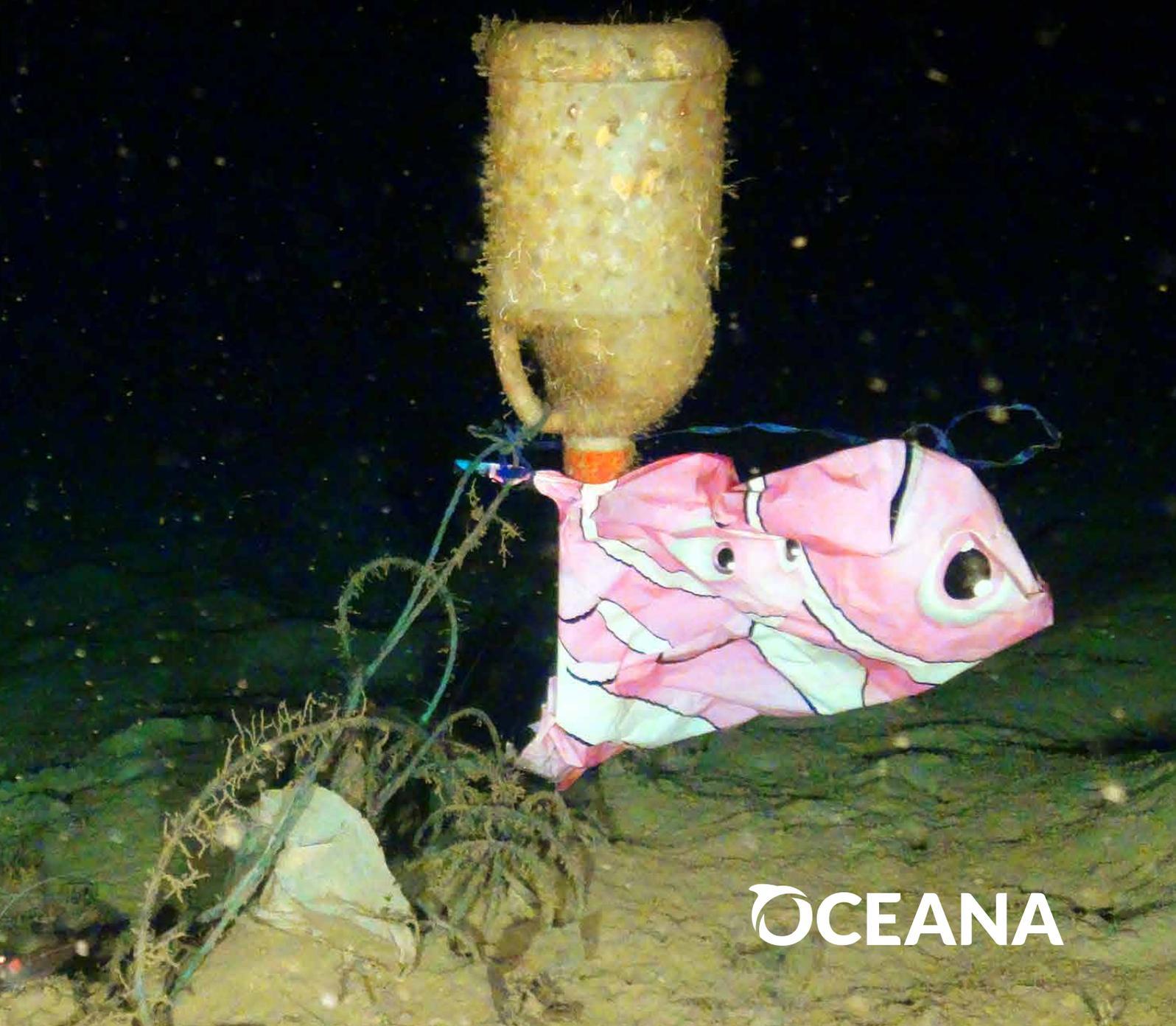


Plástico

en las profundidades:

un problema invisible

Los fondos marinos,
convertidos en trampas de plástico



Contenidos

1. Resumen ejecutivo	3
2. Un problema invisible: las trampas de plásticos	4
Cañones submarinos	6
Escarpes	8
Pockmarks	9
Elevaciones submarinas y arrecifes	10
Depresiones	12
Cuevas submarinas y otras estructuras	13
Las grandes profundidades marinas	14
3. La vulnerabilidad ecológica de las trampas de plástico	16
4. Recomendaciones de Oceana	18
5. Referencias	20

Créditos

Cita sugerida: Aguilar, R., Marín, P., Álvarez, H., Blanco J., Sánchez, N. Plástico en las profundidades: Un problema invisible. Los fondos marinos, convertidos en trampas de plástico. Oceana, Madrid, 24 pp.

DOI: 10.5281/zenodo.3944737

Texto: Ricardo Aguilar, Natividad Sánchez, Pilar Marín, Helena Álvarez

Sistemas de Información Geográfica: Jorge Blanco

Revisión: Allison Perry, Vera Coelho

Coordinación editorial: Ángeles Sáez, Irene Campmany

Diseño: Yago Yuste

Fotografía de cubierta: Globo y botella de plástico a más de 500 m de profundidad en Sidón, Líbano.

Todas las fotos son © OCEANA salvo que se indique lo contrario en el pie de foto. Se permite la reproducción de la información recogida en este informe siempre y cuando se cite © OCEANA como fuente.

El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva de OCEANA y las opiniones que se expresan en el mismo no reflejan necesariamente la posición oficial de la Comisión Europea. La Comisión Europea no es responsable del uso que se pueda hacer de la información contenida en este documento.



#breakfreefromplastic

1. Resumen ejecutivo

La mayoría de la basura marina permanece oculta en las profundidades, donde las corrientes incrementan año a año la concentración de residuos y, entre ellos, los macroplásticos. Existen numerosos cálculos sobre el tiempo que tardan en degradarse los diferentes objetos de plástico, pero esos plazos se refieren principalmente a aguas superficiales. No son válidos para las profundidades, ya que estos entornos se caracterizan por ausencia de luz solar, bajas temperaturas y limitada erosión. Así, la basura marina puede alterar estos ecosistemas durante siglos antes de degradarse.

Gran parte de las aguas europeas son profundas. Cañones, montañas submarinas, escarpes y arrecifes actúan como trampas para el plástico, al mismo tiempo que constituyen puntos calientes de biodiversidad. Observaciones realizadas durante las expediciones de Oceana muestran acumulaciones de plásticos de un solo uso en zonas de alto valor biológico, artes de pesca abandonadas en medio del océano y láminas de plástico semienterradas a cientos de metros bajo la superficie.

