

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**PINNÍPEDOS Y DESECHOS MARINOS: UN ANÁLISIS
GLOBAL Y CARACTERIZACIÓN DE SUS IMPACTOS**

Andrés Alejandro Moreira Mendieta

Biología

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Biólogo

Quito, 21 de mayo de 2021

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**PINNÍPEDOS Y DESECHOS MARINOS: UN ANÁLISIS GLOBAL Y
CARACTERIZACIÓN DE SUS IMPACTOS**

Andrés Alejandro Moreira Mendieta

Nombre del profesor, Título académico

Diego Páez-Rosas, PhD

Quito, 21 de mayo de 2021

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Andrés Alejandro Moreira Mendieta

Código: 00201504

Cédula de identidad: 1718549767

Lugar y fecha: Quito, 21 de mayo de 2021

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

RESUMEN

La contaminación por desechos marinos de origen antropogénico es una importante amenaza para la conservación de los mamíferos marinos. Los pinnípedos son considerados bioindicadores de la salud de los océanos y son vulnerables a interactuar con desechos marinos. Existen registros de interacción negativa, tanto a nivel individual causados por enredamientos e ingestión, cómo a nivel de ecosistema mediante la acumulación de desechos en sus hábitats. Este trabajo presenta una revisión sistemática de la literatura publicada en las últimas cinco décadas (43 estudios revisados por pares), con la finalidad de analizar toda la información científica relacionada con las interacciones entre pinnípedos y desechos marinos a nivel global. Se identificaron 19 especies de pinnípedos, siendo la foca de puerto, *Phoca vitulina*, y varios lobos marinos del género *Arctocephalus* las que mostraron los mayores esfuerzos de investigación. La mayor parte de los registros abarcaron enredamientos con artes de pesca, siendo los individuos juveniles los más afectados. Sin embargo, en las últimas décadas, los impactos por ingestión directa y transferencia trófica se han convertido en los problemas más estudiados a nivel global. Las actividades pesqueras proveen la mayor parte de desechos marinos que afectan a los pinnípedos, junto con otros tipos de desechos basados en polímeros sintéticos. Se identificaron sesgos de información a nivel regional, los cuales estarían asociados a una limitación en los esfuerzos de investigación. Se necesita implementar programas de investigación específicos para el estudio de esta problemática, especialmente en áreas con poca información, con la finalidad de contrastar con la evidencia, y proponer medidas de mitigación y conservación.

Palabras clave: pinnípedos, desechos marinos, plástico, enredamientos, ingestión, contaminación, ecosistema marino.

ABSTRACT

Marine debris pollution from anthropogenic sources is a major threat to marine mammal conservation. Pinnipeds are considered bioindicators of ocean health and are vulnerable to interact with marine debris. Negative interactions have been recorded both at the individual level caused by entanglement and ingestion, and at the ecosystem level through the accumulation of debris in their habitats. This paper presents a systematic review of the literature published in the last five decades (43 peer-reviewed studies), with the aim of analyzing all the scientific information related to pinniped-marine debris interactions at a global scale. Nineteen pinniped species were identified, with the harbor seal, *Phoca vitulina*, and several sea lions of the genus *Arctocephalus* showing the greatest research efforts. Most of the records involved entanglements in fishing gear, being juvenile individuals the most affected. However, in recent decades, direct ingestion and trophic transfer impacts have become the most studied problems globally. Fishing activities provide most of the marine debris affecting pinnipeds along with other types of synthetic polymer-based debris. Information biases were identified at the regional level, which would be associated with a limitation in research efforts. There is a need to implement specific research programs to study this problem, especially in areas where few information is available, so as to contrast with the evidence and propose mitigation and conservation measures.

Keywords: pinnipeds, marine debris, plastic, entanglement, ingestion, pollution, marine ecosystem.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
METODOLOGÍA.....	13
Parámetros de búsqueda de literatura	13
Fase de selección de artículos	14
RESULTADOS	16
Categorización por tipo de impacto	16
Variación temporal y espacial.....	17
Presencia de tipos de desechos marinos	19
Análisis de la ocurrencia de especies, estado de conservación, demografía, y hábitat de alimentación.....	22
DISCUSIÓN.....	25
CONCLUSIONES.....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
ANEXO A: Categorías generadas respecto a las localidades reportadas por caso	37
ANEXO B: Categorías generadas respecto a los desechos marinos reportados por caso.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de inclusión/exclusión de artículos, basados en el esquema PRISMA	16
Figura 2. Tipo de impacto para cada caso reportado.....	17
Figura 3. Histograma de frecuencias del esfuerzo de muestreo por cada década	18
Figura 4. Distribución espacial de los casos reportados.....	18
Figura 5. Histograma de frecuencias de los tipos de desechos reportados en el total de casos	19
Figura 6. Número de casos de impacto de desechos marinos por especies.....	22
Figura 7. Agrupación de número de casos por grupos taxonómicos.....	23
Figura 8. Histograma de frecuencias de categorías demográficas reportadas por caso	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Frecuencia de tipos de desechos marinos, según la localidad del estudio.....	21
Tabla 2. Estado de conservación de las especies registradas.....	23

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos enfrentan una severa amenaza frente a la acumulación de desechos de origen antropogénico, englobando una gran variedad de materiales, como vidrio, madera, metal, caucho, plástico, entre otros. (Hudak & Sette 2019). Los desechos plásticos se han convertido en los más peligrosos, dado que sus características intrínsecas (producción a bajos costos, duraderos, accesibles) generan grandes desventajas en un contexto ambiental (Jepsen & de Bruyn 2019). Globalmente, se producen más de 260 millones de toneladas anuales de plástico, en su mayoría debido a la alta demanda industrial (Perez-Venegas *et al.* 2018). Esto ha generado que este contaminante represente más del 60% de los desechos oceánicos (Perez-Venegas *et al.* 2018; Mathalon & Hill 2014), ocasionando graves impactos en cientos de especies, como: invertebrados, peces, reptiles, aves y mamíferos marinos (Franco-Trecu *et al.* 2017; Salles *et al.* 2017). A nivel de ecosistema, los principales impactos son la degradación del hábitat, ser un sustrato que facilita la colonización de especies invasoras, entre otras (Jepsen & de Bruyn 2019). Mientras que, a nivel individual, el impacto varía según el tamaño de los desechos, provocando desde enredamientos hasta la ingestión directa e indirecta de partículas sólidas (Perez-Venegas *et al.* 2018; Nelms *et al.* 2018).

Los enredamientos han sido una problemática ampliamente documentada en al menos 243 especies marinas, y en muchos de los casos este impacto deriva en una mortalidad importante (Jepsen & de Bruyn 2019). Los desechos plásticos a los que se les atribuye mayor impacto suelen ser artículos vinculados a la actividad pesquera, tales como líneas de monofilamento, sogas, redes, o cintas de embalaje. Estos enredamientos pueden ser: A) activos, cuando el animal se enreda directamente con material de pesca funcional; B) pasivos, cuando el animal se enreda con material de pesca perdido, abandonado o descartado (Jepsen & de Bruyn 2019; Hogan & Warlick 2017). Las consecuencias de los enredamientos pueden variar, desde reducción de la capacidad locomotora, hasta infecciones físicas en la herida, ambas

comprometiendo la supervivencia del individuo si no es liberado a tiempo (Angliss & DeMaster 1998).

Se conoce que alrededor de 123 especies de mamíferos marinos ingieren materiales sintéticos (Bravo-Rebolledo *et al.* 2013; Nelms *et al.* 2019). Este impacto puede ocurrir accidentalmente a través de los mecanismos de ingestión de diferentes especies (p. e. organismos filtradores; Hudak & Sette 2019). La fragmentación de los desechos macro-, generan partículas de menor tamaño conocidas como microplásticos (fragmentos <5 mm), que se incorporan a su sistema principalmente por transferencia trófica (Nelms *et al.* 2019). Los microplásticos también pueden provenir desde flujos de aguas residuales que contienen microperlas de cosméticos y fibras procedentes del lavado de textiles sintéticos, así como desde escorrentía de carreteras que contienen fragmentos de neumáticos, pintura, entre otros (Lusher, Hollman & Mendoza-Hill 2017). Dependiendo de su origen, los microplásticos se clasifican en primarios y secundarios (Lusher, Hollman & Mendoza-Hill 2017; Nelms *et al.* 2019). Algunos químicos empleados para la manufactura de los polímeros presentes en los microplásticos presentan propiedades nocivas tanto para el medio ambiente, como para la salud individual de las especies, afectando su comportamiento, fisiología, sistema reproductivo, e integridad del tracto gastrointestinal, sobre todo en organismos de niveles tróficos inferiores (Donohue *et al.* 2019; Perez-Venegas *et al.* 2018). En mamíferos marinos, por otra parte, la evidencia todavía no es completamente clara respecto a si existe impacto directo en la salud de las especies (Perez-Venegas *et al.* 2018).

Las características ecológicas de los mamíferos marinos, como ciclos de vida largos y elevado nivel trófico, los convierte en especies vulnerables a bioacumular contaminantes químicos acuáticos, por lo que estudiar los efectos de la contaminación de los océanos es un aspecto importante en términos de conservación (Zantis *et al.* 2020; Nelms *et al.* 2019). Los pinnípedos (Infraorden: Pinnipedia) generalmente son considerados especies “centinela” de la

salud de los océanos, ya que son excelentes bioindicadores por su alta sensibilidad a cambios ambientales (Perez-Venegas *et al.* 2020). Con base en esto, se planteó el objetivo de presentar una revisión sistemática de la literatura donde se recopilen, de manera comprensiva, los impactos de la contaminación por desechos marinos en pinnípedos a nivel global.

