

ANEXO 1

**ESPECIES MIGRATORIAS Y CONTAMINACIÓN MARINA:
UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS PROBLEMAS**

Mark P. Simmonds y Laetitia Nunny

Cláusula de exención de responsabilidad: este documento, redactado originalmente en inglés, se ha traducido automáticamente mediante una herramienta en línea. Remítase al contenido original en inglés como fuente primaria de información. La Secretaría ha utilizado la herramienta gratuita en línea para traducir algunos anexos que contienen texto informativo y no de adopción. Esto ha supuesto un ahorro en el presupuesto de traducción. Agradecemos los comentarios de las Partes sobre este enfoque.



Contenido

Resumen ejecutivo	3
1. Antecedentes	3
2. Introducción	4
3. Trabajo hasta la fecha por CMS	6
3.1 Visión general	6
3.2 Tipos de contaminación marina con flujos de trabajo/acciones existentes de la CMS	10
3.2.1 Contaminación acústica	11
3.2.2 Contaminación lumínica	11
4. Desechos marinos: contaminación plástica	13
5. Contaminantes químicos	16
6. Nutrientes	17
7. Sedimentos	19
8. Eventos transitorios de contaminación a gran escala	19
9. Productos farmacéuticos	21
10. Escorrentía de agua dulce	21
11. Residuos nucleares	22
12. Nuevas cuestiones	22
13. Labor de otros organismos internacionales en materia de contaminación marina	23
13.1 Desechos marinos	23
13.2. Contaminantes persistentes	23
14 Conclusiones	24
15 Recomendaciones	25
16 Referencias	26

Resumen ejecutivo

En este documento se ofrece una breve introducción a la variedad de tipos de contaminación marina que afectan a la fauna marina, con especial referencia a los desechos marinos, los contaminantes orgánicos persistentes y los nutrientes.

Este examen fue solicitado por la 5ª reunión del Comité del período de sesiones de la CMS y el documento tiene por objeto ayudar a identificar la posible labor futura sobre la contaminación por el Convenio. Incluye una breve consideración de las principales fuentes de contaminación, el trabajo realizado hasta la fecha por la CMS y el papel de otros organismos internacionales que buscan gestionar directamente la contaminación, y cómo la CMS podría complementar efectivamente esto.

Entre las recomendaciones figura que el Consejo Científico celebre un taller entre períodos de sesiones para seguir examinando los efectos de la contaminación, patrocinar un examen amplio del tema en la medida en que afecta a las especies migratorias marinas y tratar de determinar los puntos críticos en los que la contaminación y los efectos acumulativos pueden ser motivo de especial preocupación.

1. Antecedentes

La contaminación, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad representan tres crisis planetarias que enfrenta la sociedad y que requieren una acción internacional urgente (PNUMA, 2021). De estos tres, la amenaza de contaminación tiene, posiblemente, el perfil más bajo, tal vez porque muchos de los impactos de los contaminantes químicos ocurren fuera de la vista y, por lo tanto, fuera de la mente. Sin embargo, su efecto sobre la salud y, por extensión, la conservación de la fauna marina) no debe subestimarse (Simmonds, 2017).

El desarrollo y el uso de productos petroquímicos y otros productos químicos sintéticos son ampliamente reconocidos como responsables de los problemas de contaminación más graves de la actualidad (Simmonds, 2017). Si bien el uso intensivo de estos productos químicos permitió el desarrollo económico, el amplio reconocimiento de la contaminación como un subproducto profundamente preocupante es relativamente reciente. Los primeros signos de problemas llegaron cuando se hizo evidente que las especies no objetivo estaban siendo eliminadas por los pesticidas. Más tarde se descubrió que el diclorodifeniltricloroetano (DDT), que se desarrolló para ayudar a controlar las enfermedades transmitidas por insectos en la Segunda Guerra Mundial, se acumulaba en los tejidos adiposos de los animales y sus residuos se encontraban en su leche. Compuestos similares y otros hidrocarburos clorados en particular, tenían propiedades similares y pronto se relacionaron con la disminución de aves. La preocupación por otras especies siguió y entre los desarrollos más recientes ha sido el reconocimiento de que algunas poblaciones de depredadores marinos en la parte superior de las cadenas alimentarias marinas pueden estar siendo llevadas a la extinción como resultado de sus niveles de contaminación. Este es el nivel más agudo de preocupación para las especies marinas, pero también hay problemas relacionados con las cargas de contaminación crónica que, si bien no conducen a la muerte inmediata de los individuos, pueden hacer que los animales sean más susceptibles a las enfermedades, comprometiendo su salud y quizás facilitando las epizootias, y también suprimiendo su reproducción.

Se han desarrollado nuevas generaciones de productos químicos para una variedad de usos y las preocupaciones sobre los efectos de algunos de estos han surgido donde han entrado en el medio ambiente más amplio. Un ejemplo reciente serían las sustancias alquiladas perfluoradas y polifluoradas (PFAS), que comprenden más de 4.700 sustancias químicas, que son un grupo de sustancias químicas artificiales ampliamente utilizadas que se acumulan con el tiempo en el medio ambiente (AEMA, 2023).

La historia de los plásticos es bastante similar en el sentido de que su indudable utilidad se ha visto socavada últimamente por la contaminación que ahora se sabe que está asociada con su liberación en el medio ambiente en general. Este problema también es algo diferente al que presenta la contaminación química, ya que a menudo es muy visible, lo que lleva a llamados a la acción del público y respuestas de los responsables políticos.

En el Programa de trabajo: Cuestiones relativas a la conservación de las especies acuáticas (UNEP/CMS/ScC-SC5/Outcome 1.2) acordado en la quinta reunión del Comité del período de sesiones del Consejo Científico de la [CMS \(SCC-SC5\)](#) en 2021, se solicitó un documento en el que se detallara la información de antecedentes adecuada y se incluyeran proyectos de decisión para la labor futura centrada en los desechos marinos (incluidos los dispositivos de concentración de peces, DCP), pruebas de los efectos de los contaminantes orgánicos persistentes en las especies migratorias marinas, y la contaminación por nutrientes. Este documento se produce en respuesta a esto que cubre los tipos de contaminación identificados en la solicitud del Consejo Científico y también algunas otras categorías en previsión de una discusión más amplia sobre dónde la CMS podría enfocarse mejor y cómo abordará estos problemas de manera más efectiva. La cuestión de los DCP se aborda en el documento UNEP/CMS/COP14/Inf.27.1.2.

2. Introducción

Los océanos son sumideros de muchos tipos de contaminación, incluidos desechos químicos, plásticos, compuestos farmacéuticos, sedimentos alterados por el hombre y escorrentía de nutrientes (Willis et al., 2021). Algunos contaminantes causan toxicidad crónica y alteración endocrina en la vida silvestre acuática (Zandaryaa y Frank-Kamenetsky, 2021). Otros, cuando las exposiciones son lo suficientemente altas, pueden causar impactos agudos, incluida la mortalidad, por ejemplo, en el caso de un derrame de petróleo importante. En el cuadro 1 figura un resumen de las principales fuentes de contaminación del medio marino.

Tabla 1: Principales fuentes de contaminación marina (adaptado de Willis et al., 2021)

Tipo de contaminante	Fuente de contaminantes		
	Industria terrestre	Basado en el municipio	Industria marítima
Sedimento	Sedimentos de la minería, la agricultura o la silvicultura	Sedimentos del desarrollo costero	Alteraciones de sedimentos (por ejemplo, dragado y acuicultura)
Nutriente	Nutrientes (por ejemplo, nitrógeno, fósforo, hierro) de la agricultura, la silvicultura y la ganadería	Nutrientes (por ejemplo, nitrógeno y fósforo) de aguas residuales, aguas pluviales	Aumento de nutrientes (por ejemplo, nitrógeno y fósforo) de la acuicultura
Plásticos	Plásticos procedentes del embalaje y transporte de productos	Los plásticos de las aguas pluviales urbanas y la basura escapada de los sistemas de gestión de residuos	Aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados de los buques. Plásticos procedentes de la acuicultura, el transporte marítimo y las estructuras offshore
Productos farmacéuticos	Productos farmacéuticos utilizados en la agricultura animal	Productos farmacéuticos en aguas residuales de desechos domésticos e instalaciones médicas	Productos farmacéuticos (por ejemplo, antibióticos y antiparasitarios)

Tipo de contaminante	Fuente de contaminantes		
	Industria terrestre	Basado en el municipio	Industria marítima
			procedentes de la acuicultura
Productos químicos	COP, metales pesados y plaguicidas de la agricultura, la minería, las aguas residuales industriales y la escorrentía	Petróleo y productos químicos domésticos de aguas residuales y salidas de aguas pluviales	Petróleo y productos químicos procedentes del transporte marítimo y de estructuras offshore
Sonido			Ruido de motores, dispositivos sísmicos y dispositivos de propagación de sonido
Luz		Luz del desarrollo costero	Luz procedente de estructuras offshore y transporte marítimo
Agua		Aumento de las entradas de agua dulce / agua caliente (por ejemplo, hielo marino derretido, cambios en las corrientes oceánicas)	
Residuos nucleares	Residuos nucleares de centrales eléctricas		

Van Dam et al. (2011) identificaron una diferencia entre los eventos de contaminación a corto plazo y los eventos de contaminación recurrentes. Los eventos a corto plazo tienen un "impacto directo y severo en múltiples niveles tróficos del sistema", incluidos, por ejemplo, los derrames de petróleo, que pueden tener un impacto localizado, mientras que los eventos de contaminación recurrentes pueden tener efectos más sutiles, por ejemplo, efluentes de tratamiento de aguas residuales o escorrentía de herbicidas de la tierra.

Ciertas especies migratorias pueden ser particularmente vulnerables a ciertos tipos de contaminación dependiendo de cómo están expuestas a la contaminación y esto puede estar relacionado con la ubicación, la época del año, si están migrando o no, y el comportamiento que exhiben cuando están expuestas. Por ejemplo, un animal que se alimenta por filtración puede ser más vulnerable a la ingestión de desechos marinos en sus zonas de alimentación estacionales.

La fauna marina migratoria y de gran alcance puede encontrar contaminación en sus rutas migratorias y/o en las zonas de reproducción y alimentación. 'Protecting Blue Corridors, Challenges and Solutions for Migratory Whales Navigating International and National Seas', un informe reciente de WWF y muchos colaboradores, ilustra bien este tema (ver Johnson et al., 2022). Considera las huellas satelitales de más de 1,000 ballenas migratorias en todo el mundo y describe cómo las ballenas se enfrentan a múltiples y crecientes amenazas en sus hábitats oceánicos críticos, áreas donde se alimentan, se aparean, dan a luz y amamantan a sus crías, y a lo largo de sus carreteras de migración, o "corredores azules". Los estudios de caso en el informe destacan los puntos críticos y los riesgos que las ballenas navegan en sus migraciones, algunos de los cuales pueden ser miles de kilómetros cada año.

Otro estudio reciente que puede ayudar a las consideraciones de la CMS sobre este tema propuso que noventa y nueve especies de mamíferos marinos están amenazadas por la contaminación, con puntos críticos de contaminación ubicados a lo largo de las costas de las naciones industrializadas, en el noroeste de África y Filipinas, y proporcionó un mapa de estas amenazas (Avila et al., 2018; Figura 1). Sin embargo, los autores también advirtieron que "los

mapas de riesgo basados en el hábitat central podrían ser engañosamente simplistas. Los mapas de hábitat central de especies no muestran la distribución real de las especies durante las etapas cruciales de la vida y las rutas de migración transitorias entre los rangos de verano e invierno".

