. 3.5.21) y *Cestopagurus timidus*.



**Figura 3.5.19.** Un ejemplar del cangrejo ermitaño *Dardanus arrosor* (ROV18, 11h45, -175 m).



**Figura 3.5.20.** Dos cangrejos ermitaños (*Pagurus prideaux*) con la anémona *Adamsia carciniopados* (Otto, 1823) en fondos de cascajo (ROV12, 18h10, -156 m).



**Figura 3.5.21.** Un ejemplar de *Galathea nexa* (flecha) en fondos rocosos de coral rojo (*Corallium rubrum*).



**Figura 3.5.22.** Un ejemplar de *Palinurus elephas* refugiado bajo una roca en un fondo de cascajo (ROV15\_00916, 15h07, -100 m).

Cuando aparecen afloramientos rocosos, puede encontrarse alguna langosta (*Palinurus elephas*, BV41; Fig. 3.5.22).

#### 3.5.4.7. Crustáceos Filocáridos y Peracáridos (Isópodos).

La presencia de crustáceos filocáridos en las muestras ha sido prácticamente testimonial. Únicamente se han encontrado dos ejemplares del género *Sarsinebalia* (muestra BV14) y otros dos del género *Nebalia* (BV16), todos ellos juveniles, por lo que no ha sido posible identificarlos a nivel de especies. El escaso número de individuos impide realizar una valoración sobre su distribución y diversidad en la zona de estudio, para lo que habría sido necesario emplear una metodología de muestreo más específica para obtenerlos (p. ej., artes con luz de malla más fina, trineos epibentónicos o trampas con cebo) (Dahl, 1985).

La fauna de isópodos de la península Ibérica y las islas Baleares está formada por 220 especies (Junoy y Castelló, 2003). En la zona de la isla de Alborán se han citado 20 especies, a partir de los resultados de las campañas FAUNA I y IV (Rodríguez-Sánchez *et al.*, 2001; Templado *et al.*, 2006). Castelló (2011) describe una nueva especie, *Limnoria turae*, al este de la isla, a 36 m de profundidad. En un trabajo posterior, Castelló (2012) cita 7 especies de isópodos recogidas durante las campañas FAUNA III y IV en la isla de Alborán, tres de ellas encontradas por primera vez en la zona. Por último, la plataforma de la isla de Alborán es una de las localidades donde se recogió una nueva especie para el Mediterráneo suroccidental, *Stenosoma stephensi* Santos y Xavier, 2011 (Santos *et al.*, 2011).

Como resultado del estudio de las muestras recogidas en las campañas INDEMARES-Alborán, se han identificado un total de 524 ejemplares, pertenecientes a 16 taxones diferentes (13 identificados a nivel específico y 3 a nivel de género). Ocho especies (*Joeropsis dollfusi* Norman, 1899; *Disconectes picardi* (Amar, 1957); *Aegapheles deshaysiana* (H. Milne Edwards, 1840); *Rocinela dumerilli* (Lucas, 1849); *Gnathia illepada* (Wagner, 1869); *Astacilla mediterranea* Koehler, 1911; *Astacilla gorgonophila* Monod, 1925, y *Stenosoma lancifer* Miers, 1881), se citan por primera vez para la zona estudiada. Desde el punto de vista faunístico destaca *Disconectes picardi*, que constituye la primera cita para la fauna ibérica, y de la que se han recogido 12 ejemplares en tres muestras.

Otros hallazgos interesantes corresponden a las tres especies identificadas únicamente a nivel de género, que requieren un estudio más detallado. Así, el único ejemplar recogido del género *Metacirolana* constituye la primera cita ibérica de este género; un antúrido determinado con dudas como perteneciente al género *Indanthura* probablemente pertenezca a una nueva especie, pero sólo se dispone, como en el caso anterior, de un único ejemplar. En cuanto a los ejemplares identificados como *Astacilla* sp., se trata sin duda de una nueva especie, ya que su relieve corporal no se corresponde con las especies del género descritas en nuestras aguas.

Las especies más abundantes fueron *Stenetrium mediterraneum* Hansen, 1905 (212 ejemplares), *Cymodoce rubropunctata* (Grübe, 1864) (98) y *Janira maculosa* Leach, 1814 (94). La mayor abundancia se correspondió con la muestra más diversa en isópodos, la BV16, donde se recogieron 246 ejemplares pertenecientes a 9 especies. En treinta muestras no se recogió ningún isópodo.

#### 3.5.4.8. Moluscos.

Los moluscos son uno de los componentes mayores del macrobentos y están ampliamente representados en las muestras de INDEMARES-Alborán. En estudios previos sobre la plataforma de Alborán (Peñas *et al.*, 2006; Gofas *et al.*, 2011) se han citado 655 especies de moluscos, lo cual representa casi una tercera parte del total de especies conocidas para el Mediterráneo e indica la excepcional riqueza de la zona. Como ocurre para los demás grupos, la

fauna de moluscos de Alborán está fuertemente influenciada por la proximidad del Atlántico y por la corriente de agua superficial que forma el giro de Alborán. Por este motivo, se puede esperar en esta zona la presencia de especies que no se adentran mucho más en el Mediterráneo, mientras que hay especies propias de dicho mar que no se encuentran en Alborán. Aunque las distancias a las costas españolas y marroquíes no son grandes, existe un cierto número de especies conocidas solamente de la isla y que podrían ser endémicas de la misma.

A diferencia de los Poríferos, Cnidarios o Equinodermos, los moluscos no son conspicuos en el paisaje submarino y son muy pocos los que se pueden identificar en los transectos de vídeo. Eso se debe por un lado a que la mayoría de las especies son de pequeño tamaño, generalmente menos de 1 centímetro en su edad adulta y en muchos casos en el orden de magnitud de un milímetro, y por otro a los hábitos crípticos de muchas especies.

Se han hallado moluscos en todas las muestras estudiadas. Hasta el momento, se han encontrado en las muestras 4.331 ejemplares vivos pertenecientes a 191 especies, de las cuales una es un caudofoveado, 2 son solenogastros, 5 polioplacóforos, 128 gasterópodos, 51 bivalvos, 1 escafópodo y 4 cefalópodos. De ellos, 169 (88%) están identificados a nivel de especie, y los que no lo están en la mayoría de los casos es por tratarse de juveniles o ejemplares en mal estado que no se pueden asignar claramente a una especie. Solamente en dos casos (*Fusinus* sp. y *Solariella* sp.), se trata de especies que no se parecen a nada conocido y que requieren un estudio detallado para determinar si son nuevas para la ciencia.

Además de las especies encontradas en el muestreo bentónico, unas pocas especies se avistaron solamente en los transectos de vídeo. Una de ellas es un opistobranquio *Tethys fimbria* (Linnaeus, 1767) (Fig. 3.5.23), encontrado en el transecto Oceana Dive 72, en el que se filmó enterrándose en la arena y que no había sido citado previamente en la zona de estudio. El gasterópodo *Charonia lampas* (Linnaeus, 1758) (Fig. 3.5.24) se avistó en los fondos infralitorales de la isla (Oceana Dive 64) y también está citado en la zona.



**Figura 3.5.23.** Dos especies de opistobranquios de gran tamaño, *Marionia blainvillea* (izquierda; ROV16\_00729, 17h49, -110 m) y *Tethys fimbria* (derecha; Oceana Dive72\_10h45\_Tethys, -213 m); esta última sólo se avistó en los vídeos y no se han recolectado ejemplares en las muestras.



**Figura 3.5.24.** El gasterópodo *Charonia lampas* es una especie de gran tamaño que se alimenta exclusivamente de equinodermos (Oceana Dive\_64\_12h11\_Charonia1)

Las muestras del proyecto INDEMARES-Alborán contienen al menos 12 especies nuevas para la zona estudiada, a las que puede sumarse alguna de las pocas especies sin identificar a nivel específico. Sin embargo, la mayoría de las especies citadas en el trabajo de Peñas *et al.* (2006) proceden de redes de pesca o de residuos de explotación del coral rojo, sin localización más concreta que “Alborán, coralígeno, 80-200 m”, y sin discriminar entre ejemplares vivos y conchas muertas. Una aportación mayor de este estudio ha sido generar un conocimiento detallado de los hábitats de las especies recogidas, basándose en los ejemplares recogidos vivos. Evidentemente, las especies propias de los pisos supralitoral, mesolitoral e infralitoral, no muestreados en las campañas INDEMARES, no están representadas por ejemplares vivos en las muestras, aunque pueden encontrarse conchas.

Entre las especies halladas en las muestras que no estaban previamente citadas en la zona estudiada, destacan el caudofoveado *Falcidens guttuosus* (Kowalewsky, 1901), el gasterópodo *Nassarius denticulatus* (Adams A., 1852), el bivalvo *Anadara polii* (Mayer, 1868) y el escafópodo *Cadulus jeffreysi* (Monterosato, 1875). Llama la atención la escasa representación de los gasterópodos opistobranquios en el muestreo, la cual refleja probablemente el hecho de que las campañas se ha centrado en hábitats más profundos de la plataforma, mientras este grupo se encuentra principalmente en el piso infralitoral. Por otra parte, los nudibranquios son especialmente difíciles de identificar si no se estudian en vivo e intactos, y los métodos de muestreo no favorecen su hallazgo durante el triado inmediato a bordo del barco. Entre las 14 especies de gasterópodos opistobranquios identificadas hasta ahora (incluyendo a *Tethys fimbria* y *Marionia blainvillea*, filmadas en vídeo), cabe destacar a *Philine monterosati* Monterosato, 1874 (de momento identificada provisionalmente), *Gastropteron rubrum* (Rafinesque, 1814), *Tritonia nilsodhneri* (Marcus, 1983), *Phyllidia flava* Aradas, 1847, y *Thordisa filix* Pruvot-Fol, 1951, todas ellas citadas por primera vez en la zona estudiada. Todas estas especies, menos las dos últimas, estaban citadas en Andalucía (Gofas *et al.*, 2011), donde el nivel de conocimiento de la fauna de moluscos es bastante exhaustivo. Además, se encontraron ejemplares vivos del gasterópodo *Anatoma tenuisculpta* (Seguenza, 1877), ya conocido por ejemplares fósiles o subfósiles y que se documenta aquí por primera vez como miembro de la fauna actual del Mediterráneo. Una especie de nudibranquio del género *Taringa* se está estudiando detalladamente, pues podría ser nueva o, en todo caso, una nueva cita para la zona, ya que no se ha citado previamente ninguna especie de este género.

Entre los gasterópodos encontrados en Alborán, cabe destacar cuatro especies incluidas

en el Libro Rojo de Invertebrados de Andalucía con la categoría de "Vulnerable", también recogidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (Real Decreto 139/2011; convenios de Berna y de Barcelona, anexo II): *Schilderia achatidea* (Gray in Sowerby, 1837), que aparece en cuatro muestras (Fig. 3.5.25), *Erosaria spurca* (Linnaeus, 1758) (DR20), *Ranella olearium* (Linnaeus, 1758) (BV27) y *Charonia lampas* (Oceana Dive 64; Fig. 3.5.24). La isla de Alborán parece ser actualmente la zona española en la que se encuentra con más frecuencia la primera especie, que aparece en fondos de cascajo bioclástico profundo y en la roca profunda (entre 96 y 122 m).



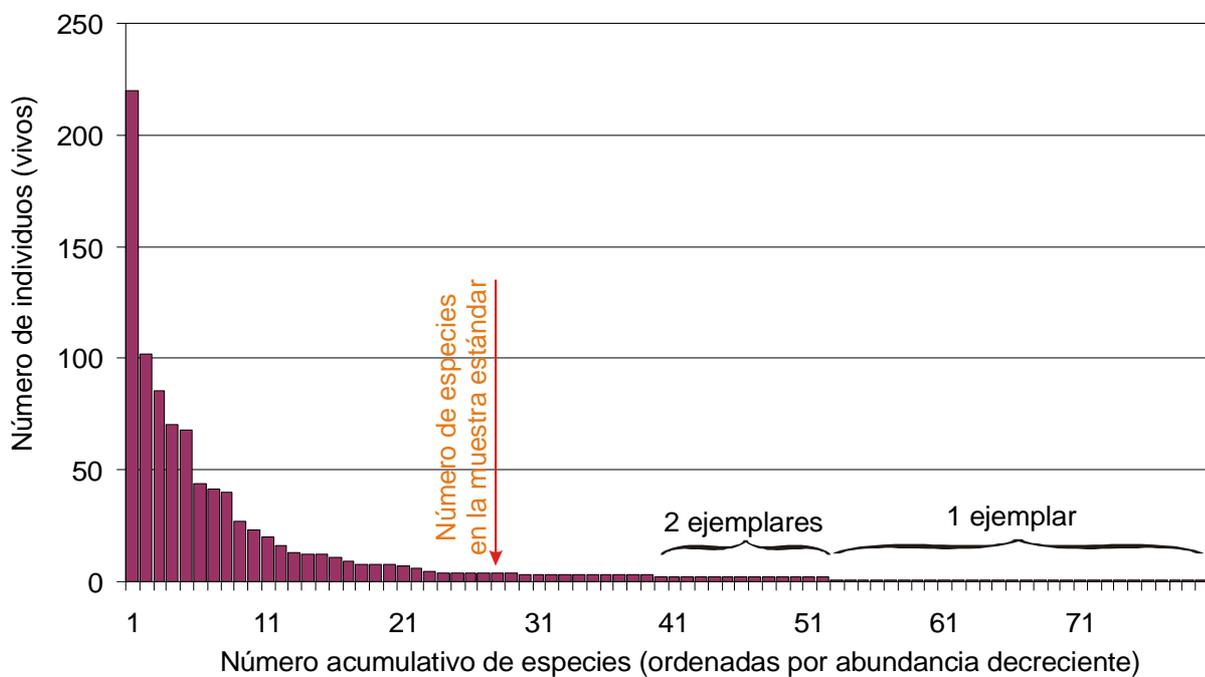
**Figura 3.5.25.** *Schilderia achatidea*, una especie de gasterópodo amenazada que parece frecuente en los fondos de cascajo bioclástico relativamente profundos de la plataforma de la isla de Alborán (BV27).

En los fondos de cascajo profundos, se hace notar la presencia de unas pocas especies comunes y de un número insólitamente elevado de especies raras. En la muestra BV21 se han triado 10 kg de sedimento, y el resultado es que la mitad de las especies están representadas por uno o dos ejemplares vivos (fig. 3.5.27). Estas especies raras pueden ser accidentales en estos fondos, y comunes en los hábitats que les corresponden, pero otras, como *Rugulina monterosatoi* Aartsen y Bogi, 1987, *Epitonium linctum* (de Boury y Monterosato, 1890), *Epitonium pseudonanum* Bouchet y Warén, 1986, *Strobiligera flammulata* Bouchet y Warén, 1993 (Fig. 3.5.26), *Cerithiopsis atalaya* Watson, 1885, *Cerithiopsis nofronii* Amati, 1987 y *Pseudobabylonella minima* (Reeve, 1856) (Fig. 3.5.26) son realmente raras y no aparecen con frecuencia en ningún otro hábitat.

Entre los hallazgos más interesantes cabe citar también varios ejemplares del bivalvo *Globivenus effossa* (Philippi, 1836) (DR03, DR07 y BV32), considerado como extremadamente raro; se ha caracterizado su hábitat, los fondos de rodolitos y cascajo entre 40 y 125 m.



**Figura 3.5.26.** *Strobiligera flammulata* (izquierda, familia Triphoridae) y *Pseudobabylonella minima* (derecha, familia Cancellariidae), son dos ejemplos de moluscos considerados como muy raros, que se encontraron en los fondos de cascajo profundo de Alborán.



**Figura 3.5.27.** Número de ejemplares vivos, ordenados por valores decrecientes, de las 80 especies encontradas en la muestra extendida BV21 (10 kg de sedimento). La mitad de las especies están representadas por 1 o 2 ejemplares y solamente 28 (de las que 5 no están representadas en la muestra extendida) fueron recogidas en la muestra estándar (aproximadamente, 1 kg de sedimento).

Muchas de las especies que se consideran habitualmente “raras” tienen una estrecha relación con un hospedador (parásitos o microdepredadores) o un sustrato biógeno muy particular, que a su vez es raro o está restringido a determinados hábitats. Los gasterópodos de las familias Eulimidae (parásitos de Equinodermos, de los que se han encontrado 10 especies), Cerithiopsidae (epibiontes de esponjas, 7 especies) y Triphoridae (también epibiontes de esponjas, 4), suelen tener un alto grado de especificidad para un hospedador concreto y su diversidad se beneficia de la presencia de muchas especies de equinodermos o esponjas que son habitualmente raras. Los gasterópodos del género *Lepetella* se hallan exclusivamente sobre tubos abandonados del poliqueto *Hyalinoecia*, y los del género *Addisonia* en cápsulas ovígeras de condrictios (pintarrojas), ambos recursos abundantes en los fondos de cascajo de la periferia de la plataforma; en realidad, estos moluscos acompañan en el hábitat a las especies que les proporcionan su sustrato (y alimento) obligado. Las gorgonias hospedan distintas especies del género *Simnia* (Fig. 3.5.28), una de las cuales está vinculada a *Callogorgia verticillata*, una gorgonia de fondos rocosos profundos.



**Figura 3.5.28.** Un gasterópodo del género *Simnia* sobre los pólipos de su hospedador, la gorgonia *Callogorgia verticillata*, hallada en el arrastre BV32 (122-125 m).

La mayoría de las especies de moluscos encontradas en Alborán tienen una distribución atlanto-mediterránea, y están presentes normalmente en el Mediterráneo y en el Atlántico ibero-marroquí o más allá de esta zona. Se han encontrado tres especies de afinidad biogeográfica tropical oeste-africana, cuya presencia es una de las señas características del mar de Alborán: *Mitrella pallaryi* (Dautzenberg, 1891) (BV17), *Nassarius denticulatus* (BV15 y BV17) y *Xenophora crispa* (Koenig, 1825) (BV14 y BV17).

Se ha encontrado también viva una especie de reciente descripción, *Trophonopsis alboranensis* (Smriglio, Mariottini y Bonfitto, 1997), que hasta la fecha no se ha encontrado fuera de la plataforma de Alborán (Fig. 3.5.29), por lo que probablemente es endémica de esta zona. Se ha precisado su hábitat, los fondos de cascajo biógeno profundo (BV21, BV30, entre 93 y 180 m), de los cuales es característica.



**Figura 3.5.29.** *Trophonopsis alboranensis* es un molusco gasterópodo sólo encontrado hasta ahora en la plataforma de Alborán.

Sin ser endémicas de Alborán, varias especies presentes en la plataforma no se adentran mucho en el Mediterráneo y tienen una distribución geográfica restringida a un pequeño sector ibero-marroquí, que puede incluir el estrecho de Gibraltar y/o algunas montañas submarinas situadas al suroeste de Portugal, como los bancos Gorringe, Ampère o Josephine. Sin embargo, más que a los endemismos en sí, el extraordinario interés faunístico de Alborán se debe a la confluencia de especies prevalentemente mediterráneas con otras aportadas por la corriente de agua superficial atlántica.

Varias especies de moluscos se pueden considerar características de los fondos de “maërl” o de rodolitos o de los fondos de cascajo biógeno profundo. Los moluscos de los fondos rocosos no han sido adecuadamente muestreados por las dragas y, además, las especies más características se encuentran más bien sobre animales sésiles como esponjas o cnidarios.

Los gasterópodos *Anatoma aspera* (Philippi, 1844), *Xenophora crispa*, *Schilderia achatidea*, *Trophonopsis alboranensis* y *Fusiturris similis* (Bivona y Bivona, 1838), así como los bivalvos *Bathyarca pectunculoides* (Scacchi, 1834), *Similipecten similis* (Laskey, 1811) y *Parvamussium fenestratum* (Forbes, 1844) (Fig. 3.5.30), entre otros, diferencian el cascajo profundo de los fondos rocosos coralígenos o de los fondos con rodolitos. La presencia de muchas especies raras, que parecen exclusivas de este hábitat, pone de manifiesto que su interés para la conservación está infravalorado (quizá por la connotación peyorativa del vocablo “cascajo”).

El gasterópodo *Bolma rugosa* (Linnaeus, 1767) y el bivalvo *Palliolum incomparabile* (Risso, 1826) son característicos de los fondos de “maërl”. El pequeño bivalvo *Gregariella semigranata* (Reeve, 1858) también predomina en los fondos de rodolitos, pero aparece también en los fondos de cascajo; en la muestra BV21 se recogieron más de 200 juveniles y ningún adulto, lo que indica que esta especie con larvas planctónicas de amplia dispersión se asienta, pero no prospera en los fondos de “maërl”.



**Figura 3.5.30.** El pequeño bivalvo *Parvamussium fenestratum* es una de las especies características de los fondos de cascajo profundo.

#### 3.5.4.9. Braquiópodos.

En una revisión reciente de los braquiópodos del Mediterráneo, Logan *et al.* (2004) incluyen 14 especies, considerando como una sola a las dos del género *Megerlia*. Templado *et al.* (2006) las mantienen como distintas, siguiendo la monografía de Álvarez *et al.* (2005), por lo que la fauna de braquiópodos del Mediterráneo se considera formada por 15 especies. Diez de ellas han sido citadas en la isla de Alborán y sus alrededores (Templado y Luque, 1986; Zabala *et al.*, 1986; Taddei Ruggiero, 1990; Templado *et al.*, 2006), lo que representa dos tercios de la diversidad total de este filo en el Mediterráneo.

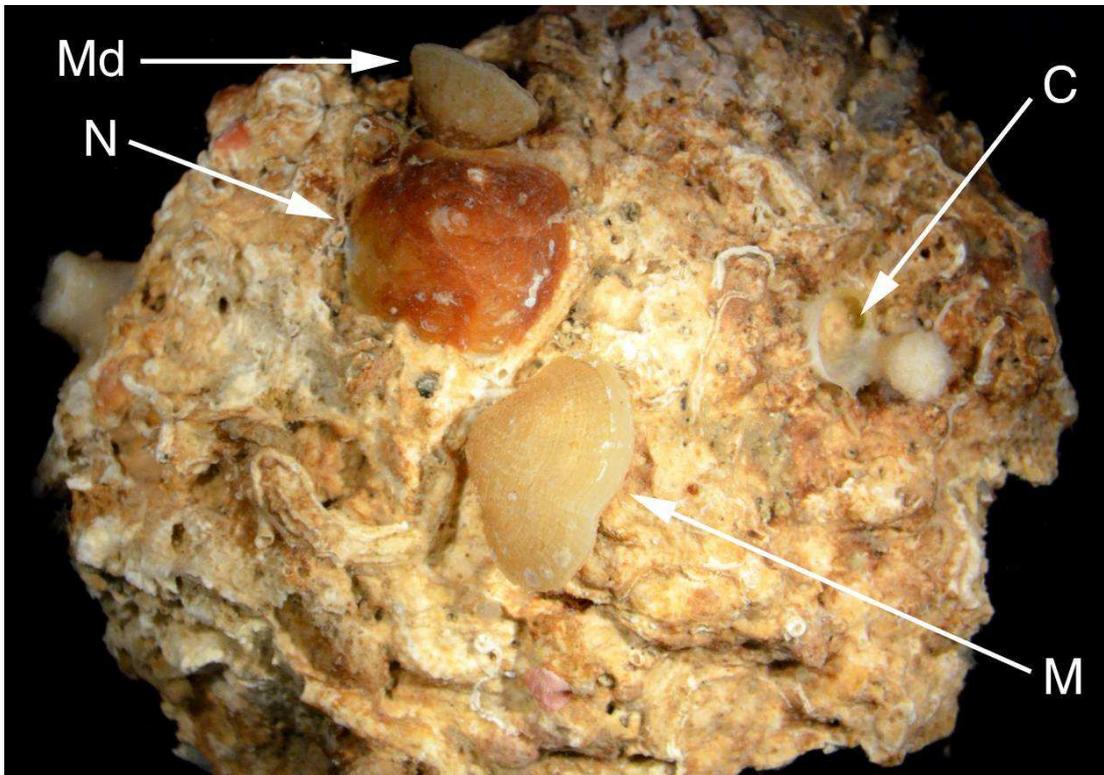
La mayoría de los braquiópodos se fijan sobre sustratos duros, o bien en grietas e intersticios de las concreciones coralígenas, a los que se adhieren cementándose sobre el sustrato o por medio de un pedúnculo.

Los braquiópodos pedunculados vivos encontrados en las muestras fueron separados del sustrato al que estaban adheridos cortando el pedúnculo y separándolo del sustrato, salvo en los casos en los que en un mismo fragmento de sustrato hubiese varias especies. En estos casos, se mantuvo su distribución original con el fin de no perder la información relativa a las asociaciones. Los no pedunculados se mantuvieron unidos al sustrato. La identificación se ha realizado mediante la monografía de Álvarez *et al.* (2005).

Hasta el momento de redactar este informe, se han identificado 347 ejemplares pertenecientes a cinco especies de braquiópodos: *Novocrania anomala* (Müller, 1776), *Terebratulina retusa* (Linnaeus, 1758), *Megathiris detruncata* (Gmelin, 1791), *Megerlia truncata* (Linnaeus, 1767) y *Argyrotheca cuneata* (Risso, 1826). Todas ellas se habían citado previamente en Alborán (Templado y Luque, 1986; Templado *et al.*, 2006).

De las 44 muestras estudiadas, 28 contenían al menos un braquiópodo. Los braquiópodos fueron especialmente abundantes (15 o más ejemplares) en las muestras de cascajo organógeno, como BV12 (19 ejemplares) o BV27 (27), y sobre rodolitos como BV16 (40), DR22 (24), DR39 (56) o DR40 (38). Las muestras con un mayor número de especies distintas (4) fueron BV13 y BV27 (ambas de cascajo organógeno, 95-99 m y 100-109 m, respectivamente) y DR44 (fondo rocoso, 135-152 m). La muestra DR36, aunque menos diversa que las anteriores (3 especies), presentaba en un espacio muy reducido una elevada diversidad

de braquiópodos; en un mismo fragmento rocoso se encontraron próximas hasta tres especies distintas (Fig. 3.5.31).



**Figura 3.5.31.** Tres especies distintas de braquiópodos sobre un mismo fragmento rocoso de 3,7 cm de diámetro máximo: *Novocrania anomala* (N), *Megerlia truncata* (M) y *Megathiris detruncata* (Md); a la derecha se observa una valva del bivalvo *Chama gryphoides* (C) (DR36, -89-102 m).

*Megathiris detruncata* resultó ser la especie más abundante (223 individuos; 64,2% del total), seguida por *Terebratulina retusa* (50, 14,4%), *Novocrania anomala* (31, 8,9%), *Megerlia truncata* (27, 7,79%) y *Argyrotheca cuneata* (16, 4,6%). Templado y Luque (1986) y Taddei Ruggiero *et al.* (2006) obtuvieron resultados similares respecto a la abundancia de estas especies en la zona estudiada.

*Megathiris detruncata* es una especie común en el Mediterráneo, especialmente entre 20 y 300 m de profundidad, que se encuentra sobre paredes y techos de cuevas, rocas y en concreciones coralígenas (Álvarez *et al.*, 2005). *Novocrania anomala* es una especie típica del Atlántico nororiental, que se encuentra también en el Mediterráneo entre 10 y 300 m, cementada en los mismos sustratos que la especie anterior (Álvarez *et al.*, 2005). *Terebratulina retusa* tiene una distribución casi mundial, que comprende el Mediterráneo occidental, donde vive en el talud continental adherida a fondos de cantos, bioclastos, corales y fragmentos de conchas (Álvarez *et al.*, 2005).

*Megerlia truncata* es también común en el Mediterráneo y típicamente batial (> 550 m), aunque también se encuentra a poca profundidad (Ballesteros, 2003; Logan *et al.*, 2004; Álvarez *et al.*, 2005). *Argyrotheca cuneata* es frecuente en las aguas mediterráneas poco profundas (10-366 m); se fija a cantos y rocas, en zonas parcialmente oscuras o en cuevas submarinas, en las que se encuentra tanto sobre las paredes como sobre el techo, y también en las concreciones coralígenas (Logan *et al.*, 2004; Álvarez *et al.*, 2005). *Novocrania anomala*,

*Argyrotheca cuneata* y *Megathyris detruncata* son las especies más comúnmente citadas para el coralígeno; *Megerlia truncata* es más típica de la zona batial y se encuentra más raramente en el coralígeno (Ballesteros, 2003, 2006). En el presente estudio, cabe destacar que *Argyrotheca cuneata* sólo ha sido hallada en los fondos de “maërl”.

En cuanto a su distribución geográfica (Zezina, 2008), *Megathyris detruncata* y *Megerlia truncata* son especies ampliamente repartidas en las regiones Lusitana, Mediterránea y Mauritana, que se encuentran desde Noruega hasta Canarias y Azores y Africa nororiental, y en el Mediterráneo. *Novocrania anomala* y *Terebratulina retusa* son especies noratlánticas, que se encuentran desde Islandia y Groenlandia y la costa americana noroccidental, hasta cabo Bojador en la costa norteafricana. *Argyrotheca cuneata* sólo se conoce en el Mediterráneo y las costas norteafricanas próximas.

#### 3.5.4.10. Equinodermos.

En el Mediterráneo, desde la zona litoral hasta la abisal y para todos los tipos de fondos, hay registradas 154 especies de equinodermos (Coll *et al.*, 2010), si bien este número se ha incrementado recientemente con la entrada de especies atlánticas por el estrecho de Gibraltar, como *Holothuria arguinensis* Koehler y Vaney, 1906 (González-Wangüemert y Borrero-Pérez, 2012), y de especies indopacíficas por el canal de Suez, como *Protoreaster nodosus* (Linnaeus, 1758) (Zenetos *et al.*, 2010). Los equinodermos presentan una mayor diversidad en las zonas costeras y en la plataforma continental que en las zonas profundas, sin embargo aunque están presentes en prácticamente todos los hábitats marinos, su diversidad suele ser menor que la de otros filos presentes en dichos hábitats (Iken *et al.*, 2010), como los moluscos o los anélidos poliquetos.

Hasta el momento de redactar este informe, se han identificado 1.054 ejemplares, pertenecientes a 40 especies de equinodermos (un crinoideo, 13 asteroideos, 11 ofiuroideos, 6 equinoideos y 6 holoturoideos), en todas las muestras y fondos estudiados (roca, coralígeno, maërl/rodolitos y cascajo organógeno). No se han encontrado fondos blandos arenosos o fangosos en la plataforma, salvo algunas pequeñas “calvas” entre los rodolitos, que se rellenan con restos de bioclastos de pequeñas dimensiones dando una apariencia arenosa. Los fondos de cascajo más profundos presentan un cierto aspecto enfangado, pero dicha capa superficial es muy tenue, siendo por tanto distintos de los fondos de cascajo enfangados batiales más profundos del talud continental. A esta lista habría que añadir *Astropartus mediterraneus* (Risso, 1826) (Fig. 3.5.32), un ofiuroideo que vive sobre las gorgonias de la comunidad coralígena, que ha sido filmado de forma reiterada por el ROV, pero no ha aparecido en las muestras tomadas con draga o bou de varas.

Templado *et al.* (2006) citan 50 especies de equinodermos en el entorno de la isla de Alborán, incluyendo la franja intermareal e infralitoral y parte del piso circalitoral de la isla. De estas 50 especies, 21 no se han encontrado en este estudio, por lo que el número de especies de equinodermos citados en la isla de Alborán se eleva a 61 especies, lo que supone un 39,6 % de la fauna mediterránea de equinodermos. Si se tiene en cuenta el limitado rango batimétrico muestreado (25-290 m) y de hábitats identificados, podemos considerar que la diversidad de equinodermos de la plataforma sumergida de la isla de Alborán es alta y supera con creces los datos previos sobre equinodermos del mar de Alborán (18 especies de equinodermos batiales, 3 de los cuales en el entorno de la isla (Sibuet, 1974), y 26 especies en el entorno de la isla (Pérez-Ruzafa y López-Ibor, 1988). El gradiente de diversidad del Mediterráneo de oeste a este, parece cumplirse también en los equinodermos; así, en una campaña italiana (MARCOS cruise)

realizada en la parte central del Mediterráneo, entre el sur de Sicilia y en torno a Malta, se recogieron e identificaron 27 especies de equinodermos, entre 13 y 819 m de profundidad (Mifsud *et al.*, 2009).



**Figura 3.5.32.** *Astropecten mediterraneus* sobre *Eunicella verrucosa* (ROV01\_00780, 12h13, -83 m).

La mayoría de las especies identificadas en la plataforma de Alborán (52 de las 61, 86,7%) tienen una distribución atlanto-mediterránea, mientras que para el conjunto de los equinodermos del Mediterráneo dicho porcentaje es del 68%. Este predominio de especies atlanto-mediterráneas está relacionado principalmente con la cercanía de la isla al estrecho de Gibraltar, a través del cual recibe un aporte continuo de larvas por la corriente atlántica superficial que llega hasta la isla.

Dos especies, *Astropecten mediterraneus* y *Amphipholis squamata* (delle Chiaje, 1829), están consideradas como cosmopolitas (Coll *et al.*, 2010). Sin embargo, estudios recientes sobre *A. squamata* parecen indicar la existencia de distintas especies crípticas a lo largo de su distribución geográfica (Sponer y Roy, 2002; Roy y Sponer, 2002).

La media de especies de fauna endémicas en el Mediterráneo es del 20,2%, aunque varía entre los distintos filos, siendo las esponjas las que presentan un mayor porcentaje de endemismos (48%), mientras que los equinodermos con 37 especies tienen un 24% de endemismos (Coll *et al.*, 2010). Entre las especies halladas en Alborán, sólo 5 están consideradas como endémicas del Mediterráneo: el asteroideo *Astropecten platyacanthus* (Philippi, 1837), el equinoideo *Psammechinus microtuberculatus* (Blainville, 1825), y las holoturias *Neocnus incubans* Cherbonnier, 1972, *Ocnus petiti* (Cherbonnier, 1958) y *Phyllophorus urna* Grube, 1840, lo que supone el 9,6% del total de especies de equinodermos del entorno de la isla de Alborán. Al contrario que con las especies atlanto-mediterráneas, el número de endemismos es inferior a la media de los equinodermos mediterráneos, que es del 24%, lo que en principio podría deberse a que las características del mar de Alborán son distintas de las del Mediterráneo central y oriental, considerándose una zona de transición.

Una de las características de muchas de las especies de equinodermos identificadas en la plataforma de Alborán es el hecho de ser consideradas como raras en el conjunto del Mediterráneo, como *Marginaster capreensis* (Gasco, 1876), especie abundante en los fondos de cascajo biógeno circalitoral (Fig. 3.5.33).



**Figura 3.5.33.** Ejemplar de *Marginaster capreensis*, colectado en fondo de cascajo biógeno (DR36).

A pesar de que su diversidad no es la mayor de entre los filos analizados, los equinodermos contribuyen de forma significativa a la caracterización de las comunidades. Así, entre los ofiuroides, *Ophiactis balli* (Thompson, 1840) es una especie característica de los rodolitos que constituyen los fondos de “maërl” que ocupan la plataforma de Alborán entre 40 y 90 m de profundidad (Fig. 3.5.34). Los individuos de esta especie ocupan las oquedades de estas formaciones calcáreas, llegando a representar el 60% de todos los equinodermos encontrados en este hábitat. El pequeño equinoideo *Genocidaris maculata* A. Agassiz, 1869 también es una especie dominante en los rodolitos, representando el 22,5% de los equinodermos.



**Figura 3.5.34.** Numerosos individuos de *Ophiactis balli* en el interior de un rodolito (BV41).

Los fondos rocosos constituyen un hábitat muy extendido en la plataforma de Alborán, aunque se distribuyen de forma dispersa a modo de pequeños arrecifes, que albergan a menos de 100 m una comunidad coralígena, o como roca profunda. Este hábitat es difícil de muestrear, por lo que gran parte de las especies características se han observado principalmente a través de las imágenes de ROV. En el piso circalitoral rocoso coralígeno, entre 40 y 100 m, se observa principalmente *Astrospartus mediterraneus* (Fig. 3.5.32) sobre distintas especies de gorgonias, mientras que en la roca profunda aparece frecuentemente el ofiuroido *Ophiacantha setosa* (Bruzelius, 1805) sobre la gorgonia *Callogorgia verticillata* (Fig. 3.5.35).



**Figura 3.5.35.** Dos ejemplares del ofiuroido *Ophiacantha setosa* sobre una colonia de *Callogorgia verticillata* (BV32).

Sobre los promontorios rocosos profundos se han observado con frecuencia ejemplares de los erizos *Gracilechinus acutus* (Lamarck, 1816) (Fig. 3.5.36) y *Cidaris cidaris* Linnaeus, 1758, aunque ambas especies se han visto también formando grupos en el cascajo biógeno adyacente a las rocas (Fig. 3.5.37).



**Figura 3.5.36.** Un ejemplar de *Gracilechinus acutus* sobre un promontorio rocoso (ROV01\_00783\_DSC00049, 12h24, -80 m).

Los fondos de cascajo biógeno constituyen uno de los hábitats de la plataforma de Alborán con mayor interés, ya que en él aparecen un elevado número de especies de equinodermos (32 de las 61 registradas en Alborán), muchas de las cuales son raras debido a sus bajas densidades de población y al hecho de vivir en fondos bioclásticos circalitorales o profundos, que son escasos en el conjunto del Mediterráneo. Entre las especies dominantes del cascajo destaca el asteroideo *Anseropoda placenta* (Pennant, 1777) que, con 102 ejemplares, constituye casi el 30% de los equinodermos de los fondos de cascajo. Además, esta especie se ha encontrado con un amplio rango de tallas, abundando las formas juveniles, algunas con sólo 4 surcos radiales. Otras especies abundantes en estos fondos han sido el pequeño erizo *Genocidaris maculata*, los asteroideos *Chaetaster longipes* (Retzius 1805) y *Marginaster capreensis*, y la holoturia *Parastichopus regalis* (Cuvier, 1817) (Fig. 3.5.38), que aparece frecuentemente en las muestras y en los videos del ROV, donde se pueden observar en grupos. Una de las características de la mayor parte de la fauna del cascajo es su pequeño tamaño y reducido número de individuos; así, en los listados aparecen 19 especies con dominancia inferior al 1% (entre 1 y 3 ejemplares).



**Figura 3.5.37.** Grupo de *Cidaris cidaris* sobre fondos de cascajo (ROV18\_00865b, 12h12, -172 m).

Las pequeñas holoturias se han encontrado mayoritariamente en los fondos de cascajo, sobre todo en la parte más somera, siendo *Stereoderma kirchsbergii* (Heller, 1868) la especie más abundante. *Phyllophorus urna* es la única especie endémica del Mediterráneo que se ha recogido durante este estudio, siendo su hábitat el cascajo biógeno.

Como resumen, los equinodermos registrados en la isla de Alborán y su plataforma sumergida representan el 39,6% de los equinodermos del Mediterráneo, por lo que se puede considerar la isla como un lugar de alta diversidad para este filo. La influencia atlántica en la fauna de equinodermos es muy acusada, y el porcentaje de especies endémicas muy bajo. Una buena parte de las especies encontradas se consideran raras, si bien este hecho puede estar relacionado más con la escasez de fondos duros profundos en el Mediterráneo que a la propia rareza de las especies.



**Figura 3.5.38.** Ejemplar de *Parastichopus regalis* sobre fondo de cascajo (ROV18\_00859b, 12h15, -152 m).

Los equinodermos contribuyen significativamente a la caracterización de las comunidades presentes en la zona estudiada. Por último, hay que destacar que muchas de las especies de equinodermos identificadas (al igual que las de otros grupos) aparecen en Alborán en la franja más somera de su rango batimétrico de distribución, lo cual puede ser debido a la temperatura o a la relativa turbidez de la columna de agua por la elevada producción de plancton, lo que disminuye la luminosidad creando ambientes más similares a los del talud; al mismo tiempo, la elevada productividad planctónica favorece la alta diversidad bentónica encontrada en la isla, principalmente de organismos filtradores, como los ofiuroideos entre los equinodermos.

### 3.5.5. Conclusiones.

En las muestras estudiadas total o parcialmente, se han identificado 17.099 ejemplares pertenecientes a 675 especies. Otras 15 especies no han aparecido en las muestras, pero se han identificado a través de las imágenes de vídeo obtenidas con el ROV, lo que eleva el número de especies identificadas hasta 690.

En la tabla 3.5.5 se resumen las principales aportaciones de este estudio. Las especies encontradas de los grupos estudiados representan algo más del 48% de la riqueza específica total conocida hasta la fecha en la isla de Alborán de esos grupos (1.429 especies, Templado *et al.*, 2006), lo que es de destacar, teniendo en cuenta que no se ha muestreado a profundidades inferiores a 25 m (pisos supralitoral, mesolitoral e infralitoral), en las que se concentra una buena parte de la diversidad bentónica, y no se han estudiado otras algas que las que constituyen los rodolitos.

Trece especies han resultado probablemente nuevas para la ciencia y se hallan en estudio de cara a su publicación, 10 representan nuevas citas para el mar Mediterráneo, y 193 se citan por primera vez en los fondos próximos a la isla de Alborán, lo que eleva el total de especies

conocidas en la zona algo más de un 15%, hasta un total de 1.645. El porcentaje de las especies encontradas en este estudio respecto a la biota total de Alborán (1.645) es de casi un 42%. Si se considera el número total de especies registradas para los grupos estudiados en la zona de Alborán (1.645) y en el Mediterráneo (6.089, Coll *et al.*, 2010), y se tiene en cuenta que en los fondos de Alborán faltan algunas de las comunidades más diversas del Mediterráneo, como las praderas de fanerógamas (especialmente, las de *Posidonia oceanica*), se concluye que en la reducida zona estudiada se encuentra algo más de la cuarta parte de la diversidad total del Mediterráneo en esos grupos. Ello pone de manifiesto la gran importancia de conservar adecuadamente la diversidad de los fondos de la isla de Alborán y de su plataforma insular.

Grupo	Número de especies citadas previamente en Alborán	Número de especies encontradas en este estudio	Número de posibles especies nuevas	Nuevas citas para el Mediterráneo	Nuevas citas para la zona estudiada	Total especies registradas en Alborán	Porcentaje de incremento de especies respecto a las registradas en la zona	Porcentaje respecto al total de especies registradas en Alborán	Número de especies registradas en el Mediterráneo	Porcentaje de especies en Alborán respecto al Mediterráneo
Algas*	219	21	0	1	4	224	2,28	9,38	657	34,09
Eponjas	183	85	2	5	15	205	12,02	41,46	681	30,10
Cnidarios (Hidrozoos)	19	40	0	2	22	43	126,32	93,02	457	9,41
Cnidarios (Antozoos)	72	41	0	1	7	80	11,11	51,25	164	48,78
Nemertinos	3	11	2	0	9	14	366,67	78,57	172	8,14
Anélidos Poliquetos	105	182	7	1	94	207	97,14	87,92	1122	18,45
Crustáceos Decápodos	114	52	0	0	9	123	7,89	42,28	383	32,11
Crustáceos Isópodos	24	16	1	0	8	33	37,50	48,48	165	20,00
Crustáceos Leptostráceos	0	2	0	0	2	2	100,00	100,00	6	33,33
Moluscos	630	194	1	0	12	643	2,06	30,17	2113	30,43
Braquiópodos	10	5	0	0	0	10	0,00	50,00	15	66,67
Equinodermos	50	41	0	0	11	61	22,00	67,21	154	39,61
<b>Total</b>	<b>1429</b>	<b>690</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>193</b>	<b>1645</b>	<b>15,12</b>	<b>41,95</b>	<b>6089</b>	<b>27,02</b>

**Tabla 3.5.5.** Número de especies de los grupos estudiados citadas previamente en la isla de Alborán y su plataforma (datos principalmente de Templado *et al.*, 2006) y número de especies encontradas en este estudio. Se desglosan las posibles especies nuevas, y las nuevas citas para el Mediterráneo y para la zona estudiada. Se indican así mismo el número total de especies registradas en Alborán tras el presente estudio, y el porcentaje de incremento de las especies encontradas respecto a las previamente registradas en la zona y al total de especies registradas en Alborán hasta el momento. Por último, se indica el número total de especies registradas de cada grupo en el Mediterráneo (según datos de Coll *et al.*, 2010) y el porcentaje que representan las especies de Alborán en relación con el total del Mediterráneo.