METODOLOGÍA

Parámetros de búsqueda de literatura

Se realizó una revisión sistemática basada en los lineamientos propuestos por Zantis *et al.* (2020) y Siddaway *et al.* (2019). La búsqueda principal se realizó en marzo del 2021, y se basó en la revisión de artículos científicos revisados por pares publicados a partir de 1970, utilizando la base de datos Elsevier's Scopus como fuente principal de evidencia, y Google Scholar como complementaria. Para el proceso de selección de artículos se siguió la declaración PRISMA, que consiste en un diagrama de flujo de cuatro fases cuyo objetivo es proporcionar un enfoque crítico para filtrar los artículos más relevantes obtenidos de una búsqueda sistematizada (Moher *et al.* 2009). Los términos utilizados para la búsqueda inicial en Scopus se dividieron en dos grupos:

Tema: microplastic* OR plastic* OR "plastic particle*" OR "plastic pollution" OR "marine pollution" OR "microplastic pollution" OR "marine debris" OR entangl* OR "fishing net*" OR "ghost fishing" OR "desechos marinos" OR "redes fantasma*" OR "enreda*" OR "redes de pesca" OR plástico* OR microplástico*.

Objetivo: pinniped* OR phocid* OR otariid* OR odobenid* OR "sea lion" OR "fur seal*" OR "antartic seal*" OR "eared seal*" OR "artic seal*" OR "harbor seal" OR "leopard seal" OR "lobo marino" OR "león marino" OR "foca" OR "focas" OR pinnípedo*.

En la búsqueda se omitió el término “*seal*” (traducido al español como foca) debido a que generó un número de artículos significativamente alto que no tuvo relación con el tema expuesto. Además, se evidenció que la palabra “*pinniped*” (traducido al español como pinnípedo), en combinación con el otro grupo de términos, arroja un número de resultados similares que si se combinase con el término omitido (Jepsen & de Bruyn 2019). No obstante,

se incluyeron nombres comunes de ciertas especies, así como traducciones de algunos términos al español, con el objetivo de recolectar un mayor número de referencias.

Los términos incluidos dentro de cada categoría se combinaron con los operadores Booleanos “OR”, y/o “AND”. Los asteriscos (*) adyacentes a ciertos términos representan cualquier grupo de caracteres, incluyendo la ausencia de estos. Las comillas (“”) denotan una búsqueda literal de la palabra o frase (Zantis *et al.* 2020). La cadena de búsqueda completa resultó de la siguiente manera:

(microplastic* OR plastic* OR "plastic particle*" OR "plastic pollution" OR "marine pollution" OR "microplastic pollution" OR "marine debris" OR entangl* OR "fishing net*" OR "ghost fishing" OR "desechos marinos" OR "redes fantasma*" OR "enreda*" OR "redes de pesca" OR plástico* OR microplástico*)
 AND (pinniped* OR phocid* OR otariid* OR odobenid* OR "sea lion" OR "fur seal*" OR "antartic seal*" OR "eared seal*" OR "artic seal*" OR "harbor seal" OR "leopard seal" OR "lobo marino" OR "león marino" OR "foca" OR "focas" OR pinnípedo*)

Para la búsqueda complementaria con Google Scholar se elaboraron frases combinadas (p. e. microplastic* AND pinniped*) después de haber completado la selección final de artículos en la base de datos principal. Se evaluaron los primeros 100 resultados obtenidos para cada frase, y se seleccionaron únicamente aquellos que eran relevantes y no duplicados.

Fase de selección de artículos

Se establecieron criterios de inclusión y exclusión para evaluar qué artículos eran relevantes y podían ser tomados en cuenta para el segundo paso. Con base en esto, se tomaron en cuenta los siguientes criterios (modificados de Zantis *et al.* 2020):

Paso 1: Criterio de inclusión/exclusión de estudios.

El primer paso consistió en analizar el título y abstract de los documentos encontrados en cada base de datos, asegurándose que se cumplan los siguientes criterios:

- (1) *Tema*: Debe estar enfocado en presentar cualquier tipo de interacción entre cualquier especie de pinnípedo y desechos oceánicos.
- (2) *Tipo de estudio*: Estudio empírico publicado en una revista científica revisada por pares dentro del tiempo establecido.

Los artículos que cumplieron con los primeros criterios se descargaron y fueron revisados a detalle. Posteriormente, se utilizaron los siguientes criterios para incluir/excluir la información recolectada:

- (3) *Resultados*: Deben presentar información detallada (numérica o descriptiva) de la interacción entre los pinnípedos y desechos oceánicos.
- (4) *Artículos excluidos*: El artículo no debe tratar de interacción activa entre los individuos con pesquerías, es decir, se excluyen aquellos que tratan sobre capturas incidentales (“*bycatch*”), o enredamientos en redes de pesca funcionales.

Paso 2: Extracción de información.

Se extrajo información de los artículos seleccionados para su posterior análisis, asegurándose de mantener un orden sistemático. Las variables para identificar fueron: A) Año/s de muestreo; B) Locación/es del estudio; C) Especie/s estudiada/s; D) Familia taxonómica; E) Tipo de interacción con el desecho; F) Métodos utilizados; G) Origen de la muestra; H) Tipo/s de desecho/s; I) Cantidad de desecho; (J) Polímeros identificados; (K) Método de identificación de polímeros; L) Composición de sexos; M) Consideraciones adicionales relevantes.

RESULTADOS

La búsqueda inicial en las bases de datos Scopus y Google Scholar derivó en un total de 447 artículos científicos, a los cuales se les aplicaron los criterios de inclusión y exclusión. En base al título y abstract, se excluyeron 223 artículos. Posteriormente, basándose en la lectura completa y extracción de datos, se excluyeron otros 181 artículos. Finalmente, se seleccionaron 43 documentos para analizarse en detalle (Figura 1).

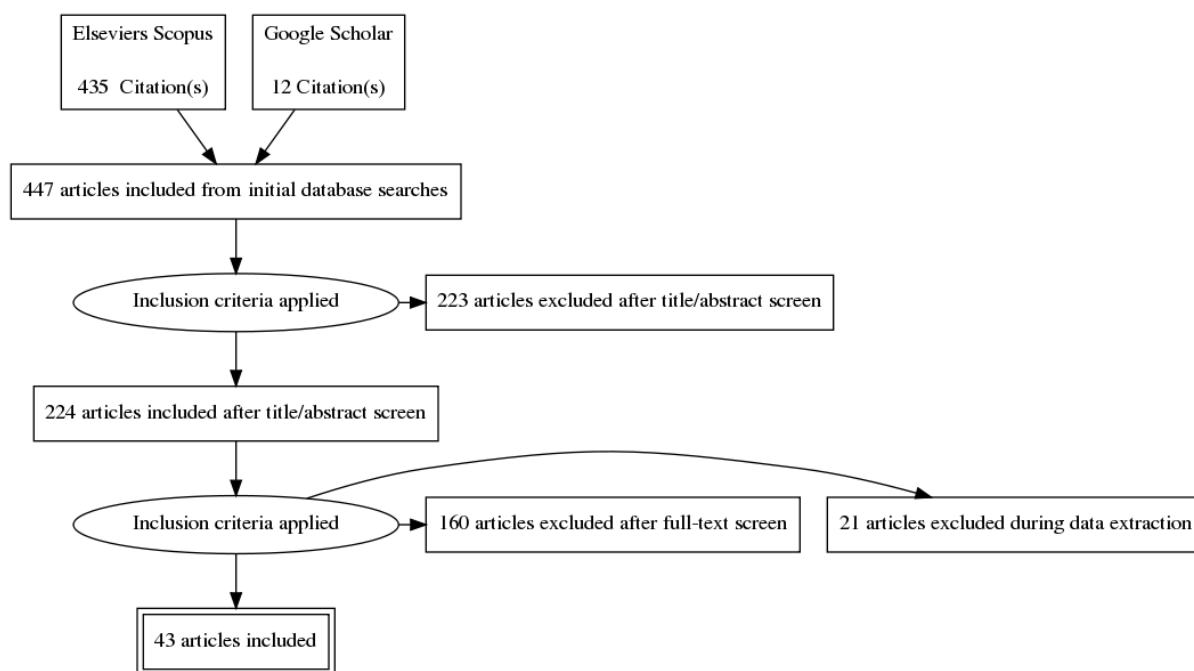


Figura 1. Proceso de inclusión/exclusión de artículos, basados en el esquema PRISMA.

Categorización por tipo de impacto

Se identificaron cuatro tipos de impactos: A) enredamientos, B) ingestión directa, C) ingestión por transferencia trófica, y D) acumulación de desechos marinos en el hábitat. Se identificaron 81 casos distintos tratando estas problemáticas, ya sea directamente con una especie, o cuantificando la cantidad de desechos presentes específicamente en el hábitat de algún pinnípedo. El 66% de los datos estuvieron vinculados a enredamientos ($n=49$), mientras que el 8% ($n=6$) y el 22% ($n=16$) de los casos estuvieron vinculados a la ingestión directa y

transferencia trófica, respectivamente. Finalmente, la acumulación de desechos marinos en el hábitat representó un 4% del total de los casos reportados (n=3) (Figura 2).