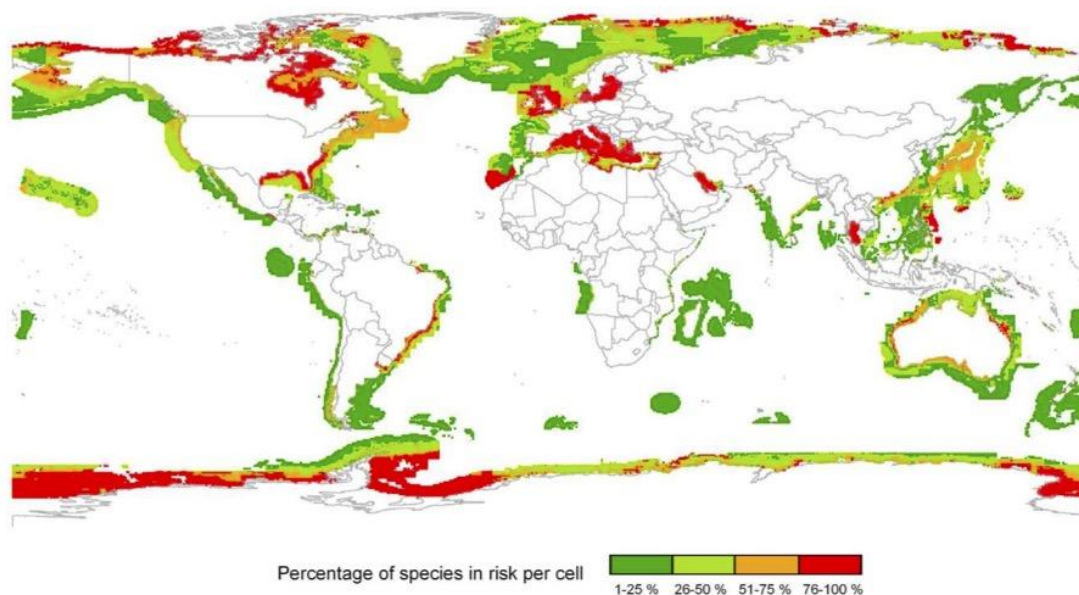


Figura 1: Mapa de riesgo acumulado que muestra la proporción relativa de especies de mamíferos marinos afectados frente al total de especies de mamíferos marinos presentes por célula para la contaminación (N especies = 92). Las áreas rojas representan áreas de alto riesgo o puntos críticos. Fuente: Avila et al. (2018)

3. Trabajo hasta la fecha por CMS

3.1 Visión general

La CMS ha adoptado varias resoluciones relacionadas con la contaminación marina, incluidas las relativas a la contaminación lumínica, la contaminación acústica, los desechos marinos y la contaminación por hidrocarburos (véase el cuadro 2). Varios memorandos de entendimiento también abordan la contaminación en sus planes de acción (véase el cuadro 3).

Cuadro 2: Resoluciones de la CMS relativas a la contaminación marina

Resolución CMS		Adoptivo
13.5	Pautas de contaminación lumínica para la vida silvestre	Gandhinagar, febrero de 2020
12.20	Gestión de desechos marinos	Manila, octubre de 2017
12.14	Impactos adversos del ruido antropogénico en cetáceos y otras especies migratorias	Manila, octubre de 2017
10.15 (Rev.COP12)	Programa Mundial de Trabajo para los Cetáceos	Manila, octubre de 2017
7.3 (Rev.COP12)	Contaminación por hidrocarburos y especies migratorias	Manila, octubre de 2017

Cuadro 3: Memorandos de Entendimiento de la CMS y planes de acción / planes de conservación asociados que se refieren a la contaminación marina

Memorando de Entendimiento	Plan de acción	Acciones relacionadas con la contaminación
Sobre la conservación del manatí y pequeños cetáceos de África occidental y Macaronesia	Plan de Acción para la Conservación de los Pequeños Cetáceos de África Occidental y la Macaronesia	Reducción de amenazas: 4.3: Promover la reducción y eliminación definitiva de la contaminación química o los desechos que afectan a los pequeños cetáceos. 4.3: Promover la reducción y eliminación de la contaminación acústica. 4.7: Identificar y mitigar otras amenazas potenciales para los pequeños cetáceos, incluidos los choques con buques, el enredo en artes de pesca perdidos y las enfermedades.
	Plan de Acción para la Conservación del Manatí de África Occidental	3.2: Rehabilitación de los hábitats de los manatíes de África Occidental (Incluye una acción: "Asegurar que los sitios clave para los manatíes estén protegidos de la contaminación").
sobre la conservación de los tiburones migratorios	Plan de Conservación	9.4 Promover la protección del medio marino contra la contaminación terrestre y marítima que pueda afectar negativamente a las poblaciones de tiburones.
relativa a las medidas de conservación de las tortugas marinas de la costa atlántica de África	Plan de Conservación y Manejo de Tortugas Marinas de la Costa Atlántica de África	2.1.7 Reducir la contaminación en los hábitats costeros de las tortugas marinas, mediante el desarrollo de una legislación apropiada y mejores prácticas en colaboración con los sectores de origen
sobre la conservación y gestión de las tortugas marinas y sus hábitats en el	Plan de Conservación y Manejo	2.1 Establecer las medidas necesarias para proteger y conservar los hábitats de las tortugas marinas

Memorando de Entendimiento	Plan de acción	Acciones relacionadas con la contaminación
Océano Índico y Asia Sudoriental		f) Vigilar y promover la protección de la calidad del agua contra la contaminación terrestre y marítima, incluidos los desechos marinos, que puedan afectar negativamente a las tortugas marinas;
sobre la conservación y gestión de los dugongos (<i>Dugong dugon</i>) y sus hábitats en toda su área de distribución	Plan de conservación y gestión para el memorando de entendimiento sobre la conservación y gestión de dugongos (<i>dugong dugon</i>) y sus hábitats en toda su área de distribución	3.2 Establecer las medidas necesarias para proteger y conservar los hábitats de dugongos (incluye un ejemplo de acción específica que podría implementarse: "Vigilar y promover la protección de la calidad del agua contra la contaminación terrestre y marítima, incluidos los desechos marinos, que pueden afectar negativamente a los dugongos y sus hábitats")
relativa a las medidas de conservación de las poblaciones atlánticas orientales de foca monje del Mediterráneo (<i>Monachus monachus</i>)	Plan de acción para la recuperación de la foca monje del Mediterráneo en el Atlántico oriental	5.2.2 Caracterización de la contaminación y parámetros físicos químicos del agua
para la conservación de los cetáceos y sus hábitats en la región de las islas del Pacífico	Programa Regional de Especies Marinas de las Islas del Pacífico 2022-2026. Plan de Acción de Ballenas y Delfines (pp.103-120)	No se incluyen acciones relacionadas con la contaminación en este plan, pero vea el Plan de Acción Multiespecie a continuación.
	Programa Regional de Especies Marinas de las Islas del Pacífico 2022-2026. Plan de Acción Multiespecies (pp.13-27)	<p>Tema 4: Reducción de amenazas</p> <p>Objetivo 2: Reducir el impacto de la contaminación y el desarrollo costero y marino en las especies y hábitats marinos</p> <p>4.2.1 Proteger la calidad del agua promoviendo prácticas sostenibles de uso de la tierra (por ejemplo, de cresta a arrecife y gestión basada en la comunidad) para proteger y conservar los hábitats de las especies marinas costeras y las zonas de alimentación, como las praderas de pastos marinos.</p> <p>4.2.2 Asegurar que los procesos de EIA para el desarrollo costero tengan en cuenta y eviten, reduzcan o mitiguen cualquier impacto en las especies marinas, su hábitat y zonas de alimentación, especialmente los arrecifes de coral y los lechos de pastos marinos, incluidos los impactos de la escorrentía.</p> <p>4.2.4 Hacer cumplir las regulaciones internacionales y nacionales sobre descargas de buques que contengan petróleo y otras sustancias tóxicas, incluido el plástico, e informar sobre infracciones.</p>

Memorando de Entendimiento	Plan de acción	Acciones relacionadas con la contaminación
		<p>4.2.5 Implementar el Plan de Acción Regional del Pacífico: Basura Marina 2018-2025 (Plan de Acción de Basura Marina del Pacífico) y el Plan de Acción de la Organización Marítima Internacional para abordar la basura plástica marina de los buques. Fortalecer la colaboración entre las agencias gubernamentales relevantes. Garantizar que existan instalaciones adecuadas de eliminación de desechos en los puertos.</p>

En el marco del actual [Programa Mundial de Trabajo de la CMS para los Cetáceos](#), la contaminación y el ruido marino reciben diferentes niveles de prioridad para la acción de colaboración mundial en diferentes regiones. Véanse los cuadros 4 y 5.

Cuadro 4: Prioridades para la acción de colaboración mundial sobre la contaminación según el actual Programa Mundial de Trabajo para Cetáceos

Alta prioridad	Prioridad media	Prioridad más baja
Noreste del Océano Atlántico	Océano Atlántico Central y Sudoriental (África Occidental)	Océano Atlántico Noroccidental, (Atlántico Norteamérica y el Caribe)
Mediterráneo y Mar Negro	Océano Atlántico Sudoccidental (América Latina Atlántica),	Sureste del Océano Pacífico (Pacífico América Latina)
Océano Pacífico Central y Noroccidental (Asia Oriental y Sudoriental)	Océano Pacífico Central y Nordeste (Pacífico de América del Norte y Pacífico Tropical Oriental)	
Océano Índico (incluido el Mar Rojo)	Región de las Islas del Pacífico.	
	Mares árticos	
	Océano Antártico	

Cuadro 5: Prioridades para la acción de colaboración mundial sobre el ruido marino según el actual [Programa Mundial de Trabajo para Cetáceos](#)

Alta prioridad	Prioridad media	Prioridad más baja
Noreste del Océano Atlántico	Mediterráneo y Mar Negro	Mares del Caribe y Océano Atlántico Noroccidental,
Océano Atlántico Noroccidental (Atlántico de América del Norte y el Caribe)	Océano Atlántico Central y Sudoriental (África Occidental)	Océano Atlántico Sudoccidental (América Latina Atlántica),
Océano Pacífico Central y Nordeste (Pacífico de América del Norte y Pacífico Tropical Oriental)	Océano Pacífico Central y Noroccidental (Asia Oriental y Sudoriental)	Océano Atlántico sudoccidental (América Latina atlántica) y
Mares árticos		Océano Pacífico Sudoriental (Pacífico América Latina),
		Región de las Islas del Pacífico
		Océano Índico (incluido el Mar Rojo)
		Océano Antártico

3.2 Tipos de contaminación marina con flujos de trabajo/acciones existentes de la CMS

Ciertos tipos de contaminación ya están siendo abordados por CMS y solo se mencionan brevemente aquí para completar.

3.2.1 Contaminación acústica

La CMS ha examinado la contaminación acústica con cierto detalle, como se refleja en las decisiones adoptadas en las conferencias de las Partes.