Con mucha frecuencia, la recuperación de estos desechos es inviable desde un punto de vista técnico y económico, ya sea porque se encuentran a gran profundidad o porque están enganchados a estructuras biológicas frágiles. Por ello y para reducir los daños, es esencial reducir drásticamente el uso de plástico en la vida cotidiana y evitar su vertido descontrolado. Oceana hace un llamamiento a todos los agentes sociales a reducir el uso irracional de plástico y reclama un marco normativo ambicioso que responda de forma contundente a uno de los mayores retos que plantean la basura y el plástico en el medio marino: la contaminación de las profundidades.

© OCEANA / Carlos Suárez



Las profundidades, oasis de vida marina

Los fondos profundos han sido tradicionalmente calificados como oasis de vida o puntos calientes de biodiversidad por la gran abundancia y riqueza de especies que habitan en ellos.^{1,2}

Resultan de gran importancia para la diversidad biológica marina y, de hecho, muchas especies utilizan estos entornos como zonas de desove, alevinaje, reproducción o alimentación. Cañones y montañas submarinas son hábitats de especies emblemáticas, desde corales hasta cetáceos y tiburones.

2. Trampas de plástico

La mayoría de lo que se conoce o se presupone sobre el plástico en el océano proviene de observaciones en el litoral. Sin embargo, el análisis de la basura recogida en playas apenas da una idea sobre la magnitud de lo que esconde el fondo del mar.

Desde hace quince años, Oceana ha documentado con robot submarino (ROV, *Remotely Operated Vehicle*) aguas europeas y del Mediterráneo hasta mil metros de profundidad. La basura ha sido prácticamente una constante en todas las inmersiones, con la excepción de ciertas áreas donde las fuertes corrientes arrastran los residuos lejos de la costa.

Desde un punto de vista ecológico, se consideran aguas profundas a partir de 200 metros bajo el nivel del mar, donde la influencia de la luz comienza a desaparecer. Esta profundidad se alcanza muy cerca de la línea de costa en algunas regiones, pero en este informe mostramos también hallazgos de plásticos marinos realizados a gran distancia de zonas habitadas.

La inmensa mayoría de estas extensiones está muy poco estudiada y a menudo los científicos se encuentran con que la basura ha llegado antes que ellos. De hecho, se estima que solo un 1% del plástico está en las aguas superficiales, y la mayoría del 99% restante acaba en las profundidades marinas³.

Debido a su morfología, algunas formaciones geológicas actúan como zonas de concentración de basuras marinas. Como puede verse en el mapa de esta página, se trata de hábitats de amplia distribución.

A continuación, detallamos algunos de estos casos que están pasando de ser puntos calientes de biodiversidad a vertederos submarinos.

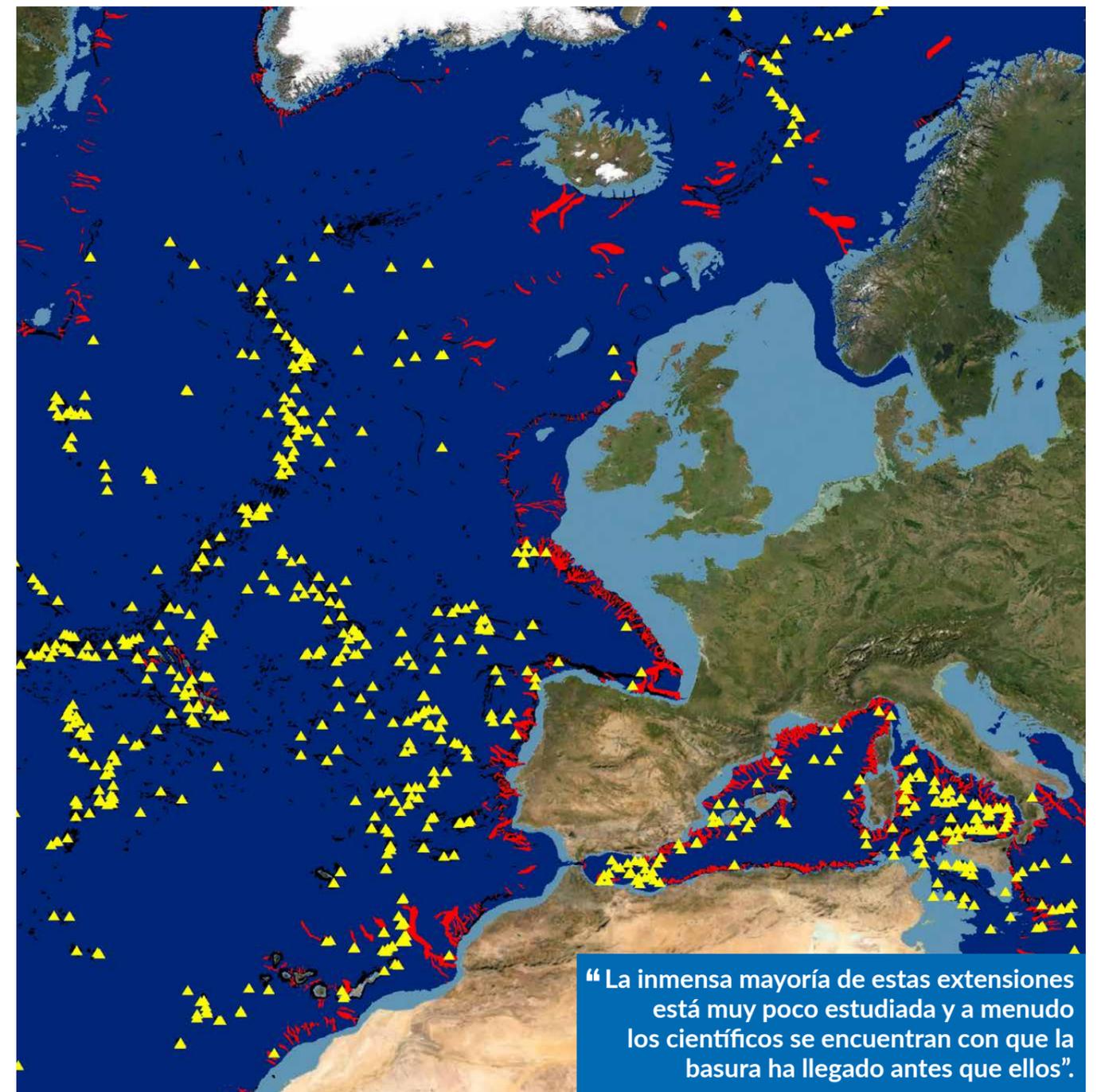


Abundancia de determinados geohábitats en el Atlántico Noreste y el Mediterráneo.

Fuente:

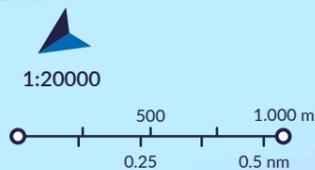
Esri, Digital Globe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

- ▲ Montañas submarinas
- Escarpes submarinos
- Cañones submarinos
- Grandes profundidades marinas



“La inmensa mayoría de estas extensiones está muy poco estudiada y a menudo los científicos se encuentran con que la basura ha llegado antes que ellos”.

