

# LIFE IP INTEMARES

**Informe sobre la caracterización, cartografiado y estado de conservación de los hábitats bentónicos del**

**SECO DE LOS OLIVOS**

**Montaña submarina incluida en el LIC-ESZZ16003 "Sur de Almería - Seco de los Olivos"**

**(Demarcación Estrecho Gibraltar-Alborán)**

**12 de Mayo de 2020**



## ÍNDICE

1. Resumen ejecutivo	4
2. Introducción	6
3. Área de estudio	8
4. Metodología	9
4.1. Elaboración de un inventario de tipos de hábitats bentónicos	9
4.2. Modelado de distribución de los hábitats bentónicos y elaboración de cartografía detallada	11
4.3. Inventario de hábitats vulnerables considerados en normativa y convenciones internacionales	14
4.4. Caracterización de los hábitats bentónicos (superficie de ocupación, estado ambiental, vulnerabilidad y resiliencia)	15
4.4.1. Superficie de ocupación	15
4.4.2. Estado ambiental	15
4.4.2.1. Riqueza de especies e identificación de "hotspots"	16
4.4.2.2. Índice de Diversidad de Shannon- Wiener (H')	16
4.4.2.3. Índice de Diversidad Funcional	16
4.4.2.4. Composición funcional	17
4.4.3. Sensibilidad y/o vulnerabilidad de los hábitats bentónicos frente a las principales presiones	18
4.4.4. Resiliencia	19
4.5. Determinación del grado de conservación de los hábitats de interés comunitario	20
5. Resultados	22
5.1. Inventario de tipos de hábitats bentónicos	22
5.2. Distribución y cartografiado de los hábitats bentónicos	26
5.3. Hábitats Vulnerables considerados en normativa y Convenciones internacionales	32
5.4. Caracterización de los hábitats bentónicos	37
5.4.1. Superficie de ocupación	37
5.4.2. Estado ambiental	40
5.4.2.1. Riqueza de especies e identificación de "hotspots"	41
5.4.2.2. Índice de Diversidad de Shannon- Wiener (H')	43
5.4.2.3. Índice de Diversidad Funcional	44
5.4.2.4. Composición funcional	44
5.4.3. Sensibilidad y/o vulnerabilidad de los hábitats bentónicos frente a las principales presiones	47
5.4.4. Resiliencia	50
5.4.5. Grado de conservación de los hábitats de interés comunitario	50
6. Conclusiones y recomendaciones	55
7. Referencias bibliográficas	50

## ANEXOS

Anexo I. Cartografía de hábitats bentónicos presentes en el Seco de los Olivos, Montaña submarina incluida en el LIC-ESZZ16003-Sur de Almería - Seco de los Olivos.

- Hábitats bentónicos – Escenario 1 (umbral: prevalencia)
- Hábitats bentónicos – Escenario 2 (umbral: kappa)
- Hábitat 1170 Arrecifes – Escenario 1 (umbral: prevalencia)
- Hábitat 1170 Arrecifes – Escenario 2 (umbral: kappa)
- Hábitat 1170 Arrecifes y Hábitats Vulnerables no incluidos en normativas de protección– Escenario 1 (umbral: prevalencia)
- Hábitat 1170 Arrecifes y Hábitats Vulnerables no incluidos en normativas de protección– Escenario 2 (umbral: kappa)
- Riqueza de especies
- Diversidad de Shannon-Wiener– Escenario 1 (umbral: prevalencia)
- Diversidad de Shannon-Wiener– Escenario 2 (umbral: kappa)
- Sensibilidad a la pesca de arrastre– Escenario 1 (umbral: prevalencia)
- Sensibilidad a la pesca de arrastre– Escenario 2 (umbral: kappa)
- Sensibilidad a la pesca de palangre– Escenario 1 (umbral: prevalencia)
- Sensibilidad a la pesca de palangre– Escenario 2 (umbral: kappa)

*Autor/es del informe: Ana de la Torriente, Alberto Serrano, José Manuel Irusta-González, Francisco Sánchez.*

*Otros participantes en análisis y cartografía de Hábitats bentónicos: Ricardo Aguilar, Marián Blanco, Antonio Punzón*

## 1. Resumen ejecutivo

La montaña submarina Seco de los Olivos está localizada dentro del LIC- ESZZ16003- "Sur de Almería- Seco de los Olivos", designado para formar parte de la Red Natura 2000 en 2015 debido a la existencia de los hábitats 1120 (praderas de *Posidonia oceanica*) y 1170 (Arrecifes), ambos descritos en el Anexo I de la Directiva Hábitats (92/43/CEE) y la presencia de tortuga boba (*Caretta caretta*) y delfín mular (*Tursiops truncatus*), especies contempladas en el Anexo II de la misma Directiva. Sin embargo, en la montaña submarina Seco de los Olivos, solamente está presente el hábitat 1170, ya que las praderas de *Posidonia oceanica* están localizadas entre la superficie y los 40-45 m de profundidad, quedando por lo tanto su distribución limitada a las zonas costeras.

En este informe se presenta una nueva actualización del inventario de tipos de hábitats bentónicos, así como su caracterización, cartografiado y el estudio de su estado de conservación. Para ello se tomaron como punto de partida los datos recopilados en el marco del proyecto LIFE+ INDEMARES que consistieron en la grabación de 73 horas de vídeos de alta resolución mediante el uso de un ROV (*Remotely Operated Vehicle*) y en la caracterización morfosedimentaria tanto del Seco de los Olivos como de sus inmediaciones.

En total, se identificaron 13 hábitats bentónicos biogénicos en el Seco de los Olivos, de los cuales 8 están englobados en la tipología del hábitat de interés comunitario 1170-Arrecifes, el único por el que la zona ha sido considerada para su designación como "Lugar de Interés Comunitario". Adicionalmente, estos 13 hábitats biogénicos incluyeron otros 2 hábitats que han sido propuestos por el Comité Científico del proyecto INTEMARES para su consideración también como hábitat 1170. Por otro lado, y a pesar de que el hábitat de interés comunitario 1110- "Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda" no fue registrado en la zona cuando el área fue designada como Lugar de Importancia Comunitaria, 2 de los hábitats biogénicos identificados y cartografiados han sido propuestos por el mismo Comité para su incorporación a la definición del hábitat 1110.

Este informe contribuye a la mejora del conocimiento en relación a la caracterización, cartografiado y el estudio del estado de conservación de los hábitats bentónicos identificados en el Seco de los Olivos. La información se presenta considerando 2 escenarios diferentes de distribución de los hábitats basados en 2 umbrales diferentes: prevalencia y kappa. En función del umbral utilizado, la representatividad o superficie de ocupación del hábitat 1170 "arrecifes" en la montaña submarina Seco de los Olivos varió entre 1.971,49 ha (28,35%) y 642,94 ha (9,24%), mientras que su superficie relativa (en relación a la superficie del hábitat en territorio nacional) se situó entre 0.18% y el 0.06% de su distribución. El estudio de la riqueza, diversidad, composición funcional, así como la identificación de las zonas con mayor sensibilidad a la pesca de palangre y arrastre, permite obtener valiosa información a la hora de diseñar su gestión y conservación. Para ello se compararon los hábitats biogénicos y no biogénicos, poniendo de relieve la importancia de las especies estructurantes en la composición taxonómica y funcional de los diferentes hábitats. El grado de conservación del hábitat 1170-Arrecifes se definió como "buena" en el 90,65% - 97,4% de su distribución y como "mediana o reducida" en el 2,6% - 9,3%.

## Executive Summary

The Seco de los Olivos Seamount is located within the SCI- ESZZ16003- "Sur de Almería-Seco de los Olivos", designated in 2015 to be part of the Natura 2000 Network due to the existence of the habitats 1120 (*Posidonia oceanica* meadows) and 1170 (Reefs), both described in Annex I of the Habitats Directive (92/43/EEC), and the presence of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) and bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), species listed in Annex II of the same Directive. However, in the Seco de los Olivos Seamount, only the habitat 1170 is present, since the *Posidonia oceanica* meadows are present between the surface and 40-45 m deep, leaving its distribution limited to the coastal areas.

This report presents a further update of the inventory of benthic habitat types, as well as their characterization, mapping and the study of their conservation status. For this purpose, the data collected within the framework of the LIFE+ INDEMARES project were taken as a starting point. This consisted of the recording of 73 hours of high-resolution videos using an ROV (Remotely Operated Vehicle) and the morphosedimentary characterization of both the Seco de los Olivos and its surroundings.

In total, 13 biogenic benthic habitats were identified in Seco de los Olivos, of which 8 are included in the habitat type of community interest "1170-Reefs", the only one for which the area has been considered for designation as a "Site of Community Interest". Additionally, 2 other habitats have been identified and proposed by the Scientific Committee of the INTEMARES project for their incorporation into the definition of this same habitat 1170. On the other hand, and despite the fact that habitat 1110- "Sandbanks permanently covered by sea water, shallow" was not recorded in the area when the area was designated as a Site of Community Importance, 2 habitats were identified and mapped and were also proposed by the same Committee for incorporation into the definition of habitat 1110.

This report contributes to the improvement of knowledge regarding the characterization, mapping and study of the conservation status of the identified benthic habitats on the Seco de los Olivos Seamount. The information is presented considering 2 different habitat distribution scenarios based on 2 different thresholds: prevalence and kappa. Depending on the threshold used, the representativity or area covered by the habitat 1170 "Reef" on the Seco de los Olivos Seamount varied between 1,971.49 ha (28.35%) and 642.94 ha (9.24%), while its relative surface, (in relation to the surface of the habitat in national territory) was between 0.18% and 0.06% of its distribution. The study of the richness, diversity, functional composition, as well as the identification of the most sensitive areas to longline and trawl fishing, allows us to obtain valuable information when designing their management and conservation. To this end, biogenic and non-biogenic habitats were compared, highlighting the importance of structuring species in the taxonomic and functional composition of the different habitats. The degree of conservation of the 1170-Reefs habitat was defined as "good" in 90.65% - 97.4% of its distribution and as "medium or reduced" in 2.6% - 9.3%.

## 2. Introducción

Enmarcadas en el proyecto LIFE+INDEMARES, se realizaron durante los años 2009 y 2013 diversas campañas de investigación con el fin de recopilar información relevante sobre la idoneidad de crear un área marina protegida en la montaña submarina Seco de los Olivos. Diversas instituciones y organizaciones (Instituto Español de Oceanografía, Oceana, Alnitak y SEO/BirdLife) estudiaron las características oceanográficas y geomorfológicas, así como los hábitats bentónicos existentes en la montaña submarina y monitorizaron cetáceos, aves y tortugas en la zona de estudio.

Como resultado de este proyecto se publicó el informe "Sur de Almería- Seco de los Olivos. Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES" (De la Torriente et al., 2014) y se aprobó la propuesta a la Comisión Europea de inclusión de esta zona en la lista de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) de la Red Natura 2000 (Orden AAA/2280/2014, de 1 de diciembre). Lo que convierte a esta zona en merecedora de formar parte de esta red ecológica europea es la existencia de los hábitats 1120 (praderas de *Posidonia oceanica*) y 1170 (Arrecifes), ambos descritos en el Anexo I de la Directiva Hábitats (92/43/CEE) y la presencia de tortuga boba (*Caretta caretta*) y delfín mular (*Tursiops truncatus*), especies contempladas en el Anexo II de la DH.

Con la adopción de la novena lista actualizada de los lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea, la Comisión Europea incorporó el LIC ESZZ16003 Sur de Almería- Seco de los Olivos en la Red Natura 2000 (Decisión Ejecutiva (UE) 2015/2374 de la Comisión de 26 de noviembre de 2015). Sin embargo, la futura declaración de este LIC como Zona de Especial Conservación (ZEC) requiere la elaboración de un plan de gestión que contemple medidas integradas que aseguren la conservación de los hábitats y especies para los que fue creada, por lo que son necesarias algunas mejoras del conocimiento en esta zona ya declarada. Para ello, en el marco del proyecto LIFE IP INTEMARES "Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español" y específicamente en la Acción A2.1, se contempla la realización de un Inventario de tipos de hábitats RN2000 con superficies de ocupación, estado ambiental, vulnerabilidad y resiliencia, y de un inventario de hábitats vulnerables considerados en convenciones internacionales como OSPAR y el Convenio de Barcelona.

Este informe aborda estas mejoras de conocimiento relacionadas con estos inventarios de tipos de hábitats bentónicos y se presenta como una continuación de otros 2 informes previos, encuadrados como productos entregables de la Acción A2.1 de INTEMARES: (i) Informe sobre el estado actual de conocimiento de la biodiversidad del Seco de los Olivos, Montaña submarina incluida en el LIC-ESZZ16003-Sur de Almería- Seco de los Olivos (Demarcación Estrecho Gibraltar- Alborán) (Ríos et al., 2019), y (ii) Informe sobre la distribución espacial de características geomorfológicas y sedimentarias del Seco de los Olivos, Montaña submarina incluida en el LIC- ESZZ16003- Sur de Almería- Seco de los Olivos (Demarcación Estrecho Gibraltar- Alborán) (Fernández-Sala et al., 2020) .

Los resultados que se muestran en este informe han sido obtenidos en el marco de los proyectos de investigación LIFE+ INDEMARES, EUSeaMap, EcAprHA y LIFE+ INTEMARES y algunos de ellos han sido publicados en las revistas Deep Sea Research Part I (De la

Torriente et al., 2018), Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems (De la Torriente et al., 2019), Ecological Indicators (De la Torriente et al., 2020) y Marine Policy (De la Torriente et al., 2021; Under review).

### 3. Área de estudio

El LIC Sur de Almería- Seco de los Olivos, con una extensión de 2.829 Km<sup>2</sup>, se localiza en el Mar de Alborán, región más occidental del mar Mediterráneo (Fig. 1). En la zona suroeste del LIC se encuentra el Seco de los Olivos, una montaña submarina de origen volcánico. También conocida como Chella Bank, esta elevación se encuentra a unas 10 millas al sur de la costa de la Península Ibérica. Estrictamente hablando y con una altitud sobre el fondo menor a los 1.000 metros, el Seco de los Olivos no se ajusta a la definición de montaña submarina, siendo la denominación más apropiada banco o montículo (Kennett, 1982; OHI, 2009). Sin embargo, desde un punto de vista ecológico, esta elevación es comúnmente denominada como montaña submarina (Morato et al., 2013; Pitcher et al., 2007; Staudigel et al., 2010).

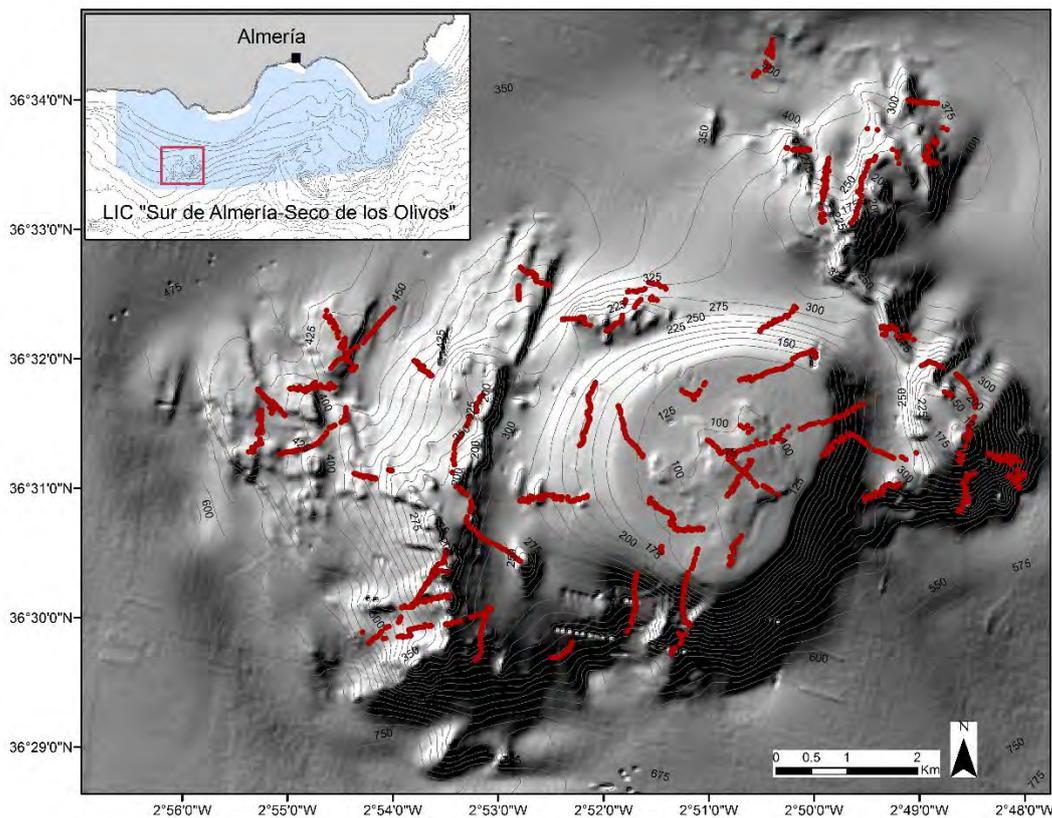


Figura 1. Mapa de la montaña submarina Seco de los Olivos localizada 10 millas náuticas al sur de la costa española. Las líneas rojas muestran los transectos de ROV llevados a cabo durante el proyecto INDEMARES. Las líneas batimétricas representan intervalos de 50 metros de profundidad.

La montaña submarina Seco de los Olivos está compuesta por una elevación central o "guyot" de forma subcircular cuya cima es playa y dos elevaciones más abruptas o pináculos que lo rodean al noreste y suroeste. La cima central se encuentra a 76 metros de profundidad mientras que las cimas de las otras 2 elevaciones laterales se encuentran más profundas, a unos 150 metros. En conjunto, la montaña submarina cubre una superficie aproximada de 69,55 Km<sup>2</sup>. La ladera norte del guyot, de pendientes suaves y materiales sedimentarios detríticos, cae hasta los 400 m de profundidad, mientras que la ladera sur, más escarpada, cae hasta mayores profundidades, alrededor de los 700 m. Las laderas de las crestas adyacentes laterales son rocosas y de pendientes pronunciadas. El resto de la zona de estudio entre la elevación central y las elevaciones laterales, se corresponde con el talud continental donde el porcentaje de fango aumenta (Fernández-Salas et al., 2020). En su conjunto, la montaña submarina abarca un área total de unos 100 km<sup>2</sup>. Para más información puede consultarse el informe sobre geomorfología de esta zona (Fernández-Sala et al., 2020)

El Seco de los Olivos, localizado donde se encuentran las masas de agua Atlántica y mediterránea en el Estrecho de Gibraltar, ofrece gran diversidad de sustratos y unidades geomorfológicas distintas, acogiendo en su conjunto una gran biodiversidad (De la Torriente et al., 2014, 2018). En términos de hidrodinamismo, son dos las masas de agua que pueden tener un papel esencial en la distribución de la fauna bentónica: las aguas del Atlántico (Atlantic Water, AW) que fluyen hacia el Este en una capa sub-superficial entre los 150 y los 200 m de profundidad y una masa de agua mediterráneo (Levantine Intermediate Water, LIW), más densa y más salina, que fluye hacia el Oeste entre los 200 y los 600 m de profundidad (Hernández-Molina et al., 2002; Palomino et al., 2011).

## 4. Metodología

La mejora del conocimiento de los tipos de hábitats bentónicos en esta zona, ya declarada como LIC respecto al conocimiento que se obtuvo en el proyecto INDEMARES, ha estado relacionada principalmente con 4 aspectos:

- (a) Elaboración de un inventario de tipos de hábitats bentónicos.
- (b) Modelado de distribución de los hábitats bentónicos y elaboración de cartografía detallada.
- (c) Caracterización de los hábitats bentónicos (superficie de ocupación, estado ambiental, vulnerabilidad y resiliencia).
- (d) Creación de un inventario de hábitats vulnerables considerados en convenciones internacionales mediante pasarelas de equivalencias.

### 4.1. Elaboración de un inventario de tipos de hábitats bentónicos

La identificación de los hábitats bentónicos se realizó a partir de los datos obtenidos por Oceana mediante un ROV (*Remotely Operated Vehicle*) durante 3 campañas llevadas a cabo entre los años 2010 y 2012, y de los datos geofísicos (perfiles sísmicos de alta resolución y

sonda acústica multihaz) obtenidos por el Instituto Español de Oceanografía en una campaña realizada en el año 2012.

En total se analizaron 55 transectos de ROV (Fig.1) que correspondieron a unas 73 horas de grabación de vídeo de alta resolución (Full HD: 1920x1080 píxeles). De esta forma se obtuvo información visual de fondos entre los 76 y los 700 metros de profundidad cubriendo unos 67,52 km localizados de forma dispersa por el área de estudio. Teniendo en cuenta que sólo se consideraron aquellos vídeos grabados a una distancia del fondo menor a los 2 m, se estima que la cobertura media fue de unos 118.160 m<sup>2</sup> aproximadamente. Durante el proyecto INDEMARES, todos los megainvertebrados (>2cm) bentónicos fueron identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Para definir el componente biológico de cada hábitat solamente se tuvieron en cuenta las especies estructurantes, de acuerdo a la definición de ingenieros ecosistémicos de Jones et al. (1994). Finalmente se identificaron las comunidades más frecuentes y se asoció el tipo de sustrato correspondiente a cada una de ellas. Más información referida a la metodología de los transectos con ROV puede obtenerse en De la Torre et al., 2014.

Posteriormente, se ha procedido al análisis más riguroso de los vídeos de ROV, aplicando mejores estándares metodológicos. Para ello, los transectos de ROV fueron divididos en 2435 muestras de 1 minuto de tiempo de movimiento continuo (aproximadamente 13 metros de longitud) a una velocidad de 0.2-0.4 nudos. El tiempo de muestreo se detuvo cuando el ROV se detenía (por ejemplo, para centrarse en una característica específica) y continuó una vez que el ROV reanudó el movimiento. Cada muestra fue caracterizada por el tipo de fondo (fango, arena detrítica, maërl-rodolitos, esqueletos de coral-*dead framework* y roca), la posición media (latitud-longitud), la profundidad (circalitoral < 200 m y batial > 200 m) y la abundancia de cada especie o morfotipo biológico estructurante identificado. Para asegurar que cada muestra correspondiera a un tipo de sustrato único y para evitar la mezcla de especies de diferentes hábitats en la misma muestra, el tiempo de muestreo de cada muestra finalizó antes de 1 minuto siempre que el tipo de sustrato cambiaba y fue eliminada de los posteriores análisis.

La identificación y definición de los hábitats bentónicos se realizó basándonos en 3 componentes: biológica, profundidad y tipo de sustrato.

Para definir la componente biológica, se seleccionaron sólo aquellas muestras que tuvieran una abundancia mínima de 5 de alguna de las especies estructurantes, basándonos en el umbral determinado por la curva de la riqueza media de especies (De la Torre et al., 2018). Por lo tanto, para identificar los hábitats se utilizaron 49 morfotipos biológicos y 720 muestras del total. Las principales comunidades o agrupaciones se identificaron mediante un análisis de clasificación jerárquica (clúster) utilizando el índice de similitud de Bray Curtis y el algoritmo UPGMA. Posteriormente, las especies típicas de cada agrupación fueron seleccionadas mediante 2 aproximaciones complementarias: análisis SIMPER (Clarke and Warwick, 2001) y análisis IndVal (Dufrêne and Legendre, 1997). Aquellas especies que fueron identificadas como típicas por los 2 análisis, fueron consideradas como la componente biológica característica de cada hábitat.

Para definir las componentes abióticas de los hábitats, se asociaron los datos de profundidad y tipo de sustrato (Figura 2) a cada agrupación biológica.

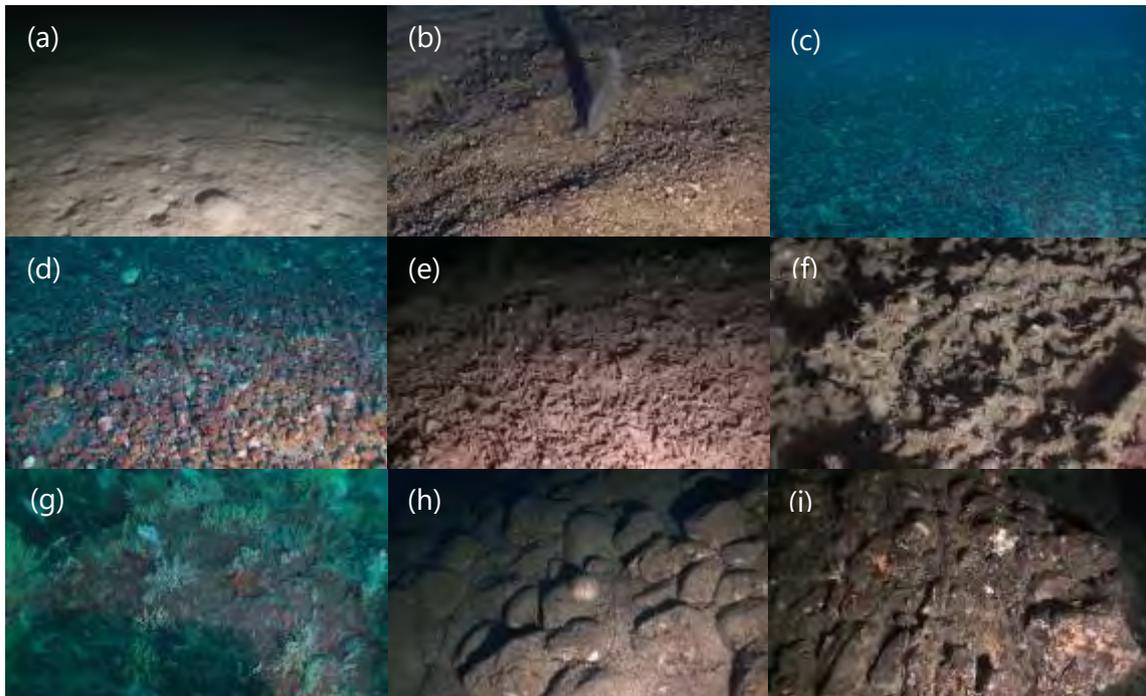


Figura 2. Tipos de sustrato identificados a partir de las imágenes de ROV: (a) fango: sedimento fino, (b) arena detrítica: sedimento no consolidado compuesto de tamaño de grano de arena que incluye componentes biogénicos, (c,d) mäerl-rodolitos: nódulos libres de algas coralinas, (e,f) *dead coral framework*: estructura tridimensional de restos de coral muerto, and (g,h,i) roca: desde grava hasta roca firme, incluyendo guijarros, cantos rodados y bloques de roca suelta.

## 4.2. Modelado de distribución de los hábitats bentónicos y elaboración de cartografía detallada

La distribución de los hábitats bentónicos biogénicos (estructurados por su componente biológica) fue inicialmente cartografiada en el marco del proyecto INDEMARES en base a las unidades geomorfológicas existente en la zona de estudio. Con el fin de mejorar y aplicar estándares metodológicos más precisos, posteriormente se aplicó una nueva aproximación metodológica:

Un primer pasó consistió en conocer el papel de las características ambientales en la distribución de los hábitats biogénicos. Para ello primero se obtuvieron, además de variables abióticas como la profundidad y el tipo de sustrato, otras 6 variables ambientales que fueron mejoradas por los estudios geológicos y los resultados mostrados en un informe previo (Fernández-Salas et al., 2020): reflectividad, pendiente, orientación, rugosidad y BPI (*Benthic Position Index*) -de todas ellas, rugosidad fue eliminada de los posteriores análisis por estar significativamente correlacionada con la pendiente- (Fig. 3), y segundo se realizó un análisis de redundancia (RDA), con el objetivo de establecer las principales variables que caracterizan los diferentes hábitats e influyen en su distribución.

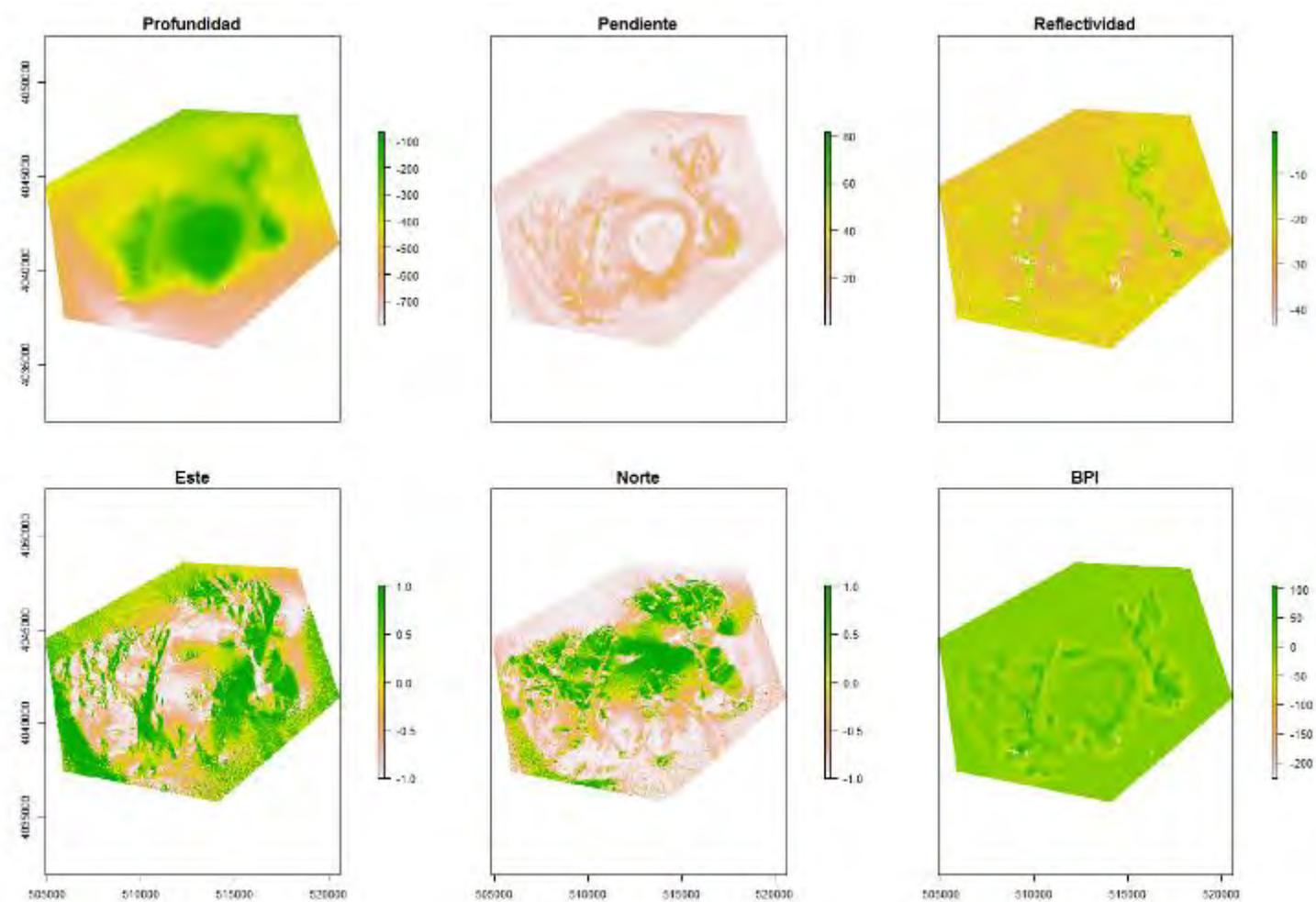


Figura 3. Variables ambientales utilizadas en el análisis de redundancia (RDA) y en el modelado de hábitats: profundidad (metros), pendiente (grados de inclinación), reflectividad (dB), orientación Este (radianes), orientación Norte (radianes) y BPI.