La Conferencia de las Partes en la CMS adoptó [la Resolución 12.14](#) *Impactos adversos del ruido antropogénico en los cetáceos y otras especies migratorias* en la COP12, Manila, octubre de 2017. La Resolución reconoció "que el ruido marino antropogénico, dependiendo de la fuente y la intensidad, es una forma de contaminación, compuesta de energía, que puede degradar el hábitat y tener efectos adversos sobre la vida marina que van desde la perturbación de la comunicación o la cohesión del grupo hasta lesiones y mortalidad".

Existen diferentes fuentes de contaminación acústica en el medio marino. El ruido ambiental y continuo puede provenir del tráfico de buques y la perforación en operaciones o construcción de petróleo o gas (Simmonds et al., 2021). El ruido intenso e impulsivo proviene de una serie de fuentes, incluidas las matrices sísmicas de armas de aire utilizadas en la exploración de petróleo y gas, los sonares utilizados por los militares, la pesca y los buques de investigación, el hincado de pilotes en la construcción de parques eólicos marinos y los dispositivos de disuasión acústica utilizados, por ejemplo, para disuadir a los mamíferos marinos de los sitios de pesca y acuicultura. Algunos ruidos impulsivos pueden volverse continuos a lo largo de la distancia y bajo ciertas condiciones.

La contaminación acústica marina puede afectar negativamente a los cetáceos al interrumpir los comportamientos de comunicación, reproducción y alimentación, inducir respuestas de estrés crónico, causar pérdida temporal o permanente de la sensibilidad auditiva, causar lesiones físicas y, en algunas circunstancias, causar la muerte (Simmonds et al., 2021). Las especies de zifios parecen ser particularmente vulnerables a cierta contaminación acústica, como el sonar activo de frecuencia media (Simonis et al., 2020).

En las regiones del Pacífico de Canadá, los puntos críticos para el ruido de los buques y los mamíferos marinos incluyen las aguas de la costa sur (Estrechos de Juan de Fuca y Haro) con puntos críticos secundarios ubicados en las costas central y norte (Estrecho de Johnstone y la región alrededor de Prince Rupert) (Erbe et al., 2014).

Weilgart (2018) encontró que los tiburones, rayas y tortugas están subrepresentados en los estudios de impacto de la contaminación acústica. *Se ha encontrado que los tiburones blancos (*Carcharodon carcharias*) exhiben una respuesta conductual al sonido generado artificialmente* (Chapuis et al., 2019). Las tortugas bobas (*Caretta caretta*) se han registrado buceando cuando se exponen a disparos sísmicos de armas de aire comprimido que podrían ser una respuesta de evitación (deRuiter y Doukara, 2012).

La contaminación acústica puede afectar el desarrollo, el comportamiento y la comunicación de los peces y aumentar el estrés, lo que a su vez puede conducir a un aumento de los parásitos, las enfermedades y la mortalidad (Weilgart, 2018).

3.2.2 Contaminación lumínica

La contaminación lumínica es un área de participación activa de la Convención y aquí solo se incluye un breve esbozo. En su 13ª reunión ordinaria (COP13, Gandhinagar, febrero de 2020), la Conferencia de las Partes en la CMS adoptó la [Resolución 13.5](#) *Directrices sobre contaminación lumínica para la vida silvestre*. La COP13 señaló que la luz artificial está

umentando significativamente a nivel mundial y que "se sabe que afecta negativamente a muchas especies y comunidades ecológicas al interrumpir comportamientos críticos en la vida silvestre y los procesos funcionales, detener la recuperación de especies amenazadas e interferir con la capacidad de una especie migratoria para emprender migraciones de larga distancia integrales a su ciclo de vida, o al influir negativamente en los insectos como presa principal de algunas especies migratorias".

La Resolución 13.5 también respaldó [las Directrices sobre contaminación lumínica para la vida silvestre](#). Estos proporcionan directrices generales para la gestión de la luz artificial para toda la vida silvestre e información específica para algunos grupos de vida silvestre migratoria, incluidas las tortugas marinas, las aves marinas y las aves playeras migratorias. La Resolución 13.5 recomienda que las Partes, los Estados que no son Partes y otros interesados directos utilicen las directrices para limitar y mitigar los efectos nocivos de la luz artificial en las especies migratorias. Con miras a complementar esas directrices, la COP13 a través de la Decisión 13.138 solicitó que la Secretaría, sujeto a la disponibilidad de recursos, prepare directrices para su adopción por la COP14 sobre cómo evitar y mitigar eficazmente los efectos negativos indirectos y directos de la contaminación lumínica para aquellos taxones que aún no están en el foco de las directrices respaldadas por la Resolución 13.5, teniendo en cuenta también otras orientaciones existentes, según proceda.

Los efectos de la contaminación lumínica en las especies marinas han sido poco estudiados hasta la fecha. Sin embargo, es bien sabido que las aves marinas que migran, se alimentan o regresan a sus colonias por la noche son vulnerables a los efectos de la contaminación lumínica que puede conducir a la interrupción de sus comportamientos clave y la mortalidad, por ejemplo, a través de la puesta a tierra de los polluelos (CMS, 2020). Las aves playeras migratorias también se ven afectadas particularmente mientras se alimentan. El comportamiento de vuelo de las aves terrestres que migran de noche puede verse afectado por la luz artificial durante la noche (Van Doren et al., 2017; Cabrera-Cruz et al., 2021).

Desde hace tiempo se sabe que las tortugas que nacen de sus huevos en las playas pueden desorientarse con luces artificiales, y que su capacidad de encontrar el mar puede verse interrumpida (Pendoley y Kamrowski, 2016). Estudios recientes han comenzado a analizar cómo se ven afectadas las crías una vez que han llegado al agua. Un estudio en Costa Rica encontró que las tortugas golfinas (*Lepidochelys olivacea*) todavía se sentían atraídas por las luces cuando estaban en el océano (Cruz et al., 2018). Esto tiene implicaciones para cualquier intento de mitigar el impacto negativo de la luz artificial en el hábitat utilizado por las tortugas. En Australia Occidental, otro estudio encontró que las tortugas planas recién nacidas (*Natator depressus*) nadaban más lentamente cuando había luz artificial presente en un barco amarrado en el mar (Wilson et al., 2018). Las tortugas también pasaban más tiempo en aguas cercanas a la costa cuando la luz estaba encendida y, dependiendo del tipo de luz, podían ser atrapadas por un "efecto de captura", lo que significa que solo se dispersaban cuando la luz estaba apagada. Existe cierta evidencia de que la depredación de crías en el agua aumenta cerca de luces artificiales (Wilson et al., 2022).

Los peces migratorios también pueden verse afectados por la contaminación lumínica. La anguila europea (*Anguilla anguilla*), en *peligro crítico de extinción*, migra por los ríos europeos, pasando por áreas iluminadas por luz artificial, antes de nadar hacia el Mar de los Sargazos donde desovan (Pike et al., 2020). Cuando a las anguilas se les ofrece una selección de pasajes, prefieren las rutas de paso oscuras sobre las rutas iluminadas, es más probable que rechacen una ruta cuando se exponen a altos niveles de luz artificial por la noche y viajan río abajo más rápidamente cuando eligen la ruta iluminada (Vowles y Kemp, 2021). Como las anguilas migratorias pueden tener que pasar por una serie de áreas con luz artificial, esto podría conducir a una interrupción del momento de su migración.

4. Desechos marinos: contaminación plástica

En su 12ª reunión (COP12, octubre de 2017), la Conferencia de las Partes en la CMS adoptó la [Resolución 12.20](#) *Gestión de los desechos marinos*.

Más de 8 millones de toneladas de plásticos ingresan al océano cada año (Häder et al., 2020). Las fuentes de este plástico incluyen sitios de pesca, envío y acuicultura, tuberías de aguas residuales, costas y ríos (PNUMA, 2016). Entre 1,15 y 2,41 millones de toneladas de residuos plásticos provienen de ríos, y el 67% del total mundial proviene de solo 20 ríos, la mayoría de los cuales se encuentran en Asia (Lebreton et al., 2017).

Los desechos plásticos se acumulan en los giros oceánicos y estas áreas se conocen como parches de basura (Leal Filho et al., 2021). Los escombros en los parches de basura se extienden a través de la superficie del agua y en toda la columna de agua desde la superficie hasta el fondo del océano¹. Los desechos varían en tamaño, desde microplásticos hasta grandes redes de pesca y todo lo demás. El Gran Parche de Basura del Pacífico se encuentra entre California y Hawái (Lebreton et al., 2018). Cubre un área de 1,6 millones de km² y se estima que está compuesto por al menos 79 mil toneladas de plástico oceánico, con redes de pesca que representan al menos el 46% de los desechos. El parche de basura del Pacífico Sur cubre 2,6 millones de km² y está compuesto predominantemente de microplásticos (Leal Filho et al., 2021). Se estima que el parche de basura del Atlántico Norte cubre cientos de kilómetros con aproximadamente 200,000 piezas de escombros por kilómetro cuadrado (Leal Filho et al., 2021). El parche de basura del Atlántico Sur es relativamente pequeño, cubriendo 0,7 millones de km². Se necesitan más estudios para determinar el tamaño del parche de basura del sur del Océano Índico y su dinámica estacional, anual y a largo plazo (Connan et al., 2021). El mar Mediterráneo también es reconocido como un área con intensa contaminación plástica, aunque tiende a no acumularse en parches (Baudena et al., 2022).

Además de los cinco giros oceánicos mencionados anteriormente, otros puntos calientes de microplásticos incluyen el Golfo de México, el Mar Mediterráneo, la Bahía de Bengala y el Triángulo de Coral (Germanov et al., 2018). Los microplásticos pueden adsorber y transportar contaminantes, incluidos compuestos farmacéuticos (Santana-Viera et al., 2021). Algunos productos farmacéuticos, por ejemplo, el antibiótico roxitromicina, se bioacumulan más cuando se adsorben en microplásticos que cuando se ingieren directamente (Zhang et al., 2019). Consulte a continuación para obtener más detalles sobre los contaminantes farmacéuticos. Ha habido una serie de artículos recientes que revisan los efectos de los desechos marinos en los cetáceos y está claro que representa una seria amenaza para los cetáceos cuando se enredan en ellos o los ingieren (por ejemplo, Baulch y Perry, 2014). Las lesiones causadas por enredo o ingestión pueden ser agudas o crónicas, lo que puede tener consecuencias para la salud y provocar la muerte. Los problemas asociados con la ingestión de desechos plásticos, por ejemplo, incluyen inanición y ruptura gástrica como se registró en un cachalote encontrado varado en España en 2012 (de Stephanis et al., 2016). Los desechos marinos podrían ser una amenaza para la conservación de algunas poblaciones (Baulch y Perry, 2014; Eisfeld-Pierantonio et al., 2022).

Eisfeld-Pierantonio et al. (2022) encontraron que hasta ahora se sabe que el 67.8% de las especies de cetáceos se ven afectadas por las interacciones con los desechos marinos y que las diferentes estrategias de buceo y alimentación determinan cómo las diferentes especies interactúan con la contaminación plástica. Probablemente todas las especies se ven afectadas en cierta medida, y un estudio futuro de la literatura mostrará evidencia de más especies afectadas. En 2019, el taller sobre desechos marinos organizado bajo los auspicios de la Comisión Ballenera Internacional (CBI) hizo una serie de recomendaciones sobre cómo estudiar y evaluar los impactos de la contaminación plástica en los cetáceos (CBI, 2020).