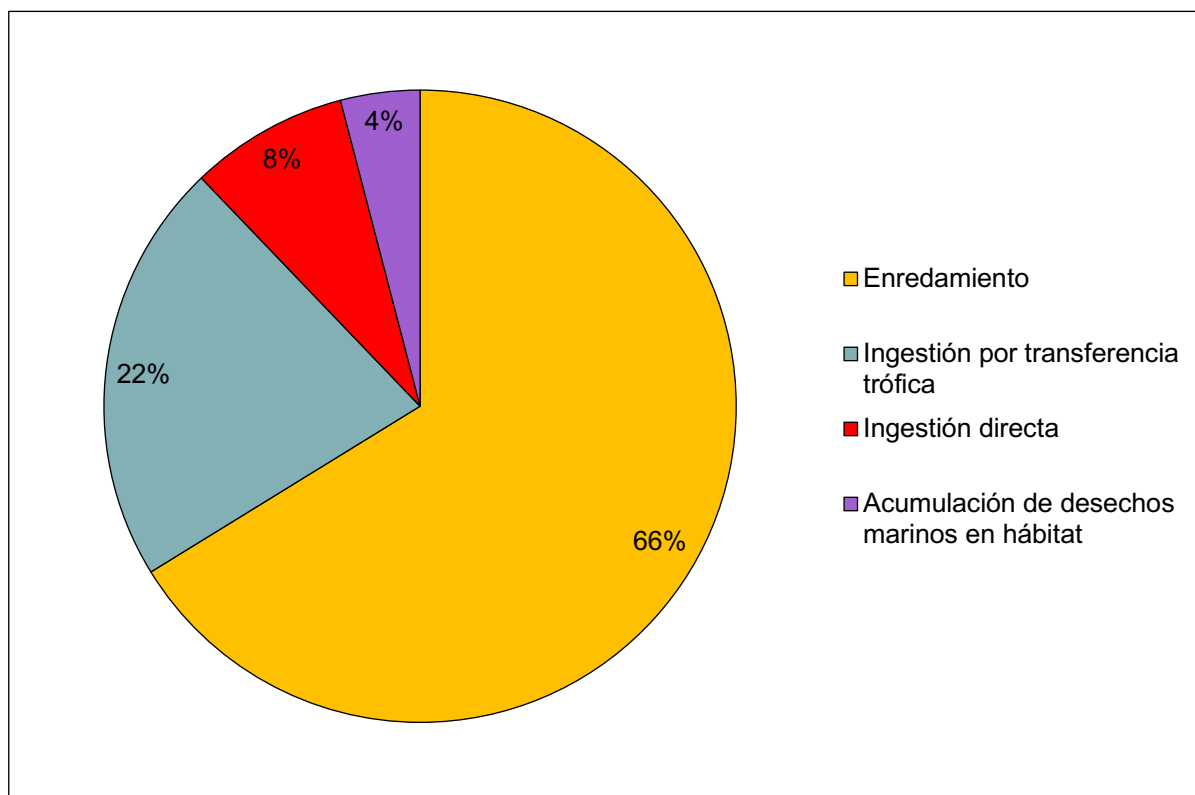


Figura 2. Tipo de impacto para cada caso reportado.

Variación temporal y espacial

Los estudios recopilados fueron publicados desde 1987 hasta el 2019. Sin embargo, para este análisis, se consideraron los años en los que se colectaron los datos de cada trabajo, ya que existe evidencia de impactos por desechos marinos desde 1976. Varios de los muestreos presentados en estas publicaciones se llevaron a cabo durante por varias décadas, razón por la cual se categorizaron los años de esfuerzo de muestreo según el margen de tiempo trabajado. Se observó un aumento considerable de impactos por desechos marinos desde la década de 1971-1980 (n=7), hasta 1991-2000 (n=42). Luego, se observó una reducción en la frecuencia de casos reportados en las décadas del 2001-2010 (n=38), y 2011-2020 (n=42) (Figura 3).

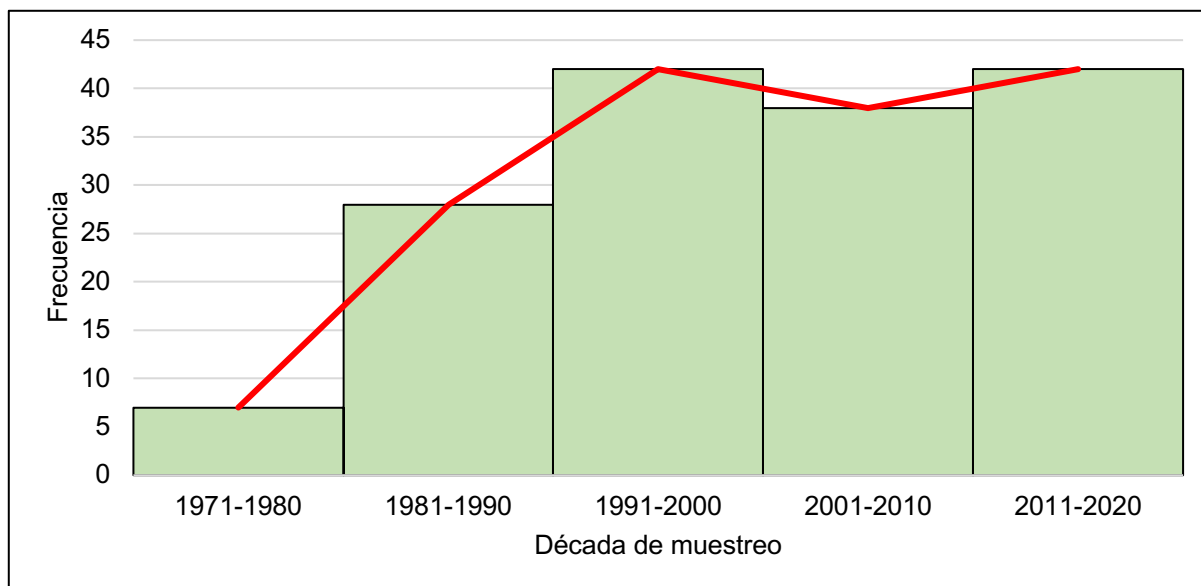


Figura 3. Histograma de frecuencias del esfuerzo de muestreo por cada década.

La distribución espacial demostró que estos impactos están presentes en todos los continentes del planeta (ver Anexo A). Sin embargo, el mayor número de reportes está en Norteamérica ($n=29$), seguido de Europa ($n=13$), Oceanía ($n=12$), Sudamérica ($n=9$), África ($n=8$), Antártida ($n=6$), Ártico ($n=3$), y Asia ($n=1$) (Figura 4).

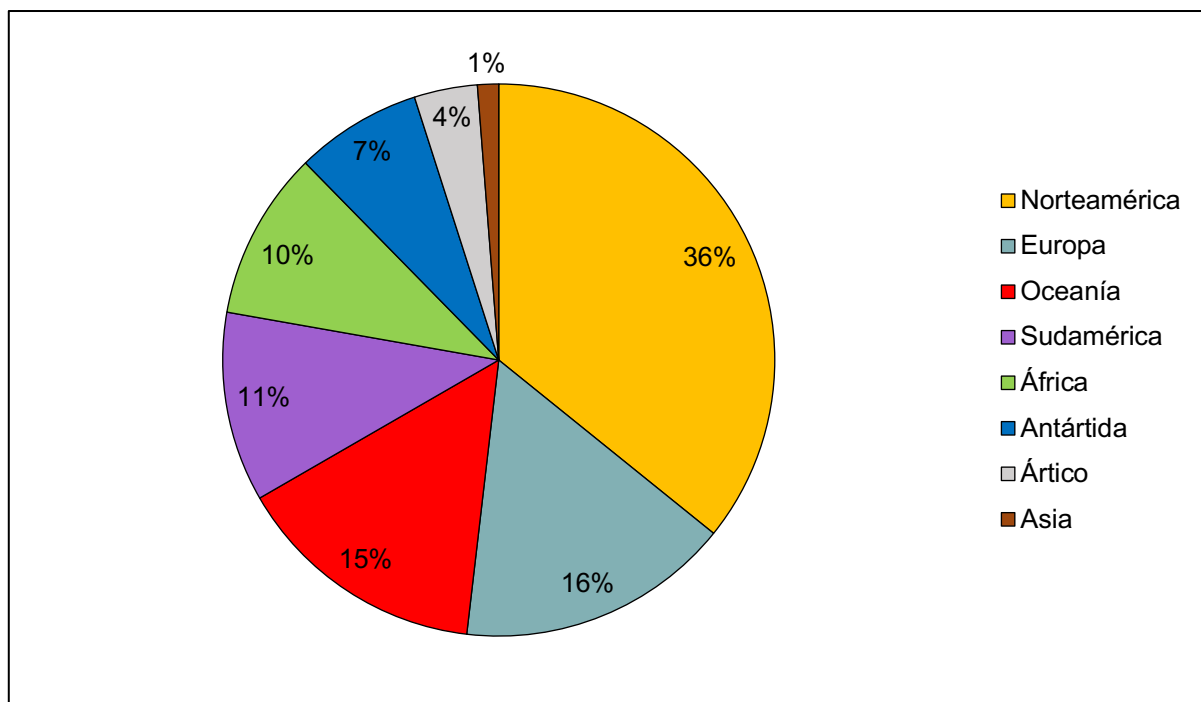


Figura 4. Distribución espacial de los casos reportados.

