micro plásticos

Los microplásticos son pequeñas partículas de plástico de hasta 5 mm de diámetro. En las últimas cuatro décadas las concentraciones de estas partículas parecen haber aumentado significativamente en las aguas superficiales del océano.

La preocupación por el impacto potencial de los microplásticos en el medio marino ha cobrado impulso en los últimos años. El número de investigaciones científicas ha aumentado, junto con el interés público y la presión sobre los tomadores de decisiones para responder al respecto.

A pesar de que la base del conocimiento esta en rápido crecimiento, el grado en que los microplásticos representan un peligro para la vida marina, y en el cual podrían proporcionar una vía para el transporte de sustancias químicas tóxicas a través de la cadena alimenticia, todavía se encuentra en evaluación. Una serie de iniciativas internacionales se encuentran en marcha para determinar los efectos físicos y químicos de los microplásticos en el océano, para así para identificar las formas de abordar este problema emergente.

PNUMA

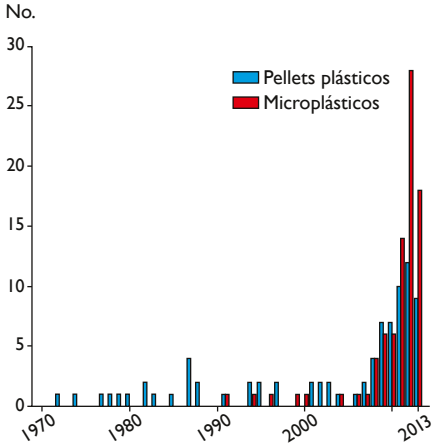
ASUNTOS EMERGENTES

Basura marina

La basura marina se puede definir como cualquier material sólido, persistente, fabricado o procesado de que se descargue, evacue o abandone en el medio marino y costero. A nivel mundial, los artículos plásticos (incluyendo los microplásticos) son el tipo de basura marina más abundante. El plástico es también el material más frecuente en los encuentros entre los escombros y los organismos marinos.

Los plásticos y otros tipos de desechos marinos pueden tener un impacto en la diversidad biológica mediante: el enredo o ingestión en basura plástica; facilitación del transporte de organismos que van a la deriva en los desechos marinos flotantes, la provisión de nuevos hábitats para su colonización, y efectos a nivel de ecosistema. El impacto variará de acuerdo con el tipo y el tamaño de los desechos y los organismos.

Fuente: CDB y STAP/FMAM



Reportes y artículos en revistas científicas en pellets plásticos y microplásticos desde la década de 1970. *Fuente: Sarah Gall, de la Universidad de Plymouth.*

1 ¿Que son los microplásticos?

Los desechos plásticos se encuentran en una muy amplia gama de tamaños en el medio ambiente. Los primeros informes sobre pequeñas partículas y fragmentos de plásticos en el océano, especialmente poliestireno, datan de la década de 1970. Sin embargo, el término "microplásticos" se introdujo a mediados de los años 2000. Hoy en día se utiliza ampliamente para describir partículas de plástico con un límite superior de tamaño de 5 mm.

2 ¿Por qué los microplásticos en el océano están recibiendo cada vez más atención?

La basura plástica marina es un importante problema ambiental a escala global. Cada vez existe mayor conciencia en la comunidad científica, los gobiernos, la industria, el público en general, los medios de comunicación y las organizaciones no gubernamentales (ONG), sobre el potencial impacto de los microplásticos en el medio marino. La magnitud del problema ha llevado a un gran número de investigaciones científicas, iniciativas gubernamentales, regionales e internacionales, y a actividades dirigidas por ONG's, tales como actividades en educación, sensibilización, lobby, limpieza de costas y expediciones oceánicas.

Mientras un creciente cuerpo de evidencia científica sugiere que la sociedad debería estar preocupada por los posibles efectos de los microplásticos en el océano, la evidencia aún es insuficiente para cuantificar la naturaleza y el grado completo de estos efectos.

Efectos físicos

Los efectos físicos de la macrobasura, especialmente plástica, han sido demostrados claramente debido al enredo e ingestión de animales en ella. Sin embargo, este efecto ha sido más difícil de demostrar con los microplásticos.