¹ <https://marinedebris.noaa.gov/info/patch.html>

Algunas de estas recomendaciones fueron respaldadas en la resolución que se aprobó en la 68ª Reunión de la Comisión de la CBI en octubre de 2022 (CBI, 2022) y que ha identificado los desechos marinos como un área de trabajo prioritaria para la CBI. El taller de 2019 también señaló que podrían surgir problemas de salud crónicos si los plásticos persisten en el tracto gastrointestinal, donde pueden afectar negativamente la nutrición y la salud. Además, los desechos plásticos ingeridos pueden causar cambios inflamatorios y actuar como vector de patógenos o contaminantes.

Los desechos marinos también están afectando a muchas aves. Una revisión de 2.580 aves marinas (de 13 especies) en el Atlántico Norte encontró que las pardelas grandes (*Ardenna gravis*) tenían la mayor prevalencia de plástico ingerido y que el 71% de ellas habían ingerido al menos una pieza de plástico (Provencher et al., 2014). Dos individuos tenían 36 piezas de plástico en sus tractos gastrointestinales. El cincuenta y uno por ciento de los fulmares del norte (*Fulmarus glacialis*) habían ingerido plástico (los individuos tenían entre 0 y 7 piezas). Según Provencher et al. (2014), en lugar del número de piezas de plástico, la masa de plástico puede ser más relevante. La masa promedio de plásticos para las pardelas grandes fue de 0,11 g, que es el 0,013% de la masa corporal. La estrategia de forrajeo puede determinar cuánto plástico ingieren las aves marinas, ya que algunas especies parecen ser más susceptibles que otras.

Se ha encontrado contaminación microplástica en las playas donde anidan las tortugas. Por ejemplo, en los sitios de anidación de tortugas bobas (*Caretta caretta*) y tortugas verdes (*Chelonia mydas*) en Chipre, se encontró parte de la peor contaminación jamás registrada en ciertas playas (Duncan et al., 2018). Como los microplásticos tienen propiedades físicas diferentes a los sedimentos naturales, el éxito de anidación podría verse afectado, y las proporciones de sexos de las tortugas recién nacidas podrían sesgarse. Duncan et al. (2018) recomendaron que "se necesitan estudios para evaluar claramente el impacto de la presencia de plástico en la columna de arena en parámetros críticos como la temperatura y la permeabilidad".

Las tortugas también pueden ingerir desechos plásticos o enredarse en ellos. Yaghmour et al. (2018), por ejemplo, encontraron que el 85.7% de las tortugas verdes (*Chelonia mydas*) examinadas habían ingerido desechos marinos. Se ha informado de enredos en desechos marinos para todas las especies de tortugas marinas, en todas las cuencas oceánicas (Duncan et al., 2017). La mayoría de los enredos tienen lugar en equipo fantasma.

La megafauna que se alimenta por filtración (rayas mobúlidas, tiburones que se alimentan por filtración, ballenas barbadas) corre un riesgo particular de altos niveles de ingestión de microplásticos debido a la forma en que se alimentan, su presa objetivo y porque su hábitat se superpone con los puntos críticos de contaminación microplástica (Germanov et al., 2018). Consulte la figura 2. En áreas con altas acumulaciones de escombros, como los parches de basura en los giros, el plástico puede constituir una gran parte de las dietas de algunos organismos (Chen et al., 2018).

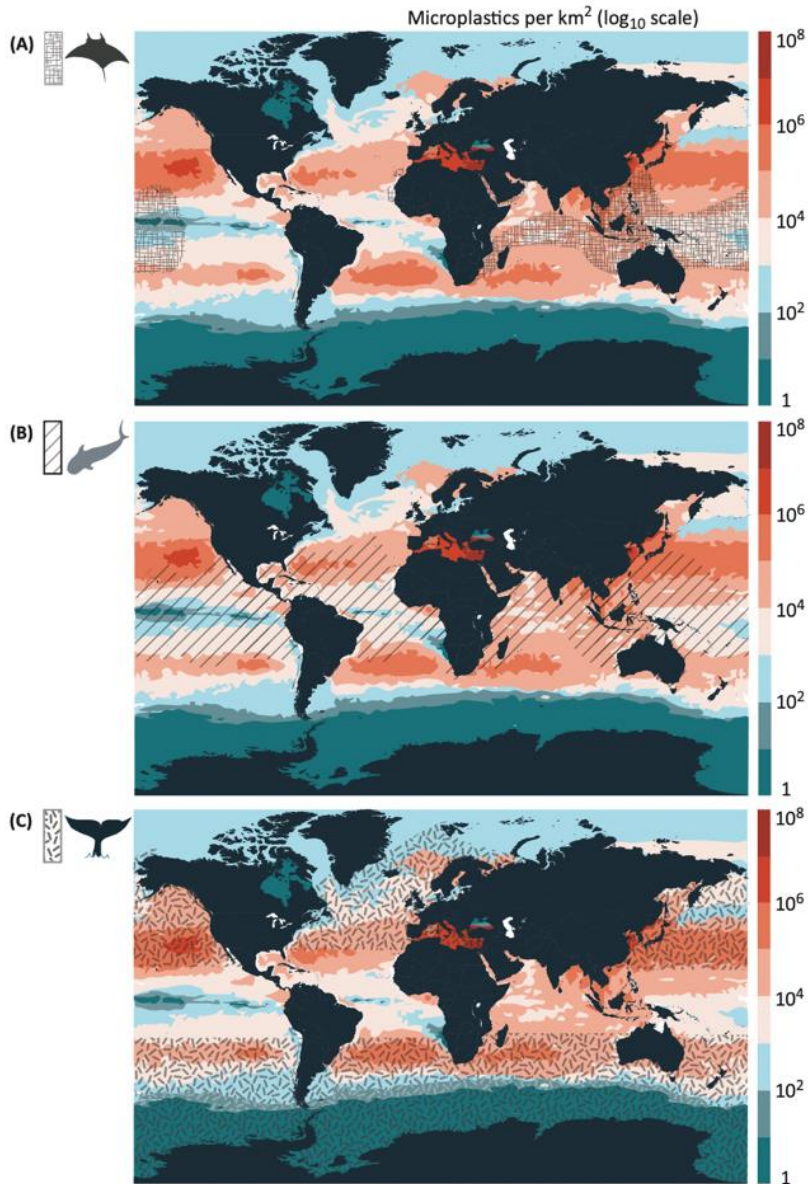


Figura 2. Los puntos calientes microplásticos flotantes clave se superponen con los rangos de hábitat de la megafauna marina que se alimenta por filtración. Los hábitats de 3 especies se superponen con regiones con altos niveles de contaminación microplástica flotante. (A) Mantarraya de arrecife (*Mobula alfredi*) (B) Tiburón ballena (*Rhincodon typus*) (C) Ballena común (*Balaenoptera physalus*). Fuente: Germanov et al. (2018)

La importancia de los microplásticos en términos de efectos relacionados con la salud aún se está evaluando, pero desde hace tiempo se sabe que ciertos contaminantes se asocian con microdesechos y, por lo tanto, su ingestión puede proporcionar una ruta significativa para que estos plásticos ingresen a los cuerpos de los animales. Del mismo modo, las piezas de plástico pueden contener sustancias, por ejemplo, plastificantes, que pueden filtrarse del material una vez que se ha ingerido. Este papel de los microdesechos, en particular en la transferencia de sustancias, es actualmente motivo de creciente preocupación (Eisfeld-Pierantonio et al., 2022; CBI, 2020). Las ballenas barbadas, debido a las grandes cantidades de agua que filtran, pueden estar especialmente en riesgo de ingestión de pequeñas partículas de plástico del mismo rango de tamaño que sus presas. También puede haber una superposición entre los lugares de alimentación de las ballenas barbadas y los puntos

calientes de desechos marinos, como se muestra para el Mar Mediterráneo (Fossi et al., 2020).

5. Contaminantes químicos

Al final de la Segunda Guerra Mundial, una variedad de nuevos compuestos sintéticos estaban disponibles para el control de plagas y se establecieron empresas privadas para fabricarlos y comercializarlos, lo que significa que para 1950, 15 insecticidas y fungicidas eran de uso común (Peterle, 1991). Décadas más tarde, este número ha aumentado en órdenes de magnitud y hoy en día se sabe mucho más sobre las consecuencias ambientales de tales compuestos.

Los contaminantes orgánicos persistentes (COP) representan una amenaza significativa para la fauna marina (Simmonds, 2017). El DDT y los bifenilos policlorados (PCB) son motivo de especial preocupación, ya que persisten en el medio ambiente y se acumulan en los animales marinos en la parte superior de la red alimentaria. Los COP alteran el sistema endocrino, lo que afecta las funciones hormonales, incluida la reproducción y el desarrollo de los peces y otros animales silvestres (Johnson et al., 2013). Los pesticidas organoclorados también interrumpen la reproducción en los peces. Las consecuencias ambientales de los PCB han sido bien descritas (Jepson y Law, 2016), aunque solo en los últimos años ha quedado claro cuán significativa es esta amenaza para los principales depredadores marinos en particular.

Muchos compuestos se bioacumulan y pueden tener efectos fisiológicos, pero aquí nos centraremos en los bifenilos policlorados, tanto como ejemplo como porque hay evidencia de su impacto particular en los depredadores del ápice. Existe una considerable literatura ahora sobre la contaminación por PCB. Las prohibiciones de estos compuestos significan que ahora son en gran medida un problema heredado y esto hace que abordarlos sea aún más difícil.

Stuart-Smith y Jepson (2017) comentaron que, si bien las concentraciones de PCB de grasa de cetáceo disminuyeron inicialmente después de la prohibición de mediados de la década de 1980 de la Unión Europea (UE) sobre el uso y la fabricación de PCB, "desde entonces se han estabilizado en la mayoría de la biota europea (incluidos los cetáceos) con niveles de PCB en múltiples especies de delfines que superan notablemente todos los umbrales conocidos de toxicidad de PCB de mamíferos marinos". Por lo tanto, Stuart-Smith y Jepson (2017) concluyeron que la disminución de la población en estas especies es probablemente el resultado de un fracaso reproductivo, impulsado por altas concentraciones de PCB en hembras adultas. En las regiones más industrializadas de Europa, las pocas poblaciones restantes de orcas costeras (*Orcinus orca*) están cerca de la extinción y los PCB son generalmente altos en Europa. Las orcas han sido descritas como "una de las especies de mamíferos más contaminadas con PCB en el mundo", lo que refleja su larga vida, el hecho de que son depredadores ápice y el movimiento extremadamente alto de PCB a través de la leche de las madres a su descendencia.

Desforges et al. (2018) utilizando un marco de modelo basado en el individuo, mostraron que los efectos mediados por PCB sobre la reproducción y la función inmune amenazaban la viabilidad a largo plazo del >50% de las poblaciones de orcas del mundo. Las poblaciones de orcas cerca de las regiones industrializadas, y las que se alimentan a altos niveles tróficos independientemente de su ubicación, corren un alto riesgo de colapso de la población.