Cañones submarinos



Algunos cañones submarinos, como el de Capbreton (Francia), son la prolongación de ríos. Esta circunstancia facilita que los residuos lleguen a mar abierto y a gran profundidad.

Fuente: National Geographic, Esri, HERE, UNEP-WCMC, USGS, NASA, ESA, METI, NRCAN, GERCO, NOAA, INCREMENT P.CORP.

Estas estructuras submarinas se asocian en algunos casos con ríos terrestres existentes o desaparecidos, y representan su continuación en los fondos marinos. En general, los cañones suelen originarse por la erosión del agua y de los sedimentos transportados, que generan valles de menor o mayor profundidad. En otros casos, se han atribuido a factores como corrientes de lodo, deslizamiento de los continentes, hundimientos o actividad glacial, entre otros.^{4,5,6}

Recientes estudios han demostrado el importante papel de los ríos en transportar plásticos desde tierra hasta mar.⁷ Al igual que los valles terrestres, los cañones submarinos actúan como recolectores, canalizadores y acumuladores, por lo que muchos residuos terminan llegando a los cañones y acumulándose en grandes cantidades, desde donde son transportados a las profundidades marinas.^{8,9,10} En esa gran concentración de residuos también influyen las fuertes corrientes que pueden darse en la zona superior de estas formaciones geológicas.¹¹

El 15% de los cañones submarinos del mundo tienen su inicio cerca de la costa, lo que incrementa la recepción de sedimentos y residuos de origen antrópico, además de facilitar el transporte de plásticos y otras basuras a los fondos marinos.¹²



Cañón de San Vicente, Portugal

En muestreos realizados en el cañón de San Vicente (Portugal)¹⁴ se estimó una media de 1,67 objetos por hectárea, con concentraciones que superaban los 300 objetos en algunos lugares.

En Europa, el caso del Mediterráneo es especialmente preocupante, ya que en algunos cañones submarinos las concentraciones de basuras alcanzan cifras asombrosas. En determinados cañones de la costa de Cataluña se estimaron concentraciones de basura marina de entre 1.500 y 15.000 objetos por km², con un máximo de 167.540 en una ubicación concreta. De los artículos encontrados, la mayoría (un 72%) eran plásticos.⁸

El Mediterráneo alberga los cañones submarinos con mayor concentración de plásticos de Europa.



Batrún, Líbano

En otros cañones, como los del Líbano (Jounieh, Batrún, Beirut, Sidón) las concentraciones de residuos domésticos superan con mucho las densidades del cañón de San Vicente. Se ignora cuánto tarda en degradarse el plástico a gran profundidad.



Escarpes

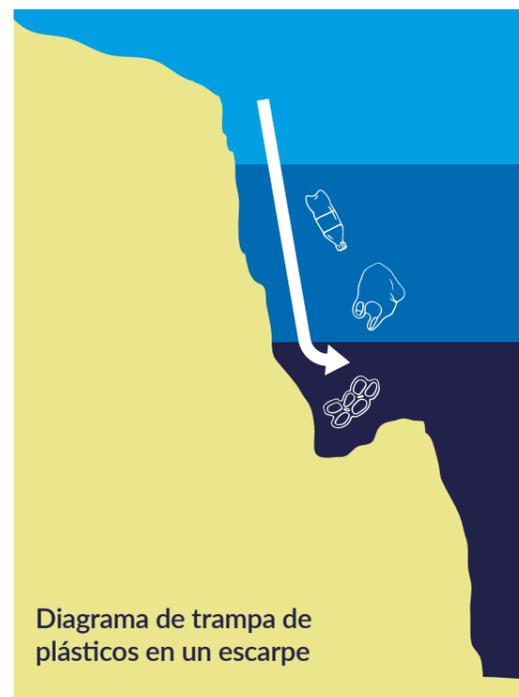
Donde no existen cañones submarinos que transporten los residuos, estos se precipitan a los fondos marinos a través de los escarpes^{15,16}, de igual manera que ocurre con la escorrentía costera.

Estos acantilados submarinos son resultado de distintos procesos tectónicos, geológicos y erosivos. Pueden verse interrumpidos por valles y cañones, lo que incrementa su complejidad.^{15,17,18}

Muchos de estos acantilados pueden presentar pequeñas plataformas o terrazas¹⁹ a distintas profundidades que retienen parte de los sedimentos y residuos que, de otra forma, terminarían en las grandes profundidades.

En estos lugares pueden verse grandes concentraciones de plástico.

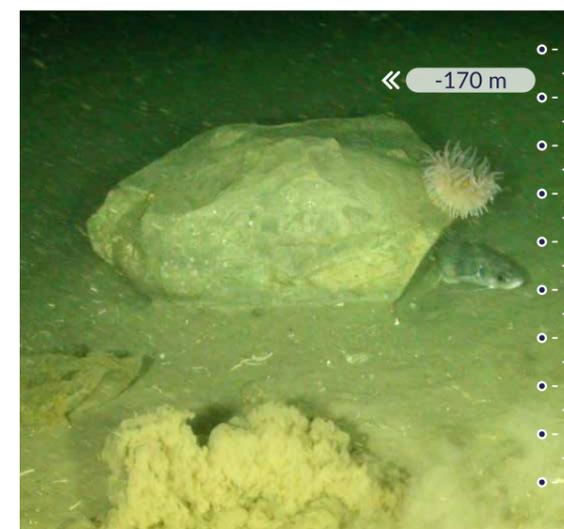
📍 Escarpe de Émile Baudot, Islas Baleares
Cada vez es más frecuente ver especies comerciales como esta brótola (*Phycis* sp.) entre aglomeraciones de basura urbana. Reciclado o no, el plástico invade las profundidades.



Pockmarks

Los *pockmarks* son formaciones en forma de cráter formadas por el escape de gases a través de la corteza terrestre submarina.^{20,21,22}

A causa de su forma cóncava, se convierten en trampas para los residuos transportados por las corrientes marinas que, una vez llegados allí, difícilmente pueden salir.



📍 Canal de Mallorca, Islas Baleares
Brótola (*Phycis* sp.) junto a plásticos entre las montañas submarinas de Ausias March y Ses Olives.



📍 Scanner, Reino Unido.
Plásticos en la zona de conservación marina de Scanner (Mar del Norte).



Elevaciones submarinas y arrecifes

📍 Cap Sa Creu, Islas Baleares

La Directiva de Plásticos de un Solo Uso dicta que los fabricantes de artes de pesca sufragan acciones de sensibilización sobre los daños que causan los aparejos abandonados, así como la recogida separada de estos residuos.