Los estudios han demostrado que los microplásticos pueden ser ingeridos por organismos marinos filtradores, tales como ostras y mejillones. Se ha observado que dichos organismos pueden cerrar la pared intestinal e inducir una reacción dentro del tejido. En una escala diferente, las ballenas barbadas, como la ballena franca del Atlántico Norte (*Eubalaena glacialis*) que se encuentra en peligro de extinción, se alimenta de copépodos y otros pequeños invertebrados filtrando grandes volúmenes de agua de mar. Es posible que los microplásticos en el agua de mar presenten un factor de estrés adicional pudiendo obstruir el sistema filtro-alimentador dentro de su boca.

© François Gohier / www.ardea.com

© *British Antarctic Survey*

Efectos químicos

Los perfiles ecotoxicológicos de los compuestos añadidos a los plásticos para lograr ciertas propiedades (por ejemplo durabilidad, flexibilidad, resistencia a los UV), son generalmente bien conocidos. Lo que no se sabe con certeza suficiente es el grado en que estos aditivos pueden ser transferidos de una partícula de plástico a un organismo, y si al llevarse a cabo, esto daría como resultado un impacto significativo de los productos químicos en el organismo.

El agua de mar está contaminado con una amplia variedad de contaminantes orgánicos e inorgánicos. Muchos plásticos absorben contaminantes orgánicos en un alto grado, como el pesticida DDT y bifenilos policlorados (PCB). Estos compuestos pueden causar efectos crónicos sobre la salud humana, incluyendo la interrupción del sistema hormonal (disrupción endocrina), induciendo cambios genéticos (mutagenicidad) y el cáncer (carcinogénesis).

Una vez ingeridos por peces, aves y mamíferos marinos, los compuestos que penetran en la estructura del plástico, puede comenzar a filtrarse hacia sus tejidos. La tasa y la dirección de la transferencia de los compuestos tóxicos, persistentes y bioacumulativos, dependerá del ambiente químico en el intestino del organismo y los niveles existentes de estos compuestos en el tejido.

Los organismos están expuestos continuamente a los contaminantes debido al contacto con su entorno y por la ingestión de alimentos contaminados. La separación de la posible carga contaminante adicional debido a microplásticos como vectores de contaminantes sigue siendo muy problemática.

La Comisión Ballenera Internacional está llevando a cabo una investigación de dos años sobre la interacción entre los desechos marinos y los cetáceos, en ballenas y delfines. Los microplásticos han sido reconocidos por tener un impacto potencial sobre las ballenas, incluyendo la digestión de los contaminantes químicos y los microorganismos asociados a ellos. El objetivo general es evaluar en el año 2014, el alcance del problema y proponer una mitigaciones potenciales y soluciones de gestión.

Pellets plásticos como indicadores de los contaminantes orgánicos persistentes (COPs)

Los pellets plásticos son duraderos y son capaces de acumular contaminantes orgánicos persistentes (COP). Por lo tanto, son un buen vehículo para el seguimiento de los COP en los ambientes marinos y costeros, de acuerdo a sus concentraciones espaciales y a la forma en cómo entran en la cadena alimenticia.

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por su sigla en inglés) y su programa Gobernanza de Aguas Subterráneas en Acuíferos Transfronterizos (TWAP por su sigla en inglés) evalúa el uso de pellets como indicadores de los contaminantes orgánicos persistentes en las aguas costeras. Este programa recopilará la información disponible sobre la distribución de los pellets y las concentraciones de los contaminantes en ellos. También se producirán mapas de series de tiempo y distribución de basura flotante. La UNEP publicará los resultados del TWAP a principios del 2015.

Durante varios años, el International Pellet Watch (IPW por su sigla en inglés) ha coordinado y información sobre los COP en pellets recolectados en costas de todo el mundo. Entre otros resultados, sus actividades han demostrado que las cantidades de pellets liberados al medio ambiente entran al medio marino y las mejoras en las prácticas de gestión industrial sobre sus residuos son reducidas.

© *www.pelletwatch.org*

Fuentes de basura plástica (incluyendo microplásticos) en el océano

Fuentes de origen marino:

- Transporte marítimo: Cuerdas, residuos de cocina.
- Pesca: Redes, cajas, cuerdas, cintas de embalaje, residuos de cocina.
- Acuicultura: Redes, boyas, cuerdas.
- Plataformas de petróleo y gas: Residuos de cocina, aguas residuales relacionadas.
- Cruceros: Residuos de cocina, alcantarillado (el cual puede ser equivalente a una ciudad de tamaño medio).
- Embarcaciones de recreo: Residuos de cocina, aguas residuales.