#### 4. Hábitats identificados y clasificación EUNIS.

En el presente capítulo se detallan las comunidades bentónicas presentes en el conjunto de la plataforma de Alborán, tanto las identificadas como resultado de las campañas INDEMARES-Alborán como las identificadas a partir de la información previa disponible (principalmente, la recopilación de Templado *et al.*, 2006). Estas últimas comunidades, más someras, corresponden a los pisos supralitoral, mediolitoral e infralitoral, siendo las más conocidas y estudiadas hasta la fecha. El presente proyecto se ha centrado en el estudio de la franja comprendida entre 50 y 200 m, de la que se disponía de mucha menos información. Las comunidades comprendidas en la franja estudiada se caracterizan en función de la información obtenida en este proyecto, complementada por la información previa disponible. Para cada comunidad se presenta y comenta su posible correspondencia con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea del Plan de Acción para el Mediterráneo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

##### 4.1. Comunidades de sustratos duros litorales.

###### Comunidad de la roca supralitoral.

Las especies animales más características en la roca supralitoral de la isla de Alborán son los gasterópodos *Melaraphe neritoides* y *Nodilittorina punctata*, el isópodo *Ligia italica*, el cirrípedo *Euraphia depressa* y el díptero *Fucellia maritima*. Todas estas especies son muy abundantes en la isla, con excepción de *Nodilittorina punctata*, que es rara.

#### EUNIS

B. Hábitats costeros.

B3. Acantilados, plataformas y costas rocosas, incluyendo el supralitoral.

A. Hábitats marinos.

A1. Roca litoral y otros sustratos duros.

A1.42. Comunidades de charcas rocosas en la zona supralitoral.

A1.421. Algas verdes (*Enteromorpha* spp. y *Cladophora* spp.) en charcas rocosas someras.

#### UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)

I. Supralitoral

I. 4. Fondos duros y rocas.

I. 4. 1. Biocenosis de la roca supralitoral.

#### LPRE

01	1	Piso supralitoral.
0101	2	Piso supralitoral rocoso.
010101	3	Roca supralitoral.
01010101	4	Charcas con algas verdes ( <i>Enteromorpha</i> spp. y <i>Cladophora</i> spp.) en roca supralitoral.
01010102	4	Charcos hipersalinos en el piso supralitoral rocoso con la cianofícea <i>Lyngbya</i> y el copépodo <i>Tigriopus</i> .
01010103	4	Roca supralitoral inferior de líquenes incrustantes ( <i>Verrucaria</i> ), cianobacterias y litorínidos ( <i>Melarhaphe neritoides</i> ).
0101010301	5	Roca supralitoral inferior de líquenes incrustantes ( <i>Verrucaria</i> ), cianobacterias, <i>Melarhaphe neritoides</i> y <i>Echinolittorina punctata</i> .

**Tabla 4.1.** Correspondencia de la comunidad de la roca supralitoral con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

Algunas otras especies, como la lapa *Patella rustica*, el caracol *Osilinus turbinatus* o el cangrejo mulata *Pachygrapsus marmoratus*, aunque suelen hallarse en niveles inferiores, pueden desplazarse al piso supralitoral cuando la insolación se atenúa y la humedad es elevada. *Patella rustica* suele situarse en superficies verticales o casi verticales en la transición entre los pisos supralitoral y mesolitoral.

### Comunidad de la roca mediolitoral.

El piso mediolitoral presenta una distribución en cinturones o estratos bien delimitados, constituidos por organismos sésiles, principalmente algas, crustáceos cirrípedos y gasterópodos verméticos. Recorriendo las plataformas de abrasión que se extienden desde el muelle de poniente hasta la cara norte de la isla aparecen las especies más resistentes a la desecación. Es muy representativo de este nivel el cirrípedo *Chthamalus stellatus* (que no forma aquí agrupaciones densas) junto a algas feofíceas y cianofíceas epilíticas y endolíticas. También está presente en este mismo nivel su congénere *C. montagui*, pero con una menor abundancia. Por debajo de la zona de *Chthamalus* suelen aparecer diversos cinturones de algas, por lo general poco definidos en el perímetro de la isla, con una combinación de especies típicas de estos niveles en el Mediterráneo, junto a otras más propias del Atlántico o del mar de Alborán. Existe también en el piso mesolitoral de Alborán una exigua población del percebe *Pollicipes pollicipes*, que suele encontrarse en grietas de las vertientes Norte y Este de la isla. Al igual que sucede en las costas del levante español o en las Baleares, no se aprecia en la isla el cinturón de la rodofícea *Rissoella verruculosa*, que caracteriza estos niveles en el Mediterráneo noroccidental. Por el contrario, ocupando su nivel, justo por debajo de la franja de cirrípedos, predominan otras rodofíceas, como *Nemalion helminthoides* y *Porphyra leucosticta*, sobre todo en las zonas más batidas por el oleaje y en el período estival. También están presentes en este nivel la feofícea incrustante *Mesospora macrocarpa*, muchas veces epizoica, y la rodofícea *Gelidium pusillum*.

En cuanto a la fauna, algunos gasterópodos son característicos de este nivel, como las lapas. *Patella rustica* es la que ocupa un nivel superior, mientras que *Patella ferruginea* (especie catalogada como "en peligro de extinción") se distribuye por debajo del cinturón de *Chthamalus stellatus* y cuenta con una pequeña población en la isla (364 es el máximo número de ejemplares que han llegado a censarse, según la "Estrategia de conservación de la lapa ferrugínea en España"). Por otro lado, en las vertientes oeste y sur de la isla (las más protegidas de los vientos de levante) es frecuente la falsa lapa *Siphonaria pectinata*. También es característico de estos niveles el burgao (*Osilinus turbinatus*).

En los niveles inferiores del piso mediolitoral, ya en el límite con el infralitoral, diversas algas como *Corallina elongata*, *Gelidium crinale* e *Hypnea musciformis* pueden recubrir casi totalmente el sustrato rocoso y formar diferentes facies. Algunas de estas algas presentan una aparición marcadamente estacional.

En el piso mediolitoral inferior hay que destacar la presencia de "cornisas" organógenas del gasterópodo sésil y gregario *Dendropoma petraeum* y del alga rodofícea incrustante *Neogoniolithon brassica-florida* (= *Spongites notarisii*). Dichas cornisas bordean las rocas delimitando el nivel medio del mar, y forman rebordes de hasta 15-20 cm alrededor de las rocas situadas en la plataforma de abrasión de la vertiente occidental de la isla, ribeteadas en su parte superior por un cinturón de la clorofícea tapizante *Codium adhaerens*. Por encima del nivel de *Dendropoma*, aparecen concreciones reticuladas dispersas del alga roja incrustante *Lithophyllum byssoides*.

En estos niveles son frecuentes las lapas *Patella ulyssiponensis* y *P. caerulea*, la primera con preferencia por áreas con un abigarrado recubrimiento de algas, mientras que la segunda suele aparecer en superficies más desprovistas de vegetación y puede extenderse al infralitoral superior. También en el mediolitoral es frecuente encontrar otros gasterópodos, como *Stramonita haemastoma* y *Conus mediterraneus*, este último entre los almohadillados de algas coralinas. En cuanto a la fauna de crustáceos, en la plataforma de abrasión son frecuentes los

cangrejos mulata (*Pachygrapsus maurus* y *P. marmoratus*), y el “cangrejo moro” o “cranca peluda” (*Eriphia verrucosa*). El quitón *Lepidochitona corrugata* es muy característico y siempre aparece en grietas y oquedades. En las charcas intermareales es frecuente además el tomate de mar, *Actinia equina*. Dicha especie se sitúa casi siempre en los lugares más umbríos.

Los microarrecifes de *Dendropoma* constituyen un hábitat adicional del piso mediolitoral inferior poblado por diversas especies. En los agujeros y pequeñas cavidades de estas formaciones organógenas pone sus huevos el blénido *Coryphoblennius galerita*, uno de los peces que mejor se adapta a la zona de batido de las olas. Asimismo, el laberinto de intersticios y cavidades alberga una rica fauna, compuesta sobre todo por pequeños anélidos poliquetos, anfípodos y otros crustáceos, bivalvos diminutos, como *Lasaea rubra*, y gasterópodos, como *Fossarus ambiguus*. Además, algunas especies son capaces de perforar estos microarrecifes calcáreos, que prefieren como sustrato frente a las duras rocas volcánicas de la isla, como es el caso del bivalvo *Myoforceps aristata*.

## EUNIS

### A. Hábitats marinos.

#### A1. Roca litoral y otros sustratos duros.

##### A1.1. Roca litoral de energía alta.

##### A1.13. Comunidades mediterráneas y del Mar Negro de la roca mediolitoral superior.

A1.132. Asociación con *Porphyra leucosticta*.

A1.133. Asociación con *Nemalion helminthoides* and *Rissoella verruculosa*.

##### A1.14. Comunidades del Mediterráneo y del Mar Negro de la roca mediolitoral inferior muy expuestas a la acción de las olas.

A1.142. Facies con *Pollicipes cornucopiae*.

##### A1.2. Roca litoral de energía moderada.

##### A1.23. Comunidades mediterráneas de la roca mediolitoral inferior moderadamente expuestas a la acción de las olas.

A1.231. Asociación con *Ceramium ciliatum* y *Corallina elongata*.

A1.232. Concreción de *Neogoniolithon brassica-florida*.

A1.233. Asociación con *Gelidium* spp.

A1.234. Charcas y cubetas a veces asociadas con vermétidos (enclave infralitoral).

##### A1.3. Roca litoral de energía baja.

##### A1.34. Comunidades mediterráneas de la roca mediolitoral inferior protegida de la acción de las olas.

A1.341. Asociación con *Enteromorpha compressa*.

##### A1.4. Comunidades especiales de la roca litoral

##### A1.41. Comunidades de charcas rocosas litorales.

A1.411. Charcas rocosas someras eulitorales dominadas por una capa de corallinales incrustantes.

A1.4111. Capa de corallinales incrustantes y *Corallina officinalis* en charcas rocosas someras eulitorales.

A1.4112. Capa de corallinales incrustantes y *Paracentrotus lividus* en charcas rocosas someras eulitorales.

A1.4114. *Cystoseira* spp. en charcas rocosas someras eulitorales.

## UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)

### II. Mediolitoral.

#### II. 4. Sustratos duros y rocas.

##### II. 4. 1. Biocenosis de la roca mediolitoral superior.

II. 4. 1. 2. Asociación con *Porphyra leucosticta*.

II. 4. 1. 3. Asociación con *Nemalion helminthoides* y *Rissoella verruculosa*.

- II. 4. 2. Biocenosis de la roca mediolitoral inferior.
- II. 4. 2. 8. Concreción de *Neogoniolithon brassica-florida*.
- II. 4. 2. 10. Charcas y cubetas a veces asociadas con vermétidos (enclave infralitoral).

**LPRE**

021	1	Piso mediolitoral.
0201	2	Piso mediolitoral rocoso y otros sustratos duros.
020101	3	Roca mediolitoral expuesta.
02010214	4	Horizonte de <i>Chthamalus</i> spp. sobre roca mediolitoral moderadamente expuesta.
02010216	4	Horizonte de <i>Ralfsia verrucosa</i> sobre roca mediolitoral moderadamente expuesta.
02010218	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Porphyra</i> spp.
02010222	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Nemalion helminthoides</i> .
02010223	4	Arrecife biógeno de <i>Dendropoma petraeum</i> sobre roca mediolitoral moderadamente expuesta.
02010226	4	Horizonte de <i>Neogoniolithon brassica-florida</i> y/o <i>Dendropoma petraeum</i> sobre roca mediolitoral moderadamente expuesta.
02010227	4	Horizonte de <i>Corallina elongata</i> sobre roca mediolitoral moderadamente expuesta.
02010230	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Actinia</i> spp.
02010232	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Scytosiphon lomentaria</i> .
02010234	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Gelidium pusillum</i> / <i>Gelidium crinale</i> .
02010235	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Hypnea musciformis</i> .
02010236	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Balanus perforatus</i> .

**Tabla 4.2.** Correspondencia de la comunidad de la roca mediolitoral con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

## 4.2. Comunidades de sustratos duros infralitorales.

### Comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente batido.

El piso infralitoral comienza con un cinturón denso y muy bien desarrollado del alga *Cystoseira tamariscifolia*, que presenta un recubrimiento de casi el 100% en la mayor parte del perímetro de la isla y del islote de las Morenas, entre el nivel medio del mar y unos 0,5 m de profundidad. Según Giaccone *et al.* (1994a, b), *C. tamariscifolia* caracteriza a esta comunidad en el estrecho de Messina, en la zona del mar de Alborán y del estrecho de Gibraltar y en las aguas atlánticas próximas. Se trata, por tanto, de un alga propia de aguas con influencia atlántica.

#### EUNIS

A. Hábitats marinos.

A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.

A3.1. Roca infralitoral atlántica y mediterránea de energía alta.

A3.13. Comunidades mediterráneas y pónicas de algas infralitorales muy expuestas a la acción de las olas.

A3.133. Facies con *Vermetus* spp.

A3.135. Asociación con *Corallina elongata* y *Herposiphonia secunda*.

A3.136. Asociación mediterránea y pónica con *Corallina officinalis*.

A3.15. Comunidades de algas frondosas, distintas de las laminariales.

A3.151. *Cystoseira* spp. sobre sustratos duros y rocas infralitorales.

#### UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)

III. Infralitoral.

III. 6. Sustratos duros y rocas.

III. 6. 1. Biocenosis de las algas infralitorales.

#### LPRE

03	1	Pisos Infralitoral y circalitoral.
0301	2	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
030101	3	Roca infralitoral superior expuesta.
03010221	4	Roca infralitoral superficial de modo batido, bien iluminada, con fucales.
0301022103	5	Roca infralitoral superficial de modo batido bien iluminada, con <i>Cystoseira tamariscifolia</i> .
03010222	4	Roca infralitoral superficial de modo batido, bien iluminada, sin fucales.
0301022202	5	Roca infralitoral superficial de modo batido, bien iluminada, sin fucales con <i>Corallina elongata</i> .
0301022203	5	Roca infralitoral superficial de modo batido, bien iluminada, sin fucales con algas coralinaáceas y <i>Crambe crambe</i> .
0301022207	5	Roca infralitoral superficial de modo batido, bien iluminada, sin fucales con <i>Mesophyllum alternans</i> .

**Tabla 4.3.** Correspondencia de la comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente batido con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

El estrato basal incrustante de los bosques de *C. tamariscifolia* suele estar dominado por el alga coralina *Mesophyllum alternans*, en las zonas de mayor cobertura, o por *Lithophyllum incrustans* en los lugares con menor recubrimiento. La flora epifita del alga dominante comprende diversas especies, más abundantes durante el periodo estival. Asimismo, en estas comunidades existe una rica comunidad de pequeños animales móviles, principalmente poliquetos y crustáceos (decápodos, anfípodos e isópodos). Entre los moluscos destacan el

gasterópodo *Fissurella nubecula*, en el estrato basal, y el bivalvo *Musculus costulatus* entre los frondes del alga. Entre la espesura vegetal se ha encontrado también el pez *Clinitrachus argentatus*.

En los ambientes superficiales de luz atenuada predominan las rodofíceas *Corallina elongata* y *Plocamium cartilagineum* y la clorofícea *Valonia utricularis*.

### Comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente protegido

Otras algas sustituyen a *C. tamariscifolia* en pequeños enclaves más protegidos de la acción del oleaje en los niveles superiores del piso infralitoral, como *Cystoseira compressa* y *Gelidium latifolium*, en ocasiones acompañadas de *Cystoseira balearica*, *C. sauvageauana*, *C. elegans* o *C. foeniculacea*. En zonas con menor iluminación está presente *Sargassum vulgare*.

Bajo las piedras, en el piso infralitoral superior, son frecuentes las estrellas de mar *Asterina gibbosa* y *Coscinasterias tenuispina*, el pequeño erizo *Arbaciella elegans* (considerados actualmente juveniles de *Arbacia lixula*), las ofiuras *Amphipholis squamata*, *Ophiotrix fragilis* y *Ophioderma longicaudum*. Otras especies típicas del ambiente infralapidícola son los bivalvos *Chama gryphoides* y *Cardita calyculata*, los poliplacóforos *Chiton olivaceus* y *Acanthochitona fascicularis*, la oreja de mar *Haliotis tuberculata*, los opistobranquios *Chromodoris purpurea*, *Berthellina edwardsii*, *Discodoris maculosa* y *Aldisa smaragdina*, o los decápodos *Pisidia longicornis* y *Porcellana platycheles*.

**EUNIS**

A. Hábitats marinos.

A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.

A3.2. Roca infralitoral atlántica y mediterránea de energía moderada.

A3.23. Comunidades mediterráneas y pónicas de algas infralitorales moderadamente expuestas a la acción de las olas

A3.239. Asociación con *Cystoseira brachycarpa*.

A3.23C. Asociación con *Cystoseira sauvageauana*.

A3.23E. Asociación con *Sargassum vulgare*.

A3.23F. Asociación con *Dictyopteris polypodioides*.

A3.23G. Asociación con *Colpomenia sinuosa*.

**UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)**

III. Infralitoral.

III. 6. Sustratos duros y rocas.

III. 6. 1. Biocenosis de las algas infralitorales.

III. 6. 1. 2. Asociación con *Cystoseira amentacea* (var. *amentacea*, var. *stricta*, var. *spicata*).

III. 6. 1. 3. Facies con vermétidos.

III. 6. 1. 6. Asociación con *Corallina officinalis*.

III. 6. 1. 15. Asociación con *Cystoseira brachycarpa*.

III. 6. 1. 18. Asociación con *Cystoseira sauvageauana*.

III. 6. 1. 20. Asociación con *Sargassum vulgare*.

III. 6. 1. 21. Asociación con *Dictyopteris polypodioides*.

III. 6. 1. 22. Asociación con *Colpomenia sinuosa*.

III. 6. 1. 23. Asociación con *Stypocaulon scoparium* (= *Halopteris scoparia*).

III. 6. 1. 25. Asociación con *Cystoseira compressa*.

**LPRE**

03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0301	2	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
030103	3	Roca infralitoral superior protegida.
03010209	4	Ambiente infralapidícola en roca infralitoral superior moderadamente expuesta
03010305	4	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con fucas.
0301030504	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con <i>Cystoseira brachycarpa</i> v. <i>balearica</i>
0301030506	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con <i>Cystoseira foeniculacea</i> .
0301030507	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con <i>Cystoseira sauvageauana</i> .
0301030508	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con <i>Cystoseira compressa</i> .
0301030509	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con <i>Cystoseira elegans</i> .
0301030511	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con <i>Sargassum vulgare</i> .
03010306	4	Roca infralitoral de modo muy calmo, bien iluminada, con fucas.
0301030601	5	Roca infralitoral de modo muy calmo, bien iluminada, con <i>Cystoseira barbata</i> / <i>Cystoseira foeniculacea</i> v. <i>tenuiramosa</i> .

**Tabla 4.4.** Correspondencia de la comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente protegido con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

### Comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente batido con erizos (blanquizales).

Por debajo de estas formaciones de algas superficiales se extienden extensos fondos rocosos someros con muy poca pendiente, formados por crestas rocosas paralelas a la costa, que sobresalen dando lugar a extraplomos. Aquí, la comunidad de *Cystoseira tamariscifolia* es sustituida por la de su congénere *C. nodicaulis* (nombrada a veces como *C. gibraltaria*). Este alga aparece entre 3 y 4 metros de profundidad y se extiende hasta algo más de 10 m. En estos fondos someros, las lajas de roca volcánica forman numerosas cubetas alargadas que están dominadas por poblaciones muy densas del erizo de mar común, *Paracentrotus lividus*. En estos lugares, la cobertura vegetal casi desaparece por la acción de los erizos, dando lugar a un tipo muy particular de poblamiento bentónico denominado “blanquizal” (“coralline barren”). En estos fondos superficiales es frecuente que *P. lividus* aparezca acompañado de *Arbacia lixula*, erizo de color negro intenso, que en ningún caso alcanza densidades tan altas como la especie anterior y que suele situarse en las zonas más expuestas al oleaje, como las crestas rocosas. Por otro lado, *Sphaerechinus granularis*, otro erizo muy frecuente en la zona, suele reemplazar a *P. lividus* en fondos más profundos, aunque existen zonas de solapamiento en la distribución de ambas especies. A pesar de que *S. granularis* es muy frecuente en esta zona, sobre todo a partir de 15-20 m y se extiende también a los fondos coralígenos hasta 70-80 m, nunca llega a alcanzar grandes densidades.

En las grietas y cavidades de estos fondos es también muy abundante la anémona común (*Anemonia viridis*) y, asimismo, están bien representados otros actiniarios, como *Aiptasia mutabilis*, *Cereus pedunculatus*, *Phymanthus pulcher* y *Corynactis viridis*. El madreporario solitario *Balanophyllia regia* y el balano *Balanus perforatus* son también muy frecuentes en estos fondos desnudos. También se han encontrado algunas colonias del madreporario colonial *Oculina patagonica*, sobre las que se ha observado el cirrípedo *Megatrema anglicum*. Por otro lado, es destacable la presencia de densas poblaciones en el suroeste de la isla del pequeño holoturioideo *Neocnus incubans*.

**EUNIS**

A. Hábitats marinos.

A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.

A3.1. Roca infralitoral atlántica y mediterránea de energía alta.

A3.13. Comunidades mediterráneas y pónicas de algas infralitorales muy expuestas a la acción de las olas.

A3.131. Facies con sobrepastoreo, algas incrustantes y erizos de mar.

A3.14. Comunidades de algas incrustantes.

**UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)**

III. Infralitoral.

III. 6. Sustratos duros y rocas.

III. 6. 1. Biocenosis de las algas infralitorales.

III. 6. 1. 1. Facies con sobrepastoreo, algas incrustantes y erizos de mar.

**LPRE**

03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0301	2	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
030103	3	Roca infralitoral superior protegida.
03010309	4	Blanquizales en roca infralitoral superior protegida.
0301030901	5	Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con <i>Lithophyllum incrustans</i> .
0301030902	5	Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con <i>Neogoniolithon brassica-florida/Pseudolithoderma adriaticum</i> .
0301030903	5	Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con <i>Oculina patagonica</i> y/o concreciones infralitorales de <i>Dendropoma petraeum</i> .
0301030904	5	Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con <i>Anemonia sulcata</i> .

**Tabla 4.5.** Correspondencia de la comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente batido con erizos (blanquizales) con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

**Comunidad de algas hemiesciáfilas infralitorales en ambiente calmo.**

En algunos enclaves protegidos del oleaje, como en el canal de las Morenas, entre el islote de las Nubes y la isla de Alborán, se hallan amplios recubrimientos de las algas pardas *Halopteris filicina* y *Stypocaulon scoparium*. Asimismo, repartidas en enclaves de escasa superficie, hasta unos 12 m, proliferan otras feofíceas de tamaño medio y pocas exigencias ecológicas, como *Cladostephus spongiosus*, *Dictyota linearis*, *Dictyota dichotoma*, *Dictyopteris polypodioides*, *Zonaria tournefortii*, o las rodofíceas *Asparagopsis armata* y *Sphaerococcus coronopifolius*, especie que llega a mayores profundidades, Sin embargo, este tipo de comunidades propias de aguas calmadas son escasas en el entorno insular, muy expuesto, en su conjunto, a un hidrodinamismo intenso.

La anémona común (*Anemonia viridis*) llega a formar densas poblaciones en amplias cubetas con aguas encalmadas entre 1 y 15 m, sobre todo en la vertiente norte de la isla, acompañadas de algunas de las feofíceas citadas y con una cierta escasez de vida animal que resulta llamativa.

**EUNIS**

A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.

A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.

A3.2. Roca infralitoral atlántica y mediterránea de energía moderada.

A3.23. Comunidades mediterráneas y pónticas de algas infralitorales moderadamente expuestas a la acción de las olas.

A3.23F. Asociación con *Dictyopteris polypodioides*.

**UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)**

III. Infralitoral.

III. 6. Sustratos duros y rocas.

III. 6. 1. Biocenosis de las algas infralitorales.

III. 6. 1. 21. Asociación con *Dictyopteris polypodioides*

III. 6. 1. 23. Asociación con *Stypocaulon scoparium* (= *Halopteris scoparia*).

**LPRE**

03 1 Pisos infralitoral y circalitoral.

0301 2 Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.

030103 3 Roca infralitoral superior protegida.

03010307 4 Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucas.

0301030705 5 Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucas, con *Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus*.

**Tabla 4.6.** Correspondencia de la comunidad de algas hemiesciáfilas infralitorales en ambiente calmo con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

**Comunidad de algas hemiesciáfilas infralitorales de ambiente batido.**

A partir de unos 15 m de profundidad, los fondos rocosos están cubiertos casi en su totalidad por una comunidad de algas dominada por otra especie del género *Cystoseira*, también de origen atlántico. Se trata de *Cystoseira usneoides*, feófito de gran porte (hasta algo más de 1 m de altura en esta zona) y de fuerte carácter estacional, cuyos frondes se desarrollan en primavera, permanecen durante el verano y se pierden en otoño. Esta alga es acompañada por otras muchas de menor porte que forman el estrato arbustivo, como *Zonaria tournefortii*, *Halopteris filicina*, *Colpomenia sinuosa*, *Ulva olivascens*, *Codium bursa*, *Asparagopsis armata*, *Arthrocladia villosa*, *Taonia atomaria*, *Spatoglossum solieri*, *Kallymenia* spp. o *Phyllophora heredia*. El recubrimiento vegetal del sustrato en estos fondos es cercano al 100%. El estrato basal está formado por algas esciáfilas (*Peyssonnelia* spp., *Zanardinia prototypus* y *Chondracanthus acicularis*), mientras que el estrato incrustante lo componen mayoritariamente las algas rojas coralínáceas *Mesophyllum alternans* y *Neogoniolithon mamillosum*. Por otro lado, es notoria la escasez de algas epifitas que crecen sobre la especie dominante, en comparación con otras del género *Cystoseira*.

**EUNIS**

- A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.
- A4. Roca circalitoral y otros sustratos duros.
  - A4.2. Roca circalitoral atlántica y mediterránea de moderada energía.
    - A4.26. Comunidades coralígenas mediterráneas moderadamente expuesta a la acción hidrodinámica.
      - A4.262. Asociación con *Cystoseira usneoides*.
      - A4.266. Asociación con *Mesophyllum lichenoides*.

**UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)**

- III. Infralitoral.
  - III. 6. Sustratos duros y rocas.
    - III. 6. 1. Biocenosis de las algas infralitorales.
      - III. 6. 1. 22. Asociación con *Colpomenia sinuosa*.
- IV. Circalitoral.
  - IV. 3. Sustratos duros y rocas.
    - IV. 3. 1. Biocenosis coralígena.
      - IV. 3. 1. 2. Asociación con *Cystoseira usneoides*.
      - IV. 3. 1. 6. Asociación con *Mesophyllum lichenoides*.

**LPRE**

03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0301	2	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
030104	3	Roca infralitoral inferior.
03010413	4	Roca infralitoral medianamente iluminada, con fucales.
0301041303	5	Roca infralitoral medianamente iluminada con <i>Cystoseira usneoides</i> / <i>Saccorhiza polyschides</i> / <i>Laminaria ochroleuca</i> .

**Tabla 4.7.** Correspondencia de la comunidad de algas hemiesciáfilas infralitorales de ambiente batido con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

La densidad del erizo *P. lividus* en estos niveles batimétricos es ya muy baja y el erizo dominante es *Sphaerechinus granularis*. Otro erizo de mar presente en estas comunidades de

algas es *Psammechinus miliaris*, de tamaño notablemente inferior al de la especie anterior.

Entre la fauna de estos fondos son frecuentes la nacra de roca (*Pinna rudis*), bivalvo que suele hallarse encajado entre las rocas, y el gran gasterópodo *Charonia lampas* (ambas especies figuran en el Anexo II del Convenio de Barcelona y la segunda está incluida en el Catálogo Español de Especies Amenazadas), así como la presa preferida por este último, la estrella roja *Echinaster sepositus*.

Otra serie de especies bastante conspicuas y frecuentes en estas cotas batimétricas, aunque sin mostrar una marcada tendencia por un hábitat determinado, son, entre otras, el poliqueto tubícola *Sabella spallanzanii* (espirógrafo), el equiúrdo *Bonellia viridis*, o las grandes estrellas de mar *Marthasterias glacialis* y *Ophidiaster ophidianus* (especie de origen africano incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona).

**Comunidad de algas esciáfilas infralitorales.**

En zonas más protegidas de la luz de este mismo rango batimétrico existen densos recubrimientos de las rodofíceas *Sphaerococcus coronopifolius*, *Kallymenia requienii* y *Peyssonnelia squamaria*. En estos ambientes umbríos el sustrato puede estar dominado por animales sésiles filtradores, entre los que destaca el madreporario *Astroides calycularis* (incluido en el Anexo II del Convenio de Barcelona y en el Catálogo Español de Especies Amenazadas), que puede encontrarse también en extraplomos y paredes umbrías de los fondos superficiales que circundan la isla, sobre todo en su cara norte. Otros cnidarios característicos de los ambientes umbríos infralitorales son el madreporario solitario *Leptosammia pruvoti* (de intenso color amarillo) y, en los bordes de los extraplomos, el alcionáceo *Alcyonium acaule*, que presenta un morfotipo muy particular en estos fondos (pequeño, sin ramificaciones y de color violeta). En este hábitat esciáfilo se encuentran, asimismo, numerosas esponjas (*Petrosia ficiformis*, *Chondrosia reniformis*, *Clathrina clathrus*, *Spirastrella*, *cunctatrix*, *Clathrina coriacea*, *Agelas oroides*, *Crambe crambe*, *Leuconia solida*), briozoos, entre los que destacan *Myriapora truncata* (falso coral) y *Schizomavella mamillata*, y diversos gasterópodos, como el nudibranquio *Hypselodoris villafranca*, que se alimenta principalmente de la esponja *Dysidea fragilis*, y las porcelanas *Erosaria spurca* y *Luria lurida* (ambas incluidas en el Anexo II del Convenio de Barcelona), entre otras muchas especies.

**EUNIS**

A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.

A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.

A3.2. Roca infralitoral atlántica y mediterránea de energía moderada.

A3.23. Comunidades mediterráneas y pónicas de algas infralitorales moderadamente expuestas a la acción de las olas.

A3.23I. Facies con *Astroides calycularis*.

**UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)**

III. Infralitoral.

III. 6. Sustratos duros y rocas.

III. 6. 1. Biocenosis de las algas infralitorales.

III. 6. 1. 31. Facies con *Astroides calycularis*

**LPRE**

03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0301	2	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
030104	3	Roca infralitoral inferior.
03010416	4	Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados.
0301041610	5	Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados, con <i>Astroides calycularis</i> .
03010223	4	Roca infralitoral superficial de modo batido, escasamente iluminada.
0301022305	5	Roca infralitoral superficial de modo batido, escasamente iluminada, con <i>Astroides calycularis</i> .

**Tabla 4.8.** Correspondencia de la comunidad de algas esciáfilas infralitorales con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

**4.3. Comunidades de sustratos sedimentarios infralitorales.**

Los fondos de sustratos sedimentarios ocupan pequeñas extensiones en los niveles batimétricos infralitorales que rodean la isla de Alborán. Están constituidos por arenas relativamente gruesas y limpias de fango, que rellenan cubetas y depresiones de los fondos rocosos.

**Comunidad de arenas y gravas afectadas por corrientes de fondo.**

Se trata de una comunidad más propia de los fondos detríticos, donde son frecuentes los cnidarios *Veretillum cynomorium*, *Paralcyonium spinulosum* o *Cavernularia* sp., el erizo irregular *Spatangus purpureus*, la esponja *Ciocalypta penicillus*, el gasterópodo *Turritella turbona* y la concha fina (*Callista chione*), que es rara en Alborán. En estos fondos aparecen con mucha frecuencia las algas *Sporochnus pedunculatus*, *Arthrocladia villosa* y *Carpomitra costata*.

<b>EUNIS</b>		
A5. Sedimento sublitoral.		
A5.1. Sedimento grueso sublitoral.		
A5.14. Sedimento grueso circalitoral.		
A5.142. Arena gruesa o grava circalitoral con <i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Lumbrineris</i> spp. y bivalvos venéridos.		
A5.145. Arena gruesa circalitoral con grava conchífera y <i>Branchiostoma lanceolatum</i> .		
<b>UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)</b>		
III. Infralitoral.		
III. 3. Arenas gruesas con más o menos fango.		
III.3.2. Biocenosis de arenas gruesas y gravas finas bajo la influencia de corrientes de fondo (también en el circalitoral bajo el epígrafe IV.2.4, presente en localidades con condiciones hidrodinámicas particulares, como los estrechos).		
<b>LPRE</b>		
03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0304	2	Pisos Infralitoral y circalitoral sedimentarios.
030401	3	Cantos y gravas infralitorales y circalitorales.
03040106	4	Fondos circalitorales de gravas y conchas con <i>Branchiostoma lanceolatum</i> .
03040120	4	Arenas gruesas y gravas infralitorales afectadas por corrientes de fondo.
0304012001	5	Arenas gruesas y gravas infralitorales afectadas por corrientes de fondo con <i>Veretillum cynomorium</i> .
0304012002	5	Arenas gruesas y gravas infralitorales afectadas por corrientes de fondo con <i>Paralcyonium spinulosum</i> .
0304012003	5	Arenas gruesas y gravas infralitorales afectadas por corrientes de fondo con <i>Cavernularia</i> sp.

**Tabla 4.10.** Correspondencia de la comunidad de arenas y gravas afectadas por corrientes de fondo con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

#### 4.4. Comunidades de sustratos duros circalitorales.

##### Comunidad de algas laminariales.

No se ha estudiado ninguna muestra de esta comunidad (con excepción de la DR20, en la que apareció *Laminaria ochroleuca* asociada a rodolitos), aunque ha quedado ampliamente registrada en los vídeos obtenidos con el ROV y vídeo suspendido, y los previos obtenidos por OCEANA (Figs. 4.4, 4.5). Flores *et al.* (2004) y Templado *et al.* (2006) aportan una amplia información sobre esta comunidad en Andalucía y, más concretamente, en Alborán, que se resume a continuación.

A partir de unos 25 m de profundidad comienza a disminuir la densidad de *Cystoseira usneoides*, a la vez que empiezan a aparecer las grandes algas laminariales (de los géneros *Saccorhiza*, *Laminaria* y *Phyllariopsis*), cuyo máximo desarrollo se produce por debajo de los 30-35 m.

En los niveles superiores (en torno a los 25-30 m) de los bosques de laminarias predomina *Saccorhiza polyschides*. El estrato arbustivo está formado por diversas algas, principalmente *Cystoseira usneoides* y *Zonaria tournefortii*, que enseguida son reemplazadas por otras especies más esciáfilas, entre las que destaca *Faucheia repens*, junto a *Spatoglossum solierii*, *Botrycladia botryoides*, *Sphaerococcus coronopifolius*, *Cladophora prolifera*, *Peyssonnelia rosa-marina*, *Peyssonnelia squamaria* y *Flabellia petiolata*. Asimismo, en los calveros existentes en estos bosques o en lugares con una densidad más baja de laminarias, aparecen ejemplares aislados de las dos especies del género *Phyllariopsis*, *P. purpurascens* y *P. brevipes*. También se han detectado en estos fondos con fuertes corrientes algunas otras algas de origen atlántico, como *Desmarestia dresnayi*. Con la profundidad, la densidad de estos bosques aumenta hasta quedar constituidos mayoritariamente por *Laminaria ochroleuca* (Figs. 4.4. y 4.5), mientras que el componente vegetal restante queda reducido a algas rojas incrustantes (principalmente *Lithophyllum stictaeforme* y *Lithothamnion philippii*) que recubren el sustrato.

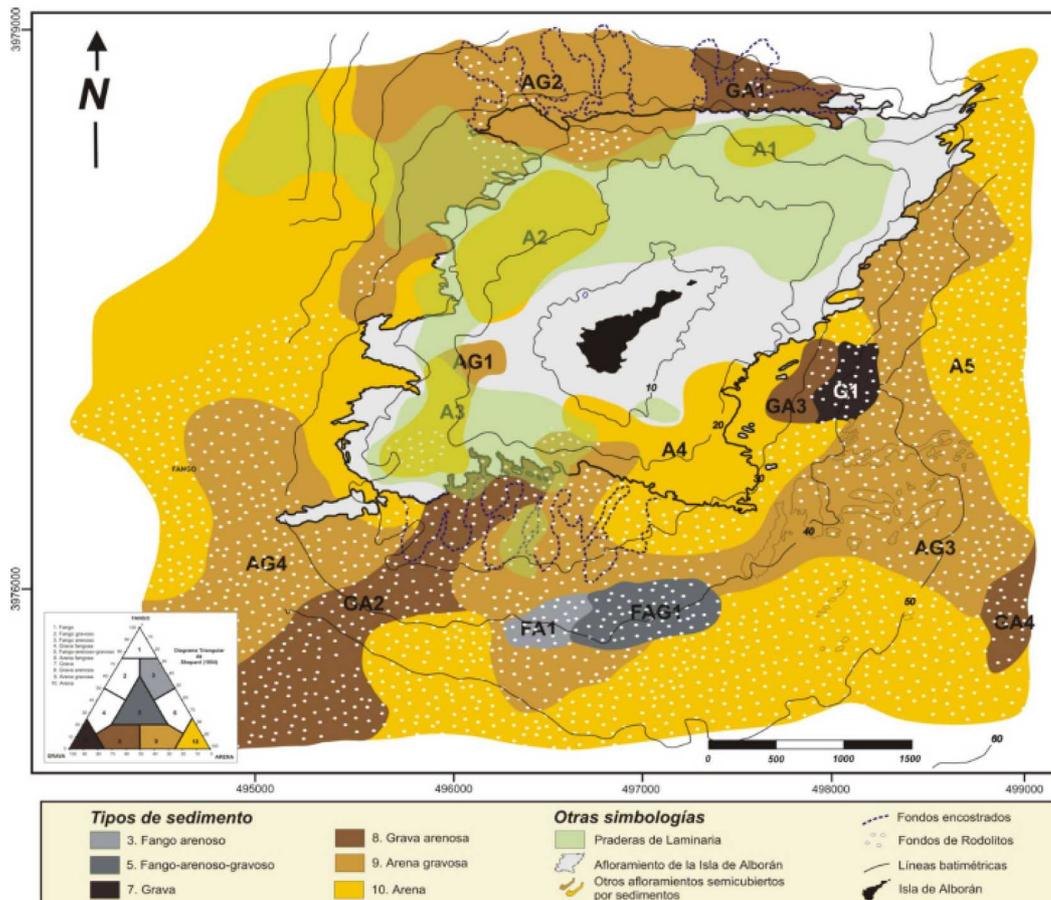
El estrato arbustivo pasa a estar constituido mayoritariamente por animales sésiles filtradores, como numerosas gorgonias (*Eunicella verrucosa*, *E. gazella*, *E. labiata*, *Leptogorgia lusitanica*), los poliquetos tubícolas *Serpula vermicularis* y *Protula intestinum*, los antozoos *Alcyonium acaule* y *Parerythropodium coralloides* (esta última especie creciendo normalmente sobre las gorgonias), los hidroideos *Nemertesia antennina* y *Aglaophenia* sp., diversos briozoos erectos de colonias ramificadas (*Myriapora truncata*, *Fron dipora verrucosa*, *Pentapora fascialis*), las ascidias *Rhopalaea neapolitana*, *Phallusia mammillata*, *Aplidium elegans* y *Polycarpa mamillaris*, entre otras, y diversas esponjas, como *Plakina monolopha*, *Mycale macilenta*, *Crella elegans*, *Myxilla rosacea*, *Tedania anhelans*, *Hymedesmia pansa*, *Ulosa stuposa*, *Halichondria panicea*, *Haliclona precluda*, *Tethya aurantium*, *Myxilla rosacea* o *Axinella damicornis*.

Cabe aclarar en este punto que la cita de *Laminaria rodriguezi* que aparece en la ficha del LIC es errónea, y que esta especie no se ha encontrado en la zona. Probablemente el error se deriva de la cita genérica inicial de *Laminaria* sp. y del concepto erróneo inicial de que todas las laminarias en el Mediterráneo son *L. rodriguezi*.

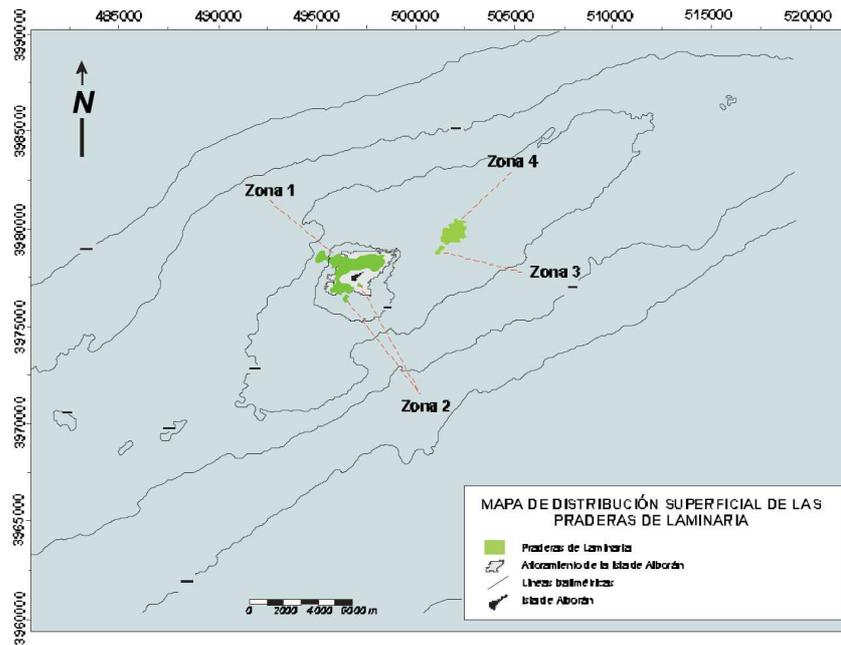
En su tesis de licenciatura, Bárcenas (2002) señala, a partir del análisis de los muestreos sedimentarios realizados en la zona, que la distribución de los bosques de laminarias en el banco de la isla de Alborán se reparte en 4 zonas localizadas de la plataforma, no superando nunca los 80 metros de profundidad (figuras 4.1 y 4.2):

- Zona 1: Se trata de la zona con mayor extensión, ubicada en parte en el litoral y en parte

- en la plataforma. Abarca una superficie que va desde el noreste al oeste de la isla de Alborán y desaparece al sur de la misma. Se desarrolla a partir de los 9 m de profundidad y no supera los 80 m.
- Zona 2: Constituida por dos pequeñas áreas de escasa extensión, la primera de ellas en el litoral sobre el afloramiento de la isla al sursureste de la misma entre 9 y 15 m sobre sustrato rocoso. La segunda superficie, ubicada en la plataforma y ya fuera del afloramiento, se sitúa al sur-suroeste de la isla, desde unos 25 m hasta unos 34 m de profundidad. Se enclava sobre un sustrato de arena con grava.
  - Zonas 3 y 4: Situadas en el sector oriental. Se desarrollan a profundidades en torno a los 50 m y están enclavadas sobre sustrato rocoso.