Las montañas submarinas y otras elevaciones del fondo son obstáculos para la libre circulación de las corrientes marinas.^{23,24} Los residuos pueden quedar retenidos por estas formaciones, de forma similar al modo en que islas y bahías atrapan y acumulan basuras flotantes que se desplazan por la superficie marina o que son arrastradas por las corrientes.^{25,26}

Se trata de lugares de concentración de fauna que resultan muy atractivos para pescar, observar la vida marina o realizar actividades acuáticas. Esa frecuentación incrementa el vertido de residuos y la pérdida de aparejos de pesca y otros objetos.^{27,28}

La contaminación producida por embarcaciones hace que los residuos puedan llegar hasta lugares prístinos y remotos.

En muestreos realizados por Oceana en montañas submarinas muy distantes de costa, como Tritón y Dacia (130 km y 215 km al norte de Lanzarote) o Echo (295 km al suroeste de El Hierro), los restos antrópicos también estaban presentes.

En cuanto a los arrecifes, el hecho de ser estructuras tridimensionales hace que se comporten de forma similar a las montañas submarinas. Los residuos quedan atrapados en ellos y afectan a la fauna que vive fijada en el arrecife.²⁹ Es el caso de las redes, que producen roturas en las ramas de corales y gorgonias e impiden el crecimiento de estos y otros organismos, los cuales quedan atrapados debajo.



📍 Cresta de Abubacer, Mar de Alborán

Las elevaciones submarinas son oasis de vida. Las artes de pesca perdidas o descartadas pueden practicar "pesca fantasma" durante cientos de años antes de degradarse.



📍 Montaña submarina Tritón, Norte de las Islas Canarias

Situada entre Canarias y Madeira, la montaña Tritón se documentó por primera vez en 2014 y Oceana ya encontró entonces aparejos de pesca abandonados.

Las grandes profundidades marinas

Como se ha explicado anteriormente, las diferentes formaciones geológicas pueden actuar como canales que conducen las basuras, bien sea arrastradas por corrientes o simplemente por efecto de la gravedad, hasta alcanzar las zonas más profundas de nuestro océano.^{27, 37}

Al igual que ha ocurrido durante millones de años con sedimentos o restos biológicos, recientes estudios indican que las grandes profundidades son el destino de gran parte de macroplásticos y microplásticos (fragmentos menores de 5 mm) cuya localización se desconocía.³⁸ Esto sería la explicación al por qué sólo vemos una pequeña proporción en superficie, en torno a una centésima parte.

Cada día son mayores las evidencias de que los fondos marinos de todo el mundo están severamente afectados por la acumulación de basura.^{31,39,40,41}

Las trampas de plásticos citadas en apartados anteriores representan solo una etapa del recorrido de estos residuos, ya que parte de ellos termina precipitándose a las grandes profundidades cuando las corrientes los arrastran o desenganchan.²⁹

De hecho, se han encontrado microplásticos a más de 5.000 metros de profundidad en la fosa Kuril-Kamchatka⁴² y macroplásticos a más de 10.000 metros en la fosa de las Marianas.⁴³



El drama de las profundidades: plásticos que no se degradan

Las bajas temperaturas y la falta de luz UV son dos factores importantes a la hora de retrasar la degradación de los residuos plásticos en las profundidades marinas,^{44,45} por lo que el impacto de estos es mucho más duradero en estos ecosistemas que en aguas superficiales y costeras.

La mayoría de la fragmentación del plástico se produce por fotodegradación (es decir, por efecto de la luz solar) y por la dinámica marina (oleaje),^{46,47,48} algo que no ocurre cuando los residuos están en grandes profundidades o enterrados en el sustrato.

Microorganismos como bacterias y hongos también contribuyen a esta degradación, pero las profundidades marinas no son los hábitats idóneos para esta actividad microbiológica.⁴⁹

Un país contaminante puede tener limpias sus aguas por la acción de las corrientes.

Un estudio realizado con datos de basuras marinas de los últimos 30 años en los océanos Pacífico, Atlántico e Índico, aportaba datos reveladores sobre la acumulación y tipología de las basuras.⁴² El 34% de los residuos encontrados en los fondos marinos correspondía a macroplásticos, de los que el 89% eran plásticos de un solo uso. Más aún: los ratios de basuras plásticas y de plásticos de un solo uso aumentaban cuanto mayor era la profundidad, situándose en 52% y 92%, respectivamente, en áreas a más de 6.000 metros.

Algunos científicos creen que determinados objetos, como las bolsas de plástico de un solo uso, son una gran fuente de microplásticos para los hábitats profundos.⁵²



Malta

El excesivo uso de plástico y su vertido descontrolado se ha convertido en uno de los mayores problemas del mar.

En mares cerrados o semicerrados, la abundancia de desechos es especialmente alta. En algunas zonas profundas del Mar Negro y del Mediterráneo, se ha estimado que las densidades de residuos en los fondos marinos pueden ser de 100.000 objetos por kilómetro cuadrado.²⁷ De hecho, en algunas zonas profundas del Mediterráneo el peso de las basuras marinas ya supera a la biomasa de megafauna.⁵⁰

En algunas zonas del Mediterráneo hay más basura que fauna.

Pero incluso en zonas polares, las basuras están aumentando en los fondos profundos. En el observatorio ártico de Hausgarten, a 2.500 metros de profundidad entre Groenlandia y Svalbard, la densidad e impacto de los plásticos se han ido incrementando y afecta ya a diversas especies.⁵¹ Dado la escasa población en la zona, los investigadores creen que estas concentraciones de basura se deben al transporte desde otras partes del planeta a través de las corrientes.



Sur de Sicilia

El precio del plástico es ínfimo en comparación con su coste ambiental.

Gran parte de los microplásticos proviene de plástico de un solo uso.

3. La vulnerabilidad ecológica de las trampas de plástico

Según la FAO, casi todas las estructuras anteriormente mencionadas —cañones, montañas, arrecifes, cordilleras sumergidas y formaciones originadas por el escape de gases— albergan “Ecosistemas Marinos Vulnerables” (p.ej., arrecifes de coral, agregaciones de esponjas, jardines de gorgonias o bosques de corales negros).^{53,54} Esto es, son hábitats de gran importancia ecológica y alta fragilidad ante el impacto de la actividad pesquera y al mismo tiempo proporcionan las condiciones idóneas para el desarrollo de varias especies comerciales. Los **cañones y las montañas submarinas** son considerados como piezas clave de los ecosistemas marinos por su gran diversidad de hábitats y especies, y porque en ellos es frecuente encontrar endemismos. Son lugares preferenciales para el reclutamiento de megafauna —es decir, para que los animales culminen su desarrollo y pasen a la fase adulta— y hábitats fundamentales para especies bentónicas y pelágicas.^{55,56}

Los cañones proporcionan una “lluvia” o fuente constante de sedimentos y materia orgánica (nutrientes, detritus y alimento). Estos se distribuyen en función de procesos de *downwelling* (hundimiento) o *upwelling* (levantamiento) que ponen los nutrientes en suspensión y dan lugar a grandes concentraciones de animales, que aprovechan este “maná” causado por corrientes.^{57,58,59,60}

Debido a estas particulares condiciones, cachalotes, zifios, delfines o tiburones suelen concentrarse en las cercanías de cañones y montañas submarinas para capturar cefalópodos y peces que se alimentan aquí.^{61,62,63,64,65,66,67}

Lamentablemente, al buscar presas en estas zonas de concentración de basuras marinas, los grandes depredadores no solo consumen alimento, sino también grandes cantidades de plásticos y otros objetos. De igual modo, el plástico entra también en la cadena alimentaria humana a través de las especies comerciales que viven en estos lugares.

