



Martín-García, L., M. González-Porto, J.M. Falcón & P. Martín-Sosa (2025). Biodiversidad bentónica profunda de Fuerteventura (Islas Canarias, Atlántico nor-oriental). En Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Fuerteventura. Sorprendente naturaleza mayorera*, pp. 115-157. XX Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. Puerto de la Cruz. ISBN: 978-84-09-76965-0  
<https://doi.org/10.56029/SCTB2004>



## **4. Biodiversidad bentónica profunda de Fuerteventura (Islas Canarias, Atlántico nororiental)**

**Laura Martín-García, Marcos González-Porto,  
Jesús M. Falcón y Pablo Martín-Sosa**

*Centro Oceanográfico de Canarias (IEO-CSIC),  
C/Farola del Mar nº 22, Dársena Pesquera 38180  
Santa Cruz de Tenerife.*

*Este estudio ofrece una caracterización detallada de las especies y comunidades bentónicas profundas del sur de Fuerteventura, combinando muestreos directos e indirectos, cartografía geomorfológica y modelización de especies representativas. A través del análisis de grandes bases de datos, empleando técnicas multivariantes y modelado espacial, se identificaron comunidades sensibles y se estimó su distribución y composición. El trabajo destaca la importancia de la recopilación de datos de especies bentónicas, especialmente especies clave o bioconstructoras como son algunos corales y esponjas, para la designación y evaluación de áreas marinas protegidas o de hábitats vulnerables o de interés comunitario. A pesar de las limitaciones logísticas en el estudio de estos ambientes, se recomiendan acciones futuras como el monitoreo continuo, la incorporación de variables ambientales y el estudio de las interacciones entre hábitats y especies pesqueras en un escenario de cambio global.*

### **Introducción**

#### **La importancia ecológica de la biodiversidad bentónica profunda.**

En Ecología, se denomina bentos (del griego βένθος/bénthos, «fondo del mar») a la comunidad formada por los organismos que viven en o sobre el

fondo de los hábitats marinos, desde la zona intermareal hasta las fosas oceánicas; también se aplica, por extensión, a los hábitats dulceacuícolas (ríos y lagos). Tales organismos pueden estar fijos al sustrato, moverse sobre él o vivir enterrados en él, y pueden ser animales, plantas o microorganismos.

El bentos es un componente esencial de los ecosistemas acuáticos, desempeñando roles cruciales en la cadena alimentaria, el ciclo de nutrientes y la estructura y función del ecosistema. Su estudio es fundamental para comprender la salud de los ambientes marinos y, si procede, aplicar medidas de gestión para su conservación.

En los océanos, los principales productores primarios son las algas microscópicas que componen el fitoplancton, pero las algas macroscópicas bentónicas y las fanerógamas marinas también contribuyen a esta función de manera crucial (Falkowski, 2012). En las profundidades donde la luz solar no alcanza, la producción primaria se ve limitada a algunas bacterias bentónicas, especialmente las que viven cerca de fuentes hidrotermales, que pueden realizar quimiosíntesis, constituyendo la principal vía de producción primaria en estos ambientes (Ricci & Greening, 2024). Muchos organismos bentónicos, especialmente los que se alimentan por filtración y los descomponedores, transforman materia orgánica muerta en nutrientes inorgánicos esenciales para los productores primarios. El bentos profundo contribuye sobremanera a esta descomposición y al reciclaje de nutrientes, especialmente en áreas influenciadas por afloramientos que los redistribuyen hacia zonas fóticas. A este papel del bentos como sustento de las cadenas alimenticias se suma el de los consumidores primarios, que sirven de alimento a otros de mayor tamaño, formando redes tróficas complejas.

Aparte de la importancia de los organismos fotosintéticos en la captura de dióxido de carbono, algunos animales bentónicos contribuyen al secuestro de carbono, al incorporarlo a sus esqueletos calcáreos, como es el caso de los moluscos, equinodermos y corales, no sólo los de fondos más someros sino también los de las zonas más profundas, donde los corales pueden llegar a formar auténticos «bosques» calcáreos, acumulando carbono de forma significativa y ayudando así a regular el clima (Hilmi *et al.*, 2023).

La importancia ecológica de numerosas especies bentónicas como formadoras de hábitats (algas, fanerógamas, esponjas, corales, etc.), desde la zona intermareal hasta las mayores profundidades, queda fuera de toda duda. No sólo porque proveen de hábitat para el refugio o alimentación de muchas especies bentónicas, sino también por su papel en el acoplamiento bentónico-pelágico, la absorción y reciclado de carbono, nitrógeno y sílice, la filtración de agua y eliminación de bacterias, así como por en la alteración de las corrientes en el microambiente circundante (Buhl-Mortensen *et al.*, 2012; De la Torriente *et al.*, 2018; Thompson & Fuller, 2021).

Numerosas especies de corales y de esponjas de hábitats profundos de los bancos del suroeste de Fuerteventura (Amanay y El Banquete) han sido

puestas en valor como organismos formadores de hábitats (Falcón *et al.*, 2020). Entre ellas, se distinguen las especies bioconstructoras, término aplicado a los organismos poseedores de esqueletos duros, que permanecen en el lugar después de muertos formando un sustrato secundario para estas mismas u otras especies (Buhl-Mortensen *et al.*, 2012; Templado *et al.*, 2013), de las que cumplen una función estructurante, es decir, las que, por su porte alto y por su forma, modifican los parámetros ambientales generando un mayor número de nichos ecológicos disponibles y contribuyendo a sostener la comunidad al ofrecer refugio y sustrato para otros organismos (Jones *et al.*, 1994). Generalmente las especies bioconstructoras y estructurantes, son organismos de crecimiento lento, muy longevos, con bajos o impredecibles reclutamientos, lo que se traduce en que solo pueden sostener bajas tasas de explotación y la recuperación puede ser lenta e incierta, convirtiéndolos en especies vulnerables (FAO, 2016; Kenchington *et al.*, 2015). Por todo ello, estas especies son un foco primordial en las iniciativas de conservación (FAO, 2009, 2016).

### **Los fondos de Fuerteventura: geomorfología y oceanografía.**

Fuerteventura, la isla canaria más cercana al continente africano (distancia unos 97 km de Cabo Juby, Tarfaya) se encuentra en el segmento oriental de lo que se ha llamado «montañas submarinas de la provincia de las islas Canarias» (*The Canary Islands Seamounts Province-CISP*). Esta provincia oceánica, situada al noroeste de África, incluye el archipiélago de las Canarias, el sub-archipiélago de las Salvajes y 16 montes submarinos principales (más de 100 en total) (Rivera *et al.*, 2016). Se trata de la isla más antigua del archipiélago, estimándose una edad de algo más de 23 Ma. Para Amanay, un monte submarino unido por su base a la isla de Fuerteventura, se estima una edad entre 15 y 13 Ma, algo menor que para Lanzarote, la segunda isla más antigua, con 15 Ma (García-Talavera, 1998; Ancochea & Huertas, 2003; Geldmacher *et al.*, 2005; Van Den Bogaard, 2013).

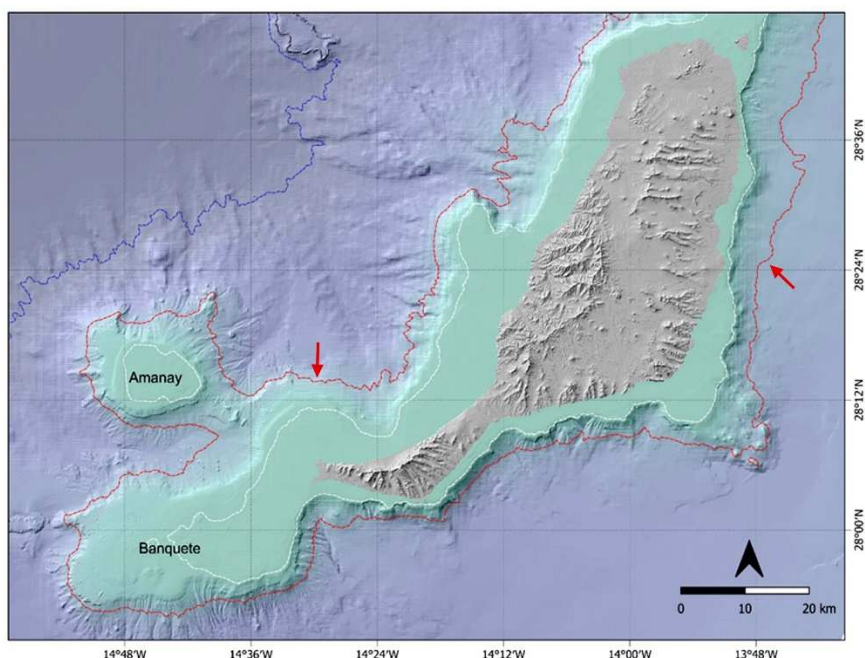
El perímetro costero de Fuerteventura es de unos 326 km, esto es, sólo 32 km menos que la isla canaria de mayor perímetro, Tenerife, y presenta los mayores porcentajes de costa baja y playas de arena (25,2% y 15,5%, respectivamente), especialmente en las costas norte, este y sur de la isla; mientras que la costa occidental o de Barlovento es, en general, algo más escarpada (Barquín-Diez & Falcón, 2005).

La isla comparte plataforma insular con Lanzarote, el islote de Lobos, entre ambas, y La Graciosa e islotes del Archipiélago Chinijo, siendo, con diferencia, la mayor del archipiélago. Incluso si se partiera imaginariamente por el estrecho de La Bocaina para separarla de la de Lanzarote, con aproximadamente 1850 km<sup>2</sup> de plataforma (Barquín-Diez & Falcón, 2005). El Bajo de Amanay, separado de Fuerteventura por una profundidad mínima de unos 500 metros, es un auténtico monte submarino independiente, con

plataforma propia, que presenta una forma de meseta circular de 14 km de diámetro máximo, cuyo techo en su punto más alto se sitúa a 24 m por debajo del nivel del mar (Barquín-Diez & Falcón, 2005; IEO, 2013b; Almón *et al.*, 2014). La plataforma insular es más extensa en la zona de El Banquete, que no es más que una prolongación submarina de la isla de Fuerteventura por su parte meridional, salpicada de bajas que en algunos casos suben hasta los 30 m de profundidad. La plataforma también es relativamente ancha en el estrecho de La Bocaina, en la zona de La Entallada (sureste de Fuerteventura), en gran parte de la costa occidental (sobre todo frente a Ajuy) y en el propio Bajo de Amanay. En el resto de la isla, el talud insular, que comienza a una profundidad media de unos 200 m, se encuentra relativamente cerca de la costa y suele ser bastante pronunciado, excepto en el extremo suroccidental de El Banquete, al noroeste de Amanay y en la zona de La Entallada (Barquín-Diez & Falcón, 2005; IEO, 2013a; Almón, Garrido *et al.*, 2014). Por lo general, la pendiente del talud no comienza a suavizarse hasta pasados los 1200 m de profundidad, y a veces el borde inferior se encuentra a más de 2000 m. La llanura abisal se encuentra a menor profundidad hacia el este y sureste de la isla que hacia el oeste, y en pocos puntos se superan los 1500 m, ya que pronto aparece el talud continental africano. Sin embargo, hacia el oeste se pueden superar los 3000 m a menos de 50 km de la costa (Barquín-Diez & Falcón, 2005).

La naturaleza de los fondos alrededor de Fuerteventura es muy variable, pudiéndose encontrar desde sedimentos fangosos y arenas finas hasta afloramientos rocosos. En general, en casi toda la plataforma de la vertiente oriental de la isla, los fondos duros más someros están restringidos a determinadas puntas y bajíos, muchas veces en forma de una estrecha franja submareal (Barquín-Diez & Falcón, 2005; Martín-García, 2014; Barquín-Diez & Martín-García, 2015; Martín-García *et al.*, 2016). El resto de la plataforma, desde la zona infralitoral hasta el borde del talud, suele estar formada por extensos arenales, a veces desde la misma orilla, compuestos principalmente por arena gruesa y cascajo en los primeros 100 m de profundidad, aumentando el porcentaje de arena fina y de fango a medida que se gana fondo. No obstante, en determinadas zonas, éstos pueden verse interrumpidos por afloramientos rocosos complejos (con rocas grandes, cuevas, veriles, etc.) o bien por planicies de roca dura y arena compactada sin apenas accidentes (los llamados, en el argot de los pescadores, *tableros*) (Barquín-Diez & Falcón, 2005). Sin embargo, en los techos de los bancos de Amanay y El Banquete, así como en el brazo que une a este último con Fuerteventura, dominan los fondos duros o mixtos, o bien las zonas rocosas con cobertura sedimentaria poco potente (Barquín-Diez & Falcón, 2005; IEO, 2013b; Almón *et al.*, 2014). Igualmente, el talud insular suele ser de naturaleza rocosa o mixta, sobre todo en el borde y parte superior del mismo, y principalmente en los de pendiente más pronunciada. Al menos en las zonas

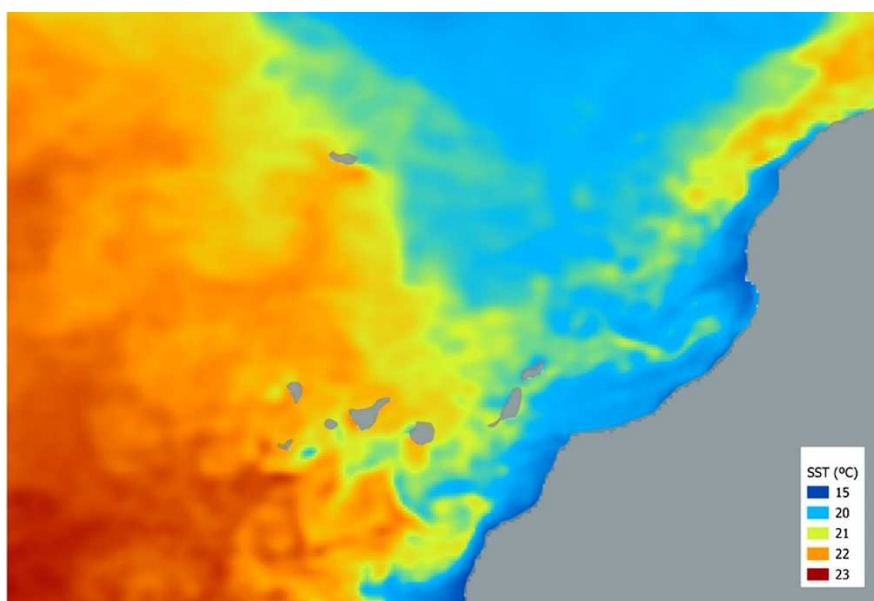
mejor estudiadas de la isla, El Banquete y el Bajo de Amanay, las paredes de gran parte del talud se ven interrumpidas por numerosos y profundos barrancos (IEO, 2013b; Almón *et al.*, 2014; Fig. 1). El porcentaje de fondos sedimentarios suele aumentar hacia el talud inferior, hasta llegar a la llanura abisal, de fondos predominantemente fangosos (Barquín-Diez & Falcón, 2005; IEO, 2013b; Almón *et al.*, 2014).



**Fig. 1.** Relieve del fondo marino en torno a la isla de Fuerteventura. En color blanco se representa la isóбата de 100 m y en rojo (flechas), la de 1000 m.