Un segundo paso consistió en el modelado de la distribución de los hábitats y su posterior cartografiado. De los 13 hábitats biogénicos identificados, tan sólo 9 pudieron ser modelados y mapeados ya que el número de muestras obtenidas de los restantes hábitats era insuficiente. Se emplearon modelos aditivos generalizados (GAMs; Hastie and Tibshirani, 1990) con distribución binomial para relacionar la probabilidad de presencia de cada hábitat con las condiciones ambientales locales en el área de estudio.

El modelo completo usado para analizar los 9 hábitats fue:

$$Ph_i = \beta_i + s(\text{profundidad}) + s(\text{pendiente}) + s(\text{reflectividad}) + s(\text{este}) + s(\text{norte}) + s(\text{BPI}) + \varepsilon_i$$

donde Phi es la probabilidad de presencia de cada hábitat  $i$ ,  $\beta_i$  es la constante o intersección,  $s$  es una función de suavizado isotrópica (una para cada variable y modelo), y  $\varepsilon_i$  es el término de error.

La selección de las variables explicativas de cada modelo para cada hábitat se realizó mediante el procedimiento por pasos hacia atrás/hacia adelante, basado en el criterio de información de Akaike (AIC; Akaike, 1973); de esta forma se eligen los modelos con el mejor balance entre el error y la precisión. Para comprobar la existencia de autocorrelación espacial de los residuos de los modelos, se utilizaron variogramas y el índice  $I$  de Moran, lo que permitió detectar que la autocorrelación espacial para todos los hábitats era muy débil. Aun así, para compensar posibles errores de inflación en los valores de  $P$  utilizados para determinar si el efecto de una variable explicativa era o no significativo, estos valores se redujeron a 0,01 (Fortin and Dale, 2005; Giannoulaki et al., 2017). La capacidad predictiva de los modelos se comprobó mediante la técnica de la validación cruzada, usando dos estadísticos diferentes: la curva característica operativa del receptor (curva ROC, llamada comúnmente AUC- "Área Under the Curve"; Fielding and Bell, 1997) que clasifica los valores en predicción "excelente (0.90- 1.00), "buena" (0.80- 0.89), "válida" (0.70-0.79), "pobre" (0.60-0.69) y "mala" (0.50-0.59) (Gonzalez-Mirelis and Buhl-Mortensen, 2015); y el coeficiente kappa de Cohen (Cohen, 1960), que clasifica los valores de predicción en "excelente" (>0.75), "de intermedia a buena" (0.40-0.75) y "mala" (<0.40) (Fleiss, 1991).

Los hábitats bentónicos no biogénicos fueron obtenidos mediante el cruce de capas GIS de tipo de fondo (diferenciando entre fondos blandos, fondos de rodolitos y fondos duros) y batimetría (diferenciando entre hábitats circalitorales y profundos). El resultado final fue una capa de hábitats con 5 categorías: fondos blandos circalitorales, fondos duros circalitorales, fondos de rodolitos circalitorales, fondos blandos batiales y fondos duros batiales.

Para finalizar, se cartografiaron las predicciones de distribución de todos los hábitats a partir de los mejores modelos de cada hábitat. Con el objetivo de ofrecer a los gestores un único mapa con la distribución de todos los hábitats y así facilitar el diseño del futuro plan de gestión, se unieron todos los modelos de todos los hábitats en uno sólo. La selección del hábitat biogénico para cada cuadrícula se realizó utilizando 4 umbrales diferentes: prevalencia, cuantil 10, sensibilidad-especificidad y kappa (Freeman and Moisen, 2008) de forma que se obtuvieran 4 mapas de hábitats con 4 escenarios diferentes. Para ello se calcularon los valores de los diferentes umbrales de cada hábitat y posteriormente, en cada

cuadrícula, se eliminaron todos los valores de probabilidad de cada hábitat menores que el valor de su umbral. A continuación, se seleccionó para cada cuadrícula el hábitat con mayor probabilidad de presencia. Aquellas cuadrículas con valores nulos para todos los hábitats, fueron clasificados como "*no prediction*". En último lugar, estas cuadrículas sin predicción para hábitats biogénicos fueron solapadas con las predicciones obtenidas para hábitats no biogénicos, de forma que se seleccionó en cada cuadrícula "*no prediction*" el hábitat no biogénico presente.

Como consecuencia de este segundo paso se obtuvieron 4 mapas continuos de hábitats bentónicos, tanto biogénicos como no biogénicos, que muestran 4 escenarios diferentes (correspondientes a los 4 umbrales en la predicción). Debido a que 3 de los 4 escenarios presentaron valores muy similares, se redujeron los escenarios posibles a dos y se seleccionaron tan sólo el escenario máximo (umbral="prevalencia") y el escenario mínimo (umbral="kappa") para realizar los posteriores análisis.

### 4.3. Inventario de hábitats vulnerables considerados en normativa y convenciones internacionales

Existen diversas clasificaciones de hábitats bentónicos enfocadas a representar la heterogeneidad global del fondo marino. En Europa, la clasificación EUNIS (*European Union Natura Information System*) describe y clasifica, de forma jerárquica, diferentes tipos de hábitats existentes en Europa, incluyendo también los hábitats marinos. Otras clasificaciones están orientadas a clasificar sólo aquellos hábitats que necesitan protección, como es el caso del Anexo I de la Directiva Hábitats (92/43/CEE).

A nivel regional se han elaborado, de acuerdo al Plan de Acción para el Mediterráneo del Convenio para la protección del medio marino y la región costera del Mediterráneo (Convenio de Barcelona), 2 listas de hábitats: (i) una clasificación de referencia de los tipos de hábitat bentónicos marinos existentes en la región mediterránea y (ii) una lista de referencia de los tipos de hábitats marinos prioritarios para la selección de áreas que deben incluirse en las redes nacional de Lugares de Interés para la Conservación en el Mediterráneo.

Adicionalmente, en España se elaboró un listado de clasificación jerárquica con el objetivo de alcanzar un lenguaje común entre científicos, técnicos y gestores denominado Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos (Templado et al., 2012).

En el marco del proyecto INDEMARES, con el objetivo de unificar las diversas nomenclaturas que se aplican a hábitats similares, se elaboró una tabla de pasarelas entre los hábitats y sus correspondencias en la clasificación EUNIS y en el Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos. Estas pasarelas son imprescindibles para la correcta elaboración de herramientas de gestión y monitoreo. Debido a que al aplicar metodologías de análisis más avanzadas para identificar los hábitats en el Seco de los Olivos en el marco del proyecto INTEMARES el listado obtenido ha sufrido algunos cambios, se elaboró una nueva tabla de pasarelas donde, además, se añaden los hábitats contenidos en la clasificación de referencia para la región mediterránea del Convenio de Barcelona.

## 4.4. Caracterización de los hábitats bentónicos (superficie de ocupación, estado ambiental, vulnerabilidad y resiliencia)

Con posterioridad al proyecto INDEMARES, se ha realizado un avance importante de conocimiento en relación a la caracterización de los hábitats bentónicos. Esta caracterización se basó en el cálculo de la superficie de ocupación de cada hábitat y la descripción de su estado ambiental, vulnerabilidad frente a potenciales amenazas en la zona de estudio y resiliencia.

### 4.4.1. Superficie de ocupación

A partir de los resultados obtenidos en el modelado y cartografiado de los hábitats bentónicos, se calcularon las superficies de ocupación de cada hábitat bentónico. Estas superficies pueden sufrir variaciones en función del umbral de probabilidad de presencia de cada hábitat utilizado para definir sus distribuciones, que dependerá del objetivo específico de gestión. En el marco del proyecto INTEMARES, se ofrecen dos escenarios diferentes derivados del uso de 2 umbrales aceptados desde el punto de vista estadístico (prevalencia y kappa) y que corresponden a los escenarios máximo y mínimo. La prevalencia es la proporción de presencias mientras que el valor umbral al que hemos llamado "kappa", es en realidad el valor umbral que maximiza el valor para este parámetro (Fielding and Bell, 1997).

El dato final de la superficie ocupada se obtuvo, por lo tanto, a partir de los polígonos de cada hábitat de los mapas finales obtenidos utilizando prevalencia y kappa como umbrales.

Finalmente, se evaluó la representatividad y la superficie relativa de los hábitats de interés comunitario presentes en la zona de estudio a partir de la superficie de ocupación calculada para cada uno de ellos.

En el caso de la superficie relativa, de acuerdo al manual de interpretación del Formulario Normalizado de Datos de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 (FND), a cada hábitat se le asignó la letra A, B o C en función del porcentaje obtenido 'p':

A:  $100 \geq p > 15 \%$

B:  $15 \geq p > 2 \%$

C:  $2 \geq p > 0 \%$

### 4.4.2. Estado ambiental

La descripción del estado ambiental de los hábitats se basó en la evaluación de las comunidades típicas de cada hábitat en términos de abundancia relativa. En concreto se estudió la composición taxonómica y funcional de cada hábitat utilizando los indicadores que se detallan a continuación:

- Riqueza de especies e identificación de "hotspots"

- Índice de Diversidad de Shannon- Wiener
- Índice de Diversidad Funcional
- Composición funcional

Adicionalmente, se puso especial énfasis en el análisis comparativo entre los hábitats estructurados por su componente biológica (especies estructurantes) denominados "hábitats biogénicos" y los hábitats sin un importante componente biológico denominados "hábitats no biogénicos". Para ello se clasificaron todos los hábitats, con y sin componente biológico, en función de la profundidad y el tipo de sustrato, de modo que se obtuvieron 5 categorías:

- (1) Hábitats circalitorales en fondo blando (fango y arena)
- (2) Hábitats circalitorales en fondo duro (restos de *coral framework*, roca, bloques, etc.)
- (3) Hábitats circalitorales en fondo mixto (arena y rodolitos)
- (4) Hábitats batiales en fondo blando (fango y arena)
- (5) Hábitats batiales en fondo duro (restos de *coral framework*, roca, bloques, etc.)

Posteriormente se compararon entre sí los hábitats que estuvieron encuadrados en cada categoría.

#### 4.4.2.1. Riqueza de especies e identificación de "hotspots"

Como una medida de la diversidad  $\alpha$  se calculó la riqueza media por hábitat, considerada como el número medio de especies distintas. Las diferencias significativas entre hábitats dentro de las mismas categorías fueron evaluadas utilizando el test no paramétrico de Kruskal-Wallis (Kruskal and Wallis, 1952) y cuando se detectaron, se realizó el test estadístico "post-hoc" no paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon.

Posteriormente la riqueza fue modelada utilizando Modelos de Distribución de Especies (MDS). Para el desarrollo de esta técnica se usó un modelo aditivo generalizado (GAMs; Hastie and Tibshirani, 1990) y una distribución binomial negativa, utilizando la riqueza por muestra como variable respuesta y 7 variables explicativas (profundidad, pendiente, reflectividad, orientación este, orientación norte, BPI y tipo de hábitat).

El modelo completo usado fue:

$$PR_i = \beta + s(\text{profundidad}) + s(\text{pendiente}) + s(\text{reflectividad}) + s(\text{este}) + s(\text{norte}) \\ + s(\text{tipo de hábitat}) + s(\text{BPI}) + \varepsilon_i$$

donde  $PR_i$  es la riqueza por muestra,  $\beta$  es la constante o intersección,  $s$  es una función de suavizado isotrópica (una para cada variable), y  $\varepsilon_i$  es el término de error.

La selección de las variables explicativas de cada modelo para cada hábitat, la comprobación de la existencia de autocorrelación espacial de los residuos de los modelos y la precisión de los mismos se realizó de la misma manera y usando las mismas técnicas que en el modelado de distribución de los hábitats bentónicos (punto 4.2).

#### 4.4.2.2. Índice de Diversidad de Shannon- Wiener (H')

Como otra medida adicional de la diversidad  $\alpha$  se utilizó el índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H', using  $\log_2$ ; Shannon, 1948) para cada hábitat, calculado para expresar cuán uniformemente se distribuyen los individuos entre las diferentes especies dentro de los hábitats. La existencia de diferencias significativas entre hábitats dentro de una misma categoría fue evaluada utilizando los test no paramétricos de Kruskal-Wallis y de Mann-Whitney-Wilcoxon.

#### 4.4.2.3. Índice de Diversidad Funcional

La composición funcional de cada hábitat puede expresarse mediante el uso de tres grupos de índices, cada uno de los cuales describe aspectos diferentes: riqueza funcional, equitatividad funcional y divergencia funcional. Entre todos ellos, la entropía cuadrática de Rao (RQE) incluye y combina todos los aspectos previamente mencionados en un sólo índice. Se calculó la diversidad funcional (FD) para cada hábitat usando el índice RQE con el objetivo de medir cómo difiere la composición de especies entre los diferentes hábitats basándonos en sus características funcionales. Valores altos expresan hábitats cuyas especies difieren entre sí en sus características funcionales. La existencia de diferencias significativas entre hábitats dentro de una misma categoría fue evaluada utilizando los test no paramétricos de Kruskal-Wallis y de Mann-Whitney-Wilcoxon.

#### 4.4.2.4. Composición funcional

Se comparó la composición de cada hábitat en relación a 7 características que presentan las especies: tamaño, longevidad, movilidad, posición bentónica, modo de alimentación, forma corporal y duración de la vida larvaria. Para ello se utilizó la técnica de "*Biological Traits Analysis*" que, en lugar de comparar las comunidades en base a sus composiciones taxonómicas, utiliza características de las especies relacionadas con su ciclo de vida, su morfología o su comportamiento para indicar aspectos de su funcionamiento ecológico. Las 7 características fueron seleccionadas debido a que influyen en importantes funciones y procesos ecológicos del ecosistema como metabolismo, productividad, acoplamiento bento-pelágico, dispersión, oxigenación del sedimento, fijación de energía, creación de nicho, éxito reproductivo, resiliencia, etc. La información sobre estas características de cada especie fue obtenida a partir de bases de datos *online* (MarLIN, 2006; WoRMS Editorial Board, 2019), de artículos e informes científicos y de criterio experto cuando no existía información disponible. De esta forma, a cada especie o morfotipo se le asignó un valor para cada característica de acuerdo a las modalidades descritas en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Características biológicas y modalidades utilizadas en el análisis de la diversidad, en la composición funcional y en la sensibilidad entre los diferentes hábitats bentónicos del Seco de los Olivos.

	SCORE	CRITERIA		SCORE	CRITERIA
<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	1	Pequeño (<2 cm)	<b>FORMA CORPORAL</b>	1	Aplanado (dorsal y lateralmente)
	2	Mediano (2-10 cm)		2	Globular
	3	Mediano- Grande (11-50 cm)		3	Erecto, pedunculado y arborescente
	4	Grande (>50 cm)		4	Erecto con ramificación en un único plano
<b>LONGEVIDAD</b>	1	< 5 años	<b>FIJACIÓN AL SUSTRATO</b>	1	No (sésil)
	2	5-10 años		2	No (ocasionalmente reptante)
	3	11-50 años		3	Temporal
	4	>50 años		4	Permanente
<b>MOVILIDAD</b>	1	Nadador	<b>FRAGILIDAD</b>	1	Concha dura
	2	Reptante		2	Cuerpo duro
	3	Excavador y reptante ocasional		3	Sin protección
	4	Sésil		4	Concha frágil
<b>POSICIÓN BENTÓNICA</b>	1	Galería o excavación	<b>FLEXIBILIDAD</b>	1	Alta (>45°)
	2	Superficie		2	Baja (10-45°)
	3	Emergente (> 20 cm)		3	Ninguna (<10°)
<b>MODO DE ALIMENTACIÓN</b>	1	Carroñero y/o Carnívoro	<b>DURACIÓN DE LA VIDA DE LA LARVA</b>	1	Corta (1-10 días)
	2	Depredador, omnívoro		2	Mediana (11 días- 2 meses)
	3	Depositívoro y/o suspensívoro		3	Larga (>2 meses)
	4	Filtrador			

#### 4.4.3. Sensibilidad y/o vulnerabilidad de los hábitats bentónicos frente a las principales presiones

La pesca ha sido descrita como una de las mayores presiones existentes en el Seco de los Olivos (De la Torre et al., 2014), específicamente la pesca de arrastre y de palangre. Con el fin de identificar aquellas áreas más sensibles, cuyas comunidades bentónicas pudieran verse alteradas a largo plazo como consecuencia de esta actividad, se calculó y mapeó la sensibilidad de todos los hábitats a la pesca de arrastre y a la pesca de palangre.

La sensibilidad de los hábitats se calculó a partir de la composición total de especies de cada hábitat y su sensibilidad a cada arte o aparejo de pesca. Previamente se calculó la sensibilidad utilizando únicamente las especies estructurantes de cada hábitat o utilizando tan sólo la especie más sensible de cada hábitat, pero estos análisis fueron descartados por arrojar resultados demasiado similares en todos los hábitats y, por lo tanto, menos concluyentes.

Para calcular la sensibilidad de las especies a la pesca de arrastre, usamos el índice BESITO (González-Irusta et al., 2018), el cual clasifica las especies de acuerdo a su respuesta frente a dicha actividad. El índice asigna un valor entre el 1 y el 5 a cada especie al combinar 8 características biológicas: tamaño máximo, longevidad, movilidad, fijación al sustrato, posición bentónica, flexibilidad, fragilidad y modo de alimentación.

Para calcular la sensibilidad de las especies a la pesca de palangre, igualmente clasificamos las especies de acuerdo a su respuesta frente a esta actividad, combinando tan sólo 3 características biológicas en un índice (PALINDEX) de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{PALINDEX} = \text{redondear} \left[ \frac{10 \times \text{Tamaño máximo} + 2 \times \text{Fijación al sustrato} + 3 \times \text{Forma corporal}}{8} \right]$$

Este índice "PALINDEX" asigna un valor entre el 1 y el 3 a cada especie, de forma que las especies con valores 3 son las especies más sensibles a la pesca de palangre.

La información sobre las características de cada especie utilizada en las dos fórmulas anteriores fue obtenida a partir de bases de datos *online* (MarLIN, 2006; WoRMS Editorial Board, 2019), de artículos e informes científicos y de criterio experto cuando no existía información disponible. De esta forma, a cada especie o morfotipo se le asignó un valor para cada característica de acuerdo a las modalidades descritas en la Tabla 1.

Una vez que todas las especies tenían asignado un valor de sensibilidad frente a la pesca de arrastre y a la de palangre, se calculó la sensibilidad por muestra en ambos casos mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Sensibilidad} = \frac{\sum Ni \times Bi}{N_{total}}$$

En donde  $N_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ ,  $B_i$  es la sensibilidad de la especie  $i$  (valores BESITO y PALINDEX respectivamente) y  $N_{total}$  es el número total de individuos de la muestra.

Finalmente, la sensibilidad de cada hábitat se calculó como la sensibilidad media de todas las muestras de cada hábitat y fue mapeada asignándole a cada polígono de cada hábitat su valor de sensibilidad, respectivamente. Esto se realizó para los dos umbrales máximo y mínimo anteriormente descritos.

#### 4.4.4. Resiliencia

Existe una gran diversidad de aspectos que deben ser analizados para poder conocer la resiliencia de los hábitats bentónicos y poder predecir cambios en su estructura o composición ante amenazas o perturbaciones, ya sean antropogénicas o naturales. Entre estos aspectos, se realizó una primera aproximación mediante el cálculo de la Redundancia Funcional.

##### *Redundancia Funcional*

Todas las especies no deben ser consideradas equivalentes dentro de una comunidad biológica, ya que la pérdida o adición de especies puede tener un impacto mayor o menor

en los procesos ecosistémicos dependiendo de los rasgos funcionales que poseen las mismas. Por este motivo, se estimó y comparó la redundancia funcional de los diferentes hábitats bentónicos registrado en la zona de estudio.

La redundancia funcional es una propiedad muy importante de los ecosistemas que se basa en la idea de que múltiples especies desempeñan papeles similares, si no idénticos, dentro de las comunidades y, por lo tanto, la ausencia de alguna de las especies redundantes tendría un impacto menor en los procesos ecosistémicos (Lawton y Brown 1993; Fonseca y Ganade 2001). Por lo tanto, la redundancia funcional refleja la estabilidad de las comunidades ecológicas o ecosistemas y puede utilizarse como un indicador de su resiliencia cuando se enfrenta a cambios ambientales. Aquellas comunidades biológicas con baja riqueza de especies, con una clara dominancia de determinadas especies sobre otras o con un reparto equitativo de las especies entre un número elevado de grupos funcionales, generalmente lleva asociada una baja redundancia funcional y, por lo tanto, la pérdida de especies causada por alguna perturbación genera un elevado impacto en la comunidad ecológica.

Se calculó la Redundancia Funcional como la relación entre la diversidad taxonómica y la funcional, es decir, mediante la ratio entre la Diversidad Funcional y la Diversidad de Shannon- Wiener ( $FD/H'$ ), de forma que el aumento de esta relación indica un descenso de la redundancia funcional. La existencia de diferencias significativas entre hábitats dentro de una misma categoría fue evaluada utilizando los test no paramétricos de Kruskal-Wallis y de Mann-Whitney-Wilcoxon.

#### **4.5. Determinación del grado de conservación de los hábitats de interés comunitario.**

El grado de conservación de los hábitats de interés comunitario se evaluó en base a 3 subcriterios, de acuerdo al manual de interpretación del Formulario Normalizado de Datos de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 (FND):

- Grado de conservación de la estructura
- Grado de conservación de las funciones
- Posibilidad de restauración

El estudio y primer análisis y evaluación del estado ambiental de los datos obtenidos en la zona durante el periodo de estudio, ha permitido establecer una línea base y conocimiento básico de las comunidades existentes. Sin embargo, la ausencia de series históricas de datos de la misma zona de estudio, junto con la falta de determinación de umbrales y de criterios que definan las diferentes categorías impidieron hacer una completa y objetiva evaluación del grado de conservación.

Por este motivo, se utilizaron los siguientes criterios, procedentes del 'criterio experto' más que de una evaluación objetiva numérica, para definir los 3 subcriterios:

#### Grado de conservación de la estructura:

- (i) Estructura excelente: sin signos evidentes de perturbación.
- (ii) Estructura bien conservada: con signos de existencia de posible perturbación, pero manteniendo la estructura de hábitat biogénico y sin registros de especies claramente dañadas.
- (iii) Estructura mediana o parcialmente degradada: con signos de existencia de posible perturbación, pero manteniendo la estructura de hábitat biogénico y con claros registros de especies dañadas.

#### Grado de conservación de las funciones:

- (i) Perspectivas excelentes: seguridad de que el hábitat mantenga su estructura y funciones en el futuro si se aplican medidas de conservación adecuadas.
- (ii) Perspectivas buenas: media y elevada probabilidad de que el hábitat mantenga su estructura y funciones en el futuro si se aplican medidas de conservación adecuadas.
- (iii) Perspectivas medianas o desfavorables: baja o nula probabilidad de que el hábitat mantenga su estructura y funciones en el futuro si se aplican medidas de conservación adecuadas.

#### Posibilidad de restauración:

- (i) Restauración fácil: elevada probabilidad de éxito desde el punto de vista ecológico y baja relación coste-eficacia.
- (ii) Restauración posible con un esfuerzo medio: probabilidad de éxito media desde el punto de vista ecológico y relación coste-eficacia media.
- (iii) Restauración difícil o imposible: baja o nula probabilidad de éxito desde el punto de vista ecológico, independientemente de la relación coste-eficacia.

Finalmente, y siguiendo las indicaciones y el esquema del manual de interpretación del Formulario Normalizado de Datos de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 (FND), el grado de conservación se clasificó en:

1. Excelente
2. Buena
3. Mediana o reducida

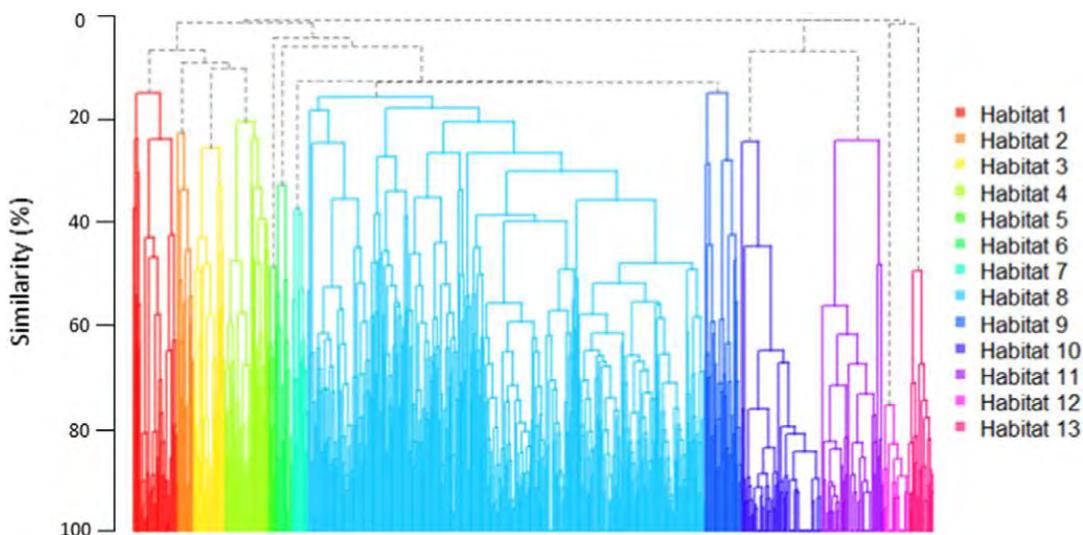
La implementación futura de programas continuos de monitoreo en la montaña submarina Seco de los Olivos permitirá profundizar en todos estos aspectos y en definir criterios numéricos para poder evaluar más objetivamente el grado de conservación y la evaluación global y de, finalmente, desarrollar las medidas de gestión más adecuadas para su conservación y uso sostenible en el largo plazo.

## 5. Resultados

En total, se identificaron 13 hábitats bentónicos biogénicos en el Seco de los Olivos, de los cuales 8 están englobados en la tipología del hábitat de interés comunitario 1170-Arrecifes, el único por el que la zona ha sido designada como "Lugar de Interés Comunitario". Adicionalmente, estos 13 hábitats biogénicos incluyeron otros 2 hábitats que han sido propuestos por consenso científico en España para su consideración también como hábitat 1170, mientras que otros 2 fueron propuestos para su consideración en la definición del hábitat 1110- "Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda". Por lo tanto, de los 13 hábitats biogénicos identificados en el área de estudio, tan sólo 1 hábitat ("Arena detrítica batial con escleractinias solitarias *Caryophyllia smithii* (var. *clavus*)" no tiene ninguna correspondencia con algún hábitat de la Directiva Hábitats de la Unión Europea.

### 5.1. Inventario de tipos de hábitats bentónicos

En total, 13 hábitats biogénicos bentónicos fueron identificados en la montaña submarina Seco de los Olivos (Figura 4; De la Torre et al., 2018).

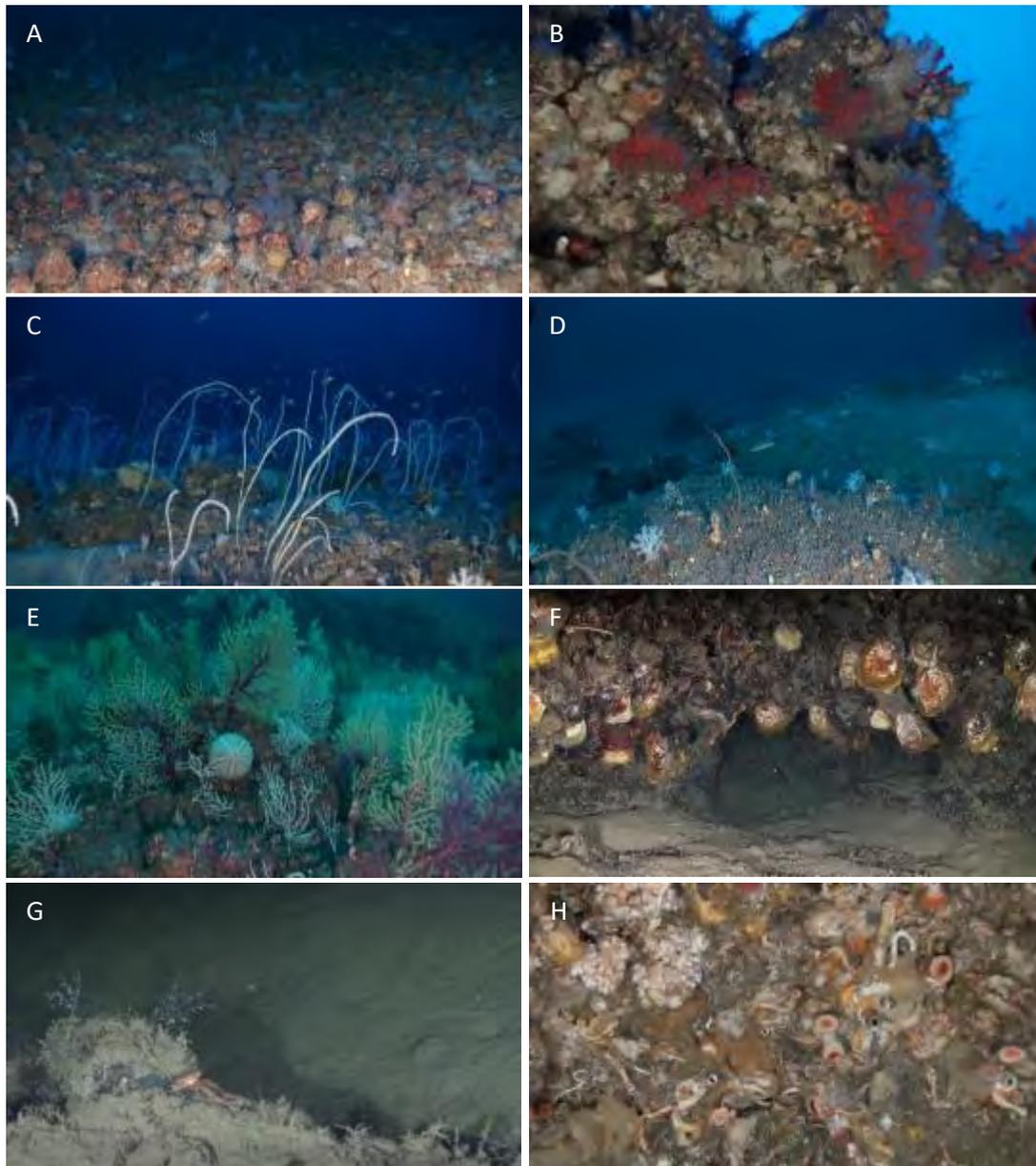


**Figura 4.** Dendrograma obtenido mediante análisis clúster que muestra las 13 comunidades o agrupaciones obtenidas basándose en la componente biológica a partir de los transectos realizados con ROV.