Ballenas y tiburones se alimentan en áreas profundas repletas de plástico.



Ormonde, Banco del Gorringe, Portugal

En el banco de Gorringe, un grupo de montañas submarinas a más de 200 km al suroeste de Portugal, las basuras marinas y restos de aparejos de pesca alcanzan densidades de hasta 4 objetos por kilómetro.⁷³

Seco de los Olivos, Mar de Alborán

La directiva de plásticos de un solo uso exige establecer un mínimo anual de recogida de artes de pesca. Es vital fijar objetivos ambiciosos para evitar imágenes como esta del Seco de los Olivos o Banco de Chella (Mar de Alborán), declarado Lugar de Importancia Comunitaria por su gran biodiversidad.

En cuanto a los *pockmarks*, las estructuras duras que se generan por la formación de costras carbonatadas a causa de la actividad bacteriana^{68,69} proporcionan el sustrato adecuado para el asentamiento de distintas especies, dando así lugar a complejas comunidades biológicas de moluscos, crustáceos, poliquetos y antozoos (como anémonas de mar y plumas de mar)^{70,71,72} que a su vez proporcionan hábitat y refugio para otros tipos de fauna. Las alteraciones de este frágil ecosistema, incluyendo la contaminación por basura, podrían causar daños a diferentes niveles de la cadena trófica.

Al igual que los *pockmarks*, **arrecifes y cuevas** están incluidos en la Directiva de Hábitats de la Unión Europea y por tanto su conservación es obligatoriamente una prioridad para los Estados Miembros. De este modo, el impacto que pueden provocar las basuras plásticas en estos hábitats debería ser analizado cuidadosamente para cumplir con las obligaciones de la Directiva.

Merece también la pena mencionar que en Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) declarados al amparo de la Directiva Hábitats, se han documentado artes de pesca abandonadas fabricadas con material plástico, una problemática a la que se pretende dar solución con la nueva Directiva de plásticos de un solo uso ('Directiva SUP', por sus siglas en inglés).

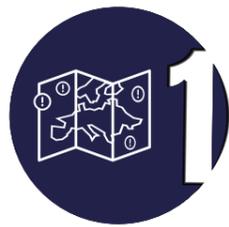
4. Recomendaciones de Oceana

La contaminación por plásticos en el mar es ubicua, pero existen zonas donde la concentración es más alta y su impacto sobre el ecosistema marino más grave, dadas sus características morfológicas y la sensibilidad de las especies y hábitats que albergan. Este es el caso de los fondos profundos, los grandes olvidados de los océanos.

El verdadero alcance del daño causado por la basura permanece oculto a la vista, y ello se refleja también en la legislación. Dentro de la Unión Europea, la Directiva

SUP representa un gran avance para reducir los desechos plásticos, pero su articulado se basa en los objetos encontrados con más frecuencia en las playas. Por ello, son necesarias medidas más ambiciosas para abordar el problema de la contaminación del fondo marino.

Oceana propone una serie de recomendaciones con el último fin de reducir la contaminación por plástico que llega a nuestros mares:



Generar mapas de riesgo que identifiquen las zonas más susceptibles al impacto y acumulación de plásticos y otras basuras marinas. Los actuales mapas de distribución se basan fundamentalmente en la recopilación puntual de datos en expediciones que normalmente se centran en otros estudios (geología, pesquerías, biología, etcétera) o en datos aportado por pescadores u otros usuarios.



Dada la longevidad de los plásticos en los hábitats profundos, y en los ecosistemas marinos en general, **desarrollar un protocolo de retirada** de estos residuos, incluyendo en qué casos no es conveniente por su potencial impacto (por ejemplo, por la vulnerabilidad de las especies afectadas).



Sustituir productos desechables por reutilizables. Se debe establecer un objetivo vinculante para reducir un 50% el consumo de recipientes de alimentos y vasos de un solo uso en 2025, y un 80% en 2030 respecto a los niveles de 2020. Para contribuir a ello, Oceana propone prohibir estos productos en edificios de la Administración y en bares y restaurantes; así como impulsar iniciativas similares en entornos con elevado uso de plástico de usar y tirar, como hoteles, chiringuitos, festivales y verbenas, especialmente en zonas costeras.



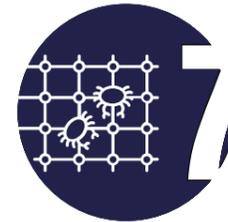
Reforzar las medidas para evitar que el plástico llegue al mar. Con el fin de disuadir al consumidor de desechar incorrectamente los envases, es necesario reimplantar el sistema de depósito de envases retornables en el comercio en aquellos países que lo han eliminado. Los actuales sistemas de retornables tienen una tasa de pérdida (botellas rotas o no devueltas) de menos del 5%⁷⁴. Debe establecerse como objetivo mínimo que el 70% de los envases de bebidas sean retornables en 2025, y promoverse estos sistemas en eventos al aire libre.



Gravar con un impuesto verde determinados plásticos de un solo uso como vasos, recipientes de alimentos, envoltorios, botellas de hasta 3 litros, toallitas húmedas, o globos. A fin de contribuir a frenar la contaminación marina, este impuesto debe ser finalista y su recaudación ha de destinarse a financiar medidas como las enumeradas arriba.



Acabar con las anillas de plástico de los packs de bebidas, por el riesgo de atrapamiento que representan para la fauna marina. Prohibir la suelta de globos, ya que constituyen la principal causa de muerte por ingestión de plástico para muchas especies, por asfixia y por inanición.



Declarar cierres pesqueros efectivos que impidan el uso de artes de pesca de fondo sobre hábitats vulnerables, aplicar sistemas de marcado de aparejos que hagan posible recuperarlos e identificar al propietario, e invertir en investigar materiales alternativos al plástico para la fabricación de redes.