Presencia de tipos de desechos marinos

Se establecieron seis categorías para agrupar todos los desechos reportados: A) microplásticos; B) instrumentos de pesca perdidos, abandonados o descartados; C) redes de pesca perdidas, abandonadas o descartadas; D) otros desechos basados en polímeros sintéticos; E) otro tipo de desechos; F) indeterminados (ver Anexo B). La mayor parte de los trabajos presentaron más de una categoría, por lo que se elaboró un histograma de frecuencias para reportar la cantidad de veces que se evidenció cada categoría (Figura 5).

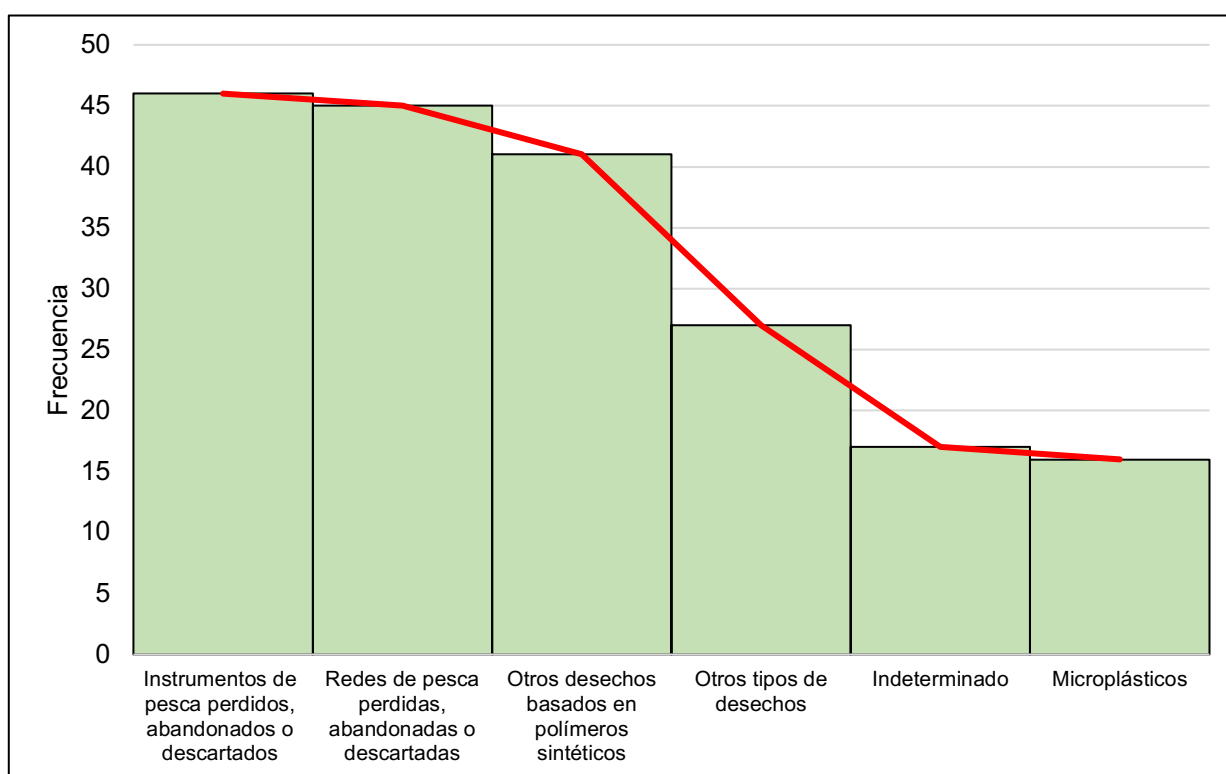


Figura 5. Histograma de frecuencias de los tipos de desechos reportados en el total de casos.

La categoría de instrumentos de pesca perdidos, abandonados o descartados ($n=47$), que incluye líneas de mono y multifilamento, palangre, sogas, anzuelos, cebos, señuelos, entre otros, estuvo involucrada en 57% de los casos reportados. Seguido de las redes de pesca perdidas, abandonadas o descartadas ($n=45$), con el 55% de los casos reportados, incluyendo fragmentos de redes de mono y multifilamento. La tercera categoría fue la de otro tipo de

desechos basados en polímeros sintéticos, incluyendo varias presentaciones de plástico (cintas, bolsas, lona, etc.), caucho (ligas, juntas tóricas), y cintas de embalaje (polipropileno). Este tipo de desechos se encontraron en 51% de los casos (n=41). Seguido a esta, se presentaron las categorías que a agrupaban otro tipo de desechos (n=27; en 33% de casos), desechos indeterminados (n=17; en 21% de casos), y microplásticos (n=16; en 20% de casos) (Figura 5).

Al observar el tipo de desechos marinos basándose en las localidades de muestreo, los patrones variaron en gran medida (Tabla 1). Para Norteamérica, los desechos perdidos, abandonados o descartados provenientes de actividades pesqueras siguen siendo los más frecuentes de encontrar, junto con los desechos basados en polímeros sintéticos. Lo mismo ocurre en Oceanía y, aunque con pocas muestras, en África, Por otra parte, en Sudamérica y Europa, el tipo de desecho más frecuentemente reportado fueron microplásticos. En Asia, aunque con un solo caso, se reportó la presencia de desechos derivados de actividades pesqueras, basados en polímeros sintéticos, y otro tipo de desechos. Mientras que, en la Antártida, la presencia de desechos derivados de actividades pesqueras, basados en polímeros sintéticos, otro tipo de desechos, y desechos indeterminados, se mantuvieron con valores muy similares entre sí. Para el Ártico, los casos reportados no hallaron presencia de ningún tipo de desecho.

Tabla 1. Frecuencia de tipos de desechos marinos, según la localidad del estudio.

LOCALIDADES	TIPO DE DESECHOS MARINOS					
	Microplásticos	Instrumentos de pesca perdidos, abandonados o descartados	Redes de pesca perdidas, abandonadas o descartadas	Otros desechos basados en polímeros sintéticos	Otro tipo de desechos	Indeterminado
Norteamérica	3	19	21	17	10	9
Sudamérica	5	4	2	3	2	0
Europa	6	4	3	4	3	0
Asia	0	1	1	1	1	0
Oceanía	2	8	9	6	5	1
Antártida	0	5	4	5	4	4
Ártico	0	0	0	0	0	0
África	0	5	5	5	2	3
TOTAL	16	46	45	41	27	17

Análisis de la ocurrencia de especies, estado de conservación, demografía, y hábitat de alimentación

Se identificaron un total de 19 especies de pinnípedos que han sido afectadas por algún tipo de desecho marino. La foca de puerto (*Phoca vitulina*) fue la que presentó mayor número de casos reportados (n=12). El género *Arctocephalus* también mostró un impacto considerable (n=26), siendo el lobo fino antártico (*A. gazella*) la especie más representativa, y la segunda más estudiada en general (n=10) (Figura 6).

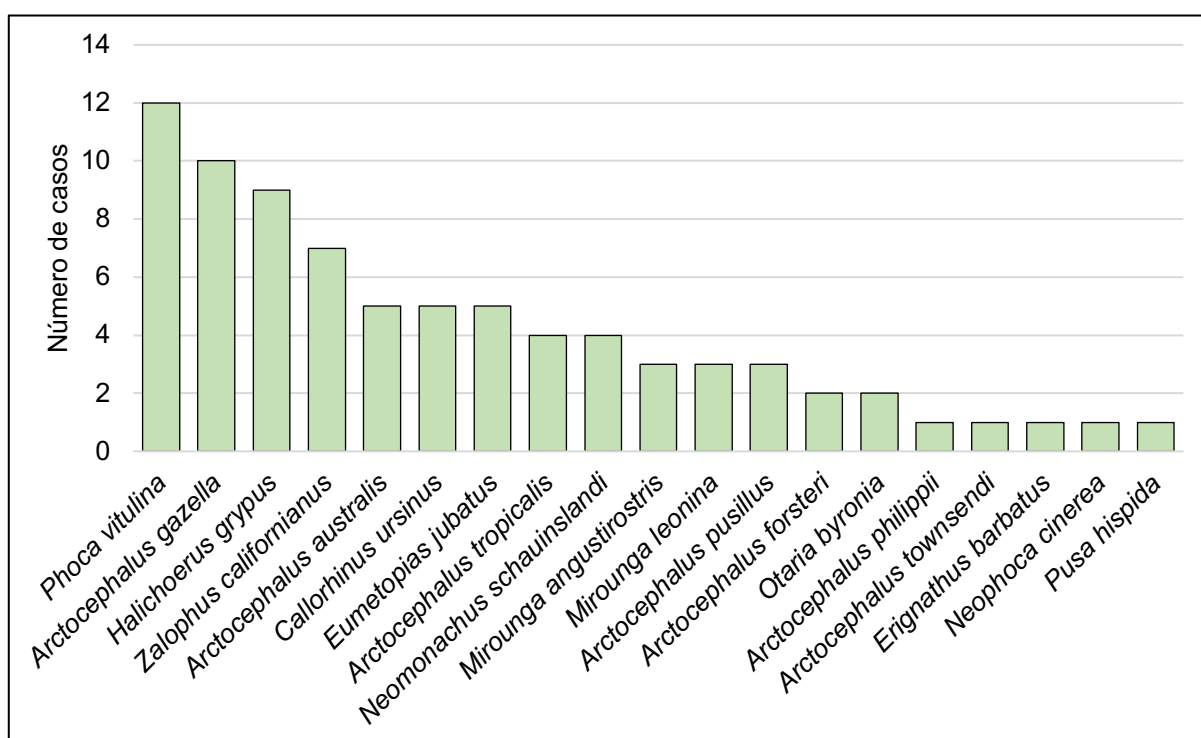


Figura 6. Número de casos de impacto de desechos marinos por especies.