**Figura 4.1.** Mapa de distribución granulométrica del entorno de la isla de Alborán, en el que se indican las praderas (“bosques”) de laminariales. (Tomado de Bárcenas, 2002).



**Figura 4.2.** Mapa de distribución superficial de los bosques de laminariales, en el que se indican las zonas utilizadas para la descripción de dicha distribución. (Tomado de Bárcenas, 2002).

**EUNIS**

A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros

A3.2. Roca infralitoral atlántica y mediterránea de moderada energía.

A3.23. Comunidades mediterráneas y pónicas de algas infralitorales moderadamente expuestas a la acción de las olas.

A3.234. Asociación con *Cystoseira tamariscifolia* y *Saccorhiza polyschides*.

A4. Roca circalitoral y otros sustratos duros.

A4.2. Roca circalitoral atlántica y mediterránea con hidrodinamismo moderado.

A4.26. Comunidades mediterráneas de coralígeno con hidrodinamismo moderado.

A4.268. Asociación con *Laminaria ochroleuca*.

**UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)**

IV: Circalitoral

IV.3. Fondos duros y roca.

IV.3.1 Biocenosis del coralígeno.

IV.3.1.8 - Asociación con *Laminaria ochroleuca*.

**LPRE**

03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0301	2	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
030104	3	Roca infralitoral inferior.
03010413	4	Roca infralitoral medianamente iluminada, con fucas.
030104130	5	Roca infralitoral medianamente iluminada con <i>Cystoseira usneoides</i> / <i>Saccorhiza polyschides</i> / <i>Laminaria ochroleuca</i> .
0302	2	Piso circalitoral rocoso y otros sustratos duros.
030201	3	Roca circalitoral dominada por algas.
03020102	4	Roca circalitoral dominada por laminariales.
0302010202	5	Roca circalitoral dominada por laminariales con <i>Phyllariopsis brevipes</i> / <i>Phyllariopsis purpurascens</i> .
0302010203	5	Roca circalitoral dominada por laminariales con <i>Laminaria ochroleuca</i> .
0302010204	5	Roca circalitoral dominada por laminariales con <i>Saccorhiza polyschides</i> .

**Tabla 4.10.** Correspondencia de las comunidades de algas laminariales circalitorales con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).



**Figura 4.3.** Bosque relativamente denso de *Laminaria ochroleuca* sobre fondo rocoso (OCEANA, Dive\_65\_11h50\_Laminaria, -49 m).



**Figura 4.4.** *Laminaria ochroleuca* dispersa fijada sobre rocas sueltas y concreciones calcáreas (OCEANA, Dive\_65\_11h47\_Laminaria, -50 m).

### Comunidad de la roca circalitoral (coralígena).

Los sustratos rocosos ocupan extensas áreas en la periferia de la plataforma de Alborán, en su reborde y en sus laderas, especialmente en el lado sur, donde la pendiente es grande, así como en el espolón que continúa la plataforma hacia el suroeste. Estos fondos rocosos “profundos” se reparten claramente en dos tipos de comunidades, una más somera que llega hasta unos 100 metros de profundidad y otra que se sitúa a profundidades superiores a 100 m, y que se describirá más adelante (comunidad de la roca circalitoral profunda).

En la zona más somera, y solapándose con la comunidad circalitoral de laminariales y en ocasiones formando su estrato arbustivo, aparece la denominada comunidad coralígena, que se describe a continuación basándose en Templado et al. (2006). Esta comunidad es típica de ambientes caracterizados por una luz atenuada, un hidrodinamismo intenso, más o menos unidireccional y constante, así como por el aporte de agua fría procedente del fondo. Una síntesis completa de las características de esta comunidad en el Mediterráneo puede encontrarse en Ballesteros (2003, 2006). Se trata de una comunidad muy heterogénea, que alberga una gran diversidad de especies y que aparece entremezclada con otras comunidades, como las de laminarias, como ya se ha señalado, o con la de “maërl” (rodolitos), que se describe más adelante.

Sobre los numerosos promontorios y afloramientos rocosos que aparecen por toda la plataforma de Alborán, se instala esta comunidad en sus varias tipologías, sobre paredes, lajas horizontales, extraplomos o formando el llamado coralígeno de plataforma. Esta comunidad es extraordinariamente rica y está caracterizada por un recubrimiento basal de algas rojas calcáreas (principalmente *Lithophyllum stictaeforme* y *Neogoniolithon mamillosum*), sobre el que se instala una exuberante comunidad dominada por animales sésiles filtradores, con una alta biomasa de especies con esqueletos calcáreos, como cnidarios, briozoos, poliquetos o esponjas. Los principales animales bioconstructores son los briozoos (*Myriapora truncata*, especie observada en los videos tomados con ROV durante la campaña de INDEMARES y previamente por OCEANA) y, en menor medida, algunos cnidarios (como las gorgonias *Eunicella verrucosa*, *Paramuricea clavata*, o el hexacoralario *Paracyathus cf. pulchellus*). El poliqueto serpúlido *Sabella pavonina* aparece formando densas agrupaciones, constituyendo una facies dentro del coralígeno en Alborán. Los moluscos más comunes son especies ligadas a fondos duros (*Chama gryphoides*, *Hiatella arctica*) y pequeñas especies de mitiloideos (*Gregariella semigranata*, *Dacrydium hyalinum*, *Modiolula phaseolina*). Además, cabe mencionar al foraminífero *Miniacina miniacea*, cuyo esqueleto se asemeja a un pequeño coral de color rojo. A pesar del pequeño tamaño de esta especie, su gran abundancia en este tipo de fondos la convierte en un importante elemento de la comunidad. A todas estas especies hay que añadir otras que forman o aglutinan carbonato cálcico, y que contribuyen también a la consolidación de la comunidad coralígena, como las esponjas *Spongia virgultosa* y *Faciespongia cavernosa*, el zoontario *Epizoanthus cf. arenaceus* o los briozoos del género *Beania*.

Entre las esponjas, las especies perforadoras que se han encontrado en los fondos coralígenos de la zona de Alborán son *Cliona celata*, *C. viridis*, *Pione vastifica*, *Delectona alboranensis*, *Alectona millari*, *Aka labyrinthica*, *Scantilletta levispira* y *Dotona pulchella*. Las tres primeras (de la familia Clionidae) se han hallado en un amplio rango batimétrico, desde aguas superficiales hasta 30-40 m, y sobre muy diversos sustratos calcáreos, mientras que las cinco últimas (de las familias Oceanapiidae y Thoosidae) se han encontrado preferentemente perforando colonias de coral rojo a mayor profundidad (70-120 m) (Rosell, 1996; Rosell y Uriz, 2002).

Dada la notable amplitud batimétrica de estos afloramientos rocosos y su variada morfología, la comunidad coralígena que en ellos se asienta es muy heterogénea, con considerables variaciones de unos lugares a otros, y presentan una gran diversidad de especies. Se han encontrado aquí, por ejemplo, buena parte de las gorgonias presentes en el Mediterráneo, las cuales constituyen los elementos que en muchos lugares caracterizan estos fondos, variando las especies en función de la batimetría y de las condiciones locales de cada zona.

Entre unos 30 y 80 m, las gorgonias dominantes son *Eunicella verrucosa*, *Paramuricea clavata* (Fig. 4.5) y, en menor medida, *Leptogorgia sarmentosa*. Las dos primeras se hallan muy repartidas por toda la plataforma, aunque sus poblaciones no alcanzan gran densidad. Por el contrario, *L. sarmentosa* presenta una distribución muy irregular, situándose preferentemente en zonas con cierto nivel de enfangamiento. Otros cnidarios muy conspicuos y característicos en este rango batimétrico son *Gerardia savaglia* y *Alcyonium acaule*. Esta última especie es frecuente y presenta en estos fondos una apariencia muy diferente a la que tiene en los niveles infralitorales. En determinadas zonas donde se acumulan detritos y algo de sedimento, entre 55 y 65 m, predominan otras especies de alcionáceos, como *Alcyonium palmatum* y *Paralcyonium spinulosum*, que llegan a ser dominantes en algunos lugares y dan lugar a una peculiar “facies de alcionáceos”.

El zoantario *Gerardia savaglia* aparece de forma esporádica, bien parasitando gorgonias, o como pequeñas colonias que crecen directamente sobre el sustrato. Se trata de una especie rara en el Mediterráneo y está incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona (“Especies en peligro o amenazadas”). En estos fondos se ha hallado entre 40 y 94 m de profundidad.

Las ascidias son también frecuentes en este rango batimétrico y las especies dominantes son muy similares a las presentes en los fondos coralígenos de otras zonas del Mediterráneo (*Diazona violacea*, *Ascidia mentula*, *Botryllus schlosseri*, *Polycarpa mamillaris*, *Polycarpa pomaria*, *Styela canopus*, *Microcosmus vulgaris*, *Pyura microcosmus*, *Phallusia mamillata* o *Mogula* sp., entre otras). La fauna de esponjas, sin embargo, presenta una gran singularidad en los fondos circalitorales de este enclave insular, como se ha comentado en el capítulo 3. Existe un conjunto de especies que están bien representadas en las comunidades coralígenas de esta plataforma y que son muy raras o están ausentes en otras áreas de la región atlanto-mediterránea, entre otras *Sphinctrella aberrans*, *Characella tripodaria*, *Isops anceps*, *Stryphnum mucronatus*, *Pseudosuberites hyalinus*, *Prosuberites rugosus*, *Tylodesma inornata*, *Iophon nigricans*, *Reniera implexa* e *Ircinia pipetta*, algunas de las cuales se han encontrado sobre las colonias de coral rojo.

Entre la fauna de animales móviles de los fondos coralígenos hay que destacar al erizo *Sphaerechinus granularis*, ya mencionado en otros ambientes, al erizo globoso *Gracilechinus acutus* y al de espinas largas o “puercoespín mediterráneo” (*Centrostephanus longispinus*), aunque estas dos últimas especies se encuentran de forma dispersa (la última está incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, con la categoría de “vulnerable”). Otro equinodermo muy singular, frecuente en estos fondos, es *Astrospartus mediterraneus*, ofiuroido de brazos muy ramificados que suele encontrarse encaramado sobre las gorgonias. Pero, sin duda, el equinodermo más abundante con diferencia de estos fondos coralígenos es la pequeña ofiura *Ophiactis balli*, que se encuentra en elevadísimo número por el laberinto de anfractuosidades de estas complejas comunidades, así como en los fondos de “maërl” o rodolitos.

Es de destacar también la abundancia de braquiópodos en algunas zonas. Las especies más frecuentes son, por este orden, *Megathiris detruncata*, *Terebratulina retusa*, *Novocrania*

*anomala* y *Megerlia truncata*.

La descripción proporcionada en EUNIS precisa que el denominado “Coralígeno de plataforma” es una formación que se desarrolla sobre un sustrato sedimentario expuesto a corrientes, hasta unos 100 metros de profundidad en aguas transparentes. Estas formaciones no están habitualmente asentadas sobre roca, pero resultan íntegramente de la actividad de organismos constructores (por ejemplo, algas calcificadas, invertebrados con esqueleto duro), a partir de elementos dispersos como conchas, piedras o gravas. Entre la facies del coralígeno de plataforma y la de los rodolitos sueltos es difícil marcar un límite, ya que hay toda una gradación que se manifiesta cuando la densidad de rodolitos resulta en que se inmovilizan y se acaban consolidando unos a otros con el crecimiento de las algas calcáreas. De ello resulta una densidad más elevada de epifauna (en particular *Eunicella* y *Alcyonium*, muestra DR01).

En los extraplomos de los fondos rocosos situados en torno a los 90-100 metros se encuentra con regularidad una asociación dominada por poblaciones del antozoo *Corallium rubrum*, una de las especies del Anejo V (“Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión”) de la Directiva de Hábitats. Esta asociación se podría corresponder con el hábitat 8330 (Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas), aunque dicho contexto es bastante distinto (López-Bedoya y Pérez-Alberti, 2009) y, en realidad, consideramos más apropiado incluir estos extraplomos en el contexto “Arrecifes” (1170).

Esta comunidad ha sido ampliamente filmada en los transectos con ROV (ROV01, ROV03, ROV06, ROV15, OCEANA DIVE74B, OCEANA DIVE67, OCEANA DIVE 69, entre otros), aunque es difícil de muestrear con la draga y las muestras obtenidas (DR08, DR18, DR36) no reflejan su enorme riqueza, lo cual se deduce de los bajos valores de abundancia y riqueza específica. Debido a ello, dichos datos deben ser interpretados con cautela. En total, se han encontrado 25 especies distintas por medio de dragados; entre las especies más abundantes se encuentran diversos organismos sésiles o sedentarios, entre los que se incluyen los hidrozoo *Campanulina panicula*, *Sertularella polyzonias* y *Acryptolaria conferta*, el anélido poliqueto *Sabella pavonina*, los braquiópodos *Megerlia truncata* y *Megathiris detruncata*, el antozoo *Paracyathus* cf. *pulchellus* (esta presente en ambas muestras) y el molusco bivalvo *Chama gryphoides*.

**EUNIS**

A4. Roca circalitoral y otros sustratos duros

A4.2. Roca circalitoral con hidrodinamismo moderado en el Atlántico y en el Mediterráneo.

A4.26. Comunidades mediterráneas de coralígeno con hidrodinamismo moderado.

A4.268. Asociación con *Laminaria ochroleuca*.

A4.269. Facies con *Eunicella cavolinii*.

A4.26B. Facies con *Paramuricea clavata*.

A4.26D. Coralígeno de plataforma.

A4.7. Estructuras peculiares de la roca circalitoral.

A4.71. Comunidades de cuevas y extraplomos circalitorales

A4.713. Cuevas y extraplomos con *Corallium rubrum*.

**UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)**

IV. Circalitoral.

IV.3. Fondos duros y roca.

IV.3.1. Biocenosis del coralígeno.

IV.3.1.8. Asociación con *Laminaria ochroleuca*.

IV.3.1.10. Facies con *Eunicella cavolinii*.

IV.3.1.13. Facies con *Paramuricea clavata*.

IV.3.1.15. Coralígeno de plataforma.

IV.3.2. Cuevas semioscuras

IV.3.2.2. Facies con *Corallium rubrum*.

**LPRE**

03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0302	2	Piso circalitoral rocoso y otros sustratos duros.
030202	3	Roca circalitoral dominada por invertebrados.
03020223	4	Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados.
0302022302	5	Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con <i>Paramuricea clavata</i> .
0302022307	5	Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con <i>Eunicella cavolini</i> .
03020226	4	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral.
0302022601	5	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con coralígeno.
0302022603	5	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Paramuricea clavata</i> .
03020230	4	Extraplomos y cuevas situadas en los bordes rocosos de elevaciones submarinas del piso circalitoral.
0302023001	5	Extraplomos y cuevas situadas en los bordes rocosos de elevaciones submarinas del piso circalitoral con <i>Corallium rubrum</i> .

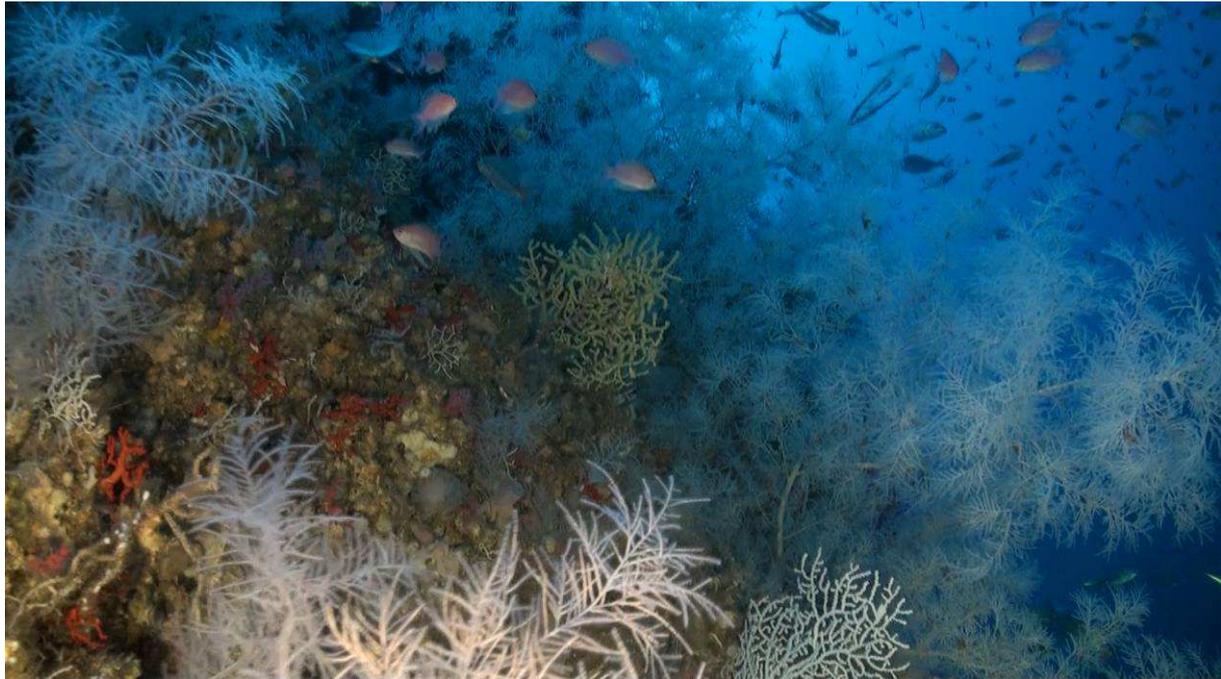
**Tabla 4.11.** Correspondencia de la comunidad de la roca circalitoral (coralígeno) con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).



Figura 4.5. Comunidad coralígena, facies con *Paramuricea clavata* y esponjas (ROV01\_00756j, -85 m).



Figura 4.6. Comunidad coralígena, facies con *Eunicella verrucosa*. (ROV06\_00670a, -90 m).



**Figura 4.7.** Comunidad coralígena con *Antipathella* sp., *Eunicella* sp., *Paramuricea clavata* y *Corallium rubrum*.



**Figura 4.8.** Comunidad coralígena con presencia de *Laminaria ochroleuca* (Oceana Dive69, -51 m).



**Figura 4.9.** Comunidad coralígena con *Corallium rubrum* en un extraplomo, y *Eunicella* sp.



**Figura 4.10.** Comunidad coralígena con *Eunicella* spp. y *Corallium rubrum*.

### Comunidad de la roca circalitoral profunda.

En los afloramientos rocosos del borde de la plataforma y de la parte superior del talud, en una zona de transición del piso circalitoral profundo al epibatial, caracterizada por bajas temperaturas constantes y corrientes tanto verticales como horizontales, aparece una comunidad muy peculiar, descrita por Silvestre (1987).

En los afloramientos rocosos situados entre unos 90 m y el borde de la plataforma, aparece otra serie de gorgonias, entre las que destacan *Viminella flagellum*, *Ellisella paraplexauroides*, *Acanthogorgia hirsuta*, *Eunicella filiformis* y *Callogorgia verticillata*. Los dos primeras (especies muy raras, características de las costas del noroeste de África) se han observado con cierta frecuencia en las imágenes de vídeo tomadas sobre afloramientos rocosos de la plataforma y, asimismo, se han recogido ejemplares en algunos arrastres. *Viminella flagellum* es más abundante en estos fondos y ha sido observada en un rango batimétrico que va desde unos 70 a unos 200 m. *Acanthogorgia hirsuta* es otra gorgonia que aparece de forma dispersa en las zonas más profundas de la plataforma, donde la especie dominante, con diferencia, es *Callogorgia verticillata*. Esta última especie forma densos y llamativos “bancos de gorgonias” en los afloramientos rocosos profundos o en fondos detríticos, con ejemplares que superan un metro de altura. En la plataforma de Alborán, *C. verticillata* se ha encontrado entre 70 y 240 m de profundidad, con mayor abundancia en las cotas inferiores.

Además, aparecen otras gorgonias de menor porte, numerosas esponjas (ver capítulo 3.5) y diversos madreporarios. Entre estos últimos, son frecuentes las especies solitarias *Paracyathus cf. pulchellus*, *Caryophyllia cyathus* y *Stenocyathus vermiformis*. Una especie muy conspicua y que aparece en algunos afloramientos rocosos es el coral madreporario *Dendrophyllia ramea*. Esta especie, junto con *Dendrophyllia cornigera*, forma los denominados “fondos de corales amarillos”, aunque ambas especies casi nunca se solapan en su distribución. *Dendrophyllia ramea* es propia de los afloramientos rocosos circalitorales (normalmente entre unos 40 y 90 m), mientras que *D. cornigera* es típica del borde de la plataforma y parte superior del talud, entre unos 150 y 600 m de profundidad. Sin embargo, se han encontrado algunos ejemplares de esta especie en cotas más superficiales.

Las esponjas constituyen otro componente importante de este hábitat, habiéndose observado una diversidad y abundancia importante en los videos del ROV, aunque las artes empleadas no eran apropiadas para los fondos rocosos, por lo que su representación en las muestras esta infravalorada. Destaca la presencia de grandes ejemplares de *Asconema setubalensis*, *Phakellia robusta*, *P. ventilabrum* y *Poecillastra compressa*, debajo de los cuales crecen pequeñas esponjas como *Axinella vellerea*, *Crella pyrula* (“esponja chupa-chup”), *Podospongia lovenii*, *Rhizaxinella elongata* y *Rhizaxinella gracilis*, las cuales forman una especie de sotobosque y dando lugar a un tipo de formación que podría considerarse un “jardín de esponjas”, aunque en este caso los ejemplares son de menor tamaño que los que aparecen en el Atlántico.

Entre la fauna de equinodermos común sobre la roca profunda estarían los erizos *Cidaris cidaris* y *Gracilechinus acutus* y la ofiura *Ophiocantha setosa*, que aparece sobre las colonias de *Callogorgia verticillata* habiéndose observado en los videos y en las muestras colectadas en estos fondos.

Esta comunidad se corresponde con la denominada “biocénose de la Roche du Large” (biocenosis de la roca profunda) de Pérès y Picard (1964) y no hay consenso de si debe incluirse en el piso circalitoral o en el piso batial. Por un lado, la gorgonia *Callogorgia verticillata* es una especie profunda que se encuentra normalmente en unos 200-400 metros de profundidad, en

el piso batial, donde forma localmente asentamientos densos (OCEANA, 2011). Por otro lado, Pérès y Picard (1964) escriben explícitamente que, después de haber considerado esta comunidad en el piso batial en un trabajo preliminar, la asignan al circalitoral por pasar lateralmente a fondos sedimentarios referibles a los fondos del “Détritique du Large” (cascajo profundo; véase la discusión de este hábitat más adelante) y por tener una mayoría de especies características más afines al piso circalitoral que al batial. En un estudio exhaustivo de un hábitat similar en las costas italianas, Bo *et al.* (2012) se decantan por considerar esta comunidad incluida en el piso circalitoral y aquí suscribimos esa opción. Sin embargo, los mismos hábitats, están clasificados como pertenecientes piso batial en la LPRE.

Sea cual sea la interpretación, se ha comprobado en el presente estudio que la transición entre la roca coralígena y la roca profunda con dominancia de esponjas coincide en profundidad con la transición entre la comunidad de “maërl” y los fondos de cascajos profundos desprovistos de rodolitos.

A una escala más detallada, se puede diferenciar un hábitat ocupando fondos rocosos de pendiente suave, con cierta continuidad, en el cual las depresiones de la roca están más o menos colmatadas por sedimento, de otro conformado por crestas aisladas u pendientes más acusadas, que no retienen apenas sedimento. Si bien este factor es importante para determinar la composición faunística, parece estar subordinado al cambio que se produce debajo de los 90-100 m por la reducción drástica de la iluminación y quizá por un cambio en otros factores físicos (hidrodinamismo).

A partir del nivel 3, las equivalencias con EUNIS dejan de ser claras. La clasificación hace referencia formalmente al nivel de hidrodinamismo:

A4.1. Roca circalitoral con hidrodinamismo elevado en el Atlántico y en el Mediterráneo.

A4.2. Roca circalitoral con hidrodinamismo moderado en el Atlántico y en el Mediterráneo.

A4.3. Roca circalitoral con hidrodinamismo bajo en el Atlántico y en el Mediterráneo.

En la primera tenemos potencialmente el hábitat A4.12 (*Comunidades de esponjas en rocas circalitorales de profundidad*), aunque luego el único hábitat de nivel 5 incluido no se corresponde con lo observado en Alborán. Por coherencia con la clasificación adoptada para los fondos rocosos coralígenos, creemos conveniente seguir en el apartado A4.2 del nivel 3, lo que llevaría al apartado A4.27 (*Comunidades de fauna en roca circalitoral profunda con hidrodinamismo moderado*). De momento, el único hábitat de nivel 5 que se contempla en el apartado A4.27 es propio del Mar Negro y no se corresponde. En un futuro habrá que proponer formalmente a EUNIS los tipos de hábitats que corresponden a la roca profunda mediterránea. De momento, ni *Callogorgia*, ni *Viminella*, ni *Asconema* están vinculadas a algún tipo de hábitat reconocido en EUNIS.

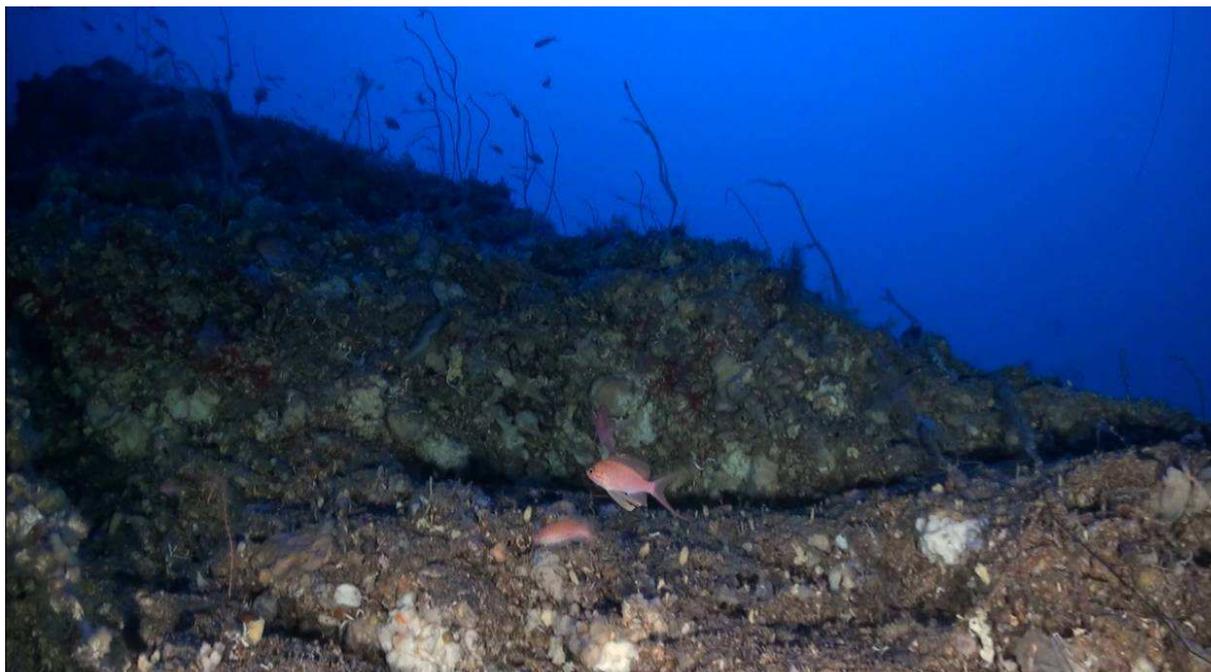
En el presente estudio, esta comunidad ha sido filmada en los transectos de vídeo: ROV01 (77-205 m), ROV02 (104-173 m), ROV06 (85-121 m) y ROV15 (150-195 m), y muestreada en DR05 (109-130 m), DR06 (99-110 m), BV10 (214-290 m), BV11 (240-243 m), DR18 (92-94 m) y BV32 (122-125 m). El estudio detallado de la fauna en tres de estas últimas (BV32, DR05 y DR06) ha revelado que las especies más abundantes fueron organismos sésiles como los cnidarios *Laomedea* sp., *Viminella flagellum* y *Sertularella polyzonias*, y la esponja *Poecillastra compressa*, así como los equinodermos *Ophiacantha setosa* y *Cidaris cidaris*, si bien ninguna de estas especies estuvo presente en todas las muestras. Las únicas especies presentes en dos muestras fueron la esponja *Axinella vellea*, el antozoo *Sarcodictyon* cf. *catenatum* y la ofiura *Ophiothrix* sp. En el conjunto de las tres muestras, se ha obtenido un total de 46 especies. Los valores de abundancia y riqueza específica han sido subestimados con toda seguridad debido a la metodología empleada, si bien un muestreo fiable y exhaustivo en estos fondos profundos

requeriría otro tipo de medios fuera del alcance logístico de este proyecto. Los valores de riqueza específica por muestra fluctuaron entre 2 y 41 especies y la abundancia total entre 13 y 109 ejemplares. Los grupos tróficos dominantes en este tipo de sustrato fueron los suspensívoros, tanto activos como pasivos.

**EUNIS**
**A4. Roca circalitoral y otros sustratos duros**
**A4.2. Roca circalitoral con hidrodinamismo moderado en el Atlántico y en el Mediterráneo.**
**A4.27: Comunidades de fauna en roca circalitoral profunda con hidrodinamismo moderado.**
**UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)**
**IV. Circalitoral.**
**IV.3. Fondos duros y roca.**
**IV.3.3 Biocenosis de la roca profunda.**
**LPRE**

03	1	Pisos infralitoral y circalitoral
0302	2	Piso circalitoral rocoso y otros sustratos duros.
030202	3	Roca circalitoral dominada por invertebrados.
03020229	4	Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral.
0302022901	5	Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con antozoos (escleractinarios, gorgonias, antipatarios).
0302022902	5	Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas.
04	1	Piso batial.
0401	2	Piso batial rocoso y otros sustratos duros.
040101	3	Roca limpia batial.
04010101	4	Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias.
04010102	4	Fondos rocosos profundos con antipatarios.
04010103	4	Fondos rocosos profundos con agregaciones de esponjas.
04010104	4	Roca limpia batial con <i>Callogorgia verticillata</i> .
04010105	4	Roca limpia batial con <i>Acanthogorgia hirsuta</i> .
04010106	4	Roca limpia batial con grandes esponjas hexactinélidas ( <i>Asconema setubalense</i> )
04010116	4	Roca limpia batial con <i>Dendrophyllia cornigera</i> .
04010117	4	Roca limpia batial con alcionáceos ( <i>Paralcyonium spinulosum</i> , <i>Alcyonium palmatum</i> )
04010118	4	Roca limpia batial con <i>Muriceides lepida</i> , <i>Bebryce mollis</i> , <i>Villogorgia brevicoides</i> .
04010119	4	Roca limpia batial con <i>Viminella flagellum</i> y <i>Callogorgia verticillata</i> .
04010120	4	Roca limpia batial con <i>Phakellia ventilabrum</i> y demosponjas de la familia Pachastrellidae
040102	3	Roca batial colmatada de sedimentos.
04010207	4	Roca batial colmatada de sedimentos con dominancia de antozoos.
04010208	4	Roca batial colmatada de sedimentos con dominancia de esponjas.

**Tabla 4.12.** Correspondencia de la comunidad de la roca circalitoral profunda con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).



**Figura 4.11.** Comunidad de la roca circalitoral profunda con *Viminella flagellum* (ROV01\_00756b, -123 m).



**Figura 4.12.** Comunidad de la roca circalitoral profunda con esponjas (ROV01\_00793, -111 m).



**Figura 4.13.** Comunidad de la roca circalitoral profunda con esponjas “chupa-chup” (ROV02\_00736a, -144 m).



**Figura 4.14.** Comunidad de la roca circalitoral profunda con esponjas (ROV02\_00739, 09h18, -125 m).

#### 4.5. Comunidades de sustratos sedimentarios circalitorales.

##### Comunidad de “maërl” o de rodolitos.

En el área de estudio se han localizado, a lo largo de toda la plataforma, amplias zonas con fondos de “maërl” o de rodolitos, que se han descrito brevemente en el capítulo 3. En Europa se les denomina con el nombre bretón de “maërl”, pudiéndose utilizar ambos nombres indistintamente.

El fondo de rodolitos es en principio un sustrato “móvil” o “suelto”, pero también actúa como sustrato duro, ya que permite el asentamiento sobre los rodolitos de diversos organismos sésiles (sobre todo algas, esponjas, briozoos y ascidias). En cualquier caso, se trata de un sustrato bastante inestable y sometido a frecuentes movimientos, de forma que muchos rodolitos ruedan por la pendiente hacia fondos más profundos y fangosos, donde quedan enterrados, muriendo las algas que los forman y los organismos epibiontes que portan. Las principales especies que componen los rodolitos en Alborán son *Lithophyllum racemus*, *Lithothamnion philippi* y *Phymatolithon calcareum*.

Entre las esponjas hay una amplia variedad de esponjas incrustantes, siendo comunes *Bubaris vermiculata* de un llamativo color rojo, *Diplastrella bistellata*, de color anaranjado y varias especies del género *Eurypon*, entre otros. Sobre los rodolitos pueden aparecer esponjas de pequeño porte, como algunas especies del género *Axinella*. La especie *Crambe tailliezi*, considerada rara en el Mediterránea suele aparecer en los fondos de rodolitos de la isla de Alborán.

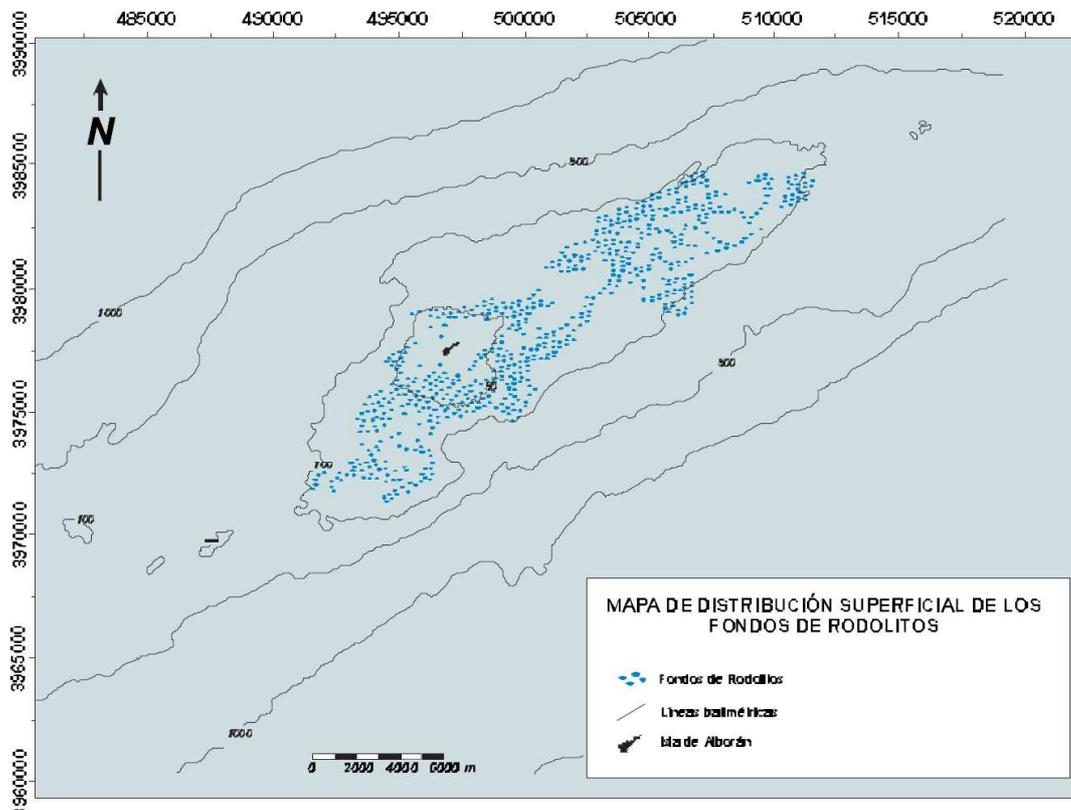
Los cnidarios están representados principalmente por octacorales como *Alcyonium coralloides*, *Alcyonium* sp, *Paralcyonium spinulosum*, *Eunicella filiformis*, y *Eunicella* sp. Los cuales forman colonias dispersa entre los rodolitos o fijándose en ellos.

Entre los animales móviles más frecuentes en estos fondos se encuentran algunos equinodermos, siendo la ofiura *Ophiactis balli* la más abundante y posiblemente una de las más característica de este fondo, esta especie ocupa los huecos del rodolito, otras especies comunes en este hábitat y habitualmente raras son las estrellas de mar *Chaetaster longipes* y *Hacelia attenuata*, al erizo *Genocidaris maculata*. Los moluscos más característicos son bivalvos con un modo de vida prácticamente sésil como *Hiatella arctica*, *Gregariella semigranata* y *Modiolula phaseolina*, algunas especies de poliplacóforos (quitones), entre los que destaca *Callochiton septemvalvis*, o los gasterópodos *Bolma rugosa*, *Muricopsis cristata*, *Orania fusulus*, y el nudibranquio *Doriopsilla areolata*. Se encuentran muchos poliquetos errantes, tanto epifaunales (polinoidos) como endofaunales (lumbrinéridos, glicéridos). Por último, entre la fauna de crustáceos decápodos de este hábitat tan característico destaca la abundancia de *Scyllarus pygmaeus*, diversos cangrejos ermitaños, como *Paguristes eremita* y *Dardanus arrosor*, y numerosas especies de cangrejos, como las del género *Pisa* y otras muchas. Además, los fondos de rodolitos constituyen un auténtico microcosmos que alberga una gran diversidad de invertebrados de pequeño tamaño, que pululan por el laberinto de intersticios. Dicha fauna se encuentra por ahora poco estudiada.

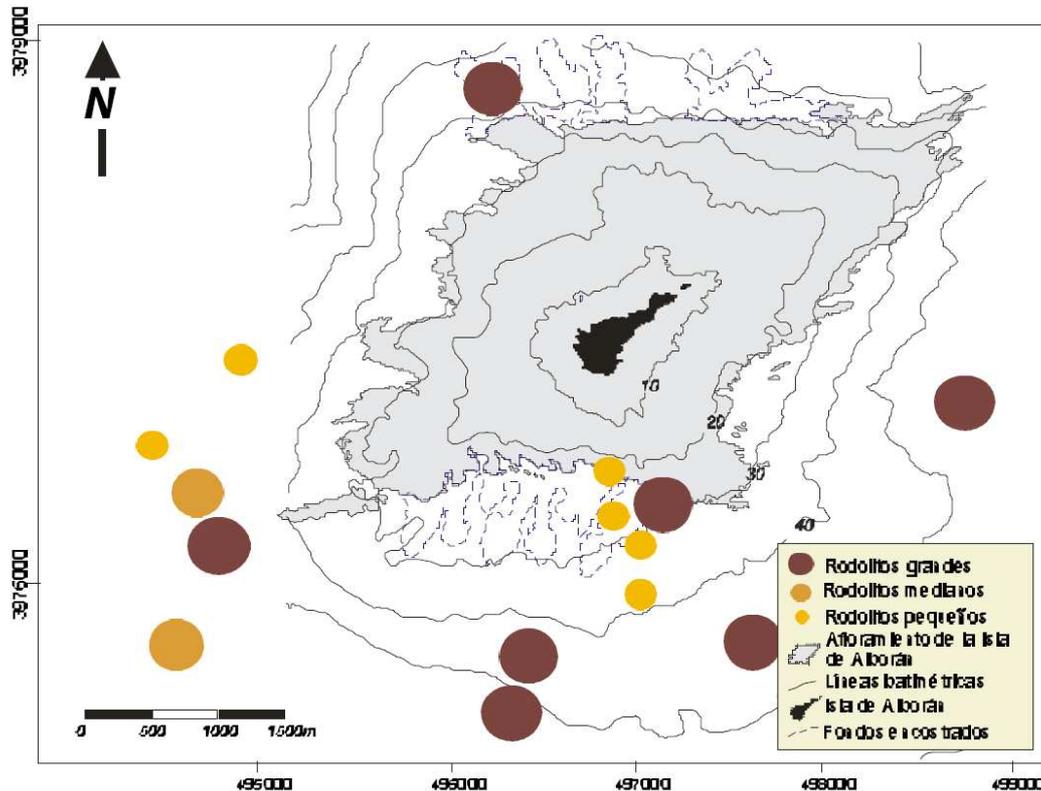
Como resultado del análisis de los muestreos de sedimentos realizados por el IEO, Bárcenas (2002) ilustra la distribución de los fondos de rodolitos sobre la plataforma de Alborán (Figs. 2.5, 4.15 y 4.16). En la zona meridional se encuentran con una mayor abundancia desde 20 hasta 110 m de profundidad, y no se han observado en el extremo más oriental de la plataforma. En cambio, en la zona septentrional estas comunidades son poco abundantes, sobre todo en el sector occidental, donde desaparecen a unos 60 m, mientras que en la parte central del sector oriental se localizan hasta unos 100 m de profundidad.

Las características de los sedimentos sobre los que se asientan estas algas son muy variadas, encontrándose mezclados con todos los tipos de sedimento reconocidos en la plataforma continental del área de estudio: fango arenoso, fango arenoso con grava, arena, arena con grava, grava arenosa y grava, formando en ocasiones la fracción grava los fragmentos orgánicos a partir de los que se desarrollan los rodolitos.

Los fondos de “maërl” tienen un importante valor como bioconstructores (Amado Filho *et al.*, 2012), como áreas de cría de especies de interés comercial (Keegan, 1974; Sánchez Mata *et al.*, 1998; Hall-Spencer *et al.*, 2003; Steller *et al.*, 2003; Kamenos *et al.*, 2004; Ramos y Luque, 2004), siendo muy sensibles a la pesca de arrastre (Donnan y Moore, 2003; Bordehore *et al.*, 2003). Cumplen los criterios de singularidad, fragilidad y vulnerabilidad necesarios para su protección y representan hábitats únicos que requieren condiciones físico-químicas particulares para su formación. Son, además, hábitats muy frágiles debido a su lenta tasa de renovación, lo que hace de ellos un recurso no renovable (Barbara *et al.*, 2003).



**Figura 4.15.** Mapa de distribución superficial de los fondos de rodolitos localizados en el entorno de la isla de Alborán. (Tomado de Bárcenas, 2002).



**Figura 4.16.** Mapa de distribución de los rodolitos en función de su tamaño en el entorno de la isla de Alborán. (Tomado de Bárcenas, 2002).

En el presente estudio, los fondos de “maërl” han aparecido en todos los transectos de vídeo y dragados de la parte llana de la plataforma, desde el final de la roca infralitoral (en torno a 25-30 m) hasta cerca de 100 metros de profundidad. La información previa y los resultados de este estudio ponen de manifiesto que albergan una elevada diversidad.