En relación al marco oceanográfico, como el resto de Canarias, la isla se encuentra bajo la influencia de la Corriente de Canarias, rama suroriental del giro subtropical del Atlántico Norte (Barton *et al.*, 1998). Circula en dirección suroeste, paralela a la costa africana, y al estar rodeada de aguas más cálidas, se considera una corriente fría, lo que hace que en Canarias el ambiente general sea de aguas relativamente más frías que las que le corresponderían por su latitud. Por otro lado, la situación geográfica subtropical del archipiélago, con las islas orientales próximas al continente y el resto extendiéndose progresivamente hacia el oeste, condiciona en gran medida las características oceanográficas. En la vecina costa africana, gracias a su adecuada orientación y exposición frente a los vientos y corrientes dominantes, se produce una potente surgencia de aguas profundas, frías, de

baja salinidad y cargadas de nutrientes; es lo que en términos científicos se conoce como up-welling, y que eventualmente genera filamentos que afectan sobre todo a la vertiente oriental de Lanzarote y Fuerteventura, enfriando el agua y aumentando la productividad con respecto a las islas más alejadas del continente (Barton *et al.*, 1998; Arístegui *et al.*, 2009) (Fig. 2). Este fenómeno es más intenso en primavera y verano, sobre todo en el sector suroriental de Fuerteventura, el más cercano a la costa africana, incluyendo el flanco sureste de El Banquete. El gradiente térmico afecta a las aguas superficiales, pero se debilita mucho por debajo de los 200 m, con diferencias a lo largo del archipiélago muy poco patentes hacia los 500 m y casi nulas hacia los 1750 (Braun & Molina, 1984; Molina & Laatzén, 1986).



**Fig. 2.** Temperatura superficial del mar en el ámbito de Canarias el día 28 de junio de 2024. Fuente: Global Ocean -the OSTIA Global Foundation Sea Surface Temperature. DOI: <https://doi.org/10.48670/moi-00165>.

A pesar de la proximidad al continente y a la influencia del afloramiento africano, las aguas circundantes del archipiélago se consideran oceánicas y oligotróficas, esto es, pobres (Braun & Molina, 1984), pues sólo una mínima parte de los nutrientes aflorados en la costa africana alcanzan las islas. Sin embargo, dentro de esta pobreza general, en algunos puntos se producen pequeños afloramientos locales, como es el caso de la costa occidental de Fuerteventura, gracias a su perfil alargado en sentido noreste-suroeste, expuesto a los vientos alisios de manera similar a la costa del banco

sahariano, fenómeno que se produce sobre todo en verano, como pusieron de manifiesto Molina & Laatzen (1989).

Dentro del marco oceanográfico general descrito, la interposición de la alineación de las islas en el flujo hacia el suroeste de los vientos alisios y de la Corriente de Canarias, así como de otras corrientes o frentes marinos que actúan a distintas profundidades, contribuye a que la estructura oceanográfica mesoescalar sea más compleja, con zonas de remolinos ciclónicos y anticiclónicos pasadas las islas, estelas cálidas en los sectores sur-suroeste de las islas altas (no es el caso de Fuerteventura), frentes generados por el cizallamiento del viento, afloramientos locales, etc. (por ejemplo, Barton *et al.*, 1998; Arístegui *et al.*, 2009). Concretamente, en el caso de Fuerteventura, la interposición de la propia isla a las corrientes que llegan desde el norte y el noroeste, hace que se formen turbulencias y remolinos al sur de la isla que hacen aflorar agua cargada de nutrientes desde el fondo. Además, dichas turbulencias y remolinos también se producen al chocar con los montes submarinos, como el de Amanay, generando un fenómeno peculiar conocido como «columnas de Taylor», que provoca afloramientos desde profundidades superiores a 150 metros, como resultado de la profundidad y de la forma que presentan los bancos, convirtiendo esta montaña submarina en un área con una elevada productividad, comparativamente hablando (IEO, 2013a; Almón *et al.*, 2014).

### **Figuras de protección marina de la isla de Fuerteventura.**

La gran complejidad geológica y oceanográfica de los fondos y aguas circundantes de Fuerteventura se traduce en una alta diversidad de especies y hábitats, si bien el conocimiento científico de los mismos alrededor de la isla es desigual, lo mismo que la distribución de las figuras de protección marina existentes hasta el momento.

Como espacios Red Natura 2000, dentro del marco general de la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres), en 2011 fueron declarados dos zonas de especial conservación de ámbito marino: las ZEC ES7010035-Playas de Sotavento de Jandía y ES7010022-Sebadales de Corralejo (Orden ARM/2417/2011, de 30 de agosto, por la que se declaran zonas especiales de conservación los lugares de importancia comunitaria marinos de la región biogeográfica Macaronésica de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación (BOE nº 221, de 14 de diciembre de 2011). En ambos casos la propuesta y posterior declaración se fundamentó en la presencia del hábitat 1110-Bancos de arena permanentemente cubiertos por agua marina poco profunda y de dos especies de interés comunitario, la tortuga boba (*Caretta caretta*) y el delfín mular (*Tursiops truncatus*).

Posteriormente, en 2015, fue declarado un espacio ámbito terrestre y marino, la ZEC ES7010014-Cueva de los Lobos (Decreto 174/2009, de 29 de diciembre del Gobierno de Canarias, por el que se declaran Zonas Especiales de Conservación integrantes de la Red Natura 2000 en Canarias y medidas para el mantenimiento en un estado de conservación favorable de estos espacios naturales; BOC, de 13 de enero de 2010); con presencia del hábitat 8330-Cuevas submarinas sumergidas o semisumergidas y la tortuga boba, además de otros hábitats prioritarios estrictamente terrestres. Antes de esta última ZEC, en 2014, se había declarado una zona de especial protección para las aves (ZEPA), la ES0000531-Estrecho de La Bocaina (Orden AAA/1260/2014, de 9 de julio por la que se declaran Zonas de Especial Protección para las Aves en aguas marinas españolas; BOE nº 173, de 17 de julio de 2014). Sin contar esta ZEPA, el área total amparada por la Red Natura sólo sumaba un total de 19,47 km<sup>2</sup>, entre las dos ZEC estrictamente marinas, y 76,13 km<sup>2</sup>, la marítimo-terrestre.

En 2016, fue declarado el Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) ESZZ15002-Espacio marino del oriente y sur de Lanzarote-Fuerteventura por la Comisión [Decisión de ejecución (UE) 2016/2330 de la Comisión de 9 de diciembre de 2016, por la que se adopta la sexta lista actualizada de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica macaronésica; DOUE L353/94, de 23 diciembre 2016], que con 14 328,4 km<sup>2</sup> constituye el espacio Natura 2000 más extenso del archipiélago. Aunque por el norte es compartido con la vecina isla de Lanzarote y el Archipiélago Chinijo, la mayor extensión corresponde a los fondos y aguas circundantes de Fuerteventura.

Este LIC abarca desde los fondos más someros de la plataforma insular, hasta los más profundos del talud insular y parte de las llanuras abisales adyacentes, alcanzando los 1500 m de profundidad en el canal que separa a las islas de la costa africana; unos 2000 m al sur de Fuerteventura y alrededor de 3300 m en algunos puntos al noroeste de Amanay. Este espacio pretende proteger los hábitats 1170-Arrecifes y 1110-Bancos de arena permanentemente cubiertos por agua marina poco profunda y poblaciones de dos especies de interés comunitario, la tortuga boba y el delfín mular, del Anexo II, con presencia también de otras incluidas en los anexos IV y V de la Directiva.

## **El conocimiento previo sobre la fauna bentónica profunda de Fuerteventura.**

El conocimiento sobre el bentos profundo de la isla de Fuerteventura, y en general, del archipiélago canario, ha sido históricamente limitado. Gran parte de la información disponible procedía de capturas accidentales en artes de pesca o de estudios puntuales centrados en especies individuales (Brito &



Ocaña, 2004). Aunque existen diversos trabajos sobre la biodiversidad bentónica de Canarias, como el de Barquín-Diez *et al.* (2005), estos se han centrado mayoritariamente en la descripción de especies y comunidades del sublitoral somero, dejando sin explorar con suficiente detalle los fondos más profundos.

Los estudios ecocartográficos realizados entre 2003 y 2006 por la UTE HIDTMA-IBERINSA se centraron principalmente en la caracterización de comunidades y hábitats hasta los 50 metros de profundidad. En el caso de Fuerteventura, estos trabajos identificaron únicamente seis hábitats infralitorales, siendo los fondos arenosos y la comunidad del blanquizar los más extensos (Martín-García, 2014; Barquín-Diez & Martín-García, 2015).

Fuerteventura presenta, sin embargo, una rica y diversa comunidad bentónica, donde los corales (tanto litorales como de aguas profundas) constituyen un componente esencial de los ecosistemas marinos circundantes. En el marco de las campañas realizadas por OCEANA en 2009 y 2014, se llevaron a cabo diversos muestreos en los fondos marinos del sur de la isla con el objetivo de documentar hábitats bentónicos de interés ecológico (Aguilar *et al.*, 2010). Estas prospecciones se centraron en una franja batimétrica comprendida entre los 50 y los 800 metros de profundidad, mediante el uso de un vehículo de operación remota (ROV), transectos fotográficos y de vídeo, además de lances de draga y recogida de muestras biológicas. Los recorridos con ROV permitieron documentar hábitats vulnerables como jardines de gorgonias, comunidades de corales solitarios y coloniales, fondos con esponjas de gran porte y zonas de rodolitos, así como identificar especies estructurales clave. El uso de esta metodología contribuyó a un mayor conocimiento del bentos profundo, aportando información inédita hasta ese momento sobre la biodiversidad y complejidad ecológica de esta región del archipiélago. En dicho trabajo, se describió de forma general la presencia de las especies halladas durante los muestreos en los distintos pisos batimétricos, destacando la presencia de diversas especies de corales negros (*Antipathella wollastoni*, *Stichopathes* sp.), escleractinios como *Anomocora fecunda*, *Desmophyllum dianthus* o *Madrepora oculata*, así como distintas esponjas hexactinélidas, además de diversas especies de moluscos y crustáceos asociados.

En este contexto, los estudios realizados por el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en los últimos 15 años, en el marco de distintos proyectos, han supuesto un avance significativo en el conocimiento de la biodiversidad bentónica del archipiélago canario. En particular, han contribuido a la caracterización de comunidades y hábitats profundos, mejorando la comprensión de las relaciones ecológicas entre especies y proporcionando una base científica más sólida para la gestión y conservación del medio marino de Fuerteventura.

## Campañas bentónicas del IEO en aguas de Fuerteventura

En las aguas de Fuerteventura se han realizado muestreos bentónicos durante cuatro campañas oceanográficas: tres de ellas entre 2010 y 2012, en el marco del proyecto sobre el Inventario y Designación de la Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español LIFE+INDEMARES (Almón *et al.*, 2014), y una en 2021, correspondiente al proyecto de evaluación y seguimiento de las Estrategias Marinas (en adelante EEMM; Martín-García *et al.*, 2024) en particular el Capítulo 10 sobre la asistencia científica y técnica para la declaración, gestión y protección de los espacios marinos protegidos de competencia estatal y para la evaluación y seguimiento de la red de áreas marinas protegidas de España (Tabla 1). El objetivo principal de estas campañas fue mejorar el conocimiento sobre la biodiversidad bentónica, con el propósito de elaborar inventarios de hábitats marinos y facilitar tanto el desarrollo de planes de gestión como el seguimiento y la evaluación de dichos hábitats, especialmente en las áreas marinas protegidas con jurisdicción estatal.

**Tabla 1.** Relación de campañas del IEO llevadas a cabo en los fondos marinos de Fuerteventura para la exploración de la biodiversidad bentónica. Se indican el año, el buque, la zona de muestreo, el tipo de arte utilizado, el número de lances efectuados y el número de especies registradas en cada campaña. Abreviaturas: BV, bou de vara; DR, draga de roca; TR, trineo remolcado.

Proyecto	Campaña	Año y Buque	Zona	Tipo	Nº. Lances	Nº. Especies
INDEMARES	INFUECO-0710	2010 Emma Bardán	Amanay	BV	5	26
			Amanay	DR	5	22
			Banquete	BV	4	20
			Banquete	DR	5	28
	INFUECO-0611	2011 Miguel Oliver	Amanay	BV	11	54
			Amanay	DR	10	47
			Banquete	BV	6	33
			Banquete	DR	6	41
	INFUECO-1112	2012 Ángeles Alvariño	Amanay	TR	12	57
			Banquete	TR	8	34
EEMM	CANZEC-1170-2021_leg2	2021 Ángeles Alvariño	Corralejo	TR	32	84
			Jandía	TR	4	31

El proyecto INDEMARES (2009-2014), centrado en el monte submarino de Concepción y en los bancos situados al suroeste de Fuerteventura, adoptó un enfoque multidisciplinar orientado al estudio integral del medio marino. Además de generar conocimiento científico sobre estos ecosistemas, el proyecto buscó comprender la estrecha interacción entre las actividades humanas y el entorno marino, al tiempo que promovía entre la sociedad la importancia de conservar los recursos naturales. Además de analizar la biodiversidad bentónica, se abordó la caracterización de las comunidades demersales y de las actividades pesqueras (tanto profesionales como recreativas), así como el estudio de la geomorfología del fondo marino y de la columna de agua. Para alcanzar estos objetivos se empleó un amplio abanico de técnicas de muestreo. En el caso específico de la caracterización biológica de los fondos, se utilizaron métodos directos, como dragas de roca y «bou de vara» (un tipo de arte de arrastre para fondos sedimentarios), junto con técnicas indirectas basadas en imágenes. En el marco de este proyecto se diseñó el vehículo de observación remolcado TASIFE (término de origen guanche que significa «nadador»), que pudo ser utilizado únicamente en la fase final del estudio. Este equipo permite la obtención de imágenes georreferenciadas de alta calidad a profundidades comprendidas entre los 70 y los 1700 metros, y desde entonces se ha consolidado como la principal herramienta para el muestreo bentónico en el archipiélago canario. [«Tasife» es término ahora en desuso que hace referencia a un famoso nadador de Chasna; ver <https://ismawen.wordpress.com/2025/04/02/tasife/>].

En 2017 se inició un nuevo proyecto LIFE INTEMARES, a través de su Ministerio de Medio Ambiente y la Fundación Biodiversidad, y que finalizó en 2024. Aunque no se llevó a cabo ninguna campaña de prospección en aguas de Fuerteventura en el marco de este proyecto, se realizó una reanálisis de la información geomorfológica y biológica que permitió una mejor caracterización de los hábitats y comunidades bentónicas (Falcón *et al.*, 2020; Martín-García *et al.*, 2023).

Por su parte, las actividades desarrolladas en el marco del proyecto EEMM (2018–2022) se centraron específicamente en la evaluación y el seguimiento de los espacios marinos protegidos de competencia estatal, con especial atención al Hábitat 1170 («Arrecifes»), incluido en el Anexo I de la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE). Las campañas se dirigieron a la recopilación de datos sobre la biodiversidad bentónica de los fondos circalitorales y batiales en estas áreas marinas protegidas. En el caso de Fuerteventura, los muestreos se focalizaron en las Zonas de Especial Conservación (ZEC) que albergan fondos rocosos en estos rangos batimétricos, como Jandía y Corralejo. Estas ZEC de Fuerteventura se diseñaron para la protección de los sebadales, comunidades del infralitoral y, por tanto, sus límites se restringen a esta franja marina. Sin embargo, los muestreos realizados durante las campañas en estas zonas se localizaron a

mayor profundidad, en el talud rocoso fuera de los límites de las ZEC, pero muy próximos a ellas.

Se dio prioridad a las técnicas de observación visual frente a los métodos de muestreo directo, ya que permiten obtener un mayor volumen de información en menos tiempo, proporcionan datos relevantes sobre el estado natural de los ecosistemas y, además, generan un impacto mínimo sobre el medio. Este enfoque metodológico contribuyó significativamente al incremento en el número de especies registradas durante el desarrollo del proyecto, en comparación con los resultados obtenidos en las campañas del proyecto INDEMARES (véase Tabla 1).