A nivel de familias se identificó un mayor número de casos en la familia Otariidae (n=46) seguido de la familia Phocidae (n=33). No obstante, para visualizar mejor este análisis se agruparon a las especies por subgrupos distintivos: (1) “focas verdaderas” (familia Phocidae: n=33); (2) “lobos finos” (familia Otariidae, subfamilia Arctocephalinae: n=26); y (3) “lobos marinos” (familia Otariidae, subfamilia Otariinae: n=20) (Figura 7).

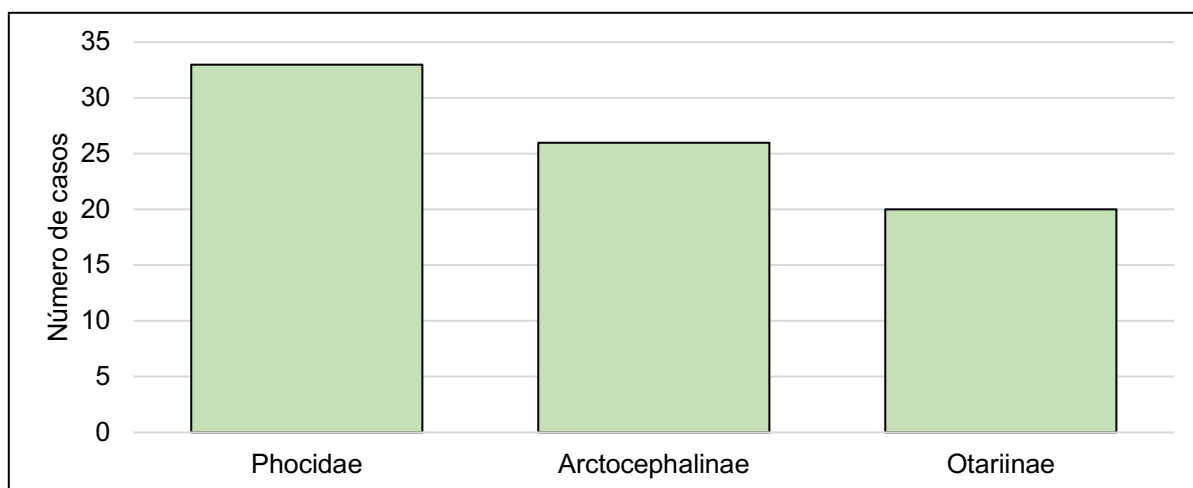


Figura 7. Agrupación de número de casos por grupos taxonómicos

Respecto al estado de conservación según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la mayoría de las especies (n=15) se encontraban en la categoría ‘Preocupación Menor’, dos ‘En peligro’ (n=2) de extinción, una en la categoría ‘Casi Amenazada’ (n=1), y una en categoría ‘Vulnerable’ (n=1) (Tabla 2).

Tabla 2. Estado de conservación de las especies registradas.

CATEGORÍA DE AMENAZA	NÚMERO DE ESPECIES
Preocupación Menor	15
En Peligro	2
Casi Amenazada	1
Vulnerable	1

En cuanto al análisis demográfico, no todos los casos reportaron esta información. Por esta razón, se establecieron cinco categorías: A) machos adultos; B) hembras adultas; C) juveniles; D) cachorros; E) indeterminados. La categoría de juveniles (n=40) fue la más frecuente, seguido por hembras (n=36) y machos adultos (n=35). Mientras que, los cachorros fueron la categoría que se observó con menor frecuencia (n=18) (Figura 8).

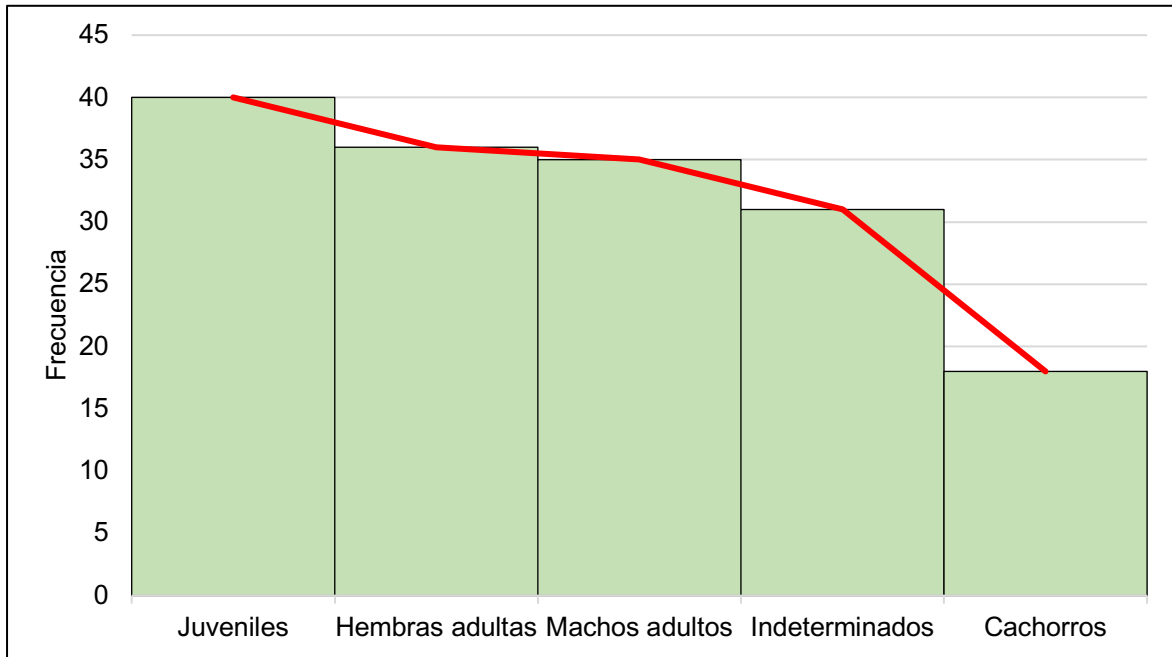


Figura 8. Histograma de frecuencias de categorías demográficas reportadas por caso.

DISCUSIÓN

Existe un amplio número de investigaciones que reportan impactos de desechos marinos por enredamiento, mismos que superan a los que evidencian impactos por ingestión, y por acumulación de desechos marinos en hábitats. Generalmente, los pinnípedos presentan un mayor número de reportes por enredamientos en relación con otros taxones (Jepsen & de Bruyn 2019), siendo los otáridos los más propensos a sufrir este impacto (Laist 1997). Pese a que la problemática de los enredamientos es muy persistente y ha sido extensamente estudiada en algunas regiones, hay pocos datos para otras regiones, específicamente en los océanos del sur, índico y ártico (Jepsen & de Bruyn 2019).

Varios organismos marinos, especialmente aves, tortugas, y mamíferos marinos ingieren directamente desechos marinos, particularmente materiales sintéticos, como plásticos (Bravo-Rebolledo *et al.* 2013). Sin embargo, nuestros resultados demuestran que la ingestión directa de desechos marinos es poco frecuente en pinnípedos, en comparación con los impactos asociados a la ingestión por transferencia trófica. Los microplásticos, pese a ser un tópico de atención global en términos de conservación, son relativamente poco estudiados en mamíferos marinos en comparación con otros taxones, lo cual ha derivado en que los esfuerzos de investigación se vayan incrementando en años recientes (Zantis *et al.* 2020). Esto se evidencia en nuestros resultados, donde se observó una tendencia a incrementar este tipo de estudios en la última década.

Las metodologías para caracterizar y cuantificar microplásticos se han convertido en un reto de investigación (Philipp *et al.* 2020), ya que se pueden analizar directamente de los tractos digestivos de individuos fallecidos, o utilizar otros métodos menos invasivos como el análisis de excretas, mismos que han demostrado que es posible cuantificar la incorporación de partículas de desechos sólidos que han sido adquiridas por transferencia trófica (Perez-

Venegas *et al.* 2018). Los principales polímeros que componen a los microplásticos en pinnípedos son: polietileno, poliamida, polipropileno, etil-vinil-acetato, resina fenoxi, resina alquídica, celófano y caucho (Zantis *et al.* 2020; Hudak & Sette 2019).