Aunque en un principio los fondos con rodolitos parecen un hábitat bien definido, están representados en las principales clasificaciones como “facies” de distintas comunidades infralitorales o circalitorales. Eso queda particularmente patente en la clasificación del convenio de Barcelona, derivada de la escuela marsellesa (Péres y Picard, 1964), que considera los fondos con rodolitos como una facies de los fondos denominados “detrítico costero”.

Las dos especies diagnósticas de los fondos de “maërl” en las clasificaciones de referencia, *Phymatolithon calcareum* y *Lithothamnion corallioides*, han sido identificadas en la plataforma de Alborán, aunque principalmente en los fondos más someros, como DR20 (42-48 m) o DR23 (25 m).

Se ha investigado cuidadosamente la situación del límite inferior del manto de rodolitos que cubre la plataforma de Alborán. En algunos casos, estas formaciones están documentadas en algo más de 90 metros de profundidad (ROV01 waypoint 14, -95 m; ROV15, waypoints 21-22, clip 922, -92 m; ROV16, waypoints 1-6, clips 685-692, -97 m) e incluso en la parte más somera del espolón (ROV06, waypoint 3, clip 670, -93 m), donde han sido necesariamente formados “in situ”, puesto que no existe la posibilidad de que hayan sido arrastrados desde la plataforma más somera.

Esta comunidad presenta importantes variaciones. En la parte más somera (25-50 m) bordeando la roca infralitoral, se observa la presencia de macroalgas como *Ulva rigida* o distintas especies de laminariales, que llegan a formar una facies. A mayor profundidad, los

rodolitos tienden a ser más grandes, la composición específica de las algas calcáreas puede variar (véase capítulo 3) y aumenta la proporción de epifauna. En algunas áreas los rodolitos llegan a fusionarse para formar capas estables que se denominan “coralígeno de plataforma” y son entonces equiparables a fondos duros.

Como se ha comentado al hablar del coralígeno, entre la facies del coralígeno de plataforma y la de los rodolitos sueltos, no es posible marcar un límite claro, ya que hay toda una gradación que se manifiesta cuando la densidad de rodolitos resulta en que se inmovilizan y se acaban consolidando unos a otros con el crecimiento de las algas calcáreas. De ello resulta una densidad más elevada de epifauna.

Esta comunidad ha sido ampliamente filmada en los transectos con ROV (ROV03, 65-92 m; ROV16, 76-110 m; Oceana Dive 63B, Dive 65, Dive 66, Dive 67, Dive 68, Dive 69, Dive 74, Dive 75 y Dive 76). También ha sido muestreada con detalle mediante la draga de roca (DR01, -80 m; DR02, 52-54 m; DR03, 40-44 m; DR07, 87-92 m; DR08, 78-80 m; BV16, 82-92 m; BV17, 121-169 m; DR19, 64-69 m; DR20, 42-48 m; DR22, 68-70 m; DR23, -25 m; DR28, 93-94 m; y DR29, 93-94 m). De estas, los grupos más relevantes de la fauna han sido estudiados en BV16, DR01, DR02 y DR20, arrojando un total de 278 especies, y unos valores de riqueza específica por muestra que oscilaron entre 74 y 192 especies; la abundancia total por muestra varió entre 380 y 4.140 ejemplares.

**EUNIS**

A5. Sedimentos sublitorales.

A5.5. Sedimentos sublitorales dominados por macrofitos.

A5.51. Fondos de maërl.

A5.511. Fondos de maërl con *Phymatolithon calcareum* en arena gruesa o grava limpia del infralitoral.

A5.513. Fondos de maërl con *Lithothamnion corallioides* sobre gravas infralitorales enfangadas.

A5.515. Asociación con rodolitos en gruesas y gravas finas sometidas a corrientes de fondo.

A5.516. Asociación con rodolitos en fondos detríticos costeros.

**Nota:** Como EUNIS no distingue entre infralitoral y circalitoral para fondos blandos, para los fondos de rodolitos de Alborán se descarta el hábitat infralitoral A5.138 "Asociación con rodolitos arenas gruesas y gravas finas sometidas al oleaje", que se corresponde con niveles más superficiales.

A4. Roca circalitoral y otros substratos duros

A4.2. Roca circalitoral con hidrodinamismo moderado en el Atlántico y en el Mediterráneo.

A4.26. Comunidades mediterráneas de coralígeno con hidrodinamismo moderado.

A4.26D. Coralígeno de plataforma.

**UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)**

III. Infralitoral.

III.3. Arenas gruesas más o menos enfangadas

III.3.2. Biocenosis de arenas gruesas y gravas finas sometidas a corrientes de fondo en el circalitoral.

III.3.2.1. Facies del Maërl (= asociación con *Lithothamnion coralloides* y *Phymatolithon calcareum*), también como facies del detrítico costero.

IV. Circalitoral

IV.2. Arenas.

IV.2.2. Biocenosis del detrítico costero.

IV.2.2.1. Asociación con rodolitos.

IV.2.2.2. Facies del Maërl (*Lithothamnion corallioides* y *Phymatolithon calcareum*).

IV.2.4. Biocenosis de arenas gruesas y gravas finas sometidas a corrientes de fondo.

**Nota:** Por tratarse de un hábitat más superficial, se descarta la correspondencia con III.3.1 Biocenosis de arenas gruesas y gravas finas revueltos por el oleaje/III.3.1.1 - Asociación con rodolitos

IV.3. Fondos duros y roca.

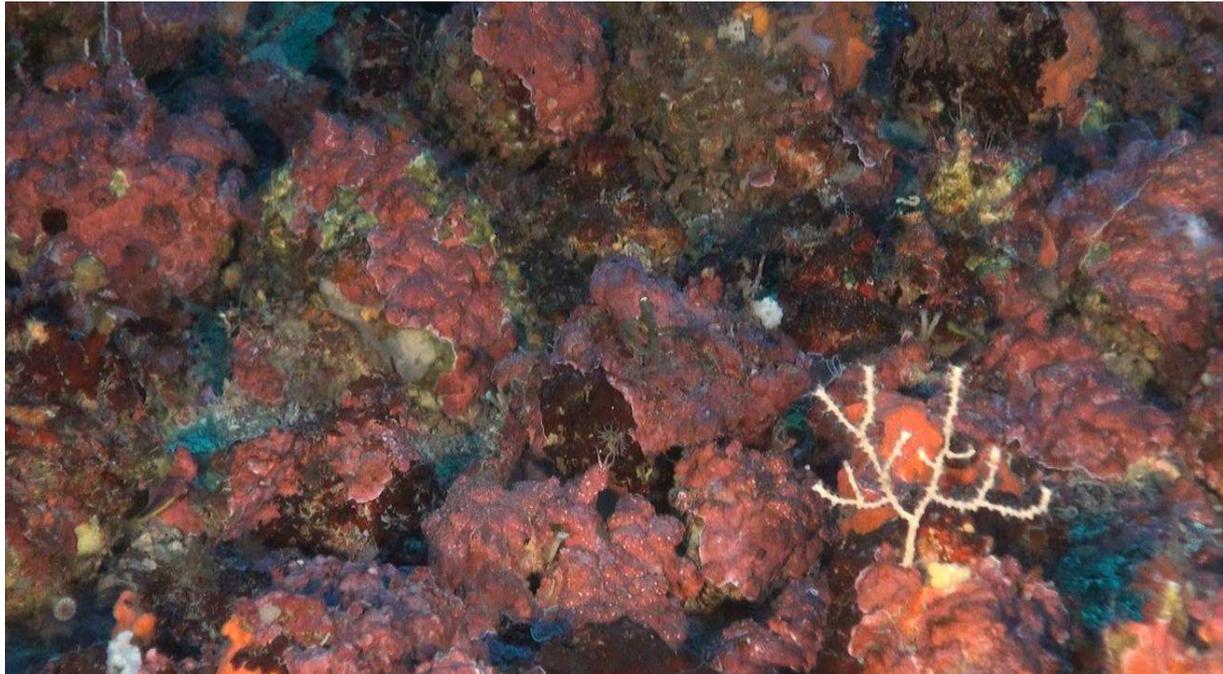
IV.3.1 Biocenosis del coralígeno.

IV.3.1.15. Coralígeno de plataforma.

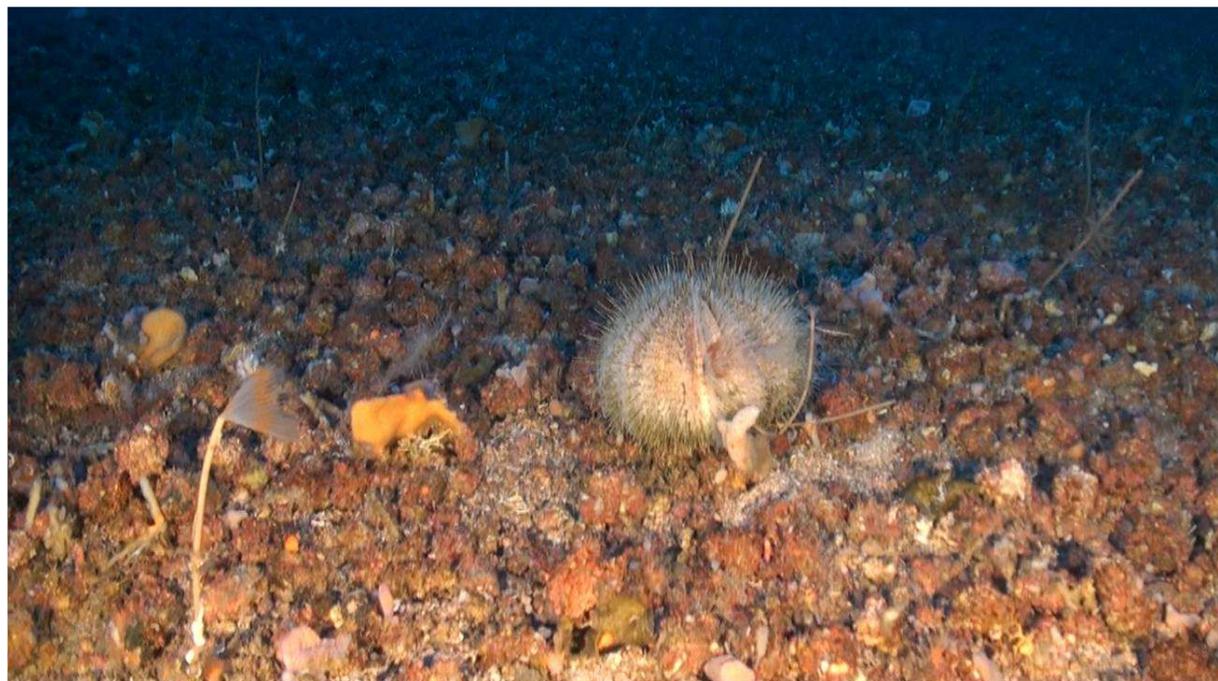
**LPRE**

03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0304	2	Pisos infralitoral y circalitoral sedimentarios.
030405	3	Fondos detríticos biógenos infralitorales y circalitorales.
03040506	4	Fondos de maërl/rodolitos.
0304050601	5	Fondos de maërl con dominancia de <i>Phymatolithon calcareum</i> / <i>Lithothamnion corallioides</i> .
03040509	4	Fondos detríticos biógenos infralitorales y circalitorales con <i>Laminaria ochroleuca</i> , <i>Saccorhiza polyschides</i> , <i>Phyllariopsis</i> spp.
03040513	4	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados.
0304051301	5	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con <i>Alcyonium palmatum</i> .
0304051303	5	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con poliquetos sabélidos ( <i>Sabella</i> sp.).
0304051304	5	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con dominancia de esponjas.
0304051307	5	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con dominancia de antozoos ( <i>Veretillum cynomorium</i> , <i>Sarcodictyon catenatum</i> , <i>Epizoanthus arenaceus</i> , <i>Paralcyonium spinulosum</i> )

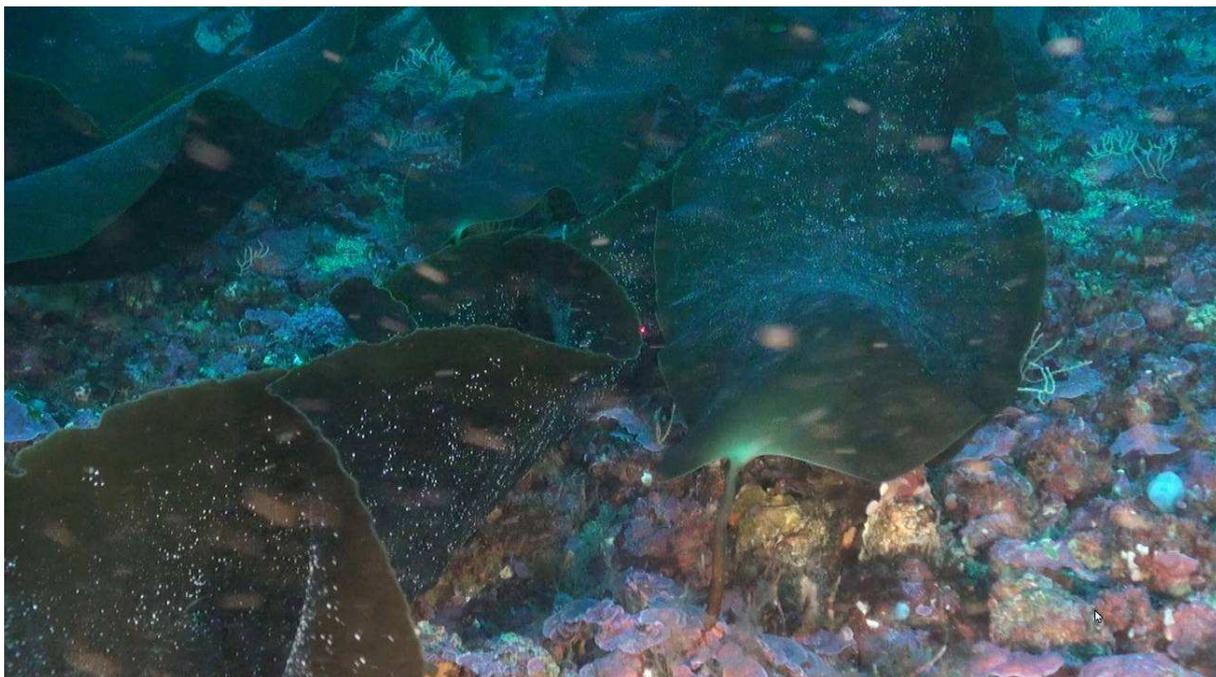
**Tabla 4.13.** Correspondencia de la comunidad del "maërl" (o de rodolitos) con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).



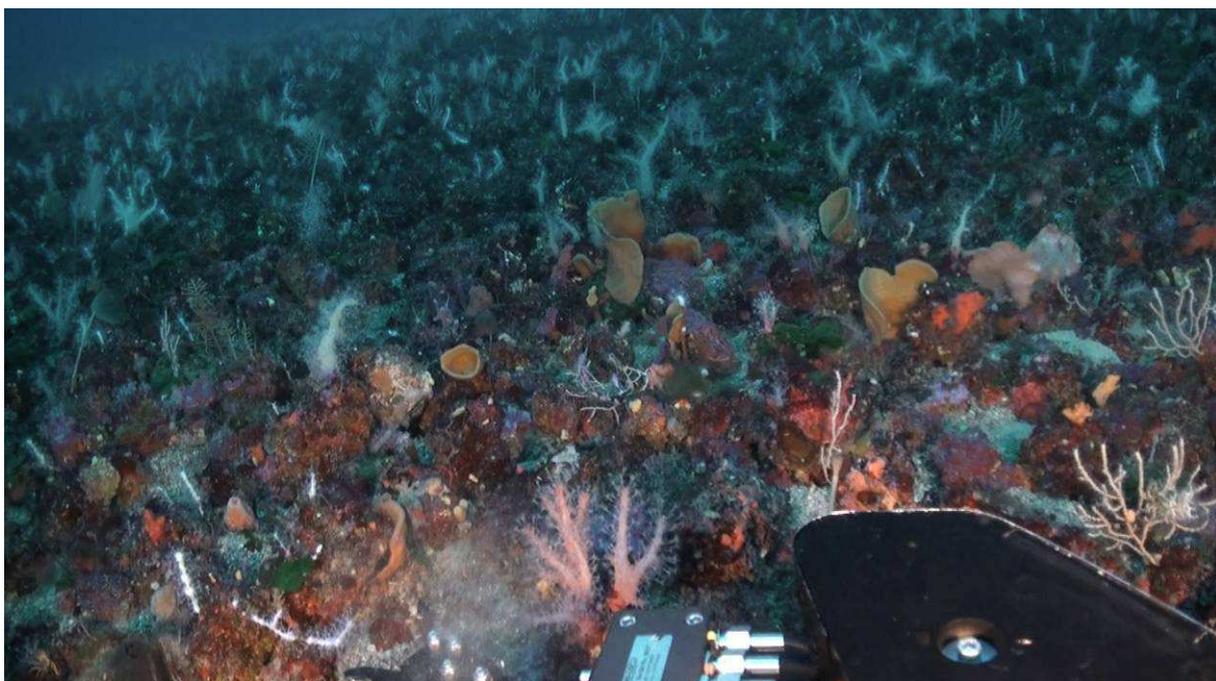
**Figura 4.17.** Fondo de “maërl” relativamente somero (ROV03\_00657, -76 m).



**Figura 4.18.** Fondo de “maërl” profundo, con *Sabella pavonina* (izquierda) y el erizo *Gracilechinus acutus* (ROV15\_00925a, -91 m).



**Figura 4.19.** Fondo de “maërl” con *Laminaria ochroleuca* (ROV03\_00645, -63 m).



**Figura 4.20.** Fondo de “maërl” con rodolitos concrecionados, con *Alcyonium* sp. y *Paralcyonium* sp. (ROV03\_00655, -73 m).

### Comunidad de los fondos de cascajo profundo.

Los fondos sedimentarios profundos de la periferia de la plataforma de la isla de Alborán, entre 100 y 200 m están formados mayoritariamente por cascajo de origen biógeno, mezclados con distintas proporciones de gravas y sedimentos más finos, según las zonas. Estos fondos poco vistosos presentan una rica e interesante fauna de esponjas, entre las cuales aparecen algunas especies raras como *Calthropella recondita*, *Cerbaris implicatus*, *Endectyon delaubenfelsi*. *Axynella polypoides* es otra especie de esponja que aparece en el cascajo y está considerada como especie en peligro o amenazada en la legislación española.

Entre los elementos de la fauna más característicos de estos fondos hay diversos equinodermos, como la holoturia *Parastichopus regalis* y otras especies más pequeñas, las estrellas *Anseropoda placenta*, *Chaetaster longipes* y *Marginaster capreensis*, y el pequeño erizo *Genocidaris maculata*. También son muy típicos los pennatuláceos, entre los que destacan *Veretillum cynomorium*, *P. rubra* y *Virgularia mirabilis*. La primera de estas especies puede encontrarse también en fondos detríticos más superficiales, mientras que la última puede extenderse hasta los fangos batiales. Ambas especies aparecen formando una facies de “campos de pennatuláceos”. Los hidrozooos *Modeeria rotunda* y *Aglaophenia tubulifera* mostraron también una gran abundancia, pero su frecuencia en las muestras fue menor.

Las especies dominantes de crustáceos decápodos son *Inachus dorsettensis*, *Munida rutilanti* y *Galathea intermedia*. Los anélidos poliquetos están bien representados, sobre todo por especies con un modo de vida errante, ya sean formas epifaunales (polinoidos y filodócidos), tubícolas endofaunales o excavadoras. Entre ellas, *Hyalinoecia tubicola* es muy característica de este hábitat. Entre los moluscos hay varias especies que son muy características de este hábitat y están escasamente representadas o ausentes en el “maèrl”; entre ellas cabe destacar el gasterópodo *Anatoma aspera* y los bivalvos *Bathyarca pectunculoides* y *Parvamussium fenestratum*.

Pese a ser poco espectaculares en las imágenes de vídeo (Fig. 4.21), los fondos de cascajo contienen diversas especies sésiles características, como los pennatuláceos, y albergan una gran diversidad. En ellos se encuentran, además, especies de gran interés como el gasterópodo *Schilderia achatidea* (una especie incluida en el Convenio de Barcelona). Son también los fondos más castigados por la pesca de arrastre, de las que se observaron numerosas huellas en los vídeos; de hecho, se observó que la presencia de macroepifauna sésil, como los pennatuláceos, se reducía a las zonas próximas a los afloramientos rocosos, relativamente protegidas del impacto de las redes de arrastre.

Las denominaciones de “Detrítico Costero” y “Detrítico de reborde de plataforma” se derivan de las biocenosis de “Détritique Côtier” y “Détritique du Large” propuestas por Pérès y Picard (1964) y son ya clásicas en la bionomía marina mediterránea. Sin embargo, conviene matizar que la palabra “detrítico” en este contexto se refiere a elementos sedimentarios que en el ámbito de la geología se denominarían más propiamente “bioclásticos” u “organógenos”, mientras que, desde el punto de vista sedimentológico, se denomina “detrítico” al elemento que se deriva de la destrucción de una roca preexistente, lo que no es el caso.

La clasificación de estos hábitats en la zonación de pisos de Pérès y Picard (1964) es también controvertida. Mientras la denominada biocenosis del “Detrítico costero” se considera unánimemente como perteneciente al piso circalitoral, la del “Detrítico de reborde de plataforma” ha sido propuesta como componente del piso batial (Emig, 1997), argumentando que al cambio de pendiente en el reborde de plataforma en torno a 100-110 m de profundidad corresponden una serie de cambios hidrográficos y faunísticos que diferencian estos hábitats

de los del piso circalitoral. Sin embargo, Pérès y Picard (1964) escriben claramente que es “el horizonte más profundo del circalitoral”. Estos autores indican que una de las características esenciales de esta biocenosis radica en la presencia de restos subfósiles de organismos que vivían en épocas de nivel del mar más bajo que el actual. El presente estudio ha verificado esta afirmación en Alborán con la recogida de grandes cantidades de conchas subfósiles de bivalvos en varios muestreos entre 100 y 120 m (BV12, BV27, BV41; Figura 4.24). Se encontraron principalmente dos especies de mejillones, *Mytilus edulis* y *Modiolus modiolus*. Esta última especie, y también el bivalvo *Panomya norvegica*, son especies boreales que en la actualidad no se encuentran al sur del Canal de la Mancha. Estas acumulaciones marcan una antigua línea de costa que estuvo situada a algo más de 100 metros de profundidad hace unos 18.000 años. En aquel tiempo, la mayor parte de la plataforma de Alborán formaba una isla tan grande como la actual Formentera, continuada hacia el suroeste por algunos riscos.

El crinoideo *Leptometra phalangium* se ha citado como una especie característica de esta biocenosis y forma aglomeraciones densas en la cumbre del vecino Banco Algarrobo. Sin embargo, no se ha detectado pese a una atención particular durante las campañas de Alborán.

Una dificultad añadida se debe a que la transición entre el “Detrítico costero” y el “Detrítico de reborde de plataforma” a veces no está claramente delimitada y se manifiesta simplemente por la incorporación de especies más profundas, algunas de ellas también presentes en el piso batial. En el entorno de Alborán, se delimita bien por la desaparición de los rodolitos y la incorporación de los bivalvos *Bathyarca pectunculoides*, *Similipecten similis* y *Parvamussium fenestratum*, que son muy característicos.

En el contexto de la plataforma de Alborán y puesto que el “maërl” se considera como una facies del “Detrítico Costero”, se ha asignado al “Detrítico de reborde de plataforma” la comunidad de cascajo biógeno que ocupa extensas superficies entre el límite externo de los rodolitos y los fondos fangosos que se encontrarían por debajo de los 200 m y que quedan fuera de la zona de estudio.

En las muestras estudiadas (BV14, BV21, DR29), los elementos bioclásticos que se pueden identificar son principalmente derivados de moluscos, briozoos y algas calcáreas, con contribuciones menores de otros grupos (equinodermos, poliquetos, etc.) (Argudo, 2012).

Esta comunidad ha sido ampliamente filmada en los transectos con ROV (ROV01, 77-205 m; ROV02, 104-173 m; ROV04, 79-159 m; ROV06, 85-121 m; ROV12, 106-174 m; ROV15, 150-195 m; ROV18, 76-110 m; Oceana Dive 63a; Dive 70, 179-220 m; Dive 71, 112-191 m, reborde norte; Dive 72, -135-213 m, espolón; Dive 73, 144-196 m, espolón. También se ha muestreado con detalle (BV12, 112-120 m; BV13, 95-99 m; BV14, 93-100 m; BV15, 96 m; BV21, 93-101 m; DR26, 94-97 m; BV27, 100-109 m; BV30, 163-180 m; DR31, 96-100 m). Los grupos más representativos de la fauna en las muestras han sido estudiados en BV11, BV12, BV13, BV14, BV17, BV21 y BV27. En primer lugar, lo más destacable de este tipo de sustrato es el gran número de especies encontradas (415), valor que es parejo y a veces superior al registrado en los fondos de “maërl” ya descritos. Los valores de abundancia total por muestra oscilaron entre 212 y 2283, si bien esta disparidad puede ser debida a la mayor o menor eficiencia del arte de muestreo en cada punto en particular.

En el mapa de síntesis de hábitats (Fig. 4.25), se ha considerado conveniente separar los fondos de cascajo más someros, situados a menos de 96 m de profundidad, de los de cascajo profundo, situados a más de 96 m, de acuerdo con las consideraciones expuestas en párrafos anteriores.



**Figura 4.21.** Aspecto general de un fondo de cascajo profundo (ROV01\_00750, -223 m).



**Figura 4.22.** La holoturia *Parastichopus regalis* es característica de los fondos de cascajo profundo (ROV04\_00662, -107 m).

## EUNIS

### A5: Sedimentos sublitorales

#### A5.4. Sedimentos sublitorales mixtos.

##### A5.46. Comunidades animales de los fondos detríticos costeros en el Mediterráneo.

###### A5.461. Facies con *Ophiura texturata*

###### A5.463. Facies con grandes briozoos

##### A5.47. Comunidades de fondos detríticos del reborde de plataforma en el Mediterráneo

###### A5.471. Facies con *Neolampas rostellata*

###### A5.472. Facies con *Leptometra phalangium*

**Nota:** Ninguna de las "Facies" de la clasificación EUNIS para A5.46 y A5.47 se encontraron en Alborán.

## UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)

### IV. Circalitoral

#### IV.2. Arenas.

##### IV.2.2. Biocenosis del detrítico costero.

###### IV.2.2.8. Facies con *Ophiura texturata*.

###### IV.2.2.10. Facies con grandes briozoos.

##### IV.2.3. Biocenosis de los fondos detríticos del reborde de plataforma.

###### IV.2.3.1. Facies con *Neolampas rostellata*.

###### IV.2.3.2. Facies con *Leptometra phalangium*.

**Nota:** Ninguna de las "Facies" de nivel 4 para IV.2.2 y IV.2.3 se encontraron en Alborán; son los mismos que en el nivel 5 de la clasificación EUNIS).

## LPRE

03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0304	2	Pisos infralitoral y circalitoral sedimentarios.
030405	3	Fondos detríticos biógenos infralitorales y circalitorales.
03040511	4	Fondos de cascajo biógenos (conchas de moluscos) infralitorales y circalitorales.
04	1	Piso batial.
0402	2	Piso batial sedimentario.
040203	3	Fondos sedimentarios batiales no fangosos.
04020311	4	Fondos detríticos batiales
0402031101	5	Fondos detríticos batiales con cascajo, piedras y/o restos de corales recubiertos de esponjas, hidrozooos y briozoos.
0402031102	5	Fondos detríticos batiales con Pennatuláceos ( <i>Funiculina quadrangularis</i> , <i>Pennatula</i> spp.).
0402031103	5	Fondos detríticos batiales con <i>Lanice conchilega</i> .
0402031104	5	Fondos detríticos batiales con ceriantarios.
0402031106	5	Fondos detríticos batiales con campos de <i>Leptometra phalangium</i> .
0402 031108	5	Fondos detríticos batiales con dominancia de <i>Parastichopus regalis</i> .

**Tabla 4.14.** Correspondencia de la comunidad de los fondos de cascajo profundo con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).



**Figura 4.23.** *Pennatula rubra* es un antozoo pennatuláceo característico de los fondos de cascajo profundo (ROV15\_00893, -116 m).



**Figura 4.24.** Estas conchas de grandes mejillones (*Modiolus modiolus* y *Mytilus edulis*), dragadas entre 112 y 120 m, corresponden a biocenosis que vivieron a pocos metros de profundidad durante el último máximo glacial, con el nivel del mar unos 100 m más bajo que en la actualidad.

#### 4.6. Parámetros de riqueza y estructura de las comunidades bentónicas estudiadas.

Con el fin de obtener una visión integradora y comparativa de la diversidad faunística de los fondos estudiados, se seleccionaron diversas estaciones de muestreo en función de la cantidad y variedad del material estudiado, que a su vez se agruparon en función del tipo de sustrato: fondos de cascajo (7 muestras), fondos de “maërl” (4 muestras), fondos rocosos circalitorales (hasta 100 m de profundidad; 2 muestras) y fondos rocosos profundos (>100 m; 3 muestras) (Tabla 4.15). A partir de los datos de dichas estaciones se calcularon diversos índices (ver apartado 3.5.3 para la metodología), que reflejan la riqueza y la estructura de la comunidad presente en tales fondos. En primer lugar, destacan los elevados valores (número de especies, índice de Margalef, índice de Shannon-Wiener) obtenidos para los fondos de cascajo, comparables a los de los fondos de “maërl”; de hecho, los valores máximos de los dos últimos índices son incluso superiores en los fondos de cascajo (3,94 vs. 3,54 y 24,18 vs. 22,69, respectivamente). En cuanto a la riqueza faunística, los valores máximos son muy altos en términos absolutos, tanto en los fondos de “maërl” (192 especies) como en los de cascajo (188 especies). En los fondos rocosos, dichos valores son sensiblemente más bajos, si bien esto puede deberse en cierta medida a las técnicas de muestreo utilizadas, y a la dificultad de obtener muestras comparables en estos fondos. El valor máximo de abundancia en una muestra se obtuvo en fondos de “maërl” (4.140 individuos), si bien también fueron altos en los fondos de cascajo (2.283-1.584). No obstante, debe tenerse en cuenta que las diferencias en la abundancia total entre muestras pueden estar relacionadas con variaciones en el volumen de las muestras recogidas, siendo la muestra BV16 proporcionalmente grande. En cuanto a los índices de diversidad y distinción taxonómica, estos muestran valores máximos muy elevados y similares entre los cuatro hábitats estudiados. En relación a la estructura trófica de las comunidades, los mayores valores preliminares del índice de diversidad trófica se obtuvieron en los fondos de “maërl”, si bien se observa un cierto paralelismo en la composición trófica entre dichos fondos y los de cascajo, donde carnívoros y suspensívoros constituyen los grupos dominantes; por el contrario, en los fondos rocosos, la dominancia de los suspensívoros es patente sobre el resto de los grupos tróficos, siempre teniendo en cuenta lo comentado anteriormente en relación con la obtención de muestras representativas en los fondos rocosos. En conclusión, los resultados obtenidos indican que los fondos de cascajo son comparables a los fondos de “maërl” en cuanto a variedad, riqueza y estructura de las comunidades biológicas que albergan.

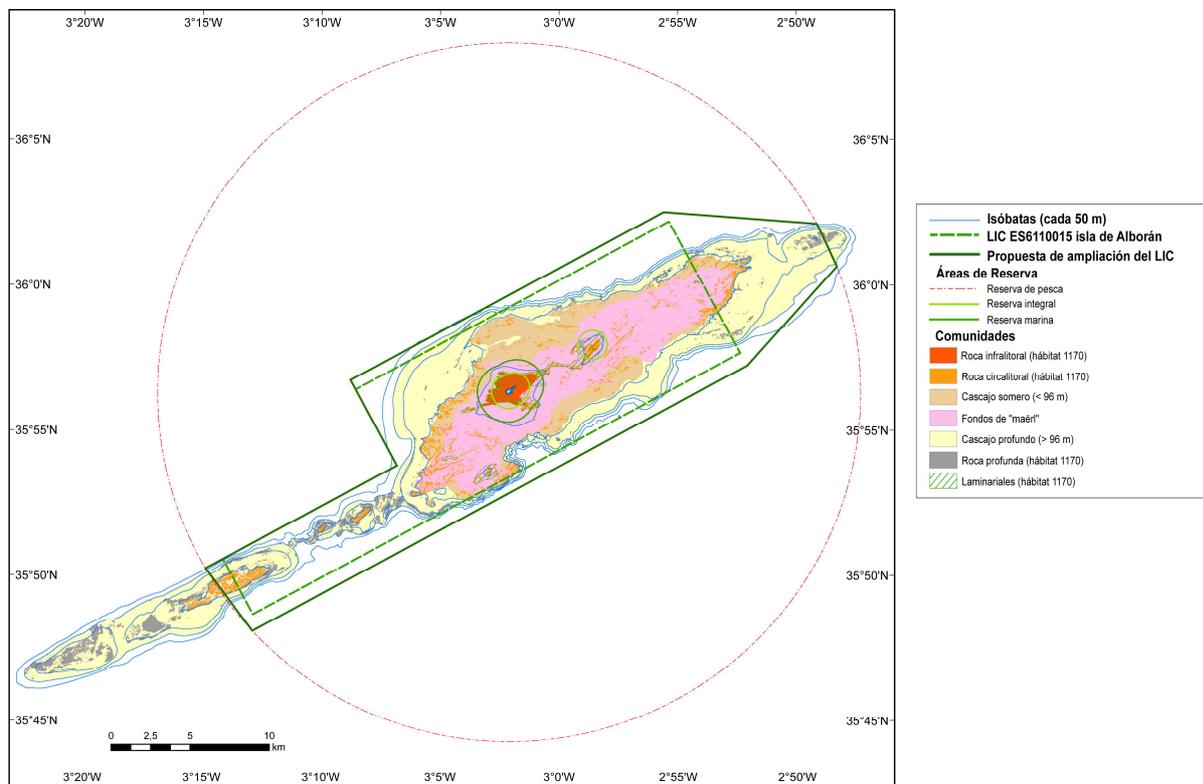
	Fondos de cascajo							Fondos de "maërl"				Roca circalitoral		Roca profunda		
	BV11	BV12	BV13	BV14	BV17	BV21	BV27	BV16	DR01	DR02	DR20	DR18	DR36	BV32	DR05	DR06
<b>S</b>	70	108	110	188	140	78	139	192	81	74	76	11	15	41	7	2
<b>N</b>	212	1584	844	2283	988	437	1340	4140	528	505	380	53	38	109	13	22
<b>Shannon (H)</b>	3,35	3,38	3,47	3,93	3,94	3,40	3,62	3,54	3,23	2,85	3,40	1,81	2,44	3,28	1,78	0,63
<b>Margalef</b>	12,88	14,52	16,18	24,18	20,16	12,66	19,17	22,69	12,76	10,92	11,78	2,52	3,85	8,53	2,34	0,32
<b>Diversidad taxonómica</b>	4,44	4,43	4,95	5,05	5,15	4,95	5,01	5,05	5,01	4,47	4,94	3,76	5,16	5,44	4,41	1,36
<b>Distinción taxonómica</b>	4,88	4,74	5,35	5,30	5,39	5,34	5,27	5,36	5,47	5,40	5,24	4,74	5,62	5,73	5,06	3,00
<b>Índice de diversidad trófica</b>	0,59	0,46	0,66	0,74	0,65	0,56	0,61	0,75	0,79	0,92	0,23	0,07	0,51	0,62	0,18	0,00

**Tabla 4.15.** Valores de parámetros de riqueza y estructura de la comunidad biótica para estaciones de muestreo seleccionadas y según el tipo de sustrato. **Abreviaturas:** **S**, riqueza específica (número de especies); **N**, número de individuos.

#### 4.7. Conclusiones.

En la isla de Alborán y su plataforma (hasta 200 m) se han identificado 14 comunidades bentónicas. Diez de ellas son de aguas someras (hasta unos 30 m), y se conocen relativamente bien por trabajos anteriores. Entre ellas, destaca la comunidad de algas laminariales, que es una comunidad singular y casi única en el Mediterráneo. El esfuerzo principal de este proyecto se ha centrado en las cuatro comunidades más profundas, mucho menos conocidas: roca circalitoral coralígena, roca profunda, “maërl” y de cascajo profundo. Todas ellas presentan valores elevados de diversidad estructural y trófica. Las comunidades de roca circalitoral y roca profunda (y también las comunidades de fondos rocosos más someros) se consideran incluidas en el hábitat 1170 (Arrecifes) de la Directiva de Hábitats. La comunidad del “maërl” se considera también un hábitat de especial interés para la conservación y existen para ella algunas medidas de gestión que se comentarán en el capítulo 7. Por último, la comunidad de cascajo profundo biógeno, poco conocida hasta ahora y, por otra parte, escasamente representada en el Mediterráneo, ha resultado ser extremadamente valiosa; carece en la actualidad de medida de gestión alguna.

En el sistema de información geográfica se representa la información existente para la zona de Alborán, incluyendo el cartografiado bionómico de las comunidades estudiadas. Para finalizar este capítulo, se incluye un mapa bionómico de la zona (Fig. 4.25), que sintetiza la información de la distribución de las comunidades obtenida mediante las campañas de vídeo remolcado, ROV (presente estudio y vídeos previos de OCEANA) y las muestras recogidas; este mapa se incluye con mayor formato y desglosado en cuatro hojas en el capítulo 8.



**Figura 4.25.** Mapa de síntesis que recoge los seis grandes hábitats infralitorales y circalitorales de la plataforma de la isla de Alborán, basado en la información obtenida mediante las campañas de vídeo remolcado, ROV (presente estudio y vídeos previos de OCEANA) y las muestras recogidas. Se diferencia entre cascajo somero (situado a menos de 96 m de profundidad) y cascajo profundo (a más de 96 m).

## 5. Conclusiones y valoración de los resultados obtenidos. Criterios de designación como área marina protegida.

### 5.1. Conclusiones y valoración de los resultados obtenidos.

Como se ha dicho, la isla de Alborán y su plataforma sumergida constituyen la parte más somera de una cordillera submarina que se extiende cerca de 200 km en dirección NE-SO. En un sentido amplio, puede considerarse como un monte submarino (más una cordillera que un monte), que aflora a la superficie en la isla de Alborán. Su situación geográfica a la entrada del Mediterráneo, su configuración morfológica, sus características geológicas y las peculiares características oceanográficas de las aguas que bañan esta zona le confieren una gran singularidad.

Las imágenes de sónar de barrido lateral adquiridas en el marco del proyecto INDEMARES han proporcionado una información muy valiosa y precisa sobre la topografía y la naturaleza de la plataforma circundante a la isla de Alborán, que presenta también características variadas de gran interés que propician la existencia de una amplia variedad de hábitats. Esta información ha sido una base fundamental para la realización de las campañas posteriores de vídeo suspendido, de ROV y de los muestreos. Las campañas de vídeo suspendido y ROV (incluyendo los vídeos cedidos por OCEANA) han proporcionado igualmente una información esencial para conocer “in situ” las comunidades presentes en la plataforma de Alborán y su distribución geográfica. Por último, las campañas de muestreo, realizadas en muchos casos sobre los transectos de ROV, han permitido caracterizar con precisión esas comunidades, identificando hasta el momento de redactar este informe 690 especies, la inmensa mayoría de las cuales no pueden ser identificadas simplemente mediante imágenes submarinas.

Las 216 especies encontradas por primera vez en los fondos próximos a la isla de Alborán elevan el total de especies conocidas de los grupos estudiados hasta 1.645, lo que representa casi el 42% de la diversidad total conocida hasta la fecha en la isla de Alborán de esos grupos. Es un porcentaje elevado, teniendo en cuenta que no se ha muestreado a profundidades inferiores a 25 m (pisos supralitoral, mesolitoral e infralitoral), en las que se concentra una buena parte de la diversidad bentónica, y no se han estudiado otras algas que las que constituyen los rodolitos.

Si se considera el número total de especies registradas de esos grupos en la zona de Alborán (1.645) y en el Mediterráneo (6.089, Coll *et al.*, 2010), y se tiene en cuenta que en los fondos de Alborán faltan algunas de las comunidades más diversas del Mediterráneo, como las praderas de fanerógamas (especialmente, las de *Posidonia oceanica*), se concluye que en la reducida zona estudiada se encuentra algo más de la cuarta parte (27,02%) de la diversidad total del Mediterráneo en esos grupos. Si se considera, además, que la superficie de la plataforma de Alborán situada por encima de los 200 m es de 27.534,6 ha (275,346 km<sup>2</sup>), se concluye que el 27,02% de la diversidad en el Mediterráneo de los grupos estudiados se concentra en el 0,01% de la superficie del Mediterráneo (2.510.000 km<sup>2</sup>).

Muchas otras especies encontradas son raras o poco comunes en el Mediterráneo, y aparecen con relativa frecuencia en la zona estudiada. Hay que resaltar también que al menos 32 nuevas especies marinas han sido descritas de los fondos próximos a la isla (ver apartado 2.3.2 y tabla 2.1). Muchas de ellas no se conocen de otro lugar, y quizá sean endémicas, como probablemente ocurre con el gasterópodo *Trophonopsis alboranensis*.

Especies	CB	CEEA-LESRPE	DH	LRVA	CAEA LAESRPE	IUCN
<b>ALGAS</b>						
<i>Cystoseira</i> spp.	II					
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	II	+			+	
<i>Lithothamnion coralloides</i>			M			
<i>Phymatolithon calcareum</i>			M			
<b>PORIFEROS</b>						
<i>Axinella polypoides</i>	II	+			+	
<i>Geodia cydonium</i>	II	+			+	
<i>Tethya aurantium</i>	II					
<i>Sarcotragus pipetta</i>	II					
<i>Spongia officinalis</i>	III					
<b>CNIDARIOS</b>						
<i>Astroides calycularis</i>	II	V			V	
<i>Savalia savaglia</i>	II	+			+	
<i>Eunicella verrucosa</i>						V
<i>Corallium rubrum</i>	III		M			
<b>MOLUSCOS</b>						
<i>Patella ferruginea</i>	II	PE	E		PE	
<i>Cymbula nigra</i>	II	+			+	
<i>Dendropoma petraeum</i>	II	V			V	
<i>Erosaria spurca</i>	II	+			+	
<i>Luria lurida</i>	II	+			+	
<i>Schilderia achatidea</i>	II	+			+	
<i>Ranella olearium</i>	II	+			+	
<i>Cymatium parthenopeum</i>						PM
<i>Charonia lampas</i>	II	V			V	PM
<i>Mitra zonata</i>	II	+			+	
<i>Lithophaga lithophaga</i>	II	+	E		+	
<i>Pinna rudis</i>	II	+			+	
<b>CRUSTÁCEOS</b>						
<i>Maia squinado</i>	III					
<i>Homarus gammarus</i>	III					
<i>Palinurus elephas</i>	III					
<i>Scyllarides latus</i>	III					
<i>Scyllarus arctus</i>	III					
<i>Scyllarus pygmaeus</i>	III					
<b>EQUINODERMOS</b>						
<i>Centrostephanus longispinus</i>	II	+	E		+	
<i>Paracentrotus lividus</i>	III					
<i>Ophidiaster ophidianus</i>	II	+			+	
<b>PECES</b>						
<i>Isurus oxyrinchus</i>	III					PM
<i>Prionace glauca</i>	III					PM
<i>Hippocampus ramulosus</i>	II	+			+	D
<i>Epinephelus marginatus</i>	III					PE
<i>Thunnus thynnus</i>	III					PM
<i>Xiphias gladius</i>	III					PE
<b>REPTILES</b>						
<i>Caretta caretta</i>	II	V	C	PE	V	PE
<b>MAMIFEROS</b>						
<i>Balaenoptera physalus</i>	II	V	E	PM	V	PE
<i>Ziphius cavirostris</i>	II	+	E	D	+	D
<i>Delphinus delphis</i>	II	V	E	PC	V	PE
<i>Stenella coeruleoalba</i>	II	+	E	V	+	PM
<i>Tursiops truncatus</i>	II	V	C, E	V	V	D
<i>Globicephala melas</i>	II	V	E	D	V	PM
<i>Grampus griseus</i>	II	+	E	D	+	D
<i>Orcinus orca</i>	II	+	E	D	+	PM
<i>Physeter macrocephalus</i>	II	V	E	V	V	V
<i>Monachus monachus</i>	II	PE	C	PC	PE	PC

**Tabla 5.1.** Especies de los alrededores de la isla de Alborán (excepto Aves) que figuran en listas de especies amenazadas. Abreviaturas: CB, Convenio de Barcelona (II, especies en peligro o amenazadas; III, especies cuya explotación debe regularse); CEEA-LESRPE, Catálogo Español de Especies Amenazadas-Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial; DH, Directiva de Hábitats; LRVA, Libro Rojo de los Vertebrados de Andalucía; CAEA-LAESRPE, Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas y Listado Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial; IUCN, Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Mundial para la Naturaleza; C, conservación de hábitats; D, datos insuficientes; E, estrictamente protegida; M, medidas de gestión; PC, peligro crítico; PE, peligro de extinción; PM, preocupación menor; V, vulnerable, +, incluida en listado. Modificada de Nevado *et al.* (2006).