## **Métodos de muestreo del bentos**

### **Recopilación de datos geomorfológicos**

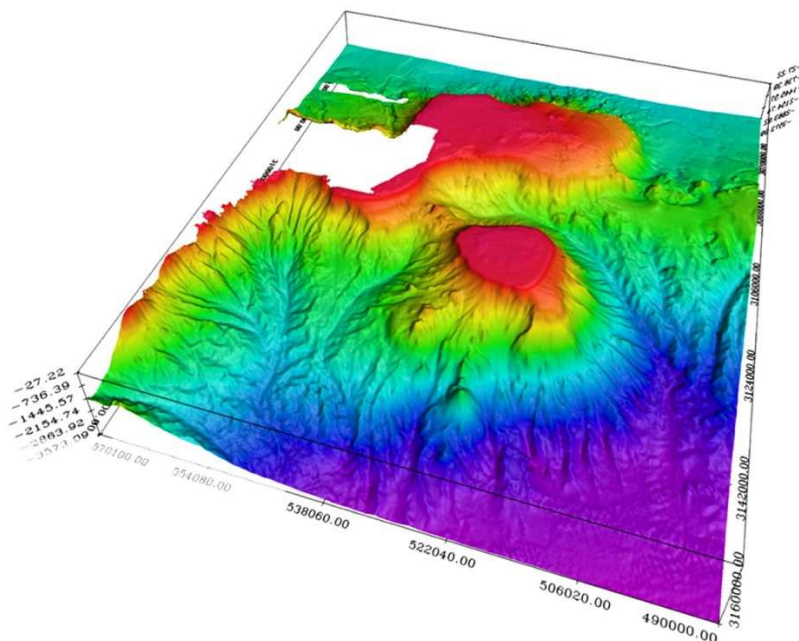
En todas las campañas centradas en la biodiversidad bentónica, y especialmente en aquellas que emplean métodos de muestreo indirecto mediante imagen, resulta imprescindible la realización de levantamientos batimétricos y el análisis detallado de datos geomorfológicos. La cartografía de los fondos marinos generada constituye una herramienta fundamental para planificar de forma eficiente los muestreos de biodiversidad, permitiendo seleccionar las localizaciones en función de las distintas estructuras geofísicas presentes en las áreas de estudio.

Para el levantamiento batimétrico se emplean ecosondas multihaz, cuyos modelos se seleccionan en función de las características del área de estudio, ya que presentan diferencias en cuanto al alcance de profundidad, la frecuencia operativa, el ancho de haz, la cobertura del fondo y la resolución obtenida. En las primeras campañas del proyecto INDEMARES se utilizó la ecosonda EM302, que permitió cartografiar los bancos de Amanay y El Banquete hasta profundidades de aproximadamente 1000 metros. En fases posteriores se incorporó el modelo EM710, que ofrecía mayor resolución para la obtención de información más detallada en zonas de menor profundidad (Fig. 3).

El procesamiento posterior de los datos batimétricos no solo proporciona una imagen topográfica del fondo marino, sino también información relevante sobre parámetros como la pendiente, la inclinación y la rugosidad del terreno submarino, fundamentales para el modelado de la distribución espacial de las especies.

Complementariamente, se realizaron muestreos con el perfilador sísmico TOPAS, un sistema paramétrico que emite señales acústicas de baja frecuencia (entre 0,5 y 6 kHz), acompañadas de componentes de alta frecuencia. Esta combinación permite obtener imágenes de alta resolución del subsuelo marino más superficial. El sistema es capaz de penetrar varios

metros por debajo del fondo marino, dependiendo de la naturaleza de los sedimentos, facilitando la estimación de su espesor y composición relativa. Esta información resulta esencial para diferenciar entre distintos tipos de fondo (como sustratos rocosos, fangosos o arenosos), lo que a su vez optimiza la planificación de los muestreos y la caracterización de los hábitats bentónicos.



**Fig. 3.** Modelo Digital del Terreno, mostrando los fondos de Amanay y El Banquete, obtenido con sondas multihaz EM302 y EM710.

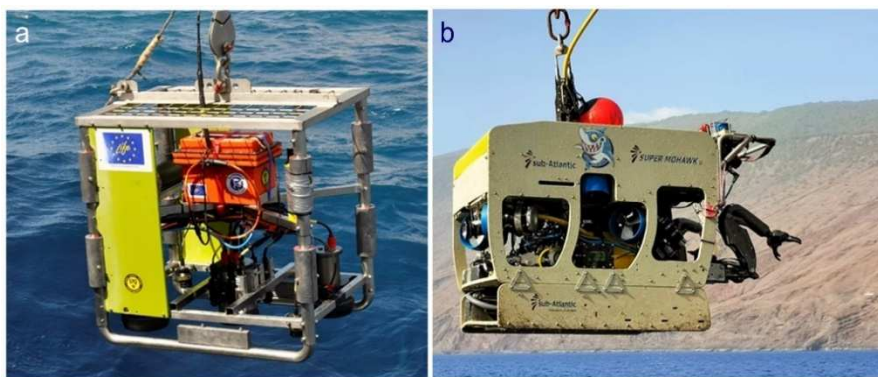
## Recopilación de datos biológicos

En el estudio de la biodiversidad bentónica se emplean diferentes técnicas de muestreo, que pueden clasificarse en dos grandes categorías: **métodos directos**, que implican la recolección física del sedimento o de los organismos presentes en el fondo marino, e **indirectos**, basados en la obtención de imágenes para su posterior análisis. La elección de un método u otro depende del objetivo del estudio, la profundidad, el tipo de sustrato y las condiciones oceanográficas del área (Eleftheriou, 2013).

Entre los métodos **directos**, se encuentran dispositivos como la draga de roca, adecuada para fondos duros o mixtos, que permite recolectar fragmentos del sustrato y organismos epibentónicos mediante un arrastre mecánico (Clark *et al.*, 2016). En fondos blandos se emplea frecuentemente el Box-core, que extrae una columna intacta de sedimento, conservando su

estructura vertical, y resulta fundamental para el estudio de comunidades infaunales y parámetros sedimentológicos (Clark *et al.*, 2016). Otro equipo habitual es el bou de vara o *beam trawl*, una red de arrastre con estructura rígida, eficaz para capturar organismos móviles sobre el fondo, especialmente en sustratos blandos o mixtos, aunque puede presentar sesgos asociados al comportamiento o tamaño de las especies (Jennings *et al.*, 2001).

Por su parte, los **métodos indirectos**, basados en imagen, han ganado relevancia por su capacidad de obtener información visual detallada con un menor impacto ambiental. Entre ellos destaca el uso de trineos de imagen, plataformas remolcadas equipadas con cámaras de vídeo o fotografía, que permiten documentar visualmente la estructura del hábitat y la fauna asociada, de forma georreferenciada y en recorridos amplios (Durdin *et al.*, 2016). Para exploraciones más precisas y controladas, se recurre a vehículos operados remotamente (ROV) (Fig. 4), que, además de cámaras de alta definición, pueden incorporar sensores y brazos manipuladores para recolectar muestras puntuales o realizar observaciones detalladas a distintas profundidades (Robison, 2004; Misiuk & Brown, 2024). La combinación de estas técnicas en campañas multidisciplinarias permite obtener una caracterización más completa y representativa de los ecosistemas bentónicos, optimizando tanto la cobertura espacial como la resolución ecológica de los datos.



**Fig. 4.** Los muestreadores visuales empleados durante las campañas del IEO. a) vehículo de observación remolcado o trineo remolcado TASIFE; y b) el Vehículo Operado Remotamente (ROV, por sus siglas en inglés) Liropus.

La combinación de distintos sistemas de muestreo en campañas multidisciplinarias permite obtener una visión integral y más precisa de la estructura, composición y dinámica de los ecosistemas bentónicos. En el marco de las campañas del IEO, se han utilizado diferentes tipos de muestreadores en función de la disponibilidad de equipos, las condiciones

logísticas y las características técnicas de los buques oceanográficos empleados. En cada ocasión, se ha procurado embarcar y utilizar el mayor número posible de dispositivos, adaptando su uso a las condiciones operativas específicas de cada campaña.

El diseño operativo de cada campaña ha buscado optimizar el tiempo de trabajo disponible, distribuyéndolo de forma equilibrada entre los distintos sistemas de muestreo a bordo, tanto para la adquisición de datos geomorfológicos como biológicos. No obstante, se ha dado prioridad a los equipos dirigidos al estudio de la macrofauna epibentónica, ya que muchas de las especies estructurantes o conformadoras de hábitats sensibles (objetivo principal del inventario y cartografía del proyecto) pertenecen a este grupo funcional. Esta estrategia ha permitido maximizar la eficiencia de los muestreos y garantizar una caracterización representativa de los hábitats de interés para la conservación.

## **Procesamiento de muestras**

Los vídeos obtenidos mediante los sistemas de muestreo visual fueron previsualizados a bordo del buque, registrándose las observaciones relevantes (como la presencia de organismos, puestas, residuos o estructuras de origen antrópico) en un documento Excel. Posteriormente, estos vídeos fueron revisados en el laboratorio, utilizando el programa VLC Media Player, con el fin de confirmar y completar el listado de especies. Para cada taxón identificado, se anotaron el momento exacto de su aparición (minuto y segundo), su abundancia estimada, el tipo de sustrato y cualquier otra observación relevante. En los casos en que ciertas especies aparecían en números tan elevados que impedían un conteo preciso, se delimitaron tramos («campos») dentro del vídeo, registrando el inicio y el final del mismo, y se realizó una estimación de abundancia a partir de conteos periódicos dentro de ese intervalo.

En cuanto a los muestreos directos, realizados principalmente mediante draga de roca o bou de vara, se registraba en primer lugar el peso total de la muestra recogida. A continuación, se procedía a separar los ejemplares de las distintas especies presentes, que posteriormente eran identificados, contados y pesados, y finalmente conservados en alcohol.

Las muestras biológicas obtenidas tanto con el ROV como mediante técnicas de muestreo directo fueron fundamentales para validar e identificar muchas de las especies observadas en las grabaciones visuales. La identificación taxonómica se realizó hasta el nivel más bajo posible, en función del estado de conservación del material y de las características morfológicas observables. En aquellos casos en que no fue posible una identificación precisa, pero el organismo desempeñaba un papel ecológico relevante como especie estructurante de hábitat, se incluyó en el estudio

como morfotipo. Posteriormente, los taxones registrados, incluidos los morfotipos, fueron adscritos a categorías taxonómicas superiores (orden, clase o filo).

Finalmente, la georreferenciación de los lances se realizó a partir de los datos de telemetría obtenidos durante la campaña mediante el software Hypack, que registra en tiempo real la posición del buque y de los instrumentos de muestreo equipados con sensores HIPAP durante las operaciones en el fondo marino.

## **Análisis de datos**

A partir de la base de datos que integra información de biodiversidad y posicionamiento geográfico de todos los muestreos realizados, se evaluaron la riqueza y diversidad de especies, así como la estructura de las comunidades bentónicas presentes en las áreas de estudio. Para ello, se empleó un enfoque multivariante en el que los lances se tomaron como unidad de muestreo, siempre que transcurrieran sobre fondos con características homogéneas en cuanto a tipo de sustrato y profundidad. Los tramos inconsistentes fueron excluidos, y se consideraron únicamente las especies sésiles mayores de 2 cm de tamaño y con una frecuencia de aparición superior al 5% (De la Torre *et al.*, 2018; Martín-García *et al.*, 2022).

Sobre las abundancias relativas, se calculó el índice de similitud de Bray-Curtis, y se aplicaron análisis CLUSTER y SIMPROF para identificar agrupaciones significativas de comunidades bentónicas (Clarke & Gorley, 2015). El análisis SIMPER permitió determinar las especies más representativas de cada grupo, y un análisis ANOSIM (con 999 permutaciones) fue empleado para verificar estadísticamente la validez de estas agrupaciones. Todos los análisis se llevaron a cabo utilizando el software PRIMER v.6 & PERMANOVA+ (Clarke & Gorley, 2015).

A partir de la clasificación obtenida, se modeló la distribución de las especies más características de cada comunidad mediante el algoritmo Maxent (Phillips & Dudík, 2008), empleando como variables predictoras los datos de presencia/ausencia de cada grupo en los lances. Los modelos fueron contruidos, validados y proyectados mediante el paquete sdm (Naimi & Araújo, 2016) en R (R-Core, 2024), incorporando variables geomorfológicas que incluyen la reflectividad y aquellas obtenidas del modelo digital del terreno (MDT) como la profundidad, la pendiente, la orientación del relieve (*northness* y *eastness*), índices de rugosidad del terreno e índices de posición bentónica (BPI) a distintas escalas.

Dado que las variables ambientales afectan de manera distinta a cada una de las agrupaciones biológicas, la selección de variables se realizó de forma específica para cada comunidad. Se eliminaron aquellas que presentaban colinealidad (alta correlación entre ellas) y se seleccionaron únicamente las



que mostraban una correlación de Pearson significativa superior al 50 % con los datos de presencia-ausencia de cada agrupación biológica.

## Resultados

### Composición taxonómica

#### *Diversidad y abundancia*

Teniendo en cuenta los datos recopilados en las campañas realizadas en la isla de Fuerteventura desde el año 2010 hasta la actualidad por nuestro grupo, se ha podido estudiar la presencia y distribución (tanto en abundancia como en biodiversidad) de los distintos grupos de organismos presentes registrados.

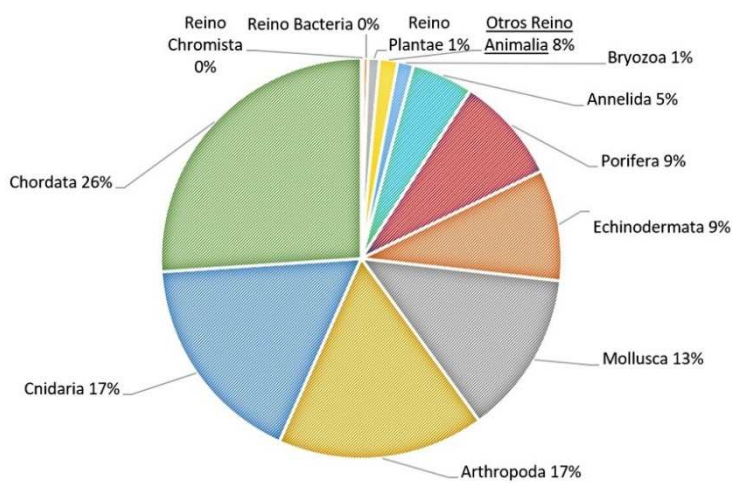
Así, se ha constatado que el phylum con mayor número de taxones identificados fue Chordata (142 especies), siendo los phyla de invertebrados Cnidaria y Porifera los que mostraban mayores registros, con 5085 y 2365, respectivamente (Tabla 2).

**Tabla 2.** Número de especies y de registros por Phylum o División registrados durante las campañas realizadas en aguas de Fuerteventura.