La acumulación de desechos marinos en el hábitat de los pinnípedos es una categoría que alcanzó poca relevancia, esto podría estar asociado a un sesgo en la metodología, ya que pocos estudios son específicos para cuantificar la cantidad de desechos en el hábitat de un pinnípedo en particular, y generalmente se estudia en un contexto de análisis de los impactos por enredamiento (Boland & Donohue 2003). Sin embargo, esta problemática se ha profundizado en tres estudios específicos: Boland & Donohue (2003) para foca monje de Hawái (*Neomonachus schauinslandi*), Walker *et al.* (1997) para el lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*), y Lucas (1992) para la foca de puerto (*Phoca vitulina*) y la foca gris (*Halichoerus grypus*).

Durante las décadas de 1971-2000 los esfuerzos de muestreo de impactos por desechos marinos se incrementaron, sin embargo, este esfuerzo se reduce en la década 2001-2010, algo que resultó contrario a lo que se esperaría con el incremento de la preocupación global en torno a la contaminación por desechos plásticos (Hartley *et al.* 2018). No obstante, esto se explica por la metodología, ya que una parte representativa de los estudios con fases de muestreo ejecutadas previo a la década del 2011-2020 consistían en largos períodos de colección de datos, llegando a tardar hasta tres o cuatro décadas, especialmente cuando se trataba de enredamientos (Ryan, de Bruyn & Bester 2016; Gobush *et al.* 2017; Unger *et al.* 2017).

A partir de la década 2001-2010, el enfoque de los estudios de desechos marinos en pinnípedos se orientó a investigar casos de ingestión directa, así como se reportaron por primera vez investigaciones sobre ingestión de partículas plásticas fragmentadas de menor tamaño (Eriksson & Burton 2003). Luego del 2011, la cantidad de estudios de ingestión de

microplásticos mediante transferencia trófica han incrementado gradualmente, hasta en la actualidad ser uno de los tópicos con de mayor relevancia sobre desechos marinos en pinnípedos (Denuncio *et al.* 2017; Perez-Venegas *et al.* 2018; Hudak & Sette 2019; Hernández-Milian *et al.* 2019; Nelms *et al.* 2019; García-Garín *et al.* 2020; Perez-Venegas *et al.* 2020; Philipp *et al.* 2020). Los estudios relacionados con la ingestión de desechos no requieren largos períodos de observación en el campo, como sí era el caso para estudios sobre enredamientos. Por esta razón, nuestros resultados presentan una tendencia temporal variable, sobre todo en las dos últimas décadas, donde los casos de estudio de desechos marinos han sufrido un notable declive, el cual estaría asociado a los nuevos enfoques de investigación.

La distribución espacial refleja un mayor esfuerzo de investigación en áreas específicas del planeta. Esta tendencia denota discrepancias en los esfuerzos de investigación y los casos reportados a escala global, por lo que la distribución espacial observada podría explicarse por la capacidad de investigación y de reportar observaciones en ciertas áreas, más que por evidencia real de incidencia de contaminación por desechos marinos interactuando con pinnípedos (Jepsen & de Bruyn 2019). Un ejemplo claro de esto es que la mayor parte de esfuerzos pesqueros ocurren en áreas del sudeste asiático (Jepsen & de Bruyn 2019), sin embargo, esta área presenta únicamente un caso de estudio. Por otra parte, para ciertas áreas con condiciones climáticas severas (p. e. Antártida y Ártico), existiría un sesgo asociado a las limitaciones de acceso a los rangos de distribución de ciertas especies (Bourdages *et al.* 2020; García-Garín *et al.* 2020).

En base a nuestros resultados, es válido atribuir como causas principales de contaminación oceánica a los desechos basados en polímeros sintéticos, los cuales abarcan las categorías de instrumentos y redes perdidas, abandonadas o descartadas, otros desechos basados en polímeros sintéticos (artículos de plástico, polipropileno, y caucho, principalmente), y microplásticos (Capolupo *et al.* 2020; Reese & Wriggers 1997). Los

desechos provenientes de actividades pesqueras, especialmente las redes, suelen persistir en el océano después de ser descartadas, con un gran potencial de afectación a la vida silvestre marina bajo el nombre de ‘pesca fantasma’, además que los esfuerzos pesqueros han incrementado significativamente desde la década del 70 hasta la actualidad (Jepsen & de Bruyn 2019). Estas condiciones explicarían por qué este tipo de desechos son los más frecuentes de reportar (Jepsen & de Bruyn 2019).

Los desechos basados en polímeros sintéticos (excluyendo artículos de pesca) abarcan un amplio número de artículos fabricados con polímeros, siendo más frecuente de reportar cintas de embalaje, ligas de caucho, fragmentos plásticos, fundas y botellas plásticas, entre otros. Las cintas de embalaje (en inglés, “*packing bands*”) fueron los desechos más frecuentes agrupados para esta categoría, y constituyen uno de los materiales que provocan un mayor impacto a nivel global (Hogan & Warlick 2017). En Nueva Zelanda y el sur de Australia, estos desechos fueron responsables de enredamientos en hasta 30% de lobos finos de Nueva Zelanda (*Arctocephalus forsteri*). Las cintas de embalaje se fabrican esencialmente de polipropileno, aunque también pueden ser de polietileno o nylon, y son muy comunes en operaciones de envío dentro de la industria pesquera (Hogan & Warlick 2017). Por esta razón, suelen considerarse desechos de pesca por algunos autores (Hogan & Warlick 2017; Page *et al.* 2004).

Los desechos plásticos se encontraron, principalmente, como fragmentos plásticos mayores a 5 mm —mesoplásticos—, y como fragmentos de menor o igual tamaño a 5 mm —microplásticos— (Prokić *et al.* 2018). Estos desechos contribuyeron a los impactos de todas las problemáticas registradas: enredamientos, ingestión (directa e indirecta), y acumulación de desechos marinos. Sin embargo, fueron más relevantes para problemáticas relacionadas con ingestión, y esto se debe a que los microplásticos son los desechos marinos más persistentes y numéricamente abundantes (Denuncio *et al.* 2017). Incluso existen áreas específicas del planeta

donde hay mayor acumulación de fragmentos plásticos debido a condiciones oceanográficas que promueven el reflote y acumulación de desechos marinos (Denuncio *et al.* 2017).

Al enfocarse en la frecuencia de ocurrencia de las categorías de desechos marinos según las localidades de muestreo, los patrones previamente descritos no siempre se cumplen. Para Norteamérica, Oceanía, y África la pesca es el principal proveedor de desechos marinos (Jepsen & de Bruyn 2019). Mientras que, para Sudamérica, la categoría de desecho más frecuente reportado fueron microplásticos, lo cual denota el vacío histórico de investigaciones para el resto de las problemáticas en esta región, así como un incremento en años más recientes enfocado en abordar la problemática asociada a la ingestión por transferencia trófica (Perez-Venegas *et al.* 2020; Perez-Venegas *et al.* 2018). Para el Ártico, hasta la actualidad no se ha reportado la presencia de ningún tipo de desecho oceánico en pinnípedos (Bourdages *et al.* 2020).

En general, individuos más jóvenes de cualquier especie de pinnípedo tienden a ser más atraídos a los desechos oceánicos (Denuncio *et al.* 2017). Comúnmente, se sugiere que este grupo de edad pueden percibir a los desechos marinos como objetos para jugar, curiosar, o probablemente confundirlos con presas, principalmente, por su inexperiencia cazando (Baird & Hooker 2000; Laist 1987; Denuncio *et al.* 2017). Estas condiciones convierten a los pinnípedos juveniles en potenciales candidatos a enredamientos (Jepsen & de Bruyn 2019). El método de enredamiento, comúnmente, suele consistir en que el animal asoma su cabeza por agujeros de algún desecho, especialmente en redes, y este queda enganchado en su pelaje o apéndices, formando “collares”. A medida que el animal crece, los collares se aprietan y se vuelven abrasivos, cortando la piel y generando daños que incluso pueden conducir a la muerte. Lastimosamente, el problema es circular, ya que, si el animal no es liberado, fallece y se descompone, y el desecho vuelve a circular libremente en el océano (Jepsen & de Bruyn 2019).

CONCLUSIONES

Los desechos de origen antropogénico son la principal fuente de contaminación para los pinnípedos, principalmente, aquellos vinculados con actividades pesqueras y la industria del plástico. Al menos 19 especies experimentaron consecuencias directas con desechos oceánicos, siendo los enredamientos el tipo de interacción más documentada a lo largo del tiempo. Sin embargo, el avance de la tecnología y conocimiento científico sobre este grupo de mamíferos se ha derivado en nuevos enfoques de estudio en las últimas décadas, haciendo que la prioridad actual sea el estudio de microplásticos; aunque aún hacen falta estudios que proporcionen información específica referente a los impactos en la salud de los animales. Asimismo, se identificaron importantes déficits de información en regiones donde el acceso de recursos para la ejecución de investigaciones científicas es limitado.

En un contexto nacional, esta investigación ha permitido identificar un enorme vacío, ya que no existe evidencia científica que refleje algún tipo de interacción entre los desechos marinos y las dos especies de pinnípedos endémicas del Ecuador: *Zalophus wollebaeki* y *Arctocephalus galapagoensis*, ni de interacciones con las colonias de *Otaria byronia*, especie que habita en las costas del Ecuador continental. Por lo tanto, se sugiere investigaciones urgentes, sobre todo con las especies endémicas de las Islas Galápagos, debido a que existe evidencia que corrobora el impacto de este tipo de interacciones en la región del Pacífico Este Tropical. Identificar este tipo de impacto en las Galápagos sería un importante aporte al conocimiento a nivel regional.