Por otro lado, hay que resaltar el elevado número de especies que figuran en diversas listas de especies amenazadas (tabla 5.1), y otras que, aunque no aparecen todavía en dichas listas, deberían estar incluidas, como diversas especies estructurales, longevas y vulnerables, entre las que se encuentran diversas algas (laminariales y rodófitas constituyentes del “maërl”, por ejemplo), gorgonias, corales y esponjas.

Las únicas especies marinas de Alborán citadas en el Anexo I de la Directiva Hábitats son grandes vertebrados, como los delfines. Los invertebrados, que constituyen la inmensa mayoría de la fauna, no están adecuadamente representados en los Anexos aunque muchos de ellos sean especies de gran interés desde el punto de vista de la conservación.

El coral rojo (*Corallium rubrum*) es uno de los dos invertebrados marinos recogidos en el Anejo V (“Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión”) de la Directiva de Hábitats y reviste una importancia particular en la plataforma de Alborán, en la cual ha sido objeto de una explotación comercial con un elevado impacto en los fondos y la comunidad coralígena.

El Mediterráneo está considerado como una de las regiones del mundo con mayor biodiversidad, conteniendo entre el 4 y el 18% de las especies marinas conocidas en sólo el 0,82% de la superficie oceánica (Bianchi *et al.*, 2000; Coll *et al.*, 2010). Sin embargo, la distribución de dicha diversidad es heterogénea a lo largo de la cuenca, habiendo una mayor riqueza de especies en la parte occidental, que en la oriental. El mar de Alborán se considera en su conjunto un punto caliente (“hot-spot”) de diversidad, gracias en gran medida a su localización cercana al estrecho de Gibraltar, por lo que recibe la influencia de la corriente atlántica entrante, a la alta productividad de la cuenca y a un amplio rango de condiciones físico-químicas del medio marino (Coll *et al.*, 2010). Considerando la elevada diversidad, el número de especies endémicas, raras o amenazadas, y que las comunidades de la plataforma de la isla de Alborán están amenazadas por la actividad humana (esencialmente, por la pesca), esta zona reúne los criterios (Myers, 1988, 1990; Reid, 1998) para considerarse en sí misma un “punto caliente” de diversidad dentro del Mediterráneo y del propio mar de Alborán.

## 5.2. Criterios de designación como área marina protegida.

El principal objetivo del proyecto INDEMARES-Alborán es caracterizar e identificar los principales hábitats y biocenosis de la extensa plataforma insular de la isla de Alborán hasta 200 m de profundidad, y adaptar en la medida de lo posible los resultados obtenidos a las clasificaciones de la Directiva 92/43/CEE de Hábitats y del EUNIS (European Nature Information System), habitualmente empleadas en Europa.

Generalmente, se define una comunidad (o biocenosis) como el conjunto de poblaciones de diferentes especies (microorganismos, vegetales y animales) que viven en una misma zona física (a la que suele llamarse biotopo o hábitat) e interactúan entre sí, es decir,

mantiene una relación de interdependencia, especialmente desde el punto de vista trófico. Esta relación de interdependencia se identifica inicialmente sobre la base de las frecuencias y abundancias (dominancias) relativas de las especies, más que sobre las interacciones entre ellas, que suelen ser menos conocidas (Capa y Luque, 2006).

En la clasificación de las comunidades marinas se ha utilizado a nivel europeo el concepto de “hábitat” con significado similar al de comunidad. En unos casos, como el EUNIS o la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos aprobada en octubre de 2012 y pendiente de publicación en el Boletín Oficial del Estado, el elevado número de hábitats y su excesiva fragmentación hacen esas clasificaciones poco adecuadas para la gestión. Por otra parte, la Directiva 92/43/CEE de Hábitats, incorporada a la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, tiene un escaso nivel de definición de los hábitats marinos en su Anexo I (Tipos de hábitats naturales de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de zonas de especial conservación), que impide caracterizar correctamente muchas comunidades marinas. En lo referente al Mediterráneo, la clasificación de referencia de los tipos de hábitats marinos bentónicos de la región mediterránea del Plan de Acción para el Mediterráneo del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006), que tiene como finalidad proporcionar una referencia común al establecimiento de inventarios nacionales de lugares marinos y costeros de interés para la conservación, representa una propuesta intermedia entre los dos extremos mencionados.

Capa y Luque (2006) proponen utilizar la comunidad como la unidad básica de estudio, adoptando un criterio pragmático y, a la vez, sintético, que facilite sus objetivos específicos (la gestión, la conservación y la comprensión del medio), aunque en ocasiones pueda no coincidir con puntos de vista más estrictamente biológicos, o con clasificaciones previas internacionales aún sujetas a debate y posteriores modificaciones. Se ha seguido aquí este criterio, por lo que la clasificación empleada debe considerarse meramente aproximativa.

En la isla de Alborán y su plataforma (hasta 200 m) se han identificado 14 comunidades bentónicas (Tabla 5.2). Diez de ellas son de aguas someras (hasta unos 30 m), y se conocen relativamente bien por trabajos anteriores. Entre ellas, destaca la comunidad de algas laminariales, que es una comunidad singular y casi única en el Mediterráneo. El esfuerzo principal de este proyecto se ha centrado en las cuatro comunidades más profundas, mucho menos conocidas: roca circalitoral coralígena, roca profunda, “maërl” y de cascajo profundo. Todas ellas presentan valores elevados de diversidad. Las comunidades de roca circalitoral y roca profunda (y también las nueve comunidades de fondos rocosos más someros) se consideran incluidas en el hábitat 1170 (Arrecifes) de la Directiva de Hábitats. Las otras tres comunidades son de sustrato blando y no tienen equivalente en los hábitats de la Directiva. La comunidad de arenas y gravas afectadas por corrientes de fondo es poco conocida en la zona de estudio. La comunidad del “maërl”, sin embargo, es bien conocida y se trata de un hábitat de especial interés para la conservación para el que existen algunas medidas de gestión. Los fondos de rodolitos están incluidos en el reglamento de recursos pesqueros en el mar Mediterráneo (reglamento CE nº 1967/2006; Orden ARM/143/2010), que reza (Artículo 4, p. L409/28) “Hábitats protegidos... 2. Queda prohibida la pesca con redes de arrastres, dragas, jábegas o redes similares por encima de hábitats de coralígeno y de mantos de rodolitos”. Por último, la comunidad de cascajo profundo biógeno, poco conocida hasta ahora y, por otra parte, escasamente representada en el Mediterráneo, ha resultado ser tan diversa y valiosa como el “maërl”; carece en la actualidad de medida de gestión alguna.

Comunidad	Equivalencia en la Directiva de Hábitats
Comunidad de la roca supralitoral	Arrecifes (1170)
Comunidad de la roca mediolitoral	Arrecifes (1170)
Comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente batido	Arrecifes (1170)
Comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente protegido	Arrecifes (1170)
Comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente batido con erizos (blanquizales)	Arrecifes (1170)
Comunidad de algas hemiesciáfilas infralitorales en ambiente calmo	Arrecifes (1170)
Comunidad de algas hemiesciáfilas infralitorales de ambiente batido	Arrecifes (1170)
Comunidad de algas esciáfilas infralitorales	Arrecifes (1170)
Comunidad de arenas y gravas afectadas por corrientes de fondo	Sin equivalencia
Comunidad de algas laminariales	Arrecifes (1170)
Comunidad de la roca circalitoral (coralígena)	Arrecifes (1170)
Comunidad de la roca circalitoral profunda	Arrecifes (1170)
Comunidad de “maërl” o de rodolitos	Sin equivalencia
Comunidad de los fondos de cascajo profundo	Sin equivalencia

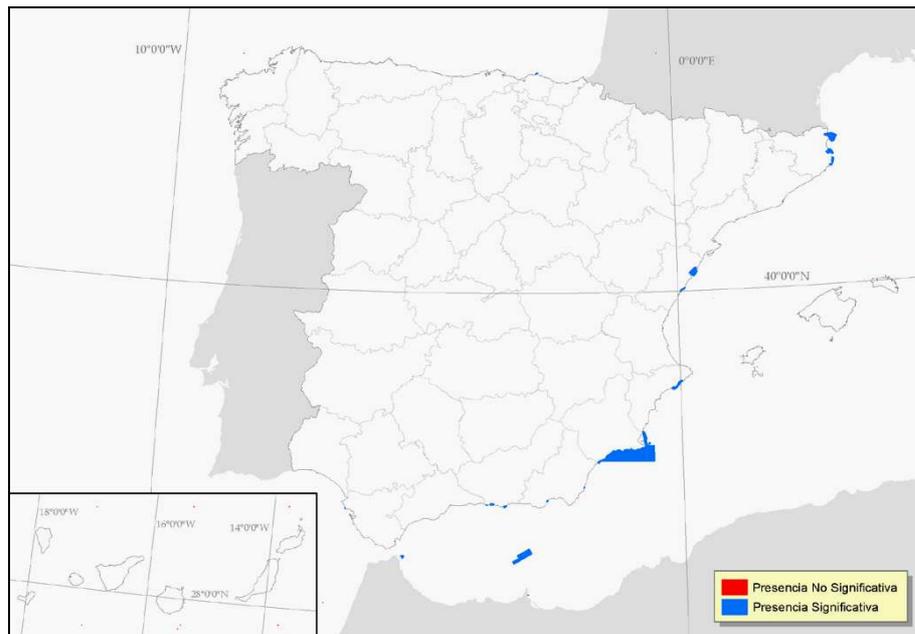
**Tabla 5.2.** Comunidades presentes en la plataforma de la isla de Alborán entre 0 y 200 m, y su equivalencia en la Directiva 92/43/CEE de Hábitats.

Resulta llamativo que los tipos de hábitats marinos y costeros incluidos en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE de Hábitats como tipos de hábitats de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de ZEC no tienen ningún parangón con los considerados en el medio terrestre o de las aguas dulces, ni en lo referente a su número (9 frente a 191), ni a su grado de definición o extensión. Mientras los tipos de hábitats terrestres de interés comunitario se han definido principalmente por descriptores fitosociológicos y constituyen hábitats concretos que se expresan en unidades territoriales con cierta precisión, en el medio marino se ha optado por una división por grandes ecosistemas, con un nivel de definición muy bajo y que responden a criterios muy diferentes. Una crítica a esta selección de hábitats marinos y a sus problemas de definición la ofrecen Templado *et al.* (2009). Así, los hábitats de interés comunitario marinos definidos en la mencionada Directiva son los siguientes:

- **1110.** Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda.
- **1120.** Praderas de *Posidonia*.
- **1130.** Estuarios.
- **1140.** Llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua en marea baja.
- **1150.** Lagunas costeras.
- **1160.** Grandes calas y bahías poco profundas.
- **1170.** Arrecifes.
- **1180.** Estructuras submarinas producidas por escape de gas.
- **8330.** Cuevas marinas sumergidas o parcialmente sumergidas.

Seis de ellos (1110, 1120, 1130, 1140, 1150, 1160) son propios de ambientes costeros o someros que no están representados en Alborán, y uno (1180) es muy específico y tampoco se encuentra representado en el área de estudio. El hábitat 8330 (cuevas marinas sumergidas), podría corresponder a los extraplomos y cavidades con coral rojo observados en el presente proyecto, pero se integra mejor en el de Arrecifes (1170), como se comenta más adelante.

Por tanto, de todos estos hábitats marinos de interés comunitario, el único presente en los fondos de la isla de Alborán es precisamente el más amplio y heterogéneo, el 1170 (Arrecifes). En el formulario normalizado de datos de la Red Natura 2000 (con fecha de última actualización 05/2003) se señala el LIC de la isla de Alborán entre los que muestran una presencia significativa de este hábitat (Fig. 5.1), con una cobertura del 80%, representatividad y estado de conservación “A” (excelente). No obstante, la información contenida en dicho formulario referente a este LIC es deficiente y contiene errores significativos, como señalar la presencia en el mismo de las fanerógamas marinas *Zostera marina*, *Zostera noltii* y *Posidonia oceanica* o el alga *Laminaria rodriguezii*, especies que no se hallan en la zona.



**Figura 5.1.** Datos de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000 (enero de 2006) en los que se muestran los Lugares de Interés Comunitario en que está presente el tipo de hábitat 1170.

Con respecto a los arrecifes, el documento “Directrices para el establecimiento de la red Natura 2000 en el medio marino” (Comisión Europea, 2007) da la siguiente definición: “Los arrecifes pueden ser concreciones biogénicas o de origen geogénico. Son sustratos compactos y duros sobre fondos sólidos y suaves que se levantan desde el fondo marino en la zona sublitoral y litoral. Los arrecifes pueden albergar una zonación de comunidades bentónicas de especies de animales y algas, así como concreciones y concreciones coralígenas.”

Por otro lado, la definición mejorada que se aporta en la ficha correspondiente a este hábitat de interés comunitario (Templado *et al.*, 2009) es como sigue: “Los arrecifes son todos aquellos sustratos duros compactos que afloran sobre fondos marinos en la zona sublitoral (sumergida) o litoral (intermareal), ya sean de origen biógeno o geológico. Los arrecifes pueden presentar toda una zonación batimétrica de comunidades bentónicas, entre las que se incluyen concreciones de origen biógeno”.

Asimismo, las citadas Directrices (Comisión Europea, 2007) incluyen las siguientes aclaraciones referidas a la definición del hábitat 1170:

- “Sustratos compactos y duros” son rocas (incluidas las rocas blandas, por ejemplo, caliza), cantos y cascajos (generalmente >64 mm de diámetro).

- “Concreciones biogénicas” son concreciones, incrustaciones, concreciones coralígenas y lechos de bivalvos formados por animales vivos o muertos, es decir, fondos duros biogénicos que constituyen hábitats para las especies epibióticas.
- “Origen geogénico” se refiere a arrecifes formados por sustratos no biogénicos.
- “Se levantan del lecho marino” significa que el arrecife es topográficamente diferente del fondo marino que lo rodea.
- “Zona sublitoral y litoral” hace referencia a que los arrecifes se pueden extender desde el sublitoral de forma ininterrumpida hasta la zona intermareal (litoral) o pueden presentarse únicamente en la zona sublitoral, incluyendo zonas de aguas profundas tales como la zona batial.
- Estos sustratos duros cubiertos por una capa móvil y fina de sedimentos se consideran arrecifes si la biota asociada depende del sustrato duro más que del sedimento que los recubre.
- Si existe una zonación ininterrumpida de comunidades litorales y sublitorales, debería respetarse la integridad de la unidad ecológica a la hora de delimitar los espacios.
- Este complejo de hábitat incluye una variedad de características topográficas submareales tales como hábitats de respiraderos hidrotermales, montes submarinos, paredes rocosas verticales, mesetas horizontales, extraplomos, cumbres, barrancos, cordilleras, lechos rocosos planos o en pendiente, rocas fragmentadas y campos de cantos y cascajos.

Por tanto, el hábitat 1170 (Arrecifes) de la Directiva de Hábitats es extraordinariamente amplio y abarca todos los fondos rocosos marinos, parcial o totalmente sumergidos, así como las concreciones biogénicas que pueden crecer sobre ellos (todos los sustratos duros no artificiales del medio marino, con independencia de su topografía o ubicación) (Templado *et al.*, 2009). Por otro lado, este hábitat se encuentra desde la línea de costa (niveles intermareales) hasta los fondos profundos (fondos batiales), pudiendo extenderse por amplias superficies. Desde el punto de vista de su topografía pueden ser extremadamente variables: acantilados y roquedos costeros, pequeñas islas e islotes, cubetas intermareales, paredes rocosas, cornisas, extraplomos, plataformas de roca que emergen sobre los fondos sedimentarios, bloques rocosos, pedregales, o promontorios, cañones y escarpes submarinos de diversa envergadura. Considerando su ubicación respecto a la costa, pueden ser acantilados y roquedos costeros, islotes e islas, bajos, promontorios submarinos y bancos situados tanto en la plataforma continental como en fondos batiales, y escarpes de los cañones submarinos.

Este tipo de hábitat extremadamente variable alberga asimismo comunidades marinas muy variadas y ricas en especies y comunidades. Dependiendo de los distintos factores (cota batimétrica, exposición al oleaje, incidencia de la luz, topografía, etc), así como de la zona geográfica, las comunidades y especies varían notablemente. Son totalmente distintas, por ejemplo, las presentes en las rocas intermareales, de las que pueblan los fondos rocosos profundos. Por otro lado, existen diferencias muy notables entre las distintas zonas geográficas.

Una prueba de la riqueza biológica y diversidad de este hábitat la constituye la gran variedad de hábitats de la clasificación EUNIS o de la del Plan de Acción del Mediterráneo que incluye. Es reseñable que en la ficha correspondiente a este hábitat de interés comunitario (Templado *et al.*, 2009) se cita como ejemplo de la rica biodiversidad que alberga que, sólo en los fondos rocosos que circundan la isla de Alborán, se han citado más de 1.800 especies vegetales y animales a pesar de que se trata de un inventario incompleto (Templado *et al.*,

2006). Puede afirmarse como conclusión que más del 70% de las especies marinas de nuestro entorno geográfico pueden encontrarse en este hábitat.

En la ficha del hábitat 1170, Templado *et al.* (2009) señalan:

“Mención aparte merece la isla de Alborán, situada en medio del mar que lleva su nombre y que constituye la parte emergida de una cordillera submarina que se extiende unos 150 km en dirección nordeste-sudeste. Se trata de una isla de pequeñas dimensiones (614 m de longitud máxima, menos de 300 de anchura máxima y cuya altura media es de unos 15 m sobre el nivel del mar). Toda ella está flanqueada de acantilados bajos. Los fondos que circundan la isla son mayoritariamente rocosos y albergan todo el rango batimétrico de comunidades propias del tipo de hábitat 1170, con una extraordinaria riqueza biológica y un excelente estado de conservación. Destacan los formidables fondos de laminarias (*Laminaria ochroleuca* y *Saccorhiza polyschides*) que se extienden entre 25 y 30 m de profundidad. Al nordeste de la isla se eleva un escarpado promontorio submarino llamado “Piedra Escuela”, cuya cima se sitúa a 55 m de profundidad y donde existe una excelente representación de la comunidad de coralígeno. Todo este singular espacio marino cuenta con diversas figuras de protección y con su correspondiente LIC (ES6110015). Una detallada descripción de la biodiversidad que alberga la zona puede verse en los libros de Templado *et al.* (2006) y Paracuellos *et al.* (2006).”

De lo expuesto anteriormente, cabe concluir que los hábitats representados en la plataforma de Alborán, o bien se enmarcan en el extenso concepto de los arrecifes (1170) o se ajustan al concepto de cuevas marinas sumergidas o semisumergidas (8330), o bien no están contemplados en el listado de hábitats de la Directiva. En el concepto de arrecifes tendrían cabida las concreciones biógenas con epifauna, por lo que podrían incluirse también los fondos de “maërl”, como mínimo aquellos que concrecionan y constituyen facies de “coralígeno de plataforma” y aquellos en los que los rodolitos superan los 64 mm de diámetro (es decir, los que predominan en la parte externa de la plataforma).

De la superficie de la plataforma de la isla de Alborán comprendida entre 0 y 200 m (27.534,6 ha), 2.162,2 ha (7,85%) corresponden a sustrato rocoso, y podrían considerarse comprendidas dentro del amplio concepto del hábitat 1170.

Dos especies de algas que forman rodolitos (*Phymatolithon calcareum* y *Lithothamnion corallioides*) se encuentran igualmente recogidas en dicho Anejo V, pero esa es la única referencia a los fondos de “maërl” en la Directiva de Hábitats. Barberá *et al.* (2003) escriben que “A fin de alcanzar los objetivos de protección establecidos en un contexto europeo, es deseable que el estatus de las algas formando maërl fuese reevaluado para dar a los mantos de rodolitos una categoría superior de protección bajo la Directiva de Hábitats, es decir, desde especies explotadas que requieren medidas de gestión por el Anejo V, a un tipo de hábitat reconocido del Anejo I o a especies del Anejo II.”

Los criterios utilizados en la selección de áreas a estudiar del proyecto INDEMARES fueron: representación biogeográfica de las áreas propuestas, presencia de estructuras submarinas de interés para su conservación y estudio, presencia de especies o hábitats amenazados y presencia de áreas naturales bien conservadas.

En lo que se refiere a la representación biogeográfica, la localización del área de estudio en el mar de Alborán, cuenca de encuentro de dos océanos (Atlántico y Mediterráneo) hace que esta zona sea de gran interés biogeográfico, como ya se ha comentado, en la que confluyen especies tanto atlánticas como mediterráneas (Templado y Calvo, 2006; Peñas *et al.*, 2011). Su origen volcánico, junto con las estructuras geomorfológicas submarinas a que ha dado lugar, serían acordes con el segundo criterio de presencia de estructuras submarinas de interés para su conservación y estudio. En cuanto al tercer criterio, tanto en la isla como en la plataforma y

en las aguas que las cubren aparecen especies (aves, cetáceos, etc.) y hábitats (coralígeno, bosques de laminariales, fondos de “maërl”, etc.) amenazados. Por último, su lejanía de los continentes africano y europeo y su escasez de recursos hídricos han permitido un cierto aislamiento y la ausencia de asentamientos humanos (salvo el actual, de tipo militar), lo que favorece que tanto la isla como su entorno todavía estén relativamente bien conservados, tras el impacto ocasionado por las pesquerías del coral rojo en la década de 1980.

En lo que se refiere a la legislación española, la Ley de la Red de Parques Nacionales (2007), incluye una lista de sistemas naturales marinos españoles a representar en la red de parques nacionales. Aunque la zona estudiada no es un Parque Nacional, ha sido identificada como un área natural compatible con la figura de Parque Nacional (Casas Grande, del Pozo Manrique y Mesa León, 2006). Esta área aporta una buena representación de 10 de los 13 sistemas naturales marinos a representar en la Red de Parques Nacionales, a saber: fondos detríticos y sedimentarios, fondos de “maërl”, comunidades coralígenas, áreas pelágicas de paso, reproducción o presencia habitual de cetáceos o grandes peces migradores, grandes montañas, cuevas, túneles y cañones submarinos, comunidades singulares de grandes filtradores (esponjas, ascidias y briozoos), comunidades de algas fotófilas o laminariales, comunidades de sustrato duro con poblamientos algares fotófilos o esciáfilos, veriles y escarpes de pendiente pronunciada y bajos rocosos. Faltan únicamente los sistemas asociados a emanaciones gaseosas submarinas y las praderas de fanerógamas marinas, y la presencia en la zona de los bancos de corales profundos está aún por comprobar.

En el Mediterráneo, el Anexo I del “Protocolo sobre las zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica en el Mediterráneo” del Convenio de Barcelona define los “Criterios comunes para la selección de las zonas marinas y costeras protegidas que puedan incluirse en la Lista de ZEPIM”. Es indispensable que tengan previamente un estatuto legal y, además, que

- desempeñen una función importante en la conservación de los componentes de la diversidad biológica en el Mediterráneo,
- contengan ecosistemas típicos de la zona mediterránea o los hábitats de especies en peligro,
- tengan un interés científico, estético, cultural o educativo especial.

La plataforma de la isla de Alborán reúne todas y cada una de estas condiciones.

Aunque la isla de Alborán y su plataforma insular se localizan en el Mediterráneo, y el proyecto LIFE + INDEMARES tiene como base la Directiva de Hábitats para proponer zonas a incluir en la Red NATURA 2000, el listado de hábitats contemplados por la Directiva Hábitats en el medio marino es, como se ha dicho, claramente incompleto, ya que no refleja con precisión el conjunto de hábitats existentes en el medio marino. Por esta razón se considera aquí que habría que tener en cuenta también otros criterios y listados de especies y hábitats amenazados y/o en declive de aplicación para las aguas próximas del Atlántico, y recogidos en el Convenio OSPAR (2008). Estos criterios pueden resultar de utilidad en regiones con características como el mar de Alborán y permitirían una mayor precisión en la descripción de los hábitats esenciales y vulnerables de la plataforma de Alborán.

Para OSPAR los criterios de selección (“The Texel-Faial Criteria”) de hábitats para su protección son:

- 1) **Importancia global** (importancia del área en OSPAR para este hábitat en un contexto global): si una proporción elevada del hábitat se da en la zona OSPAR.
- 2) **Importancia regional** (importancia de las subregiones del área OSPAR para el hábitat): una elevada proporción del hábitat ocurre en una región biogeográfica específica y/o

una región de responsabilidad nacional dentro del área OSPAR.

3) **Rareza:** un hábitat se considera raro si está restringido a un número limitado de localidades o a localidades escasas, pequeñas y dispersas en el área OSPAR.

4) **Sensibilidad:** Un hábitat es “muy sensible” cuando:

a) Tiene una resistencia muy baja (es decir, es muy fácilmente afectado por la actividad humana), y/o

b) Tiene una resiliencia muy baja (es decir, tras un efecto adverso debido a la actividad humana, su recuperación probablemente tendría lugar sólo después de un periodo muy largo, o no se recuperaría).

Un hábitat es sensible cuando:

a) Tiene una resistencia muy baja (es decir, es fácilmente afectado por la actividad humana, y/o

b) Tiene una baja resiliencia (es decir, tras un efecto adverso debido a la actividad humana, su recuperación se produciría sólo después de un periodo largo).

5) **Importancia ecológica:** el hábitat es muy importante para la importancia general de los procesos ecológicos, las funciones y las especies que soporta.

6) **Situación de declive:** declive significa un importante declive en extensión o calidad. El declive puede ser histórico, reciente o actual, y puede ocurrir en toda la zona marina OSPAR o regionalmente.

Es fácil encontrar en la plataforma de Alborán hábitats que reúnan todos o algunos de estos criterios. Así, puede considerarse en la zona estudiada la existencia de los siguientes hábitats amenazados presentes en la lista de la Convención de OSPAR (2008).

1) **Montes submarinos (“seamounts”).** La propia plataforma en su conjunto constituye en sentido amplio la cima de un monte submarino (o, más bien, parte de una cordillera). La interacción de las corrientes oceánicas con los montes produce afloramientos locales que incrementan la producción primaria en las aguas más someras, por lo que en esas zonas se concentra una elevada diversidad y biomasa de especies, favorecida por el gran número de hábitats que aparecen en los fondos duros respecto a los fondos marinos sedimentarios próximos (Gubbay, 2003; Stocks y Hart, 2007). Las comunidades pelágicas situadas por encima de los montes son diferentes de las de las aguas circundantes, y la elevada biomasa de plancton hace que muchas especies de peces, cetáceos y aves marinas tiendan a concentrarse en esas aguas (Gubbay, 2003) y, por tanto, convierten a los montes submarinos en un hábitat vulnerable frente a determinadas actuaciones humanas, como las pesquerías.

Por otra parte, las distancias que separan unos montes submarinos de otros o de la plataforma continental más próxima, les hacen funcionar como “islas” desde el punto de vista biogeográfico, ya que muchos animales que viven en ellos no pueden vivir en los fondos batiales o abisales que los rodean y llegan a los montes mediante procesos de dispersión a larga distancia (Gofas, 2007). El aislamiento (geográfico, hidrográfico, topográfico y/o genético) propicia el desarrollo de taxones y ecosistemas endémicos, pero los montes submarinos pueden funcionar también como “puentes” (“stepping stones”) de conectividad genética (Shank, 2010). Todo ello convierte a los montes submarinos en “puntos calientes” de biodiversidad (Myers, 1988, 1990; Reid, 1998), ya que suman a una elevada diversidad una tasa relativamente alta de endemismo, y sus comunidades están amenazadas por la actividad humana, por lo que su estudio reviste un interés especial desde el punto de vista de la conservación (Gofas, 2007; Shank, 2010). Se ha propuesto seleccionar algunos montes

submarinos y reservarlos sólo para propósitos de investigación, con objeto de tener unas líneas de base para la investigación y el seguimiento de estos ecosistemas (Morato *et al.*, 2010).

En los últimos años se ha desarrollado un interés creciente en el estudio de los montes submarinos como modelos para entender los procesos evolutivos fundamentales que estructuran la diversidad, la biogeografía y el funcionamiento de los ecosistemas bentónicos profundos (Gubbay, 2003; Stocks, 2004; Stocks *et al.*, 2004; Gofas, 2007; Shank, 2010). El proyecto OASIS (OceAnic Seamounts: an Integrated Study), financiado por la Unión Europea, comenzó en 2002 y tiene como objetivo el conocimiento integrado de la ecología de los montes submarinos del Atlántico NE (Gubbay, 2003; Beck *et al.*, 2006; OASIS). La IUCN inició también en 2009 el programa Seamounts Project, con el objetivo general de obtener información para el manejo de las pesquerías basado en un enfoque de ecosistema para zonas de importancia biológica y comercial significativa, como los montes submarinos, que se hallan en áreas de alta mar fuera de la jurisdicción nacional (IUCN Seamounts project). La reciente aparición de un sistema de información “on line” sobre los montes submarinos (Seamounts Online), contribuirá sin duda a una mejor accesibilidad de la información disponible.

El Convenio OSPAR, del que España es país signatario, incluyó en 2008 los montes submarinos en la Lista de especies y hábitats amenazados y/o en declive (OSPAR, 2008a, b), publicando posteriormente un documento compilatorio de la información disponible sobre su distribución, extensión, estado y principales amenazas, así como recomendaciones para su conservación (OSPAR Commission, 2010).

2) **Agregaciones de esponjas profundas.** Este tipo de fondos aparece en la comunidad de la roca profunda de la zona de Alborán.

3) **Fondos de “maërl”.** Esta comunidad ocupa una buena parte de la plataforma de Alborán, pudiendo solaparse con la comunidad de laminariales. En lo relativo a la Red Natura 2000, el Reino Unido y Francia han declarado LICs por la presencia de lechos de “maërl”, entre otros hábitats de importancia. La plataforma de Alborán ostenta posiblemente uno de los campos de rodolitos más extensos del Mediterráneo, junto con el canal de Sicilia. Por esta razón, la conservación de un área continua tan extensa y, hasta ahora, tan íntegra, se debe entender como un objetivo prioritario.

4) **Fondos de pennatuláceos y megafauna excavadora.** Si bien este hábitat está originalmente descrito para sustratos de arenas y fango, entre la zona intermareal y 100 m de profundidad en las áreas OSPAR (Hughes, 1998), en los fondos de cascajo de la plataforma de Alborán, existen agrupaciones de pennatuláceos, por lo que podrían incluirse dentro de este tipo de hábitat.

5) **Jardines de coral.** Este hábitat, formado por distintas especies de octocorales y madreporarios, está presente en los afloramientos rocosos de la plataforma de Alborán (la comunidad circalitoral coralígena y la de la roca profunda).

6) **Corales profundos.** Dado que se encuentran a mayor profundidad que la estudiada en este proyecto, no se ha podido constatar la existencia de comunidades de corales profundos (“corales blancos”) como *Lophelia pertusa* y/o *Madrepora oculata*, aunque es probable que aparezcan en las todavía inexploradas laderas del talud insular.

A estos hábitats de la Convención OSPAR habría que añadir los bosques de laminariales, que están considerados como uno de los ecosistemas más ricos del mundo (Birkett *et al.*, 1998). En las regiones OSPAR, las laminariales son tan abundantes que no están incluidas en las listas de hábitats amenazados. Sin embargo, en el Mediterráneo las laminariales constituyen hábitats singulares. En la isla de Alborán se encuentran los bosques de laminarias más extensos del mar de Alborán (Flores *et al.*, 2004; Templado *et al.*; 2006).



En conclusión:

1) Las comunidades de fondos rocosos se pueden ajustar al concepto amplio de “arrecifes” (1170) de la Directiva de Hábitats. En la plataforma de Alborán, bajo este concepto, se encuentran once comunidades, todas ellas de elevada diversidad y valor.

2) Las otras tres comunidades presentes (arenas y gravas afectadas por corrientes de fondo, “maërl” y fondos de cascajo profundo) son de fondos blandos y no están contempladas en la Directiva de Hábitats, pero se consideran esenciales en Alborán, por las razones que se han detallado anteriormente.

3) La plataforma de la isla de Alborán y las comunidades que contiene son, por su diversidad, singularidad, proporción de especies endémicas, raras, de interés científico, o esenciales para el mantenimiento de la comunidad o del ecosistema en su conjunto, por la vulnerabilidad de dichas especies y comunidades al impacto humano, y por el buen estado de conservación de la comunidad, un patrimonio natural de enorme valor que requiere medidas estrictas de conservación.

## 6. Influencia humana en la zona.

La actual ficha del LIC Alborán señala el estado de conservación A (“Excelente”) y una evaluación global también A (“Excelente”), en una escala de tres niveles. Las observaciones realizadas durante este proyecto permiten suscribir globalmente esta valoración.

Los impactos humanos que afectan a la plataforma de Alborán se reparten esencialmente en dos categorías: los efectos de la pesca y la presencia de basuras y desechos diversos en el fondo; el segundo probablemente deriva en buena parte de la presencia de barcos pesqueros, porque las rutas de navegación se hallan por fuera de esta zona.

La elevada producción y el estado de sobreexplotación de la mayor parte de los caladeros de la plataforma continental hace que bastantes zonas alejadas de la costa, como los montes submarinos entre los que se podría incluir a la dorsal de Alborán, soporten una elevada presión pesquera (pesca de arrastre, trasmallos y palangres), que produce un elevado impacto no sólo sobre las especies objetivo, sino sobre unas comunidades bentónicas que sólo recientemente han empezado a estudiarse. Frecuentemente, como ha ocurrido históricamente en Alborán, los pescadores llegan antes que los científicos. Al impacto de la pesca se unen otros impactos, como la contaminación y los efectos del cambio climático global, formando el conjunto una seria amenaza para unos ecosistemas que apenas empiezan a conocerse. Estos últimos son de carácter general y afectan al conjunto de los océanos, aunque eventos locales de contaminación superficial, como vertidos de petróleo, podrían afectar gravemente a las comunidades de la plataforma de Alborán, sobre todo a las de aguas más someras, que contienen especies amenazadas, como *Patella ferruginea*.

### 6.1. La pesca.

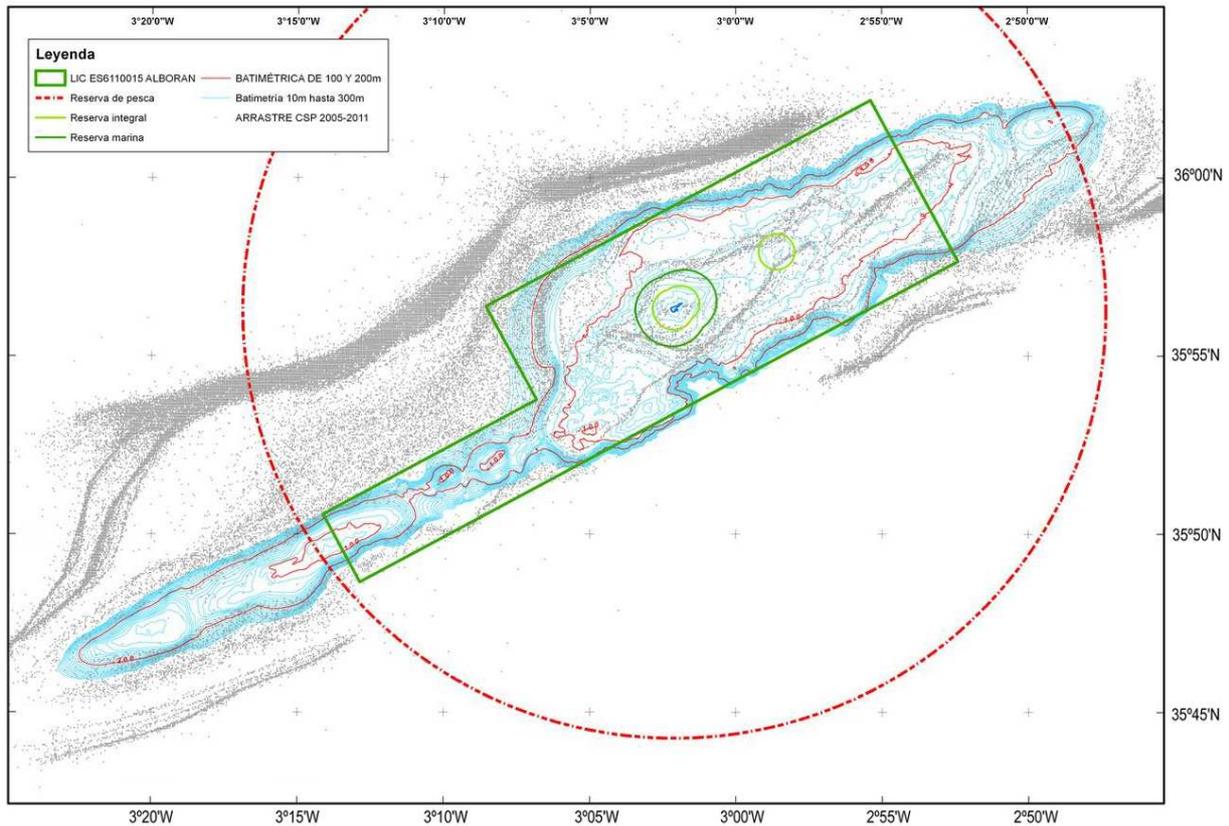
El inicio de la pesca en la isla de Alborán está datado en 1885 (Templado *et al.*, 2006), habiéndose mantenido las actividades pesqueras hasta la actualidad, aunque evolucionando de forma diversa a lo largo del tiempo (Rubio Turiel, 2001; Templado *et al.*, 2006).

En la Reserva de Pesca está regulada la pesca profesional, pudiendo practicarse con artes de arrastre de fondo dirigidos a la captura de la gamba roja (*Aristeus antennatus*) y otras especies de fondo, con palangre de fondo, de superficie y otros artes de anzuelo, y con artes de cerco dirigidos a pequeños pelágicos. Dentro de la Reserva Marina y fuera de las zonas de Reserva Integral está prohibida toda clase de pesca y la extracción de flora y fauna marinas, excepto la pesca profesional, con artes y aparejos tradicionalmente utilizados en la zona (palangre de fondo, cacea al curricán, cañas con cebo vivo y cerco dirigido a pequeños pelágicos). En las zonas de Reserva Integral está prohibido cualquier tipo de pesca y la extracción de fauna y flora. La pesca de recreo está permitida en la Reserva de Pesca y en la Reserva Marina, exclusivamente en la modalidad de cacea al curricán, aunque hay constancia de que los pescadores supuestamente deportivos que van a Alborán pescan a fondo (ver, entre otros: <http://www.youtube.com/watch?v=gjG0Tvg8wWQ>, <http://www.youtube.com/watch?v=Xa-jFD2R6T0>).

Las artes tradicionalmente utilizadas en la zona son las redes de arrastre bentónicas, las redes fijas de tipo trasmallo y los palangres; estas últimas suelen calarse sobre fondos rocosos o en sus proximidades. Hasta 1986 se extraía también coral rojo mediante diversos métodos, incluido el enormemente destructivo de la “barra italiana” (Rubio Turiel, 2001; Templado *et al.*, 2006).

En la actualidad, predomina la pesca de arrastre, para la que hay en la actualidad 69 embarcaciones autorizadas a ejercer la pesca, en la modalidad de arrastre de fondo, en el

caladero de Alborán y su Reserva de Pesca (Resolución de 31 de enero de 2011). Este considerable esfuerzo de pesca se ha mantenido más o menos estable en los últimos años. La flota de arrastre, en su mayor parte basada en puertos de la provincia de Almería, se centra en la pesca de la gamba roja o rayao (*Aristeus antennatus*), faenando entre 500 y 800 m de profundidad. No obstante, algunos de esos barcos trabajan ocasionalmente en la plataforma de Alborán, como lo demuestra el seguimiento de la huella pesquera.



**Figura 6.1.** Mapa de distribución de registros de arrastre (VMS) registrada entre los años 2005 y 2010; se representan en rojo las isóbatas de 100 y 200 m.