Otros depredadores marinos, como algunas especies de tiburones, también pueden estar en riesgo significativo de PCB, aunque no ha habido suficiente investigación en la mayoría de las especies para evaluar esto adecuadamente (Stuart-Smith y Jepson, 2017).

El mar Mediterráneo ha sido identificado como un punto caliente de contaminación marina debido a los altos niveles de PCB presentes (Handoh y Kawai, 2014) y muchas especies de cetáceos están altamente contaminadas (Jepson y Law, 2016). Jepson et al. (2016) destacaron el Mediterráneo occidental y central y el suroeste de Iberia, el Golfo de Cádiz y el Estrecho de Gibraltar en particular como «puntos calientes de PCB». Otras áreas con altos niveles de PCB incluyen el Mar del Norte, el Mar Báltico, la costa atlántica de América del Norte, la Bahía de Hudson, el Mar de Bering, Asia oriental y el borde euroasiático del Océano Ártico (Handoh y Kawai, 2014).

Desforges et al. (2016) concluyeron que "los mamíferos marinos de todo el mundo están expuestos a los niveles más altos de contaminantes ambientales de toda la vida silvestre". Los contaminantes orgánicos persistentes y los metales pesados (principalmente PCB y mercurio, Hg) suprimen la función inmune de los mamíferos marinos y, por lo tanto, pueden provocar brotes de enfermedades infecciosas (Desforges et al., 2016). De hecho, es importante considerar cómo la contaminación afecta a los mamíferos marinos observando cómo los contaminantes pueden evitar que se ocupen del estrés de otros factores ambientales como las enfermedades (Reijnders et al., 2009).

Los peces migratorios como el salmón, su hábitat y las redes alimentarias están expuestos a los pesticidas, pero hay una falta de información sobre cómo estos pesticidas afectan las redes alimentarias, por ejemplo (Macneale et al., 2010). "Los plaguicidas degradan (productos de degradación) y metabolitos... puede ser más tóxico que el compuesto original (por ejemplo, insecticidas organofosforados)... [y]... el destino, la persistencia y la toxicidad de los llamados ingredientes "inertes" en las formulaciones de plaguicidas siguen siendo poco conocidos" (Macneale et al., 2010). La contaminación, en particular los PCB y las dioxinas, es una de las razones de la disminución de la población de salmón del Báltico (*Salmo salar* L.) (Kulmala et al., 2013).

Una revisión completa de los problemas de contaminación relacionados con los metales pesados necesitaría considerar una literatura significativa muy grande, pero un ejemplo de preocupación es la acumulación de tales sustancias en los tejidos de los peces, que pueden tener efectos en su salud y la de sus depredadores (véase, por ejemplo, Jezierska y Witeska, 2006). Está bien establecido que los peces que viven en aguas contaminadas tienden a acumular metales pesados en sus tejidos y la acumulación de metales en varios órganos de los peces puede causar lesiones estructurales y trastornos funcionales.

6. Nutrientes

El exceso de nutrientes puede tener efectos devastadores en los ecosistemas marinos costeros. El aumento de la aportación de nutrientes a las zonas costeras proviene principalmente de fuentes agrícolas, pero también de la deposición atmosférica de la combustión de combustibles fósiles (Howarth, 2008). El proceso resultante, conocido como "eutrofización", conduce a hipoxia, anoxia, degradación del hábitat, pérdida de biodiversidad, cambios en las redes alimentarias, aumento de la proliferación de algas nocivas y "zonas muertas". Puede producirse mortalidad de pastos marinos, algas y peces.

Las formas en que las floraciones mejoradas de algas pueden afectar negativamente a otras especies incluyen que bloquean la luz de las plantas submarinas, lo que dificulta o imposibilita su crecimiento (Smithsonian Environmental Research Center, 2023). Sin estas plantas, algunos animales, como las larvas de cangrejos y peces, se ven privados de alimento y hábitat. Las "zonas muertas" creadas por las floraciones de algas son áreas de hipoxia (muy bajo nivel de oxígeno). Algunas zonas de bajo oxígeno son transitorias y duran solo unas pocas horas durante la noche, porque la fotosíntesis de algas aumenta el oxígeno durante el día, mientras que la respiración absorbe oxígeno por la noche en ausencia de fotosíntesis.

Las floraciones mejoradas de algas hacen que los cambios día-noche, que ocurren naturalmente, sean mucho más extremos. Las zonas sin oxígeno pueden durar meses, años o más.

Las descargas de aguas residuales también pueden afectar las cargas de nutrientes. Wear et al. (2021) informaron que los puntos críticos de contaminación de aguas residuales ocurren globalmente en sistemas terrestres, acuáticos y marinos y que "las aguas residuales no tratadas y mal tratadas elevan las concentraciones de nutrientes, patógenos, disruptores endocrinos, metales pesados y productos farmacéuticos en los ecosistemas naturales". Los mismos autores también comentan los impactos en los arrecifes de coral y las marismas, hábitats que pueden ser importantes para las diversas etapas de vida de las especies migratorias.

La eutrofización costera inducida por el hombre se ha descrito como una de las mayores amenazas para la salud de los ecosistemas marinos y estuarinos costeros a nivel mundial (Malone y Newton, 2020). En general, se entiende que el nitrógeno es la principal causa de eutrofización en la mayoría de los ecosistemas costeros, aunque esto no significa que el fósforo no desempeñe también un papel. En la segunda mitad del siglo XX, el suministro mundial de nitrógeno inorgánico disuelto se duplicó como resultado de las actividades humanas y los aportes antropogénicos (160 Tg N año⁻¹) ahora exceden toda la fijación natural de N en los océanos (140 Tg N año⁻¹). La Figura 3 proporciona un esquema de las vías y consecuencias de los nutrientes.

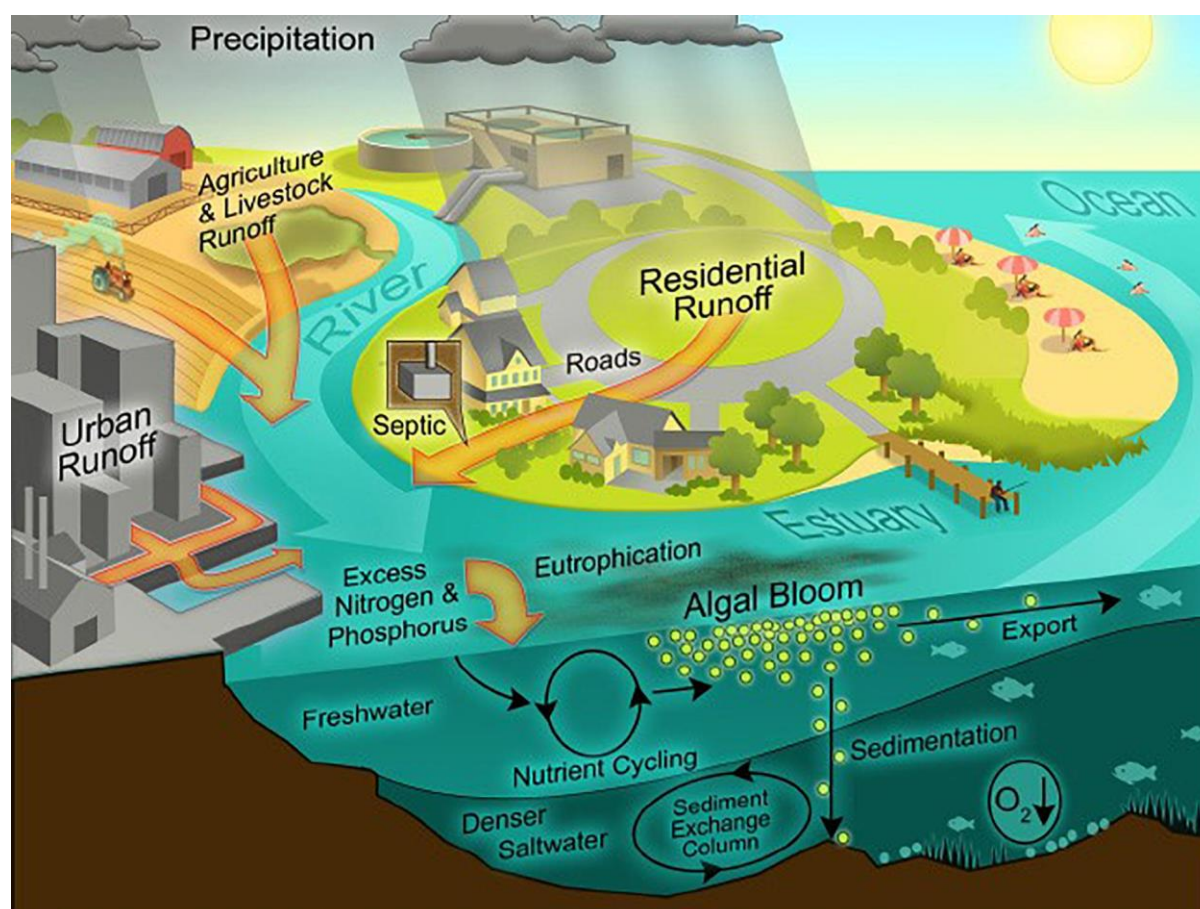


Figura 3. Vías y consecuencias del enriquecimiento de nutrientes (Fuente: Malone y Newton, 2020).

7. Sedimentos

Los aumentos en el material terrígeno²l como partículas (orgánicas e inorgánicas) y materia orgánica disuelta "afectan las propiedades físicas de la columna de agua, mejorando la turbidez y reduciendo la penetración de la radiación solar disponible para la fotosíntesis... también alteran las propiedades químicas del cuerpo de agua" (Häder et al., 2020). Estos aumentos pueden ser causados por factores como las actividades mineras y los eventos de lluvia extrema. Van Dam et al. (2011) señalaron que la "asociación de contaminantes con partículas puede aumentar la persistencia ambiental. Debido a la rápida absorción de muchos contaminantes a los sedimentos, no es sorprendente que los mayores reservorios de factores químicos estresantes se encuentren en estuarios, humedales o centros urbanos cercanos. Sin embargo, los sedimentos suspendidos transportados en penachos de inundación monzónicos tienen el potencial de contaminar sitios más alejados de la costa".

Las altas cargas de sedimentos pueden tener efectos fisiológicos y de comportamiento en los peces (Kjelland et al., 2015). El aumento de la concentración y el tiempo de exposición a los sedimentos suspendidos aumenta la gravedad de la respuesta de los peces, aunque las diferentes especies tienen diferentes niveles de tolerancia (Wenger et al., 2017). Los peces pueden evitar el agua turbia y sus opciones de forrajeo y hábitat pueden verse afectadas por la presencia de sedimentos suspendidos. Los cambios fisiológicos incluyen daños en las branquias que "afectan la capacidad respiratoria, la excreción nitrogenada y el intercambio iónico" (Wenger et al., 2017). Los sedimentos contaminados tienen un impacto aún mayor en los peces (Wenger et al., 2017).

8. Eventos transitorios de contaminación a gran escala

Las aves migratorias están amenazadas por eventos de contaminación a corto plazo, por ejemplo, el alcatraz del norte (*Morus bassanus*) es un migrante de larga distancia que se vio afectado por la explosión de Deepwater Horizon en el Golfo de México (Montevecchi et al., 2012) Vea el cuadro de estudio de caso a continuación.