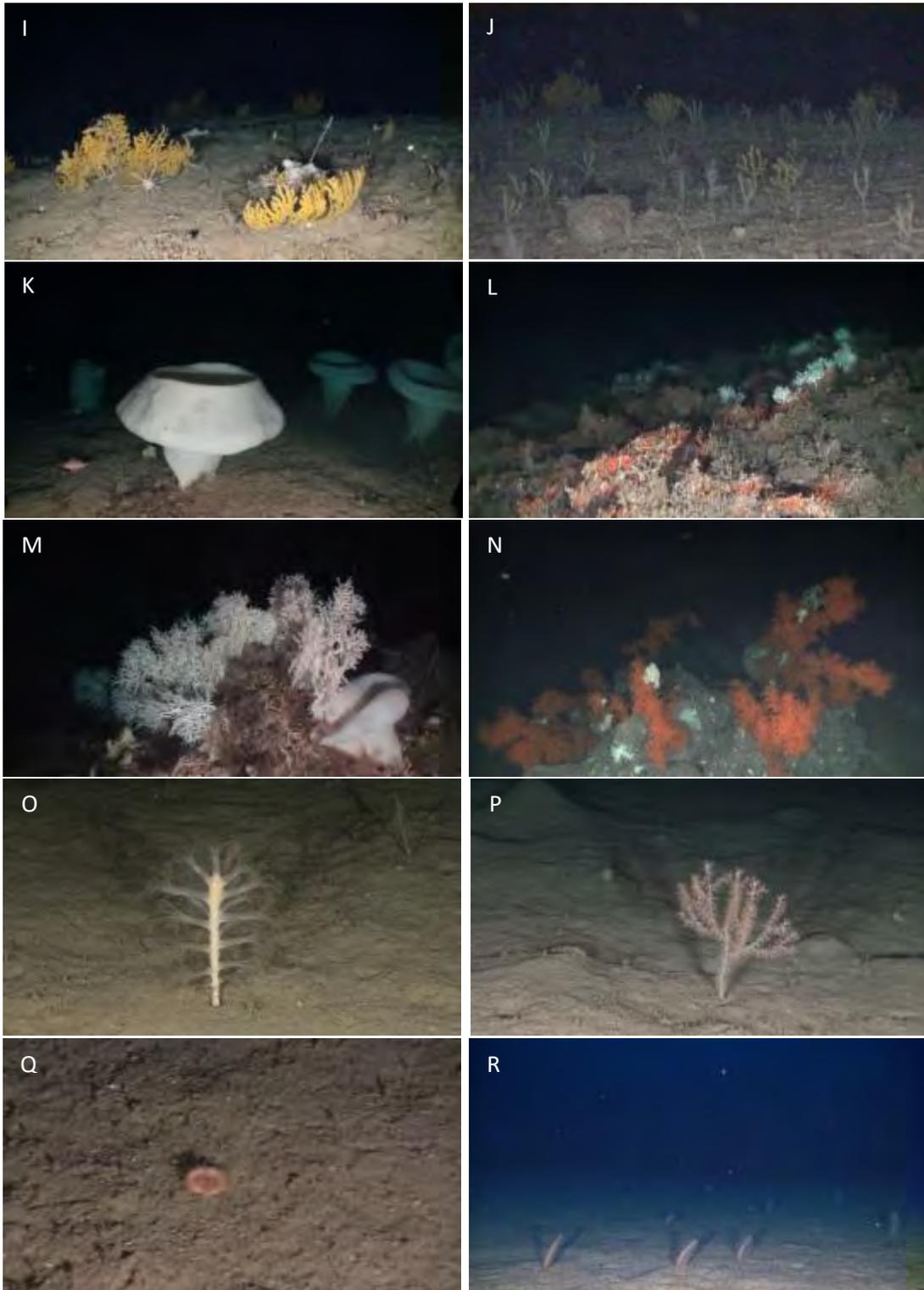
El resultado de asociar estas 13 comunidades biológicas con los datos de profundidad y tipo de sustrato predominantes en las muestras asociadas a cada una de ellas nos permitió identificar los hábitats biogénicos más característicos del Seco de los Olivos que se resumen en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Hábitats bentónicos biogénicos identificados en la montaña submarina Seco de los Olivos.

AGRUPACIÓN ID	N MUESTRAS	ESPECIES TÍPICAS (SIMPER + IndVal)	PROFUNDIDAD MIN - MAX	TIPO DE FONDO PREDOMINANTE	HÁBITATS BENTÓNICOS
1	40	<i>Alcyonium palmatum</i> <i>Paralcyonium spinulosum</i>	78 - 96	Mäerl-rodolitos	Fondos de rodolitos circalitorales con <i>Alcyonium palmatum</i> y <i>Paralcyonium spinulosum</i>
2	14	<i>Caryophyllia cyathus</i> <i>Corallium rubrum</i>	109 - 139	Roca	Escarpes circalitorales con <i>Caryophyllia cyathus</i> y <i>Corallium rubrum</i>
3	28	<i>Viminella flagellum</i> <i>Chironephtya mediterranea</i>	93 - 375	Roca	Roca circalitoral con <i>Viminella flagellum</i> y <i>Chironephtya mediterranea</i>
4	40	<i>Eunicella verrucosa</i> <i>Paramuricea clavata</i>	75 - 134	Roca	Coralígeno circalitoral con <i>Eunicella verrucosa</i> y <i>Paramuricea clavata</i>
5	7	<i>Neopycnodonte zibrowi</i>	313 - 494	Roca	Escarpes rocosos batiales con <i>Neopycnodonte zibrowi</i>
6	14	<i>Dendrobrachia bonsai</i>	411 - 454	Roca	Roca batial con <i>Dendrobrachia bonsai</i>
7	14	<i>Caryophyllia sp.</i>	179 - 366	Roca	Roca batial con <i>Caryophyllia sp.</i>
8	357	<i>Asconema setubalense</i> <i>Acanthogorgia hirsuta</i> <i>Swiftia pallida</i> Esponjas blancas	132 - 463	Roca / Esqueletos coral	Sustrato duro batial con gorgonias ( <i>Acanthogorgia hirsuta</i> y <i>Swiftia pallida</i> ) y esponjas ( <i>Asconema setubalense</i> y esponjas blancas)
9	33	<i>Madrepora oculata</i> <i>Leiopathes glaberrima</i> <i>Savala savaglia</i>	217 - 407	Roca	Sustrato duro batial con corales ( <i>Madrepora oculata</i> , <i>Savala savaglia</i> y <i>Leiopathes glaberrima</i> )
10	72	<i>Kophobelemnion stelliferum</i>	365 - 561	Fango	Fangos batiales con pennatuláceos ( <i>Kophobelemnion stelliferum</i> )
11	56	<i>Isidella elongata</i>	412 - 461	Fango	Fangos batiales con <i>Isidella elongata</i>
12	22	<i>Caryophyllia smithii</i> (var. <i>clavus</i> )	248 - 335	Arena detrítica	Fondos detríticos batiales con escleractinias solitarias <i>Caryophyllia smithii</i> (var. <i>clavus</i> )
13	23	<i>Pennatula rubra</i>	124 - 137	Arenas detrítica	Fondos detríticos circalitorales con pennatuláceos ( <i>Pennatula rubra</i> )



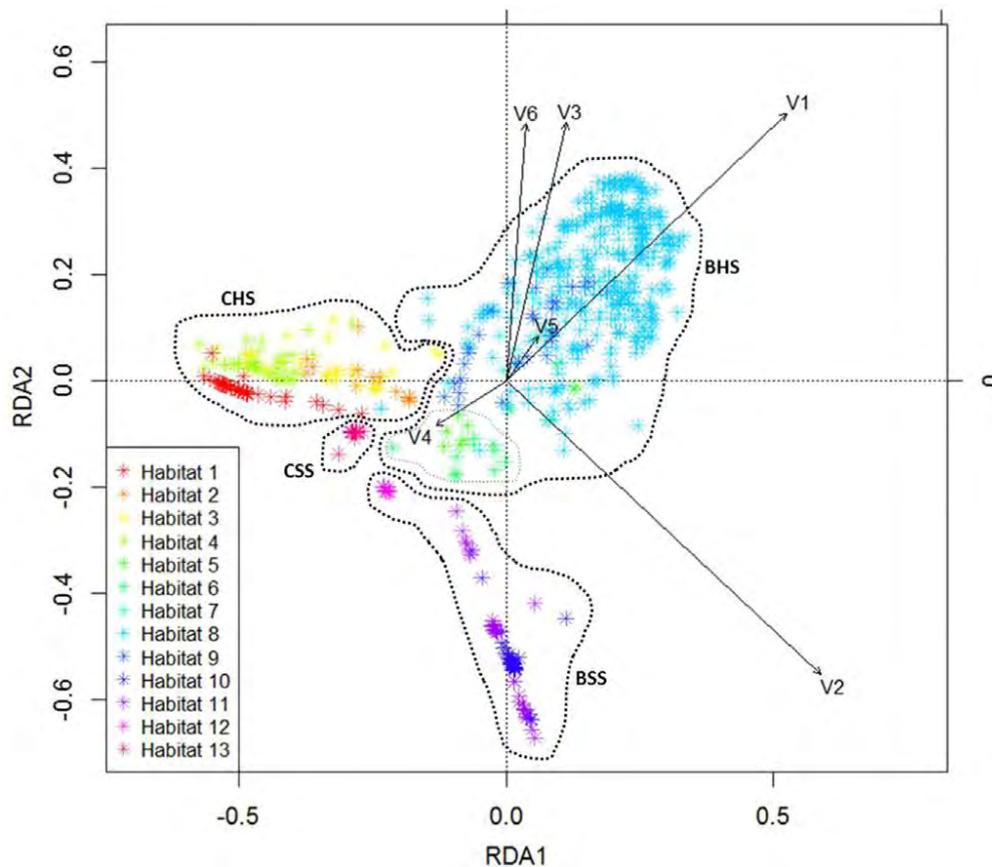
**Figura 5.** Fotografías representativas de los 13 habitats biogénicos registrados en la montaña submarina Seco de los Olivos: (A) Habitat 1: Fondos de rodolitos circalitorales con *Alcyonium palmatum* y *Paralcyonium spinulosum*; (B) Habitat 2: Escarpes circalitorales con *Caryophyllia cyathus* y *Corallium rubrum*; (C-D) Habitat 3: Roca circalitoral con *Viminella flagellum* y *Chironephtha mediterranea*; (E) Habitat 4: Coralígeno circalitoral con *Eunicella verrucosa* y *Paramuricea clavata*; (F) Habitat 5: Escarpes rocosos batiales con *Neopycnodonte zibrowi*; (G) Habitat 6: Roca batial con *Dendrobrachia bonsai*; (H) Habitat 7: Roca batial con *Caryophyllia* sp.;



**Figura 5.** Continuación: (I-K) Habitat 8: Sustrato duro batial con gorgonias (*Acanthogorgia hirsuta* y *Swiftia pallida*) y esponjas (*Asconema setubalense* y esponjas blancas); (L-N) Habitat 9: Sustrato duro batial con corales (*Madrepora oculata*, *Savala savaglia* y *Leiopathes glaberrima*); (O) Habitat 10: Fangos batiales con pennatuláceos (*Kophobelemnon stelliferum*); (P) Habitat 11: Fangos batiales con *Isidella elongata*; (Q) Habitat 12: Fondos detríticos batiales con escleractinias solitarias *Caryophyllia smithii* (var. *clavus*); (R) Habitat 13: Fondos detríticos circalitorales con pennatuláceos (*Pennatula rubra*).

## 5.2. Distribución y cartografiado de los hábitats bentónicos

Previamente a la modelización de los hábitats bentónicos, se identificó un grupo de variables ambientales (topográficas) no correlacionadas que influyen en la distribución y caracterización de los diferentes hábitats bentónicos. Entre dichas variables se encuentran: profundidad, reflectividad, orientación (norte y este), pendiente y BPI (*Benthic Position Index*) (De la Torriente et al., 2018). La única variable que descartamos de los análisis fue rugosidad por estar fuertemente correlacionada con la variable pendiente.



**Figura 6.** Diagrama bidimensional del Análisis de Redundancia (RDA) que muestra la ordenación de las muestras (símbolo estrella) en relación a las variables ambientales (flechas): V1- pendiente; V2- profundidad; V3- reflectividad; V4- orientación Este; V5- orientación Norte; V6- BPI. Autovalores acotados: Eje1:0.064; Eje 2: 0.054. Los colores de las muestras corresponden a cada uno de los hábitats bentónicos identificados en el análisis clúster. Las líneas discontinuas muestran las agrupaciones de hábitats basados en el tipo de sustrato y la profundidad: CSS: sustrato blando circalitoral; CHS: sustrato duro circalitoral; BSS: sustrato blando batial; BHS: sustrato duro batial. La línea gris alrededor de las muestras de color verde indica un grupo distinto dentro de los hábitats BHS con características del fondo diferentes.

Partiendo del Análisis de Redundancia (Fig.6), las variables ambientales más importantes a la hora de explicar la distribución de los hábitats en su conjunto fueron profundidad, pendiente, BPI y reflectividad. Basándonos en este resultado, se distinguieron 5 áreas

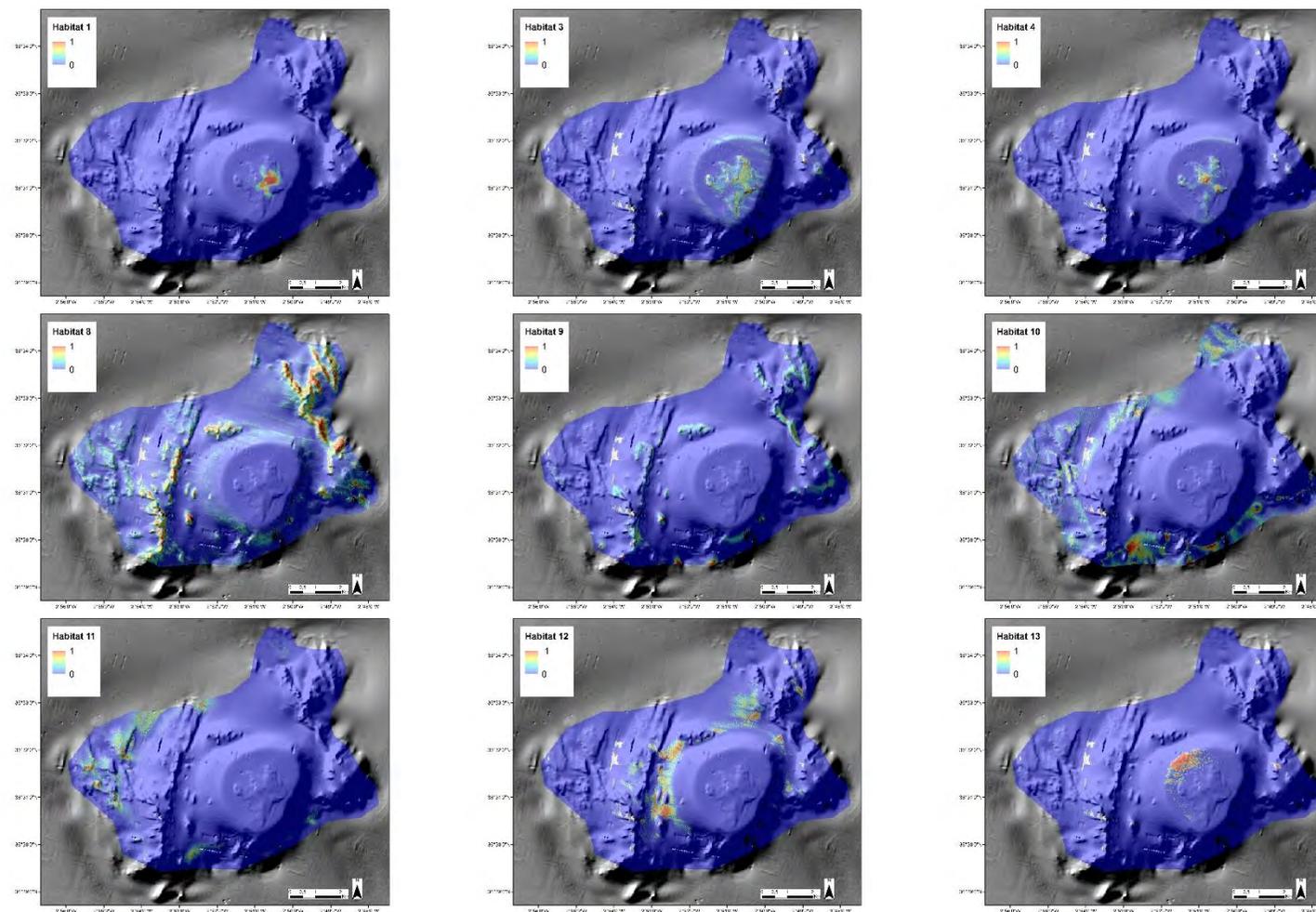
geomorfológicamente distintas: (i) cima del guyot central, en la que los hábitats presentes se caracterizaron por bajos valores de profundidad y pendiente; (ii) crestas de las elevaciones más abruptas al noreste y suroeste, donde se encontraron los hábitats con una preferencia clara por áreas más profundas con elevados valores de BPI y reflectividad; (iii) fondos aplacerados o depresiones del terreno, donde el único hábitat identificado se caracterizó por localizarse sobre áreas de poca pendiente a profundidades intermedias; (iv) pendiente suaves en fondos profundos, ocupados por hábitats típicos de fondos a profundidades intermedias o altas y valores bajos de pendiente y BPI; y (v) canales o fondos de transición, en los que no se encontraron comunidades biológicas o agrupaciones estructurantes que caracterizaran los hábitats (De la Torre et al., 2018).

La distribución de los hábitats biogénicos en el Seco de los Olivos se obtuvo a partir de su modelado y mapeado. La precisión de los modelos obtenidos para los 9 hábitats biogénicos se sitúa entre "buenos" y "excelentes" en términos de valores de AUC y entre "de intermedios a buenos" y "excelentes" en términos de valores de kappa, excepto por los hábitats 3 y 9. Los mejores modelos obtenidos para cada hábitat con las variables significativas en cada caso se muestran en la tabla 3 (De la Torre et al., 2019).

**Tabla 3.** Modelos GAM obtenidos para cada hábitat.  $\Phi_i$ : probabilidad de presencia de cada hábitat  $i$  modelado;  $\beta_i$ : constante;  $s$ : función isotrópica de suavizado;  $\epsilon_i$ : término de error. Los valores AUC y Kappa se muestran como la Media  $\pm$  Desviación estándar ( $x \pm S.D.$ ).

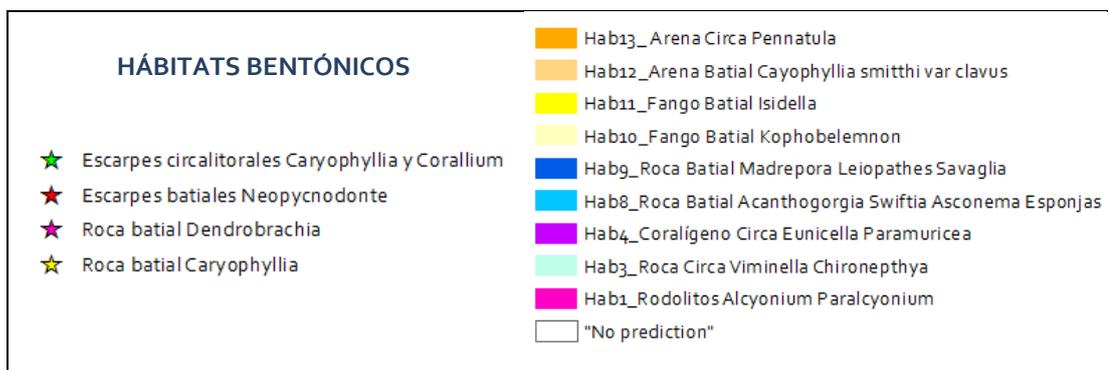
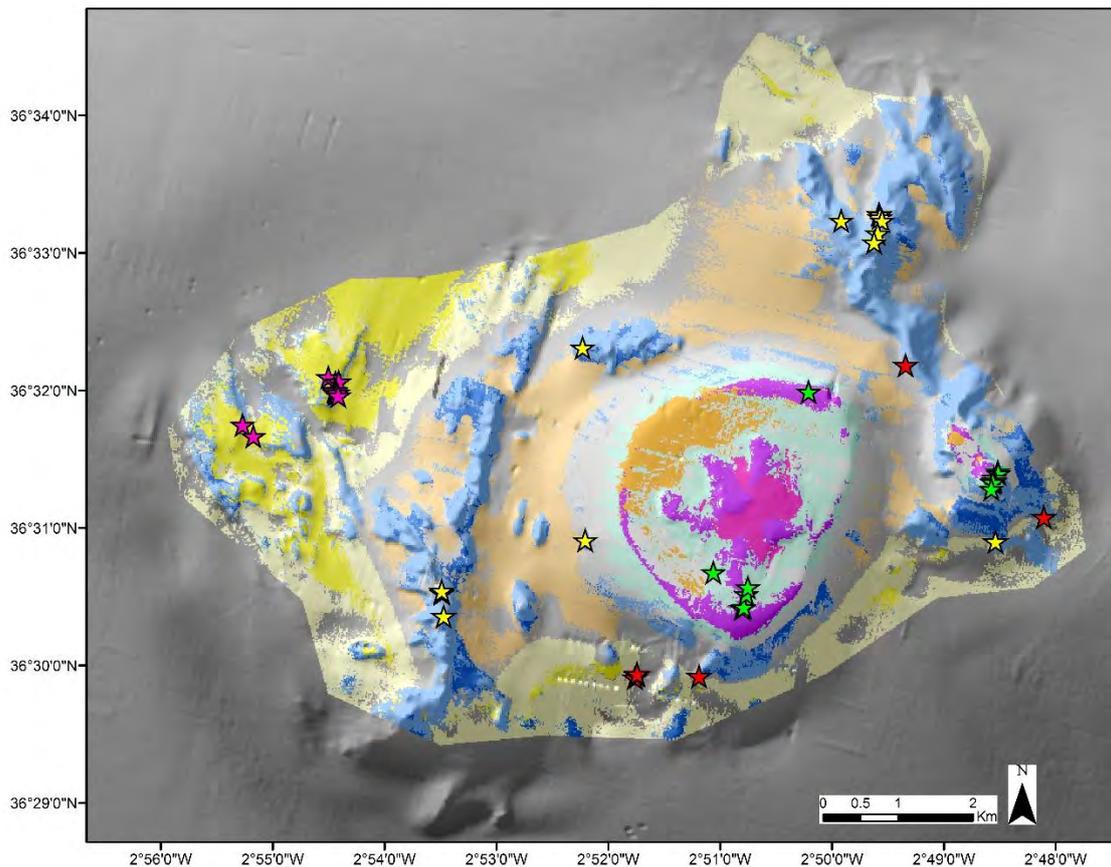
Hábitat ID	GAM Formula	Deviance Explained	AUC	KAPPA
1	$\Phi_1 = \beta_1 + s(\text{depth}) + s(\text{east}) + s(\text{north}) + s(\text{BPIbroad}) + \epsilon_1$	88.6%	0.99 $\pm$ 0.00	0.93 $\pm$ 0.06
3	$\Phi_3 = \beta_3 + s(\text{depth}) + s(\text{slope}) + s(\text{backscatter}) + s(\text{east}) + s(\text{BPIbroad}) + \epsilon_3$	30.7%	0.83 $\pm$ 0.07	0.28 $\pm$ 0.10
4	$\Phi_4 = \beta_4 + s(\text{depth}) + s(\text{slope}) + s(\text{backscatter}) + s(\text{east}) + s(\text{BPIbroad}) + \epsilon_4$	62.0%	0.97 $\pm$ 0.03	0.64 $\pm$ 0.09
8	$\Phi_8 = \beta_8 + s(\text{depth}) + s(\text{slope}) + s(\text{backscatter}) + s(\text{north}) + s(\text{BPIbroad}) + \epsilon_8$	30.9%	0.86 $\pm$ 0.02	0.46 $\pm$ 0.03
9	$\Phi_9 = \beta_9 + s(\text{depth}) + s(\text{east}) + s(\text{north}) + s(\text{BPIbroad}) + \epsilon_9$	88.6%	0.89 $\pm$ 0.04	0.28 $\pm$ 0.13
10	$\Phi_{10} = \beta_{10} + s(\text{depth}) + s(\text{slope}) + s(\text{backscatter}) + s(\text{east}) + s(\text{north}) + s(\text{BPIbroad}) + \epsilon_{10}$	47.2%	0.93 $\pm$ 0.02	0.50 $\pm$ 0.08
11	$\Phi_{11} = \beta_{11} + s(\text{depth}) + s(\text{slope}) + s(\text{east}) + s(\text{north}) + s(\text{BPIbroad}) + \epsilon_{11}$	53.0%	0.96 $\pm$ 0.02	0.44 $\pm$ 0.10
12	$\Phi_{12} = \beta_{12} + s(\text{depth}) + s(\text{slope}) + s(\text{backscatter}) + s(\text{east}) + s(\text{north}) + s(\text{BPIbroad}) + \epsilon_{12}$	62.5%	0.98 $\pm$ 0.00	0.55 $\pm$ 0.16
13	$\Phi_{13} = \beta_{13} + s(\text{depth}) + s(\text{backscatter}) + s(\text{east}) + s(\text{north}) + s(\text{BPIbroad}) + \epsilon_{13}$	73.8%	0.99 $\pm$ 0.00	0.62 $\pm$ 0.07

Estos 9 modelos finales se usaron para generar los mapas predictivos de los 9 hábitats biogénicos (Figura 6). Los patrones de distribución obtenidos para cada hábitat fueron bastante diferentes: mientras algunos hábitats tuvieron una distribución geográfica clara y muy localizada en una determinada zona (Hábitats 1 y 13), otros hábitats mostraron una distribución dispersa por toda la zona de estudio (Hábitats 8 y 10). Estos patrones generales de distribución realizados a partir de los modelos muestran una distribución fragmentada en mosaico en la que cada hábitat se encuentra asociado a una combinación específica de variables ambientales.

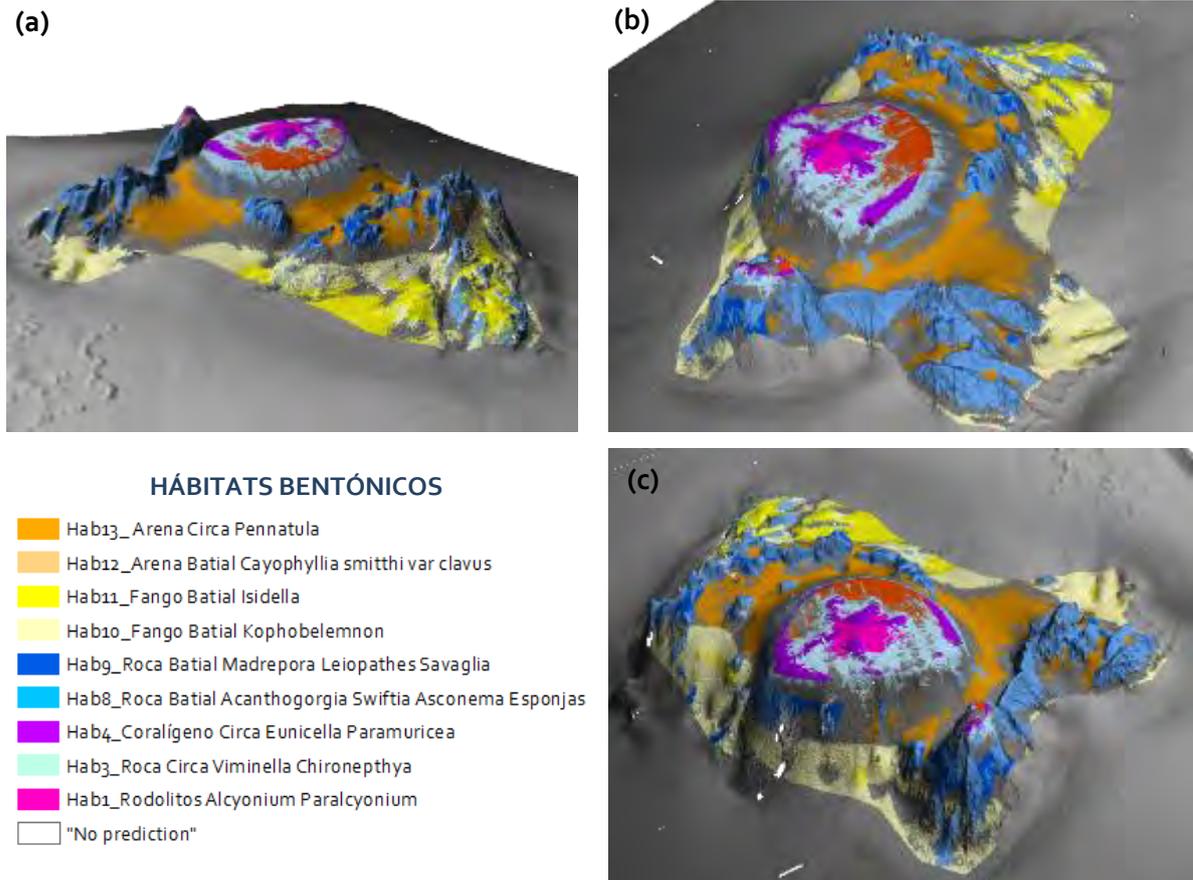


**Figura 7.** Mapas de probabilidad de presencia de cada hábitat bentónicos modelado. Los puntos de presencia de cada hábitat están representados en cada mapa en gris.

La distribución de los hábitats 1, 3, 4, y 13 quedó delimitada por la cima del guyot central, mientras que los hábitats 8 y 9 fueron localizados en las elevaciones o pináculos laterales, y los hábitats 10, 11 y 12 aparecieron asociadas a áreas planas profundas situadas alrededor de la montaña submarina (Figuras 8 y 9). Los otros 4 hábitats biogénicos que no pudieron ser modelados por no tener suficientes muestras, se representan en la Figura 8 y en la cartografía final como puntos de presencia.