Fuentes terrestres:

- Turismo costero: Filtros de cigarros, embalaje.
- Centros de población: Alcantarillado, desagües pluviales, basura doméstica.
- Horticultura/Agricultura: Hojas de plástico, tubería.
- Vertederos ilegales: Todos los tipos de residuos.
- Sitios industriales - Producción y uso de plásticos, embalaje.
- Desagüe de buques.

© Rich Carey / Shutterstock

3 ¿Dónde se encuentran los microplásticos?

Los desechos plásticos (incluyendo los microplásticos) presentan una mayor abundancia cerca de sus fuentes de emisión, en densidades más altas cerca de los centros urbanos. Sin embargo, hasta ahora cada parte del océano examinado, desde las regiones más remotas del Ártico y la Antártida hasta el fondo del mar profundo, han revelado su presencia allí. En base a los datos disponibles, se ha determinado que existiría un aumento significativo en las concentraciones de microplásticos en las aguas superficiales de los océanos en las últimas cuatro décadas.

La circulación oceánica transporta plásticos flotantes en todo el mundo a lo largo de los años. Este fenómeno produce zonas de convergencia en donde los microplásticos tienden a acumularse. Estos giros oceánicos subtropicales a gran escala ocurren en el Océano Índico Norte, el Atlántico Norte y Sur, y el Pacífico Norte y Sur. Los desechos plásticos son un problema transfronterizo clásico. Es posible recuperar una pequeña parte de los desechos plásticos una vez que llegan al océano a través de limpieza de las costas, pero todavía queda mucha basura más allá del área visible del océano, tanto en su superficie como en el fondo del océano. Con la tecnología existente, no es posible eliminar los microplásticos del océano.

4 ¿De dónde vienen los microplásticos en el océano?

Microplásticos en productos de consumo

Los microplásticos (por ejemplo las esferas de polietileno) son usados en productos de cuidado personal, tales como pasta de dientes, cremas faciales y exfoliantes, a pesar de que muchos consumidores no son conscientes de ello. En algunos casos, estos microplásticos han sustituido a los ingredientes naturales, tales como semillas, conchas de piedra pómez o de tierra. Usualmente ellos no son filtrados durante el tratamiento de aguas residuales, por el contrario, suelen ser liberados directamente al mar u otros cuerpos de agua, como lagos y ríos.

Los microplásticos también se encuentran en los textiles sintéticos. Aguas residuales provenientes del lavado de ropa sintética, tales como polares o camisas, contienen más de 100 fibras por litro de agua. De acuerdo a un estudio realizado por Brown y colaboradores, en promedio unas 1.900 fibras de microplásticos pueden ser liberadas en un solo lavado. Fibras similares se han observado en los efluentes de aguas residuales y de lodos de costas cercanas a grandes centros urbanos.

© Alexandr Makarov / Shutterstock

Evitar tales usos de microplásticos reduciría las cantidades que entrarían al medio ambiente marino y costero. Lamentablemente a medida que la población mundial crece y más productos que contienen microplásticos se coloquen en el mercado, las cantidades probablemente aumenten.

Las fuentes industriales de microplásticos

Los pellets plásticos son la materia prima de los productos plásticos. Éstos son típicamente esféricos o cilíndricos y de milímetros de diámetro. Además los pellets se utilizan en variadas aplicaciones industriales, incluyendo ingredientes de tintas de impresión, pinturas spray, molduras de inyección y abrasivos.

Una proporción de los microplásticos utilizados en aplicaciones industriales entran en el medio ambiente. Sin embargo, a veces se desechan durante el transporte o la mala gestión de las operaciones. La mejora en la gestión de las operaciones en las que se utilizan pellets plásticos es una forma clara de evitar que entren en el medio ambiente.

Los desechos plásticos como fuente de microplásticos

Los microplásticos secundarios se forman cuando los artículos plásticos de mayor tamaño se fragmentan. La velocidad a la que se produce la fragmentación es altamente dependiente de las condiciones del medio ambiente, especialmente de la temperatura y la cantidad de luz UV disponible. Cualquier actividad humana realizada en el mar y en la tierra puede resultar en la producción de basura marina. Los desechos plásticos pueden entrar al océano directamente o pueden llegar a él a través de otros cuerpos de agua o atmósfera. La clave para detener el ingreso de basura plástica al océano es evitar que entren dichos desechos al medio ambiente en primer lugar. Los objetos más grandes, la "macrobasura", son mucho más fáciles de identificar y controlar que los objetos más pequeños.