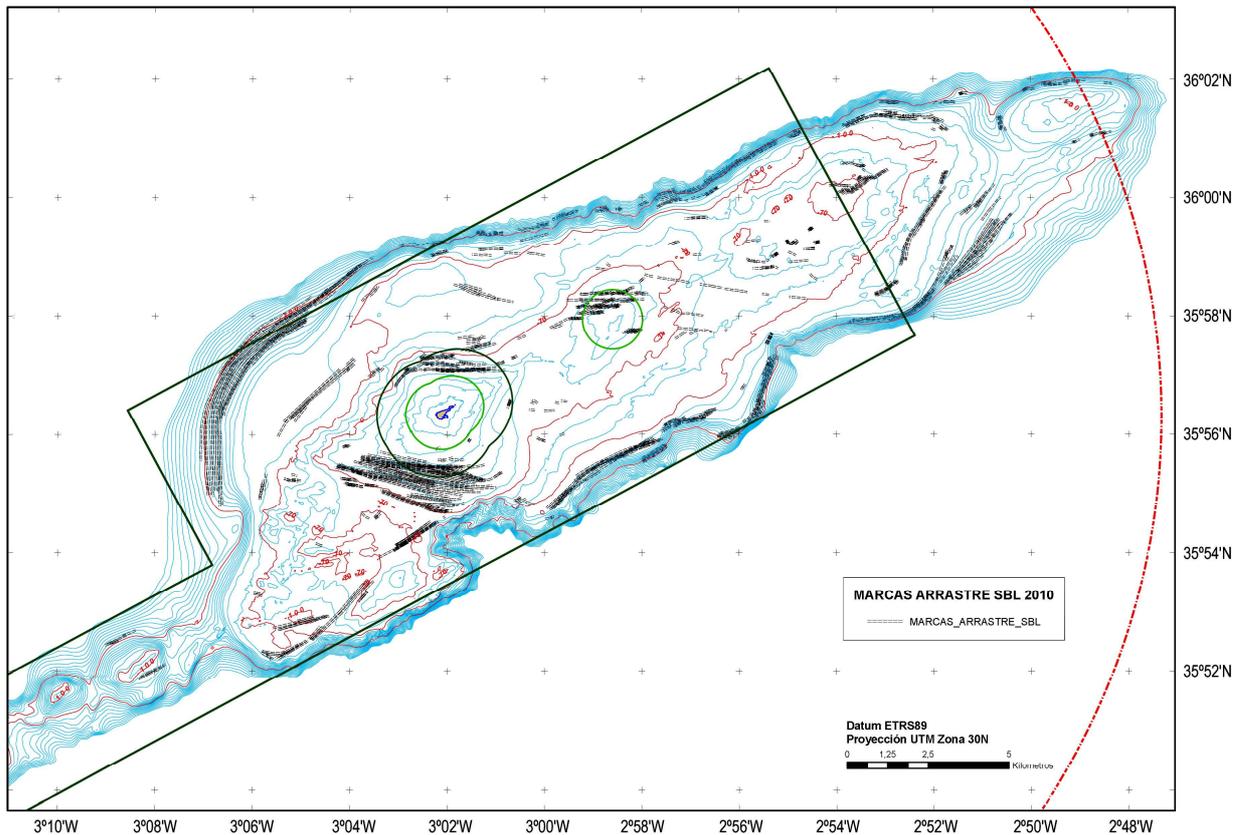
Aunque, a la hora de elaborar este informe no se disponía aún de datos de la huella pesquera, se aporta aquí un mapa preliminar que representa la huella pesquera de arrastre entre los años 2005 a 2010 (Fig. 6.1).

El examen del mapa muestra que el principal esfuerzo de la pesca de arrastre se concentra en los caladeros de gamba roja situados al norte de la isla, pero también muestra una considerable actividad de este tipo de pesca en el interior del LIC, e incluso en las zonas de Reserva Marina y de Reserva Integral, que incide sobre los valiosos fondos de “maërl” y de cascajo.

En los últimos años, los registros de actividad en las zonas situadas por encima de 200 m se han mantenido en niveles similares (Tabla 6.1), con una media del 9,24% del total de los registros en el conjunto de los tres años.

Año	Total registros para toda el área	Nº barcos	Registros a menos de 200 m	Nº de barcos a menos de 200 m	% de registros a menos de 200 m
2009	15.032	30	1.133	17	7,54
2010	12.934	26	1.439	16	11,13
2011	10.821	29	981	25	9,07

**Tabla 6.1.** Registros de arrastre para toda el área de pesca Alborán, desglosados por años y número de barcos, desglosando también los registros y el número de barcos que faenan a menos de 200 m.



**Figura 6.2.** Marcas de arrastre registradas con el sónar de barrido lateral; se representan en rojo las isóbatas de 70, 100 y 200 m, junto a los límites de la Reserva Marina, la Reserva Integral, la Reserva de Pesca y el LIC.

El estudio de las marcas de arrastre con el sónar de barrido lateral muestra también una imagen parecida del impacto en estas zonas teóricamente protegidas, aunque no sea posible establecer la fecha de las marcas, que podrían permanecer en el fondo durante largo tiempo (Fig. 6.2).

También durante los transectos de ROV sobre fondos de cascajo se pudieron apreciar numerosas marcas dejadas por las puertas de las redes de arrastre (Fig. 6.3); esas marcas son difícilmente apreciables sobre los fondos de “maërl”, aunque las figuras 6.1 y 6.2 muestran que también son afectados.



**Figura 6.3.** Marcas de arrastre sobre un fondo de cascajo (ROV18\_00855b, -188 m).

Los fondos rocosos tienen de por sí una defensa eficiente contra el arrastre, aunque las redes a menudo pasan tan cerca de ellos que a veces los afectan. Sin embargo, los fondos blandos están sujetos a profundas alteraciones por esta actividad.

El mayor impacto sobre los fondos rocosos se debe a restos de cabos, cables, sedales y redes que quedan enganchadas, que aparecen con frecuencia en los transectos de ROV (Figs. 6.4 a 6.11). Las redes “muertas” causan mortandad en la fauna, especialmente en peces que se pueden ser capturados por la malla durante un tiempo muy largo, hasta que el desarrollo de epifauna le proporciona suficiente visibilidad. Los cabos, cables y sedales dañan los delicados tejidos de las esponjas, corales y gorgonias, pudiendo ser una causa importante de mortalidad en estos longevos organismos.

Posiblemente el impacto más significativo de la pesca no es el que resulta visible en el fondo, sino el que consiste en la remoción de ejemplares reproductores en cantidad incompatible con la estabilidad de las poblaciones. Este aspecto es imposible de cuantificar cuando se debe a una pesca no declarada desde barcos deportivos, y posiblemente constituye en este momento la mayor amenaza para la integridad del LIC.



**Figura 6.4.** Cables enganchados en un fondo rocoso (ROV01\_00756a, 11h06, -129 m).



**Figura 6.5.** Restos de un trasmallo sobre un fondo de cascajo (ROV01\_00761, 11h16, -96 m).



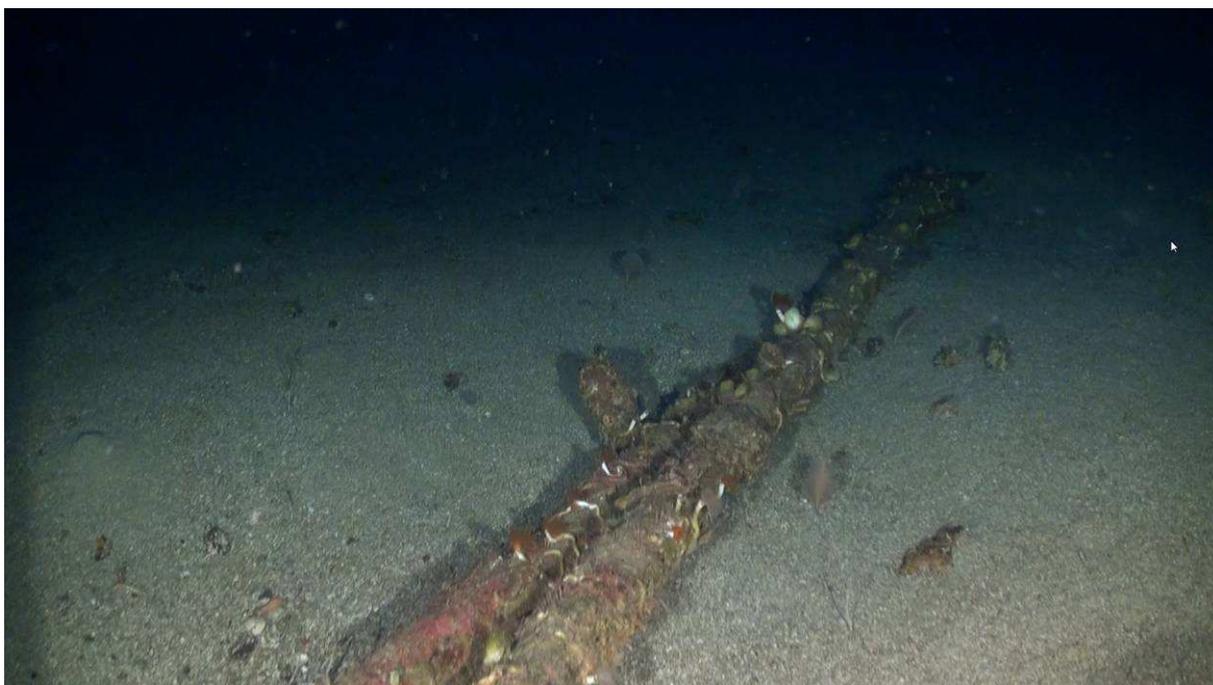
**Figura 6.6.** Restos de un trasmallo sobre un fondo rocoso (ROV01\_00763, 11h18, -95 m)



**Figura 6.7.** Una línea de palangre entre gorgonias sobre un fondo rocoso (ROV06\_00669c, 11h32, -88 m)



**Figura 6.8.** Líneas enganchadas en una colonia del coral *Dendrophyllia ramea* (ROV01\_00771\_DSC00046, 11h42, -95 m).



**Figura 6.9.** Restos de una barra, posiblemente perteneciente a un antiguo arte de “barra italiana”, sobre un fondo de cascajo (ROV16\_00732\_barra, 18h04, -110 m).



**Figura 6.10.** Restos de paños de red (a la derecha de la imagen), probablemente de una “barra italiana”, junto a colonias de coral rojo (*Corallium rubrum*).



**Figura 6.11.** El desarrollo de epifauna sobre redes viejas acaba consolidándolas como sustrato, (ROV15\_00898a, -112 m).

## 6.2. Residuos sólidos.

La presencia de basuras se ha detectado en algunas ocasiones en los transectos de ROV (Figs. 5.12, 5.13) y se debe esencialmente a la descarga de residuos por parte de barcos que navegan sobre la plataforma, probablemente los propios pesqueros.



**Figura 6.12.** Botella sobre fondo de cascajo (ROV06\_00680b, 12h02, -119 m).



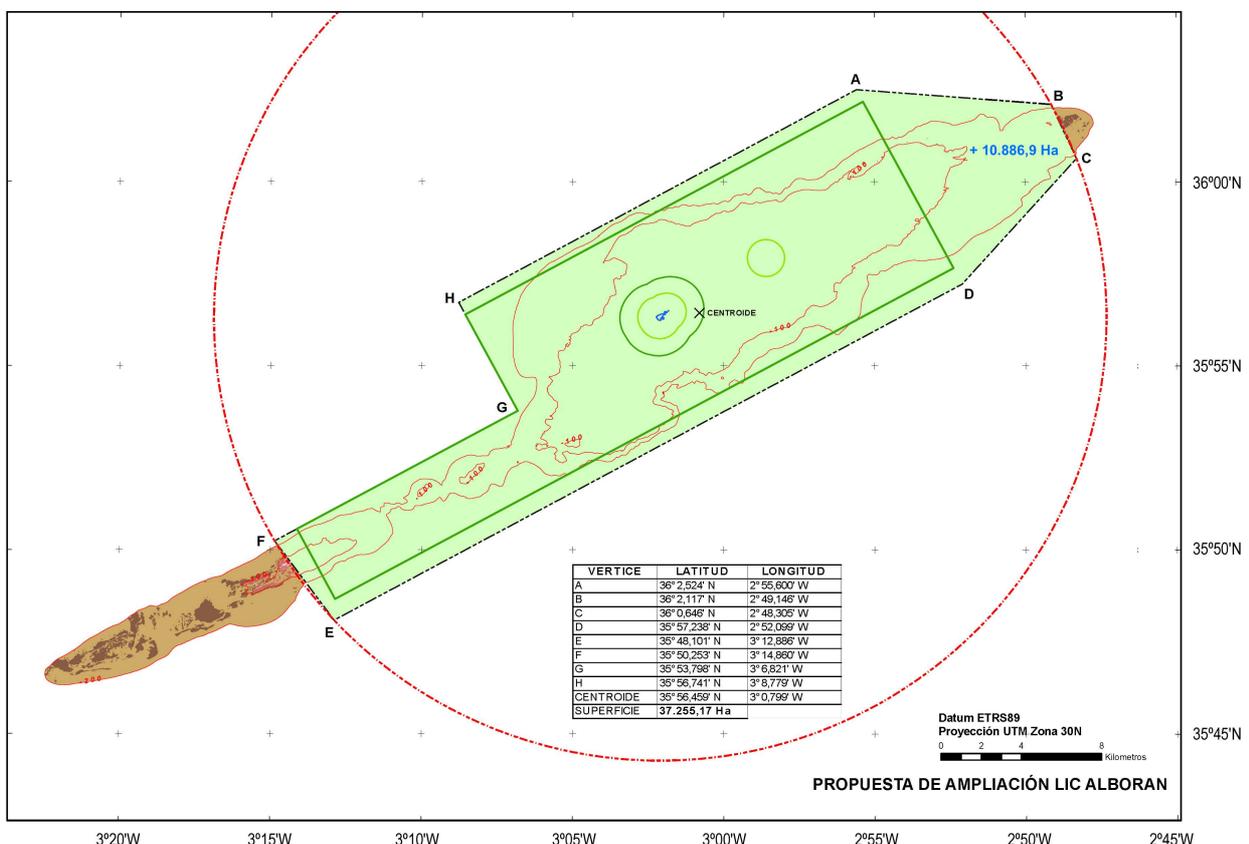
**Figura 6.13.** Restos probablemente de una nevera en un fondo de cascajo (ROV12\_00846a, 18h18, -176 m).

### 7. Propuestas de medidas de gestión.

La implementación de medidas para la gestión y conservación de un LIC como el de Alborán plantea una problemática muy diversa que supone un reto en cuanto al diseño de medidas de gestión y conservación, entre ellas las de vigilancia y seguimiento.

Para finalizar este informe, y en función de todo lo expuesto en los capítulos anteriores, se sugieren como principales medidas de gestión de esta valiosa zona marina las siguientes:

1) Ampliar los límites del actual LIC ES6110015 de forma que quede incluida la totalidad de la plataforma hasta la isóbata de 200 m, hasta la máxima extensión posible teniendo en cuenta la extensión de las aguas jurisdiccionales españolas. La figura 7.1 y la tabla 7.1 proponen los límites de una posible ampliación. La superficie del LIC con esta propuesta de ampliación es de 37.255,17 ha, frente a las 26.368,34 ha del LIC actual estimadas con nuestro SIG a partir de la cartografía UTM30 WGS84. Ello corresponde a un incremento de 10.886,90 ha (41,3%). Con relación a la plataforma hasta 200 m, significaría pasar de las 19.862,6 ha incluidas en el LIC actual, a aproximadamente unas 4.000 ha más, esencialmente hacia el NE, puesto que la mayor parte del espolón SW está situado en aguas internacionales. Aunque todas las comunidades que aparecen en la ampliación aquí propuesta están adecuadamente representadas en el LIC actual, la ampliación supone un aumento del 17,2% en la superficie protegida del hábitat arrecifes (1170), y de otros dos hábitats importantes, los fondos de “maërl” (5,5%) y los fondos de cascajo profundo (49,8%; ver tabla 7.2), cuyo elevado interés ha sido señalado en el apartado 4. Por otra parte, la inclusión de toda la plataforma de Alborán por encima de 200 m en los límites del LIC facilitaría su gestión, sobre todo de cara al control de la pesca.



**Figura 7.1.** Propuesta de ampliación del LIC ES6110015 Alborán (LIC actual delimitado con línea continua verde, nuevos límites propuestos en línea negra discontinua).

VÉRTICE	LATITUD	LONGITUD	VÉRTICE	LATITUD	LONGITUD
A	36° 2,524' N	2° 55,600' W	E	35° 48,101' N	3° 12,886' W
B	36° 2,117' N	2° 49,146' W	F	35° 50,253' N	3° 14,860' W
C	36° 0,646' N	2° 48,305' W	G	35° 53,798' N	3° 6,821' W
D	35° 57,238' N	2° 52,099' W	H	35° 56,741' N	3° 8,779' W

**Tabla 7.1.** Coordenadas de los vértices del polígono que delimita la propuesta de ampliación del LIC ES6110015 Alborán (centroide: 35° 56,459' N, 3° 0,799' W; superficie: 37.255,17 Ha).

Comunidad	Equivalencia Directiva de Hábitats	LIC ACTUAL		PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LIC				
		Incluida	No incluida	Añadida	Total	% aumento	No incluida	% omitida
<b>Superficie total</b>	-	26368,34	-	10886,83	37255,17	41,3	-	-
<b>Superficie 0-200 m</b>	-	19474,61	8060,13	4547,05	24021,66	23,3	3515,08	12,8
<b>Roca infralitoral</b>	1170 Arrecifes	387,96	0	0	387,96	-	0	-
<b>Laminariales *</b>	1170 Arrecifes	872,19	0	0	872,19	-	0	-
<b>Roca circalitoral</b>	1170 Arrecifes	410,71	117,22	79,29	490	19,3	37,93	7,2
<b>Fondos de "maërl"</b>	Sin equivalencia	7230,34	409,21	400,87	7631,21	5,5	8,34	0,1
<b>Roca profunda</b>	1170 Arrecifes	561,68	684,63	154,54	716,22	27,5	530,09	42,5
<b>Cascajo somero (0-96 m)</b>	Sin equivalencia	3553,99	326,24	265,15	3819,14	7,5	61,09	1,6
<b>Cascajo profundo (96-200 m)</b>	Sin equivalencia	7329,93	6522,83	3647,2	10977,13	49,8	2875,63	20,8

**Tabla 7.2.** Superficies marinas en ha de las diferentes comunidades abarcadas por el LIC actual (LIC ES6110015 Alborán) y superficies resultantes de la ampliación propuesta, calculadas en nuestro SIG (excluyendo las 7,66 ha que corresponden a la isla). Se indican, en su caso, la equivalencia con los hábitats de la Directiva de Hábitats y los porcentajes de aumento y omitidos (por encontrarse fuera de las aguas jurisdiccionales). El mayor porcentaje de omisión afecta a la roca profunda, debido a que gran parte de esta comunidad se halla en el espolón SW, en aguas internacionales. \*Las superficies con Laminariales se superponen en parte a la roca infralitoral y la roca circalitoral y a los fondos de "maërl".

2) Prohibir cualquier tipo de actividad extractiva (pesca de arrastre, artesanal o recreativa, extracción de recursos renovables o no) en todo el ámbito del LIC. La ampliación propuesta en el punto anterior facilitaría la regulación de la pesca, al dejar clara la prohibición de cualquier tipo de pesca en fondos inferiores a 200 m.

3) Establecer medidas adecuadas de vigilancia y de seguimiento.

4) Fomentar nuevas investigaciones tanto dentro del LIC para ampliar la información existente, como fuera de él, para conocer las presuntamente valiosas comunidades del talud insular situadas por debajo de 200 m, especialmente en las zonas abruptas y similares a cañones de la pared sur, donde puede haber comunidades de corales blancos.

5) Recomendar la inclusión en el Anexo I de la Directiva de Hábitats de las comunidades de "maërl" y de cascajo profundo, en el marco de una propuesta conjunta de nuevos hábitats a incluir en dicho anexo, consensuada entre todos los participantes en el proyecto LIFE+ INDEMARES.

6) Prohibir el vertido o descarga de desechos o sustancias que dañen la zona.

7) Reglamentar el paso de buques y cualquier detención o fondeo.

8) Prohibir la introducción de cualquier especie alóctona o de especies genéticamente modificadas, así como reglamentar la reintroducción de especies que estén o hayan estado presentes en la zona.

9) Reglamentar cualquier actividad de investigación científica.

10) Reglamentar o prohibir cualquier acto que pueda perjudicar a las especies o pueda poner en peligro el estado de conservación de los ecosistemas o de las especies.

## 8. Cartografía y sistema de información geográfica.

En este apartado se incluyen a gran formato los mapas de los muestreos realizados (Fig. 8.1), de los transectos de vídeo de INDEMARES-Alborán y OCEANA (Figs. 8.2, 8.3), de la síntesis de hábitats (Fig. 8.4) y el mapa de distribución de los registros de arrastre (Fig. 8.5), que se entregan por separado.

Se incluye igualmente un sistema de información geográfica con toda la información obtenida en el proyecto, que se entrega en un disco duro portátil.



## 9. Bibliografía

- ABAD, R. 2003. Reserva Marina y de Pesca en la isla de Alborán (España). En: *Actas de las I Jornadas sobre Reservas marinas y I Reunión de la Red Iberoamericana de Reservas marinas (RIRM)* (Moreno, D. y Frías, A. eds.), pp. 47-54. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica, Madrid.
- ABAD, R., GIRÁLDEZ, A. y MIQUEL, J. M. 2001. Estimaciones de abundancia de pequeños pelágicos en la plataforma de la isla de Alborán (SW mar Mediterráneo) obtenidas por métodos acústicos. En: *I Jornadas Internacionales sobre Reservas Marinas*, pp. 163-172. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Secretaría General de Pesca, Madrid.
- AGUADO, M. T., NYGREN, A. y SIDDALL, M. E. 2007. Phylogeny of Syllidae (Polychaeta) based on combined molecular analysis of nuclear and mitochondrial genes. *Cladistics*, 23: 552-564.
- AGUILAR, R., AKISSOU, M., TEMPLADO, J. y ROMANI, M. 2011. Scientific rationales for the proposed CIESM Near Atlantic Marine Peace Park (zone 1). En: *Marine Peace Parks in the Mediterranean – a CIESM proposal* (F. Briand Edit.), pp. 43-49. CIESM Workshop n° 41, Monaco.
- AGUILAR, R., GARCÍA, S. y UBERO, J. 2010. Distribution of deep-sea laminarians around three Spanish marine protected areas.  
[http://eu.oceana.org/sites/default/files/reports/OCEANA\\_Poster\\_Laminarias\\_2010.pdf](http://eu.oceana.org/sites/default/files/reports/OCEANA_Poster_Laminarias_2010.pdf).  
Citado 14 marzo 2011.
- AGUILAR, R., PASTOR X. y DE PABLO M.J. 2006. Habitats en peligro. Propuesta de protección de Oceana. Fundación Oceana, Madrid 156 pp.
- AIROLDI, L., BALATA, D. y BECK, M. W. 2008. The Gray Zone: Relationships between habitat loss and marine diversity and their application in conservation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366: 8-15.
- ALIAGA, V. y PÉREZ-RUZAFÁ, A. (1996). Holothuroideos (Echinodermata) recolectados durante la campaña Fauna I en el mar de Alborán y golfo de Cádiz. En: *Resúmenes del IX Simposio Ibérico Estudios Marinos* (Viéitez, J.M. y Junoy, J. eds.), pp. 148-149. Universidad de Alcalá de Henares.
- ALTUNA, A. 2012. New records of bathyal Leptolida (Cnidaria: Hydrozoa: Leptothecata) from the Bay of Biscay and the northwestern Iberian Peninsula (northeastern Atlantic). *Zootaxa*, 3565: 1-17.
- ÁLVAREZ, J. A. 1992a. *Contribución al estudio faunístico del tipo Bryozoa en las costas meridionales de la Península Ibérica. La colección de Briozoos de Proyecto Fauna I*. Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco, 130 pp.
- ÁLVAREZ, J. A. 1992b. Briozoos de la Campaña Fauna I. Parte Primera: Ctenostomida y Cheilostomida Anascina. *Cahiers de Biologie Marine*, 33: 273-297.
- ÁLVAREZ, J. A. 1992c. Sobre algunas especies de la familia Lichenoporidae Smitt, 1866 (Bryozoa, Cyclostomida) en la región atlántico-mediterránea. Parte I: género *Disporella* Gray, 1848. *Cahiers de Biologie Marine*, 33(2): 201-243.
- ÁLVAREZ, J. A. 1993a. *Fenestulina barrosoi* sp. nov. (Bryozoa: Cheilostomida) with a review of the genus *Fenestulina* on the Iberian Peninsula. *Journal of the Marine Biological Association*

of the U. K., 73(4): 831-835.

- ÁLVAREZ, J. A. 1993b. Sobre algunas especies de la familia Lichenoporidae (Bryozoa, Cyclostomida) en la región Atlántico-Mediterránea. Parte II: género *Lichenopora* DeFrance, 1823. *Cahiers de Biologie Marine*, 34: 261-288.
- ÁLVAREZ, J. A. 1995. Briozoos de la campaña Fauna I (Sur de la Península Ibérica). Parte II: Cheilostomida Ascophorina y Cyclostomida. *Graellsia*, 50: 129-145.
- ÁLVAREZ, F., EMIG, C.C., ROLDÁN, C. Y VIÉITEZ, J.M. 2005. *Lophophorata, Phoronida, Brachiopoda*. En: *Fauna Ibérica*, vol. 27. RAMOS, M.A. et al. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 276 pp.
- AMADO-FILHO G.M., MOURA R.L., BASTOS A.C., SALGADO L.T., SUMIDA P.Y., ET AL. 2012. Rhodolith beds are major CaCO<sub>3</sub> bio-factories in the tropical south west Atlantic. *PLoS ONE* 7(4): e35171. doi:10.1371/journal.pone.0035171.
- ANADÓN, N. 1980. Primeros datos sobre la fauna de Nemertinos de la Península Iberica: Asurias y sur de Galicia (N. y NW. de España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Biología)*, 78: 337-345.
- ANADÓN, N. 1981. Nuevos datos sobre la fauna de nemertinos del norte de España (Asturias y Santander). *Boletín de Ciencias Naturales I.D.E.A.*, 28: 219-225.
- ANSÍN AGÍS J., RAMIL, F. y VERVOORT, W. 2001. Atlantic Leptolida (Hydrozoa, Cnidaria) of the families Aglaopheniidae, Halopterididae, Kirchenpaueriidae and Plumulariidae collected during the CANCAP and Mauritania-II expeditions of the National Museum of Natural History, Leiden, the Netherlands. CANCAP-project. Contributions, no. 125. *Zoologische Verhandelingen*, Leiden, 333: 1-268.
- APARICIO, A., MITJAVILA, J. M., ARAÑA, V. y VILLA, I. M. 1991. La edad del volcanismo de las islas Columbretes y Alborán (Mediterráneo occidental). *Boletín Geológico y Minero*, 102-4: 562-570.
- ARIAS, E. 1975. Pigmentos y producción primaria de la campaña MAROC-IBERIA I. *Resultados Expediciones Científicas del Buque Oceanográfico "Cornide de Saavedra"*, 4: 101-111.
- ARGUDO, M. 2012. *Contribución de los organismos en la sedimentación carbonatada de la plataforma de Alborán*. Proyecto de fin de carrera, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad de Málaga, 36 pp.
- AUZENDE, J. M. y OLIVET, J. L. 1974. Structure of the Western Mediterranean Basin. En: *The Geology of Continental Margins* (C.A. Burk y C.L. Drake Eds.), pp. 723-732. Springer Verlag.
- AUZENDE, J. M., REHAULT, J. P., PASTOURET, L., SZEP, B. y OLIVET, J. L. 1975. Les Bassins Sedimentaires de la Mer d'Alboran. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7(17): 98-107.
- BALLESTEROS, E. 2003. *The Coralligenous in the Mediterranean Sea*. Project for the preparation of a Strategic Action Plan for the Conservation of the Biodiversity in the Mediterranean Region (SAP BIO). The Regional Activity Centre for Specially Protected Areas (RAC/SPA), Túnez, 82 pp.
- BALLESTEROS, E. 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44: 123-195.

- BALLESTEROS, E. y PINEDO, S. 2004. Los bosques de algas pardas y rojas. En: *Praderas y bosques marinos de Andalucía* (Luque, A.A. y Templado, J. coords.), pp. 199-222. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- BARATECH, L., AGUIRRE, O. y SAN MARTÍN, G. 1986. Presencia de la especie *Lepidonotus carinulatus* (Grube, 1870) (Polychaeta: Polynoidae) en las costas españolas. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 3(2): 1-4.
- BARATECH, L. y SAN MARTÍN, G. 1987. Contribución al conocimiento de los Anélidos Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de las costas andaluzas. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 4(2): 37-48.
- BARATECH, L., SAN MARTIN, G. y AGUIRRE, O. 1985. Presencia de *Vermiliopsis monodiscus* Zibrowius, 1967 (Polychaeta, Serpulidae) en las costas españolas. *Miscellanea Zoologica*, 9: 389-390.
- BARBERÁ, C., BORDEHORE C., BORG J.A., GLÉMAREC M., GRALL J., HALL-SPENCER J.M., DE LA HUZ C., LANFRANCO E., LASTRA M., MOORE P.G., MORA J., PITA M.E., RAMOS-ESPLÁ A.A., RIZZO M., SÁNCHEZ-MATA A., SEVA A., SCHEMBRI P.J. y VALLE C. 2003. Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maërl beds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: S65-S76.
- BARCELÓ MARTÍ, M. C., GALLARDO GARCÍA, T., GÓMEZ GARRETA, A., PÉREZ-RUZAFÁ, I. M., RIBERA SIGUAN, M. A. y RULL LLUCH, J. 2001. Fucales. En: *Flora Phycologica Iberica* (Gómez Garreta, A. ed.) , pp. 1-192. Universidad de Murcia.
- BÁRCENAS, P. 2002. *Morfología submarina y evolución reciente del banco de la isla de Alborán*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, 234 pp.
- BÁRCENAS, P., VÁZQUEZ, J. T., DÍAZ DEL RÍO, V. y FERNÁNDEZ-SALAS, L. M. 2004. Geomorfología del banco de la isla de Alborán. *Geo-Temas*, 6 (2): 209-212.
- BÁRCENAS, P., VÁZQUEZ, J. T., DÍAZ DEL RÍO, V. y FERNÁNDEZ-SALAS, L. M. 2007. Recent morphological processes in the Alborán Island Bank (Western Mediterranean). Simposio de Ciencias del Mar, Valencia, p. 38.
- BÁRCENAS, P., VÁZQUEZ, J. T., DÍAZ DEL RÍO, V., FERNÁNDEZ-SALAS, L. M., TELLO, O. y SANZ, J. L. 2000. La vertiente meridional del banco de la isla de Alborán: presencia de dos sistemas cañón-abanico submarino. En: *Resúmenes VI Reunión Nacional de Geomorfología*, pp. 169. Universidad Complutense de Madrid.
- BAREA-AZCÓN, J. M., BALLESTEROS-DUPERÓN, E. y MORENO, D. (coords.). 2008. *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*. Consejería de Medio ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 4 Tomos, 1.430 pp.
- BARNICH, R. y FIEGE, D. 2003. The Aphroditoidea (Annelida: Polychaeta) of the Mediterranean Sea. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 559: 1-167.
- BARÓ, J., SERNA-QUINTERO, J. M. y ABAD, E. M. 1999. Distribución espacial de la flota pesquera en el entorno de la isla de Alborán. En: *I Jornadas Internacionales sobre Reservas Marinas*, pp. 61-62. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General de Pesca, Madrid.
- BASSO, D. 2008. Deep rhodolith distribution in the Pontian Islands, Italy: a model for the paleoecology of a temperate sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 137:

173–187.

- BAYER, F. M. 1961. The shallow-water Octocorallia of the West Indian region. A manual for marine biologists. *Studies on the Fauna Curaçao and other Caribbean Islands*, 12: 1-373.
- BELLAN, G. 1959. Campagnes de la "Calypso": Mer d'Alboran. 2. Annélides Polychètes. *Annales de l'Institut Oceanographique*, 37: 315-342.
- BELLAN-SANTINI, D., BELLAN, G., BITAR, G., HARMELIN, J.-G. y PERGENT, G. 2002. *Handbook for interpreting types of marine habitat for the selection of sites to be included in the national inventories of natural sites of conservation interest*. United Nations Environment Programme - Action Plan for the Mediterranean, Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis.
- BHAUD, M. R. 1998. Species of *Spiochaetopterus* (Polychaeta, Chaetopteridae) in the Atlantic-Mediterranean biogeographic area. *Sarsia*, 83: 243-263.
- BIANCHI, C. N. 1981. Policheti Serpuloidei. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane*, AQ/1/96, 5: 1-187.
- BIANCHI, C. N. y MORRI, C. 2000. Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research. *Marine Pollution Bulletin*, 40 (5): 367-376.
- BILLARD, A. 1930. Note sur deux espèces d'hydroïdes de la côte Atlantique du Maroc. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Maroc*, 10: 79-80.
- BIRKETT D.A., MAGGS C.A., DRING M.J. y BOADEN P.J.S. 1998. *Infralittoral reef biotopes with kelp species*. An overview of dynamic and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. Scottish Association of Marine Science (UK Marine SACs Project, vol. 7). 174 pp.
- BLAKE, J. A. 1996. Family Spionidae Grube, 1850. Including a review of the genera and species from California and a Revision of the genus *Polydora* Bosc, 1802. En: Blake, J. A., Hilbig, B. y Scott, P. H. (eds.), *Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel*, vol. 6. The Annelida. Part 3. Polychaeta Orbiniidae to Cossuridae. Kinko's Graphics, Goleta, California, pp. 81-223.
- BO, M., CANESE, S., SPAGGIARI, C., PUSCEDDU, A., BERTOLINO, M. ET AL. 2012. Deep Coral Oases in the South Tyrrhenian Sea. *PLoS ONE* 7(11): e49870. doi:10.1371/journal.pone.0049870.
- BOERO, F., BOUILLON, J., GRAVILI, C. y PIRAINO, S. 2003. Who cares about the Hydrozoa of the Mediterranean Sea? An essay on the zoogeography of inconspicuous groups. *Biogeographia*, 24: 101-113.
- BOERO, F. y FRESI, E. 1986. Zonation and Evolution of a Rocky Bottom Hydroid Community. *Marine Ecology*, 7: 123-150.
- BORDEHORE, C., BORG, J.A., LANFRANCO, E., RAMOS-ESPLÁ, A., RIZZO, M. y SCHEMBRI, P.J. 2003. Trawling as a major threat to Mediterranean maërl beds. Proceedings of the *First Mediterranean Symposium on Marine Vegetation* (Ajaccio, 3-4 October 2000); Mednature 1 pp.105-109. Tunis, Tunisia. Regional Activity Centre for Specially Protected Areas.
- BORDEHORE, C., RAMOS-ESPLÁ, A. A. y RIOSMENA-RODRÍGUEZ R. 2003. Comparative study of two maërl beds with different otter trawling history, southeast Iberian Peninsula. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: S43–S54.

- BORONAT, J. 1987. *Briozoos de los fondos coralíferos del litoral sureste ibérico del mar de Alborán*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Valencia, 184 pp.
- BOUCHET, P. 1996. Nouvelles observations sur la systematique des Triphoridae de Mediterranée et du proche Atlantique. *Bollettino Malacologico*, 31(9-12): 205-220.
- BOUCHET, P. 2006. La magnitud de la biodiversidad marina. En: Duarte, C. M. (Ed.): *La exploración de la biodiversidad marina. Desafíos científicos y tecnológicos*, pp. 33-64. Fundación BBVA. Madrid.
- BOUCHET, P. y WARÉN, A. 1993. Revision of the northeast atlantic bathyal and abyssal Mesogastropoda. *Bollettino Malacologico*, Suplemento, 3: 580-837.
- BOUILLON, J., MEDEL, M. D., PAGÈS, F., GILI, J. M., BOERO, F. y GRAVILI, C. 2004. Fauna of the Mediterranean Hydrozoa. *Scientia Marina*, 68(Suppl.2): 1-449.
- BOURGOIS, J., MAUFFRET, A., AMMAR, A. y DEMNATI, A. 1992. Multichannel Seismic Data Imaging of Inversion Tectonics of the Alboran Ridge (Western Mediterranean Sea). *Geo-Marine Letters*, 12: 117-122.
- BOURY-ESNAULT, N., PANSINI, M. y URIZ, M. J. 1994. Spongiaires bathyaux de la mer d'Alboran et du golfe ibero-marocain. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris 160: 1-174.
- BURRI, C. y PARGA PONDAL, L. 1937. Las rocas eruptivas de la isla de Alborán. *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 17: 230-268.
- CALDERÓN y ARANA, S. 1882. Estudio petrográfico sobre las rocas volcánicas del cabo de Gata e isla de Alborán. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 9: 333-414.
- CALVO, M. 1999. *Biología reproductora de tres especies de la familia Vermetidae (Mollusca: Gastropoda) de las costas mediterráneas de la península Ibérica*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, 341 pp.
- CALVO, M., TEMPLADO, J., OLIVERIO, M. y MACHORDOM, A. 2009. Hidden Mediterranean biodiversity: molecular evidence for a cryptic species complex within the reef building gastropod *Dendropoma petraeum* (Mollusca: Caenogastropoda). *Biological Journal of the Linnean Society*, 96(4): 898-912.
- CALVO, M., TEMPLADO, J., REMÓN, J. M., RAMOS, M. y Moreno, D. 2001. La Reserva Marina de la isla de Alborán: peculiaridades y estado actual de conocimiento sobre su flora y fauna bentónicas. En: *I Jornadas Internacionales sobre Reservas Marinas*, pp. 53-70. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General de Pesca, Madrid.
- CAMIÑAS, J. A. 1985. Quetognatos del mar de Alborán. (Resultados de la campaña "Málaga 75"). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 2(1): 77-87.
- CAMIÑAS, J. A., BARO, J. y ABAD, R. 2004. *La pesca en el Mediterráneo andaluz*. Fundación Unicaja, Málaga, 264 pp.
- CAMPOY, A. 1982. Fauna de España. Fauna de anélidos poliquetos de la Península Ibérica. *Publicaciones de la Universidad de Navarra, Serie Zoológica*, 7 (1-2): 1-781.
- CAÑADAS, A., SAGARMINAGA, R., MARCOS, P. y URQUIOLA, E. 2004. Sector sur (Andalucía y Ceuta). Capítulo 4. En: *Proyecto Mediterráneo. Zonas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo español* (Raga, J.A. y Pantoja, J. eds.), pp. 133-190. Naturaleza y

- Parques Nacionales, Serie técnica, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- CAPA, M. 2008. The genera *Bispira* Krøyer, 1856 and *Stylomma* Knight-Jones, 1997 (Polychaeta, Sabellidae): systematic revision, relationships with close related taxa and new species from Australia. *Hydrobiologia*, 596(1): 301-327.
- CAPA, M. y LUQUE, A. A. 2006. Las comunidades marinas. En: *Identificación de las áreas naturales compatibles con la figura de "Parque Nacional" en España*, 6 (Casas Grande, J., del Pozo Manrique, M. y Mesa León, B., editores); pp. 137-194. Naturaleza y Parques Nacionales, Serie Técnica, Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 399 pp.
- CARBONELL, A., PALMER, M., ABELLÓ, TORRES, P., ALEMANY, R. y GIL DE SOLA, L. 2003. Mesoscale geographical patterns in the distribution of pandalid shrimps *Plesionika* spp. in the Western Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 247: 151-15.
- CARPINE, C. y GRASSHOFF, M. 1975. Les gorgonaires de la Méditerranée. *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco*, 71(1430): 1-140, figs. 1-62, 1 pl.
- CASAS GRANDE, J., DEL POZO MANRIQUE, M. y MESA LEÓN, B. (eds.). 2006. *Identificación de las áreas compatibles con la figura de "Parque Nacional" en España*. Naturaleza y Parques Nacionales, Serie Técnica, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 399 pp.
- CASTELLÓ, J. 2011. The genus *Limnoria* (Limnoriidae, Isopoda, Crustacea) in Europe, including a key to species. *Zootaxa*, 2968: 1–25.
- CASTELLÓ, J. 2012. Isopods (Isopoda), excluding Epicaridea, from the oceanographic expeditions "Fauna III/IV" (MNCN) in the levantine archipelagos of the Iberian Peninsula (Western Mediterranean). *Crustaceana*, 85 (11): 1281-1304.
- CHAMBERS, S. J. y MUIR, A. I. 1997. Polychaetes: British Chrysopetaloidea, Pisionoidea and Aphroditoidea. *Synopses of the British Fauna (NS)*, 54: 1-202.
- CLARKE, K. R. y WARWICK, R. M. 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*, 35: 523-531.
- COLL, M., PIRODDI, C., STEENBEEK, J., KASCHER, K. *et al.* 2010. The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. *PlosOne*, 5(8): 36 pp.
- COMAS, M. C., GARCÍA-DUEÑAS, V. y JURADO, M.J., 1992. Neogene Tectonic Evolution of the Alboran Sea from MCS Data. *Geo-Marine Letters*, 12: 157-164.
- COMISIÓN EUROPEA. 2007. Directrices para el establecimiento de la red Natura 2000 en el medio marino. Aplicación de las Directivas de hábitats y de aves silvestres. Comisión Europea, 132 pp.
- CONDE, F. y FLORES-MOYA, A. 2000. Nuevas adiciones al conocimiento de las macroalgas marinas de la isla de Alborán (Mediterráneo Occidental). *Acta Botanica Malacitana*, 25: 180-183.
- CONDE, F., LÓPEZ, C. y FLORES-MOYA, A. 1998. The genus *Predaea* (Nemastomataceae, Rhodophyta) in the Alborán Sea (Western Mediterranean Sea) with the description of *Predaea pusilla* f. *alboranensis* f. nova. *Phycologia*, 37(5): 394-397.
- CONDE, F. y FLORES-MOYA, A. 2000. Nuevas adiciones al conocimiento de las macroalgas marinas de la isla de Alborán (Mediterráneo occidental). *Acta Botanica Malacitana*, 25: 180-184.