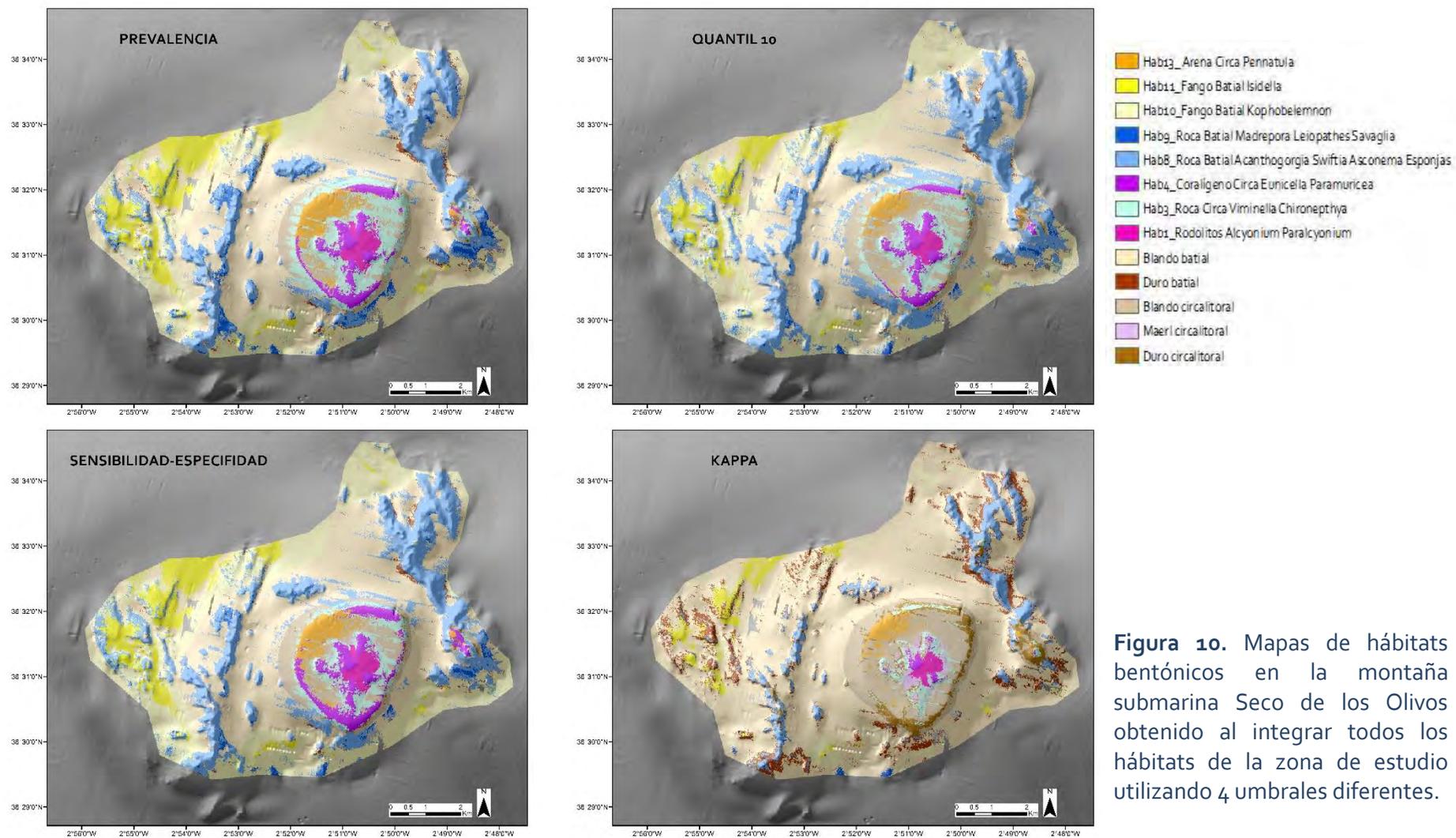


**Figura 8.** Mapa de hábitats bentónicos biogénicos en la montaña submarina Seco de los Olivos obtenido al integrar todos los hábitats de la zona de estudio.



**Figura 9.** Mapa de hábitats bentónicos biogénicos en 3D en el Seco de los Olivos: (a) Vista desde el noroeste; (b) vista desde el noreste; (c) vista desde el sureste.

Con el objetivo de proporcionar diferentes escenarios con diferentes niveles de predicción que faciliten el desarrollo de un plan de gestión, los mapas continuos finales que muestran la distribución de los hábitats bentónicos, biogénicos y no biogénicos, considerando 4 escenarios diferentes (correspondientes a los 4 umbrales utilizados en la predicción) se muestran en la Figura 10. El hábitat 12 "Fondos detríticos batiales con escleractinias solitarias *Caryophyllia smithii* (var. *clavus*)" fue descartado por considerar que no forma una estructura tridimensional suficientemente elevada del fondo como para generar cambios en la estructura y funciones del hábitat, y su consideración como hábitat está en discusión. Además, es el único hábitat que no tiene ninguna correspondencia con los hábitats de la Directiva Hábitats o está propuesto para su inclusión.



**Figura 10.** Mapas de hábitats bentónicos en la montaña submarina Seco de los Olivos obtenido al integrar todos los hábitats de la zona de estudio utilizando 4 umbrales diferentes.

### 5.3. Hábitats Vulnerables considerados en normativa y convenciones internacionales

Las pasarelas que muestran las correspondencias de todos los hábitats identificados en la montaña submarina Seco de los Olivos con las principales clasificaciones de hábitats bentónicas europeas se muestran en la Tabla 4. Conseguir asociar cada hábitat con alguna de las definiciones que ofrecen todas estas clasificaciones es una tarea difícil, especialmente en aguas profundas donde muchos hábitats están ausentes o mal clasificados.

#### Clasificación EUNIS

La mayoría de los hábitats identificados en el Seco de los Olivos no tienen ninguna correspondencia con los hábitats EUNIS y sólo 2 de ellos (hábitats 2 y 11) tienen una correspondencia total en ambas clasificaciones. La mayoría de las pasarelas relacionan hábitats biogénicos (EUNIS 4) registrados en la montaña submarina con hábitats no biogénicos en la clasificación EUNIS (EUNIS 3). Esto ocurre especialmente con los hábitats batiales (>200 m de profundidad) para los cuales EUNIS no proporciona el grado de detalle que sí ofrece para hábitats más someros del infra y circalitoral. En el caso de los hábitats profundos, la clasificación EUNIS se basa exclusivamente en el tipo de sustrato y en la geomorfología (cañones, montañas submarinas y escapes de gases).

Esto ha provocado que algunos expertos hayan hecho recomendaciones para futuras revisiones con el objetivo de mejorar esta clasificación europea (Howell, 2010; Galparsoro et al., 2012; Davies et al., 2017). De la misma forma, en este informe, aportamos la identificación y presencia de 11 hábitats registrados en aguas españolas que no están actualmente incluidas en la lista EUNIS para su consideración como futuros candidatos para su inclusión en dicha clasificación.

#### Convenio de Barcelona

De los hábitats biogénicos identificados en el Seco de los Olivos, 4 de ellos han sido aprobados en el marco del Plan de Acción para el Mediterráneo del Programa de Naciones Unidas para el medio Ambiente (UNEP/IUCN) para su integración en la Lista de Hábitats Prioritarios del Convenio de Barcelona (Tabla 3), mientras que 4 de ellos no tienen ninguna correspondencia en dicha lista. Por último, 5 de ellos tienen correspondencia con hábitats similares, pero no sobre los mismos tipos de fondo o formando los mismos tipos de hábitats mixtos con las mismas combinaciones de especies estructurantes. Ese es el caso del hábitat 1 que fue documentado sobre fondos circalitorales con rodolitos *offshore*, pero en el listado aparece sólo sobre fondos infralitorales o circalitorales costeros, o del Hábitat 13 que fue documentado sobre fondos detríticos, pero en el listado sólo aparece sobre fondos fangosos. También ocurre lo mismo en el caso de los Hábitats 2,8 y 9, que fueron documentados formando hábitats mixtos estructurados por una mezcla de especies, pero en la lista no aparecen dichas combinaciones.

## Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos ("LPRE- Lista Patrón de Referencia Española")

Todos los hábitats bentónicos identificados en el Seco de los Olivos tienen su correspondencia en el Inventario español, excepto 2: "Roca batial con *Dendrobrachia bonnai*" y "Roca batial con *Caryophyllia* sp."

En aquellos casos en los que un hábitat no pudo ser asignado a un solo código de la lista patrón por resultar su definición incompleta, el hábitat fue identificado con diferentes hábitats de dicha lista e incluso, en ocasiones, con diferentes hábitats pertenecientes a diferentes niveles dentro de la jerarquía del Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos. Para evitar confusiones a la hora de realizar su cartografiado, se aconseja utilizar el nivel jerárquico inmediatamente superior y así evitar cálculos de superficie erróneos derivados de su consideración por duplicado.

### Directiva Hábitats

Una vez generadas las pasarelas, se identificaron aquellos hábitats vulnerables para cuya conservación, de acuerdo a la Directiva Hábitat, deben crearse Zonas de Especial Conservación (ZEC).

De los 13 hábitats identificados, 8 son hábitats prioritarios de conservación, todos ellos considerados en la definición del hábitat tipo 1170-Arrecifes. Todos ellos se distribuyen sobre fondos rocosos y están caracterizados por corales, esponjas y bivalvos. En el caso de los hábitats registrados sobre fondos blandos, aunque caracterizados por especies frágiles que debieran ser protegidas como pennatuláceos (hábitats 10 y 13) y coral bamboo (hábitat 11), no están reconocidos bajo ninguno de los hábitats prioritarios.

Estas ausencias junto con el hecho de que las definiciones contenidas en la Directiva sean tan poco específicas, pone de manifiesto la necesidad de revisar y mejorar el listado de la Directiva en el futuro, como ya han afirmado diversos autores previamente (Dotinga and Trouwborst, 2009; Evans, 2006). Este problema es aún mayor en el caso de algunos hábitats sobre los que no existe un consenso internacional entre expertos sobre como debieran clasificarse. Es el caso del hábitat 1, que no está específicamente considerado como un hábitat prioritario en la Directiva y por lo tanto, existen diferentes criterios que conducen a su inclusión bajo la definición del hábitat 1110- Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda, junto con otros hábitats específicos como bancos de arena con praderas de *Cymodocea nodosa*, mientras que otros criterios argumentan su clasificación bajo la definición del hábitat 1170-Arrecifes, junto con otros hábitats específicos como arrecifes de corales de aguas frías o facies mixtas de gorgonias.

De todos los hábitats identificados en el Seco de los Olivos, los 4 hábitats que se detallan a continuación son considerados hábitats vulnerables, pero no gozan de ninguna categoría de protección o conservación:

- Fondos de rodolitos circalitorales con *Alcyonium palmatum* y *Paralcyonium spinulosum*
- Fondos detriticos circalitorales con pennatuláceos (*Pennatula rubra*)

- Fangos batiales con pennatuláceos (*Kophobelemnion stelliferum*)
- Fangos batiales con *Isidella elongata*

En el contexto del Comité Científico del proyecto INTEMARES (Esparza et al., 2018) se acordó que los dos primeros hábitats sean considerados en la definición del hábitat 1110- "Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda", mientras que los dos segundos hábitats sean considerados en la definición del hábitat 1170- "Arrecifes".

Adicionalmente, un quinto hábitat debe ser considerado durante el desarrollo de las medidas de gestión por la importancia de sus comunidades biológicas, si bien por el pequeño tamaño de su especie estructurante, no genera una estructura dimensional suficiente como para ser considerado hábitat biogénico:

- Fondos detríticos batiales con escleractinias solitarias *Caryophyllia smithii* (var. *clavus*)

**Tabla 4.** Pasarelas entre los hábitats bentónicos identificados en la montaña submarina Seco de los Olivos y las principales clasificaciones europeas

HÁBITATS BENTÓNICOS PRESENTES EN EL SECO DE LOS OLIVOS	CLASIFICACIÓN EUNIS	DIRECTIVA HÁBITAT (ANEXO I)	LISTA HÁBITATS PRIORITARIOS REGIÓN MEDITERRÁNEA (CONVENIO DE BARCELONA)	INVENTARIO ESPAÑOL DE HÁBITATS Y ESPECIES MARINOS
Fondos de rodolitos circalitorales con <i>Alcyonium palmatum</i> y <i>Paralcyonium spinulosum</i>	A5.51 Maërl beds	NO CORRESPONDENCIA PROPUESTA 1110	HÁBITATS SIMILARES: MC3.52 Coastal detritic bottoms with rhodoliths MC3.526 Facies with Alcyonacea (e.g. <i>Alcyonium</i> spp., <i>Paralcyonium spinulosum</i> )	0304051301 030405160103
Escarpes circalitorales con <i>Caryophyllia cyathus</i> y <i>Corallium rubrum</i>	A4.711 Sponges, cup corals and anthozoans on shaded or overhanging circalittoral rock A4.713 Caves and overhangs with <i>Corallium rubrum</i>	1170 Reefs	HÁBITATS SIMILARES: MC1.5 Circalittoral rock MC1.53 Semi-dark caves and overhangs MC1.533a Facies with Alcyonacea (e.g. <i>Eunicella</i> spp., <i>Paramuricea</i> spp., <i>Corallium rubrum</i> )	0302023001
Roca circalitoral con <i>Viminella flagellum</i> y <i>Chironepthya mediterranea</i>	A4.27 Faunal communities on deep moderate energy circalittoral rock	1170 Reefs	NO CORRESPONDENCIA	0302022304 0302022604
Coralígeno circalitoral con <i>Eunicella verrucosa</i> y <i>Paramuricea clavata</i>	A4.26 Mediterranean coralligenous communities moderately exposed to hydrodynamic action	1170 Reefs	MC1.5 Circalittoral rock MC1.51b Invertebrate-dominated coralligenous MC1.514b Facies with Alcyonacea (e.g. <i>Eunicella</i> spp., <i>Leptogorgia</i> spp., <i>Paramuricea</i> spp., <i>Corallium rubrum</i> )	0302022601
Escarpes rocosos batiales con <i>Neopycnodonte zibrowi</i>	A6.11 Deep-sea bedrock	1170 Reefs	ME1.51 Upper bathyal rock invertebrate-dominated ME1.518 Facies with the <i>Bivalvia Neopycnodonte</i> spp.	04010403
Roca batial con <i>Dendrobrachia bonsai</i>	A6.11 Deep-sea bedrock	1170 Reefs	MF1.51 Lower bathyal rock MF1.512 Facies with Alcyonacea (e.g. <i>Dendrobrachia</i> spp.)	NO CORRESPONDENCIA
Roca batial con <i>Caryophyllia</i> sp.	A6.61 Communities of deep-sea corals	1170 Reefs	NO CORRESPONDENCIA	NO CORRESPONDENCIA

Sustrato duro batial con gorgonias ( <i>Acanthogorgia hirsuta</i> y <i>Swiftia pallida</i> ) y esponjas ( <i>Asconema setubalense</i> y Esponjas blancas)	A6.22 Deep-sea biogenic gravels (shells, coral debris) A6.61 Communities of deep-sea corals A6.62 Deep-sea sponges aggregations	1170 Reefs	HÁBITATS SIMILARES: ME1.51 Upper bathyal rock invertebrate-dominated ME1.514 Facies with Alcyonacea (e.g. <i>Acanthogorgia</i> spp., <i>Callogorgia verticillata</i> , <i>Placogorgia</i> spp., <i>Swiftia pallida</i> , <i>Corallium rubrum</i> )	04010105 04010106
Sustrato duro batial con corales ( <i>Madrepora oculata</i> , <i>Savala savaglia</i> y <i>Leiopathes glaberrima</i> )	A6.61 Communities of deep-sea corals	1170 Reefs	HÁBITATS SIMILARES: ME1.51 Upper bathyal rock invertebrate-dominated ME1.513 Facies with Antipatharia (e.g. <i>Antipathes</i> spp., <i>Leiopathes glaberrima</i> , <i>Parantipathes larix</i> ) ME1.515 Facies with Scleractinia (e.g. <i>Dendrophyllia</i> spp., <i>Madrepora oculata</i> , <i>Desmophyllum cristagalli</i> , <i>Desmophyllum pertusum</i> , <i>Madracis pharensis</i> ) ME2.51 Upper bathyal reefs ME2.513 Facies with Scleractinia (e.g. <i>Madrepora oculata</i> , <i>Desmophyllum cristagalli</i> )	04010115 04010112
Fangos batiales con pennatuláceos ( <i>Kophobelemnion stelliferum</i> )	A6.5 Deep-sea mud	NO CORRESPONDENCIA PROPUESTA 1170	NO CORRESPONDENCIA	04020202
Fangos batiales con <i>Isidella elongata</i>	A6.514 Facies of compact muds with <i>Isidella elongata</i>	NO CORRESPONDENCIA PROPUESTA 1170	ME6.5 Upper bathyal muds ME6.513 Facies with Alcyonacea (e.g. <i>Isidella elongata</i> )	04020206
Fondos detríticos batiales con escleractinias solitarias <i>Caryophyllia smithii</i> (var. <i>clavus</i> )	A6.2 Deep-sea mixed substrata	NO CORRESPONDENCIA	NO CORRESPONDENCIA	0402031105
Fondos detríticos circalitorales con pennatuláceos ( <i>Pennatula rubra</i> )	A5.1 Sublittoral coarse sediment	NO CORRESPONDENCIA PROPUESTA 1110	HÁBITATS SIMILARES: MD6.5 Offshore circalittoral mud MD6.511 Facies with Pennatulacea (e.g. <i>Pennatula</i> spp., <i>Virgularia mirabilis</i> )	0304051401 030405160201

## 5.4. Caracterización de los hábitats bentónicos:

### 5.4.1. Superficie de ocupación

En la Tabla 5 se muestran las superficies de ocupación de cada uno de los 8 hábitats biogénicos modelados. El cálculo de superficie no fue posible realizarse para los 4 hábitats que no pudieron ser modelados por no tener un número de muestras suficiente.

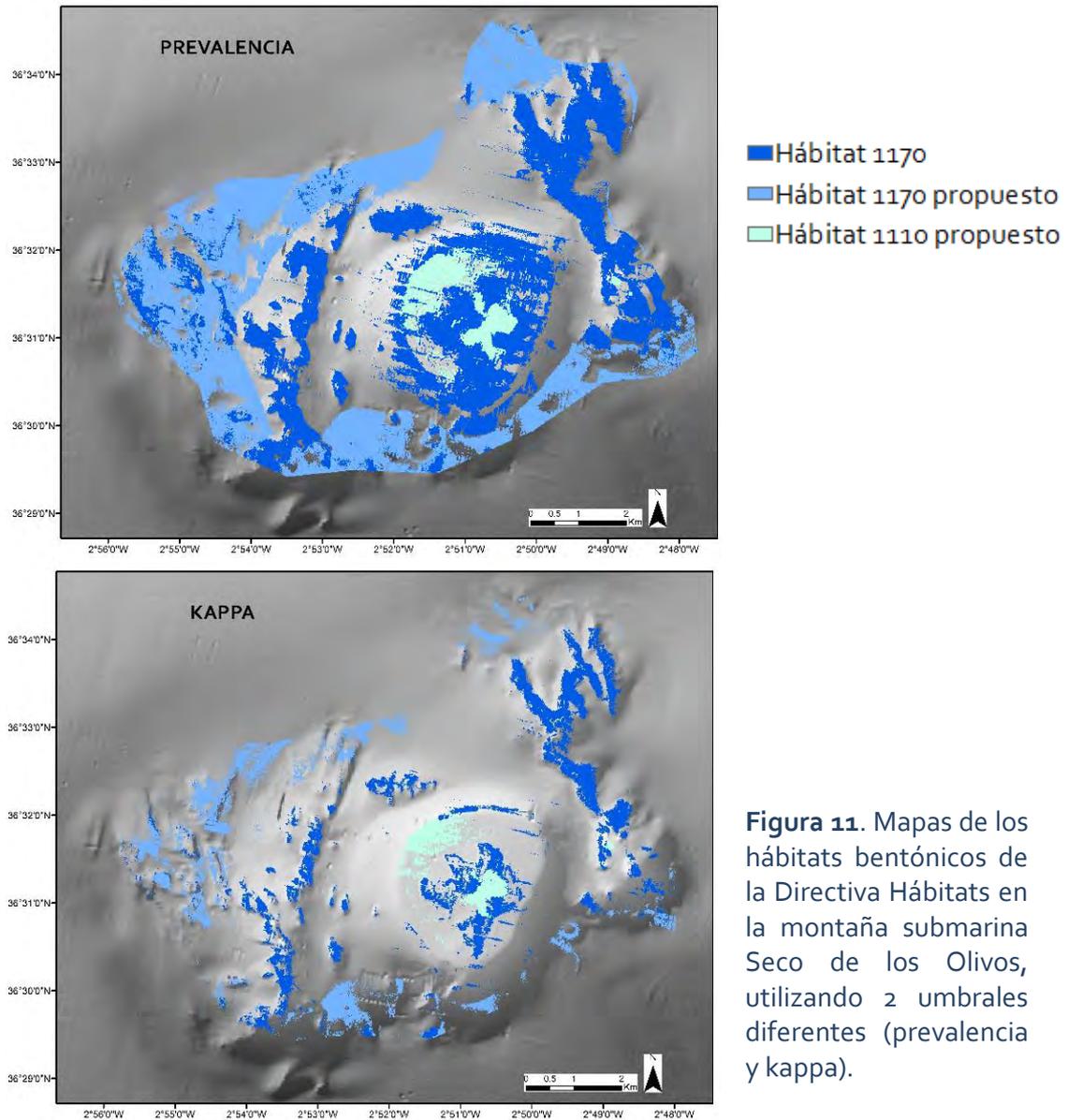
Estas superficies pueden sufrir variaciones en función del umbral de probabilidad de presencia de cada hábitat utilizado para definir sus distribuciones, que dependerá del objetivo específico de gestión. Debido a que 3 de los 4 escenarios estudiados presentaron valores muy similares, se seleccionaron tan sólo el escenario máximo (umbral="prevalencia") y el escenario mínimo (umbral="kappa") para realizar los cálculos de ocupación de los distintos hábitats biogénicos.

**Tabla 5.** Superficie de ocupación de los 8 hábitats biogénicos modelados, considerando los 2 escenarios máximo y mínimo obtenidos con 2 umbrales diferentes (prevalencia y kappa). El porcentaje de ocupación de cada hábitat se calculó con respecto a la superficie del área de estudio Seco de los Olivos, con una superficie total de 6.955há.

ID	HÁBITAT BENTÓNICO	Umbral Prevalencia		Umbral Kappa	
		SUPERFICIE (has)	% DE OCUPACIÓN	SUPERFICIE (has)	% DE OCUPACIÓN
1	Fondos de rodolitos circalitorales con <i>Alcyonium palmatum</i> y <i>Paralcyonium spinulosum</i>	75,10	1,08 %	44,84	0,64 %
3	Roca circalitoral con <i>Viminella flagellum</i> y <i>Chironophya mediterranea</i>	451,64	6,49 %	138,19	1,99 %
4	Coralígeno circalitoral con <i>Eunicella verrucosa</i> y <i>Paramuricea clavata</i>	200,65	2,88 %	23,78	0,34 %
8	Sustrato duro batial con gorgonias ( <i>Acanthogorgia hirsuta</i> y <i>Swiftia pallida</i> ) y esponjas ( <i>Asconema setubalense</i> y Esponjas blancas)	1.134,97	16,32 %	464,19	6,67 %
9	Sustrato duro batial con corales ( <i>Madrepora oculata</i> , <i>Savala savaglia</i> y <i>Leiopathes glaberrima</i> )	184,23	2,65 %	16,78	0,24 %
10	Fangos batiales con pennatuláceos ( <i>Kophobelemnion stelliferum</i> )	1.320,86	18,99 %	219,91	3,16 %
11	Fangos batiales con <i>Isidella elongata</i>	479,58	6,89 %	181,62	2,61 %
13	Fondos detriticos circalitorales con pennatuláceos ( <i>Pennatula rubra</i> )	145,21	2,09 %	78,14	1,12 %

De acuerdo a las distribuciones de estos hábitats obtenidas utilizando los umbrales "prevalencia" y kappa", el 57,4% y el 16,8% de la zona de estudio está ocupada por un hábitat biogénico, respectivamente.

En la Figura 11 y en la Tabla 6 se muestran respectivamente, la distribución y las superficies de ocupación de los hábitats de interés comunitario de la Directiva Hábitats: 1170- "Arrecifes" y 1110- "Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda", para los dos escenarios anteriormente mencionados (umbrales prevalencia y kappa).



**Tabla 6.** Superficie de ocupación de los hábitats bentónicos de interés comunitario de la Directiva Hábitats registrados en el área de estudio, considerando los 2 escenarios (umbrales prevalencia y kappa). La representatividad o porcentaje de ocupación de cada hábitat se calculó con respecto a la superficie del área de estudio Seco de los Olivos, con una superficie total de 6.955há.

HÁBITAT BENTÓNICO	Umbral Prevalencia		Umbral Kappa	
	SUPERFICIE (has)	REPRESENTATIVIDAD	SUPERFICIE (has)	REPRESENTATIVIDAD
Hábitat 1170	1.971,49	28,35 %	642,94	9,24 %
Hábitat 1170 propuesto	1.800,44	25,89 %	401,53	5,77 %
Hábitat 1110 propuesto	220,31	3,17 %	122,98	1,77 %

La representatividad o porcentaje de ocupación de cada tipo de hábitat de interés comunitario permite determinar si cada tipo de hábitats es “típico” o no de la zona de estudio. Es importante remarcar que la incorporación de los 2 hábitats propuestos para su consideración en el hábitat de interés comunitario 1170 supondría el aumento considerable de la representatividad de los “arrecifes” en la zona de estudio, ya que pasaría del 9,24-28,35% al 15,01-54,24%, dependiendo del umbral utilizado. Por otro lado, igualmente es importante señalar que, aunque la representatividad del hábitat de interés comunitario 1110 en la zona de estudio no es muy elevada, su registro en este ‘Lugar de Interés Comunitario’ es importante para su consideración en el plan de gestión y su futuro seguimiento.

La clasificación de la representatividad de cada tipo de hábitat de interés comunitario en excelente, buena o significativa, no ha sido posible debido a que no existen actualmente criterios numéricos definidos a nivel europeo o nacional que permitan valorarlo.

Por otro lado, la superficie relativa de cada hábitat, es decir, la superficie del lugar de estudio en la que se distribuye cada hábitat de interés comunitario en relación con la superficie total del mismo hábitat en territorio nacional se muestra en la tabla 7. Para este cálculo se consideró la superficie total ocupada por los hábitats 1170 (sin considerar y considerando los 2 hábitats propuestos para su inclusión) y 1110 (considerando los 2 hábitats propuestos para su inclusión) en territorio nacional de acuerdo a los datos proporcionados en el último informe sexenal de aplicación de la Directiva Hábitats en España, según los cuales:

#### **Hábitat 1170**

Superficie Atlántica: 1766,17 km<sup>2</sup>

Superficie Mediterráneo: 6147,25 km<sup>2</sup>

Superficie Canarias: 2716,25 km<sup>2</sup>

Superficie Total= 10629,67 km<sup>2</sup>

#### **Hábitat 1110**

Superficie Atlántica: 1493,33 km<sup>2</sup>

Superficie Mediterráneo: 84,04 km<sup>2</sup>

Superficie Canarias: 41,34 km<sup>2</sup>

Superficie Total= 1618,71 km<sup>2</sup>

Esta superficie de cada hábitat conocida a nivel nacional y utilizada para el cálculo de la superficie relativa corresponde a la superficie de los polígonos de los diferentes hábitats y no a la superficie de las cuadrículas 10 x 10 km que son consideradas en los informes sexenales.

**Tabla 7.** Superficie relativa de los hábitats bentónicos de interés comunitario de la Directiva Hábitats registrados en el área de estudio, considerando los 2 escenarios (umbrales prevalencia y kappa). El porcentaje de ocupación de cada hábitat se calculó con respecto a la superficie del área de estudio Seco de los Olivos, con una superficie total de 6.955há.

HÁBITAT BENTÓNICO	Umbral Prevalencia		Umbral Kappa	
	SUPERFICIE (has)	SUPERFICIE RELATIVA	SUPERFICIE (has)	SUPERFICIE RELATIVA
Hábitat 1170	1.971,49	0,18 %	642,94	0,06%
Hábitat 1170 propuesto	1.800,44	0,17 %	401,53	0,04%
Hábitat 1110 propuesto	220,31	-	122,98	-

De acuerdo a las distribuciones de estos hábitats obtenidas utilizando los umbrales "prevalencia" y kappa", entre el 0,18% y el 0,06% del hábitat de interés comunitario 1170 se localiza en el Seco de los Olivos y, por lo tanto, su superficie relativa se clasifica como C ( $p < 2\%$ ). Es importante remarcar que la incorporación de los 2 hábitats propuestos para su consideración en el hábitat de interés comunitario 1170 supondría el aumento de la superficie relativa de los "arrecifes" en la zona de estudio, ya que aumentaría hasta un rango entre 0.35% - 0,1%, pero igualmente se mantendría en un porcentaje menor al 2% y, por lo tanto, seguiría considerándose en la categoría C.

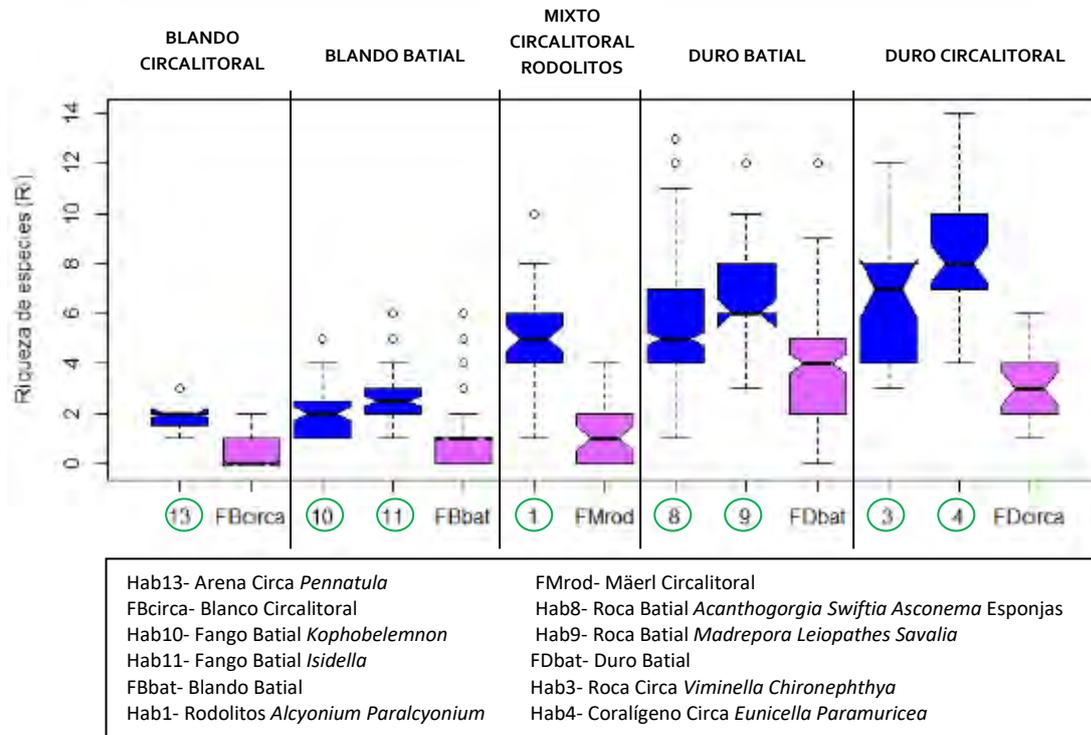
La superficie relativa del hábitat de interés comunitario 1110 no fue posible calcularla debido a que los hábitats bentónicos considerados como hábitat 1110 en el Seco de los Olivos (los 2 nuevos hábitats propuestos para su inclusión) y en el último informe sexenal de aplicación de la Directiva Hábitats en España no son los mismos. Mientras que la superficie ocupada por el hábitat 1110 en el Seco de los Olivos corresponde a la superficie de los hábitats (1) Fondos de rodolitos circalitorales con *Alcyonium palmatum* y *Paralcyonium spinulosum*, y (2) Fondos detriticos circalitorales con pennatuláceos (*Pennatula rubra*), la superficie de este hábitat enviada en el último informe sexenal corresponde exclusivamente a "zonas arenosas colonizadas por angiospermas (*Zostera* y *Cymodocea*), no siendo, por lo tanto, datos comparables.