La contaminación por hidrocarburos es una de las causas reconocidas de mortalidad de los pingüinos de Magallanes migratorios (*Spheniscus magellanicus*) (Stokes et al., 2014). Estas aves migran desde las zonas de reproducción en el sur de Argentina hacia el norte hasta las áreas de invernada en el norte de Argentina, Uruguay y el sur de Brasil siguiendo un corredor dentro de los 250 km de la costa. Una migración media unidireccional es de 2.000 km, con algunos pingüinos viajando más de 3.000 km.

Cuando las aves tienen aceite en sus plumas, pueden morir de hipotermia ya que las plumas ya no son impermeables o aislantes (Henkel et al., 2012). También pueden sufrir deshidratación, inanición, artritis, problemas gastrointestinales, infecciones, neumonías, impactación cloacal e irritación ocular. Las aves pueden ingerir aceite cuando intentan acicalar sus plumas pero, en el caso de las aves playeras, la ingestión de aceite también ocurre cuando las aves se alimentan en áreas contaminadas. El aceite ingerido puede tener efectos tóxicos en el riñón, el hígado y el tracto gastrointestinal. Los efectos potenciales de un derrame de petróleo en las aves playeras migratorias se muestran en la Figura 4.

La migración es energética y fisiológicamente exigente y los efectos subletales del petróleo pueden tener graves consecuencias que conducen a efectos a nivel poblacional (Henkel et al., 2012). La migración también proporciona un mecanismo por el cual los efectos del

² Los materiales terrígenos se refieren a sedimentos, incluidos restos de roca, granos minerales y partículas de arcilla.

derrame pueden ser transportados a ecosistemas muy alejados de aquellos en las inmediaciones de la contaminación".

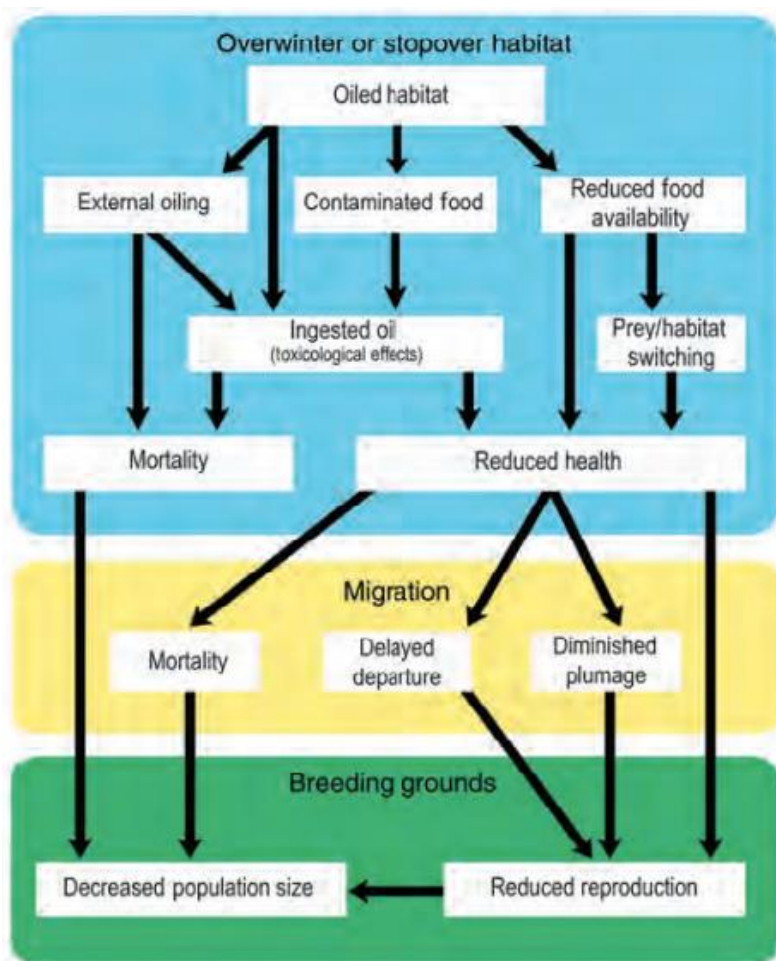


Figura 4: Vías de contaminación por hidrocarburos y posibles efectos de arrastre en cada etapa del ciclo anual (hábitat de hibernación o escala, migración y reproducción) para las aves playeras migratorias. Fuente: Henkel et al. (2012)

Estudio de caso: Deepwater Horizon

En abril de 2010, hubo una explosión en la unidad de perforación Deepwater Horizon que provocó la liberación de al menos 5 millones de barriles de petróleo y al menos 250,000 toneladas métricas de gas natural en el Golfo de México (Joye, 2015). La liberación duró 87 días. Los dispersantes químicos se aplicaron en la superficie del mar y bajo el agua en la boca del pozo de descarga para aumentar la disolución del petróleo en aguas costeras y reducir su llegada a las costas. Sin embargo, los dispersantes utilizados eran altamente tóxicos y la combinación de dispersante con petróleo crudo aumentó la toxicidad del aceite para el microzooplancton (Almeda et al., 2014). Según Joye (2015) "la infusión de hidrocarburos... afectó negativamente a múltiples niveles de la red alimentaria del Golfo, desde el plancton microscópico en la base hasta los peces pelágicos y los depredadores superiores, como los delfines".

Se encontraron efectos biológicos en tiburones expuestos a hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) después del derrame de petróleo de Deepwater Horizon (Walker, 2011). Henkel et al. (2012) estimaron que "hasta 86,000 aves playeras fueron potencialmente afectadas por el rastro o el ligero engrase de sus plumas". Las aves playeras también habrían ingerido alquitranes de petróleo mientras se alimentaban.

Otros eventos transitorios pero a gran escala podrían incluir otros derrames químicos de tuberías y envíos o la pérdida de plásticos, como el derrame excepcional de pellets de plástico que ocurrió en Sri Lanka en mayo de 2021 (véase, por ejemplo, de Vos et al., 2022).

9. Productos farmacéuticos

Los productos farmacéuticos y de cuidado personal se encuentran cada vez más en el medio ambiente, incluso en el tejido de los peces (Ramírez et al., 2009). Las fuentes de productos farmacéuticos que ingresan al medio marino incluyen aguas residuales, acuicultura, cría de animales, cultivos hortícolas y eliminación de desechos (Gaw et al., 2014). "Una vez descargados en ambientes acuáticos, los productos farmacéuticos y sus metabolitos pueden sufrir una transformación biótica y abiótica (degradación) y absorberse en partículas suspendidas (SPM) y sedimentos y, en algunos casos, acumularse en los tejidos de los organismos acuáticos" (Gaw et al., 2014). Los procesos por los cuales esto tiene lugar pueden diferir entre ambientes de agua dulce y salada (Gaw et al., 2014).

Se han encontrado compuestos farmacéuticos en zonas costeras de todo el mundo (Fabbri y Franzellitti, 2016). Las áreas con poblaciones densas y actividades industriales y agrícolas intensivas pueden considerarse puntos críticos.

Una gran cantidad de productos farmacéuticos ingresan al ambiente marino del Mar Báltico, principalmente los de grupos terapéuticos de antiinflamatorios y analgésicos, agentes cardiovasculares y del sistema nervioso central (Zandaryaa y Frank-Kamenetsky, 2021). En el Mediterráneo, 13 productos farmacéuticos se destacaron como motivo de preocupación, incluidos 8 antibióticos, 3 analgésicos / antiinflamatorios, metoprolol y 17 a-etinilestradiol (Desbiolles et al., 2018).

10. Escorrentía de agua dulce

El aumento de la escorrentía de agua dulce en las zonas costeras, por ejemplo, en el norte del Mar Báltico, podría tener un impacto en la distribución de las especies (Vuorinen et al.,

2015). "En el Mar Báltico, el refresco del agua ha causado cambios cualitativos y cuantitativos en la fauna de peces", según Vuorinen et al. (2015).

La exposición prolongada al agua dulce o la baja salinidad pueden tener graves consecuencias para la salud de algunos cetáceos marinos. Por ejemplo, se han registrado delfines mulares comunes (*Tursiops truncatus*) con lesiones cutáneas, edema corneal y anomalías electrolíticas después de la exposición al agua con baja salinidad (Deming et al., 2020). El noventa y seis por ciento de los delfines expuestos a baja salinidad durante el huracán Harvey, que azotó el sureste de los Estados Unidos en 2017, se registraron con al menos una lesión cutánea, y el 65% de estos delfines exhibieron lesiones de extensión media o alta (Fazioli y Mintzer, 2020). En escenarios donde hay un cambio agudo de salinidad, los delfines pueden experimentar costos energéticos debido a una reducción de las presas disponibles y un mayor gasto de energía. Esto puede deberse a los efectos sobre la flotabilidad y la reducción de la eficiencia de forrajeo (Booth y Thomas, 2021). Aunque los delfines pueden tolerar cierta exposición a baja salinidad, los animales que están en mal estado de salud, o que son muy jóvenes o muy viejos, pueden morir por la exposición. Una vez que la barrera cutánea de un animal se ha degradado significativamente debido a la exposición prolongada, existe un mayor riesgo de infección, "descompensación de los sistemas suprarrenal y renal, además de otras enfermedades crónicas, y desnutrición posterior" (Booth y Thomas, 2021).

11. Residuos nucleares

Los materiales radiactivos de bajo nivel a veces se eliminan deliberadamente en el medio marino (Kolar y Gugleta, 2019). Por ejemplo, los residuos radiactivos de bajo nivel ¹⁴C se descargan en el Mar de Irlanda desde las instalaciones de Sellafield Ltd. en el Reino Unido y se han encontrado actividades enriquecidas de ¹⁴C en todas las muestras de mamíferos marinos de la costa oeste de las Islas Británicas (Tierney et al., 2017).

Kolar y Gugleta (2019) encontraron que "la acumulación de radionucleidos puede conducir no solo a un aumento de las tasas de mortalidad y morbilidad [para los peces marinos y de agua dulce], sino también a cambios en los patrones reproductivos y de desarrollo, así como alteraciones en la composición genética". Los patrones migratorios de algunas especies de peces significan que la radiación traza puede terminar siendo introducida en las redes alimentarias en áreas donde antes no había ninguna presente.

Además de la eliminación deliberada de material radiactivo en el medio marino, a veces se produce una descarga accidental que puede tener impactos más extremos en la vida silvestre. Después del accidente nuclear de Fukushima Daiichi en Japón en 2011, los niveles de radiocesio (¹³⁴Cs y ¹³⁷Cs) en el atún rojo del Pacífico (*Thunnus orientalis*) fueron 10 veces mayores que antes del accidente (Madigan et al., 2012). También se descubrió que el atún había transportado los radionucleidos derivados de Fukushima de Japón a California.

12. Nuevas cuestiones

Como se describió anteriormente, es razonable suponer que surgirán nuevas amenazas en el contexto de los productos químicos artificiales que ingresan al medio ambiente y esto significa que se necesita vigilancia para tratar de identificar tales amenazas emergentes.