Alrededor de la mitad de la población mundial vive a menos de 100 km de la costa, con un aumento creciente de la población en dicha zona. Esto significa que es probable que la cantidad de desechos plásticos que entren en el océano desde fuentes terrestres aumente, si no se hacen cambios significativos en la de gestión de residuos terrestres.

Las aplicaciones más comunes y la densidad específica de algunos plásticos que se encuentran en el medio marino.

Categorias or clases	Aplicaciones communes	Densidad específica	
Polietileno (PE)	Bolsas de plásticos, anillos de six-pack de cerveza	0.91-0.94	Flotante
Polipropileno (PP)	Soga, tapas de botella	0.90-0.92	
Poliestireno expandido (PS)	Boyas, copas	0.01-1.05	
Agua de mar		~ 1.02	
Polyestireno (PS)	Utensilios, embalaje	1.04-1.09	Hundible
Policloruro de vinilo flexible (PVC)	Bolsas, tubos	1.16-1.30	
Poliamida o nylon	Soga	1.13-1.15	
Polietilentereftalato (PET)	Botellas	1.34-1.39	
Resina de poliester + fibra de vidrio	Textiles	>1.35	
Acetato de celulosa	Filtros de cigarro	1.22-1.24	

Source: Andrady 2011

© Picsfive / Shutterstock

¿Qué sucede con los desechos plásticos en el medio ambiente?

Diferentes tipos de plásticos son fabricados, cada cual con diferentes propiedades. De ellos, sólo unas pocas categorías o clases de plásticos se producen en grandes volúmenes. Lo que pase con los desechos plásticos depende en gran medida de las propiedades del tipo de plástico. La propiedad más importante de los plásticos es la durabilidad. Sin embargo, esta propiedad también es el motivo de que los desechos plásticos sean un problema.

Cada tipo de plástico tiene diferentes propiedades de resistencia, dependiente de los compuestos aditivos de ellos, por ejemplo los estabilizadores de UV. La descomposición foto-inducido (UV) y termo-oxidativa son los principales mecanismos que resultan en plásticos fragmentación y degradantes.

Las playas son ambientes ideales para la fragmentación mecánica, especialmente cuando se combinan con el desgaste físico de la acción del oleaje. Una vez que los plásticos se entierran o sumergen, la penetración de la luz UV y la temperatura se reducen en gran medida y la degradación procede mucho más lentamente.

Normalmente las bebidas y agua mineral se almacenan en botellas de PET, las cuales a menudo se ven flotando en playas o ríos. Una vez que una botella se empieza a romper, los fragmentos individuales se hunden debido a que la densidad específica de PET es más alta que la del agua de mar. Incluso, los plásticos de baja densidad pueden hundirse una vez que un biofilm empieza a crecer en su superficie. Por debajo de la superficie del mar, los fragmentos tardan mucho más tiempo en descomponerse.

© Algalita Marine Research Institute

La completa biodegradación se logra cuando los plásticos se descomponen en sus moléculas constituyentes: agua, dióxido de carbono y a menudo metano. Para la mayoría de los plásticos comunes, esto se produce normalmente sólo en un compostador industrial, al alcanzar una temperatura de 70°C.

Muchos de los productos etiquetados como "biodegradable" no lo son. Algunos de estos productos están diseñados para romperse en fragmentos más pequeños, pero los fragmentos conservan las propiedades de los polímeros originales. Algunos de estos productos se descomponen más fácilmente, pero suelen tener un uso limitado y son más caros que muchos otros plásticos.

La radiación UV aumenta la velocidad a la que las partículas plásticas se fragmentan. Sin embargo, una vez que las partículas están cubiertas por arena, agua o biofilms, esta tasa disminuye en gran medida. Por lo tanto, la mayoría de los plásticos de uso común no se biodegradan en el medio ambiente marino.

Llevando el mensaje alrededor

El concepto de los microplásticos en el océano y sus potenciales impactos pueden ser dificil de comunicar a personas no especialistas. El cuento infantil, diseñado para niños escolares chilenos "Jurella y los microplásticos", describe la migración de una pececita por las costas de sudamérica y su encuentro con los microplásticos.