#### 5.4.2. Estado ambiental

Para el estudio del Estado Ambiental se puso especial énfasis en el análisis comparativo entre los hábitats estructurados por su componente biológica (especies estructurantes) denominados "hábitats biogénicos" y los hábitats sin un importante componente biológico denominados "hábitats no biogénicos". Dichas comparaciones se realizaron entre hábitats que se distribuyen sobre el mismo piso batimétrico (circalitoral y batial) y similar tipo de sustrato (duro, blando o mixto con rodolitos).

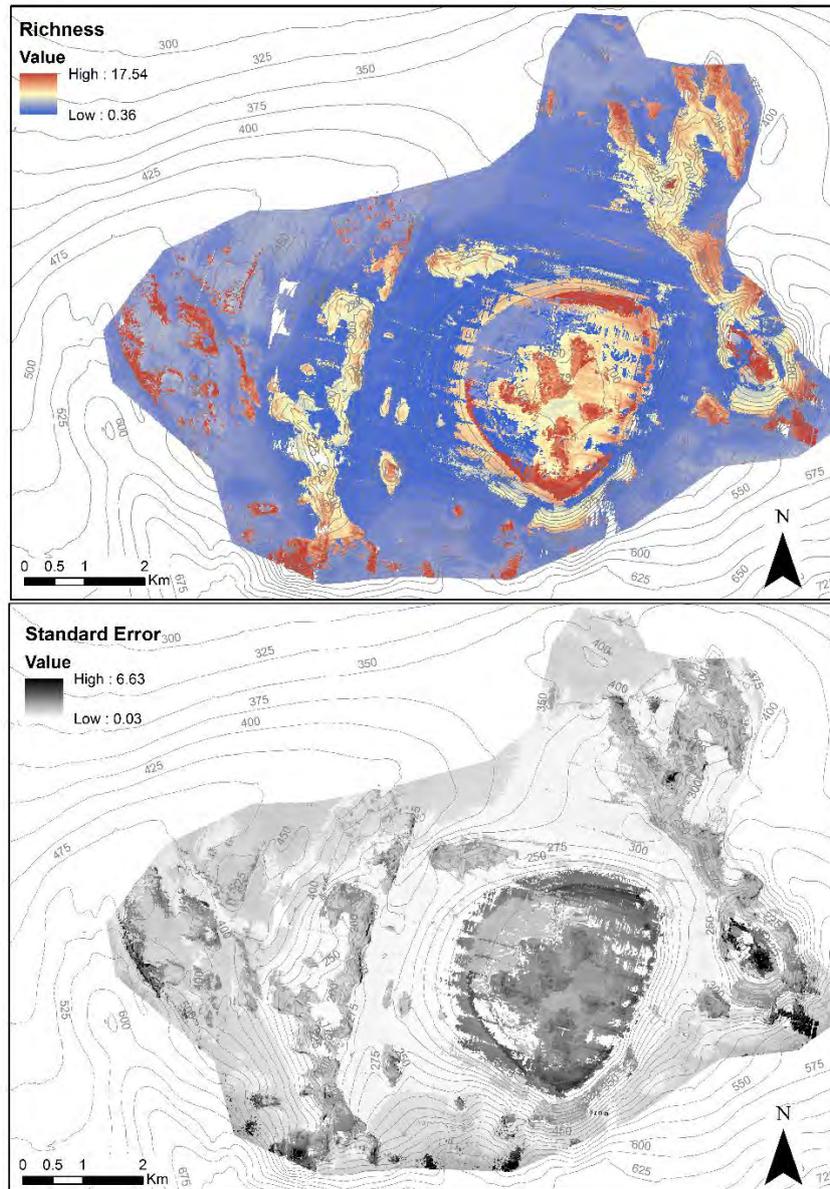
### 5.4.2.1. Riqueza de especies e identificación de "hotspots"

Los mayores valores de riqueza se encontraron en hábitats sobre fondos duros (Fig. 12). Al comparar los hábitats biogénicos y no biogénicos, se obtuvieron mayores valores para los hábitats con especies estructurantes (biogénicos) (De la Torre et al., 2020).



**Figura 12.** Riqueza taxonómica de invertebrados de los hábitats bentónicos del Seco de los Olivos. Se compararon los hábitats con componente biogénico (en azul) y sin componente biogénico (en fucsia) para las diferentes categorías de profundidad y tipo de fondo. Todas las diferencias entre hábitats de la misma categoría fueron significativas (círculos verdes). Para correspondencia de los números con los hábitats biogénicos, ver tabla; Hábitats no biogénicos: FBcirca: fondo blando (fango y arena) circalitoral; F Bbat: fondo blando (fango y arena) batial; MBrod: fondo mixto (arena y rodolitos) circalitoral; FDbat: fondo duro (restos de *coral framework*, roca, bloques, etc.) batial; FDbat: fondo duro (restos de *coral framework*, roca, bloques, etc.) circalitoral.

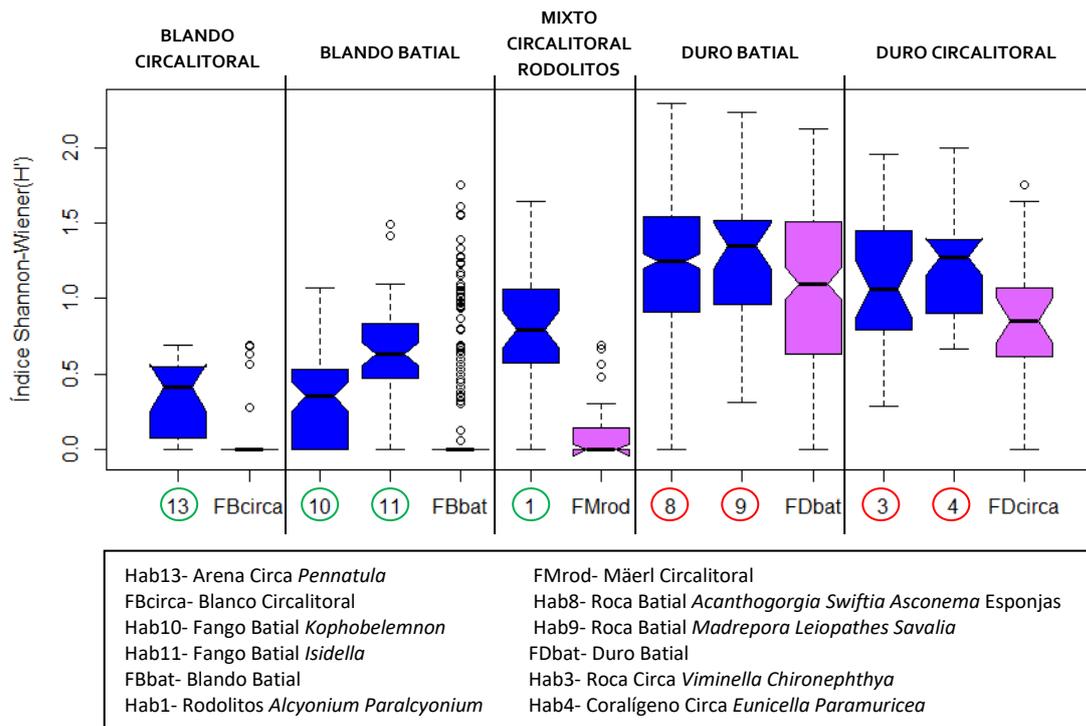
El mapa predictivo de la riqueza de especies permitió identificar "hotspots" de gran interés en la montaña submarina, principalmente en áreas ocupadas por hábitats biogénicos (Fig. 13). En general se localizaron 2 áreas con los mayores niveles de riqueza: una zona restringida a la cima del guyot central, principalmente asociada al hábitat Roca circalitoral con *Eunicella verrucosa* y *Paramuricea clavata*; y pequeñas áreas asociadas a hábitats biogénicos sobre fondos duros localizadas en las elevaciones laterales, especialmente en zonas profundas de gran pendiente cubiertas por los hábitats "Sustrato duro batial con gorgonias (*Acanthogorgia hirsuta* y *Swiftia pallida*) y esponjas (*Asconema setubalense* y Esponjas blancas)" y en menor medida " Sustrato duro batial con corales (*Madrepora oculata*, *Savala savaglia* y *Leiopathes glaberrima*)" (De la Torre et al., 2020).



**Figura 13.** Mapa de la riqueza taxonómica de invertebrados del Seco de los Olivos: (a) Mapa predictivo, y (b) Mapa de error estándar asociado.

### 5.4.2.2. Índice de Diversidad de Shannon- Wiener (H')

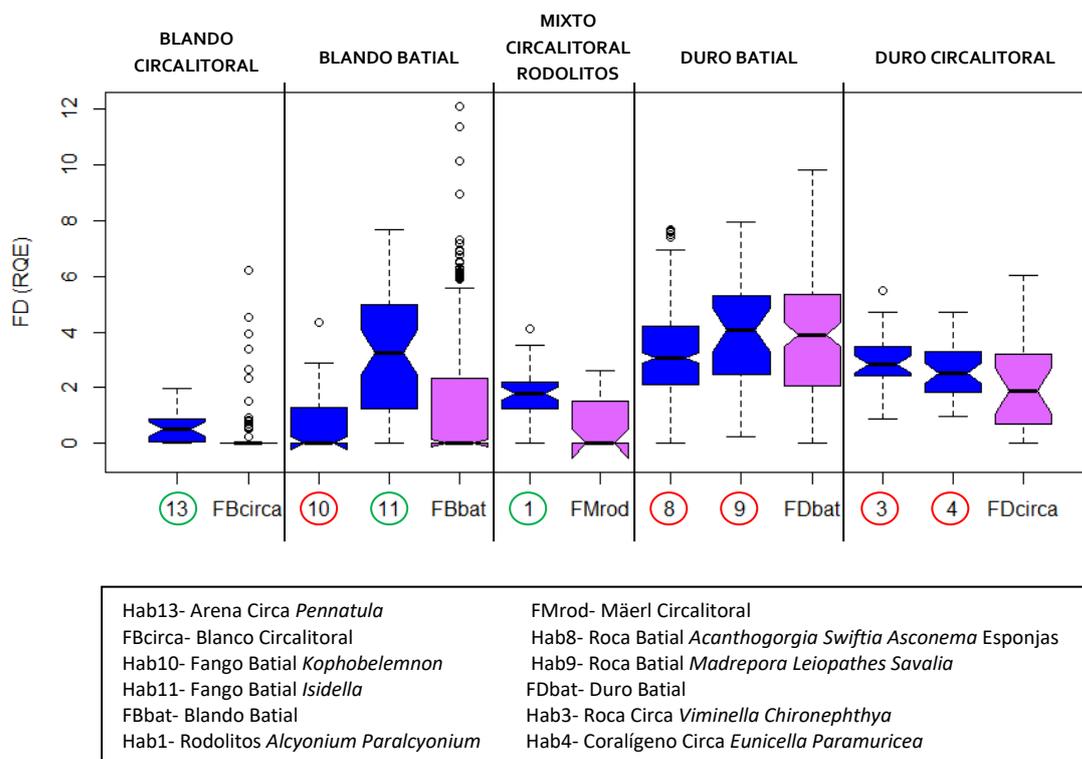
Los mayores valores de diversidad se encontraron en hábitats sobre fondos duros (Fig. 14). Al comparar los hábitats biogénicos y no biogénicos, se obtuvieron mayores valores para los hábitats con especies estructurantes, especialmente al comparar hábitats sobre fondos blandos o mixtos (De la Torre et al., 2020).



**Figura 14.** Diversidad taxonómica de invertebrados de los hábitats bentónicos del Seco de los Olivos. Se compararon los hábitats con componente biogénico (en azul) y sin componente biogénico (en fucsia) para las diferentes categorías de profundidad y tipo de fondo. Los círculos verdes indican las diferencias entre hábitats biogénicos y no biogénicos significativas, mientras que los círculos rojos indican diferencias no significativas.

### 5.4.2.3. Índice de Diversidad Funcional

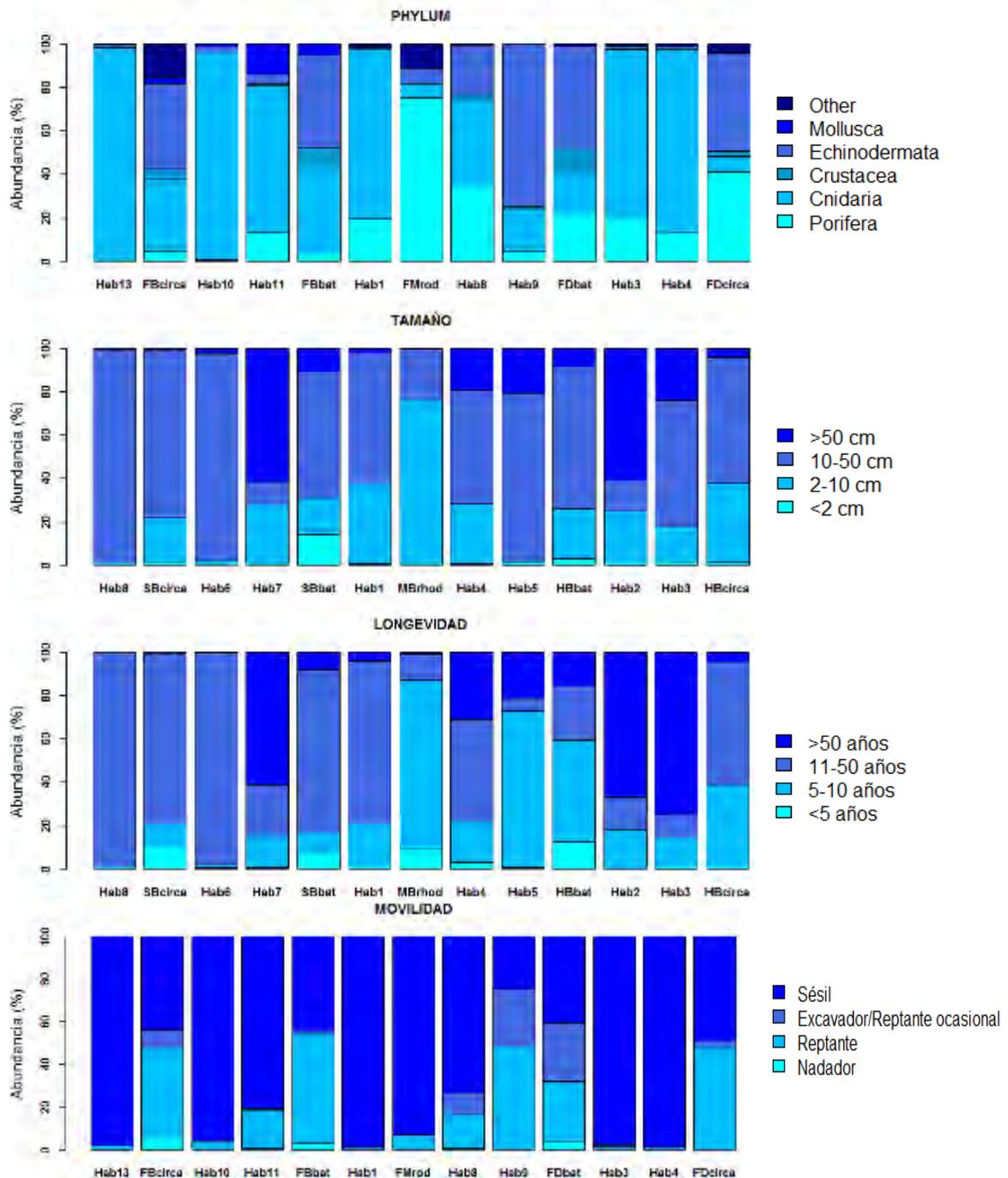
Solamente se encontraron diferencias significativas entre hábitats biogénicos y no biogénicos sobre fondo blando o mixto (Fig. 15). En el caso de hábitats sobre fondo duro, las diferencias no fueron significativas (De la Torre et al., 2020).



**Figura 15.** Diversidad funcional de invertebrados de los hábitats bentónicos del Seco de los Olivos. Se compararon los hábitats con componente biogénico (en azul) y sin componente biogénico (en fucsia) para las diferentes categorías de profundidad y tipo de fondo. Los círculos verdes indican las diferencias entre hábitats biogénicos y no biogénicos significativas, mientras que los círculos rojos indican diferencias no significativas.

### 5.4.2.4. Composición funcional

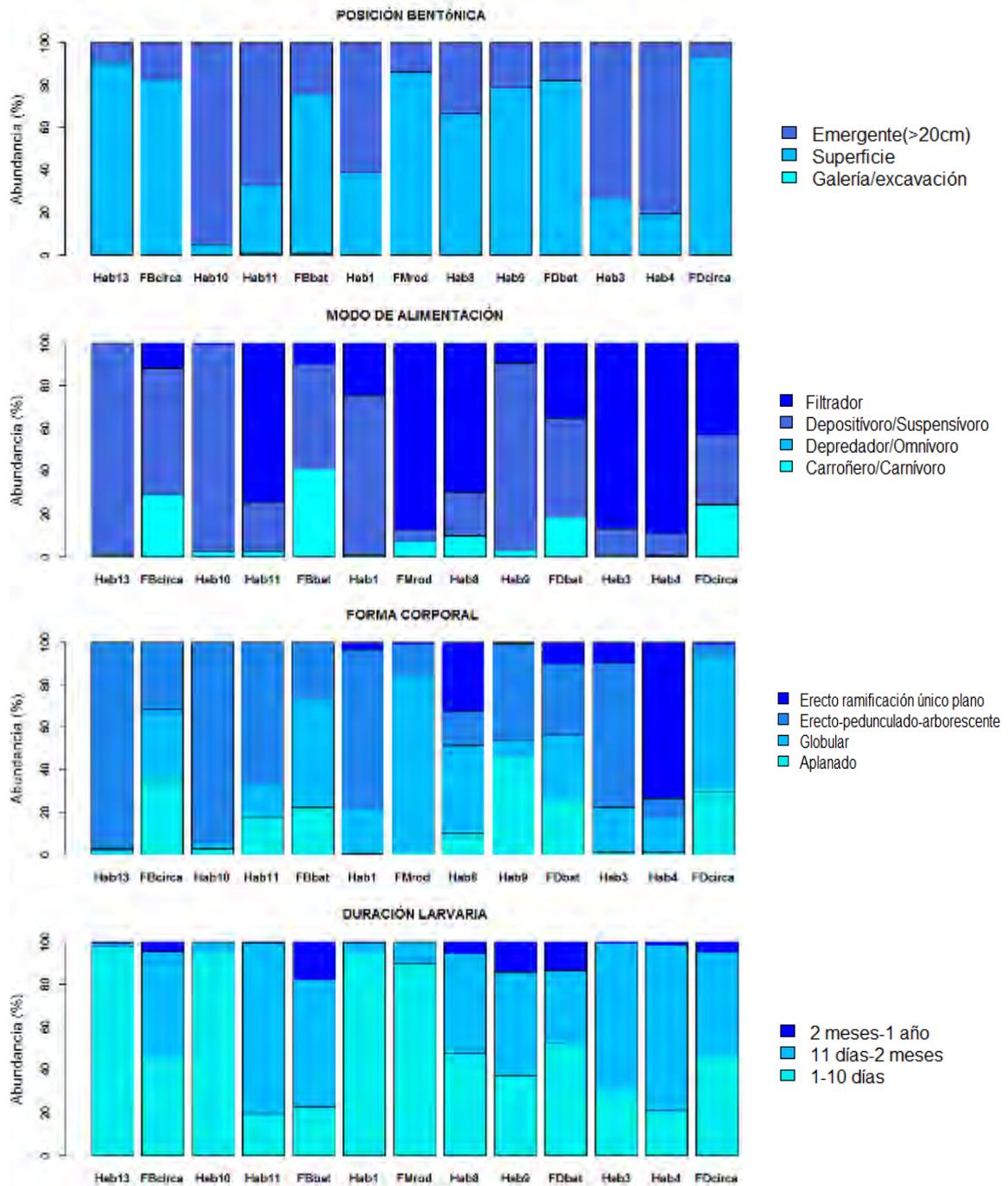
Se encontraron diferencias claras en la composición de cada modalidad de cada característica funcional entre hábitats (Fig.16) (De la Torre et al., 2020). En general, los hábitats no biogénicos estuvieron compuestos principalmente por especies caracterizadas por ser de pequeño tamaño, de vida corta, sésiles y reptantes-arrastrantes, de superficie, depositóras-suspensóras y filtradoras, pero también carroñeras y con forma plana, redonda e incluso erecta y arborescente. Sin embargo, las especies que forman las comunidades de los hábitats biogénicos fueron de mayor tamaño y vida más larga, principalmente sésiles, de superficie, pero principalmente emergentes, depositóras-suspensóras y filtradoras y con forma erecta y arborescente plana, aunque también algunos con forma redonda y plana. La duración de vida de la larva no fue útil a la hora de describir los patrones observados, ya que no reflejó diferencias en los patrones entre hábitats.



Hab13- Arena Circa <i>Pennatula</i>	FMrod- Mäerl Circalitoral
FBcirca- Blanco Circalitoral	Hab8- Roca Batial <i>Acanthogorgia Swiftia Asconema</i> Esponjas
Hab10- Fango Batial <i>Kophobelemnon</i>	Hab9- Roca Batial <i>Madrepora Leiopathes Savalia</i>
Hab11- Fango Batial <i>Isidella</i>	FDbat- Duro Batial
FBbat- Blando Batial	Hab3- Roca Circa <i>Viminella Chironophthya</i>

**Figura 16.** Composición funcional de los diferentes hábitats basado en las características funcionales de las especies (abundancia relativa de cada modalidad de cada característica para cada hábitat).

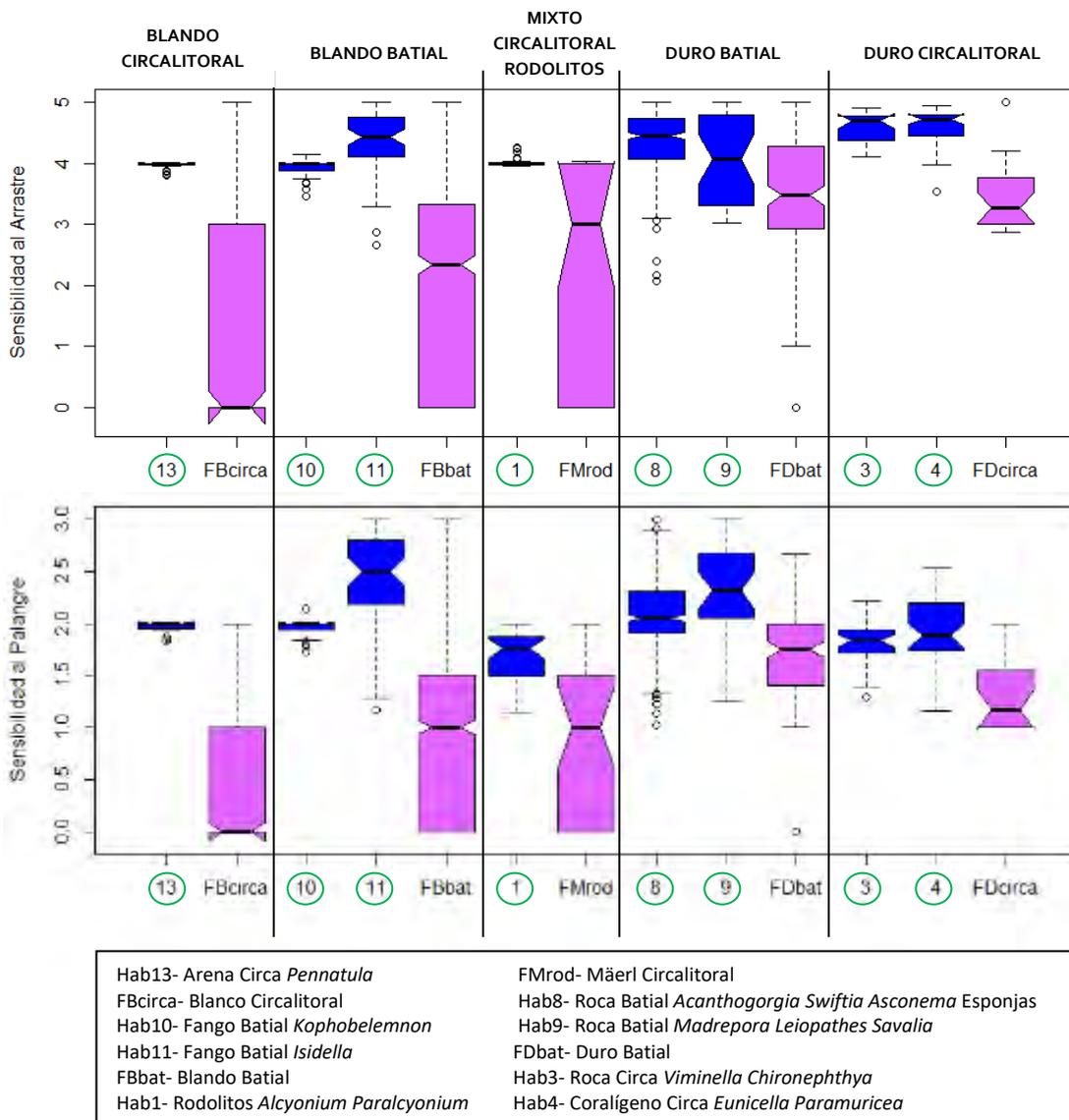
Figura 16. Continuación.



Hab13- Arena Circa <i>Pennatula</i>	FMrod- Mäerl Circalitoral
FBcirca- Blanco Circalitoral	Hab8- Roca Batial <i>Acanthogorgia Swiftia Asconema</i> Esponjas
Hab10- Fango Batial <i>Kophobolemnon</i>	Hab9- Roca Batial <i>Madrepora Leiopathes Savalia</i>
Hab11- Fango Batial <i>Isidella</i>	FDbat- Duro Batial
FBbat- Blando Batial	Hab3- Roca Circa <i>Viminella Chironophthya</i>
Hab1- Rodolitos <i>Alcyonium Paralcyonium</i>	Hab4- Coralígeno Circa <i>Eunicella Paramuricea</i>

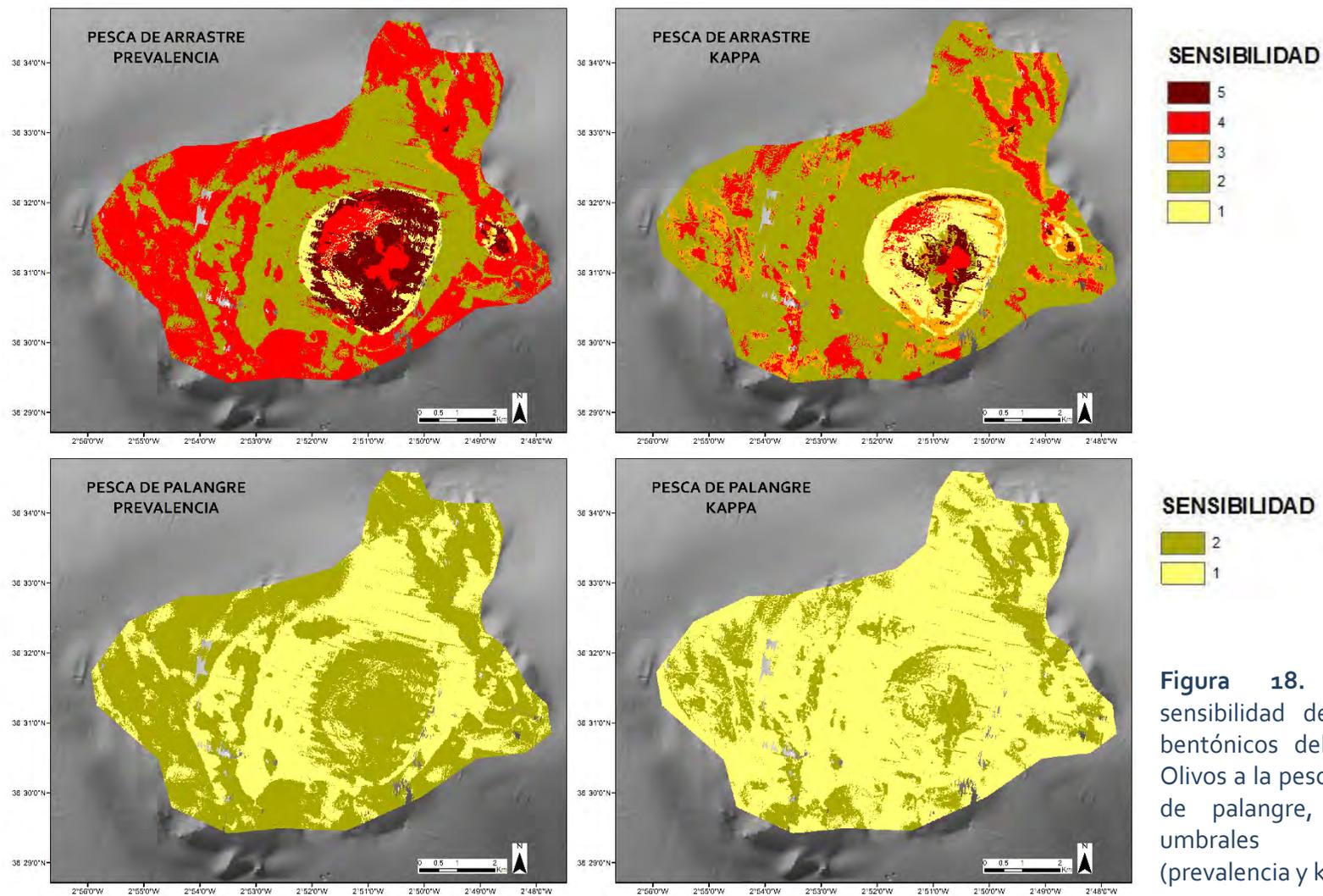
### 5.4.3. Sensibilidad y/o vulnerabilidad de los hábitats bentónicos frente a las principales presiones

Los hábitats biogénicos mostraron mayor sensibilidad que los hábitats no biogénicos, tanto a la pesca de arrastre como a la pesca de palangre (Fig.17). En el caso de la pesca de arrastre, los hábitats con mayor sensibilidad fueron los 4 hábitats biogénicos sobre fondo rocoso circalitoral (Hábitats 3 y 4) y batial (Hábitats 8 y 9) y el hábitat con *Isidella elongata* sobre fondo blando batial (Hábitat 11). En el caso de la pesca de palangre, la mayor sensibilidad la mostró este mismo hábitat con *Isidella elongata*, seguido de los hábitats sobre fondos rocosos batiales y circalitorales.



**Figura 17.** Sensibilidad de los hábitats bentónicos del Seco de los Olivos a la pesca de arrastre y de palangre. Se compararon los hábitats con componente biogénico (en azul) y sin componente biogénico (en fucsia) para las diferentes categorías de profundidad y tipo de fondo. Los círculos verdes indican las diferencias entre hábitats biogénicos y no biogénicos significativas.