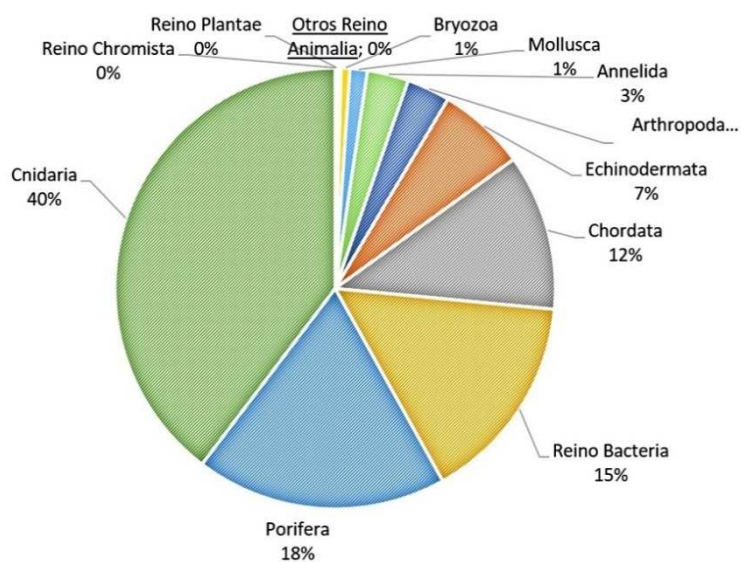
REINO	PHYLUM / DIVISIÓN	Nº ESPECIES	Nº REGISTROS*
BACTERIA	Cyanobacteria	1	1969
CHROMISTA	Ochrophyta	1	2
PLANTAE	Rhodophyta	2	8
	Chlorophyta	3	17
ANIMALIA	Nematoda	1	1
	Nemertea	1	6
	Platyhelminthes	1	1
	Ctenophora	2	6
	Brachiopoda	3	16
	Bryozoa	7	81
	Annelida	27	389
	Porifera	47	2365
	Echinodermata	49	829
	Mollusca	72	164
	Arthropoda	91	407
	Cnidaria	94	5085
	Chordata	142	1471
	<b>TOTAL</b>	<b>544</b>	<b>12 817</b>

\* Los registros hacen referencia al número de veces que un taxa aparece en las imágenes, pero sin registrar su abundancia.

Los phyla Arthropoda y Mollusca destacan por el elevado número de taxones identificados en las distintas campañas (91 y 72 respectivamente). En cuanto al número de registros cabría destacar a la división Cyanobacteria (1969) y al phylum Echinodermata (829). A continuación, se muestran los porcentajes de los distintos grupos estudiados, tanto en número de taxones (Fig. 5) como de individuos (Fig. 6).

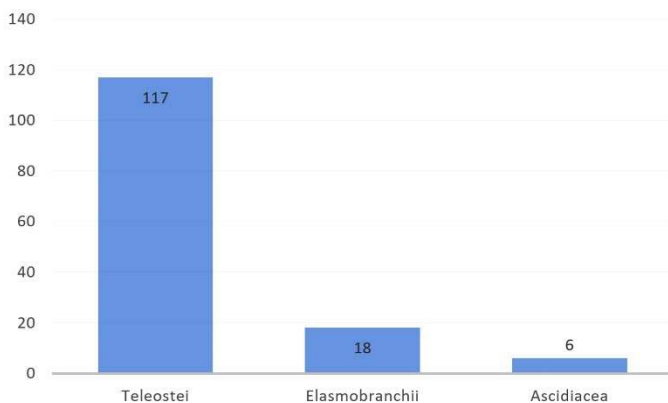


**Fig. 5.** Porcentaje de taxones con respecto al total identificados de los distintos phyla o divisiones.

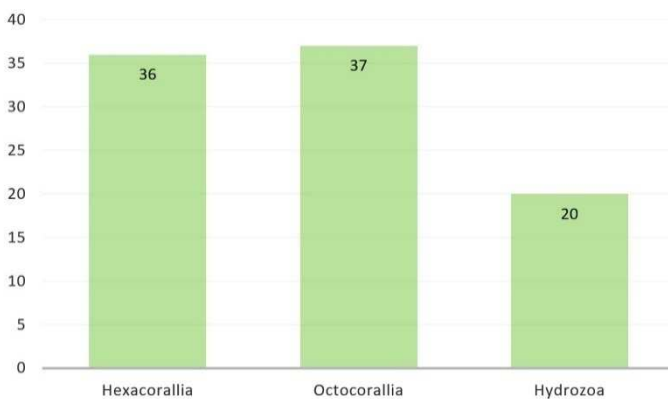


**Fig. 6.** Registros de organismos en porcentaje respecto al total identificados de los distintos phyla o divisiones.

Analizando los datos de los grupos más representativos en el estudio podemos observar que, como hemos indicado anteriormente, a pesar de que el phylum Chordata ha sido el más diverso con 142 especies, no se trata del más abundante en número de registros (1471) suponiendo un 12% del total. La composición, en cuanto a clases, de este grupo, ha sido muy desigual, siendo los Teleostei los claros dominadores tanto en las visualizaciones realizadas como en los muestreos directos: 1334 registros pertenecientes a 117 taxones diferenciados, seguido de los peces cartilaginosos, repartidos en 18 taxones (60 individuos), y por último tunicados, 76 registros pertenecientes a 6 taxones diferentes (Fig. 7).



**Fig. 7.** Composición en Clases del Phylum Chordata, con el número de taxones encontrados.

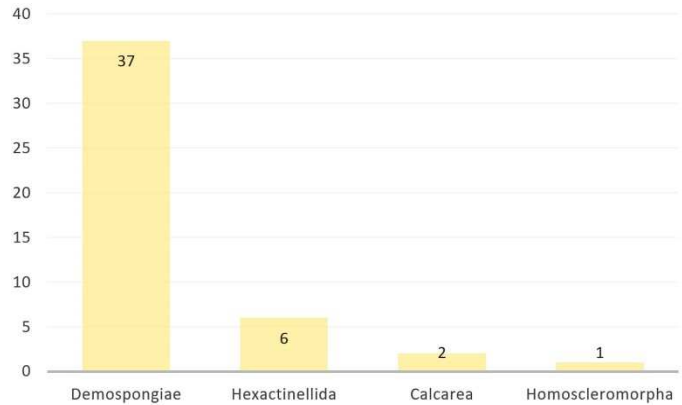


**Fig. 8.** Composición en Clases del Phylum Cnidaria, con el número de taxones encontrados.

Los dos grupos principales de invertebrados en los que se concentra la práctica totalidad de especies estructurantes de hábitats, Cnidaria y Porifera, registraron tanto un elevado número de individuos como de especies.

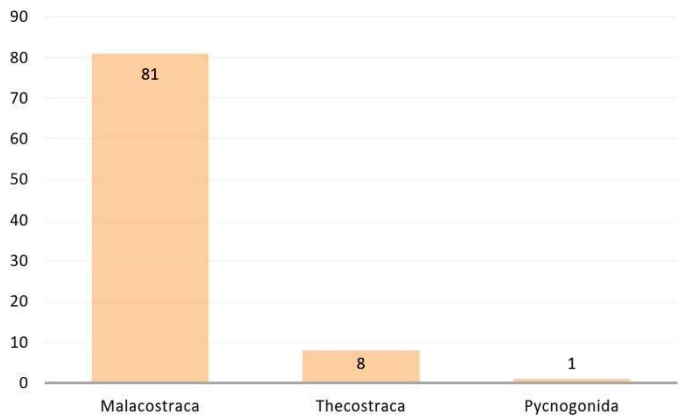
Así, al grupo Cnidaria pertenecen el 40% de los organismos registrados, repartidos en 94 taxones, de los cuales 93 fueron identificados a niveles taxonómicos bajos. Las clases Octocorallia y Hexacorallia tienen un número similar de especies, como se refleja en la figura 8, pero en cuanto a abundancia es claramente Hexacorallia quien domina con el 85% de los registros (4304 registros).

El grupo Porifera reparte su elevado número de registros (2365) entre 47 especies, de las cuales 37 pertenecen a Demospongiae (Fig. 9).



**Fig. 9.** Composición en Clases del Phylum Porifera, con el número de taxones encontrados.

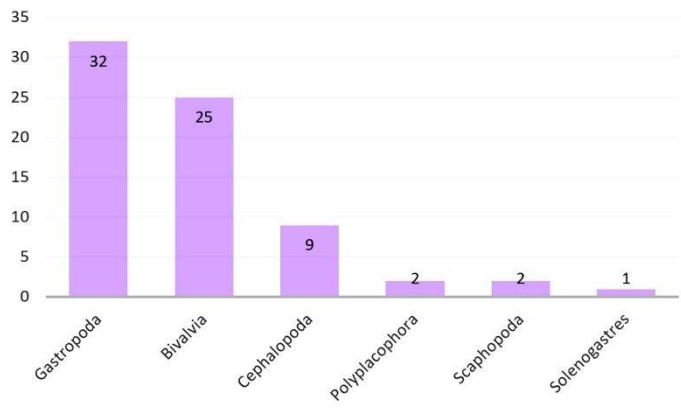
El phylum Arthropoda, como ya apuntamos, destaca por el elevado número de taxones identificados, 91, pero con un número ya más discreto de registros (407). La práctica totalidad de los registros pertenecen a la clase Malacostraca (92%) (Fig. 10).



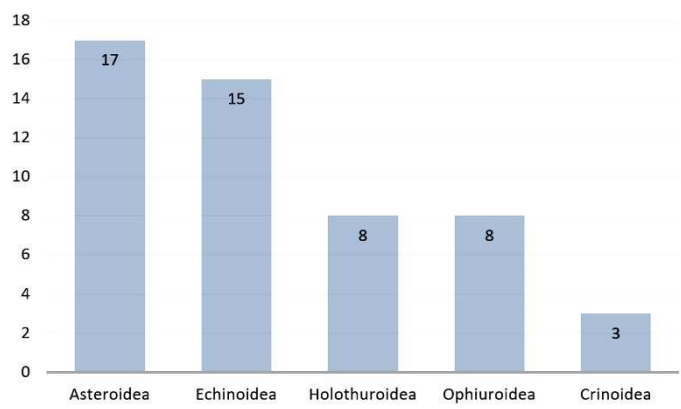
**Fig. 10.** Composición en Clases del Phylum Arthropoda, con el número de taxones encontrados.

El grupo Mollusca destaca por un considerable número de taxones identificados (72) repartidos en 6 clases en las que, de una forma bastante equitativa, dominan tanto en número de especies como de registros Bivalvia y Gastropoda (Fig. 11).

Por último, cabe destacar el número de taxones registrado del phylum Echinodermata, 49, pero sobre todo el hecho de ser el quinto grupo con más registros, 829 (Fig. 12).



**Fig. 11.** Composición en Clases del Phylum Mollusca, con el número de taxones encontrados.



**Fig. 12.** Composición en Clases del Phylum Echinodermata, con el número de taxones encontrados.

***Especies dominantes***

La dominancia en cuanto a número de individuos en los distintos phyla o divisiones, es debida en gran parte a ciertas especies o taxones. En la Tabla 3 mostramos los 25 taxones más abundantes.

**Tabla 3.** Número de individuos de los 25 taxones más abundantes identificados a cualquier nivel.

Phylum (ó División)	Taxón	Nº de individuos
Cyanobacteria	<i>Lyngbya</i> spp.	32 417
Cnidaria	<i>Stichopathes gracilis</i>	29 957
Cnidaria	<i>Anomocora fecunda</i>	25 360
Porifera	Axinellidae indet.	15 808
Bryozoa	<i>Schizoporella dunkeri</i>	8280
Porifera	Demospongiae indet.	5754
Echinodermata	Crinoidea indet.	2821
Cnidaria	<i>Stichopathes</i> sp.	2554
Bryozoa	Bryozoa indet.	2516
Chordata	<i>Anthias anthias</i>	2462
Cnidaria	Hydrozoa indet.	2203
Cnidaria	<i>Sertularia</i> sp.	1926
Cnidaria	<i>Antipathes furcata</i>	1829
Cnidaria	<i>Aglaophenia pluma</i>	1477
Bryozoa	Cyclostomatida indet.	1163
Echinodermata	<i>Stylocidaris affinis</i>	1042
Cnidaria	<i>Antipathella wollastoni</i>	986
Annelida	Serpulidae indet.	883
Echinodermata	Amphiuridae indet.	835
Porifera	<i>Macandrewia</i> sp.	831
Cnidaria	<i>Dendrophyllia cornigera</i>	786
Echinodermata	<i>Diadema africanum</i>	748
Cnidaria	<i>Sertularella</i> sp.	644
Porifera	Lithistida indet.	598
Cnidaria	<i>Lytocarpia myriophyllum</i>	593

La cianobacteria del género *Lyngbya* spp. fue el organismo con mayor abundancia, aunque esta se deba a la gran cobertura puntual observada durante una única campaña en el sur y este de Fuerteventura, donde llegaba a cubrir prácticamente la totalidad del fondo.

En segundo lugar, destaca el antipatario *Stichopathes gracilis*, cuya distribución forma extensos cinturones en el circalitoral alrededor de todas

las islas del archipiélago (Martín-García *et al.*, 2024). Otros representantes del orden Antipatharia, como *Antipathes furcata*, *Antipathella wollastoni*, y una posible nueva especie del género *Stichopathes*, también presentaron abundancias elevadas.

Entre los corales escleractinios, *Anomocora fecunda* (la tercera especie más registrada) y *Dendrophyllia cornigera* dominan en los fondos circalitorales de Fuerteventura, siguiendo un patrón que se repite en otras islas del archipiélago.

El grupo de los cnidarios hidrozoos está representado tanto por pequeñas colonias de los géneros *Aglaophenia*, *Sertularia* y *Sertularella*, como por especies de mayor tamaño, como *Lytocarpia myriophyllum*.

Asimismo, son numerosas las esponjas del grupo Demospongiae, particularmente de las familias Axinellidae y Lithistida, que aparecen con alta frecuencia en los fondos de Fuerteventura.

Por último, también se encuentran en esta lista de los taxones más abundantes diversos equinodermos (como crinoideos, ofiuroides y equinoideos), así como varias especies de briozoos.

### ***Especies protegidas***

Dentro de las especies registradas se encuentran cinco especies designadas en el Catálogo Canario de Especies Protegidas, una de ellas como Vulnerable, la esponja litístida *Neophrissospongia nolitangere*, y las otras cuatro como de Interés para los Ecosistemas Canarios: los asteroideos *Narcissia canariensis* y *Echinaster (Echinaster) sepositus*; la langosta canaria *Scyllarides latus* y el bucio *Charonia lampas*.

Esta última también figura en el Catálogo Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección con la categoría de Vulnerable, y en este mismo catálogo encontramos el angelote *Squatina squatina* con la categoría de en Peligro de Extinción, aunque las poblaciones en Canarias conservan un razonable buen estado de conservación, lo que sitúa al archipiélago como uno de los últimos refugios importantes para la especie.

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza tiene catalogadas muchas de las especies presentes en el archipiélago, y más concretamente en Fuerteventura, con distintas categorías como es el caso de «Preocupación Menor» para muchos de los peces, cnidarios, equinodermos o moluscos; «Casi Amenazados» como el caso de algunos peces cartilaginosos como *Heptranchias perlo* o *Deania calceus*, el molusco *Ranella olearium* o algunos corales blandos como *Funiculina quadrangularis*; «Vulnerable» como la *Lophelia (Desmophyllum pertusum)* y algunos peces óseos y cartilaginosos; «En Peligro» cuatro peces cartilaginosos como *Centrophorus granulosus* y «En Peligro Crítico» dos especies de elasmobranquios: *Dipturus batis* y *Myliobatis aquila*.