5. Referencias

- ¹ Gianni, M. 2004. High Seas Bottom Trawl Fisheries and their Impacts on the Biodiversity of Vulnerable Deep-Sea Ecosystems: Options for International Action. IUCN, Gland, Suiza. 88 pp.
- ² Aguilar R., Perry A. & J. López. 2017. Conservation and Management of Vulnerable Marine Benthic Ecosystems. En: Rossi S., Bramanti L., Gori A. & C. Orejas (eds.) *Marine Animal Forests. The Ecology of Benthic Biodiversity Hotspots*. Vol. 3. Springer, Cham. pp. 1165-1207.
- ³ Kane I.A., Clare M.A., Miramontes E., Wogelius R., Rothwell J.J., Garreau P. & F. Pohl. 2020. Seafloor microplastic hotspots controlled by deep-sea circulation. *Science*, 368: 1140-1145.
- ⁴ Kuenen P.H.H. 1953. Origin and classification of submarine canyons. *GSA Bulletin*, 64(11): 1295-1314.
- ⁵ Shepard F.P. 1981. Submarine canyons: multiple causes and long-time persistence. *AAPG Bulletin*, 65(6): 1062-1077.
- ⁶ Würtz M. (ed.) 2012. Mediterranean Submarine Canyons: Ecology and Governance. IUCN, Gland, Suiza y Málaga, España. 216 pp.
- ⁷ Schmidt C., Krauth T. & S. Wagner. 2017. Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea. *Environ. Sci. Technol.*, 51(21): 12246-12253.
- ⁸ Mordecai G., Tyler P.A., Masson D.G. & V.A.I. Huvenne. 2011. Litter in submarine canyons off the west coast of Portugal. *Deep-Sea Res. Pt II*, 58: 2489-96.
- ⁹ Tubau X., Canals M., Lastras G. & X. Rayo. 2015. Marine litter on the floor of deep submarine canyons of the Northwestern Mediterranean Sea: the role of hydrodynamic processes. *Prog. Oceanogr.*, 134: 379-403.
- ¹⁰ Schlining K., von Thun S., Kuhn L., Schlining B., Lundsten L., Stout N.J., Chaney L. & L. Connor. 2013. Debris in the deep: Using a 22-year video annotation database to survey marine litter in Monterey Canyon central California, USA. *Deep-Sea Res. Pt I*, 79: 96-105.
- ¹¹ Barnes D.K.A., Galgani F., Thompson R.C. & M. Barlaz. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 364: 1985-1998.
- ¹² De Leo F.C., Smith C.R., Rowden A.A., Bowden D.A. & M.R. Clark. 2010. Submarine canyons: hotspots of benthic biomass and productivity in the deep sea. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.*, 277: 2783-2792.
- ¹³ Van Den Beld I., Guillaumont B., Menot L., Bayle C., Arnaud-Haond S. & J-F. Bourillet. 2017. Marine litter in submarine canyons of the Bay of Biscay. *Deep-Sea Res. Pt II*, 145: 142-152.
- ¹⁴ Oliveira F., Monteiro P., Bentes L., Henriques N.S., Aguilar R. & J.M. Gonçalves. 2015. Marine litter in the upper São Vicente submarine canyon (SW Portugal): Abundance, distribution, composition and fauna interactions. *Mar. Pollut. Bull.*, 97(1-2): 401-407.
- ¹⁵ Ferentinos G., Papatheodorou G. & M.B. Collins. 1988. Sediment Transport processes on an active submarine fault escarpment: Gulf of Corinth, Greece. *Mar. Geol.*, 83(1-4): 43-31.
- ¹⁶ Lo Iacono C., Urgeles R., Polizzi S., Grinyo J., Druet M., Agate M., Gili J.M. & J. Acosta. 2014. Submarine Mass Movements Along a Sediment Starved Margin: The Menorca Channel (Balearic Islands - Western Mediterranean). En: Krastel S. et al. (eds.) *Submarine Mass Movements and Their Consequences*. Advances in Natural and Technological Hazards Research, 37. Springer, Cham. pp. 329-338.
- ¹⁷ Shepard F.P. 1950. Part III. Submarine Topography of the Gulf of California. 1940 E. W. Scripps Cruise to the Gulf of California. GSA, 43.
- ¹⁸ Shepard F.P. 2005. Submarine canyons. En: Hill M.N. (ed.) *The Global Coastal Ocean. Multiscale Interdisciplinary Processes*. Volume 3: The Earth Beneath the Sea. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts y Londres. pp. 480-506. (Trabajo original publicado en 1963)
- ¹⁹ Micallef A. 2017. Canyon and landslide processes of non-tropical carbonate escarpments. Final Report Summary - SCARP. CORDIS, European Commission. <https://cordis.europa.eu/project/id/618149/reporting>
- ²⁰ Hovland M., Gardner J.V. & A.G. Judd. 2002. The significance of pockmarks to understanding fluid flow processes and geohazards. *Geofluids*, 2: 127-136.
- ²¹ Judd A., & M. Hovland. 2007. *Seabed fluid flow: The impact on geology, biology and the marine environment*. Cambridge University Press, Cambridge. 492 pp.
- ²² Picard K., Radke L.C., Williams D.K., Nicholas W.A. Siwabessy P.J., Howard F.J.F., Gafeira J., Przeslawski R., Huang Z. & S. Nichol. 2018. Origin of High Density Seabed Pockmark Fields and Their Use in Inferring Bottom Currents. *Geosciences*, 8(6): 195.
- ²³ Boehlert G.W. 1988. Current-topography interactions at mid-ocean seamounts and the impact on pelagic ecosystems. *GeoJournal*, 16: 45-52.
- ²⁴ Hernández-Molina F.J., Maldonado A. & D.A.V. Stow. 2008. Abyssal Plain Contourites. En: Rebesco M. & A. Camerenghi (eds.) *Contourites*. Development in Sedimentology, 60. Elsevier Science, Amsterdam. pp. 347-378.
- ²⁵ Barnes D.K.A., Galgani F., Thompson R.C. & M. Barlaz. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 364: 1985-1998.
- ²⁶ Lavers J.L. & A.L. Bond. 2017. Exceptional and rapid accumulation of anthropogenic debris on one of the world's most remote and pristine islands. *PNAS*, 114(23): 6052-6055.
- ²⁷ Kanehiro H., Tokai T. & K. Matuda. 1995. Marine litter composition and distribution on the sea-bed of Tokyo Bay. *Fish. Eng.*, 31: 195-199.
- ²⁸ Galgani F., Leaute J.P., Moguedet P., Souplet A., Verin Y., Carpentier A., Goraguer H., Latrouite D., Andral B., Cadiou Y., Mahe J.C., Poulard J.C. & P. Nerisson. 2000. Litter on the sea floor along European coasts. *Mar. Pollut. Bull.*, 40: 516 -527.