Source: Científicos de la Basura

© NOAA Marine Debris Program

5 Cerrando la brecha del conocimiento

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) declaró que la basura plástica en el océano es un problema ambiental emergente en el Anuario del UNEP 2011. Desde entonces, una mayor cantidad de información científica ha sido recopilada sobre las fuentes y los efectos de microplásticos. El Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GESAMP por su sigla en inglés) ha establecido un grupo de trabajo para reunir estos nuevos conocimientos y preparar una evaluación global de las fuentes, el destino y los efectos de microplásticos en el medio marino. Los objetivos generales para evaluar son:

- Las fuentes y cantidades de microplásticos primarios (por ejemplo, pellets, abrasivos, productos de cuidado personal) y restos de macroplásticos (incluidos los principales tipos de polímeros) en el océano.
- Distribución, transporte y potenciales áreas de acumulación de plásticos y microplásticos, en escalas de espacio y tiempo.
- Propiedades y procesos (físicos, químicos y biológicos) que determinan la tasa de fragmentación y degradación de los plásticos en el océano, y la tasa de producción de fragmentos, los microplásticos "secundarios".
- Distribución a largo plazo de los microplásticos, incluyendo una estimación de su distribución en la columna de agua y el fondo marino.
- Ingestión de los microplásticos y sus contaminantes/aditivos por parte de la biota marina, así como sus impactos físicos y biológicos a nivel poblacional.
- Aspectos sociales de los microplásticos, como la educación y sensibilización del público.

UNESCO-COI es el organismo principal de las Naciones Unidas para el grupo de trabajo (WG40), apoyado por la OMI, el UNEP y la UNIDO, así como por el NOAA, el Consejo Americano de Química y PlasticsEurope. El reporte de evaluación está previsto para el lanzamiento en la segunda Conferencia Internacional de Investigación Oceánica en Barcelona España, en noviembre de 2014.

* Para mayor información sobre WG40, favor contactar con el encargado del grupo de trabajo, Peter Kershaw – peter@pjkershaw.com

6 Pasar a la acción

Un número creciente de iniciativas apoyan la formulación de políticas y otras medidas para hacer frente al problema de la basura plástica en el océano. Ellos abarcan diversas medidas: proporcionar investigación participativa y educación a los grupos de jóvenes, la recopilación de ideas innovadoras de individuos y empresas, limpieza de playas por parte de la comunidad, y la promoción de políticas dirigidas a los gobiernos.

Reconociendo la importancia de este problema emergente, más de 60 gobiernos han insistido en la importancia de generar un marco mundial para la prevención y el manejo de los desechos marinos. La Alianza global sobre Basura Marina (GPML por su sigla en inglés) es una asociación voluntaria y abierta de gobiernos, organismos internacionales, empresas, instituciones académicas, autoridades locales, organizaciones no gubernamentales e individuos, que se inició durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río +20) en junio de 2012. Su principal objetivo es la protección de la salud humana y el medio ambiente global mediante la reducción y gestión de los desechos marinos.

Esta asociación mundial funciona como un foro de coordinación para aumentar el conocimiento de los impactos de los desechos marinos a los distintos niveles (políticos, la industria y el público en general), mejorar el conocimiento sobre las mejores prácticas para hacer frente a los desechos marinos en todo el mundo, identificar y atacar las deficiencias relacionadas con la gestión de los desechos marinos; coordinar las redes mundiales y regionales, y mejorar la sinergia entre los actores.

Algunas de las actividades de esta asociación incluyen el desarrollo y el mantenimiento de una red de basura marina, actividades regionales, proyectos de demostración con un enfoque en la reducción del ingreso de residuos sólidos en el medio marino; un enfoque en el ciclo de vida y reciclaje y rediseño de plásticos; y la asociación público-privada que promueva la reducción de las fuentes y la responsabilidad social de las empresas. Un objetivo específico de la GPML es mejorar la cooperación y coordinación internacional mediante la promoción y aplicación de la Estrategia de Honolulu.

© Bill Macdonald

La Estrategia de Honolulu y las 4 R's

La Estrategia de Honolulu es el marco de un esfuerzo integral y global por reducir el impacto ecológico, en la salud humana y económico, de los desechos marinos. Su aplicación exitosa requerirá de la participación y el apoyo a múltiples niveles (mundial, regional, nacional y local), con la participación del espectro completo de la sociedad civil, los gobiernos y las organizaciones intergubernamentales, así como el sector privado.