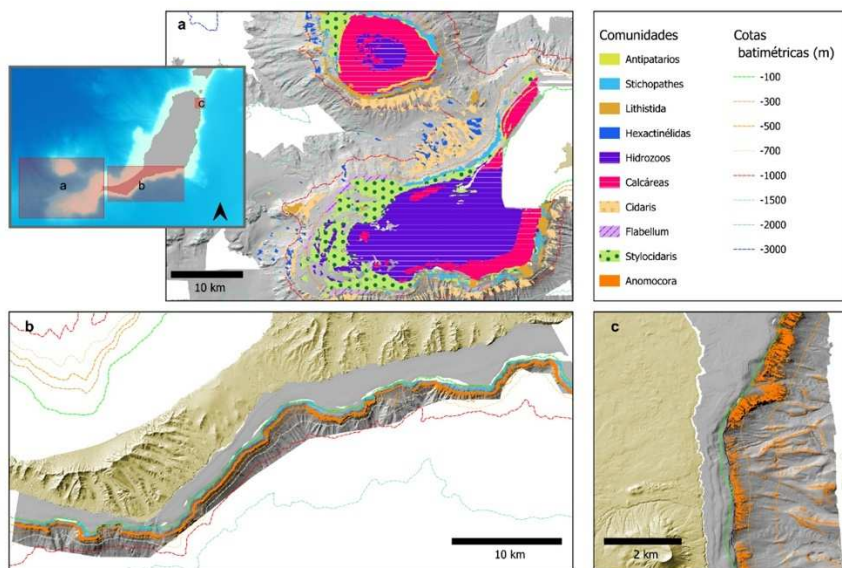
## Comunidades bentónicas profundas

Los resultados de los análisis multivariantes de clúster y SIMPROF, y tras comprobar las similitudes en cuanto a la composición y características ambientales sobre todas las muestras analizadas, se identificaron un total de 10 grupos o comunidades diferentes en la isla de Fuerteventura (Tabla 4, fig. 13), comprobando la validez de este proceso con el análisis ANOSIM. Estas 10 comunidades bentónicas fueron cartografiadas, aportando información sobre su área de distribución. Nueve de estas comunidades se encontraron en los montes de Amanay y El Banquete, dos en el talud de Jandía y una en Corralejo. Las figuras 14-16 muestran imágenes de las diferentes comunidades cartografiadas.

**Tabla 4.** Relación de comunidades bentónicas cartografiadas en las zonas de estudio de Fuerteventura, con indicación de la profundidad media general y su extensión en hectáreas en cada zona.

Comunidades bentónicas	Especies	Prof. media (m)	Amanay (Ha)	El Banquete (Ha)	Jandía (Ha)	Corralejo (Ha)	Total (Ha)
Antipatarios	<i>Stichopathes</i> sp. <i>Antipathes furcata</i> <i>Axinellidae</i> indet.	123 ± 40	812	0	0	0	812
Anomocora	<i>Anomocora fecunda</i> <i>Stichopathes gracilis</i> <i>Lithistida</i> indet. <i>Demospongiae</i> indet. 8	281 ± 62	0	0	1796	381	2177
Stichopathes	<i>Stichopathes gracilis</i> <i>Ellisella flagellum</i> <i>Lithistida</i> indet.	376 ± 52	1051	1514	767	0	3331
Lithistida	<i>Lithistida</i> indet. <i>Parantipathes hironelle</i>	440 ± 54	856	1521	0	0	2377
Hexactinélidas	<i>Aphrocallistes beatrix</i> <i>Pheronema carpenteri</i> <i>Regadrella phoenix</i> <i>Stylasteridae</i> indet	893 ± 280	0	405 996	0	0	406
<b>TOTAL 1170</b>			<b>2719</b>	<b>3441</b>	<b>2563</b>	<b>381</b>	<b>9103</b>
Calcáreas	<i>Algas calcáreas</i> <i>Stichopathes</i> sp. <i>Stylocidaris affinis</i> <i>Sertularia</i> sp.	138 ± 77	10 359	5769	0	0	16 128
Hidrozoos	<i>Sertularella</i> .sp. <i>Sertularia</i> .sp. <i>Aglaophenia</i> .spp. <i>Stylocidaris.affinis</i>	180 ± 136	2502	26 286	0	0	28 788
Flabellum	<i>Flabellum chunii</i> <i>Thenea muricata</i> <i>Penaeopsis serratus</i>	433 ± 59	61	1613	0	0	1674
<b>TOTAL 1110</b>			<b>12 922</b>	<b>33 668</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>46 590</b>
Stylocidaris	<i>Stylocidaris affinis</i> <i>Centrostephanus longispinus</i>	234 ± 43	1358	10 931	0	0	12 289
Cidaris	<i>Cidaris cidaris</i>	756 ± 288	945	5630	0	0	6575
<b>TOTAL Otros</b>			<b>2303</b>	<b>16 561</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18 864</b>



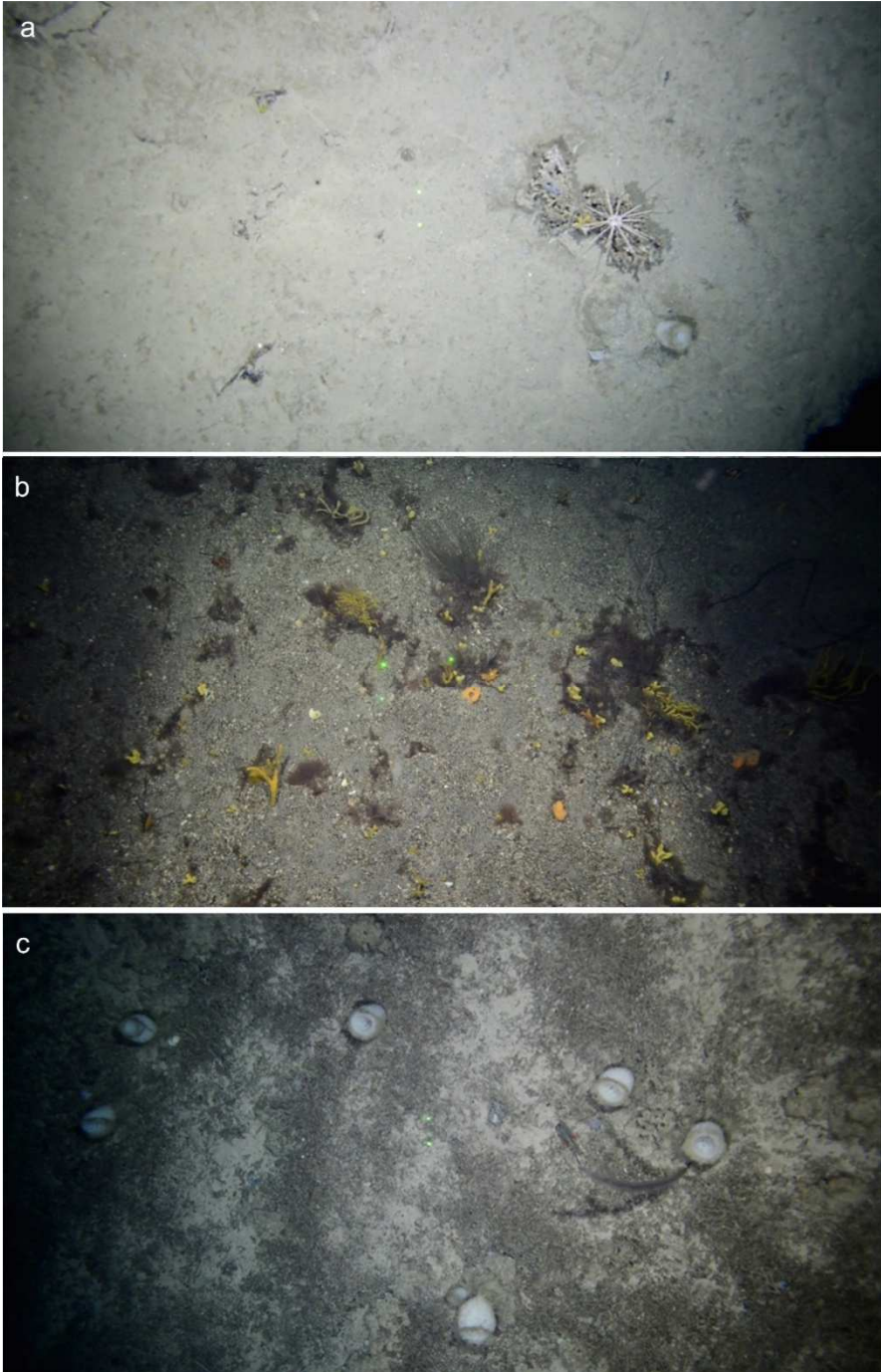


**Fig. 13.** Mapas de distribución de las comunidades bentónicas identificadas en las zonas de estudio de Fuerteventura.

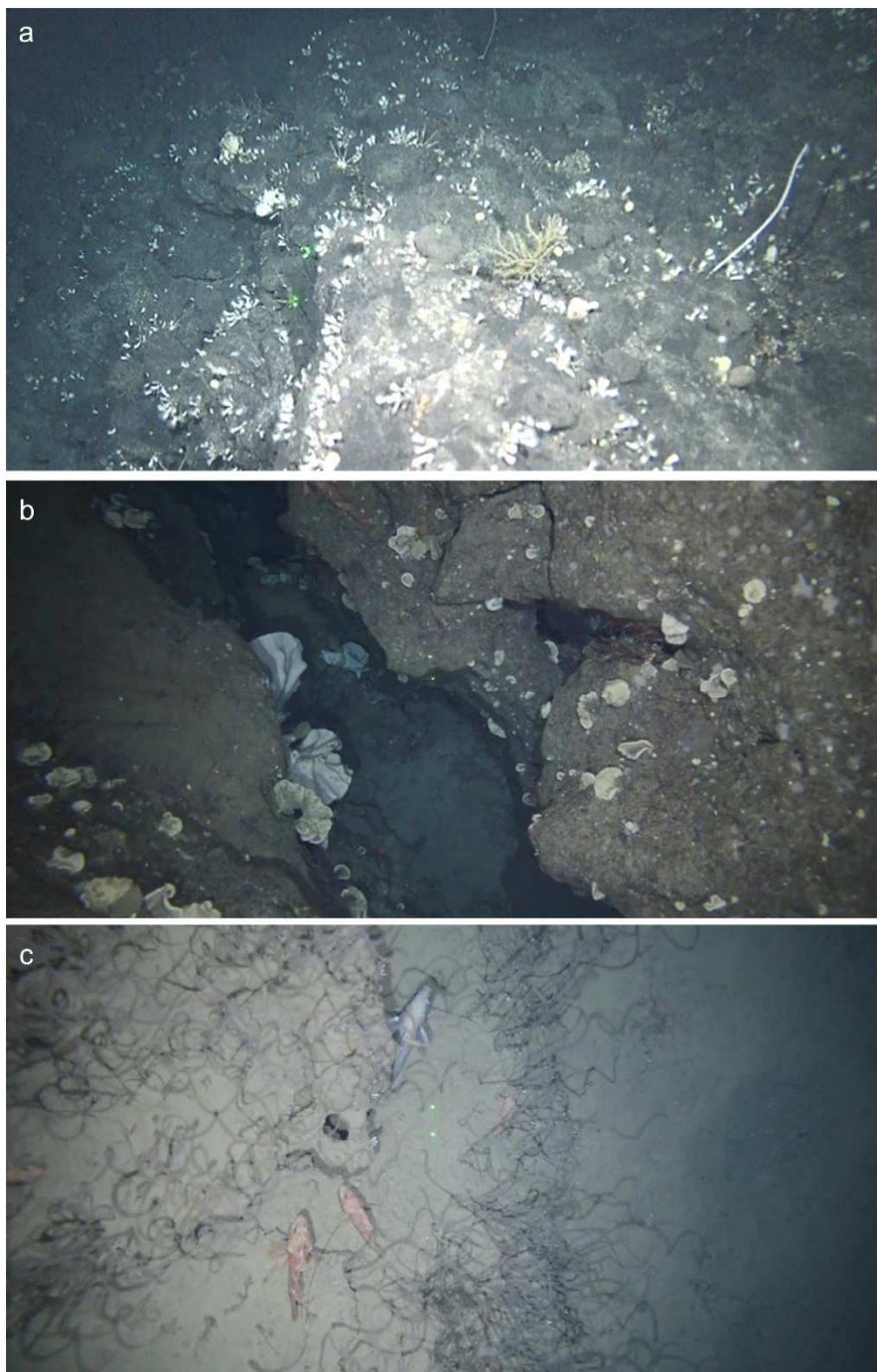
### ***Amanay y El Banquete***

Ambos montes situados al sur de Fuerteventura presentaron una riqueza de comunidades bentónicas similar. En las zonas superiores y más someras de los montes se identificaron comunidades asociadas a fondos de cascajo y rodolitos, dominadas por algas calcáreas e hidrozoos. Las algas calcáreas fueron especialmente abundantes en el monte de Amanay, donde se extendían ampliamente por la cima. En cambio, en El Banquete, según los resultados del modelado, esta comunidad se localizaba principalmente en los márgenes norte y sur, mientras que la comunidad de hidrozoos mostraba una presencia más destacada.

En los taludes de los montes se distribuían el resto de comunidades, formando bandas según las cotas batimétricas. A menor profundidad, aparecían las bandas de corales negros o antipatarios, representadas por *Antipathes furcata* y *Stichopathes* sp. A mayores profundidades se observaba otra banda de corales negros, dominada por densas poblaciones de *Stichopathes gracilis*, seguida por comunidades de esponjas litístidas. En los fondos sedimentarios se encontraba el erizo *Stylocidaris affinis* y, a profundidades aún mayores, *Cidaris cidaris*. Además, se identificó una estrecha banda de fondos sedimentarios en torno a los 700 m de profundidad, especialmente en El Banquete, donde se registraron altas densidades de la escleractinia *Flabellum chunii*. Finalmente, en los fondos duros más profundos, entre 700 y 1000 m, predominaban las esponjas hexactinélidas.