- ²⁹ van den Beld I.M.J., Guillaumont B., Menot L., Bayle C., Arnaud-Haond S. & J-F. Bourillet. 2016. Marine litter in submarine canyons of the Bay of Biscay. *Deep Sea Res Part II*, 145: 142-152.
- ³⁰ Galgani F., Souplet A. & Y. Cadiou (1996). Accumulation of debris on the deep sea floor off the French Mediterranean coast. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 142: 225-234.
- ³¹ Pierdomenico M., Caslbore D. & F. Latino Chiocci. 2019. Massive benthic litter funneled to deep sea by flash-flood generated hyperpycnal flows. *Scientific Reports*, 9: 5330.
- ³² Miyake H., Shibata H. & Y Furushima. 2011. Deep-Sea Litter Study Using Deep-Sea Observation Tools. En: Omori K., Guo X., Yoshie N., Fujii N., Handoh I.C., Isobe A. & S. Tanabe (eds.) *Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry. Vol. 5. Modeling and Analysis of Marine Environmental Problems*. Centre for Marine Environmental Studies, Ehime University. Terrapub, Tokyo. pp. 261-269.
- ³³ Macic V., Dordevic N., Petovic S., Malovrazic N. & M. Bajkovic. 2018. Typology of marine litter in "Papuca" (Slipper) cave (Montenegro, South Adriatic Sea). *Stud. Mar.*, 31(2): 38-43.
- ³⁴ Mancinelli R.L., Fahlen T.F., Landheim R. & M.R. Klovstad. 2004. Brines and evaporites: analogs for Martian life. *Adv. Space Res.*, 33(8): 1244-1246.
- ³⁵ MacDonald I.R. 1992. Sea-floor brine pools affect behavior, mortality, and preservation of fishes in the Gulf of Mexico: Lagerstätten in the making? *PALAIOS*, 7(4): 383-387.
- ³⁶ MacDonald I.R., Reilly J.F., Guinasso N.L., Brooks J.M., Carney R.S., Bryant W.A. & J. Bright. 1990. Chemosynthetic Mussels at a Brine-Filled Pockmark in the Northern Gulf of Mexico. *Science*, 248(4959): 1096-1099.
- ³⁷ Pham C.K., Ramírez-Llodra E., Alt C.H.S., Amaro T., Bergmann M., Canals M., Company J.B., Davies J., Duineveld G., Galgani F., Howell K.L., Huvenne V.A.I., Isidro E., Jones D.O.B., Lastras G., Morato T., Gomes-Pereira J.N., Purser A., Stewart H., Tojeira I., Tubau X., Van Rooij D. & P.A. Tyler. 2014. Marine Litter Distribution and Density in European Seas, from the Shelves to Deep Basins. *PLoS ONE* 9(4): e95839.
- ³⁸ Woodall L.C., Sanchez-Vidal A., Canals M., Paterson G.L.J., Coppock R., Sleight V., Calafat A., Rogers A.D., Narayanaswamy B.E. & R.C. Thompson. 2014. The deep sea is a major sink for microplastic debris. *R. Soc. Open Sci.*, 1: 140317.
- ³⁹ Ramírez-Llodra E., Tyler P.A., Baker M.C., Bergstad O.A., Clark M.R., Escobar E., Levin L.A., Menot L., Rowden A.A., Smith C.R. & C.L. Van Dover. 2011. Man and the Last Great Wilderness: Human Impact on the Deep Sea. *PLoS ONE* 6(8): e22588.
- ⁴⁰ Wei C.-L., Rowe G.T., Nunnally C.C. & M.K. Wicksten. 2012. Anthropogenic "Litter" and macrophyte detritus in the deep Northern Gulf of Mexico. *Mar. Pollut. Bull.*, 64: 966-973.
- ⁴¹ Bergmann M. & M. Klages. 2012. Increase of litter at the Arctic deep-sea observatory HAUSGARTEN. *Mar. Pollut. Bull.*, 64(12): 2734-2741.
- ⁴² Fischer V., Elsner N.O., Brenke N., Schwabe E. & A. Brandt. 2015. Plastic pollution of the Kuril-Kamchatka Trench area (NW Pacific). *Deep Sea Res.* Pt. II, 111: 399-405.
- ⁴³ Chiba S., Saito H., Fletcher R., Yogi T., Kayo M., Miyagi S., Ogido M. & K. Fujikura. 2018. Human footprint in the abyss: 30 year records of deep-sea plastic debris. *Mar. Policy*, 96: 204-212.
- ⁴⁴ Gregory M.R. & A.L. Andrady. 2003. Plastics in the marine environment. In: Andrady, A.L. (Ed.) *Plastics and the Environment*. Wiley & Sons, New Jersey. pp. 379-401.
- ⁴⁵ Andrady A.L. 2011. Microplastics in the marine environment. *Mar. Pollut. Bull.*, 62: 1596-1605.
- ⁴⁶ Shah A.A., Hasan F., Hameed A. & S. Ahmed. 2008. Biological degradation of plastics: a comprehensive review. *Biotechnol. Adv.*, 26: 246-265.
- ⁴⁷ Cooper D.A. & P.L. Corcoran. 2010. Effects of mechanical and chemical processes on the degradation of plastic beach debris on the island of Kauai, Hawaii. *Mar. Pollut. Bull.*, 60: 650-654.
- ⁴⁸ Andrady A.L. 2015. Persistence of Plastic Litter in the Oceans. In: Bergmann M., Gutow L. & M. Klages (eds.) *Marine Anthropogenic Litter*. Springer, Heidelberg. pp. 57-72.
- ⁴⁹ Zalasiewicz J., Waters C.N., Ivar do Sul J.A., Corcoran P.L., Barnosky A.D., Cearreta A., Edgeworth M., Gałuszka A., Jeandel C., Leinfelder R., McNeill J.R., Steffen W., Summerhayes C., Wagemann M., Williams M., Wolfe A.P. & Y. Yonah. 2016. The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene. *Anthropocene*, 13: 4-17.
- ⁵⁰ Ramírez-Llodra E., De Mol B., Company J.B., Coll M. & F. Sardà. 2013. Effects of natural and anthropogenic processes in the distribution of marine litter in the deep Mediterranean Sea. *Prog. Oceanogr.*, 118: 273-287.
- ⁵¹ Tekman M.B., Krumpen T. & M. Bergmann. 2017. Marine litter on deep Arctic seafloor continues to increase and spreads to the North at the HAUSGARTEN observatory. *Deep-Sea Res. Pt. I*, 120: 88-99.
- ⁵² Chubarenko I., Bagaev A., Zobkov M. & E. Esiukova. 2016. On some physical and dynamical properties of microplastic particles in marine environment. *Mar. Pollut. Bull.*, 108: 105-112.
- ⁵³ FAO. 2016. Vulnerable marine ecosystems: Processes and practices in the high seas. FAO 2010-2020. Thompson A., Sanders J., Tandstad M., Carocci F. & J. Fuller (eds). FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 595. FAO, Roma, Italia. 188 pp. <http://www.fao.org/3/a-i5952e.pdf>