El marco consta de tres objetivos y estrategias asociadas:

- Objetivo A: Reducir la cantidad y el impacto de las fuentes de desechos marinos de origen terrestre que se introducen en el mar.
- Objetivo B: Reducir la cantidad y el impacto de las fuentes de desechos marinos de origen marino, incluidos los desechos sólidos, las cargas perdidas, los objetos de pesca y los barcos abandonados.
- Objetivo C: Reducir la cantidad y el impacto de los desechos marinos acumulados en las costas, en los hábitats bentónicos y pelágicos.

Una acción clave propuesta por la estrategia de Honolulu en el Objetivo A es promover una variedad de comportamientos y acciones en relación con la gestión de residuos: las "4 R's", reducir, reutilizar, reciclar y recuperar.

En vista de la naturaleza de los microplásticos, y su creciente uso en productos de cuidado personal, puede haber una necesidad de añadir una quinta "R": el rediseño. El rediseño de los productos podría evitar el uso de microplásticos primarios y estimularía la innovación en direcciones más sostenibles.

© *Algalita Marine Research Institute*

7 Fuentes de información

Algalita Marine Research Institute, www.algalita.org/index.php

Andrady, A.L., (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1596-1605

Brown, M.A., et al., (2011). Accumulation of Microplastic on Shorelines Woldwide: Sources and Sinks. *Environmental Science & Technology*, 45, 21, 9175-9179

CBD y STAP/FMAM (2012). *Impacts of Marine Debris on Biodiversity: Current Status and Potential Solutions*, Secretariat of the Convention on Biological Diversity and the Scientific and Technical Advisory Panel-GEF, Montreal, Canada. www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/publication/cbd-ts-67-en.pdf

Científicos de la Basura, El Viaje de Jurella y los Microplasticos. http://www.cientificosdelabasura.cl/docs/jurella.pdf

European Commission, http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/index_en.htm

Fossi, M.C., et al. (2012). Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). *Marine Pollution Bulletin*, 11, 2374-79. Abstract: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X12004122

GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) Working Group 40, 'Sources, fate and effects of micro-plastics in the marine environment – a global assessment'. www.gesamp.org/work-programme/workgroups/working-group-40

GPML (Global Partnership on Marine Litter), http://www.gpa.unep.org/index.php/global-partnership-on-marine-litter

5Gyres, http://5gyres.org/

The Honolulu Strategy: A Global Framework for Prevention and Management of Marine Debris, 2011. www.cep.unep.org/meetings-events/1st-lbs-stac/UNEP_NOAA%202012.pdf

International Pellet Watch, www.pelletwatch.org

International Whaling Commission, http://www.iwc.int

Lebreton, L.C.-M., et al., (2012). Numerical modeling of floating debris in the world's oceans. *Marine Pollution Bulletin*, 64, 653-661.

Leslie, H.A. (in press). Microbeads in Cosmetics: Are we polluting the environment through our personal care? (draft discussion paper). Institute for Environmental Studies, VU University Amsterdam

NOAA (United States National Oceanic and Atmospheric Administration) Marine Debris Program, http://marinedebris.noaa.gov/

Ocean Health Index www.oceanhealthindex.org/News/Microplastics

Plastic Disclosure Project, www.plasticdisclosure.org

Plastics Europe, 'Plastics – the Facts' series, www.plasticseurope.org

UNEP (2011), *UNEP Year Book 2011: Emerging Issues in Our Global Environment*, chapter on 'Plastic Debris in the Ocean'. www.unep.org/yearbook/2011/

UNEP/GEF Transboundary Waters Assessment Programme, twap.iwlearn.org

Imágenes de portada:

Microplásticos recolectados en playas de Hawaii
© *NOAA Marine Debris Program*

Partículas de microplásticos primarios
© *Richard Thompson*

Tapas de botellas plásticas
© *-Taurus- / Shutterstock*

Traducido: Valeria Hidalgo Ruz

www.unep.org

Programa de las Naciones Unidas
para el Medio Ambiente
P.O. Box 30552, Nairobi 00100, Kenya
Tel.: +254 20 762 1234
Fax: +254 20 762 3927
Correo electronico: uneppub@unep.org

PNUMA