Los mapas de sensibilidad (Fig. 18) permiten identificar las zonas más sensibles a estos dos tipos de pesca (arrastre y palangre) basándonos en 2 escenarios diferentes. En todos los casos, sobre la meseta central y los pináculos de las 2 elevaciones laterales se identificaron los mayores valores de sensibilidad.

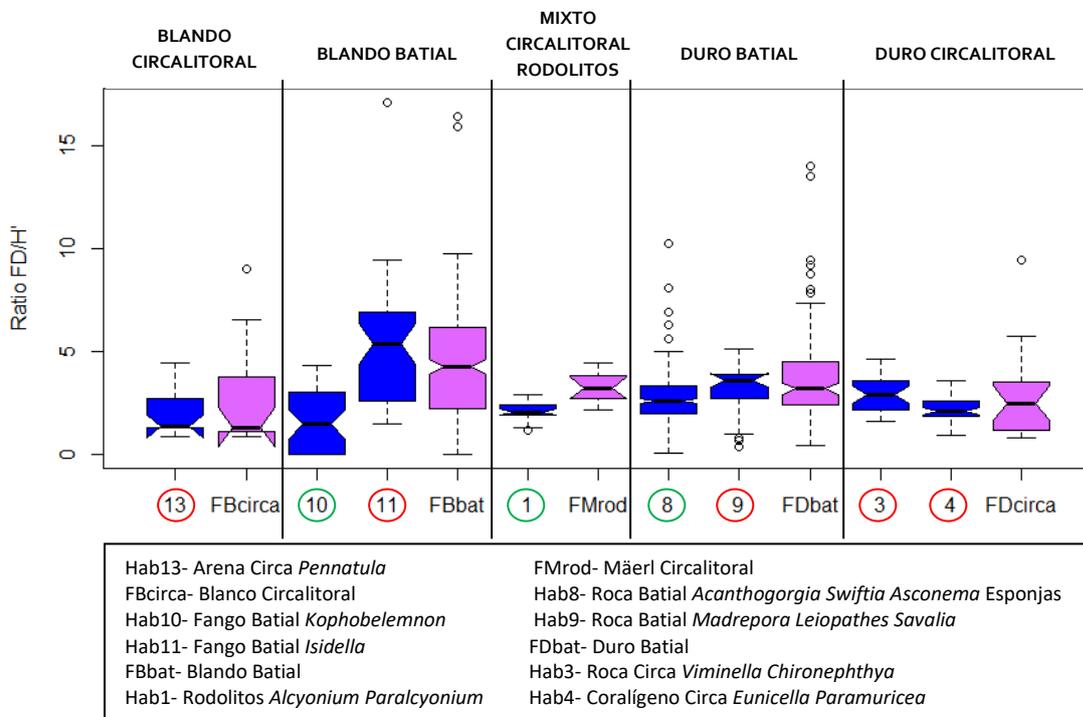


**Figura 18.** Mapas de sensibilidad de los hábitats bentónicos del Seco de los Olivos a la pesca de arrastre y de palangre, utilizando 2 umbrales diferentes (prevalencia y kappa).

#### 5.4.4. Resiliencia

##### Redundancia Funcional

La relación  $FD/H'$  mostró diferencias significativas solamente al comparar 3 hábitats biogénicos con sus correspondientes hábitats no biogénicos a la misma profundidad y mismo tipo de sustrato, de forma que los hábitats biogénicos mostraron mayor redundancia funcional (Fig. 19) (De la Torre et al., 2020). Esto indica que los hábitats caracterizados por mayores densidades y mayores redundancias funcionales son ambientes más "amortiguadores" y, por lo tanto, menos susceptibles a cambios generados por presiones o perturbaciones, ya que al tener un mayor número de especies que realizan las mismas funciones en el ecosistema, la probabilidad de que al menos una de ellas sobreviva a cambios ambientales y siga desempeñando las mismas funciones es alta.



**Figura 19.** Redundancia funcional (FR) asociada a los diferentes hábitats bentónicos en el Seco de los Olivos, calculada como la relación  $FD/H'$ . Los círculos verdes indican las diferencias entre hábitats biogénicos y no biogénicos significativas, mientras que los círculos rojos indican diferencias no significativas.

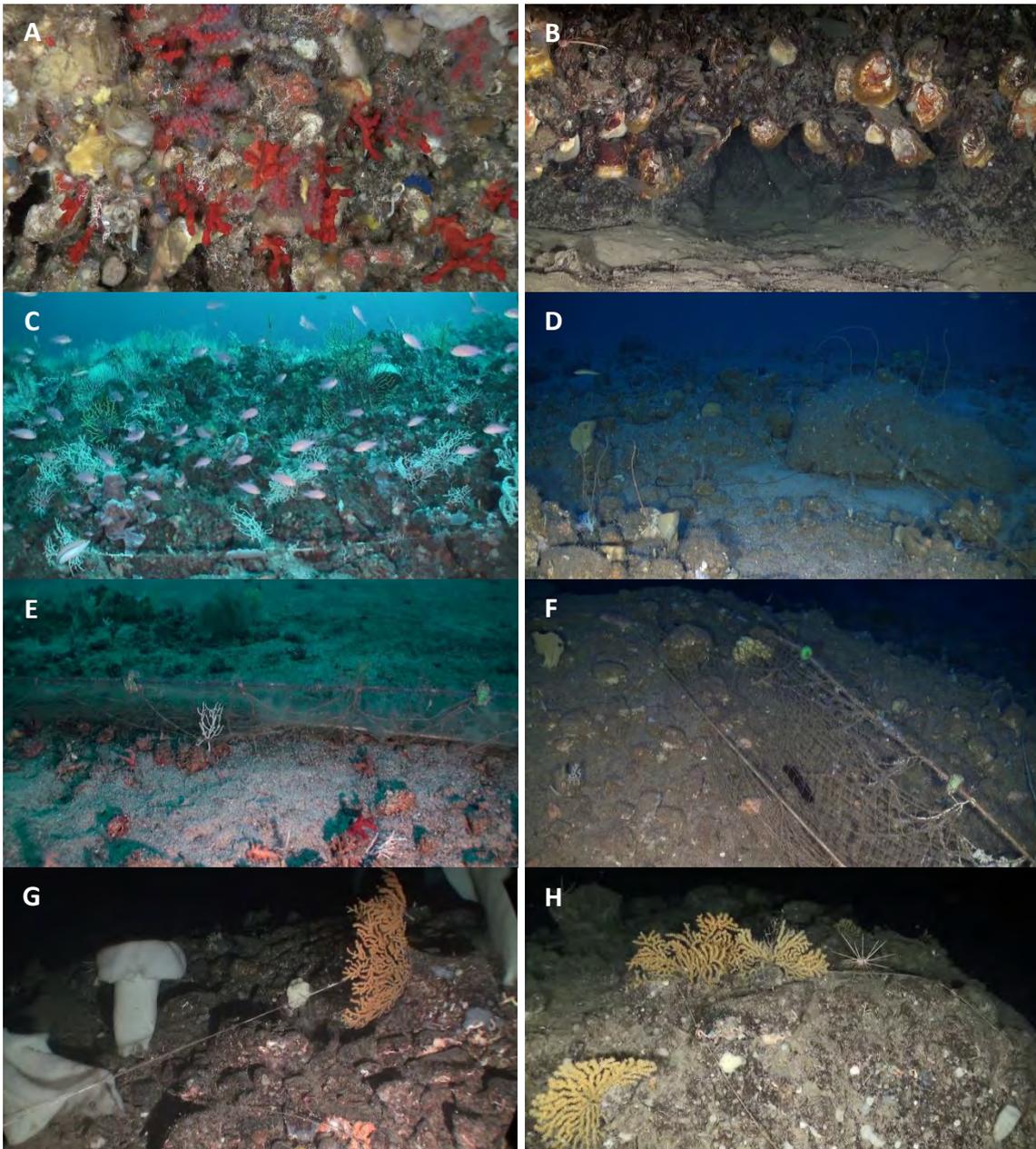
#### 5.4.5. Grado de Conservación de los hábitats de interés comunitario

Como resultado de los análisis realizados en la zona de estudio y con el objetivo de realizar una evaluación preliminar del grado de conservación de cada hábitat de interés comunitario registrado en la zona de estudio, el grado de conservación de la estructura, el grado de conservación de las funciones y la posibilidad de restauración de los hábitats de interés comunitario 1170 y 110 en la montaña submarina Seco de los Olivos basado en el 'criterio experto' se muestran en la tabla 8.

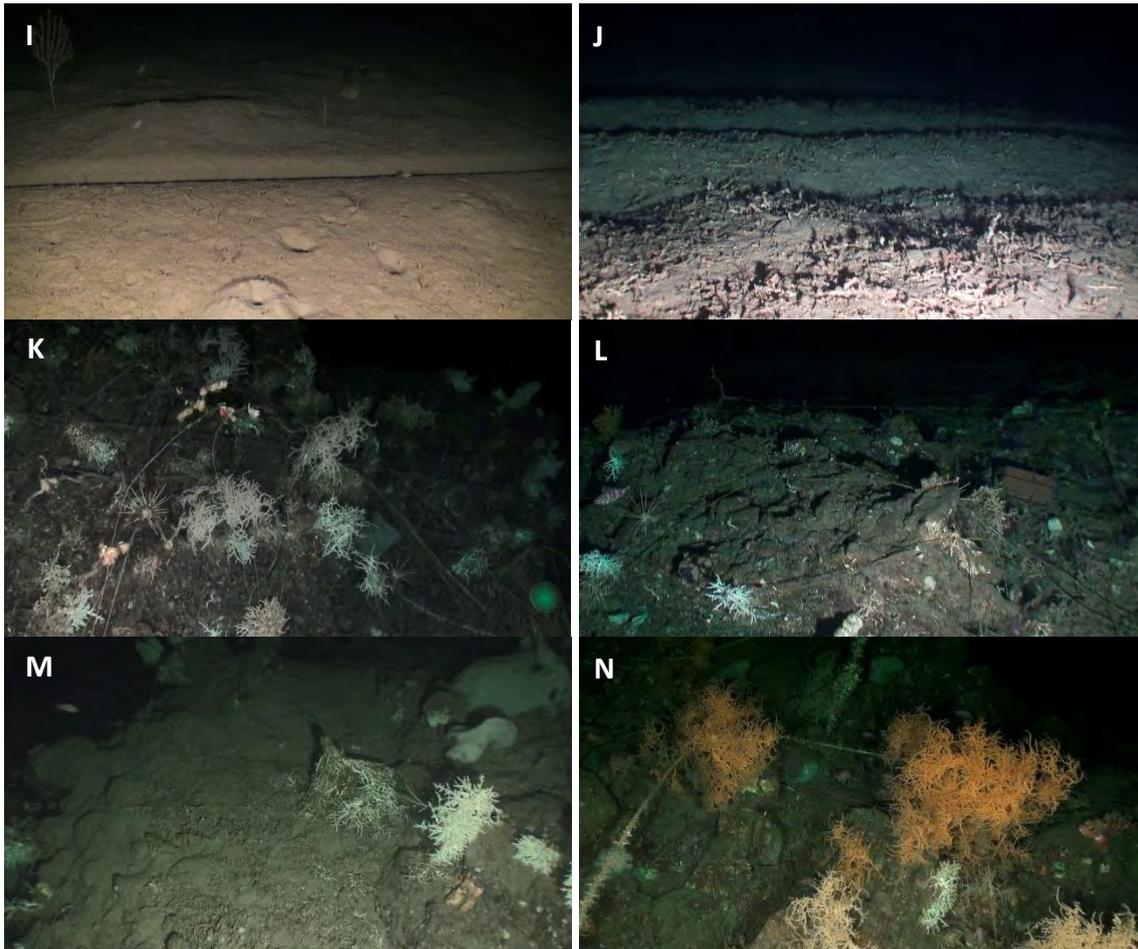
Tabla 8. Evaluación preliminar del grado de conservación de cada hábitat de interés comunitario registrado en la zona de estudio, basado en el 'criterio experto'.

HÁBITATS BENTÓNICOS PRESENTES EN EL SECO DE LOS OLIVOS	DIRECTIVA HÁBITAT (ANEXO I)	SUPERFICIE DE OCUPACIÓN (%)		CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA	CONSERVACIÓN DE LAS FUNCIONES	POSIBILIDAD DE RESTAURACIÓN
		Umbral Prevalencia	Umbral Kappa			
Escarpes circalitorales con <i>Caryophyllia cyathus</i> y <i>Corallium rubrum</i>	1170 Reefs	Presencia puntual	Presencia puntual	Estructura excelente	Perspectivas buenas	Restauración difícil o imposible
Roca circalitoral con <i>Viminella flagellum</i> y <i>Chironepthya mediterranea</i>	1170 Reefs	6,49 %	1,99 %	Estructura bien conservada	Perspectivas buenas	Restauración difícil o imposible
Coralígeno circalitoral con <i>Eunicella verrucosa</i> y <i>Paramuricea clavata</i>	1170 Reefs	2,88 %	0,34 %	Estructura bien conservada	Perspectivas buenas	Restauración difícil o imposible
Escarpes rocosos batiales con <i>Neopycnodonte zibrowi</i>	1170 Reefs	Presencia puntual	Presencia puntual	Estructura excelente	Perspectivas buenas	Restauración difícil o imposible
Roca batial con <i>Dendrobrachia bonsai</i>	1170 Reefs	Presencia puntual	Presencia puntual	Estructura excelente	Perspectivas buenas	Restauración difícil o imposible
Roca batial con <i>Caryophyllia</i> sp.	1170 Reefs	Presencia puntual	Presencia puntual	Estructura excelente	Perspectivas buenas	Restauración difícil o imposible
Sustrato duro batial con gorgonias ( <i>Acanthogorgia hirsuta</i> y <i>Swiftia pallida</i> ) y esponjas ( <i>Asconema setubalense</i> y Esponjas blancas)	1170 Reefs	16,32 %	6,67 %	Estructura bien conservada	Perspectivas buenas	Restauración difícil o imposible
Sustrato duro batial con corales ( <i>Madrepora oculata</i> , <i>Savala savaglia</i> y <i>Leiopathes glaberrima</i> )	1170 Reefs	2,65 %	0,24 %	Estructura mediana o parcialmente degradada	Perspectivas buenas	Restauración difícil o imposible
Fangos batiales con pennatuláceos ( <i>Kophobelemnnon stelliferum</i> )	PROPUESTA 1170	18,99 %	3,16 %	Estructura mediana o parcialmente degradada	Perspectivas buenas	Restauración difícil o imposible
Fangos batiales con <i>Isidella elongata</i>	PROPUESTA 1170	6,89 %	2,61 %	Estructura mediana o parcialmente degradada	Perspectivas buenas	Restauración difícil o imposible
Fondos de rodolitos circalitorales con <i>Alcyonium palmatum</i> y <i>Paralcyonium spinulosum</i>	PROPUESTA 1110	1,08 %	0,64 %	Estructura bien conservada	Perspectivas buenas	Restauración difícil o imposible
Fondos detriticos circalitorales con pennatuláceos ( <i>Pennatula rubra</i> )	PROPUESTA 1110	2,09 %	1,12 %	Estructura excelente	Perspectivas buenas	Restauración difícil o imposible

El hábitat de interés comunitario 1170 presentó diferentes grados de conservación de la estructura (Fig. 20): los 'microhábitats' con presencia puntual fueron evaluados como con una 'estructura excelente' al no registrar signos evidentes de perturbación; entre el 90,65% y el 97,4% fue evaluado como con una 'estructura bien conservada' debido a que aunque se encontraron algunos restos de aparejos de pesca sobre las especies, no se registraron especies claramente dañadas o rotas; y entre el 2,6% y el 9,3% fue evaluado como con una 'estructura mediana o parcialmente degradada' ya que se encontraron numerosos aparejos de pesca y marcas de arrastre sobre los hábitats y numerosas especies dañadas e incluso desprendidas del fondo.



**Figura 20.** Diferentes grados de conservación de la estructura de los diferentes hábitats bentónicos incluidos en el hábitat de interés comunitario 1170, incluyendo los 2 hábitats propuestos para su inclusión futura: (A) - (B): estructura excelente; (C)-(h) estructura bien conservada



**Figura 20- Continuación.** Diferentes grados de conservación de la estructura de los diferentes hábitats bentónicos incluidos en el hábitat de interés comunitario 1170, incluyendo los 2 hábitats propuestos para su inclusión futura: (I) - (N): estructura mediana o parcialmente degradada.

Si consideramos en este hábitat 1170 los 2 hábitats propuestos para su incorporación en esta tipología de hábitat, el grado de conservación de la estructura es menor, de forma que: los 'microhábitats' con presencia puntual fueron igualmente evaluados como con una 'estructura excelente', entre el 47,38% y el 59,95% fue evaluado como con una 'estructura bien conservada' y entre el 40,05% y el 52,62% fue evaluado como con una 'estructura mediana o parcialmente degradada'. La elevada superficie cubierta por estos 2 hábitats y el menor grado de conservación de su estructura, queda claramente reflejado en la evaluación del hábitat 1170- 'Arrecifes'.

El hábitat de interés comunitario 1110, también presentó diferentes grados de conservación de la estructura: entre el 63,54% y el 65,9% del hábitat fue evaluado como con una 'estructura excelente' y entre el 34,1% y el 36,5% fue evaluado como con una 'estructura bien conservada'.

En relación al grado de conservación de las funciones, todos los hábitats fueron evaluados como con 'perspectivas buenas', de forma que se considera que, si se desarrollan e implementan las medidas de conservación adecuadas, existe una media-elevada probabilidad de que los hábitats mantengan su estructura en el futuro e incluso de que se

produzca la recuperación de algunos hábitats en el medio-largo plazo en zonas donde hasta el momento han sufrido elevadas perturbaciones, si cesa la presión pesquera. Sin embargo, las posibilidades de restauración fueron evaluadas como 'difícil o imposible' para todos los hábitats, debido a que el éxito desde el punto de vista ecológico no parece probable (zonas profundas de fuertes corrientes y hábitats caracterizados por especies estructurantes de gran tamaño, vida larga, ciclos reproductivos largos y bajas tasas de reclutamiento).

Finalmente, basándonos en las indicaciones y en el esquema del manual de interpretación del Formulario Normalizado de Datos de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 (FND), el grado de conservación de los diferentes hábitats de interés comunitario se definió como:

- Hábitat 1170:

Entre el 90,65% - 97,4% del hábitat en grado de conservación "BUENA"

Entre el 2,6% - 9,3% del hábitat en grado de conservación "MEDIANA O REDUCIDA".

- Hábitat 1170 incluyendo los 2 hábitats propuestos para su inclusión en este hábitat:

Entre el 47,38% - 59,95% del hábitat en grado de conservación "BUENA"

Entre el 40,05% - 52,62% del hábitat en grado de conservación "MEDIANA O REDUCIDA".

- Hábitat 1110:

Entre el 63,54% - 65,9% del hábitat en grado de conservación "EXCELENTE"

Entre el 34,1% - 36,5% del hábitat en grado de conservación "BUENA".

## 6. Conclusiones y recomendaciones

Basándonos en los nuevos resultados y en la mejora del conocimiento de los hábitats bentónicos del Seco de los Olivos, las principales conclusiones y recomendaciones son las siguientes:

### Clasificación de Hábitats

- De los 13 hábitats bentónicos biogénicos, 8 de ellos son clasificados como de la tipología "1170 Arrecifes", de acuerdo con el Anexo 1 de la Directiva Hábitats.

- Se han documentado 2 hábitats bentónicos que, por consenso científico, se han propuesto para su inclusión en la definición del hábitat 1110- "Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda", por lo que este hábitat se suma a los hábitats 1120 y 1170 de la Directiva Hábitats que hicieron que la zona (LIC ESZZ16003) fuera merecedora de formar parte de la red marina Natura 2000". Estos 2 hábitats son: (1) "Fondos de rodolitos circalitorales con *Alcyonium palmatum* y *Paralcyonium spinulosum*" y (2) "Fondos detriticos circalitorales con pennatuláceos (*Pennatula rubra*)"

- El Comité Científico del proyecto INTEMARES en España, considera que 2 de los hábitats bentónicos identificados en el Seco de los Olivos: (1) "Fangos batiales con *Isidella elongata*" y (2) "Fangos batiales con pennatuláceos (*Kophobelemnion stelliferum*)", deben incluirse en la definición del hábitat 1170- Arrecifes de la Directiva Hábitats. De esta forma la distribución y superficie ocupada por el hábitat 1170 aumenta en la zona de estudio.

### Distribución y Estado Ambiental de los Hábitats bentónicos

- La distribución "en mosaico" de los hábitats bentónicos vulnerables en el Seco de los Olivos cubre la casi totalidad de la montaña submarina y tan sólo en áreas localizadas en los fondos planos, depresiones y canales o zonas de transición la presencia de estos ecosistemas es menor.

- El rango batimétrico de los hábitats bentónicos vulnerables se extiende desde los 70 m hasta los 400 metros de profundidad.

- La superficie total ocupada por los hábitats biogénicos vulnerables se encuentra entre el 57,4% y el 16,8% de la superficie total de la montaña submarina, dependiendo de los umbrales estadísticos utilizados que han sido seleccionados para ofrecer diferentes escenarios.

- Los hábitats biogénicos (con especies estructurantes), los niveles altos de riqueza de especies y los hábitats sensibles se localizan principalmente en la meseta del guyot central y en las cimas de las elevaciones laterales.

- Los hábitats biogénicos (estructurados por una componente biológica) albergan mayores niveles de riqueza y biodiversidad, tanto taxonómica como funcional. Esto es particularmente notable en hábitats sobre fondos blandos o mixtos, en los que las especies estructurantes generan un efecto multiplicador aportando nuevo sustrato.

- Los hábitats con mayor redundancia funcional son ambientes más "amortiguadores" frente a cualquier amenaza y, por lo tanto, presentan mayores niveles de resiliencia. Algunos hábitats biogénicos presentaron mayor redundancia funcional que los hábitats no biogénicos en similares condiciones ambientales. Esto pone de manifiesto la necesidad de conservar los hábitats biogénicos en un estado saludable mediante la implementación de medidas de gestión enfocadas a su conservación, de forma que mantengan altos niveles de redundancia funcional y sean de esta forma, menos susceptibles a cambios ambientales y a la pérdida de especies frente a perturbaciones naturales y antrópicas.

### Gestión y Conservación

- Se han identificado numerosos hábitats bentónicos con una importante componente biológica (N= 13), estructurados por especies altamente vulnerables y reconocidos internacionalmente como indicadores de "Ecosistemas Marinos Vulnerable" (VME, Vulnerable Marine Ecosystem; FAO, 2009)

- La existencia de un elevado número de hábitats bentónicos distribuidos en mosaico y localizados en un área reducida caracterizada por fuertes gradientes ambientales, le confiere a esta montaña submarina un carácter único. Este carácter singular es considerado un criterio prioritario de conservación, situando a esta montaña submarina como uno de los lugares del Mediterráneo cuya biodiversidad es necesario mantener en el largo plazo.

- La distribución del hábitat 1170- Arrecifes de la Directiva Hábitats ocupa la meseta central del guyot central y las cimas de las elevaciones laterales, mientras que el hábitat 1110- "Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda" se distribuye exclusivamente sobre la cima del guyot central.

- La representatividad del hábitat 1170- Arrecifes se encuentra entre el 28,35% y el 9,24%, dependiendo de los umbrales estadísticos utilizados que han sido seleccionados para ofrecer diferentes escenarios. Estos porcentajes ascienden al 54,24% y al 14,01% si se incluyen los 2 hábitats propuestos en la tipología 1170 anteriormente mencionados.

- La superficie relativa del hábitat 1170- Arrecifes se sitúa entre el 0.18% y el 0.06%, dependiendo de los umbrales estadísticos utilizados que han sido seleccionados para ofrecer diferentes escenarios. Esta superficie asciende hasta el 0.35% y 0.1% si se incluyen los 2 hábitats propuestos en la tipología 1170 anteriormente mencionados. De acuerdo al manual de interpretación del Formulario Normalizado de Datos de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 (FND), la superficie relativa del hábitat 1170 quedaría clasificada, por lo tanto, como C.

- La representatividad del hábitat 1110- Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda, se sitúa entre el 3,17% y el 1,77%, dependiendo de los umbrales estadísticos utilizados que han sido seleccionados para ofrecer diferentes escenarios. Esto cobra especial relevancia si se incluye la presencia de este hábitat en el LIC ESZZ16003 Sur de Almería- Seco de los Olivos.

- El grado de conservación del hábitat 1170-Arrecifes se definió como “buena” en el 90,65% - 97,4% de su distribución y como “mediana o reducida” en el 2,6% - 9,3%, dependiendo de los umbrales estadísticos utilizados que han sido seleccionados para ofrecer diferentes escenarios. Estos porcentajes variaron si se incluyen los 2 hábitats propuestos en la tipología 1170 anteriormente mencionados, de forma que el grado de conservación es menor: “buena” en el 47,38% - 59,95% de su distribución y “mediana o reducida” en el 40,05% - 52,62% del hábitat.

- El grado de conservación del hábitat 1110- Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda se definió como “excelente” en el 63,54% - 65,9% de su distribución y como “buena” en el 34,1% - 36,5%, dependiendo de los umbrales estadísticos utilizados que han sido seleccionados para ofrecer diferentes.

- La montaña submarina Seco de los Olivos, en relación a los hábitats bentónicos, cumple con la mayoría de los criterios que justifican su integración en la Red de Áreas Marinas protegidas de España (RAMPE; RD 1599/2011) y que a continuación se detallan:

(i) representatividad del hábitat 1770 en las diferentes unidades geomorfológicas (meseta central, elevaciones laterales, fondos aplacerados batiales, etc.), que engloba una diversidad de hábitats bentónicos biogénicos.

(ii) su carácter único o raro, típico de elevaciones submarinas donde se producen dinámicas y procesos ecológicos singulares.

(iii) su importancia para hábitats en peligro o declive demostrado por la elevada extensión ocupada por hábitats biogénicos vulnerables.

(iv) su grado de naturalidad, típico de unidades geológicas alejadas de costa *-offshore-* como es el caso de esta montaña submarina, donde el desarrollo de determinadas actividades que impactan sobre el lecho marino se ven limitadas.

(v) su vulnerabilidad-sensibilidad-lenta recuperación, demostrada por la presencia de numerosos hábitats caracterizados por especies sésiles de gran tamaño, de vida larga, filtradoras-depositívoras-suspensívoras y por lo tanto, sensibles a cambios ambientales o actividades como la pesca.

(vi) su contribución a la conectividad al ser una montaña submarina en el mar de Alborán que facilita la migración, la distribución geográfica, la dispersión larvaria de especies sésiles y el intercambio genético entre poblaciones de diferentes lugares.

(vii) su importancia para el desarrollo de alguna de las fases del ciclo biológico de ciertas especies, basado en la elevada cobertura del área por hábitats biogénicos con especies estructurantes que proporcionan sustrato, cobijo y una gran variedad de recursos para diferentes grupos faunísticos.

## **Metodología**

- La metodología empleada permite obtener una zonificación clara de los hábitats bentónicos y una valoración inicial de su estado, por lo que se presenta como una metodología válida para su empleo en otras zonas de la Red Natura 2000. Esta metodología, basada en el principio de “assemble first, predict later” (“primero agrupar y luego predecir”), identifica en primer lugar las comunidades biológicas y los hábitats para posteriormente modelar y predecir su distribución. Adicionalmente, el estudio de su estado

ambiental basado en la riqueza taxonómica y funcional, permite obtener valiosa información a la hora de diseñar su gestión y conservación.

## 7. Referencias bibliográficas

Akaike, H., 1973. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In Petrov, B. N., Csáki, F., 2nd International Symposium on Information Theory (pp. 267–281), Tsahkadsor, Armenia, USSR, September 2-8, 1971, Budapest: Akadémiai Kiadó.

Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth, UK.

Cohen, J., 1960. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37–46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>

Davies, J.S., Guillaumont, B., Tempera, F., Vertino, A., Beuck, L., Ólafsdóttir, S.H., Smith, C.J., Fosså, J.H., Van den Beld, I.M.J., Savini, A., Rengstorf, A., Bayle, C., Bourillet, J.F., Arnaud-Haond, S., Grehan, A., 2017. A new classification scheme of European cold-water coral habitats: implications for. *Deep Sea Res. Part II: Top. Stud. Oceanogr.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2017.04.014>.

De la Torriente, Ana; Aguilar, Ricardo; Serrano, Alberto; García, Silvia; Fernández, Luis Miguel; García Muñoz, Miguel; Punzón, Antonio; Arcos, Jose Manuel y Sagarminaga, Ricardo, Sur de Almería - Seco de los Olivos. Proyecto LIFE+ INDEMARES. Ed. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2014. 102 pp.

De la Torriente, A., Serrano, A., Fernández- Salas, L.M., García, M., Aguilar, R., 2018. Identifying epibenthic habitats on the Seco de los Olivos Seamount: Species assemblages and environmental characteristics. *Deep- sea Research, Part I.*, 135: 9-22.

De la Torriente, A, González- Irusta, J.M., Aguilar, R., Fernández- Salas, L.M., Punzón, A., Serrano, A., 2019. Benthic habitat modelling and mapping as a conservation tool for marine protected areas: A seamount in the western Mediterranean. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*: 1-19.

De la Torriente, A., Aguilar, R., González- Irusta, J.M., Blanco, M., Serrano, A., 2020. Habitat forming species explain taxonomic and functional diversities in a Mediterranean seamount. *Ecological Indicators*, 118: 106747. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106747>.

De la Torriente, A., González-Irusta, J. M., Serrano, A., Aguilar, R., Sánchez, F., Blanco, M., Punzón, A. Vulnerability of benthic habitats to bottom fishing in a Mediterranean seamount using sensitivity. *Marine Policy* (under review)

Dotinga, H., and Trouwborst, A., 2009. The Netherlands and the designation of marine protected areas in the North Sea Implementing international and European law. *Utrecht Law Review*, 5, 21–43. <https://doi.org/10.18352/ulr.93>

Dufrêne, M., Legendre, P., 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67, 345–366. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9615\(1997\)067\[0345:SAAIST\]2.o.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9615(1997)067[0345:SAAIST]2.o.CO;2).

Esparza, o., 2018, Ayala, B., Navacerrada, J., 2018. INFORME DE RESULTADOS del taller participativo sobre la evaluación de insuficiencias de la red Natura 2000 marina. LIFE IP INTEMARES Gestión integrada, innovadora participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español. Madrid, 7 de Mayo de 2018.

Evans, D., 2006. The habitats of the European Union Habitats Directive. *Biology and Environment Proceedings of the Royal Irish Academy*, 106B, 167–173. <https://doi.org/10.3318/BIOE.2006.106.3.167>

Fonseca, C.R., Ganade, G. 2001. Species functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems. *Journal of Ecology* 89: 118- 125.