También pueden surgir nuevas fuentes de contaminación relacionadas con el creciente número de actividades industriales que se trasladan a los océanos. Uno de ellos es la minería en aguas profundas. Recientemente se han planteado preocupaciones sobre esto como fuente de ruido, y potencialmente otras fuentes de contaminación (por ejemplo, Thompson et

al., 2023). La minería en aguas profundas se examina en un documento separado, pero, en resumen, se refiere a la explotación de ciertos minerales en los mares profundos. La zona Clarion-Clipperton (CCZ) en el Pacífico Norte, por ejemplo, se ha destacado como de particular interés para las empresas mineras que tratan de explotar nódulos polimetálicos. Esta tiene una profundidad media de 5.500 m y es un área de aproximadamente 11.650.000 km². Si se permite, la minería a escala comercial puede operar las 24 horas del día, a diferentes profundidades. Los sonidos producidos por las operaciones mineras, incluidos los de los vehículos operados a distancia en el fondo marino, se superponen con las frecuencias a las que se comunican los cetáceos, lo que puede causar enmascaramiento auditivo y cambios de comportamiento en los mamíferos marinos.

13. Labor de otros organismos internacionales en materia de contaminación marina

13.1 Desechos marinos

Hasta la fecha, la Comisión Ballenera Internacional (CBI) ha celebrado tres talleres internacionales sobre cetáceos y basura marina (CBI., 2020). En el taller más reciente se examinaron las pruebas más recientes sobre las interacciones con los cetáceos y se determinaron las mejores prácticas para la patología macroscópica, incluidos los microdesechos. Sobre la base de su revisión de fuentes publicadas y no publicadas, el taller acordó que "la escala del aumento real y proyectado de plásticos" era "alarmante", señalando que los cetáceos pueden morir por ingestión debido a la impactación / oclusión gástrica y perforación o como resultado de las lesiones asociadas.

El taller de IWC 2019 también consideró el enredo, señalando que ~ 640,000 toneladas de aparejos de pesca abandonados, perdidos y descartados (ALDFG) llegan a los océanos anualmente. Entre sus recomendaciones, el taller destacó la importancia de los estudios a largo plazo y la necesidad de uniformidad en los estudios post mortem. En la actualidad, el método más utilizado universalmente para examinar los efectos y la ocurrencia en cetáceos es el examen durante la necropsia del tracto gastrointestinal de individuos varados. Esto puede demostrar el tipo de exposición de la especie, pero tiene limitaciones en términos de identificar todos los efectos adversos tanto en el individuo como a nivel poblacional. Los problemas con este enfoque incluyen que:

- i) se recuperan pocos cuerpos;
- ii) de estos, aún menos están en condiciones suficientemente buenas para ser examinados; y
- iii) una tasa asociada de informes aparentemente baja.

También debe tenerse en cuenta que los Jefes de Estado, Ministros de Medio Ambiente y otros representantes de los Estados Miembros de la ONU respaldaron una resolución histórica en la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEA-5) el 2 de marzo de 2022 en Nairobi para poner fin a la contaminación plástica y forjar un acuerdo internacional legalmente vinculante para 2024. El nuevo instrumento jurídicamente vinculante abordará el ciclo de vida completo del plástico, incluida su producción, diseño y eliminación.

13.2. Contaminantes persistentes

Entre los acuerdos relacionados con los productos químicos peligrosos figuran el Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional, el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP), el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL). y el Convenio de

Minamata sobre el Mercurio. Además, el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación se centra específicamente en cuestiones relacionadas con los desechos.

14. Conclusiones

Como se describe aquí, los ambientes marinos y, por lo tanto, la fauna marina migratoria pueden verse afectados por una variedad de diferentes tipos de contaminación. En los últimos años, el tema de la contaminación plástica ha desarrollado un perfil significativamente alto y la acción internacional está siguiendo para controlarlo. Otras formas de contaminación son mucho menos comprendidas por el público y los responsables políticos.

La base de evidencia para los impactos de los contaminantes también parece ser muy variable en términos de sacar conclusiones sobre su importancia para la vida silvestre marina migratoria, aunque este informe solo constituye una revisión inicial y sería apropiado realizar más investigaciones. Los contaminantes orgánicos persistentes, ejemplificados por (pero no limitados a) los PCB, están bien establecidos como una amenaza significativa para algunos depredadores marinos ápice. Los efectos crónicos de los contaminantes en la salud, incluida la reproducción (y, por lo tanto, la capacidad de las poblaciones para mantenerse y / o recuperarse), están menos descritos y rara vez se incluyen en los planes de conservación. Análogamente, un análisis que ayude a determinar los puntos críticos en los que se sabe o es probable que la contaminación sea significativa ayudaría a centrar los esfuerzos de la CMS y sus Partes.

Por supuesto, la contaminación en todas sus formas no actúa aisladamente de otros factores estresantes ambientales. El aumento de las precipitaciones provocadas por el cambio climático, por ejemplo, puede conducir a una mayor inundación de agua dulce de los hábitats costeros con el consiguiente aumento de los sedimentos y los aportes de nutrientes. Además, cuando, por ejemplo, los vertederos costeros se inundan (tal vez también como resultado del aumento del nivel del mar), la contaminación puede aumentar en las aguas adyacentes. Es necesario reconocer la naturaleza interactiva y potencialmente acumulativa de los factores estresantes que afectan a la fauna marina.

15. Recomendaciones

Como la CMS es una convención orientada a la diversidad biológica, su función primordial en la lucha contra la contaminación marina será complementar las medidas adoptadas por otros órganos internacionales que se ocupan directamente de la reducción de las fuentes o del control directo de la liberación de la contaminación.

La respuesta de la CMS y sus Partes a las cuestiones de contaminación marina que afectan a la fauna marina migratoria podría ser en términos generales triple:

1. Tomar medidas para integrar el tratamiento de la amenaza de la contaminación en los planes de conservación de los taxones en cuestión, y en la práctica, esto podría significar tres cosas discretas:
 - en primer lugar, teniendo en cuenta las amenazas inducidas por la contaminación para la supervivencia, la salud y el bienestar de los taxones afectados, incluidos los efectos sobre la reproducción (que deben tenerse claramente en cuenta al evaluar la capacidad de las poblaciones y especies para mantenerse o recuperarse);
 - en segundo lugar, ayudar a describir y dar a conocer las amenazas de la contaminación para las poblaciones, las especies y sus hábitats afectados (aumentando así el conocimiento y las acciones adecuadas para abordar y mitigar la contaminación, incluso en la fuente); y
 - en tercer lugar, desarrollar acciones basadas en la ciencia para abordar las amenazas de contaminación a las especies migratorias y sus hábitats, teniendo en cuenta la alimentación, la reproducción y las zonas migratorias.
2. Cuando exista una amenaza de contaminación crónica, por ejemplo, debido a contaminantes heredados, alentar la adopción de medidas adecuadas para mitigarla, reconociendo su naturaleza transfronteriza y, por lo tanto, la necesidad de una estrecha colaboración entre los Estados miembros y con otros organismos internacionales; y
3. Cuando existe un problema agudo de contaminación, como un derrame de productos químicos, petróleo o pellets de plástico, alentar una acción de emergencia rápida y adecuada para abordarlo.

El Consejo Científico debería considerar ahora la mejor manera de priorizar su trabajo sobre la contaminación y se recomiendan las siguientes acciones:

- Yo. Organizar un taller entre períodos de sesiones de expertos para seguir evaluando las amenazas de todas las formas de contaminación para las especies marinas migratorias y ayudar a identificar los puntos críticos de impacto de la contaminación, incluidos los impactos acumulativos;
- li. En apoyo de lo anterior y antes del taller, patrocinar la producción de un examen exhaustivo de este tema;
- lii. Tratar de identificar las localidades donde la contaminación marina y las especies marinas migratorias se cruzan significativamente y hacer recomendaciones basadas en esto para la acción futura.; y
- iv. Buscar una mayor cooperación y coordinación con otras instituciones de las Naciones Unidas y AMUMA, incluidos los organismos que se establecerán bajo la jurisdicción del Acuerdo sobre Biodiversidad Más Allá de la Jurisdicción Nacional (BBNJ) y el nuevo tratado internacional sobre plásticos cuando entren en vigor.

16. Referencias

- Almeda, R., Hyatt, C. and Buskey, E.J. (2014) Toxicity of dispersant Corexit 9500A and crude oil to marine microzooplankton. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 106: 76-85.
- Avila, I.C., Kaschner, K. and Dormann, C.F. (2018) Current global risks to marine mammals: Taking stock of the threats. *Biological Conservation* 221: 44-58.
- Baudena, A., Ser-Giacomi, E., Jalón-Rojas, I., et al. (2022) The streaming of plastic in the Mediterranean Sea. *Nature Communications* 13: 2981.
- Baulch, S. and Perry, C. (2014) Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans. *Marine Pollution Bulletin* 80(1-2): 210-221.
- Booth, C. and Thomas, L. (2021) An Expert Elicitation of the Effects of Low Salinity Water Exposure on Bottlenose Dolphins. *Oceans 2*: 179–192.
- Cabrera-Cruz, S.A., Larkin, R.P., Gimpel, M.E., et al. (2021) Potential Effect of Low-Rise, Downcast Artificial Lights on Nocturnally Migrating Land Birds. *Integrative and Comparative Biology* 61(3): 1216-1236.
- Chapuis, L., Collin, S.P., Yopak, K.E., et al. (2019) The effect of underwater sounds on shark behaviour. *Scientific Reports* 9: 6924.
- Chen, Q., Reisser, J., Cunsolo, S., et al. (2018) Pollutants in plastics within the North Pacific Subtropical Gyre. *Environmental Science & Technology* 52: 446-456.
- CMS (2020) Light Pollution Guidelines. Annex to Resolution 13.5. Available at: https://www.cms.int/sites/default/files/document/cms_cop13_res.13.5_annex_e.pdf
- Connan, M., Perold, V., Dilley, B.J., et al. (2021) The Indian Ocean ‘garbage patch’: Empirical evidence from floating macro-litter. *Marine Pollution Bulletin* 169: 112559.
- Cruz, L.M., Shillinger, G.L., Robinson, N.L., et al. (2018) Effect of light intensity and wavelength on the in-water orientation of olive ridley turtle hatchlings. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 505: 52-56.
- Deming, A.C., Wingers, N.L., Moore, D.P., et al. (2020) Health Impacts and Recovery From Prolonged Freshwater Exposure in a Common Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*). *Frontiers in Veterinary Science* 7:235.
- DeRuiter, S.L. and Doukara, K.L. (2012) Loggerhead turtles dive in response to airgun sound exposure. *Endangered Species Research* 16: 55-63.
- Desbiolles, F., Malleret, L., Tiliacos, C., et al. (2018) Occurrence and ecotoxicological assessment of pharmaceuticals: Is there a risk for the Mediterranean aquatic environment? *Science of the Total Environment* 639: 1334-1348.
- Desforges, J.-P., W., Sonne, C., Levin, M., et al. (2016) Immunotoxic effects of environmental pollutants in marine mammals. *Environment International* 86: 126-139.
- Desforges, J.-P. et al. (2018) Predicting global killer whale population collapse from PCB pollution. *Science* 361,1373-1376.
- De Stephanis, R., Giménez, J., Carpinelli, E., et al. (2013) As main meal for sperm whales: Plastics debris. *Marine Pollution Bulletin* 69(1-2): 206-214.
- De Vos, A., Aluwihare, L., Youngs, S., et al. (2022) The *M/V X-Press Pearl* Nurdle Spill: Contamination of Burnt Plastic and Unburnt Nurdles along Sri Lanka’s Beaches. *ACS Environmental Au* 2(2): 128-135.
- Duncan, E.M., Botterell, Z.L.R., Broderick, A.C., et al. (2017) A global review of marine turtle entanglement in anthropogenic debris: a baseline for further action. *Endangered Species Research* 34: 431-448.