- CONNOR, D. W., ALLEN, J. H., GOLDING, N., HOWELL, K. L., LIEBERKNECHT, L. M., NORTHEN, K. O. y REKER, J. B. 2004. *The marine habitat classification for Britain and Ireland*, Version 04.05. JNCC, Peterborough, ISBN 1 861 07561 8.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. 2001. *La isla de Alborán y sus fondos marinos. Propuesta de protección*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 30 pp.
- CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (ANONIMO). 2006. Reglamento (CE) Nº 1967/2006 del consejo, de 21 de diciembre de 2006, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo y por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 2847/93 y se deroga el Reglamento (CE) nº 1626/94. Diario Oficial de la Unión Europea, L409: 11-84.
- COUSTEAU, J.-Y y DUGAN, J. 1964. *El mar viviente*. Editorial Éxito S.A., Barcelona, 248 pp., 84 láms.
- COUSTEAU, J.-Y. y SIVIRINE, A. 1983. *Jacques Cousteau's Calypso*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 192 pp.
- DAHL, E. 1985. Crustacea Leptostraca, principles of taxonomy and a revision of European shelf species. *Sarsia*, 70: 135-165.
- DÁVILA, F.M. 1876. Isla de Alborán. Datos físicos-geológicos. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 3: 177-179.
- DANOVARO, R. 2010. Chapter 26. Parameters for the Measurement of Marine Benthic Structural and Functional Diversity. En, Danovaro, R. (Ed.): *Methods for the study of deep-sea sediments, their functioning and biodiversity*, pp. 259-266. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- DEICHMANN, E. 1936. The Alcyonaria of the western part of the Atlantic Ocean. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College*, 53: 1-317.
- DELGADO, M. 1990. Phytoplankton distribution along the Spanish coast of the Alboran Sea. *Scientia Marina*, 54(2): 169-178.
- DELGADO, M., IÑIGUEZ, J., AGUILAR, J., DORRONSORO, C., LINARES, J. y GUARDIOLA, J. L. 1972. La isla de Alborán, observaciones sobre mineralogía, edafología, nematología, botánica y zoología. En: *La isla de Alborán*, pp. 121-124. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Granada, Departamento de Botánica, Edafología y Parasitología.
- DÍAZ DEL RÍO ESPAÑOL, V. 2009. La cuenca de Alborán, un viaje al fondo del mar. XXVII Semana de Estudios del Mar, Asociación de Estudios del Mar, pp. 310-335.
- DILLON, W., ROBB, J. M., GREENE, H. G. y LUCENA, J. C., 1980. Evolution of the Continental Margin of Southern Spain and the Alboran Sea. *Marine Geology*, 36: 205-226.
- DONNAN, D. W. y MOORE, P. G. 2003. 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.
- EMIG, C. C. 1997. Bathyal zones of the Mediterranean continental slope: an attempt. Publicaciones especiales, *Instituto Español de Oceanografía*, 23: 23-33.
- ESPINOSA, F. y OZAWA, T. 2006. Population genetics of the endangered limpet *Patella ferruginea*

- (Gastropoda: Patellidae): taxonomic, conservation and evolutionary considerations. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 44: 8–16.
- ESTRADA, F., ERCILLA, G., GORINI, C., ALONSO, B., VÁZQUEZ, J. T., MALDONADO, A. y AMMAR, A. 2010. Impact of Atlantic waters in the Alboran Basin at the end of the Messinian Salinity Crisis: The Zanclean Flooding. *Geo-Temas*, 11: 41-42.
- EUROPEAN COMMISSION: [http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/sites/hab/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/sites/hab/index_en.htm). Consultada: 3 diciembre 2012.
- FABRI, M. C. y PEDEL, L. 2012. Biocénoses des fonds durs du bathyal et de l'abyssal / SRM O. In: Ifremer, Plan d'Action pour le Milieu Marin, Evaluation initiale, Contributions thematiques. Disponible en: <http://www.ifremer.fr/dcsmm/Le-Plan-d-Action-pour-le-Milieu-Marin/Evaluation-initiale/Contributions-thematiques>, 8 pp.
- FAUVEL, P. 1923. Polychètes Errantes. En: *Faune de France*, vol. 5. Lechevalier, Paris, 488 pp.
- FAUVEL, P. 1927. Polychètes Sedentaires. En: *Faune de France*, vol. 16. Lechevalier, Paris, 494 pp.
- FITZHUGH, K. 1989. A systematic revision of the Sabellidae-Caobangiidae-Sabellongidae complex (Annelida: Polychaeta). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 192: 1-104.
- FLORES-MOYA, A. (en prensa). Warm temperate seaweed communities: A case study of deep water kelp forests from the Alboran Sea (SW Mediterranean Sea) and the Strait of Gibraltar.
- FLORES-MOYA, A., BARRAJÓN, A., MORENO, D., LUQUE, A. A. y TEMPLADO, J. 2004. Los bosques de laminariales. La comunidad asociada. En: *Praderas y bosques marinos de Andalucía* (Luque, A. A. y Templado, J., coords.), pp. 193-197. Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla.
- FOSTER, M. S. 2001. Rhodoliths: between rocks and soft places. *Journal of Phycology*, 37: 659–667.
- FOSTER, M. S., RIOSMENA-RODRIGUEZ, R., STELLER, D. y WOELKERLING, W. J. 1997. Living rhodolith beds in the Gulf of California and their implications for paleoenvironmental interpretation. En: Johnson, M. E. y Ladesma-Vásquez, J. (editores). *Pliocene carbonates and related facies flanking the Gulf of California*, Baja California, Mexico. *Geological Society of America Special Paper*, no. 318.
- FRUTOS, I., MONTALVO, S. y JUNOY, J. 1998. A new species of *Prosorhochmus* (Hoploneurata, Monostilifera) from the Chafarinas Islands (western Mediterranean). *Journal of Zoology*, 245: 293-298.
- GAIBAR-PUERTAS, C. 1969. Estudio geológico de la isla de Alborán (Almería) I: las rocas eruptivas. *Acta Geológica Hispánica*, IV (3): 72-80.
- GAIBAR-PUERTAS, C. 1970. La cobertera sedimentaria de la isla de Alborán (Almería). *Boletín del Instituto Geológico y Minero*, 81(4): 345-368.
- GAIBAR-PUERTAS, C., 1975. Contribución al estudio de la geología submarina en la cuenca del Mar de Alborán. *Estudios Geológicos*, 31: 649-679.
- GARCÍA-ÁLVAREZ, O., URGORRI, V. y CRISTOBO, F. J. 1999. Sobre la presencia de *Anamenia gorgonophila* (Kowalevsky, 1880) (Mollusca, Solenogastres: Cavibelonia) en las costas de la Península Ibérica. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 9: 249-258.

- GARCÍA BARÓN, C. 2002. Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo. Santuarios mediterráneos. *Ambienta*, 8: 21-28.
- GARCÍA RASO, J. E. 1984. Primeras aportaciones al conocimiento de la fauna de crustáceos decápodos litorales de la isla de Alborán (España). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 8: 253-263.
- GARCÍA RASO, J. E. 1985. Nuevas aportaciones a la fauna de crustáceos decápodos de la isla de Alborán (España). *Actas del Congreso Ibérico de Entomología*, 2(1): 11-18.
- GARCÍA RASO, J. E. 1989. Resultados de la segunda campaña del IEO para la exploración de los fondos de coral rojo en el mar de Alborán. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 5(2): 27-36.
- GARCÍA RASO, J. E. 1996. Crustacea Decapoda (excl. Sergestidae) from ibero-moroccan waters. Results of Balgim-84 expedition. *Bulletin of Marine Science*, 58(3): 730-752.
- GARCÍA RASO, J. E. y SALAS, C. 1984. Aportaciones al conocimiento de la fauna y flora litoral de la isla de Alborán (España). *Jábega*, 45: 76-80.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ, M., ESTEBAN, A. y PÉREZ GIL, J. L. 2000. Considerations on the biology of *Plesionika edwardsi* (Brandt, 1851) (Decapoda, Caridea, Pandalidae) from experimental trap catches in the Spanish western Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 64 (4): 369-379.
- GEHYM, 2011. Identificación previa y clasificación de hábitats por teledetección mediante sónarde barrido lateral en el área LIC de Alborán, Almería. Tomo I. Memoria técnica, 110 pp. Anexo Reportaje fotográfico, 24 pp., Tomo II, Análisis sedimentario, 189 pp. Tomo III, Planos 1-7.
- GENSOUS, B., TESSON, M.R. y WINNOCK, E., 1986. La margen meridionale de la Mer d'Alboran: caracteres structuro-sédimentaires et evolution recente. *Marine Geology*, 72: 341-370.
- GIACCONE, G. 1972. Struttura, ecologia e corologia dei popolamenti di laminariae dello stretto di Messina e del Mare di Alboran. *Memoires sur le Biologie Marine et Oceanographie*, N. S., 2: 37-59.
- GIACCONE, G., ALONGI, G., PIZZUTO, F. y COSSU, A. 1994a. La vegetazioni marina bentonica fotofila del Mediterraneo: II. Infralitorale e Circalitorale. Proposte di aggiornamento. *Bollettino della Accademia Gioenia di Scienze Naturale*, 27(346): 111-157.
- GIACCONE, G., ALONGI, G., PIZZUTO, F. y COSSU, A. 1994b. La vegetazioni marina bentonica sciafila del Mediterraneo: III. Infralitorale e Circalitorale. Proposte di aggiornamento. *Bollettino della Accademia Gioenia di Scienze Naturale*, 27(346): 201-227.
- GIANGRANDE, A. 1992. The genus *Chone* (Polychaeta, Sabellidae) in the Mediterranean Sea with description of *C. longiseta* n. sp. *Bollettino Zoologico*, 59: 517-529.
- GIANGRANDE, A. 1994. The genus *Demonax* (Polychaeta, Sabellidae) in the Mediterranean Sea, with description of *D. tommasi* n. sp. *Bollettino Zoologico*, 61: 229-233.
- GIANGRANDE, A. y LICCIANO, M. 2006. The genus *Euchone* (Polychaeta, Sabellidae) in the Mediterranean Sea, addition of two new species and discussion on some closely related taxa. *Journal of Natural History*, 40: 1301-1330.
- GIANNUZZI-SAVELLI, R, PUSATERI, F., PALMERI, A. y EBREO, C., 1994. *Atlante delle conchiglie marine del*

- Mediterraneo. Vol. 1 (Archaeogastropoda)*. Ed. "La Conchiglia", Roma, 124 pp.
- GIANNUZZI-SAVELLI, R., PUSATERI, F., PALMERI, A. y EBREO, C., 1996. *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. 2 (Caenogastropoda parte 1: Discopoda-Heteropoda)*. Ed. "La Conchiglia", Roma, 258 pp.
- GIANNUZZI-SAVELLI, R., PUSATERI, F., PALMERI, A. y EBREO, C., 1999. *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol 3 (Caenogastropoda parte 2: Ptenoglossa)*. Ed. "La Conchiglia", Roma, 127 pp.
- GIANNUZZI-SAVELLI, R., PUSATERI, F., PALMERI, A. y EBREO, C., 2003. *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol 4 parte prima (Neogastropoda: Muricoidea)*. Ed. "La Conchiglia", Roma, 298 pp.
- GIANNUZZI-SAVELLI, R., PUSATERI, F., PALMERI, A., EBREO, C., COPPINI, M., MARGELLI, A. y BOGI, C., 2001. *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. 7 (Bivalvia: Protobranchia – Pteromorpha)*. Ed. "La Conchiglia", Roma, 246 pp.
- GIBSON, R. y JUNOY, J. 1991. A new species of *Tetrastemma* (Nemertea: Enopla: Monostiliferoidea) from Ria de Foz, north-western Spain, found living in the mantle cavity of the bivalve mollusc *Scrobicularia plana*. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 103: 225–240.
- GIERMANN, G., PFANNENSTIEL, M. y WIMMENACER, W. 1968. Relation entre morphologie tectonique et volcanisme en mer d'Alboran (Méditerranée occidentale). *Compte Rendu sommaire de la Société géologique de France*, 4: 116-118.
- GIL DE SOLA, L. 1993. Las pesquerías demersales del mar de Alborán. *Informes Técnicos del Instituto Español de Oceanografía*, 142: 179 pp.
- GIL DE SOLA, L. 1994. Ictiofauna demersal de la plataforma continental del mar de Alborán (Mediterráneo ibérico). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 10(1): 63-80.
- GILI, J. M., VERVOORT, W. y PAGÉS, F. 1989. Hydroids from the West African coast: Guinea Bissau, Namibia and South Africa. *Scientia Marina*, 53: 67-112.
- GOFAS, S. y GARCÍA RASO, E., 2004. El litoral andaluz. En: *Praderas y bosques marinos de Andalucía* (Luque, Á. A. y Templado, J., Coords.), pp. 37-54. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- GOFAS, S. 1987. Marine molluscs with a very restricted range in the Strait of Gibraltar. *Diversity and Distributions*, 4: 255-266.
- GOFAS, S. 2007. Rissoiidae (Mollusca: Gastropoda) from northeast Atlantic seamounts. *Journal of Natural History*, 41(13–16): 779-885.
- GOFAS, S. y SALAS, C. 1996. Small Nuculidae (Bivalvia) with functional primary hinge in the adults. *Journal of Conchology*, 35 (5): 427-435.
- GOFAS, S., MORENO, D. y SALAS, C. (Coords.). 2011. *Moluscos marinos de Andalucía*. Volumen I, pp. i-xvi y 1-342; Volumen II, pp. i-xii y 343-798. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Málaga.
- GONZÁLEZ, M. y SÁNCHEZ, P. 2002. Cephalopod assemblages caught by trawling along the iberian Peninsula Mediterranean Mediterranean coasts. *Scientia Marina*, 66 (suppl. 2): 199-208.

- GONZÁLEZ-DUARTE, M. M., MEGINA, C., PIRAINO, S. y CERVERA, J. L. (2013). Hydroid assemblages across the Atlantic-Mediterranean boundary: is the Strait of Gibraltar a marine ecotone? *Marine Ecology*, 34 (Suppl. 1) (2013) 33–40.
- GONZÁLEZ-WANGÜEMERT, M. y BORRERO-PÉREZ, G. 2012. A new record of *Holothuria arguinensis* colonizing the Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity Records*, 5: e105.
- GORI, A., BRAMANTI, L., LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. J., THOMA, J. N., GILI, J. M., GRINYÓ, J. y ROSSI, S. 2012. Characterization of the zooxanthellate and azooxanthellate morphotypes of the Mediterranean gorgonian *Eunicella singularis*. *Marine Biology*, (published online 18 April 2012, DOI 10.1007/s00227-012-1928-3)
- GRASSHOFF, M. 1972. Die Gorgonaria des ostlichen Nordatlantik und des Mittelmeeres. I. Die Familie Ellisellidae (Cnidaria: Anthozoa). Auswertung der "Atlantischen Kuppenfahrten 1967" von "F.S: Meteor". *Meteor Forschungsergebnisse* D10: 73-87, figs. 1-9.
- GRASSHOFF, M. 1989. Die Meerenge von Gibraltar als Faunen-Barriere: Die Gorgonaria, Pennatularia und Antipatharia del BALGIM-Espedition. *Senckenbergiana maritima*, 20(5/6): 201-223.
- GREZE, V. N., KOVALEV, A. V., BALDINA, E. P., BILEVA, O. K. y SHMELEVA, A. A. 1985. Zooplankton transfer through the Gibraltar Strait and distribution in adjacent areas. *Investigación Pesquera*, 49(1): 3-13.
- GUBBAY, S. 2003. Seamounts of the North-East Atlantic. Disponible en: <http://www1.uni-hamburg.de/OASIS/Pages/publications/Seamount%20Report.pdf>.
- GÜEMES, P. J., de AMBROSIO, L., PUENTE, L. E. y DORDA, J. 1995. Los peces recogidos en la campaña oceanográfica "Fauna I" (sur de la Península Ibérica). *Graellsia*, 50: 147-159.
- HAMMER, Ø. 2012. PAST PAleontological Statistics version 2.16. Reference manual. Disponible en: <http://www.nhm2.uio.no/norlex/past/pastmanual.pdf>.
- HARME LIN, J. G. y ARÍSTEGUI, J. 1988. New Cribrilinidae (Bryozoa, Cheilostomata) from the upper bathyal of the Atlanto-Mediterranean region. *Journal of Natural History*, 22(2): 507-535.
- HARME LIN, J. G. y D'HONDT, J. L. 1992a. Bryozoaires des parages de Gibraltar (campagne océanographique BALGIM, 1984). 1- Chéilostomes. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, 4<sup>a</sup> sér., 14, section A, 1: 23-67.
- HARME LIN, J. G. y D'HONDT, J. L. 1992b. Bryozoaires des parages de Gibraltar (campagne océanographique BALGIM, 1984). 2- Cténostomes et Cyclostomes. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, 4<sup>a</sup> sér., 14, section A, 3-4: 605-621.
- HEDO, G. y JUNOY, J. 1999. A new species of *Synisoma* (Isopoda: Valvifera: Idoteidae) from the Strait of Gibraltar and the Alboran Sea (Spain, Western Mediterranean). *Cahiers de Biologie Marine*, 40: 87-92.
- HERNÁNDEZ, J. 1984. Implications structurales de l'étude pétrologique des laves du Rif Oriental (Maroc). 10<sup>a</sup> Réunion Annuelle des Sciences de la Terre, Bordeaux. *Société Géologique de France*, ed., 285.
- HERNÁNDEZ-MOLINA, F. J., 1993. *Dinámica sedimentaria y evolución durante el Pleistoceno terminal-Holoceno del margen noroccidental del Mar de Alborán. Modelo de estratigrafía secuencial de muy alta resolución en plataformas continentales*. Tesis Doctoral, Universidad

de Granada, Granada, 617 pp.

- HERNÁNDEZ PACHECO, F. y ASENSIO AMOR, I. 1968. Depósitos cuaternarios de la isla de Alborán. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 66: 381-392.
- HERNÁNDEZ PACHECO, A. e IBARROLA, E. 1970. Nuevos datos sobre petrología de las rocas volcánicas de la isla de Alborán (Mediterráneo occidental, Almería). *Estudios Geológicos*, 26: 93-103.
- HERNÁNDEZ PACHECO, F. y ASENSIO AMOR, I. 1972. Dépôts quaternaires de l'île d'Alboran. *Rapports de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 20(4): 523-525.
- HILL, M. O., MOSS, D. y DAVIES, C. E. 2001. EUNIS habitat classification descriptions. European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity, Paris.
- HOFRICHTER, R. 2002. *El Mar Mediterráneo. Fauna, Flora, Ecología. II/1. Guía Sistemática y de Identificación*. Ediciones Omega, Barcelona, 849 pp.
- HOLTHE, T. 1986. Polychaeta Terebellomorpha. *Marine Invertebrates of Scandinavia*, 7: 1-194.
- HSÜ, K. J. y RYAN, W. B. F., 1972. Summary of evidence for extensional and compressional tectonics In the Mediterranean. *Initial Reports of The Deep Sea Drilling Project*. Government Printing Office, Washington, U.S., pp. 1011-1019.
- HUGHES, D. J. 1998. *Sea pens and burrowing megafauna*. An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. Scottish Association of Marine Science (UK Marine SACs Project, vol. 3). 109 pp.
- IGME, 1983. *Mapa geológico de España (1:50.000), 2ª serie (MAGNA); hoja 1059-1078 bis, El Cabo de Gata e isla de Alborán (mapa y memoria)*. Instituto Geológico y Minero de España, 41 pp.
- IKEN K., KONAR B., BENEDETTI-CECCHI, L., CRUZ-MOTTA, J. J., KNOWLTON, A., POHLE, G., MEAD, A., MILOSLAVICH, P., WONG, M., TROTT, T., MIESZKOWSKA, N., RIOSMENA-RODRÍGUEZ, R., AIROLDI, L., KIMANI, E., SHIRAYAMA, Y., FRASCHETTI, S., ORTIZ-TOUZET, M. y SILVA A. 2010. Large-scale spatial distribution patterns of echinoderms in nearshore rocky habitats. *PLoS One*, 5(11): e13845. doi: 10.1371/journal.pone.0013845.
- INDEMARES: <http://www.indemares.es>. Consultada: 3 diciembre 2012.
- IUCN SEAMOUNTS PROJECT: [http://www.iucn.org/about/work/programmes/marine/marine\\_our\\_work/marine\\_governance/seamounts](http://www.iucn.org/about/work/programmes/marine/marine_our_work/marine_governance/seamounts). Consultada: 3 diciembre 2012.
- IZQUIERDO, J. L., CONDE, F. y FLORES-MOYA, A. 1995. Adiciones a la distribución geográfica del género *Phyllariopsis* Henry et South (Laminariales, Phaeophyta) en la península Ibérica e islas Baleares. *Acta Botanica Malacitana*, 20: 281-282.
- JUNOY, J. 1998. La Fauna Ibérica. Phylum Nemertea. Disponible en: <http://www.fauna-iberica.mncn.csic.es/faunaib/nemertea/index.php>
- JUNOY, J., ANDRADE, S. C. S. y GIRIBET, G. 2010. Phylogenetic placement of a new hoplonemertean species commensal on ascidians. *Invertebrate Systematics*, 24: 616-629.
- JUNOY, J. y CASTELLÓ, J. 2003. Catálogo de las especies ibéricas y baleares de isópodos marinos (Crustacea: Isopoda). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 19(1-4): 293-325.
- JUNOY, J. y GIBSON, R. 1991. A new species of *Procephalothrix* (Anopla, Archinemertea) from

- northwestern Spain (Nemertea). *Zoologischer Anzeiger*, 226: 185-194.
- JUNOY, J. y GIBSON, R. 1992. Primeras citas de los nemertinos *Oerstedia dorsalis* (Abildgaard, 1806) y *Tetrastemma vermiculus* (Quatrefages, 1846) (Nemertea, Enopla, Monostiliferoidea) para las costas ibéricas. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Biología)*, 88: 105-112.
- JUNOY, J. y HERRERA-BACHILLER, A. 2012. El nemertino con el pijama de rayas, *Micrura dellechiajei* (Hubrecht, 1879): Una desconocida especie, nueva para la fauna española. *Revista de Investigación Marina*, 19: 424-425.
- KAISER, M. J., ATTRILL, M. J., JENNINGS, S., THOMAS, D. N., BARNES, D. K. A., BRIERLEY, A. S., HIDDINK, J. G., KAARTOKALLIO, H., POLUNIN, N. V. C. y RAFFAELLI, D. G. 2011. *Marine Ecology. Processes, Systems, and Impacts*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- KAJIHARA H., CHERNYSHEV, A. V., SUN, S. C., SUNDBERG, P. y CRANDALL, F. B. 2008. Checklist of Nemertean genera and species published between 1955 and 2000. *Species Diversity*, 13: 245-274.
- KAMENOS, N.A., MOORE, P. G. y HALL-SPENCER, J. M. 2004. The importance of maërl grounds for recruitment of queen scallops (*Aequipecten opercularis*) and other invertebrates. *Marine Ecology Progress Series* 274, 183-189.
- KATZMANN, W., LAUBIER, L. y RAMOS, J. 1974. Pilargidae (Annélides Polychètes errantes) de Méditerranée. *Bulletin de l'Institut Océanographique*, 71: 1-40.
- KEEGAN, B. F. 1974. The macrofauna of maërl substrates on the west coast of Ireland. *Cahiers de Biologie Marine*, 15: 513-530
- KNIGHT-JONES, P. 1983. Contributions to the taxonomy of Sabellidae (Polychaeta). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 79: 245-295.
- KNIGHT-JONES, P. y PERKINS, T. H. 1998. A revision of *Sabella*, *Bispira* and *Stylomma* (Polycheta: Sabellidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 123: 385-467.
- LEGENDRE, P. y LEGENDRE, L. 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier, Amsterdam.
- LEY 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. *Boletín Oficial del Estado*, 299: 51275-51327.
- LEY 5/2007 de 3 de abril, de la Red de Parques Nacionales. *Boletín Oficial del Estado*, 81: 14639-14649.
- LEY 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino. *Boletín Oficial del Estado*, 317: 108464-108488.
- LOGAN, A., BIANCHI, C. N., MORRI, C. y ZIBROWIUS, H. 2004. The present-day Mediterranean brachiopod fauna: diversity, life habits, biogeography and paelobiogeography. *Scientia Marina*, 68 (Suppl.1): 163-170.
- LÓPEZ-BEDOYA, J. y PÉREZ-ALBERTI A. 2009. 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 152 pp.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. J. 1993. *Taxonomía y zoogeografía de los antozoos del Estrecho de Gibraltar y*

- áreas próximas. Tesis doctoral. Sevilla, 571 pp.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. J. y GILI, J. M. 2008. A new species of *Nidalia* Gray, 1835 from Mid-Atlantic seamounts (Octocorallia, Alcyonacea, Nidaliidae). *Helgoland Marine Research*, 62: 389-392.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. J., GRINYÓ, J. y GILI, J. M. 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 Biodiversity Research*, 8: 594-604.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ P. J. y MEDEL-SOTERAS, M. D. 2004. Cnidarios. Fauna andaluza. En: *Proyecto Andalucía. Naturaleza XIII, Zoología I. Principios básicos e historia de la zoología, los albores del mundo animal, los primeros triblásticos, los animales pseudocelomados* (Tinaut, J.A. y Pascual, F., eds.), pp. 187-222. Publicaciones Comunitarias, Grupo Hércules, Sevilla.
- LÓPEZ, E. y SAN MARTÍN, G. 1997. Eusyllinae, Exogoninae, and Autolytinae (Syllidae, Annelida, Polychaeta) from the Chafarinas Islands (Alborán Sea, W Mediterranean). *Miscel·lània Zoològica*, 20: 101-111.
- LÓPEZ-FÉ DE LA CUADRA, C. M. y GARCÍA GÓMEZ, J. C. 2004. Foronídeos, braquiópodos y briozoos. Fauna andaluza. En: *Proyecto Andalucía. Naturaleza XV, Zoología III. Los lofoforados, los primeros deuteróstomos, los primeros cordados, vertebrados I* (Tinaut, J.A. y Pascual, F., eds.), pp. 51-70. Publicaciones Comunitarias, Grupo Hércules, Sevilla.
- LÓPEZ-IBOR, A., 1984. Equinodermos del mar de Alborán. Fondos coralígenos. En: *Actas del IV Simposio Ibérico Estudios*, Lisboa, pp. 21-25.
- LUQUE, Á. A. y TEMPLADO, J. (Coords.) 2004. *Praderas y bosques marinos de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.
- MACIOLECK, N. 1985. A revision of the genus *Prionospio* Malmgren, with special emphasis on species from Atlantic Ocean, and new records of species belonging to the genera *Apoprionospio* Foster and *Paraprionospio* Caullery (Polychaeta, Annelida, Spionidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 84: 325- 383.
- MADIN, L.P. 1991. *Distribution and taxonomy of zooplankton in the Alboran Sea and adjacent western Mediterranean: a literature review and field guide*. Woods Hole Oceanographic Institution, Technical Report, WHOI-91-26: 1-150.
- MAESTRO, A. y BÁRCENAS. P. 2008. Fallas activas bajo el mar de Alborán. *Investigación y Ciencia (Edición española de Scientific American)*. Noviembre, pp. 11-12.
- MAESTRO, A., BÁRCENAS, P., VÁZQUEZ, J. T. y DÍAZ DEL RÍO, V. 2008. The role of basement inheritance faults in the recent fracture system of the inner shelf around Alboran Island, Western Mediterranean. *Geo-Marine Letters*, 28: 53-64.
- MAESTRO, A., BÁRCENAS, P., VÁZQUEZ, J.T. y DÍAZ DEL RÍO, V. 2007. The recent fracture system in the Alboran Island Inner shelf (Western Mediterranean). *Geo-Marine Letters*, 28: 53-64.
- MAESTRO-GONZÁLEZ. A., BÁRCENAS, P., VÁZQUEZ, J. T. y DÍAZ DEL RÍO, V. 2008. The role of basement inheritance faults in the recent fracture system of the Inner shelf around Alboran Island (Alboran Sea). Simposio de Ciencias del Mar, Valencia, p. 38.
- MALDONADO, A., CAMPILLO, A. C., MAUFFRET, A., ALONSO, B., WOODSIDE, J. y CAMPOS, J., 1992. Alboran Sea Late Cenozoic Tectonic and Stratigraphic Evolution. *Geo-Marine Letters*, 12: 179-186.

- MALDONADO, A. y COMAS, M. C. 1992. Geology and geophysics of the Alboran Sea: an introduction. *Geo-Marine Letters*, 12: 61-65.
- MALDONADO, M. 1992. Demosponges of the red coral bottoms from the Alboran Sea. *Journal of Natural History*, 26: 1131-1161.
- MALDONADO, M. 1993. *Demosponjas litorales de Alborán. Faunística y biogeografía*. Tesis Doctoral. Universidad Central de Barcelona.
- MALDONADO, M. y BENITO, J. 1991. *Crambe tuberosa* n. sp. (Demospongiae, Poecilosclerida): a new Mediterranean poecilosclerid with lithisiid affinities. *Cahiers de Biologie Marine*, 32(3): 323-332.
- MALDONADO, M., LÓPEZ-ACOSTA, M., SÁNCHEZ-TOCINO, L. y SITJÀ, C. (2013). The rare, giant gorgonian *Ellisella paraplexauroides*: demographic and conservation concerns. *Marine Ecology Progress Series*, 479: 127-141.
- MALDONADO, M. y RIESGO, A. 2007. Intra-epithelial spicules in a homosclerophorid sponge. *Cell and Tissue Research*, 328: 639-650.
- MALDONADO, M. y URIZ, M. J. 1992. Relationship between sponges and crabs: patterns of epibiosis on *Inachus aguiarii* (Decapoda: Majidae). *Marine Biology*, 113: 281-286.
- MALDONADO, M. y URIZ, M. J. 1995. Biotic affinities in a transitional zone between the Atlantic and the Mediterranean: a biogeographical approach based on sponges. *Journal of Biogeography*, 22: 89-110.
- MALDONADO, M. y URIZ, M. J. 1996. A new species of *Sphinctrella* (Demospongiae: Astrophoridae) and remarks on the status of the genus in the Mediterranean. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Biologie*, 66 (suppl.): 175-184.
- MALDONADO, M. y URIZ, M. J. 1999. A new dendroceratid sponge with reticulate skeleton. *Memoirs of the Queensland Museum*, 44: 353-359.
- MARINE GUIDELINES. 2007. Directrices para el establecimiento de la Red Natura 2000 en el medio marino. Aplicación de las directivas de hábitats y de aves silvestres. Disponible en: [http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/marine/docs/marine\\_guidelines\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/marine/docs/marine_guidelines_es.pdf).
- MARTÍNEZ, J., AGUIRREZABALAGA, F. y ADARRAGA, I. 2008. A new species of *Pisione* (Annelida: Polychaeta: Pisionidae) from circalittoral soft bottoms (SE Bay of Biscay, Basque Coast). *Cahiers de Biologie Marine*, 49: 283-294.
- MARTINS, R., SAN MARTÍN, G., RODRIGUES, A. M. y QUINTINO, V. 2012. On the diversity of the genus *Pisione* (Polychaeta, Pisionidae) along the Portuguese continental shelf, with a key to European species. *Zootaxa*, 3450: 12-22.
- MAS, J., BALLESTEROS, E., BALLESTEROS, M. y FLORES, A. 1996. Cartografiado y evaluación de las comunidades bentónicas de la isla de Alborán. En: *Resúmenes del IX Simposio Ibérico Estudios Marinos* (Viéitez, J.M. y Junoy, J. eds.), pp. 226-227. Universidad de Alcalá de Henares.
- MATA A., SEVA A., SCHEMBRI P.J. y VALLE C. 2003. Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maërl beds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: S65-S76.

- McFADDEN, C. S. 1999. Genetic and taxonomic relationships among Northeastern Atlantic and Mediterranean populations of the soft coral *Alcyonium coralloides*. *Marine Biology*, 133: 171-184.
- McFADDEN, C. S., BENAYAHU, Y., PANTE, E., THOMA, J. N., NEVAREZ, P. A. y FRANCE, S. C. 2011. Limitations of mitochondrial gene barcoding in Octocorallia. *Molecular Ecology Resources*, 11: 19-31.
- McFADDEN, C. S. y Hutchinson M.B. 2004. Molecular evidence for the hybrid origin of species in the soft coral genus *Alcyonium* (Cnidaria: Anthozoa: Octocorallia). *Molecular Ecology*, 13: 1495-1505.
- MEDEL SOTERAS, M. D., GARCÍA, F. J. y GARCÍA-GÓMEZ, J. C. 1991. La familia Sertulariidae (Cnidaria: Hydrozoa) en el estrecho de Gibraltar y la península ibérica: aspectos taxonómicos y zoogeográficos. *Cahiers de Biologie Marine*, 32: 503-543.
- MEDEL, M. D. y LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. J. 1996. Updated catalogue of hydrozoans of the Iberian Peninsula and Balearic Islands, with remarks on zoogeography and affinities. En: Piaino, S., Boero, F., Bouillon, J., Cornelius, P. F. S. y Gili, J. M. (eds.), *Advances in Hydrozoan Biology*. *Scientia Marina*, 60: 183-209.
- MEDEL, M. D. y VERVOORT, W. 1995. Plumularian hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) from the Strait of Gibraltar and nearby areas. *Zoologische Verhandelingen*, Leiden, 300: 1-72.
- MIFSUD, C. 2001. *The genus Mitromorpha Carpenter, 1865 (Neogastropoda: Turridae), and its subgenera with notes on the European species*. Sunland Printers, Cospicua, Malta, 32 pp.
- MIFSUD C., TAVIANI M. y STÖHR S. 2009. Remarks on Echinodermata from the South Central Mediterranean Sea based upon collections made during the MARCOS cruise (10 to 20th April, 2007). *Mediterranean Marine Science*, 10(2): 63-71
- MILLIMAN, J. D., WEILER, Y. y STANLEY, D. J. 1972. Morphology and carbonate sedimentation on shallow banks in the Alboran Sea. En: *The Mediterranean Sea, A Natural Sedimentation Laboratory* (D. J. Stanley, ed.), pp. 241-259. Dowden, Hutchinson y Ross, Stroudsburg.
- MILLS, C. E., PUGH, P. R., HARBISON, G. R. y HADDOCK, S. H. D. 1996. Medusae, siphonophores and ctenophores of the Alborán Sea, south-western Mediterranean. *Scientia Marina*, 60: 145-163.
- MORATO, T. PITCHER, T. J., CLARK, M. R., MENEZES, G., TEMPERA, F., PORTEIRO, F., GIACOMELLO, E. y SANTOS, R. S. 2010. Can We Protect Seamounts for Research? A call for conservation. *Oceanography*, 23(1): 190-199.
- MOREIRA, J. y PARAPAR, J. 2003. Hesionidae y Pelargidae (Annelida, Polychaeta) del proyecto "Fauna Ibérica" (Campañas "Fauna II, III y IV"), recogidos a lo largo de las costas de la península Ibérica. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 98(1-4): 47-55.
- MOREIRA, J. y PARAPAR, J. 2008. Hesionidae y Pilargidae (Annelida: Polychaeta) del proyecto DIVA-Artabria I (campaña 2002) recogidos en la plataforma y talud continental del Golfo Ártabro (Galicia, España). *Nova Acta Científica Compostelana*, 17: 105-115.
- MORENO, D. 2006. Tesoros sumergidos: la flora y fauna marinas. En: *Entre África y Europa. Historia Natural de la Isla de Alborán* (Paracuellos, M., Nevado, J. C. y Mota, J. F. eds.), pp. 67-85. RENPA, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla.

- MOTA, J. F., SOLA, A. J., AGUILERA, A., CERRILLO, M. I. y DANA, E. D. 2002. The Mediterranean island of Alborán: a review of its flora and vegetation. *Fitosociologia*, 39(1): 15-21.
- MOTZ-KOSSOWSKA, S. 1911. Contribution à la connaissance des hydraires de la Méditerranée occidentale. II-Hydraires calyptoblastiques. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, 6: 325-352.
- MUNILLA, T. 1993. Pycnogonids from southern Spain: Fauna I project. *Journal of the Marine Biological Association of the U. K.*, 73: 453-553.
- MYERS, N. 1988. Threatened biotas: "hot-spots" in tropical forests. *The Environmentalist*, 8: 187-208.
- MYERS, N. 1990. The biodiversity challenge: expanded hot-spots analysis. *The Environmentalist*, 10: 243-256.
- NELLEMANN, C., HAIN, S. y ALDER, J. (Eds). 2008. In Dead Water – Merging of climate change with pollution, over-harvest, and infestations in the world's fishing grounds. Disponible en: <http://www.grida.no/publications/rr/in-dead-water/>.
- NESTEROFF, W. D. y RYAN, W. B. F. 1973, Series stratigraphiques et implication tectoniques du forage Joides 121 en mer d'Alboran. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 15: 113-114.
- NEVADO, J. C., SOLA, A. J., JIMÉNEZ-SÁNCHEZ, M. L. et al. 2006. Paraíso protegido: Los valores ecológicos, conservación y manejo. En: *Entre África y Europa. Historia natural de la isla de Alborán* (Paracuellos, M., Nevado J.C. y Mota, J.F. dirs.), pp. 221-236. RENPA, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla.
- NÚÑEZ, J. 2004. Familia Nereididae. En: Ramos, M. A. (Ed.), *Annelida Polychaeta I. Fauna Ibérica Vol. 25*: 390-419. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid.
- NÚÑEZ, J., BARNICH, R., SANTOS, L. y MAGGIO, Y. 2011. Poliquetos escamosos (Annelida, Polychaeta) colectados en las campañas "Fauna II, III, IV" (proyecto "Fauna Ibérica") y catálogo de las especies conocidas para el ámbito ibero-balear. *Graellsia*, 67 (2): 187-197.
- NUÑEZ, J. y BRITO, M. 2002. Nereidae (Annelida, Polychaeta) del proyecto "Fauna Ibérica" (Campañas "Fauna II, III y IV") y catálogo de las especies conocidas para el ámbito ibérico. *Graellsia*, 58(1): 39-47.
- OASIS: <http://www1.uni-hamburg.de/OASIS/>. Consultada 3 de diciembre de 2012.
- OCAÑA, O., LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. J., NÚÑEZ, J. y GARCÍA-GÓMEZ, J. C. 2000. A survey of the genera *Sarcodyctyon* Forbes, 1847, and *Rolandia* Lacaze-Duthiers, 1900, (Anthozoa: Octocorallia) in the north-eastern Atlantic and Mediterranean. *Zoologische Mededelingen*, Leiden, 73(28): 413-426.
- OCEANA. 2008. *Propuesta de áreas marinas de importancia ecológica: Atlántico Sur y Mediterráneo Español*. Oceana, Madrid, 127 pp.
- OCEANA. 2011. OSPAR Workshop on the improvement of the definitions of habitats on the OSPAR list. Background document for discussion: "Coral gardens", "Deep-sea sponge aggregations" and "Sea-pens and burrowing megafauna communities". Disponible en: [http://oceana.org/sites/default/files/reports/OCEANA\\_OSPARworkshopdefinitionshabitats\\_October2011\\_Bergen\\_FINAL.pdf](http://oceana.org/sites/default/files/reports/OCEANA_OSPARworkshopdefinitionshabitats_October2011_Bergen_FINAL.pdf), 81 p.

- OLIVET, J. L., AUZENDE, J. M. y BONNIN, J. 1973. Structure et Evolution Tectonique du Bassin d'Alboran. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7(15): 108-111.
- ORDEN de 13 de junio de 1997 por la que se regula la pesca de arrastre de fondo en la isla de Alborán. *Boletín Oficial del Estado*, 150: 19535-19536.
- ORDEN de 8 de septiembre de 1998 por la que se establece una reserva marina y una reserva de pesca en el entorno de la isla de Alborán y se regula el ejercicio de la pesca en los caladeros adyacentes. *Boletín Oficial del Estado*, 233: 32541-32542.
- ORTIZ, A., MASSÓ, C., SORIANO, O. y LIMIA, J. 1986. La barra italiana como arte de pesca del coral rojo (*Corallium rubrum* L.) en el mar de Alborán. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 3(4): 83-92.
- ORTIZ, M. y JIMENO, A. 2006. Una nueva especie de anfípodo del género *Leptocheirus* (Crustacea, Peracarida, Amphipoda) de la isla de Alborán, en el mar Mediterráneo. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, [2005], 17(4): 31-41.
- OSPAR Commission, 2003. Criteria for the identification of species and habitats in need of protection and their method of application (The Texel-Faial Criteria). OSPAR 03/17/1-E, Annex 5, 13 pp.
- OSPAR. 2008a. OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats (Reference number 2008-6). OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic. Disponible en: [http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=00180302000014\\_000000\\_000000](http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=00180302000014_000000_000000).
- OSPAR. 2008b. Descriptions of habitats on the OSPAR list of threatened and/or declining species and habitats (Reference number 2008-7). OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic. Disponible en: [http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=00120000\\_000132\\_000000\\_0000\\_00](http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=00120000_000132_000000_0000_00).
- OSPAR Commission. 2010. Background Document for Seamounts. Biodiversity series. Disponible en: [http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00492\\_seamounts.pdf](http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00492_seamounts.pdf).
- OSPAR Commission, 2010. Background document for Coral gardens prepared by S. Christiansen. 39 pp, Biodiversity Series, ISBN 978-1-907390-27-2. Disponible en: [http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00486\\_coral\\_garden.pdf](http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00486_coral_garden.pdf).
- OSPAR Commission, 2010. Background document for Deep-sea sponge aggregations prepared by S. Christiansen. 46 pp, Biodiversity Series, ISBN 978-1-907390-26-5. Disponible en: [http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00485\\_deep\\_sea\\_sponge\\_aggregations.pdf](http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00485_deep_sea_sponge_aggregations.pdf).
- OSUNA, A. y MASCARÓ, M.C. 1972. Algunos celentéreos, Equinodermos, Moluscos, Artrópodos y Aves de la isla de Alborán. En: *La isla de Alborán*, pp. 121-124. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Granada.
- PANSINI, M. 1987. Littoral demosponges from the banks of the Strait of Sicily and the Alborán Sea. En: *Taxonomy of Porifera*. (Vacelet, J. y Boury-Esnault, N., eds.), pp. 149-185. NATO ASI Series, Vol. 13, Springer-Verlag, Berlín.
- PARACUELLOS, M., NEVADO, J. C., MORENO, D., GIMÉNEZ, A. y ALESINA, J. J. 2003. Conservational status

- and demographic characteristics of *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 (Mollusca, Gastropoda) on the Alboran Island (Western Mediterranean). *Animal Biodiversity and Conservation*, 26(2): 29-37.
- PARACUELLOS, M., NEVADO, J. C. y MOTA, J. F. (eds.) 2006. *Entre África y Europa. Historia Natural de la isla de Alborán*. RENPA, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla, 265 pp.
- PARAPAR, J., BESTEIRO, C. y MOREIRA, J. 2004. Familia Hesionidae. En: Ramos, M. A. (Ed.), *Annelida Polychaeta I. Fauna Ibérica Vol. 25*: 210-267. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid.
- PARDO, E., AGUILAR, R., GARCÍA, S., DE LA TORRIENTE, A. y UBERO, J. 2011. Documentación de arrecifes de corales de agua fría en el Mediterráneo occidental (Mar de Alborán). *Chronica Naturae*, 1: 20-34.
- PARRILLA, G., KINDER, T. H. y PRELLER, R. H. 1986. Deep and Intermediate Mediterranean Water in the western Alboran Sea. *Deep-Sea Research*, 33: 55-88.
- PATARNELLO, T., VOLCKAERT, F. A. M. J. y CASTILHO, R. 2007. Pillars of Hercules: is the Atlantic-Mediterranean transition a phylogeographical break?. *Molecular Ecology*, 16, 4426-4444.
- PAZOS, A., DÁVILA, J. M., BUFORN, E., GARCÍA FERNÁNDEZ, M. J., BULLÓN, M. GÁRATE, J. y ROA SEISMIC TEAM. 2010. New infrastructure at Alboran island (Western Mediterranean): a submarine and on-land Geophysical Observatory. *Geophysical Research Abstracts*, 12.
- PEÑA, V., ADEY, W. H., RIOSMENA-RODRÍGUEZ, R., JUNG, M. Y., AFONSO-CARRILLO, J., CHOI, H. G. y BÁRBARA, I. 2011. *Mesophyllum sphaericum* sp. nov. (Corallinales, Rhodophyta): a new maërl-forming species from the northeast atlantic. *Journal of Phycology*, 4: 911-927.
- PEÑA, V. y BÁRBARA, I. 2009. Distribution of the Galician maerl beds and their shape classes (Atlantic Iberian Peninsula): proposal of areas in future conservation actions. *Cahiers de Biologie Marine*, 50: 353-368.
- PEÑA CANTERO, A. y GARCÍA CARRASCOSA, A. M. 2002. The benthic hydroid fauna of the Chafarinas Islands (Alborán Sea, western Mediterranean). *Zoologische Verhandelingen*, Leiden, 337: 3-180.
- PEÑAS, A., TEMPLADO, J. y MARTÍNEZ, J. L. 1996. Contribución al conocimiento de los Pyramidelloidea (Gastropoda: Heterostropha) del Mediterráneo español. *Iberus*, 14(1): 1-82.
- PEÑAS, A., ROLÁN, E., LUQUE, Á. A., TEMPLADO, J., MORENO, D., RUBIO, F., SALAS, C., SIERRA, A. y GOFAS, S. 2006. Moluscos marinos de la isla de Alborán. *Iberus*, 24(1): 23-151.
- PÉRÈS, J.M. 1959. Campagnes de la "Calypso" en Mer d'Alboran et dans la baie Ibéro-Marocaine. I. Ascidies. *Annales d'Institut Océanographique*, Paris, 37: 295-313.
- PÉRÈS, J. M. y PICARD, J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 31: 1-137.
- PÉREZ-RUZAFÁ, I., IZQUIERDO, J. L., ARAÚJO, R., SOUSA-PINTO, I., PEREIRA, I. y BARBARA, I. 2003. Mapas de distribución de algas marinas de la Península Ibérica e Islas Baleares. XVII. *Laminaria rodriguezii* Bornet y adiciones a los mapas de *L. hyperborea* (Gunner.) Foslie, *L. ochroleuca* Bach. Pyl. y *L. saccharina* (L.) Lamour. (Laminariales, Fucophyceae). *Botanica Complutensis*, 27: 155-164.