Finalmente, se han identificado algunas limitaciones del estudio. Para otorgar mayor validez a la metodología implementada, sería necesario ampliar el número de bases de datos de información. También sería importante incrementar el esfuerzo de búsqueda y selección de artículos, de tal manera que se eviten sesgos u omisiones respecto a la información recopilada.

Se sugiere, para revisiones sistemáticas o meta-análisis futuros, establecer un protocolo sistemático que recopile los datos numéricos con precisión para otorgar validez estadística, permitiendo así una comprensión más holística del impacto de los desechos marinos en escenarios más acordes a la realidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R., Jarvis, D., Sayer, S., & Mills, C. (2012). Entanglement of grey seals *Halichoerus grypus* at a haul out site in Cornwall, UK. *Marine Pollution Bulletin*, 64(12), 2815-2819.
- Allyn, E. M., & Scordino, J. J. (2020). Entanglement rates and haulout abundance trends of Steller (*Eumetopias jubatus*) and California (*Zalophus californianus*) sea lions on the north coast of Washington state. *PLoS ONE*, 15(8), e0237178.
- Angliss, R. P., & DeMaster, D. P. (1998). *Differentiating Serious and Non-serious Injury of Marine Mammals Taken Incidental to Commercial Fishing Operations: Report of the Serious Injury Workshop, 1-2 April 1997, Silver Spring, Maryland* (Vol. 13). US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service.
- Arnould, J. P., & Croxall, J. P. (1995). Trends in entanglement of Antarctic fur seals (*Arctocephalus gazella*) in man-made debris at South Georgia. *Marine Pollution Bulletin*, 30(11), 707-712.
- Baird, R. W., & Hooker, S. K. (2000). Ingestion of plastic and unusual prey by a juvenile harbour porpoise. *Can. J. Fish. Aquat. Sci*, 51, 172-178.
- Barcenas-De la Cruz, D., DeRango, E., Johnson, S. P., & Simeone, C. A. (2018). Evidence of anthropogenic trauma in marine mammals stranded along the central California coast, 2003–2015. *Marine Mammal Science*, 34(2), 330-346.
- Boland, R. C., & Donohue, M. J. (2003). Marine debris accumulation in the nearshore marine habitat of the endangered Hawaiian monk seal, *Monachus schauinslandi* 1999–2001. *Marine Pollution Bulletin*, 46(11), 1385-1394.
- Boren, L. J., Morrissey, M., Muller, C. G., & Gemmell, N. J. (2006). Entanglement of New Zealand fur seals in man-made debris at Kaikoura, New Zealand. *Marine Pollution Bulletin*, 52(4), 442-446.
- Bourdages, M. P., Provencher, J. F., Sudlovenick, E., Ferguson, S. H., Young, B. G., Pelletier, N., ... & Vermaire, J. C. (2020). No plastics detected in seal (*Phocidae*) stomachs harvested in the eastern Canadian Arctic. *Marine Pollution Bulletin*, 150, 110772.
- Bravo-Rebolledo, E. L. B., Van Franeker, J. A., Jansen, O. E., & Brasseur, S. M. (2013). Plastic ingestion by harbour seals (*Phoca vitulina*) in The Netherlands. *Marine Pollution Bulletin*, 67(1-2), 200-202.
- Campagna, C., Falabella, V., & Lewis, M. (2007). Entanglement of southern elephant seals in squid fishing gear. *Marine Mammal Science*, 23(2), 414-418.
- Capolupo, M., Sørensen, L., Jayasena, K. D. R., Booth, A. M., & Fabbri, E. (2020). Chemical composition and ecotoxicity of plastic and car tire rubber leachates to aquatic organisms. *Water Research*, 169, 115270.

- Croxall, J. P., Rodwell, S., & Boyd, I. L. (1990). Entanglement in man-made debris of antarctic fur seals at Bird Island, South Georgia. *Marine Mammal Science*, 6(3), 221-233.
- Denuncio, P., Mandiola, M. A., Perez-Salles, S. B., Machado, R., Ott, P. H., De Oliveira, L. R., & Rodriguez, D. (2017). Marine debris ingestion by the South American Fur Seal from the Southwest Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 122(1-2), 420-425.
- Desclos-Dukes, L., Butterworth, A., & Cogan, T. (2021). Investigating Microplastic Presence Amongst Grey Seals (*Halichoerus Grypus*) of the North Sea.
- Donnelly-Greenan, E. L., Nevins, H. M., & Harvey, J. T. (2019). Entangled seabird and marine mammal reports from citizen science surveys from coastal California (1997–2017). *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110557.
- Donohue, M. J., Masura, J., Gelatt, T., Ream, R., Baker, J. D., Faulhaber, K., & Lerner, D. T. (2019). Evaluating exposure of northern fur seals, *Callorhinus ursinus*, to microplastic pollution through fecal analysis. *Marine Pollution Bulletin*, 138, 213-221.
- Eriksson, C., & Burton, H. (2003). Origins and biological accumulation of small plastic particles in fur seals from Macquarie Island. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 32(6), 380-384.
- Franco-Trecu, V., Drago, M., Katz, H., Machín, E., & Marín, Y. (2017). With the noose around the neck: Marine debris entangling otariid species. *Environmental Pollution*, 220, 985-989.
- García-Garín, O., García-Cuevas, I., Drago, M., Rita, D., Parga, M., Gazo, M., & Cardona, L. (2020). No evidence of microplastics in Antarctic fur seal scats from a hotspot of human activity in Western Antarctica. *Science of The Total Environment*, 737, 140210.
- García-Garín, O., Vighi, M., Aguilar, A., Tsangaris, C., Digka, N., Kaberi, H., & Borrell, A. (2019). Boops boops as a bioindicator of microplastic pollution along the Spanish Catalan coast. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110648.
- Gobush, K. S., Wurth, T. A., Henderson, J. R., Becker, B. L., & Littnan, C. L. (2017). Prevalence of interactions between Hawaiian monk seals (*Nemonachus schauinslandi*) and nearshore fisheries in the main Hawaiian Islands. *Pacific Conservation Biology*, 23(1), 25-31.
- Hanni, K. D., & Pyle, P. (2000). Entanglement of pinnipeds in synthetic materials at Southeast Farallon Island, California, 1976–1998. *Marine Pollution Bulletin*, 40(12), 1076-1081.
- Harcourt, R., Aurioles-Gamboa, D., & Sanchez, J. (1994). Entanglement of California sea lions at los islotes, Baja California Sur, México. *Marine Mammal Science*, 10(1), 122-125.
- Hartley, B. L., Pahl, S., Veiga, J., Vlachogianni, T., Vasconcelos, L., Maes, T., ... & Thompson, R. C. (2018). Exploring public views on marine litter in Europe: perceived

- causes, consequences and pathways to change. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 945-955.
- Henderson, J. R. (2001). A pre-and post-MARPOL Annex V summary of Hawaiian monk seal entanglements and marine debris accumulation in the Northwestern Hawaiian Islands, 1982–1998. *Marine Pollution Bulletin*, 42(7), 584-589.
- Hernández-Milian, G., Lusher, A., MacGibbon, S., & Rogan, E. (2019). Microplastics in grey seal (*Halichoerus grypus*) intestines: Are they associated with parasite aggregations?. *Marine Pollution Bulletin*, 146, 349-354.
- Hofmeyr, G. G., Bester, M. N., Kirkman, S. P., Lydersen, C., & Kovacs, K. M. (2006). Entanglement of antarctic fur seals at Bouvetøya, Southern Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 52(9), 1077-1080.
- Hofmeyr, G. J. G., & Bester, M. N. (2002). Entanglement of pinnipeds at Marion Island. *South African Journal of Marine Science*, 24(1), 383-386.
- Hofmeyr, G., De Maine, M., Beste, M., Kirkman, S., Pistorius, P., & Makhado, A. (2002). Entanglement Of Pinnipeds At Marion Island, Southern Ocean: 1991-2001. *Australian Mammalogy*, 24(1), 141-146.
- Hogan, E., & Warlick, A. (2017). Packing Bands Entangling Pinnipeds Around the World: Global Review and Policy. *Journal of International Wildlife Law & Policy*, 20(1), 96-104.
- Hudak, C. A., & Sette, L. (2019). Opportunistic detection of anthropogenic micro debris in harbor seal (*Phoca vitulina vitulina*) and gray seal (*Halichoerus grypus atlantica*) fecal samples from haul-outs in southeastern Massachusetts, USA. *Marine Pollution Bulletin*, 145, 390-395.
- Jefferson, T. A., Webber, M. A., & Pitman, R. L. (2015). *Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their identification* (second ed.). Elsevier.
- Jepsen, E. M., & de Bruyn, P. N. (2019). Pinniped entanglement in oceanic plastic pollution: A global review. *Marine Pollution Bulletin*, 145, 295-305.
- Kuzin, A. E., & Trukhin, A. M. (2019). Entanglement of northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) in marine debris on Tyuleniy Island (Sea of Okhotsk) in 1998–2013. *Marine Pollution Bulletin*, 143, 187-192.
- Laist, D. W. (1987). Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 18(6), 319-326.
- Laist, D. W. (1997). Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In *Marine debris* (pp. 99-139). Springer, New York, NY.
- Lucas, Z. (1992). Monitoring persistent litter in the marine environment on Sable Island, Nova Scotia. *Marine Pollution Bulletin*, 24(4), 192-199.