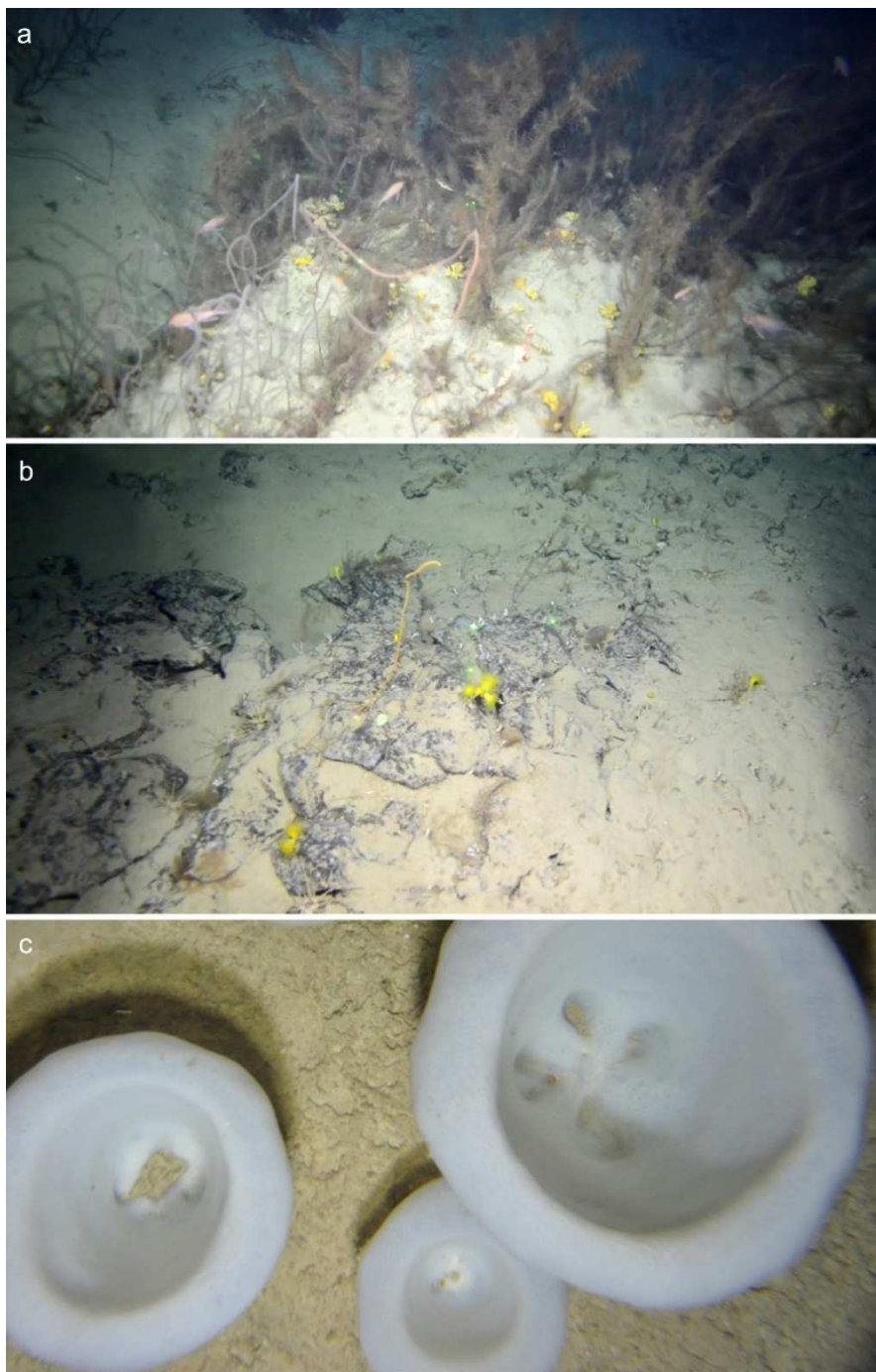


**Fig. 14.** Imágenes de algunas de las especies o comunidades encontradas en los fondos de Fuerteventura: a) *Cidaris cidaris*; b) Antipatarios y *Axinellidae* indet.; c) *Pheronema carpenteri*.



**Fig. 15.** Imágenes de algunas de las especies o comunidades encontradas en los fondos de Fuerteventura (continuación): a) *Anomocora fecunda*; b) *Lithistida*; c) *Stichopathes gracilis*.





**Fig. 16.** Imágenes de algunas de las especies o comunidades encontradas en los fondos de Fuerteventura (continuación): a) *Antipathella wollastoni*; b) *Dendrophyllia cornigera*; c) *Asconema setubalense*.

## **Jandía**

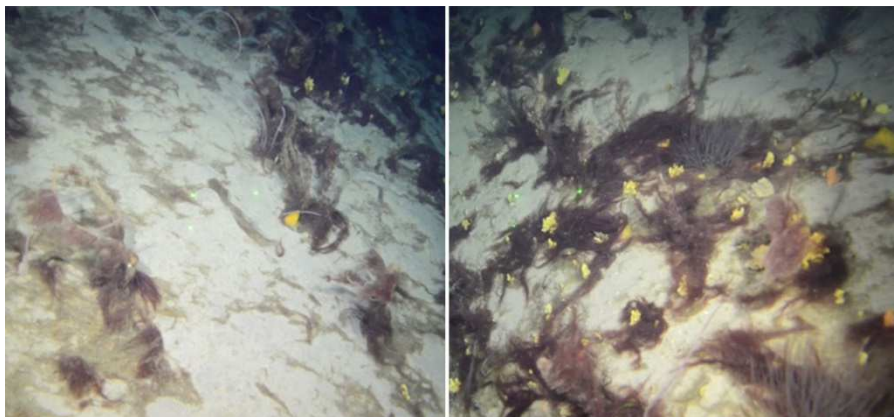
En esta zona se modeló la distribución potencial de dos especies representativas: *Stichopathes gracilis* y *Anomocora fecunda*. Ambas especies presentaron una distribución casi continua a lo largo de la zona de estudio a cotas de 90-200 m para el coral negro y 250-350 m para la escleractinia. Estos hábitats potenciales son similares a las detectadas en otras ZEC del archipiélago. También se registró de forma puntual, pero con cierta frecuencia, el coral negro *Antipathella wollastoni*, la escleractinia *Dendrophyllia cornigera*, el octocoral *Ellisella paraplexauroides* y las esponjas *Leiodermatium lynceus* y *Axinella polypoides*. Con menos registros, también se encontraron ejemplares de *Bebrice mollis*, algas coralinales en el circalitoral y un solo registro de la esponja *Geodia* sp.

## **Corralejo**

Dado que solo fue posible realizar una única estación de muestreo en esta ZEC, solo se modeló la distribución potencial de la escleractinia *Anomocora fecunda* la cual encontró la mayor probabilidad de presencia en las paredes del talud, entre 100 y 300 m y, por tanto, en fondos de gran inclinación ( $> 20^\circ$ ). Aun siendo pocos muestreos, en comparación con los montes de Amanay y El Banquete, se registraron bastantes especies estructurantes como la escleractinia *Dendrophyllia cornigera* (250-420 m) y, a mayor profundidad, varios ejemplares de las esponjas *Asconema setubalense* y *Geodia* sp. (300-400 m). Se observó un único registro de las especies de coral negro *Leiopathes glaberrima*, y la esponja *Leiodermatium lynceus*, ambas a 280 m de profundidad.

## **Arribazones profundos**

Durante el muestreo se detectaron grandes acumulaciones de una especie de cianobacteria del género *Lyngbya* (Fig. 17) en los fondos de Jandía y Corralejo, siendo más frecuentes y abundantes en Jandía. Esta especie puede crecer rápidamente bajo ciertas condiciones, incluso formando floraciones o *blooms* que dominan el hábitat, y eventualmente, pueden afectar negativamente al resto de especies de la comunidad. Los *blooms* de estas cianobacterias se han venido registrando en Canarias desde hace varios años (Martín-García *et al.*, 2014), especialmente en las islas orientales, pero ha sido la primera vez que se registran este tipo de acumulaciones a cotas de entre 90 y 200 m de profundidad, cubriendo en ocasiones el 100% del fondo observado. Las acumulaciones de filamentos de esta especie cubrían el lecho y todas las especies bentónicas que allí se encontraban, siendo especialmente abundantes en las áreas de distribución de los corales negros *Antipathes furcata*, *Antipathella wollastoni* o *Stichopathes gracilis*, o esponjas como diferentes especies de la familia Axinellidae (Fig. 17).



**Fig. 17.** Acumulaciones de la cianobacteria *Lyngbya* sp. a 100 m de profundidad junto con especies de corales negros *Antipathes furcata*, *Stichopathes gracilis* y esponjas Axinellidae.

### **Factores que explican los patrones de distribución de las comunidades**

La distribución de las especies y comunidades bentónicas está fuertemente condicionada por la profundidad y el tipo de sustrato, las variables más influyentes según los modelos de distribución aplicados y los análisis multivariantes.

El tipo de sustrato es un factor fundamental en la distribución de las especies bentónicas, ya que determina tanto la disponibilidad de microhábitats como las condiciones físicas necesarias para la fijación, refugio o alimentación de los organismos. Muchas especies presentan una fuerte especificidad hacia determinados tipos de fondo, como rocosos, sedimentarios o mixtos, lo que condiciona su presencia a escalas locales y regionales (Roberts *et al.*, 2006; Jones *et al.*, 2007). En particular, especies sésiles como corales y esponjas requieren sustratos duros para asentarse, mientras que otras, como equinodermos o cnidarios solitarios, pueden habitar fondos blandos siempre que se cumplan ciertas condiciones de estabilidad y aporte de materia orgánica (Buhl-Mortensen *et al.*, 2012). Así, la variabilidad en el tipo de fondo contribuye significativamente a la heterogeneidad espacial de las comunidades bentónicas.

Por otro lado, la profundidad, explica la disposición en bandas batimétricas observada en las comunidades, un patrón común en estudios del intermareal e infralitoral que también se refleja en fondos profundos (Braga-Henriques *et al.*, 2022). Aunque se trata de una variable distal sin efectos directos sobre la supervivencia, el crecimiento o la reproducción de los organismos, su influencia sintetiza otros factores ambientales (temperatura,

pH, disponibilidad de materia orgánica, etc.) que sí afectan directamente a las especies. Por ello, disponer de información más detallada sobre dichas variables es clave para comprender los mecanismos ecológicos que subyacen a los patrones de distribución observados.

Además de la profundidad y el sustrato, existen otras variables topográficas que reflejan la heterogeneidad del relieve marino y que resultan fundamentales para la estructuración de las comunidades bentónicas. Estas variables definen gradientes ambientales que van desde zonas prominentes y escarpadas hasta áreas planas y profundas, influyendo de manera diferenciada sobre la distribución de los distintos grupos biológicos. Esta variabilidad topográfica condiciona los requerimientos ecológicos específicos de cada comunidad y contribuye a su configuración y segregación espacial en el paisaje bentónico. En particular, se trata de las variables sobre el índice de posición batimétrica (parámetro que describe la posición relativa de un punto respecto a su entorno cercano, indicando si se trata de crestas, superficies planas o depresiones) a distintas escalas, la pendiente y la rugosidad, junto con la orientación del relieve.

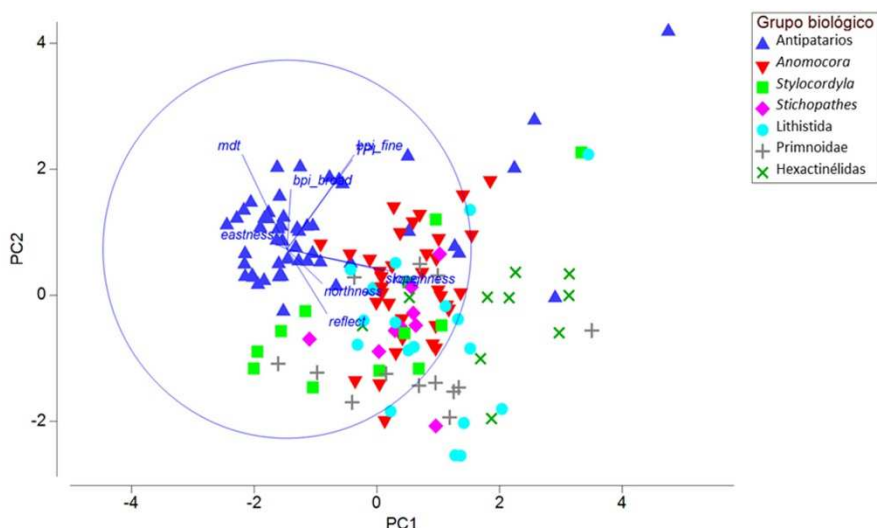
Los resultados de los análisis de ordenación (Fig. 18) revelan una segregación espacial clara entre ciertos grupos biológicos. En los sustratos duros, los antipatarios se asocian a crestas y salientes en zonas más someras del circalitoral. Las grandes agregaciones de *Stichopathes gracilis* y *Anomocora fecunda*, por su parte, se sitúan en zonas con pendiente intermedia y orientaciones variables, lo que sugiere una cierta tolerancia ecológica, aunque todavía dependiente de cierta complejidad topográfica.

Las esponjas litístidas presentan una asociación más clara con el índice de posición batimétrica (*BPI*) y el índice de posición topográfica (*TPI*), lo que indica su afinidad por estructuras elevadas o salientes. En contraste, las hexactinélidas, además de encontrarse en cotas más profundas, prefieren fondos planos y con mayor proporción de sedimentos.

En cuanto a los sustratos blandos, los grupos también se organizan de manera coherente con gradientes batimétricos y geomorfológicos. Las poblaciones de *Cidaris cidaris* se alinean fuertemente con la variable profundidad. Las escleractinias solitarias del género *Flabellum* aparecen en zonas intermedias de profundidad, con cierta asociación a la pendiente, lo que sugiere su presencia en plataformas inclinadas o taludes suaves.

Los hidrozoos muestran afinidad con zonas ligeramente elevadas o estructuradas, asociadas a valores intermedios de *BPI* y *TPI*, mientras que las algas calcáreas se sitúan en regiones más someras con alta reflectancia, posiblemente vinculadas a zonas con mayor iluminación o productividad.

Finalmente, *Stylocidaris* aparece alejada del eje de profundidad y más relacionada con la orientación este del relieve, lo que podría reflejar microhábitats específicos influenciados por las condiciones locales de exposición y sedimentación.



**Fig. 18.** Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés) que muestra la ordenación de las muestras en relación a las variables ambientales (líneas). Extraído del informe de seguimiento de los espacios marinos protegidos de Canarias (Martín-García *et al.*, 2024). En el gráfico aparecen algunas comunidades no encontradas en Fuerteventura, como son las representadas por los corales Primnoidae y la esponja *Stylocordyla* sp. Varianza explicada: Eje 1: 26.8%; Eje 2: 19.4%.

### Comunidades bentónicas profundas en un contexto atlántico nororiental

Las comunidades bentónicas profundas identificadas en esta región, caracterizadas por la presencia de antipatarios, octocorales (*Stichopathes*, *Anomocora*, *Primnoidae*), esponjas litístidas y hexactinélidas, son comparables a las descritas en otras áreas del Atlántico nororiental, tanto en montes submarinos como en márgenes continentales. Estas comunidades se han documentado ampliamente en hábitats profundos de alta heterogeneidad estructural, como el Banco Galicia, Gorringe, Hatton Bank, las Azores y la región del mar de Noruega (Murray Roberts *et al.*, 2009; Braga-Henriques *et al.*, 2013; Sánchez *et al.*, 2017). En todos estos entornos, los corales de aguas frías y las esponjas de gran porte constituyen hábitats esenciales (VME, por sus siglas en inglés), reconocidos por organismos internacionales como OSPAR y FAO por su alta vulnerabilidad y su papel ecológico clave (FAO, 2009; OSPAR, 2010).

Los resultados de los análisis de ordenación multivariante mostraron una segregación batimétrica y topográfica clara entre los grupos analizados,



totalmente compatibles con observaciones realizadas en otras áreas del Atlántico nororiental y en dorsales oceánicas como la dorsal del Atlántico Medio. Por ejemplo, en los montes submarinos entre Reykjanes y Azores se ha documentado que los corales profundos predominan en fondos duros prominentes, mientras que otras comunidades como *Flabellum* o echinodermos como *Cidaridites*, ocupan fondos sedimentarios más profundos, delineando batimetrías específicas del rango ~800–1400 m. Los antipatarios se asocian a crestas y zonas elevadas, y las hexactinélidas a fondos más profundos y planos, lo cual coincide con los patrones reportados en otras regiones del Atlántico (Serrano, Cartes *et al.*, 2017).

De igual forma, la relación entre la distribución de estos grupos y variables geomorfológicas como la pendiente, la rugosidad o el índice de posición batimétrica ha sido destacada en numerosos estudios como factor determinante en la configuración de hábitats bentónicos profundos (Martín-García *et al.*, 2013; García-Alegre *et al.*, 2014; Serrano, González-Irusta *et al.*, 2017; De la Torriente *et al.*, 2018). Aunque las especies exactas pueden variar según la región, las estructuras funcionales y ecológicas que conforman estas comunidades son consistentes a lo largo de márgenes oceánicos con características físicas similares. En este sentido, los resultados obtenidos en el área de estudio se enmarcan dentro de un contexto biogeográfico más amplio, reforzando la relevancia de estas comunidades en el Atlántico nororiental y la necesidad de su protección.