- PÉREZ-RUZAFÁ, A. y LÓPEZ-IBOR, A. 1986. Presencia de *Holothuria (Vaneyothuria) lentiginosa lentiginosa* Marenzeller, 1893 (Echinodermata: Holothuroidea) en el mar de Alborán (Mediterráneo occidental). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 3(4): 105-109.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A. y LÓPEZ-IBOR, A. 1988. Echinoderm fauna from the south-western Mediterranean-biogeographic relationships. En: *Echinoderm Biology. Proceedings of the Sixth International Echinoderm Conference* (Burke, R.D. et al. eds), pp. 355-362, Victoria.
- PERKINS, T. H. 1984. Revision of *Demonax* Kinberg, *Hypsicomus* Grube, and *Notaulax* Tauber, with a review of *Megalomma* Johansson from Florida (Polychaeta, Sabellidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 97: 285-386.
- PETCHEY, O. L. y GASTON, K. J. 2006. Functional diversity: Back to basics and looking forward. *Ecology Letters*, 9: 741-758.
- PLEIJEL, F. 1993. Polychaeta Phyllodocidae. *Marine Invertebrates of Scandinavia*, 8: 1-159.
- PINILLA, R. 2001. Alborán, la isla desconocida. *Medio Ambiente*, 36: 6-13.
- PRIETO, L., GARCÍA, C. M., CORZO, A., RUIZ SEGURA, J. y ECHEVARRÍA, F. 1999. Phytoplankton, bacterioplankton and nitrite reductase activity distribution in relation to physical structure in the northern Alborán Sea and Gulf of Cádiz (southern Iberian Peninsula). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 15(1-4): 401-411.
- PROBERT, P. K., CHRISTIANSEN, S., GJERDE, K. M., GUBBAY, S. y SANTOS, R. S. 2007. Management and conservation for seamounts. En, Pitcher, T. J., Morato, T., Hart, P. J. B., Clark, M. R., Haggan, N. y Santos, R. S. (Eds.): *Seamounts: ecology, fisheries and conservation*, pp. 442-475. Blackwell Publishing. Oxford.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. 2001. Informe de la duodécima reunión ordinaria de las partes contratantes en el Convenio para la Protección del Mar Mediterráneo contra la Contaminación y sus protocolos. Pnuma/PAM, documento UNEP(DEC)/MED IG.13/8 (declaración de las ZEPIM en el anexo IV, p. 16).
- PUERTA, P., ANDRADE, S. C. S. y JUNOY, J. 2010. Redescription of *Lineus acutifrons* Southern, 1913 (Nemertea) and comments on its phylogenetic position. *Journal of Natural History*, 44 (37-40): 2363-2378.
- RAMIL, F. y VERVOORT, W. 1992a. Report on the Hydroida collected by the "BALGIM" expedition in and around the Strait of Gibraltar. *Zoologische Verhandelingen*, Leiden, 277: 1-262.
- RAMIL, F. y VERVOORT, W. 1992b. *Pseudoplumaria* gen. nov. a new Atlantic genus of the family Plumulariidae (Cnidaria: Hydrozoa). *Zoologische Mededelingen*, 66: 485-492.
- RAMIL, F., VERVOORT, W. y ANSÍN AGÍS, J. 1998. Report on the Haleciidae and Plumularioidea (Cnidaria, Hydrozoa) collected by the French Seamount 1 Expedition. *Zoologische Verhandelingen*, Leiden, 322: 1-42.
- RAMOS, A. A. 1988. *Ascidias litorales del Mediterráneo ibérico. Faunística, ecología y biogeografía*. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona, 407 pp.
- RAMOS ESPLÁ, A. A. y LUQUE. 2004. Fondos de maerl. En: *Praderas y bosques marinos de Andalucía* (Luque, A.A. y Templado, J., Coords.). Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.

- RAVARA, A., CUNHA, M. R. y PLEIJEL, F. 2010. Nephthyidae (Annelida, Polychaeta) from southern Europe. *Zootaxa*, 2682: 1-68.
- REAL DECRETO 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. *Boletín Oficial del Estado*, 46: 20912-20951.
- REAL DECRETO 1599/2011, de 4 de noviembre, por el que se establecen los criterios de integración de los espacios marinos protegidos en la Red de Áreas Marinas Protegidas de España. *Boletín Oficial del Estado*, 294 (7 diciembre 2011): 129590-129595.
- REID, W. V. 1998. Biodiversity hotspots. *Trends in Ecology and Evolution*, 13: 275-280.
- RESOLUCIÓN de 31 de enero de 2011, de la Secretaría General del Mar, por la que se actualiza el censo de embarcaciones autorizadas a ejercer la pesca, en la modalidad de arrastre de fondo, en el caladero de Alborán y su reserva de pesca. *Boletín Oficial del Estado*, 56: 25680-25681.
- RICHARD, J. y NEUVILLE, H. 1897. Sur l'histoire naturelle de l'île d'Alboran. *Mémoires de la Société Zoologique de France*, 10: 81-88.
- RINDI, F. y CINELLI, F. 1995. Contribution to knowledge of the benthic algal flora of the isle of Alboran, with notes on some little-known species in the Mediterranean. *Cryptogamie Algologie*, 16(2): 103-114.
- RIOJA, E. 1931. Estudio de los poliquetos de la península Ibérica. *Memorias de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, serie Zoológica*, 2: 1-471.
- RIOSMENA-RODRÍGUEZ, R., WOEKERLING, W. J. y FOSTER, M. S. 1999. A taxonomic reassessment of rhodolith forming species of *Lithophyllum* species (Corallinales, Rhodophyta) in the Gulf of California, México. *Phycologia*, 37: 401-417.
- RIOSMENA-RODRÍGUEZ, R. 2002. *Taxonomy of the order Corallinales (Rhodophyta) for the Gulf of California (Mexico)*. Ph. D. Thesis, La Trobe University, xvi + 200 pp. + 89 láms.
- RODRÍGUEZ, J. 1982. *Oceanografía del Mar Mediterráneo*. Pirámide S. A., Madrid, 173 pp.
- RODRÍGUEZ, J. 1995. Las reservas marinas en el marco ecológico y oceanográfico del Mediterráneo Occidental. En: *La gestión de los espacios marinos en el Mediterráneo Occidental* (Guirado, J. coord.), pp. 13-28. Instituto de Estudios Almerienses (Diputación de Almería), Almería.
- RODRÍGUEZ, J. M. 1990. Contribución al conocimiento del ictioplancton del mar de Alborán. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 6(1): 1-20.
- RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, L. y JUNOY, J. 2001. Isopods of the genus *Arcturella* (Valvifera: Arcturidae) from the expedition FAUNA I (S Spain), with description of a new species. *Scientia Marina*, 66(1): 33-41.
- RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, L., SERNA SANZ, E. y JUNOY, J. 2001. Crustáceos isópodos de la Campaña Oceanográfica FAUNA I (sur de la península Ibérica). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 17(1-2): 149-161.
- ROGERS, A. D., JUNOY, J., GIBSON, R. y THORPE J. P. 1993. Enzyme electrophoresis, genetic identity and description of a new genus and species of heteronemertean (Nemertea, Anopla) from

- northwestern Spain and North Wales. En: R. Gibson, J. Moore y P. Sundberg (eds.), *Advances in Nemertean Biology. Hydrobiologia*, 266: 219-238.
- ROLÁN, E. y PEÑAS, A. 2001. Two new species of the genus *Monophorus* (Gastropoda, Triphoridae) in the east Atlantic and Mediterranean Sea. *Iberus*, 19(2): 31-40.
- ROSELL, D. 1996. A new diagnosis of the genus *Delectona* (Porifera, Demospongiae), with a description of a new species from the Alboran Sea (western Mediterranean). *Helgolander Meeresuntersuchungen*, 50(4): 425-432.
- ROSELL, D. y URIZ, M. J. 1997. Phylogenetic relationships within the excavating Hadromerida (Porifera), with a systematic revision. *Cladistics*, 13: 349-366.
- ROSELL, D. y URIZ, M. J. 2002. Excavating and endolithic sponge species (Porifera) from the Mediterranean: species descriptions and identification key. *Organisms, Diversity and Evolution*, 2: 55--86.
- ROY, M. S. y SPONER, R. 2002. Evidence of a human-mediated invasion of the tropical western Atlantic by the "world's most common brittlestar". *Proceedings of the Royal Society*, B 269: 1017-1023.
- RUBIO, F. y RODRÍGUEZ-BABÍO, C. 1988. Presencia de *Iphitus marshalli* Sykes, 1925 (Gastropoda, Epitoniidae) en el Mar de Alborán. *Iberus*, 8(2): 71-75.
- RUBIO, F. y RODRÍGUEZ-BABÍO, C. 1990. Sobre la posición sistemática de *Pseudorbis granulum* Brugnone, 1873 (Mollusca, Archaeogastropoda, Skeneidae) y descripción de *Pseudorbis jameoensis* n. sp., procedente de las islas Canarias. *Iberus*, 9(1-2): 203-207.
- RUBIO, F., DANTART, L. y LUQUE, A.A. 1998. Two new species of *Dikoleps* (Gastropoda, Skeneidae) from the Mediterranean coast of Spain. *Iberus*, 16(1): 81-93.
- RUBIO, F., DANTART, L. y LUQUE, A.A. 1998. El género *Dikoleps* (Gastropoda, Skeneidae) en las costas ibéricas. *Iberus*, 22(1): 115-132.
- RUBIO TURIEL, J. 2001a. *La pesca en la isla de Alborán*. Instituto de Estudios Almerienses, Diputación de Almería, 100 pp.
- RUBIO TURIEL, J. 2001b. Análisis de la actividad pesquera en la reserva marina de la isla de Alborán. En: *I Jornadas Internacionales sobre Reservas Marinas*, pp. 105-115. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Secretaría General de Pesca, Madrid.
- RUBIO TURIEL, J. y ABAD, R. 2006. Riquezas de la mar: la actividad pesquera en caladeros adyacentes.. En: *Entre África y Europa. Historia Natural de la Isla de Alborán* (Paracuellos, M., Nevado, J.C. y Mota, J.F. eds.), pp. 25-35. RENPA, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla.
- RUGGIERO-TADDEI, E. 1990. I brachiopodi di una tanatocenosi del mare di Alborán. *Lavori della Società Italiana di Malacologia*, 23: 457-481.
- RUÍZ-REIG, P., PINEDA, A., GOY, J. L., ZAZO, C., DABRIO, C., GINER, J., ESTEBAN, M., GRANADOS, L. y BAENA, J. 1983. Mapa Geológico de Cabo de Gata e Isla de Alborán. Escala 1:50.000. *Memoria y hojas 1.059-1078(bi)*. Instituto Geológico y Minero, Servicios de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid.
- RÜTZLER, K., STODDART, D. R. y JOHANNES, R. E. 1978. Sponges in coral reefs. En: *Coral reefs*:

- research methods, vol. 5, pp. 299-313. UNESCO, Paris.
- SAIZ SALINAS, J. I. 1987. Verzeichnis der Meeres-Nemertinen (Nemertini) von den iberischen Küsten und den angrenzenden Meeren. *Bonner Zoologische Beiträge*, 38 (2): 129-146.
- SAIZ SALINAS, J. I. 1993. *Sipuncula*. En: *Fauna Ibérica* vol. 4 (Ramos *et al.*, eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, 200 pp.
- SAIZ SALINAS, J. I. y VILAFRANCA URCHIGUI, L. 1990. Sipuncula from Alboran Sea and Ibero-Moroccan Bay. *Journal of Natural History*, 24: 1143-1177.
- SALAS, C. 1996. Marine Bivalves from off the southern Iberian Peninsula collected by the Balgim and Fauna I expeditions. *Haliotis*, 25: 33-100.
- SALAS, C. y LUQUE, A.A. 1986. Contribución al conocimiento de los moluscos marinos de la isla de Alborán. *Iberus*, 6(1): 29-37.
- SALAS, C. y SIERRA, A. 1986. Contribución al conocimiento de los moluscos bivalvos de los fondos de coral rojo de la isla de Alborán (España). *Iberus*, 6(2): 189-200.
- SALVATOR DE AUSTRIA, Archiduque Luis, 1898. *Alboran*. Prag. Druck und Verlag von Heinr. Mercy Sohn, 89 pp.
- SALVINI-PLAWEN, L. v. 1986. Caudofoveata e Solenogastres del Mediterraneo. *Bollettino Malacologico*, 22: 189-196.
- SALVINI-PLAWEN, L. v. 1997. Fragmented knowledge on West-European and Iberian Caudofoveata and Solenogastres. *Iberus*, 15(2): 35-50.
- SÁNCHEZ-MATA, A., ABELLA, F. E. y MORA, J. 1998. Biodiversidad específica de los fondos de maërl *Lithothamnion corallioides* (P. y H. Crouan) P. y H. Crouan y *Phymatholithon calcareum* (Pallas) Adey y McKibbin de la Ría de Vigo. En: Proceedings of the 10th Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino, Universidade do Algarve, Praia de Carvoeiro: 168-169.
- SÁNCHEZ-MATA, A., SEVA, A., SCHEMBRI, P.J. y VALLE, C. 2003. Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maërl beds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 65-76
- SAN FÉLIX, M. 1990. Alborán. Introducción al conocimiento de su plataforma submarina. *Vida Silvestre*, 67: 2-7.
- SAN MARTÍN, G. 1999. Lista de los Syllidae (Polichata) de las campañas de Fauna Ibérica II, III, IV. *Graellsia*, 55: 187-192.
- SAN MARTÍN, G. 2003. Annelida Polychaeta I. Syllidae. En: *Fauna Ibérica*, vol. 21 (Ramos *et al.*, eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, 554 pp.
- SAN MARTÍN, G. 2004a. Familia Paralacydoniidae. En: Ramos, M. A. (Ed.), *Annelida Polychaeta I. Fauna Ibérica Vol. 25*: 419-422. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid.
- SAN MARTÍN, G. 2004b. Familia Chrysopetalidae. En: Ramos, M. A. (Ed.), *Annelida Polychaeta I. Fauna Ibérica Vol. 25*: 422-446. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid.
- SANTOS, A. M., XAVIER R., ZENBOUJJI, S., BRANCO T. y BRANCO M. 2011. *Stenosoma stephenseni* sp. n. (Isopoda, Idoteidae), from the southwestern Mediterranean, with a note on the nomenclatural status of *Synisoma* Collinge, 1917. *ZooKeys*, 141: 29-44.

- SARÀ, M. 1958. Studio sui Poriferi di una grotta di marea del Golfo di Napoli. *Archivio Zoologico Italiano*, 43: 203-280.
- SCHUCHERT, P. 2005. Taxonomic revision and systematic notes on some *Halecium* species (Cnidaria, Hydrozoa). *Journal of Natural History*, 39: 607-639.
- SEAMOUNTS ONLINE: <http://seamounts.sdsc.edu/>. Consultada 3 diciembre 2012.
- SECRETARÍA GENERAL DE PESCA MARÍTIMA. 2004. Mar Mediterráneo. Costa Sur de España-Mar de Alborán (MA-6). De Longitud -3º 24' a -2º 45' y Latitud 36º 02' a 35º 41.5'. Según los levantamientos efectuados con ecosonda multihaz por el B/O Vizconde de Eza (SGPM) en el año 2002 y 2003. Procesados por el Grupo de Cartografía Multihaz de la Secretaría General de Pesca Marítima y del Instituto Español de Oceanografía. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- SHANK, T. M. 2010. Seamounts: Deep-Ocean Laboratories of faunal connectivity, evolution and endemism. *Oceanography*, 23 (1): 108-122.
- SIBUET, M. 1974. Echinodermes de la mer d'Alboran. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, (3) 231 (zool. 155): 789-798.
- SIETTI, H. 1933. Nouvelle contribution a l'histoire naturelle de l'île d'Alborán. *Bulletin de la Société de Sciences naturelles du Maroc*, 13: 1-3: 10-22.
- SILVESTRE, R. 1987. *Antozoos de los fondos coralíferos del litoral sureste ibérico y de la isla de Alborán*. Tesis de licenciatura, Universidad de Valencia, 218 pp. + 12 láms.
- SMRIGLIO, C., MARIOTTINI, P. y BONFITTO, A. 1997. Description of *Houartiella* n. gen., Trophoninae Cossmann, 1903, and *H. alboranensis* n. sp. from the Mediterranean Sea. *Bollettino Malacologico*, 32 (1-4): 27-34.
- SOLA, A. J., ABAD, R., AGUIRRE, A., MORENO, D., Paracuellos, M. y Mota, J. F. 2006. En busca de los secretos de Al-Borani: las expediciones científicas. En: *Entre África y Europa. Historia Natural de la Isla de Alborán* (Paracuellos, M., Nevado, J.C. y Mota, J. F. eds.), pp. 25-35. RENPA, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla.
- SOTO, J. y CONDE, F. 1993. Datos sobre la flora algal bentónica de la isla de Alborán (Mar de Alborán, Mediterráneo occidental). *Cryptogamie Algologie*, 14(4): 183-190.
- SPONER, R. y ROY, M. S. 2002. Phylogeographic analysis of the brooding brittle star *Amphipholis squamata* (Echinodermata) along the coast of New Zealand reveals high cryptic dispersal potential. *Evolution*, 56: 1954-1967.
- STEINER, G. 1997. Scaphopoda from the Spanish coasts. *Iberus*, 15: 95-111.
- 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 anthropogenic disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: S5-S20.
- STOCK, J. H. 1987. Faunistic transit between the Atlantic and the Mediterranean: the deep-water Pycnogonida. *Cahiers de Biologie Marine*, 28: 505-519.
- STOCKS, K. 2004. SeamountsOnline, an online information system for seamount biology. En, Van den Berghe, E. (Ed.): *The colour of ocean data*. International symposium on oceanographic

- data and information management with special attention to biological data. 2002, Nov 25–27; Brussels. *IOC Workshop Report*, 188: 77-89.
- STOCKS, K., BOEHLERT, G. W. y DOWER, J. F. 2004. Towards an international field program on seamounts within the Census of Marine Life. *Archive of Fishery and Marine Research*, 51: 320-327.
- STOCKS, K. y HART, P. J. B. 2007. Biogeography and biodiversity of seamounts. En, Pitcher, T. J., Morato, T., Hart, P. J. B., Clark, M. R., Haggan, N. y Santos, R. S. (Eds.): *Seamounts: ecology, fisheries and conservation*, pp. 255–281. Blackwell, Oxford.
- TADDEI RUGGIERO, E. 1990. I brachiopodi di una tanatocenosi del Mare di Alborán. *Lavori della Società Italiana di Malacologia*, 23: 457–481.
- TADDEI RUGGIERO, E., BUONO, G. y RAIÀ, P. 2006. Bioerosion on Brachiopod Shells of a Thanatocoenosis of Alborán Sea (Spain). *Ichnos*, 13(3): 175-184.
- TEMPLADO, J. 1991. Las especies del género *Charonia* (Mollusca: Gastropoda) en el Mediterráneo. In: Bouderesque, C.F., Avon, M. & Gravez, V. (eds.). *Les espèces marines à protéger en Méditerranée. GIS Posidonie*, Marseille: 133-140.
- TEMPLADO, J. 2001. *Patella ferruginea* Gmelin, 1791. En: *Los Invertebrados no insectos de la "Directiva Hábitat en España"*. (Ramos, M. A., Bragado, D. y Fernández, J. Eds.), pp. 41-50. Ministerio de Medio Ambiente, Serie Técnica, Madrid.
- TEMPLADO, J. 2010. Alboran / Gibraltar Region. En: *Science for Peace – proposing international coast-to-coast Marine Parks in the Med*. (Briand, F. y Sala, E. orgs.). CIESM WORKSHOP 41, Syracuse, Novembre, 2010, 17 pp.
- TEMPLADO, J. 2011. La diversidad marina en España. *Memorias de la Real Sociedad de Historia Natural* (2)9: 343-362.
- TEMPLADO, J., CALVO, M., LUQUE, Á. A., GARVÍA, A., MALDONADO, M. y MORO, L. 2004. *Guía de los invertebrados y peces marinos españoles protegidos por la legislación nacional e internacional*. Ministerio de Medio Ambiente, Serie Técnica, Madrid, 214 pp.
- TEMPLADO, J., CALVO, M. MORENO, D. FLORES-MOYA, A. CONDE, F. ABAD, R. y RUBIO, J. 2006. *Flora y Fauna de la Reserva Marina y Reserva de Pesca de la isla de Alborán*. Secretaría General de Pesca Marítima (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Museo Nacional de Ciencias Naturales (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Madrid, 269 pp.
- TEMPLADO, J., CAPA, M., GUALLART, J. y LUQUE, A. 2009. 1170 Arrecifes. En: VV.AA., *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. 142 p.
- TEMPLADO, J., GARCÍA CARRASCOSA, M., BARATECH, L., CAPACCIONI, R., JUAN, A., LÓPEZ IBOR, A., SILVESTRE, R. y MASSÓ, C. 1986. Estudio preliminar de la fauna asociada a los fondos coralíferos del mar de Alborán (SE de España). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 3(4): 93-104.
- TEMPLADO, J., GARCIA, F. J. y PÉREZ ALBERTI, A. 2009a. Introducción Grupo 1. Tipos de hábitat costeros y halofíticos. En: WAA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 9 pp.
- TEMPLADO, J., GUALLART, J., CAPA, M. y LUQUE, Á. A. 2009b. 1170 Arrecifes. En: VV. AA., *Bases*

*ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 142 pp.

- TEMPLADO, J., GUERRA, A., BEDOYA, J., MORENO, D. REMÓN, J. M., MALDONADO, M. y RAMOS, M. A. 1993. *Fauna marina circalitoral del sur de la Península Ibérica. Resultados de la campaña oceanográfica "Fauna I"*. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), 135 pp., 45 láms.
- TEMPLADO, J. y LUQUE, A. A. 1986. Braquiópodos de los fondos de *Corallium rubrum* (L.) próximos a la isla de Alborán (SE de España). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 3(4): 111-114.
- TEMPLADO, J. y MORENO, D. 1996. Nuevos datos sobre la distribución de *Centrostephanus longispinus* (Echinodermata: Echinoidea) en las costas españolas. *Graellsia*, 52: 107-113.
- TEMPLADO, J. y MORENO, D. 1997. La lapa ferrugínea. *Biológica*, 6: 80-81.
- TEMPLADO, J. y MORENO, D. 1997. Puercoespín marino. *Biológica*, 9: 82-83.
- TEMPLADO, J., PAULAY, G., GITTEBERGER, A. y MEYER, C. 2010. Sampling the marine realm. En: *Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity and monitoring* (J. Eymann, J. Degreef, Ch. Häuser, J.C. Monje, Y. Samyn & D. Van den Spiegel, eds.). ABC Taxa, vol 8, part 1: 273-307.
- TINTORÉ, J., LA VIOLETTE, P. E., BLADE, I. y CRUZADO, A. 1988. A study of an intense density front in the Eastern Alboran Sea: the Almeria-Oran front. *Journal of Physical Oceanography*, 18(10): 1384-1397.
- UNEP/MAP/RAC/SPA. 2006. Classification of benthic marine habitat types for the Mediterranean Region. Tunis, 14 pp.
- URIZ, M. J. y MALDONADO, M. 1993. Redescriptions of rare sponge species in the western Mediterranean. *Scientia Marina*, 57(4): 353-366.
- VALDÉS, A. 1996. *Revisión de la superfamilia Porodoridoidea Odhner en Franc, 1968 (Mollusca: Nudibranchia) en el océano Atlántico*. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo, 179 pp.
- VALDÉS, A. y GOSLINER, T.M. 1999. Phylogeny of the radula-less dorids (Mollusca, Nudibranchia), with descriptions of a new genus and a new family. *Zoologica Scripta*, 28(3-4): 315-360.
- VALDÉS, A. y ORTEA, J. 1995. Revised taxonomy of some species of the genus *Okenia* Menke, 1830 (Mollusca: Nudibranchia) from the Atlantic Ocean, with the description of a new species. *The Veliger*, 38(3): 223-234.
- VALDÉS, A. y ORTEA, J. 1997. Review of the genus *Doriopsilla* Bergh, 1880 (Gastropoda: Nudibranchia) in the Atlantic Ocean. *The Veliger*, 40(3): 240-254.
- VÁZQUEZ, J. T. 2001. *Estructura del margen continental septentrional del Mar de Alborán*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 422 pp.
- VERNET, G. y ANADÓN, N. 1991a. Continental shelf and littoral nemerteans from the North and North-west Spanish Atlantic coast. *Cahiers de Biologie Marine*, 32: 45-56.
- VERNET, G. y ANADÓN, N. 1991b. Littoral nemerteans from Spain. North and North-west Atlantic coasts species. *Bollettino di Zoologia*, 58: 91-93.
- VIÉITEZ J. M., ALÓS, C., PARAPAR, J., BESTEIRO, C., MOREIRA, J., NÚÑEZ, J., LABORDA, A. J. y SAN MARTÍN, G.

2004. Annelida Polychaeta. En: *Fauna Ibérica*, vol. 25 (Ramos *et al.*, eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, 530 pp.
- VIVES, F., SANTAMARÍA, G. y TREPAT, I. 1975. El zooplancton de los alrededores del estrecho de Gibraltar en junio-julio de 1972. *Resultados Expediciones Científicas del Buque Oceanográfico "Cornide de Saavedra"*, 4: 7-100.
- VV. AA. 2008. *Estrategia de conservación de la lapa ferrugínea (Patella ferruginea) en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 49 pp.
- WATTS, A. B., PLATT, J. P. y BUHL, P. 1993. Tectonic evolution of the Alboran Sea Basin. *Basin Research*, 5: 153-177.
- WEINBERG, S. 1986. Mediterranean octocorallia: description of *Clavularia carpediem* n. sp. and synonymy of *Clavularia crassa* and *C. ochracea*, on etho-ecological grounds. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 56(2): 232-246.
- WESSEL, P. 2007. Seamount characteristics. En, Pitcher, T. J., Morato, T., Hart, P. J. B., Clark, M. R., Haggan, N. y Santos, R. S. (Eds.): *Seamounts: ecology, fisheries and conservation*, pp. 3-25. Blackwell Publishing, Oxford.
- WOODSIDE, J.M. y MALDONADO, A., 1992. Styles of Compressional Neotectonics in the Eastern Alboran Sea. *Geo-Marine Letters*, 12: 111-116.
- WWF/ADENA. 2000. *Hábitats 2000. Valoración de las propuestas oficiales de Lugares de Importancia Comunitaria (LICs)*. WWF/Adena, Madrid, 48 pp.
- WWF/ADENA. 2006. Las 13 áreas marinas del Mediterráneo a proteger.
- WWF ESPAÑA. 2009. Montañas submarinas y conos volcánicos del mar de Alborán. [http://assets.wwfspain.panda.org/downloads/ficha\\_alboran.pdf](http://assets.wwfspain.panda.org/downloads/ficha_alboran.pdf), <http://www.wwf.es/descarga/areasmarinas.zip>
- YOUSSARA, F. y GAUDY, R. 2001. Variations of zooplankton in the frontal area of the Alboran sea (Mediterranean sea) in winter 1997. *Oceanologica Acta*, 24(4): 361-376.
- ZABALA, A., FERNÁNDEZ-OVIES, C. y TEMPLADO, J. 1986. Datos sobre los braquiópodos del mar de Alborán y Baleares. *V Simposio Ibérico de Estudios del Bentos*. p. 106.
- ZENETOS, A., GOFAS, S., VERLAQUE, M., CINAR, M. E., GARCÍA RASO, E., BIANCHI, C. N., MORRI, C., AZZURRO, E., BILECENOGLU, M., FROGLIA, C., SIOKOU, I., VIOLANTI, D., SFRISO, A., SAN MARTÍN, G., GIANGRANDE, A., KATAGAN, T., BALLESTEROS, E., RAMOS ESPLÁ, A., MASTROTOTARO, F., OCAÑA, O., ZINGONE, A., GAMBÌ, M. C. y STREFTARIS, N. 2010. Alien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part I. Spatial distribution. *Mediterranean Marine Science*, 11 (2): 381-493.
- ZEZINA, O. N. 2008. Biogeography of the Recent Brachiopods. *Paleontological Journal*, 42(8): 830-858.
- ZIBROWIUS, H. 1980. Les Scléreactiniales de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-orientale. *Mémoires de l'Institut Océanographique de Monaco*, 11: 1-284.

## 10. Publicaciones científicas y de divulgación científica realizadas en el marco de INDEMARES

### Publicaciones

- JUNOY, J. y HERRERA-BACHILLER, A. 2012. El nemertino con el pijama de rayas, *Micrura dellechiajei* (Hubrecht, 1879): Una desconocida especie, nueva para la fauna española. *Revista de Investigación Marina*, 19: 424-425.
- MALDONADO, M., LÓPEZ-ACOSTA, M., SÁNCHEZ-TOCINO, L. y SITJÀ, C. 2013. The rare, giant gorgonian *Ellisella paraplexauroides*: demographic and conservation concerns. *Marine Ecology Progress Series*, 479: 127-141.

### Comunicaciones a congresos

- BAÑARES-ESPAÑA, E., TOSCANO, L., GOFAS, S. y FLORES-MOYA, A. 2012. Shape class distribution of the rhodoliths in the Marine Protected Area of Alboran Island (SW Mediterranean Sea). Póster, *IV International Rhodolith Workshop*, Granada, 2012.
- JUNOY, J. y HERRERA-BACHILLER, A. 2012. El nemertino con el pijama de rayas, *Micrura dellechiajei* (Hubrecht, 1879): Una desconocida especie, nueva para la fauna española. Póster, *XVII Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina*, San Sebastián, 2012.
- POLA, M., SÁNCHEZ, A. V. y CERVERA, J. L. 2012. New insights into the deep-sea “opisthobranch” molluscs from Portugal and Spain. Póster, *Congreso Portugués de Malacología*, Bragança, 2012.

### Proyectos de fin de carrera

- ARGUDO, M. 2012. *Contribución de los organismos en la sedimentación carbonatada de la plataforma de Alborán*. Proyecto de fin de carrera, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad de Málaga, 36 pp.
- SÁNCHEZ, A. V. 2012. *Estudio de los moluscos opistobranquios de los montes submarinos de la isla de Alborán, banco de Galicia, cañón de Creus y banco de Goringe*. Proyecto de fin de carrera, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad de Málaga, 44 pp.

## 11. Equipo investigador.

Se hace referencia a la participación en los siguientes contratos de servicios:

- 1) "Identificación previa y clasificación de hábitats por teledetección mediante sónar de barrido lateral en el área LIC de Alborán, Almería".
- 2) "Identificación de hábitats marinos en los LIC de la Isla de Alborán y las Islas Columbretes y su entorno mediante video remolcado".
- 3) "Realización de campañas oceanográficas para la caracterización de las biocenosis de los hábitats esenciales o vulnerables de la plataforma submarina de la Isla de Alborán en el marco del proyecto LIFE+ Indemares".
- 4) "Caracterización de las biocenosis de los hábitats esenciales o vulnerables de la plataforma submarina de la isla de Alborán en el marco del proyecto LIFE+ Indemares".

### **Universidad Autónoma de Madrid (Fundación de la Universidad Autónoma de Madrid).**

Laboratorio de Biología Marina, Departamento de Biología.

C/ Darwin, 2, Universidad Autónoma.

28049 Madrid.

Contratos de servicio en los que interviene: 3 (participante), 4 (adjudicatario).

Dr. Ángel Antonio Luque del Villar. Profesor Titular de Zoología.

Responsable del contrato de asistencia técnica "Caracterización de las biocenosis de los hábitats esenciales o vulnerables de la plataforma submarina de la isla de Alborán en el marco del proyecto LIFE+ Indemares". Participación en la campaña de ROV. Estudio e identificación de moluscos y braquiópodos. Coordinador para la elaboración del informe final.

Dr. Eduardo López García. Profesor Titular de Zoología.

Coordinador del estudio e identificación de los anélidos poliquetos; participación en la elaboración del informe final.

Dr. Juan Moreira Da Rocha. Profesor Ayudante Doctor.

Estudio e identificación de los anélidos poliquetos y crustáceos filocáridos; estudio de la biodiversidad global y participación en la elaboración del informe final.

Dra. Marta Pola Pérez. Profesora Ayudante Doctora.

Estudio e identificación de los moluscos gasterópodos opistobranquios; participación en una campaña de muestreo y en la elaboración del informe final.

Dra. María Teresa Aguado Molina. Profesora Ayudante Doctora.

Estudio e identificación de los anélidos poliquetos de la familia Syllidae.

Lic. Vivian Sidney Brusa. Investigadora contratada.

Separación de muestras y estudio e identificación de moluscos, braquiópodos y anélidos poliquetos.

Lic. Aida Verdes Gorín. Investigadora contratada.

Separación de muestras y estudio e identificación de moluscos y anélidos poliquetos.

Lic. Patricia Álvarez Sánchez. Becaria doctoral.

Estudio e identificación de anélidos poliquetos de la familia Syllidae.

**Universidad de Málaga.**

Departamento de Biología Animal, Facultad de Ciencias.

Campus de Teatinos s/n, 29071 Málaga.

Contratos de servicio en los que interviene: 3 (adjudicatario) y 4 (participante).

Dra. Carmen Salas Casanova. Profesora Titular de Zoología.

Responsable del contrato de asistencia técnica “Realización de campañas oceanográficas para la caracterización de las biocenosis de los hábitats esenciales o vulnerables de la plataforma submarina de la isla de Alborán en el marco del proyecto LIFE+ Indemares”. Participación en una campaña de muestreo. Estudio e identificación de moluscos bivalvos y de equinodermos; elaboración del informe final.

Dr. Serge Gofas. Profesor Titular de Zoología.

Organizador y jefe de las campañas del contrato de asistencia técnica “Realización de campañas oceanográficas para la caracterización de las biocenosis de los hábitats esenciales o vulnerables de la plataforma submarina de la isla de Alborán en el marco del proyecto LIFE + Indemares”. Estudio e identificación de moluscos; elaboración del informe final.

Dra. Elena Bañares España, Profesora Ayudante Doctora de Botánica.

Estudio del “maërl”; participación en la elaboración del informe final.

D. Agustín Barraón Mínguez. Colaborador voluntario.

Participación en la campaña de ROV.

Dr. Antonio Flores Moya. Catedrático de Botánica.

Estudio del “maërl”; participación en la elaboración del informe final.

Dra. Viviana Peña Freire. Investigadora del Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) de París.

Identificación de las algas constituyentes de los fondos de “maërl”.

Dr. José Enrique García Raso. Catedrático de Zoología.

Estudio e identificación de los crustáceos decápodos; participación en la elaboración del informe final.

Dra. María Eugenia Manjón-Cabeza Clouté. Profesora Titular de Zoología.

Estudio e identificación de los equinodermos.

D. Sebastián Martín Sánchez. Estudiante de Biología en la Universidad de Málaga y patrón de pesca de la Caleta de Vélez.

Participación en campaña de muestreo.

D. Nander Palma Sevilla. Estudiante de Ciencias Ambientales en la Universidad de Málaga.

Participación en campaña de muestreo, separación de Equinodermos.

Dr. Javier Urrea Recuero. Investigador Contratado.

Separación de muestras y estudio e identificación de moluscos.

**Juan Jesús Goutayer García. Consultor.**

c/ Lope de Vega, 3. Ptl 7, 2ºB

28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid).

Contratos de servicio en los que interviene: 1 (participante), 2 (adjudicatario) y 4 (participante).

Lic. Juan Jesús Goutayer García. Consultor.

Responsable del contrato de servicios “Identificación de hábitats marinos en los LIC de la isla de Alborán y las islas Columbretes y su entorno mediante video remolcado”. Elaboración del SIG de Alborán y del informe final.

D. David Goutayer García. Cartografía y SIG.

**GEHYM, S.L. Geotecnia, Hidrogeología y Medio Ambiente.**

C/ Diamante, 8.

45190 Nambroca (Toledo).

Contratos de servicio en los que interviene: 1 (adjudicatario).

Lic. Tomás Sánchez-Horneros Paniagua.

Responsable del contrato de servicios “Identificación previa y clasificación de hábitats por teledetección mediante sónar de barrido lateral en el área LIC de Alborán, Almería.”

Lic. Miguel Ángel Navarro Aranda.

Geofísica marina y posicionamiento.

Lic. Feliciano Martínez González.

Geofísica marina y posicionamiento.

Lic. Luis Viñuales Gálvez.

Geología marina.

**Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CSIC)**

Departamento de Ecología Acuática

Acceso Cala St. Francesc, 14

17300 Blanes (Girona)

Contratos de servicio en los que interviene: 3 y 4 (participante)

Dr. Manuel Maldonado Barahona. Científico Titular.

Coordinador del estudio e identificación de los poríferos. Participación en la campaña de ROV y en la elaboración del informe final.

Lic. D<sup>a</sup> Cèlia Sitjà Poch. Investigadora contratada.

Participación en una campaña de muestreo; separación de muestras y estudio e identificación de los poríferos.

**Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC).**

Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva.

José Gutiérrez Abascal, 2.

28006 Madrid.

Contratos de servicio en los que interviene: 4 (participante).

Dr. José Templado González. Científico Titular.

Recopilación y análisis de la información disponible; elaboración del informe intermedio y colaboración en el informe final. Estudio e identificación de los braquiópodos.

**Universidad de Alcalá de Henares.**

Departamento de Zoología y Antropología Física, Edificio de Ciencias.

28871 Alcalá de Henares.

Contratos de servicio en los que interviene: 3 y 4 (participante).

Dr. Juan Junoy Pintos, Profesor Titular de Zoología.

Estudio e identificación de nemertinos y de crustáceos isópodos; participación en una campaña de muestreo y en la elaboración del informe final.

Dr. D. José Manuel Viéitez Martín. Catedrático de Zoología.

Estudio e identificación de anélidos poliquetos de la familia Spionidae.

**Universidad de Sevilla.**

Departamento de Fisiología y Zoología, Facultad de Biología.

Avda. Reina Mercedes, 6.

41012 Sevilla.

Contratos de servicio en los que interviene: 3 y 4 (participante).

Dr. Pablo José López González. Profesor Titular de Zoología.

Coordinador del estudio de los cnidarios; participación en en una campaña de muestreo y en la elaboración del informe final.

Dr. César Megina Martínez. Profesor Ayudante Doctor de Zoología.

Estudio de los cnidarios hidrozoos; participación en la campaña de ROV y en la elaboración del informe final.

Lic. D. Manuel María González Duarte. Investigador Contratado.

Separación de muestras y estudio e identificación de los cnidarios.

## 12. Agradecimientos.

En este último apartado deseamos expresar nuestra gratitud a las personas que, no formando parte del equipo investigador, han tenido un papel esencial en el buen desarrollo del proyecto.

Desde la fase inicial de este proyecto a finales de 2009, en la cual la investigación de la plataforma de Alborán iba a hacerse bajo la responsabilidad del entonces Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (ahora Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, MAGRAMA), hemos contado con el entusiasmo y el apoyo de Silvia Revenga y Juan Carlos Jorquera, que depositaron su confianza en nosotros desde el primer momento. Esperamos no haberles defraudado. Por el intrincado itinerario posterior del proyecto en el Ministerio nos ayudaron Marta Suárez, Bárbara Díaz, Isabel López y Rafael Hidalgo.

Tenemos mucho a agradecer a Francisco Jiménez Montes, de la OTRI de la Universidad de Málaga, encargado de preparar los documentos oficiales para la licitación, siempre con premura de tiempo, lo que le supuso trabajar los fines de semana para tener la documentación a tiempo. Sin su inestimable ayuda y asesoramiento, hubiese sido imposible la participación de la Universidad de Málaga en el proyecto LIFE + INDEMARES.

Por el mismo motivo, debemos nuestro agradecimiento al personal administrativo de la Fundación de la Universidad Autónoma de Madrid (FUAM), especialmente a Cristina García, que gestionó los documentos para la licitación, y a sus compañeros Inmaculada Martín, Isabel de Puelles, Verónica Novella, Pilar Bonilla, Eva Crespo y José Antonio Martín, y a la Directora de la FUAM, María Artola. Agradecemos también la ayuda de José Ramón Dorronsoró, Vicerrector de Innovación de la UAM.

Agradecemos a Ricardo Aguilar su inestimable ayuda al ofrecernos los vídeos de OCEANA de la plataforma de Alborán, lo que nos permitió una mejor planificación del ROV en zonas no captadas con anterioridad, así como de los muestreos.

La preparación de las campañas en el “Isla de Alborán”, con medios limitados y con fechas avanzadas, ha sido toda una aventura por parte de instituciones que, como la UMA y la UAM, no poseen ni barcos, ni un fondo de artes de muestreo. Agradecemos a nuestros colegas del IEO de Málaga, Víctor Díaz del Río y Luis Miguel Fernández-Salas, su ayuda con modelos y esquemas de artes de muestreo y con las direcciones de posibles proveedores. La estructura metálica de las dragas fue fabricada, a precio de coste, por el Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad Autónoma de Madrid (SEGAINVEX); debemos un especial agradecimiento por ello a Nuria Díaz, Manuel Pazos y Jesús Martínez. La realización más compleja del bou de varas fue obra de Pedro Duarte, herrero en el puerto de Málaga, cuya pericia nos permitió tener un bou de varas de pequeñas dimensiones y fácil de manejar en un barco pequeño. La puesta a punto de las artes no hubiera sido posible sin el asesoramiento en todo momento de Sebastián Martín, quien, además de su participación en el equipo de las campañas, puso a nuestra disposición toda su larga experiencia de patrón de barco pesquero, y sus “conocidos”. Le debemos haber conocido a Francisco y José Caparrós, los rederos, que nos hicieron unas redes tan perfectas que no se rompieron ni con las grandes piedras que las llenaron en algunas ocasiones.

Sin barco no hay campañas. Tenemos que agradecer la confianza de Adrián Westendorp y Fernando Díaz-Valeiro, dueños de ALNASUR, quienes pusieron el “Isla de Alborán” a nuestra disposición, aun sabiendo que la financiación tardaría. Una vez a bordo, las campañas tuvieron éxito y buen ambiente gracias a la colaboración del patrón, Juan Daniel Costa, del contra maestre “Pepe” Pérez y de los oficiales de puente, José Luis Díaz y Gabriel Camacho. Nuestra gratitud especial a José Manuel Sáez y Josep Fleta, técnico y piloto respectivamente del ROV de la empresa INSTALSUB, con el que se obtuvieron los vídeos de los ricos fondos de la plataforma de Alborán. Gracias por todo el asesoramiento que nos dieron para que la campaña fuese un éxito y por la paciencia con la que aguantaron los más y los menos de la grúa del barco.

Agradecemos a Carlos Fierro, Antonio Frías y a los tripulantes del “Riscos de Famara” su apoyo técnico en el estudio de vídeo remolcado, y también su asesoramiento muy acertado a la hora de obtener previsiones meteorológicas fiables en las campañas.

Alberto Serrano, del IEO de Santander nos ayudó en todo momento con su opinión en las diversas vicisitudes científicas del proyecto, y Javier Pantoja y Ainhoa Pérez, de la División para la Protección del Mar del MAGRAMA, nos ayudaron con los temas relacionados con la legislación y la gestión.

Para terminar, no podemos olvidar a los destinatarios del informe en la Fundación Biodiversidad, y especialmente a Ignacio Torres y David Peña y su equipo, por su amabilidad y comprensión en cada una de las fases del proyecto.