- ⁵⁴ FAO. 2009. International guidelines for the management of deep-sea fisheries in the high seas. FAO, Roma, Italia.
- ⁵⁵ Fernández-Arcaya U., Ramírez-Llodra E., Aguzzi J., Allcock A.L., Davies J.S., Dissanayake A., Harris P., Howell K., Huvenne V.A.I., Macmillan-Lawler M., Martín J., Menot L., Nizinski M., Puig P., Rowden A.A., Sanchez F. & I.M.J. Van den Beld. 2017. Ecological Role of Submarine Canyons and Need for Canyon Conservation: A Review. *Front. Mar. Sci.*, 4:5.
- ⁵⁶ Danovaro R., Company J.B., Corinaldesi C., D'Onghia G., Galil B., Gambi C., Gooday A.J., Lampadariou N., Luna G.M., Morigi C., Olu K., Polymenakou P., Ramírez-Llodra E., Sabbatini A., Sardà F., Sibuet M. & A. Tselepides. 2010. Deep-sea biodiversity in the Mediterranean Sea: the known, the unknown, and the unknowable. *PLoS ONE*, 5(8): e11832.
- ⁵⁷ Klinck J.M. 1996. Circulation near submarine canyons: a modeling study. *J. Geophys. Res. Oceans*, 101: 1211-1223.
- ⁵⁸ Kämpf J. 2006. Transient wind-driven upwelling in a submarine canyon: A process-oriented modeling study. *J. Geophys. Res.-Atmos.*, 111: C11011.
- ⁵⁹ Allen S.E., Vindeirinho C., Thomson R.E., Foreman M.G.G. & D.L. Mackas. 2011. Physical and biological processes over a submarine canyon during an upwelling event. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 2001, 58(4): 671-684.
- ⁶⁰ Spurgin J.M. & S.E. Allen. 2014. Flow dynamics around downwelling submarine canyons. *Ocean Sci. Discuss.*, 11: 1301-1356.
- ⁶¹ Benoit-Bird K.J., Würsig B. & C.J. Mfadden. 2004. Dusky dolphin (*Lagenorhynchus obscurus*) foraging in two different habitats: active acoustic detection of dolphins and their prey. *Mar. Mamm. Sci.*, 20: 215-231.
- ⁶² De Leo F.C., Smith C.R., Rowden A.R., Bowden D.A. & M.R. Clark. 2010. Submarine canyons: hotspots of benthic biomass and productivity in the deep sea. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.*, 277: 2783-2792.
- ⁶³ Vetter E.W., Smith C.R. & F.C. De Leo. 2010. Hawaiian hotspots: enhanced megafaunal abundance and diversity in submarine canyons on the oceanic islands of Hawaii. *Mar. Ecol.*, 31: 183-199.
- ⁶⁴ Van Oevelen D., Soetaert K., García R., De Stigter H.C., Cunha M.R., Pusceddu A. & R. Danovaro. 2011. Canyon conditions impact carbon flows in food webs of three sections of the Nazaré canyon. *Deep Sea Res. Pt. II*, 58: 2461-2476.
- ⁶⁵ Aissi M., Fiori C. & J. Alessi. 2012. Mediterranean Submarine Canyons as stepping stones for pelagic top predators: the case of sperm whale. En: Würtz M. (ed.). *Mediterranean Submarine Canyons: Ecology and Governance*. IUCN, Gland, Suiza and Málaga, España. pp. 99-103.
- ⁶⁶ Moors-Murphy, H.B. 2014. Submarine canyons as important habitat for cetaceans, with special reference to the Gully: A review. *Deep Sea Res. Pt. II*, 104: 6-19.
- ⁶⁷ Fernández-Arcaya U., Ramírez-Llodra E., Aguzzi J., Allcock A.L., Davies J.S., Dissanayake A. & I.M.J. Van den Beld. 2017. Ecological Role of Submarine Canyons and Need for Canyon Conservation: A Review. *Front. Mar. Sci.*, 4(5).
- ⁶⁸ Gontharet S., Pierre C., Blanc-Valleron M-M., Rouchy J-M., Fouquet Y., Bayon G., Foucher J-P., Woodside J., Mascle J. & the NAUTINIL Scientific Party. 2007. Nature and origin of diagenetic carbonate crusts and concretions from mud volcanoes and pockmarks of the Nile deep-sea fan (eastern Mediterranean Sea). *Deep Sea Res. Pt. II*, 54: 1292-1311.
- ⁶⁹ Chand S., Crémière A., Lepland A. Thorsnes T., Brunstad H. & D. Stoddart. 2017. Long-term fluid expulsion revealed by carbonate crusts and pockmarks connected to subsurface gas anomalies and palaeo-channels in the central North Sea. *Geo-Mar Lett.*, 37: 215-227
- ⁷⁰ Dando, P.R. 2001. A review of pockmarks in the UK part of the North Sea, with particular respect to their biology. Technical report produced for Strategic Environmental Assessment – SEA2. Technical Report TR_001. School of Ocean Sciences, University of Wales-Bangor.
- ⁷¹ Ritt B., Pierre C., Cauthier O., Wenzhöfer F., Boetius A. & J. Sarrazin. 2011. Diversity and distribution of cold-seep fauna associated with different geological and environmental settings at mud volcanoes and pockmarks of the Nile Deep-Sea Fan. *Mar. Biol.*, 158(6): 1187-1210
- ⁷² Pop Ristova P., Wenzhöfer F., Ramette A., Felden J. & A. Boetius. 2015. Spatial scales of bacterial community diversity at cold seeps (Eastern Mediterranean Sea). *ISME J.*, 9(6): 1306-1318
- ⁷³ Vieira R.P., Raposo I.P., Sobral P., Gonçalves J.M.S., Bell K.L.C. & M.R. Cunha. 2014. Lost fishing gear and litter at Gorrige Bank (NE Atlantic). *J. Sea Res.*, 100: 91-98
- ⁷⁴ Schroeer A., Littlejohn M. & H. Wilts. 2020. Una sola palabra: retornables. Cómo puede el sector de los refrescos reducir la contaminación marina por plástico en miles de millones de botellas al año. Oceana, Washington, EE.UU. y Madrid, España. 16 pp. https://eu.oceana.org/sites/default/files/una_sola_palabra_retornables.pdf

© OCEANA / Carlos Minguell

Contacto

Oficina Central - Madrid, España

☎ Teléfono: + 34 911 440 880

✉ Email: europe@oceana.org

Oficina EU - Bruselas, Bélgica

☎ Teléfono: + 32 (0) 2 513 2242

✉ Email: brussels@oceana.org

Oficina Mar del Norte y Báltico - Copenhague, Dinamarca

✉ Email: copenhagen@oceana.org

Oficina Reino Unido - Londres, Reino Unido

☎ Teléfono: +44 20 346 87908

✉ Email: oceanauk@oceana.org

Sigue @OceanaEurope en



Facebook



Instagram



Twitter

OCEANA Protegiendo los
Océanos del Mundo