### **Valor de la información en la gestión del medio marino en Fuerteventura**

Fuerteventura no se ha librado en décadas pasadas de dos errores históricos que han caracterizado la gestión del medio marino: la falta de planificación del seguimiento científico y la desconexión entre las administraciones pesqueras y medioambientales. La primera de estas deficiencias se ha ido puliendo, una vez iniciado el presente siglo, gracias a proyectos como los mencionados en el presente trabajo (INDEMARES, INTEMARES) y a contratos/convenios/encomiendas de la administración medioambiental al IEO en cumplimiento de las prerrogativas europeas determinadas por la Directiva Marco para las Estrategias Marinas. En el caso de la segunda de las cuestiones, todavía hoy es complicado, desde la perspectiva política, aunar esfuerzos desde diferentes carteras para hacer una gestión coordinada del medio marino.

El LIC Espacio Marino al Sur y Oriente de Lanzarote y Fuerteventura se comenzó a gestar hace ya más de una década y media, casi dos. Cuando se inició el proyecto INDEMARES en 2009, ya la zona (en especial, y al principio, la del entorno del sur y oriente de Fuerteventura) estaba

seleccionada como uno de los casos de estudio del proyecto. El objetivo era designar nuevos espacios de la Red Natura 2000 marina en todas las demarcaciones españolas, mediante información científica de calidad que ayudara a los procesos de designación (delimitación, importancia de los hábitats y especies que englobaba, etc.). El interés por la zona se enfocaba, por un lado, en los hábitats sensibles de los montes del sur de Fuerteventura (objeto de estudio del IEO, como hemos visto en este trabajo) y en los cetáceos de toda la zona oriental de la isla (trabajo que realizó la SECAC en el mencionado proyecto). El proyecto INDEMARES produjo una ingente información científica que permitió completar el correspondiente formulario normalizado de la Red Natura 2000 (IEO, 2013a, b; Almón, Arcos *et al.*, 2014; Almón, Garrido *et al.*, 2014). Debido al interés de REPSOL y del Ministerio de Industria por explorar la calidad y rentabilidad de algunos puntos del fondo marino con potencial para la extracción de hidrocarburos (proceso que, afortunadamente para los fondos de la isla, acabó en desistimiento por falta de rentabilidad) la declaración del Lugar de Importancia Comunitaria se retrasó con respecto a la del resto de zonas de INDEMARES hasta 2015.

Posteriormente, el proyecto LIFE IP INTEMARES, permitió redondear los esfuerzos científicos para allanar el camino hacia la correcta gestión del medio marino en el LIC. La tarea principal de INTEMARES fue mejorar la información científica más allá de la que generó INDEMARES con el objetivo final de elaborar un Plan de Gestión que permitiera (I) establecer una zonificación; (II) determinar los usos que se permiten y que se prohíben, y así, y en la medida de lo posible, (III) conciliar la conservación de la biodiversidad de la zona con los usos humanos sostenibles, como la pesca artesanal, y (IV) la declaración del LIC como Zona de Especial Conservación (ZEC) de la Red Natura 2000 marina en Canarias.

Aunque ya se mencionó más arriba, aún persisten dificultades para coordinar las políticas de pesca y de protección ambiental en el medio marino, con la complicación añadida que supone la división de competencias en ambas materias entre las diferentes administraciones. No obstante, podemos mencionar algunos aspectos que hacen que Fuerteventura tenga una situación privilegiada para llegar a ser un modelo de gestión integrada del medio marino.

Fuerteventura es una de las islas con Reserva Mundial de la Biosfera, creada en 2009, que engloba la isla completa y su entorno marino, y cuyo patronato siempre ha tenido una especial preocupación por el futuro del medio marino de la misma. A esto, se le añade la fuerte personalidad regional que tiene la isla por la particularidad de sus rasgos geológicos y por las manifestaciones de su extenso patrimonio natural, que emerge de la aridez y de la presencia de un rico y diverso medio marino. Con su extenso litoral, su vasta plataforma insular y la influencia del productivo afloramiento de aguas

frías y profundas de la cercana costa africana (lo que hace que Fuerteventura sea una de las islas con poblaciones marinas más extensas y fortalecidas), es una isla históricamente volcada al mar y con un sector pesquero particularmente sensibilizado con la necesidad de que su actividad sea sustentable y permita vivir de la misma a las generaciones venideras. En el informe final de INDEMARES (IEO, 2013b) ya quedaba clara la positiva situación de las precondiciones de la acción colectiva en relación a la posible implementación de espacios protegidos en Fuerteventura. Esto se debe a la existencia de cofradías de pescadores sólidas, a los liderazgos establecidos y, en general, respetados, a la experiencia en acciones de conservación sobre los recursos y a la voluntad de seguir preservándolos.

En la parte del sector científico, sin duda también ha ejercido una acción positiva el hecho de que en el IEO haya tenido lugar en los últimos 20 años una transición desde la ciencia pesquera pura y dura, hacia la gestión del medio marino. Un progresivo tránsito desde las encomiendas que la Institución tuvo desde sus inicios, hasta la situación actual, en la que la protección ambiental del medio marino ocupa una gran parte de la acción científica del IEO. Las encomiendas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) y sus diferentes órganos [Dirección General de Costas (Estrategias Marinas), D.G. de Biodiversidad (Red Natura 2000) u Organismo Autónomo de Parques Nacionales (P.N. Marinos)] están financiando con millones de euros la acción científica del IEO en el medio costero y marino. Siempre con el objetivo de conciliar la conservación de la biodiversidad con las actividades económicas, los usos humanos sostenibles.

Como conclusión de todos estos trabajos, y en relación a la interacción pesca-biodiversidad, se podría decir, a modo de resumen, que Fuerteventura es una isla con un elevado potencial de sus poblaciones marinas, con un estado de conservación de las mismas bastante aceptable, con unas especies y unos hábitats muy sensibles que tienen necesidad de ser protegidos puesto que juegan un papel muy importante en el buen funcionamiento de los ecosistemas marinos.

En Fuerteventura se dan buenas condiciones para la conciliación con los usos humanos, dado que la pesca artesanal la ejerce un sector con unas precondiciones para la protección muy positivas, con demostrada capacidad para auto restringirse en pro de la sostenibilidad de su actividad, y que usa unos métodos de pesca que, en general, se pueden considerar como poco impactantes para la biodiversidad arriba mencionada.

A todo esto, se unen los esfuerzos políticos llevados a cabo durante una década y media de planificación dirigidos establecer unos espacios marinos protegidos. Se han conseguido así unos objetivos de protección claros, mediante planes de gestión respaldados por una amplia y fiable información científica que permite disponer de una minuciosa información de qué es lo

que se gestiona, dónde está, qué sensibilidad tiene ante los diferentes usos, y su grado de conservación.

## **Monitoreo y gestión de las áreas marinas protegidas**

Un buen Plan de Gestión de un espacio marino protegido, y esperamos que así sea el que se termine estableciendo inminentemente para el LIC del Espacio Marino al Sur y Oriente de Lanzarote y Fuerteventura, incorpora un programa de seguimiento científico. Como se indicaba más arriba, los objetivos de protección deben estar claros a la hora de establecer un espacio marino protegido, y necesitan de un seguimiento que permita constatar en qué grado, las medidas de gestión adoptadas, están conduciendo a la consecución de los objetivos planteados. Los resultados de este seguimiento científico deben verse reflejados en la normativa que regula el espacio, con variaciones y cambios, si así se requiriera, en cuanto a dimensiones, zonificación, usos, medidas restrictivas, etc. En definitiva, el proceso de establecimiento de la protección, gestión de la misma y seguimiento científico continuado debe ser dinámico, ágil y adaptativo. Este proceso debe incluir siempre herramientas para la cogestión que permitan que las decisiones sobre el espacio marino protegido sean participativas, incluyendo a todos los sectores afectados (*stakeholders*).

En este LIC nos encontramos en una situación especialmente favorable para iniciar un proceso que cumpla con todos los requisitos establecidos, ya que, desde sus fases iniciales (antes incluso de su designación como ZEC) se han realizado esfuerzos significativos para caracterizar los hábitats y especies sensibles presentes en el espacio, identificar los usos humanos, reconocer a los *stakeholders* y promover un proceso participativo. Todo ello se ha llevado a cabo previamente a la elaboración del Plan de Gestión, el cual deberá integrar esta información de base. Para el sector científico resulta especialmente valioso contar con datos iniciales que sirvan como referencia para analizar la evolución del estado de conservación de hábitats y especies, así como para evaluar el impacto que puede tener la protección sobre las actividades económicas y sociales que se desarrollan en el área.

## **Limitaciones del estudio**

A pesar del gran esfuerzo económico que ha hecho el MITECO para poder abordar el estudio científico del espacio, el dinero es siempre un factor limitante. El trabajo a bordo de buques de investigación, como los usados para poder acceder a fondos profundos, resulta muy costoso. El mar no siempre permite trabajar en él en las mejores condiciones. Todo esto implica que el esfuerzo de muestreo es siempre menor del que idealmente debería hacerse. Como consecuencia, la bondad de los modelos de distribución de

especies que permiten el mapeo de las comunidades sensibles se puede ver resentida. Sin embargo, los modelos elaborados a partir de estos muestreos serán siempre, a pesar de todo, la mejor de las estimaciones de la realidad que podemos tener.

Las limitaciones de tiempo y dinero también han reducido la capacidad de trabajo para poder obtener para toda la zona una malla de variables ambientales tan importantes, por su influencia en la distribución de las poblaciones, como es la temperatura, amén de otras, como la salinidad, el pH, oxígeno disuelto, concentración de nutrientes, concentración de clorofila, etc. Tampoco el estudio ha podido ahondar en la cuestión de las relaciones tróficas entre los diferentes componentes del ecosistema.

## **Recomendaciones para futuras investigaciones**

Para mejorar el conocimiento de la composición y distribución de las comunidades, el trabajo en la zona a bordo de buques oceanográficos para el muestreo visual y directo de las comunidades sensibles debe mantenerse. Por una parte, realizando un esfuerzo para la mejora de la información mediante nuevas estaciones de muestreo abarcando zonas que previamente no se habían estudiado, y por otra, realizando muestreos repetitivos de manera periódica en algunas estaciones clave, lo que permitiría conocer la evolución de las comunidades ante las medidas de protección.

Tal y como se mencionó previamente, existe un vacío en la toma de datos ambientales importantes que se debe cubrir, dado que son variables (como la temperatura) que influyen en un alto grado en la distribución de las especies en el medio marino. Máxime teniendo en cuenta el actual escenario de cambio global. Cambio que está provocando una ostensible alteración de variables como la temperatura o el pH. Estas variaciones influyen directamente en la supervivencia y la distribución de muchas especies, que puede ser detectado en cambios en las coberturas, localizaciones, rangos de profundidad, o grandes mortandades que hacen que la especie quede recluida en refugios climáticos, etc. Pero al mismo tiempo las nuevas condiciones facilitan la incorporación de especies previamente no reconocidas, o provocan la proliferación de otras que antes eran poco comunes.

Estos datos ambientales podrían dar explicación a los *blooms* de la cianobacteria *Lyngbya* sp. que están afectando tanto a las comunidades bentónicas someras de las islas orientales (Martín-García *et al.*, 2014) como a las comunidades profundas, sobre las que se deposita una elevada biomasa de individuos desprendidos. Es prioritario poder continuar con el monitoreo de estos blooms debido al carácter colonizador e invasivo de esta especie, y el impacto que supone para las comunidades sensibles de las zonas donde se produce este fenómeno.

Todos estos cambios ambientales y biológicos influyen también en las actividades económicas de la zona, como ocurre de manera especial con la pesca. Algunos recursos pesqueros tradicionales los constituían especies que ahora ya no son tan comunes, y a cambio, se están estableciendo como nuevos recursos, algunas especies que ahora se encuentran más cómodas en las nuevas condiciones ambientales (Martín-Sosa *et al.*, 2023). El estudio de la relación entre los hábitats bentónicos y las poblaciones de peces, con especial interés en especies de interés pesquero, es una cuestión que aún está por abordar.

En definitiva, el presente estudio constituye un paso esencial en la caracterización de las comunidades bentónicas y en la evaluación de su estado de conservación. También pone de relieve las carencias que deben abordarse en futuras investigaciones. La integración de datos ambientales, el monitoreo continuo de especies invasoras como *Lyngbya* spp., y la inclusión de variables pesqueras y ecológicas, son aspectos clave para avanzar hacia una gestión más adaptativa y basada en el conocimiento. Solo mediante un esfuerzo sostenido, multidisciplinar, y bien financiado, será posible comprender y anticipar los cambios que afectan a los ecosistemas marinos y a las actividades humanas que dependen de ellos.

En noviembre de 2024, el Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias dedicó la Semana Científica que organiza en homenaje al profesor Telesforo Bravo a divulgar las principales características naturales de la isla de Fuerteventura (Afonso-Carrillo, 2025). El presente capítulo recopila la información más relevante presentada en dichas jornadas por el primer autor.

**AGRADECIMIENTOS.-** Agradecemos a todo el personal que ha hecho posible la recopilación de información durante las campañas de investigación y que ha contribuido a la elaboración de este documento. En particular, al equipo de Geociencias del CSIC-IEO, a las tripulaciones de los buques oceanográficos *Ángeles Alvariño* y *Ramón Margalef*, a Iván Prado (TRAGSA), al personal técnico de ACSM (ROV), así como al equipo de coordinación del proyecto EEMM (Paula Valcarce, Paloma Albornoz y Alberto Serrano), y al equipo de gestión de buques del CSIC-IEO, encabezado por Pablo Carrera.

Los datos integrados en este documento han sido recopilados en el marco de los proyectos **LIFE IP INTEMARES** (LIFE15 IPE ES 012), **LIFE+ INDEMARES** (LIFE07 NAT/E/000732), así como de los trabajos de asistencia científica y técnica para la declaración, gestión y protección de los espacios marinos protegidos de competencia estatal, y para la evaluación y seguimiento de la Red de Áreas Marinas Protegidas de España. Estos proyectos han sido coordinados por la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en colaboración con el Ministerio de Ciencia e Innovación.