Food and Agriculture Organization of the UN (FAO), 2009. International guidelines for the management of deep-sea fisheries in the high seas. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fernández-Salas, L.M., Bárcenas, P., Sayago-Gil, M., Martínez, N., Villar, I., López-González, N., Vázquez, J.T., Sánchez-Guillamón, O., 2020. Informe sobre la distribución espacial de características geomorfológicas y sedimentarias del Seco de los Olivos, Montaña submarina incluida en el LIC- ESZZ16003- Sur de Almería- Seco de los Olivos (Demarcación Estrecho Gibraltar- Alborán).

Fielding, A.H., and Bell, J.F., 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24, 38–49. <https://doi.org/10.1017/S0376892997000088>

Fleiss, J. L. (1991). The Measurement of Interrater Agreement. In *Statistical Methods for Rates and Proportions* (pp. 212–304). New York: John Wiley and Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/0471445428>

Fortin, M.J., and Dale, M.R.T., 2005. *Spatial analysis: A guide for ecologists*. New York, NY: Cambridge University Press.

Freeman, E.A., Moisen, G.G., 2008. A comparison of the performance of threshold criteria for binary classification in terms of predicted prevalence and kappa. *Ecological Modelling*, 217: 48-58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.05.015>

Galparsoro, I., Connor, D.W., Borja, A., Vasquez, M., 2012. Using EUNIS habitat classification for benthic mapping in European seas: present concerns and future needs. *Mar. Pollut. Bull.* 64 (12), 2630–2638. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.10.010>.

Giannoulaki, M., Pyrounaki, M.M., Bourdeix, J.H., Abdallah, L.B., Bonanno, A., Basilone, G., Iglesias, M., Ventero, A., De Felice, A., Leonori, I., Valavanis, V.D., Machias, A., Sarau, C., 2017. Habitat suitability modelling to identify the potential nursery grounds of the Atlantic mackerel and its relation to oceanographic conditions in the Mediterranean Sea. *Frontiers in Marine Science*, 4, 230. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00230>

González-Irusta, J.M., De la Torriente, A., Punzón, A., Blanco, M., Serrano, A., 2018. Determining and mapping species sensitivity to trawling impacts: The Benthos Sensitivity Index to Trawling Operations (BESITO). *ICES Journal of Marine Science* 75(5). <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy030>

Gonzalez-Mirelis, G., and Buhl-Mortensen, P., 2015. Modelling benthic habitats and biotopes off the coast of Norway to support spatial management. *Ecological Informatics*, 30, 284–292. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.06.005>

Hastie, T. J., and Tibshirani, R. J., 1990. Generalised additive models (p. 335). London, UK: Chapman and Hall.

Hernández-Molina, F. J., Somoza, L., Vázquez, J. T., Lobo, F., Fernández-Puga, M. C., Llave, E., and Díaz del Río, V., 2002. Quaternary stratigraphic stacking patterns on the continental shelves of the southern Iberian Peninsula: Their relationship with global climate and paleoceanographic changes. *Quaternary International*, 92, 5–23. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(01\)00111-2](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(01)00111-2)

Howell, K.L., 2010. A benthic classification system to aid in the implementation of marine protected area networks in the deep/high seas of the NE Atlantic. *Biol. Conserv.* 143: 1041–1056.

Jones, C.G., Lawton, J.H., Shachak, M., 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69, 373–386. <http://dx.doi.org/10.2307/3545850>.

Kennett, J. P., 1982. Marine geology. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Kruskal, W.H., Wallis, W.A., 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47: 583- 621.

Lawton, J.H., Brown, V.K., 1993. Redundancy in ecosystems. In: Schulze, E. D., Mooney, H. A. (eds.), *Biodiversity and ecosystem function*, pp 255-270. Springer Science and Business Media, Alemania.

MarLIN, 2006. BIOTIC - Biological Traits Information Catalogue. Marine Life Information Network. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [Cited insert date] Available from [www.marlin.ac.uk/biotic](http://www.marlin.ac.uk/biotic)

Morato, T., Kvile, K.Ø., Taranto, G.H., Tempera, F., Narayanaswamy, B.E., Hebbeln, D., Menezes, G.M., Wienberg, C., Santos, R.S., Pitcher, T.J., 2013. Seamount physiography and biology in the north-east Atlantic and Mediterranean Sea. *Biogeosciences*, 1, 3039–3054. <https://doi.org/10.5194/bg-10-3039-2013>

OHI, 2008). Normalization des noms des formes du relief sous-marin (4th ed.). Monaco: Bureau Hydrographique International. Publication Bathymétrie no 6.

Palomino, D., Vazquez, J. T., Ercilla, G., Alonso, B., Lopez-Gonzalez, N., Díaz del Río, V., 2011. Interaction between seabed morphology and water masses around the seamounts

on the Motril Marginal Plateau (Alboran Sea, Western Mediterranean). *Geo-Marine Letters*, 31, 465–479. <https://doi.org/10.1007/s00367-011-0246-y>

Pitcher, T. J., Morato, T., Hart, P. J. B., Clark, M. R., Haggan, N., and Santos, R. S. (Eds.), 2007. *Seamounts: Ecology, Fisheries, and Conservation*. Blackwell Fisheries and Aquatic Resources Series. Oxford: Blackwell publishing. <https://doi.org/10.1002/9780470691953>

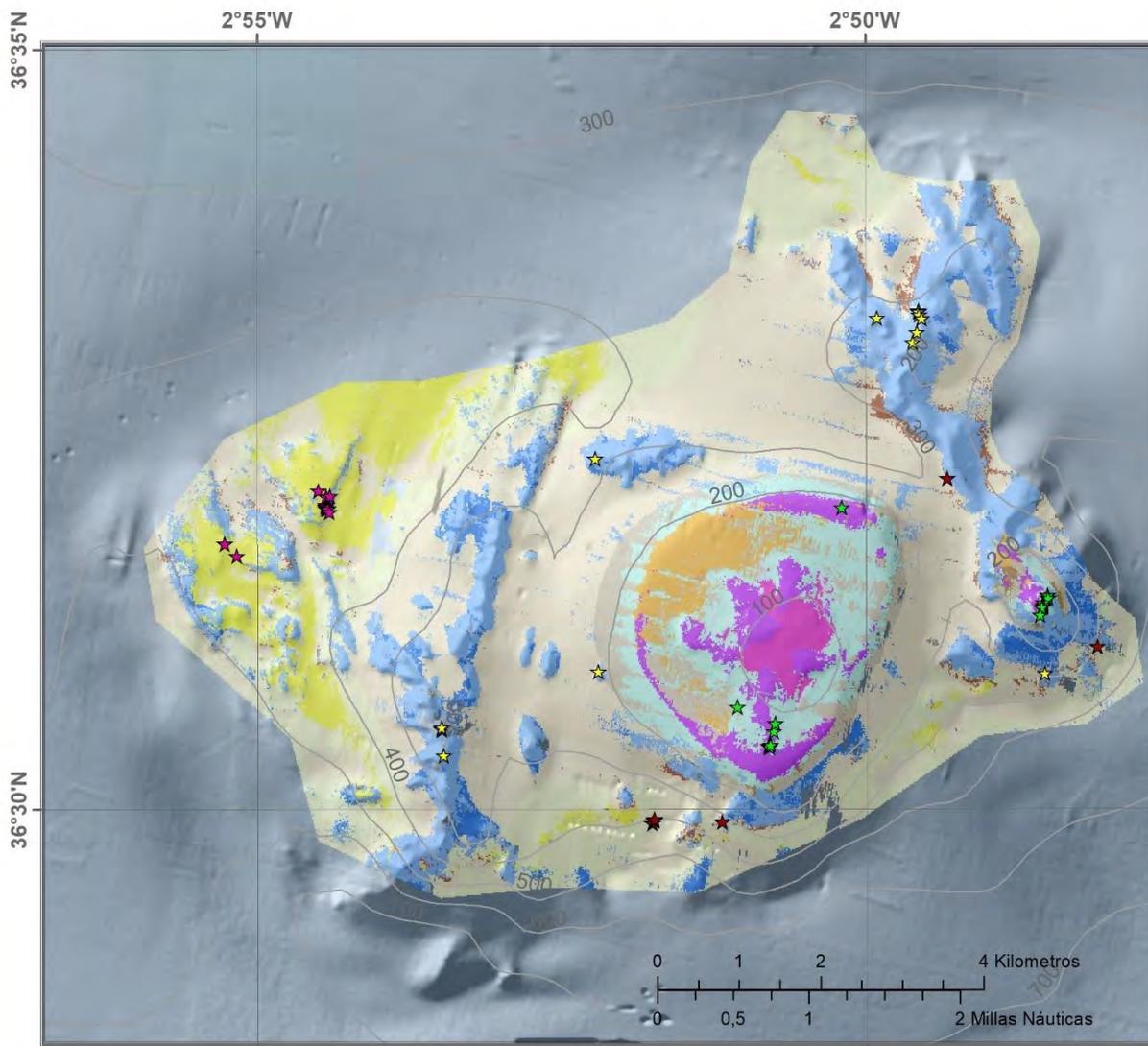
Ríos, P., Mateo-Ramírez, A., De la Torriente, A., Serrano, A., Ramalho, L.V., Caballero-Herrera, J. A., Urra, J., Rueda, J. L., 2019. Informe sobre el estado actual de conocimiento de la biodiversidad del Seco de los Olivos, Montaña submarina incluida en el LIC-ESZZ16003-Sur de Almería- Seco de los Olivos (Demarcación Estrecho Gibraltar- Alborán).

Shannon, C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal* 27, 379–423.

Staudigel, H., Koppers, A. A. P., Lavelle, J. W., Pitcher, T. J., and Shanks, T. M. (2010). Defining the word “seamount”. *Oceanography*, 23, 20–21. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2010.85>

Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Martín, L., Brito, A., 2012. *Guía Interpretativa: Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (España).

WoRMS Editorial Board, 2019. *World Register of Marine Species*. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2020-04-22. doi:10.14284/170



**INTEMARES**  
**LIFE15 IPE/ES/000012**

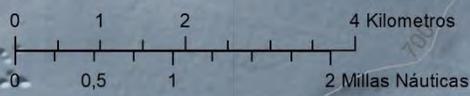
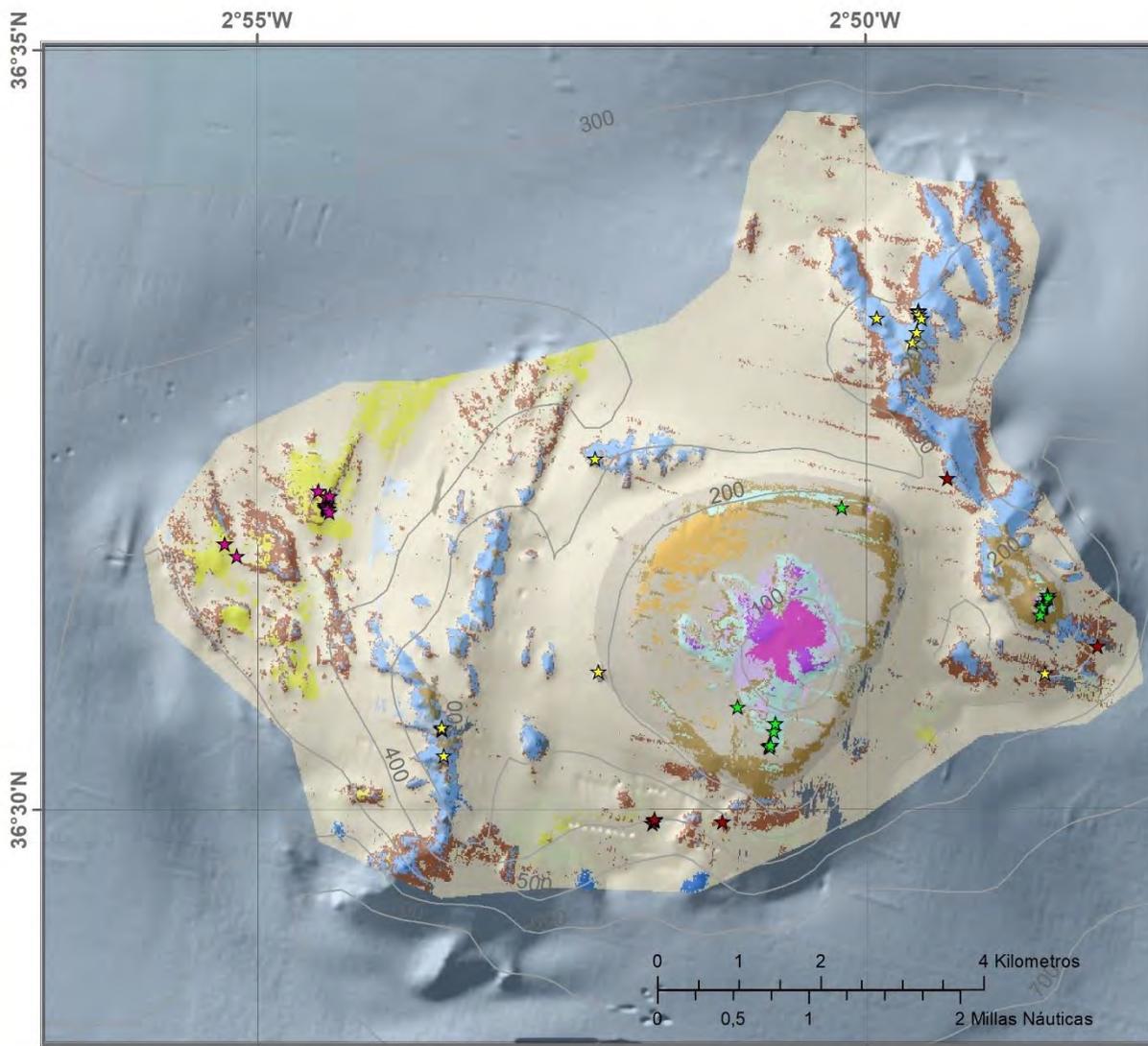
Sistema de coordenadas:  
WGS 1984 UTM Zone 30N

**SECO DE LOS OLIVOS**  
**HÁBITATS BENTÓNICOS**

Escenario 1  
Umbral Prevalence

**LEYENDA**

- ★ Paredes verticales rocosas circalitorales con *Caryophyllia ocyathus* y *Carallium rubrum*
- ★ Paredes verticales rocosas batiales con *Neocyprinae* *obovata*
- ★ Roca batial con *Dendrobrachia bonasi*
- ★ Roca batial con *Caryophyllia* sp.
- Fondos débiles circalitorales con *Panurella rubra*
- Fargos batiales con *Isidella elongata*
- Fargos batiales con *Koeleria terminalis*
- Sustrato duro batial con *Uca* *scaber*, *Leopoldia*, *Galathea* y *Squilla* *scylla*
- Sustrato duro batial *Acanthopagrus lineatus*, *Squilla* *Pallida*, *Ancistrosyllis* *setulosa* y otras esponjas
- Carallium* circalitoral con *Enicella varicosa* y *Paramuricea* *clavata*
- Roca circalitoral con *Viminella flagellum* y *Chironomites* *mediterranea*
- Rodaltes circalitorales *Alcyonium palmatum* y *Paracyonium* *spiculosum*
- Plano batial
- Duro batial
- Blando circalitoral
- Movero circalitoral
- Duro circalitoral



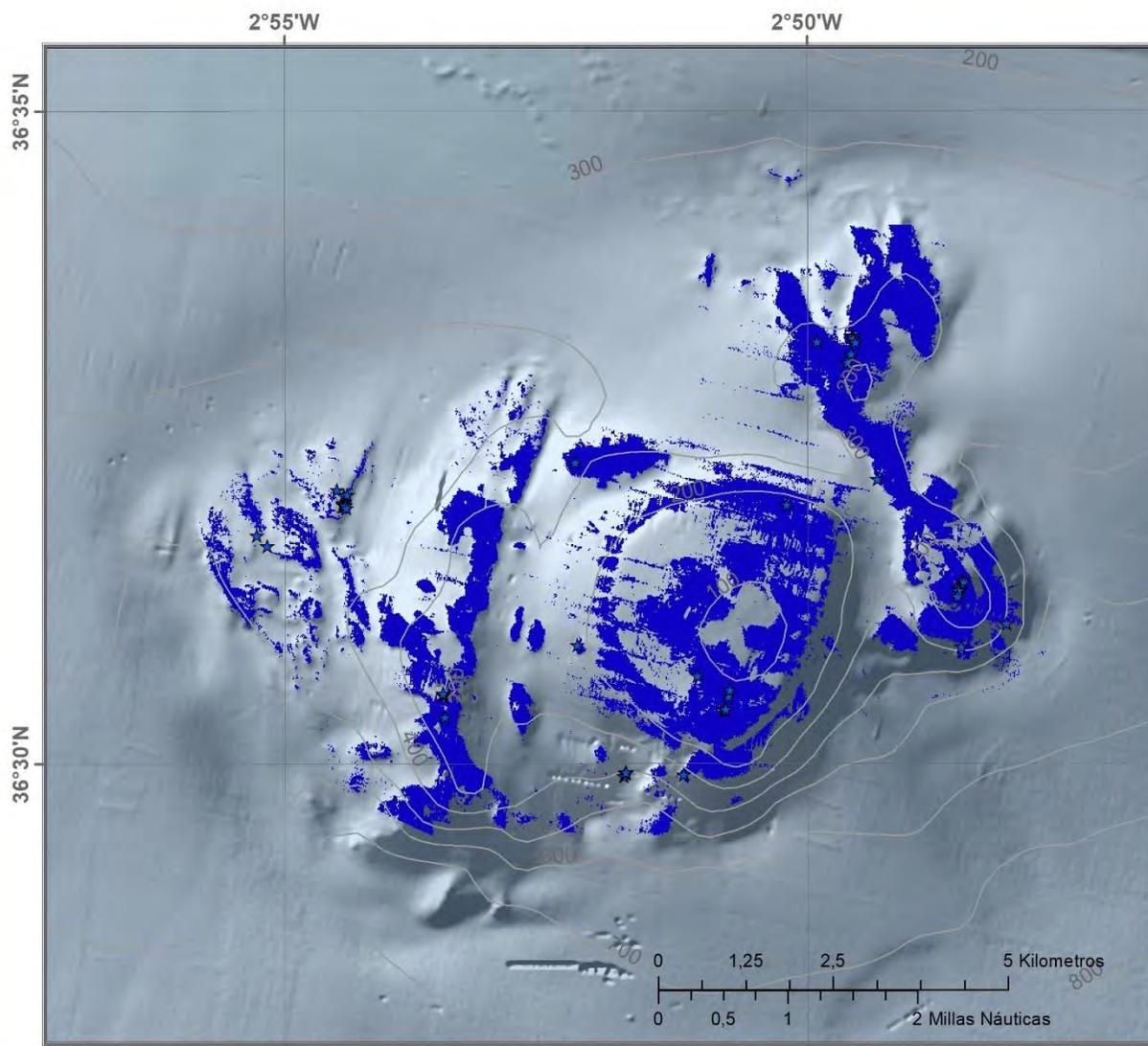
**INTEMARES**  
**LIFE15 IPE/ES/000012**

Sistema de coordenadas:  
WGS 1984 UTM Zone 30N

**SECO DE LOS OLIVOS**  
**HÁBITATS BENTÓNICOS**

Escenario 2  
Umbral Kappa

- LEYENDA**
- ★ Paredes verticales rocosas calcáreas con *Caryophyllia* *oxyphus* y *Carállum rubrum*
  - ★ Paredes verticales rocosas batiales con *Neocyprina* *obovata*
  - ★ Roca batial con *Dendrobrachia* *bonasi*
  - ★ Roca batial con *Caryophyllia* *sp.*
  - Fondos débiles calcáreas con *Panurella* *rubra*
  - Fargos batiales con *Isidella* *elongata*
  - Fargos batiales con *Koeleria* *bellonina* *stelliformis*
  - Sustrato duro batial con *Stadia* *oculata*, *Leopoldia* *gabrimus* y *Sivella* *apiculata*
  - Sustrato duro batial *Acanthopora* *hirsuta*, *Sivilla* *Pallida*, *Ancistros* *subtilis* y otras esponjas
  - Caralluma* *calcifera* con *Enicella* *varicosa* y *Paramuricea* *clavata*
  - Roca calcárea con *Viminella* *flagellum* y *Chironia* *phyllo*
  - Rodiles calcárea
  - Rodiles calcárea *Alcyonium* *palmatum* y *Paracyonium* *spatulatum*
  - Planes batial
  - Ovas batial
  - Bases calcárea
  - Masas calcárea
  - Ovas calcárea



**INTEMARES**  
**LIFE15 IPE/ES/000012**

Sistema de coordenadas:  
WGS 1984 UTM Zone 30N

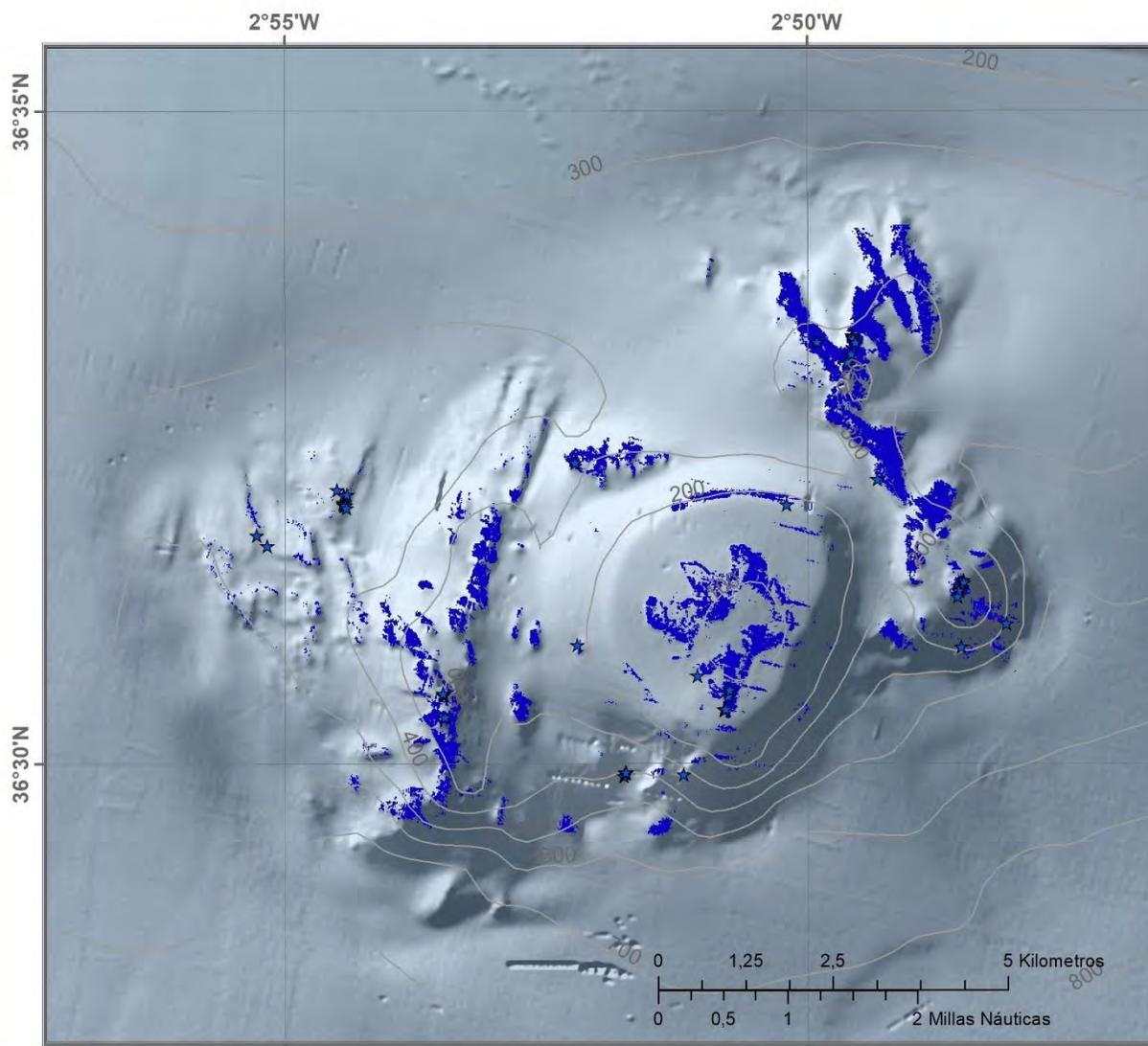
**SECO DE LOS OLIVOS**  
**HÁBITATS BENTÓNICOS**

Escenario 1  
Umbral Prevalence

**LEYENDA**

**Hábitat**

 1170 Arrecifes



**INTEMARES  
LIFE15 IPE/ES/000012**

Sistema de coordenadas:  
WGS 1984 UTM Zone 30N

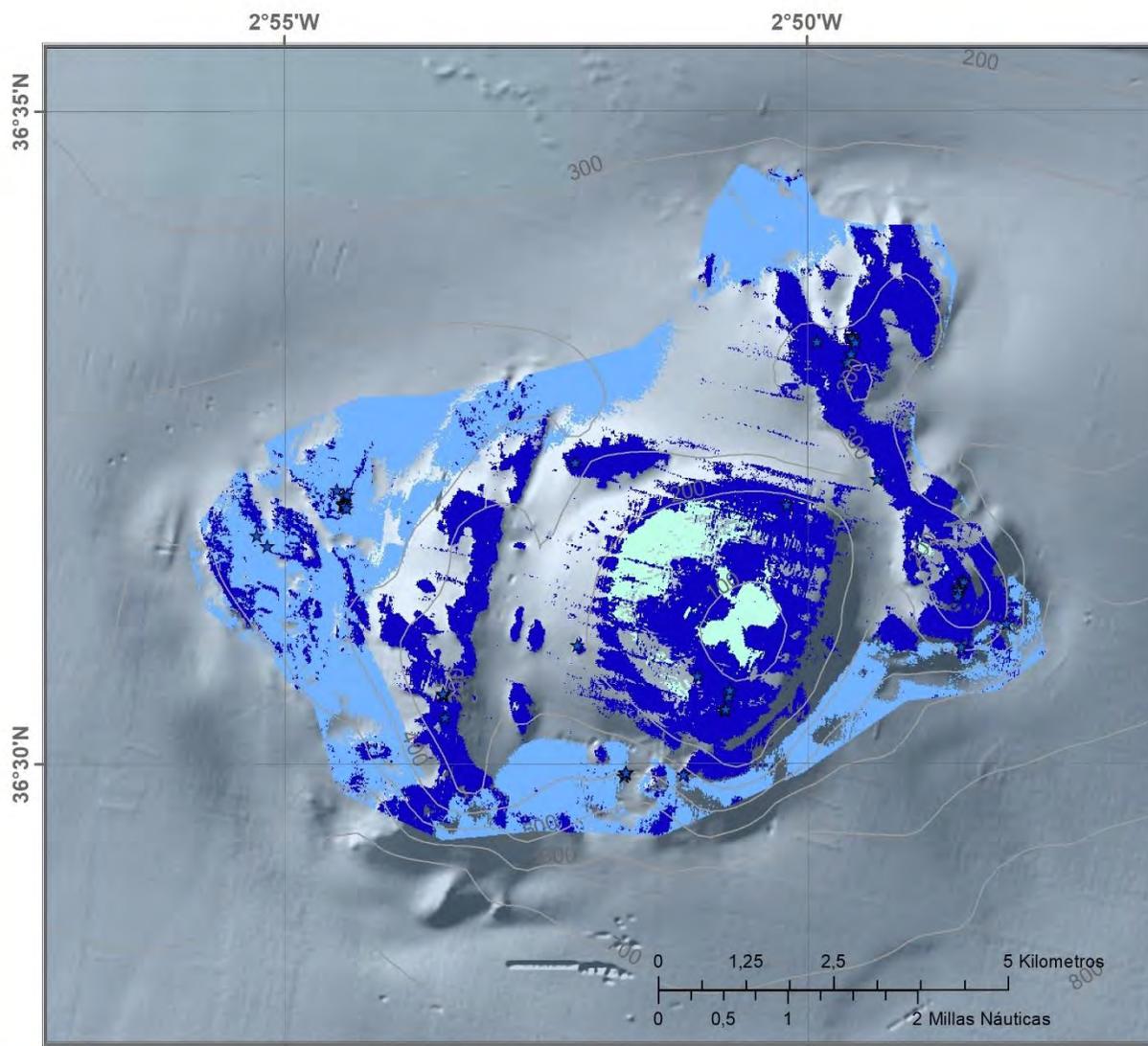
**SECO DE LOS OLIVOS  
HÁBITATS BENTÓNICOS**

Escenario 2  
Umbral Kappa

**LEYENDA**

**Hábitat**

 1170 Arrecifes



**INTEMARES**  
**LIFE15 IPE/ES/000012**

Sistema de coordenadas:  
WGS 1984 UTM Zone 30N

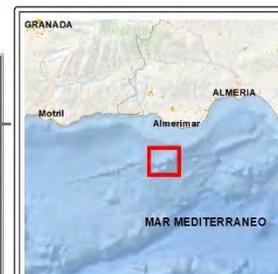
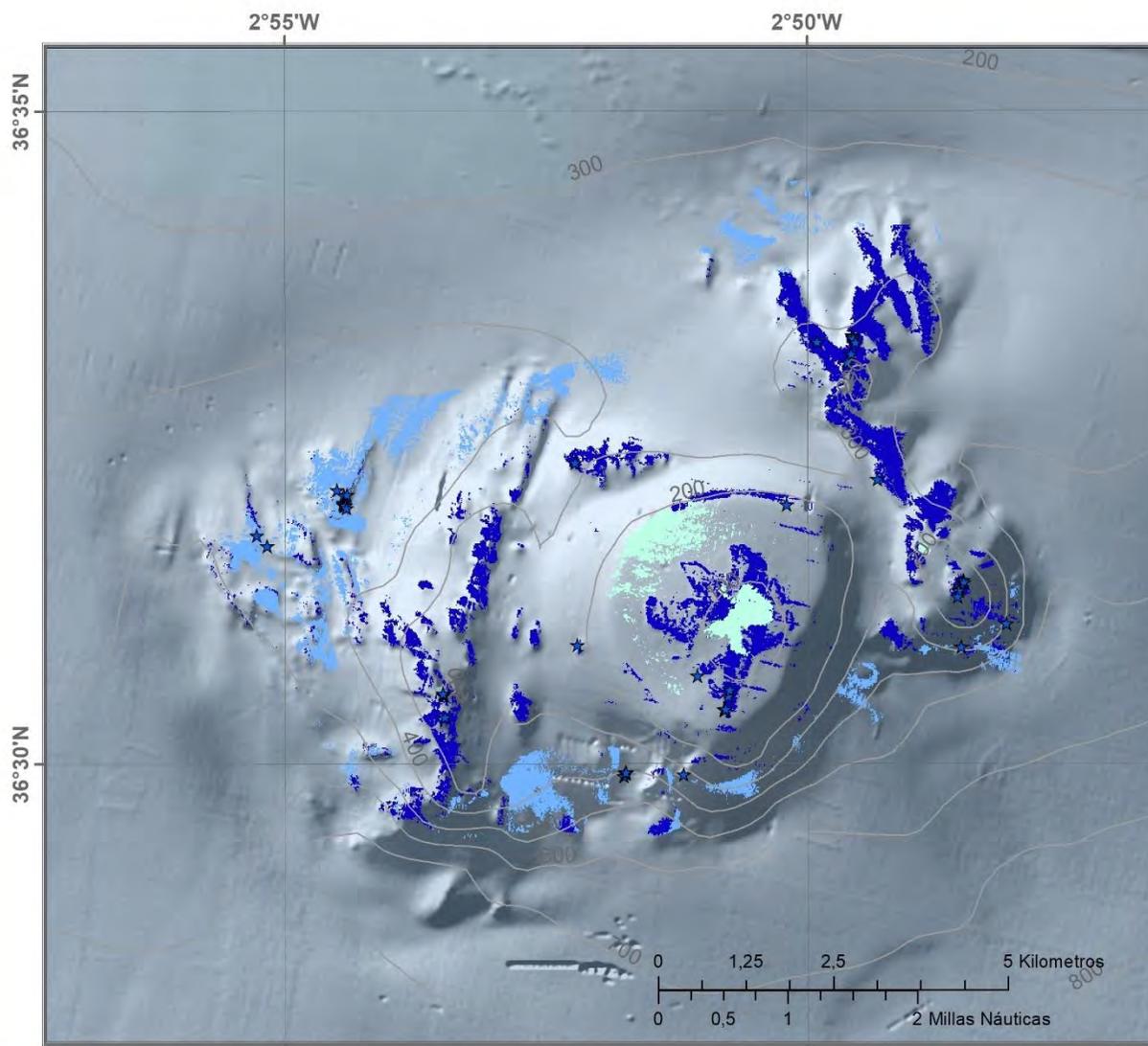
**SECO DE LOS OLIVOS**  
**HÁBITATS BENTÓNICOS**