- Lusher, A., Hollman, P., & Mendoza-Hill, J. (2017). *Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety*. FAO.
- Mathalon, A., & Hill, P. (2014). Microplastic fibers in the intertidal ecosystem surrounding Halifax Harbor, Nova Scotia. *Marine Pollution Bulletin*, *81*(1), 69-79.
- McIntosh, R. R., Kirkwood, R., Sutherland, D. R., & Dann, P. (2015). Drivers and annual estimates of marine wildlife entanglement rates: a long-term case study with Australian fur seals. *Marine Pollution Bulletin*, *101*(2), 716-725.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, *6*(7), e1000097.
- Nelms, S. E., Galloway, T. S., Godley, B. J., Jarvis, D. S., & Lindeque, P. K. (2018). Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environmental Pollution*, *238*, 999-1007.
- Nelms, S. E., Parry, H. E., Bennett, K. A., Galloway, T. S., Godley, B. J., Santillo, D., & Lindeque, P. K. (2019). What goes in, must come out: Combining scat-based molecular diet analysis and quantification of ingested microplastics in a marine top predator. *Methods in Ecology and Evolution*, *10*(10), 1712-1722.
- Page, B., McKenzie, J., McIntosh, R., Baylis, A., Morrissey, A., Calvert, N., ... & Goldsworthy, S. D. (2004). Entanglement of Australian sea lions and New Zealand fur seals in lost fishing gear and other marine debris before and after Government and industry attempts to reduce the problem. *Marine Pollution Bulletin*, *49*(1-2), 33-42.
- Pemberton, D., Brothers, N. P., & Kirkwood, R. (1992). Entanglement of Australian fur seals in man-made debris in Tasmanian waters. *Wildlife Research*, *19*(2), 151-159.
- Perez-Venegas, D. J., Seguel, M., Pavés, H., Pulgar, J., Urbina, M., Ahrendt, C., & Galbán-Malagón, C. (2018). First detection of plastic microfibers in a wild population of South American fur seals (*Arctocephalus australis*) in the Chilean Northern Patagonia. *Marine Pollution Bulletin*, *136*, 50-54.
- Perez-Venegas, D. J., Toro-Valdivieso, C., Ayala, F., Brito, B., Iturra, L., Arriagada, M., ... & Galbán-Malagón, C. (2020). Monitoring the occurrence of microplastic ingestion in Otariids along the Peruvian and Chilean coasts. *Marine Pollution Bulletin*, *153*, 110966.
- Philipp, C., Unger, B., Fischer, E. K., Schnitzler, J. G., & Siebert, U. (2020). Handle with Care—Microplastic Particles in Intestine Samples of Seals from German Waters. *Sustainability*, *12*(24), 10424.
- Prokić, M. D., Radovanović, T. B., Gavrić, J. P., & Faggio, C. (2019). Ecotoxicological effects of microplastics: Examination of biomarkers, current state and future perspectives. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *111*, 37-46.

- Raum-Suryan, K. L., Jemison, L. A., & Pitcher, K. W. (2009). Entanglement of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in marine debris: Identifying causes and finding solutions. *Marine Pollution Bulletin*, 58(10), 1487-1495.
- Reese, S., & Wriggers, P. (1997). A material model for rubber-like polymers exhibiting plastic deformation: computational aspects and a comparison with experimental results. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 148(3-4), 279-298.
- Ryan, P. G., de Bruyn, P. N., & Bester, M. N. (2016). Regional differences in plastic ingestion among Southern Ocean fur seals and albatrosses. *Marine Pollution Bulletin*, 104(1-2), 207-210.
- Salles, S. B., Machado, R., Ott, P. H., De Oliveira, L. R., & Rodriguez, D. (2017). Marine debris ingestion by the South American Fur Seal from the Southwest Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 122(1-2), 420-425.
- Shaughnessy, P. D., Briggs, S. V., & Constable, R. (2001). Observations on seals at Montague Island, New South Wales. *Australian Mammalogy*, 23(1), 1-7.
- Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to do a systematic review: a best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. *Annual Review of Psychology*, 70, 747-770.
- Stewart, B. S., & Yochem, P. K. (1987). Entanglement of pinnipeds in synthetic debris and fishing net and line fragments at San Nicolas and San Miguel Islands, California, 1978–1986. *Marine Pollution Bulletin*, 18(6), 336-339.
- Unger, B., Herr, H., Benke, H., Böhmert, M., Burkhardt-Holm, P., Dähne, M., ... & Siebert, U. (2017). Marine debris in harbour porpoises and seals from German waters. *Marine Environmental Research*, 130, 77-84.
- Walker, T. R., Reid, K., Arnould, J. P., & Croxall, J. P. (1997). Marine debris surveys at Bird Island, South Georgia 1990–1995. *Marine Pollution Bulletin*, 34(1), 61-65.
- Waluda, C. M., & Staniland, I. J. (2013). Entanglement of Antarctic fur seals at Bird Island, South Georgia. *Marine Pollution Bulletin*, 74(1), 244-252.
- Würsig, B., Perrin, W. F., & Thewissen, J. G. M. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of Marine Mammals* (second ed.). Academic Press.
- Zantis, L., Carroll, E. L., Nelms, S. E., & Bosker, T. (2020). Marine mammals and microplastics: a systematic review and call for standardisation. *Environmental Pollution*, 116-142.
- Zavala-Gonzalez, A., & Mellink, E. (1997). Entanglement of California sea lions, *Zalophus californianus californianus*, in fishing gear in the central-northern part of the Gulf of California, Mexico. *Fishery Bulletin*, 95(1), 180-184.

ANEXO A: Categorías generadas respecto a las localidades reportadas por caso.

CATEGORÍA	LOCALIDADES
Norteamérica	Washington, USA; California, USA; San Miguel Islands, California, USA; Islas Farallon, California, USA; Alaska, USA; St. Paul Island, Alaska, USA; Massachusetts, USA; Los Islotes, Baja California Sur, México; Golfo de California, México; Columbia Británica, Canadá; Sable Island, Nova Scotia, Canadá
Sudamérica	Punta San Juan, Perú; Chullec, Chile; Punta Chaiguaco, Chile; Islote Pupuya, Chile; Isla Guafo, Chile; Archipiélago Juan Fernández, Chile; Isla de Lobos, Uruguay; Patagonia, Argentina; Argentina; Brasil
Europa	Schleswig-Holstein, Alemania; Isla Skomer, Gales; Cornwall, Reino Unido; Lincolnshire, Inglaterra; Irlanda; Alemania; Países Bajos
Asia	Isla Tyuleniy, Rusia
Oceanía	Hawái, USA; Seal Rocks, Australia; Montague Island, Australia; Islas del Noroeste de Hawaii; Kangaroo Island, Australia; Isla Kaikoura Sur, Nueva Zelanda; Macquarie Island, Tasmania
Antártida	Isla Decepción, Península Antártica; Isla Bouvet, Noruega; Bird Island, South Georgia
Ártico	Ártico Sur, Canadá
África	Isla Marión, Sudáfrica

ANEXO B: Categorías generadas respecto a los desechos marinos reportados por caso.

CATEGORÍA	TIPOS DE DESECHOS
Microplásticos	Microfibras; microfragmentos; film
Instrumentos de pesca perdidos, abandonados o descartados	Monofilamento; anzuelos; líneas de pesca; líneas sintéticas; hilo de pescar; hilo de nylon; palangre industrial; ganglio de palangre; “ <i>flashers</i> ”; “ <i>salmon flashers</i> ”; sogas; cuerdas; cuerdas sintéticas; cordel; cordel sintético; cuerda de polipropileno; equipo de pesca artesanal; equipo de pesca deportiva; cuerda flotante para langostas; ítems de pesca; plomo para cebo; cebos de goma
Redes de pesca perdidas, abandonadas o descartadas	Red de multifilamento; red de monofilamento; red de arrastre industrial; red de cerco; red de enmalle multifilamento; red de enmalle de monofilamento; porciones de red de arrastre; redes de arrastre de polietileno; red de polipropileno; restos de red; bucle de red (“ <i>loop netting</i> ”); otras redes; redes no identificadas; trasmallo
Otros desechos basados en polímeros sintéticos	Cinta de plástico; bolsas de plástico; lona de plástico; material de embalaje de nylon; hojas de plástico (“ <i>plastic sheets</i> ”); fragmentos plásticos; empaques de polipropileno; bolsas de polietileno; ítems de plástico; aros de plástico; ligas de caucho, juntas tóricas de caucho (“ <i>rubber O-rings</i> ”); collar de caucho y borlas; cinta elástica; tira elástica; cintas de embalaje; otras cintas de embalaje; cintas de embalaje de polipropileno; cinta de polipropileno
Otro tipo de desechos	Otros; piezas de madera; envoltorio de dulces; palo de madera; correa de caja; cuchara/espátula; piel de pingüino; asa de esquí; alambre; cámara de aire; pedazo de tela; ítems de vidrio; ítems de metal; bolsa vegetal; forro de sombrero duro; tira de cuero
Indeterminado	N/A; indeterminado; desconocido