## Bibliografía

- AFONSO-CARRILLO, J. (Ed.) (2025). *Fuerteventura. Sorprendente naturaleza mayorera*. XX Semana Científica Telesforo Bravo, Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, Puerto de la Cruz.
- AGUILAR, R., A. DE LA TORRIENTE, J. PEÑALVER, J. LÓPEZ, R. GREENBERG & C. CALZADILLA (2010). *Propuestas de áreas marinas de importancia ecológica. Islas Canarias*. www.oceana.org
- ALMÓN, B., J.M. ARCOS, V. MARTÍN, J. PANTOJA, E. CONSUEGRA, P. MARTÍN-SOSA & M. GONZÁLEZ-PORTO (2014). *Banco de la Concepción. Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES*. (Fundación).
- ALMÓN, B., M. GARRIDO, C. MESEGUER, J.M. ARCOS, V. MARTÍN, J. PANTOJA & E. CONSUEGRA (2014). *Espacio Marino del Oriente y Sur de Lanzarote-Fuerteventura. Proyecto LIFE + INDEMARES*. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. www.indemares.es
- ANCOCHEA, E., & M.J. HUERTAS (2003). Age and composition of the Amanay Seamount, Canary Islands. *Marine Geophysical Research* 24: 161-169. <https://doi.org/10.1007/S11001-004-1100-7>
- ARÍSTEGUI, J., E.D. BARTON, X.A. ÁLVAREZ-SALGADO, A.M.P SANTOS, F.G. FIGUEIRAS, S. KIFANI, S. HERNÁNDEZ-LEÓN, E. MASON, E. MACHÚ & H. DEMARCQ (2009). Sub-regional ecosystem variability in the Canary Current upwelling. *Progress in Oceanography* 83: 33-48. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2009.07.031>
- BARQUÍN-DIEZ, J. & J.M. FALCÓN (2005). El medio marino, pp. 101-114. En Rodríguez-Delgado, O. (Ed.), *Patrimonio Natural de la isla de Fuerteventura*. Cabildo de Fuerteventura, Gobierno de Canarias (Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial) y Centro de la Cultura Popular Canaria.
- BARQUÍN-DIEZ, J. & L. MARTÍN-GARCÍA, (2015). *Atlas bionómico de las Islas Canarias. Recopilación de los estudios ecocartográficos de las costas canarias*.
- BARTON, E.D., J. ARISTEGUI, P. TETT, M. CANTON, J. GARCÍA-BRAUN, S. HERNÁNDEZ-LEÓN *et al.* (1998). The transition zone of the Canary Current upwelling region. *Progress in Oceanography* 41: 455-504. [https://doi.org/10.1016/S0079-6611\(98\)00023-8](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(98)00023-8)
- BRAGA-HENRIQUES, A., P. BUHL-MORTENSEN, E. TOKAT, A. MARTINS, T. SILVA, J. JAKOBSEN, J. CANNING-CLODE *et al.* (2022). Benthic community zonation from mesophotic to deep sea: Description of first deep-water kelp forest and coral gardens in the Madeira archipelago (central NE Atlantic). *Frontiers in Marine Science* 9, 973364.
- BRAGA-HENRIQUES, A., F.M. PORTEIRO, P.A. RIBEIRO, V. DE MATOS, Í. SAMPAIO, O. OCAÑA & R.S. SANTOS (2013). Diversity, distribution and spatial structure of the cold-water coral fauna of the Azores (NE Atlantic). *Biogeosciences* 10(6): 4009-4036. <https://doi.org/10.5194/BG-10-4009-2013>
- BRAUN, J.G. & R. MOLINA (1984). El Mar, pp. 17-28. En Afonso, L. (Ed.), *Geografía de Canarias*. Vol. I. *Geografía Física*. Editorial Interinsular Canaria.
- BRITO, A. & Ó. OCAÑA (2004). *Corales de las Islas Canarias*. Francisco Lemus Editor.

- BUHL-MORTENSEN, L., P. BUHL-MORTENSEN, M.F.J. DOLAN, J. DANNHEIM, V. BELLEC & B. HOLTE (2012). Habitat complexity and bottom fauna composition at different scales on the continental shelf and slope of northern Norway. *Hydrobiologia* 685: 191-219. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0988-6>
- CLARK, M.R., M. CONSALVEY & A.A. ROWDEN (2016). Biological Sampling in the Deep Sea. *Biological Sampling in the Deep Sea* 1-451. <https://doi.org/10.1002/9781118332535>
- CLARKE, K.R. & R.N. GORLEY (2015). 85 85 *PRIMER v7: User Manual/Tutorial Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research*.
- DE LA TORRIENTE, A., A. SERRANO, L.M. FERNÁNDEZ-SALAS, M. GARCÍA & R. AGUILAR (2018). Identifying epibenthic habitats on the Seco de los Olivos Seamount: Species assemblages and environmental characteristics. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 135(June 2017): 9-22. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2018.03.015>
- DURDEN, J.M., T. SCHOENING, F. ALTHAUS, A. FRIEDMAN, R. GARCIA, A.G. GLOVER, J. GREINERT *et al.* (2016). Perspectives in Visual Imaging for Marine Biology and Ecology: From Acquisition to Understanding. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 54: 1-72.
- ELEFThERIOU, A. (2013). Methods for the Study of Marine Benthos. *Methods for the Study of Marine Benthos*. Fourth Edition. 494 pp. <https://doi.org/10.1002/9781118542392>
- FALCÓN, J.M., M. GONZÁLEZ-PORTO, L. MARTÍN-GARCÍA, A. BRITO, N. ZURITA-PÉREZ, F. SÁNCHEZ & P. MARTÍN-SOSA (2020). Biodiversidad de los LIC Banco de La Concepción y Espacio marino del oriente y sur de Lanzarote-Fuerteventura. Especies protegidas y formadoras de hábitats. *Revista Academia Canaria Ciencia* 32: 93-126.
- FALCÓN, J.M., M. GONZÁLEZ-PORTO, L. MARTÍN-GARCÍA & P. MARTÍN-SOSA (2020). *LIFE IP INTEMARES. Informe sobre el estado actual de conocimiento de la biodiversidad del LIC-ESZZ15002 «Espacio marino del oriente y sur de Lanzarote- Fuerteventura» (Demarcación marina canaria)*.
- FALKOWSKI, P. (2012). Ocean science: The power of plankton. *Nature* 483: S17-S20. <https://doi.org/10.1038/483S17a>
- FAO (2009). *International Guidelines for the Management of Deep-sea Fisheries in the High Seas/Directives internationales sur la gestion de la pêche profonde en haute mer/Directrices Internacionales para la Ordenación de las Pesquerías de Aguas Profundas en Alta Mar*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i0816t>
- FAO (2016). Vulnerable marine ecosystems - Processes and practices in the high seas. In Thompson, A., J. Sanders, M. Tandstad, F. Carocci & J. Fuller (Eds.). *FAO Fisheries and Aquaculture Technical*. [www.fao.org/3/a-i5952e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i5952e.pdf)
- GARCÍA-ALEGRE, A., F. SÁNCHEZ, M. GÓMEZ-BALLESTEROS, H. HINZ, A. SERRANO & S. PARRA (2014). Modelling and mapping the local distribution of representative species on the Le Danois Bank, El Cachucho Marine Protected Area (Cantabrian Sea). *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 106:151-164. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.12.012>



- GARCÍA-TALavera, F. (1998). La Macaronesia. Consideraciones geológicas, biogeográficas y paleoecológicas, pp. 39–63. En Fernández-Palacios J.M., J.J. Bacallado & J.A. Belmonte (Eds.), *Ecología y Cultura en Canarias*. Organismo Autónomo: Complejo Insular de Museos y Centros (OACIMC).
- GELDMACHER, J., K. HOERNLE, P.V.D. BOGAARD, S. DUGGEN & R. WERNER (2005). New 40 Ar / 39 Ar age and geochemical data from seamounts in the Canary and Madeira volcanic provinces: Support for the mantle plume hypothesis. *Earth and Planetary Science Letters* 237: 85-101. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2005.04.037>
- HLMI, N., M. SUTHERLAND, S. FARAHMAND, G. HARALDSSON, E. VAN DOORN, E. ERNST, M.S. WISZ, A. CLAUDEL RUSIN, L.G. ELSLER & L.A. LEVIN (2023). Deep sea nature-based solutions to climate change. *Frontiers in Climate* 5, 1169665. <https://doi.org/10.3389/FCLIM.2023.1169665/XML>
- IEO (2013a). *Caracterización del Banco de La Concepción. Informe del Instituto español de Oceanografía - Centro Oceanográfico de Canarias*.
- IEO (2013b). *Caracterización del Sur de Fuerteventura. Informe del Instituto Español de Oceanografía-Centro Oceanográfico de Canarias. Proyecto LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732)*.
- JENNINGS, S., M.J. KAISER & J.D. REYNOLDS (2001). *Marine fisheries ecology*. Blackwell Science. Scientific Research Publishing. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=903971>
- JONES, C.G., J.H. LAWTON, M. SHACHAK, C.G. JONES, J.H. LAWTON & M. SHACHAK (1994). Organisms as Ecosystem Engineers. *Oikos* 69: 373-386. <https://doi.org/10.2307/3545850>
- JONES, D.O.B., B.J. BETT & TYLER (2007). Megabenthic ecology of the deep Faroe-Shetland channel: P.A. A photographic study. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 54: 1111–1128. <https://doi.org/10.1016/J.DSR.2007.04.001>
- KENCHINGTON, E., L. BEAZLEY, F.J. MURILLO, G. TOMPKINS MACDONALD & E. BAKER (2015). *Coral, Sponge, and Other Vulnerable Marine Ecosystem Indicator Identification Guide, NAFO Area*. <https://doi.org/10.2960/S.v47.m1>
- MARTÍN GARCÍA, L. (2014). *La distribución espacial de las comunidades bentónicas infralitorales de Canarias y su importancia en la gestión del medio marino*. Universidad de La Laguna.
- MARTÍN-GARCÍA, L., J. BARQUÍN-DIEZ & I.T. BRITO-IZQUIERDO (2016). *Bionomía bentónica de las Reservas Marinas de Canarias (España). Comunidades y hábitats bentónicos del infralitoral*. [www.mapama.gob.es](http://www.mapama.gob.es)
- MARTÍN-GARCÍA, L., G. GONZÁLEZ-LORENZO, I.T. BRITO-IZQUIERDO & J. BARQUÍN-DIEZ (2013). Use of topographic predictors for macrobenthic community mapping in the Marine Reserve of La Palma (Canary Islands, Spain). *Ecological Modelling* 263: 19-31. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.04.005>
- MARTÍN-GARCÍA, L., M. GONZÁLEZ-PORTO, J.M. FALCÓN, A. DE LA TORRIENTE, A. SERRANO, J.M. GONZÁLEZ-IRUSTA, S. JIMÉNEZ, E. GONZÁLEZ-MÉNDEZ & P. MARTÍN-SOSA (2022). *Informe sobre la caracterización, cartografiado y estado de conservación de los hábitats bentónicos de AMANAY Y EL BANQUETE Montes submarinos incluidos en el LIC-ESZZI5002 “Espacio marino del oriente y sur de Lanzarote-Fuerteventura” (Demarcación marina canaria)*.

- MARTÍN-GARCÍA, L., M. GONZÁLEZ-PORTO, S. OLIVA, A. JURADO-RUZAFÁ, R. JIMÉNEZ-ROMERO, J.M. FALCÓN, N. DIONIS & P. MARTÍN-SOSA (2024). *Seguimiento y evaluación del hábitat 1170 en la zona circalitoral y batial de las ZEC marinas canarias. Asistencia científico-técnica para la declaración, gestión y protección de los espacios marinos protegidos de competencia estatal y para la evaluación y seguimiento de la red de áreas marinas protegidas de España. Informe Final.*
- MARTÍN-GARCÍA, L., R. HERRERA, L. MORO-ABAD, C. SANGIL & J. BARQUÍN-DIEZ (2014). Predicting the potential habitat of the harmful cyanobacteria *Lyngbya majuscula* in the Canary Islands (Spain). *Harmful Algae* 34: 76-86. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2014.02.008>
- MARTÍN-GARCÍA, L., P. MARTÍN-SOSA, E. GONZÁLEZ-MÉNDEZ, M. GONZÁLEZ-PORTO, J.M. FALCÓN & N. DIONIS (2023). *Informe de resultados para la zonificación AMANAY Y EL BANQUETE Montes submarinos incluidos en el LIC-ESZZ15002 “Espacio marino del oriente y sur de Lanzarote-Fuerteventura” (Demarcación marina canaria).*
- MARTÍN-SOSA, P., J.M. FALCÓN, S. JIMÉNEZ, A. JURADO-RUZAFÁ, P. VÉLEZ-BELCHÍ, Á. MOSQUERA & A. BRITO (2023). Following the trace of global change effects on fisheries: the Canary Islands as a changeover boundary between marine bioregions. *ICES Annual Science Conference*.
- MISIUK, B. & C.J. BROWN (2024). Benthic habitat mapping: A review of three decades of mapping biological patterns on the seafloor. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 296, 108599. <https://doi.org/10.1016/J.ECSS.2023.108599>
- MOLINA, R. & F.L. LAATZEN (1986). Corrientes en la región comprendida entre las Islas Canarias oriental, Marruecos y las Islas Madeira: Campaña “Norcanarias I.” *Rev. Geofísica* 42: 41-52.
- MURRAY ROBERTS, J., A.J. WHEELER, A. FREIWALD & S.D. CAIRNS (2009). Cold-Water Corals: The biology and geology of deep-sea coral habitats. *Cold-Water Corals: The Biology and Geology of Deep-Sea Coral Habitats*, 1-350. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511581588>
- NAIMI, B. & M.B. ARAÚJO (2016). sdm: a reproducible and extensible R platform for species distribution modelling. *Ecography* 39: 368-375. doi: 10.1111/ecog. 01881
- OSPAR COMMISSION (2010). Background Document for Deep-sea sponge aggregations. In *Biodiversity Series*.
- PHILLIPS, S.J. & M. DUDÍK (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31: 161-175. doi: 10.1111/j.2007.0906-7590.05203.x
- RICCI, F. & C. GREENING (2024). Chemosynthesis: a neglected foundation of marine ecology and biogeochemistry. *Trends in Microbiology* 32: 631-639. <https://doi.org/10.1016/J.TIM.2023.11.013>
- RIVERA, J., M. CANALS, G. LASTRAS, N. HERMIDA, D. AMBLAS, B. ARRESE, P. MARTÍN-SOSA & J. ACOSTA (2016). Morphometry of Concepcion Bank: Evidence of geological and biological processes on a large volcanic seamount of the Canary Islands Seamount Province. *PLoS ONE* 11(5): e0156337. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156337>

- ROBERTS, J.M., A.J. WHEELER & A. FREIWALD (2006). Reefs of the deep: The biology and geology of cold-water coral ecosystems. *Science* 312(5773): 543-547. [https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1119861/SUPPL\\_FILE/ROBERTS.SOM.PDF](https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1119861/SUPPL_FILE/ROBERTS.SOM.PDF)
- ROBISON, B.H. (2004). Deep pelagic biology. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 300: 253-272. <https://doi.org/10.1016/J.JEMBE.2004.01.012>
- SÁNCHEZ, F., A. RODRÍGUEZ BASALO, A. GARCÍA-ALEGRE & M. GÓMEZ-BALLESTEROS (2017). Hard-bottom bathyal habitats and keystone epibenthic species on Le Danois Bank (Cantabrian Sea). *Journal of Sea Research* 130: 134-153. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.09.005>
- SERRANO, A., J.E. CARTES, V. PAPIOL, A. PUNZÓN, A. GARCÍA-ALEGRE, J.C. ARRONTE, P. RÍOS, A. LOURIDO, I. FRUTOS & M. BLANCO (2017). Epibenthic communities of sedimentary habitats in a NE Atlantic deep seamount (Galicia Bank). *Journal of Sea Research*, 130: 154-165. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.03.004>
- SERRANO, A., J.M. GONZÁLEZ-IRUSTA, A. PUNZÓN, A. GARCÍA-ALEGRE, A. LOURIDO, P. RÍOS, M. BLANCO, M. GÓMEZ-BALLESTEROS, M. DRUET, J. CRISTOBO & J.E. CARTES (2017). Deep-sea benthic habitats modeling and mapping in a NE Atlantic seamount (Galicia Bank). *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 126 115-127. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2017.06.003>
- TEMPLADO, J., E. BALLESTEROS, I. GALPARSORO, Á. BORJA, A. SERRANO, L. MARTÍN & A. BRITO (2013). *Guía interpretativa: Inventario Español de Hábitats Marinos. Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos*. Centro de Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. <https://doi.org/208-12-231-7>
- THOMPSON, T. & S.D. FULLER (2021). *Technical measures and environmental risk assessments for deep-sea sponge conservation*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb4878en>
- VAN DEN BOGAARD, P. (2013). The origin of the Canary Island Seamount Province- New ages of old seamounts. *Scientific Reports* 3: 1-7. <https://doi.org/10.1038/srep02107>