Escenario 1  
Umbral Prevalencia

**LEYENDA**

**Hábitats**

-  1110 Bancos de arena - Propuesta
-  1170 Arrecifes - Propuesta
-  1170 Arrecifes



**INTEMARES**  
**LIFE15 IPE/ES/000012**

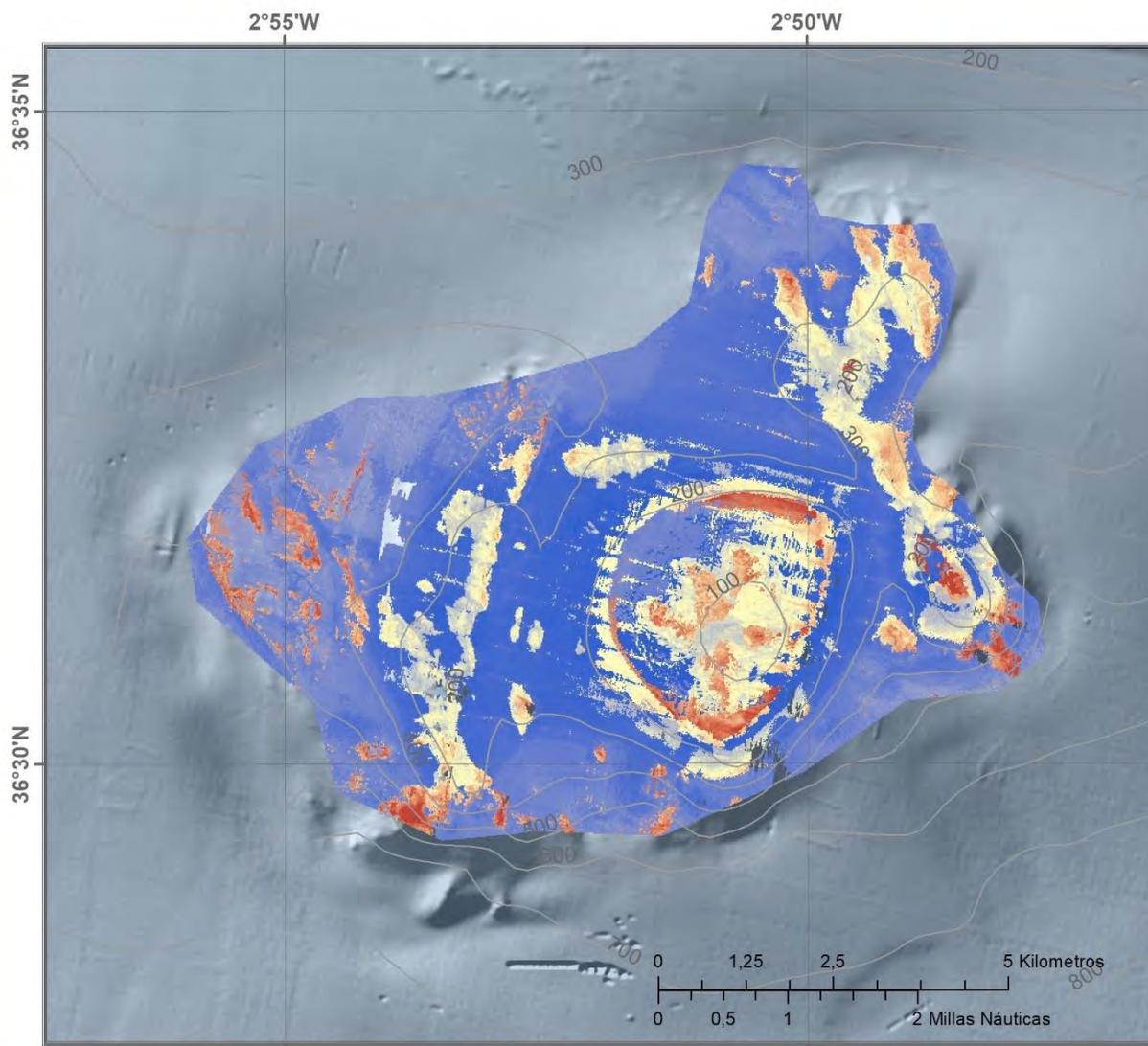
Sistema de coordenadas:  
WGS 1984 UTM Zone 30N

**SECO DE LOS OLIVOS**  
**HÁBITATS BENTÓNICOS**  
Escenario 2  
Umbral Kappa

**LEYENDA**

**Hábitats**

-  1110 Bancos de arena - Propuesta
-  1170 Arrecifes - Propuesta
-  1170 Arrecifes



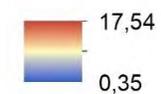
**INTEMARES**  
**LIFE15 IPE/ES/000012**

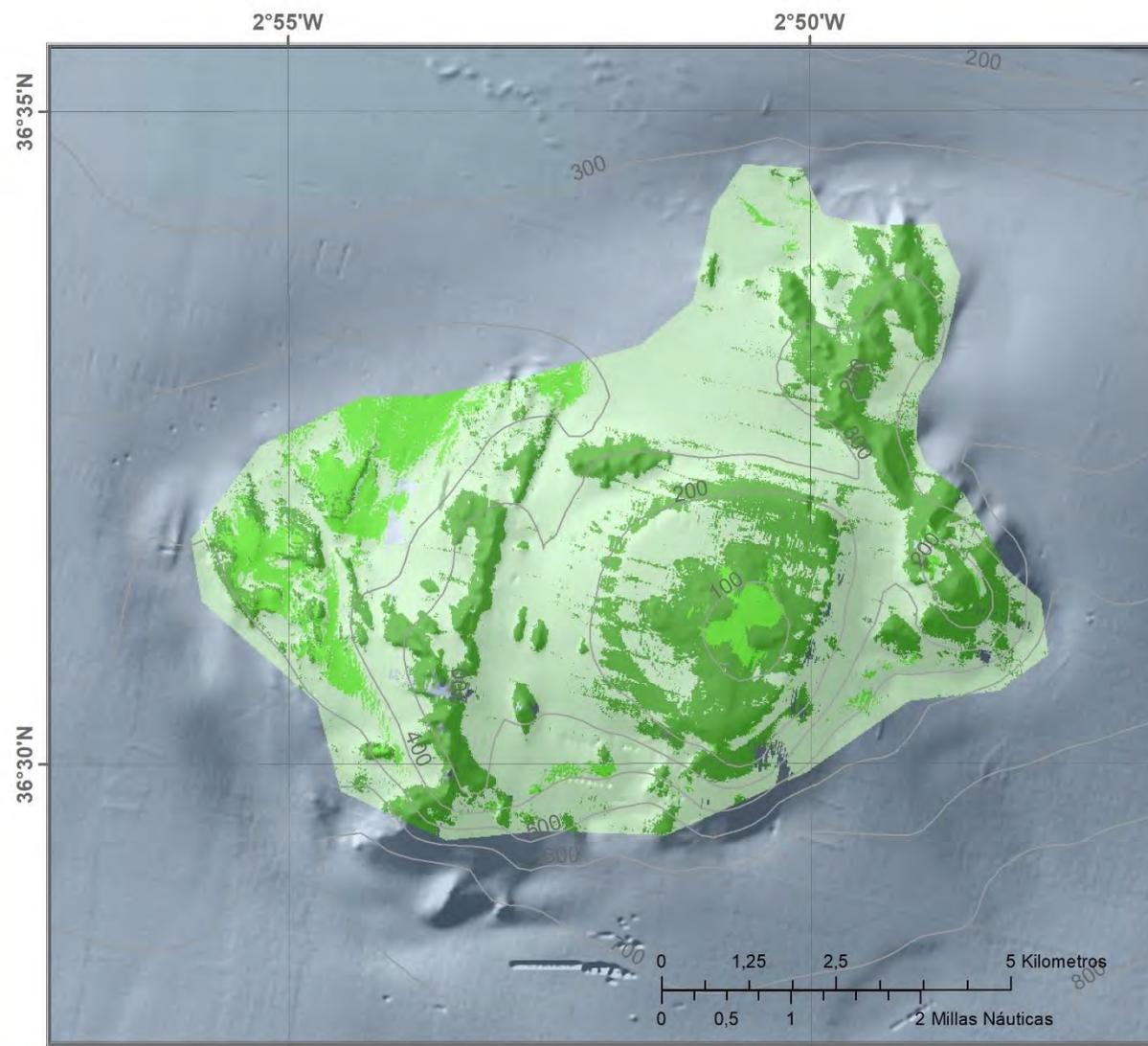
Sistema de coordenadas:  
WGS 1984 UTM Zone 30N

**SECO DE LOS OLIVOS**  
HÁBITATS BENTÓNICOS

**LEYENDA**

**Riqueza de especies**





**INTEMARES**  
**LIFE15 IPE/ES/000012**

Sistema de coordenadas:  
 WGS 1984 UTM Zone 30N

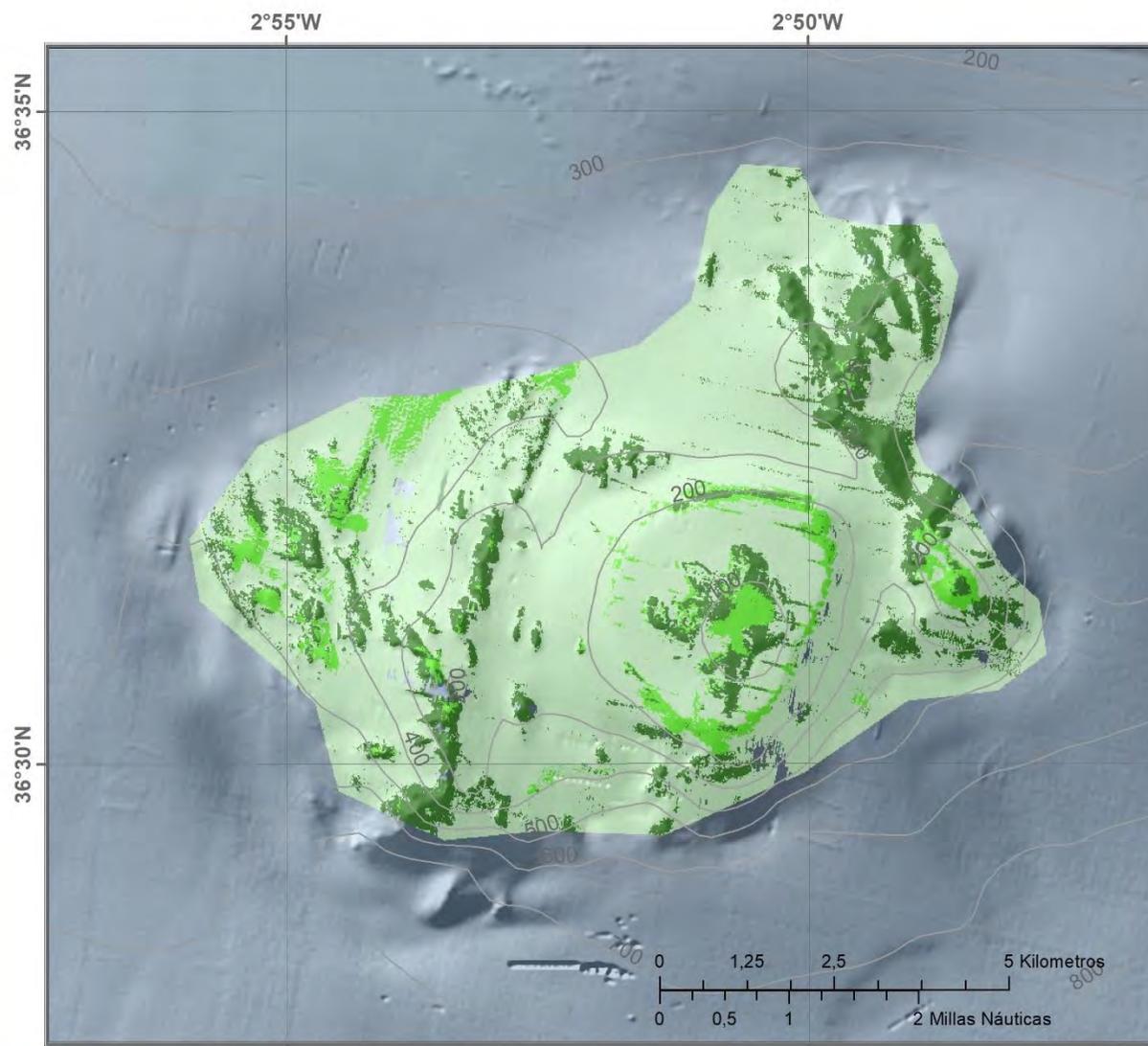
**SECO DE LOS OLIVOS**  
**HÁBITATS BENTÓNICOS**

Escenario 1  
 Umbral Prevalencia

**LEYENDA**

**Diversidad**  
**Shannon-Wiener**

-  0.0 <  $H'$  < 0.5
-  0.5 <  $H'$  < 1.0
-  1.0 <  $H'$  < 1.5



**INTEMARES**  
**LIFE15 IPE/ES/000012**

Sistema de coordenadas:  
WGS 1984 UTM Zone 30N

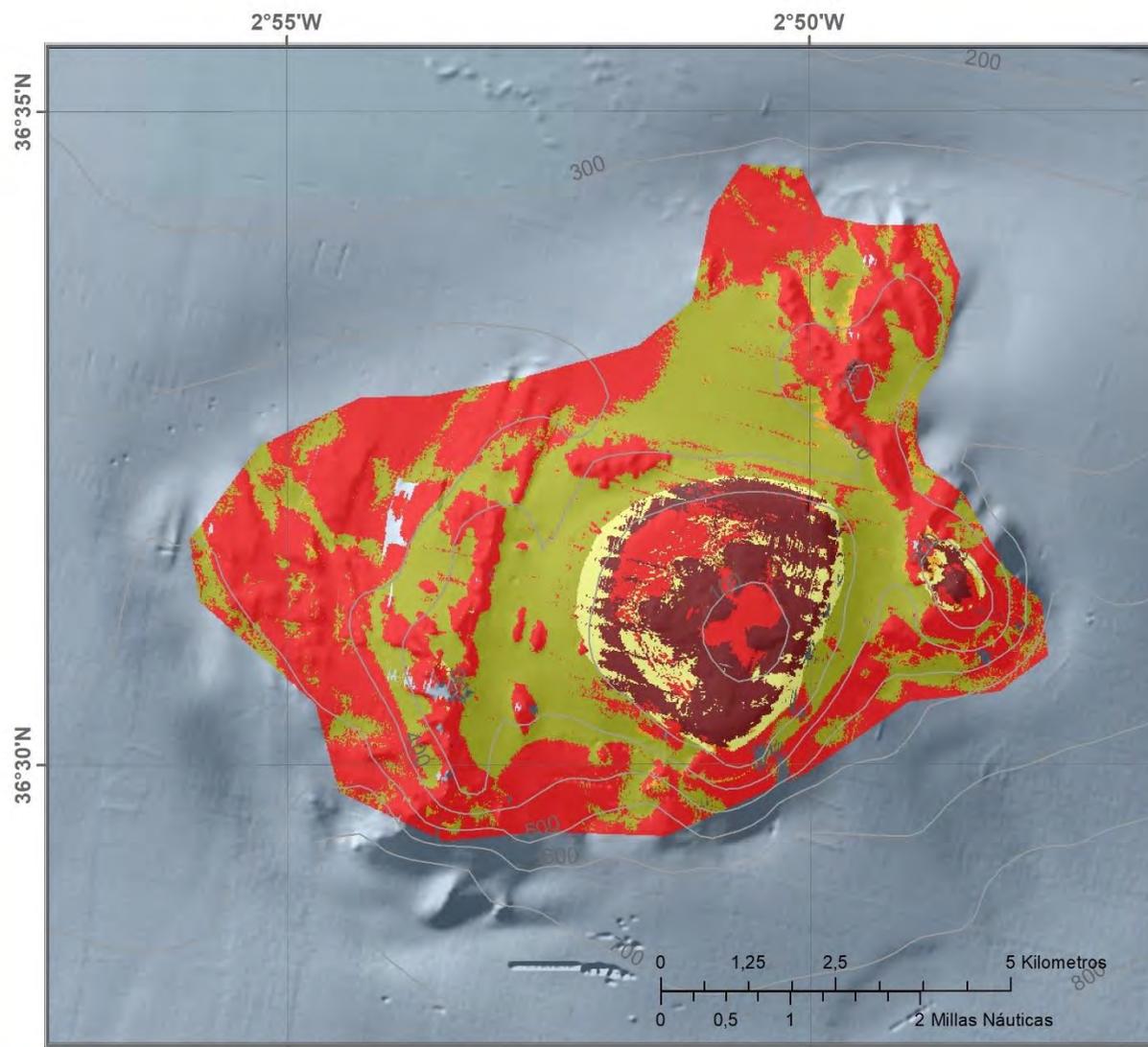
**SECO DE LOS OLIVOS**  
**HÁBITATS BENTÓNICOS**

Escenario 2  
Umbral Kappa

**LEYENDA**

**Diversidad**  
**Shannon-Wiener**

-  0.0 < H' < 0.5
-  0.5 < H' < 1.0
-  1.0 < H' < 1.5



**INTEMARES**  
**LIFE15 IPE/ES/000012**

Sistema de coordenadas:  
WGS 1984 UTM Zone 30N

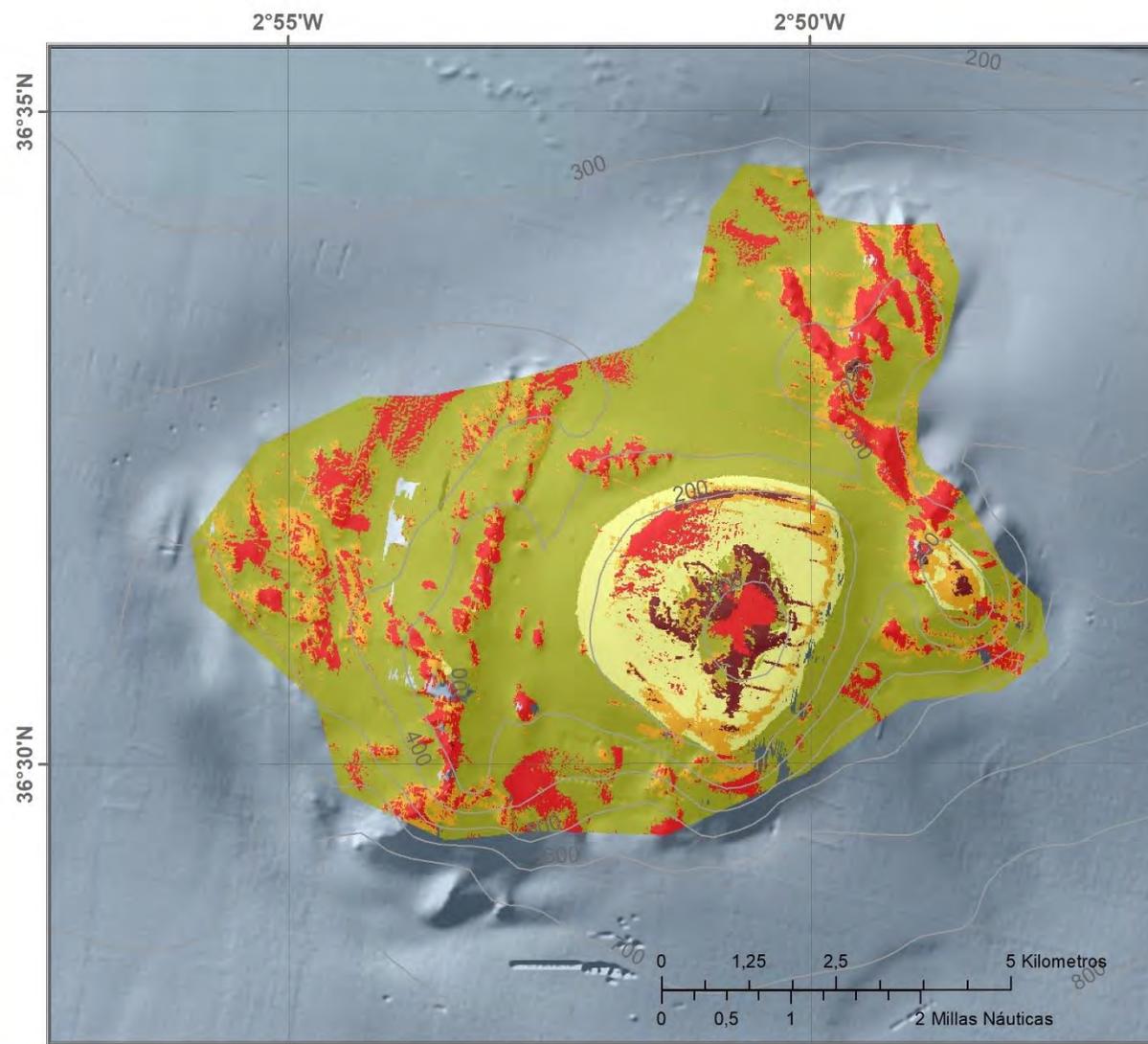
**SECO DE LOS OLIVOS**  
**HÁBITATS BENTÓNICOS**

Escenario 1  
Umbral Prevalencia

**LEYENDA**

**Sensibilidad**  
**Arrastre**





**INTEMARES**  
**LIFE15 IPE/ES/000012**

Sistema de coordenadas:  
 WGS 1984 UTM Zone 30N

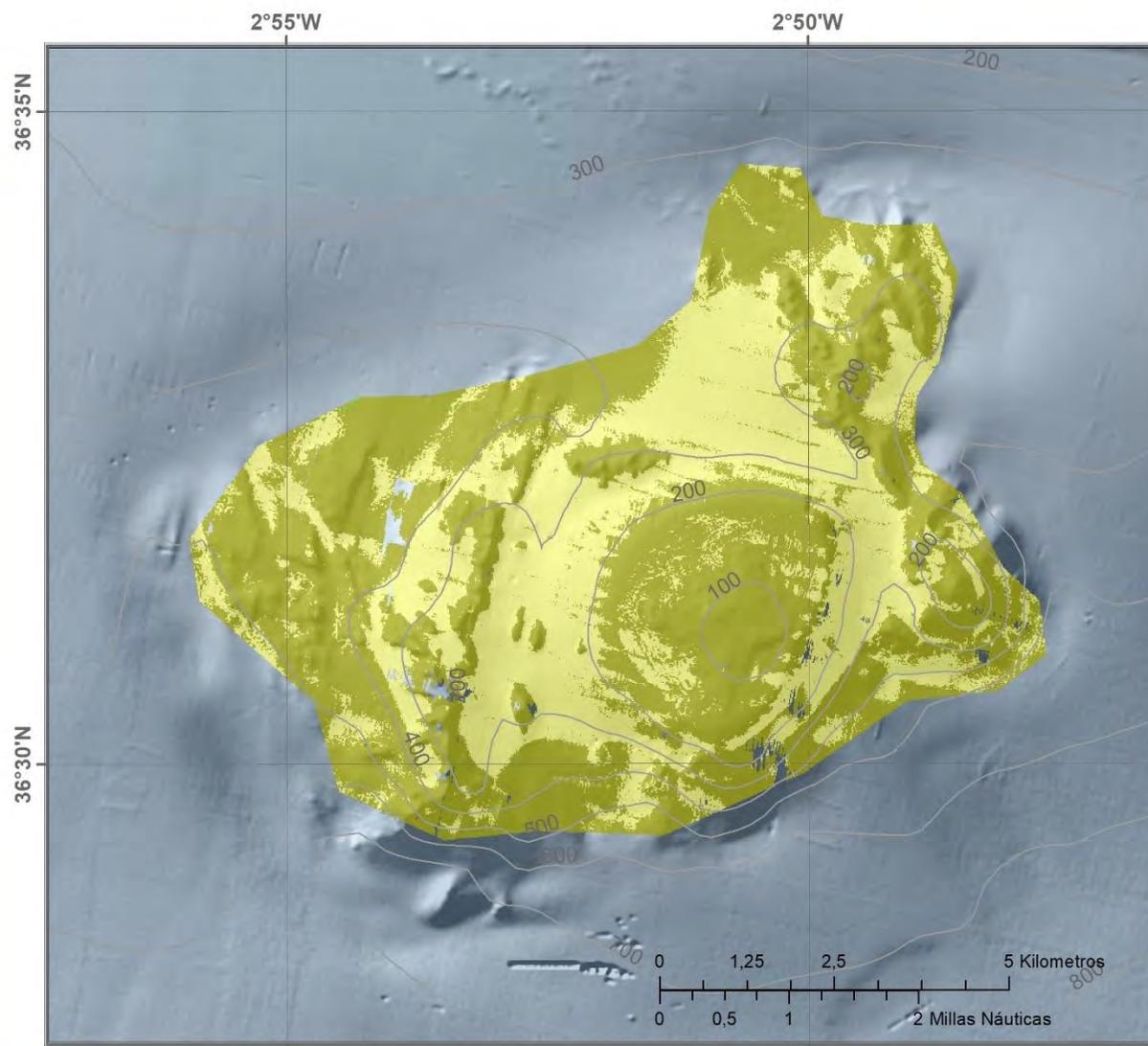
**SECO DE LOS OLIVOS**  
**HÁBITATS BENTÓNICOS**

Escenario 2  
 Umbral Kappa

**LEYENDA**

**Sensibilidad**  
**Arrastre**





**INTEMARES  
LIFE15 IPE/ES/000012**

Sistema de coordenadas:  
WGS 1984 UTM Zone 30N

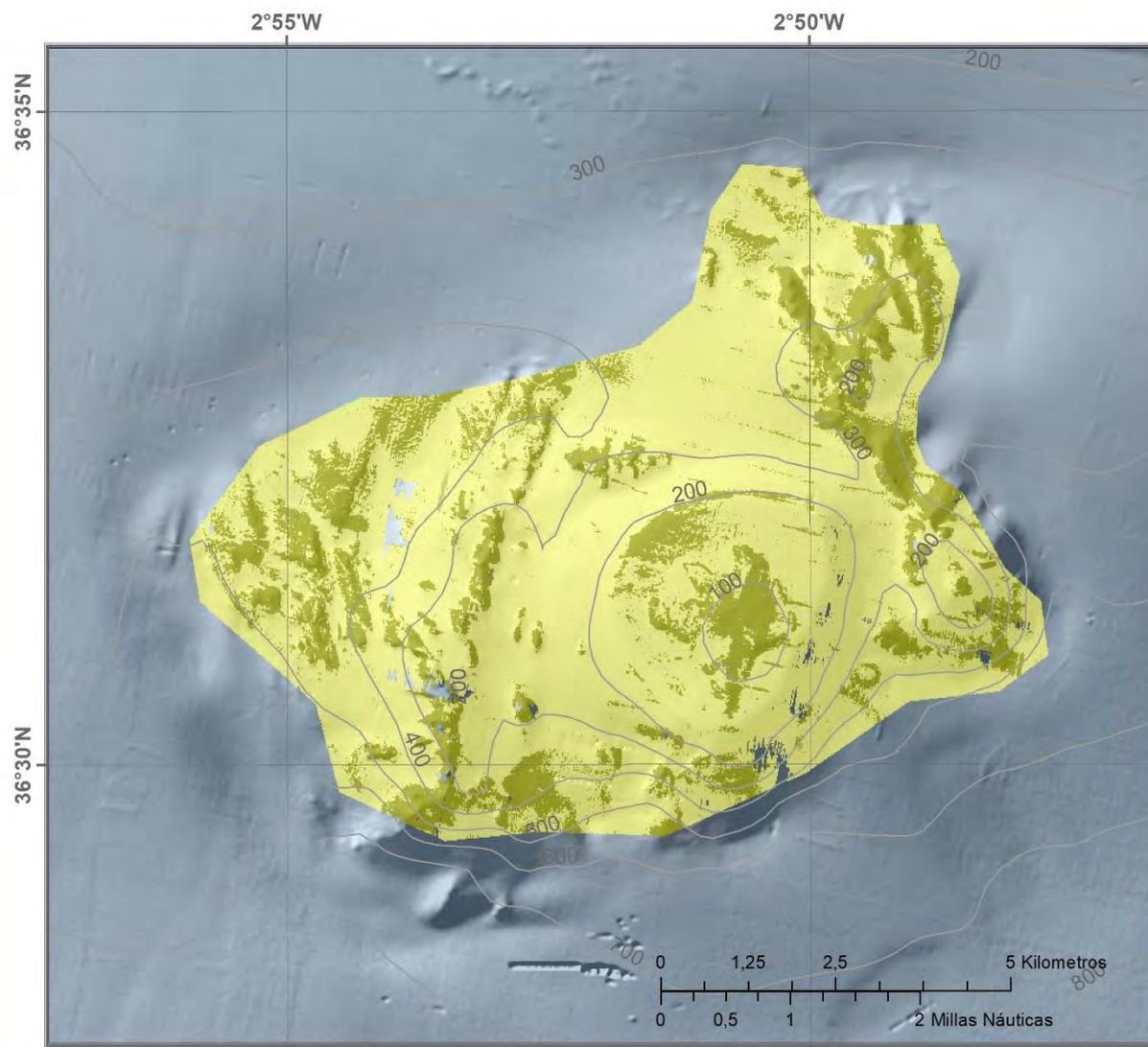
**SECO DE LOS OLIVOS  
HÁBITATS BENTÓNICOS**

Escenario 1  
Umbral Prevalencia

**LEYENDA**

**Sensibilidad  
Palangre**

-  2
-  1



**INTEMARES  
LIFE15 IPE/ES/000012**

Sistema de coordenadas:  
WGS 1984 UTM Zone 30N

**SECO DE LOS OLIVOS  
HÁBITATS BENTÓNICOS**

Escenario 2  
Umbral Kappa

**LEYENDA**

**Sensibilidad  
Palangre**

-  2
-  1