- EEA (European Environment Agency) (2023) Emerging chemical risks in Europe – PFAS. Available at: <https://www.eea.europa.eu/publications/emerging-chemical-risks-in-europe> Last accessed 23 May 2023.
- Eisfeld-Piernantonio, S.M., Pierantonio, N. and Simmonds, M.P. (2022) The impact of marine debris on cetaceans with consideration of plastics generated by the COVID-19 pandemic. *Environmental Pollution* 300: 118967.
- Erbe, C., Williams, R., Sandilands, D., et al. (2014) Identifying Modeled Ship Noise Hotspots for Marine Mammals of Canada's Pacific Region. *PLoS ONE* 9(11): e114362.
- Fabrizi, E. and Franzellitti, S. (2016) Human pharmaceuticals in the marine environment: focus on exposure and biological effects in animal species. *Environmental Toxicology and Chemistry* 35(4): 799-812.
- Fazioli, K. and Mintzer, V. (2020) Short-term Effects of Hurricane Harvey on Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Upper Galveston Bay, TX. *Estuaries and Coasts* 43: 1013–1031.
- Fossi, M. C., Baini M., Simmonds, M.P. (2020) Cetaceans as Ocean Health Indicators of Marine Litter Impact at Global Scale. *Frontiers in Environmental Science* 8: 586627.
- Gaw, S., Thomas, K.V. and Hutchinson, T.H. (2014) Sources, inputs and trends of pharmaceuticals in the marine and coastal environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 269: 20130572.
- Germanov, E.S., Marshall, A.D., Bejder, L., et al. (2018) Microplastics: No small problem for filter-feeding megafauna. *Trends in Ecology & Evolution* 33(4): 227-232.
- Gibbs, S.E., Salgado Kent, C.P., Slat, B., et al. (2019) Cetacean sightings within the Great Pacific Garbage Patch. *Marine Biodiversity* 49: 2021-2027.
- Häder, D.-P., Banaszak, A.T., Villafañe, V.E., et al. (2020) Anthropogenic pollution of aquatic ecosystems: Emerging problems with global implications. *Science of the Total Environment* 713: 136586.
- Handoh, I.C. and Kawai, T. (2014) Modelling exposure of oceanic higher trophic-level consumers to polychlorinated biphenyls: Pollution 'hotspots' in relation to mass mortality events of marine mammals. *Marine Pollution Bulletin* 85: 824-830.
- Henkel, J.R., Sigel, B.J. and Taylor, C.M. (2012) Large-Scale Impacts of the *Deepwater Horizon* Oil Spill: Can Local Disturbance Affect Distant Ecosystems through Migratory Shorebirds? *BioScience* 62(7): 676-685.
- Howarth (2008) Coastal nitrogen pollution: A review of sources and trends globally and regionally. *Harmful Algae* 8(1): 14-20.
- IWC (2020) Report of the IWC Workshop on Marine Debris: the Way Forward, 3 - 5 December 2019, La Garriga, Catalonia, Spain (Workshop Report No. SC/68B/REP/ 03). International Whaling Commission, La Garriga, Catalonia, Spain.
- IWC (2022) Draft Resolution on Marine Plastic Pollution. IWC/68/8.1/01/REV2/EN
- Jepson, P.D. and Law, R.J. (2016) Persistent pollutants, persistent threats. *Science* 352(6292): 1388-1389.
- Jepson, P.D., Deaville, R., Barber, J.L., et al. (2016) PCB pollution continues to impact populations of orcas and other dolphins in European waters. *Scientific Reports* 6: 18573.
- Jeziarska, B. and Witeska, M. (2006) The metal uptake and accumulation in fish living in polluted waters. In: I. Twardowska et al. (eds.) *Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation* 3-23.
- Johnson, C.M., Reisinger, R.R., Palacios, D.M., et al. (2022) Protecting Blue Corridors – Challenges and solutions for migratory whales navigating national and international seas. Available at: <https://zenodo.org/record/6196131>
- Johnson, L.L., Anulacion, B.F., Arkoosh, M.R., et al. (2013) Effects of legacy Persistent Organic Pollutants (POPs) in fish – Current and future challenges. *Fish Physiology* 33: 53-140.
- Joye, S. (2015) Deepwater Horizon, 5 years on. *Science* 349(6248): 592-593.

- Kjelland, M.E., Woodley, C.M., Swannack, T.M., et al. (2015) A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions* 35: 334-350.
- Kolar, M.V. and Gugleta, M. (2019) The consequences of disposal and leakage of radioactive materials on various species of marine and freshwater fish. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 7(6): 185-189.
- Kulmala, S., Haapasaari, P., Karjalainen, T.P., et al. (2013) TEEB Nordic case: Ecosystem services provided by the Baltic salmon- a regional perspective to the socio-economic benefits associated with a keystone species. In: Kettunen *et al.* Socio-economic importance of ecosystem services in the Nordic Countries – Scoping assessment in the context of The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- Leal Filho, W., Hunt, J. and Kovaleva, M. (2021) Garbage Patches and their Environmental Implications in a Plastisphere. *Journal of Marine Science and Engineering* 9:1289.
- Lebreton, L.C.M., van der Zwet, J., Damsteeg, J.-W., et al. (2017) River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications* 8: 15611.
- Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F., et al. (2018) Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Scientific Reports* 8: 4666.
- Li, W.C., Tse, H.F. and Fok, L. (2016) Plastic waste in the marine environment: a review of sources, occurrence and effects. *Science of the Total Environment* 566-567: 333-349.
- Macneale, K.H., Kiffney, P.M. and Scholz, N.L. (2010) Pesticides, aquatic food webs, and the conservation of Pacific salmon. *Frontiers in Ecology and the Environment* 8(9): 475-482.
- Madigan, D.J., Baumann, Z. and Fisher, N.S. (2012) Pacific bluefin tuna transport Fukushima-derived radionuclides from Japan to California. *PNAS* 109(24): 9483-9486.
- Malone, T.C. and Newton, A. (2020) The Globalization of Cultural Eutrophication in the Coastal Ocean: Causes and Consequences. *Frontiers in Marine Science* 7: 670
- Montevecchi, W., Fifield, D., Burke, C., et al. (2011) Tracking long-distance migration to assess marine pollution impact. *Biology Letters* 8: 218-221.
- Pendoley, K. and Kamrowski, R.L. (2016) Sea-finding in marine turtle hatchlings: What is an appropriate exclusion zone to limit disruptive impacts of industrial light at night? *Journal for Nature Conservation* 30: 1-11.
- Peterle, T.J. (1991) *Wildlife Toxicology*. Van Nostrand Reinhold, New York, New York 10003.
- Pike, C., Crook, V. and Gollock, M. (2020) *Anguilla anguilla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T60344A152845178
- Provencher, J.F., Bond, A.L., Hedd, A., et al. (2014) Prevalence of marine debris in marine birds from the North Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 84: 411-417.
- Ramirez, A.J., Brain, R.A., Usenko, S., et al. (2009) Occurrence of Pharmaceuticals and Personal Care Products in Fish: Results of a National Pilot Study in the United States. *Environmental Toxicology and Chemistry* 28(12): 2587-2597.
- Reijnders, P.J.H., Aguilar, A. and Borrell, A. (2009) Pollution and Marine Mammals. In: Perrin, W.F., Würsig, B. and Thewissen, J.G.M. (eds.) *Encyclopedia of Marine Mammals (Second Edition)*. Academic Press. pp 890-898.
- Santana-Viera, S., Montesdeoca-Esponda, S., Torres-Padrón, M.E., et al. (2021) An assessment of the concentration of pharmaceuticals adsorbed on microplastics. *Chemosphere* 266: 129007.

- Schwacke, L.H., Smith, C.R., Townsend, F.I., et al. (2014) Health of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Barataria Bay, Louisiana, following the *Deepwater Horizon* oil spill. *Environmental Science & Technology* 48: 93-103.
- Simmonds, M.P. (2017) Of poisons and plastics: an overview of the latest pollution issues affecting marine mammals. In: Butterworth, A. (ed.) *Marine Mammal Welfare, Animal Welfare* 17. Doi: 10.1007/978-3-319-46994-2_3
- Simmonds, M.P., Entrup, N. and Weilgart, L. (2021) The threat posed by ocean noise pollution to Europe's cetaceans. In: OceanCare. *Under Pressure: the need to protect whales and dolphins in European waters*. An OceanCare report.
- Simonis, A.E., Brownell Jr., R.L., Thayre, B.J., et al. (2020) Co-occurrence of beaked whale strandings and naval sonar in the Mariana Islands, Western Pacific. *Proceedings of the Royal Society B*. 287: 20200070.
- Smithsonian Environmental Research Center (2023) Nutrient pollution. Available at: <https://serc.si.edu/research/research-topics/environmental-pollution/nutrient-pollution> Last accessed 25 May 2023
- Stokes, D.L., Boersma, P.D., Lopez de Casenave, J., et al. (2014) Conservation of migratory Magellanic penguins requires marine zoning. *Biological Conservation* 170: 151-161.
- Stuart-Smith, S.J. and Jepson, P.D. (2017) Persistent threats need persistent counteraction: Responding to PCB pollution in marine mammals. *Marine Policy* 84: 69 -75.
- Thompson, K.F., Miller, K.A., Wacker, J., et al. (2023) Urgent assessment needed to evaluate potential impacts on cetaceans from deep seabed mining. *Frontiers in Marine Science* 10:1095930.
- Tierney, K.M., Muir, G.K.P., Cook, G.T., et al. (2017) Nuclear reprocessing-related radiocarbon (^{14}C) uptake into UK marine mammals. *Marine Pollution Bulletin* 124: 43-50.
- UNEP (2016) Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change. United Nations Environment Programme, Nairobi. Available at: <https://plasticoceans.org/wp-content/uploads/2017/11/UNEP-research.pdf>
- UNEP (2021) United Nations Environment Programme. Making peace with nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies. <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>
- Van Doren, B.M., Horton, K.G., Dokter, A.M., et al. (2017) High-intensity urban light installation dramatically alters nocturnal bird migration. *PNAS* 114(42): 11175-11180.
- Vowles, A.S. and Kemp, P.S. (2021) Artificial light at night (ALAN) affects the downstream movement behaviour of the critically endangered European eel, *Anguilla anguilla*. *Environmental Pollution* 274: 116585.
- Walker, C. J. (2011) Assessing the effects of pollutant exposure on sharks: a biomarker approach. *University of North Florida Graduate Theses and Dissertations* 141. Available at: <https://digitalcommons.unf.edu/etd/141>
- Wear, S.L., Acuña, V., McDonald, R., et al. (2021) Sewage pollution, declining ecosystem health, and cross-sector collaboration. *Biological Conservation* 255: 109010.
- Weilgart, L. (2018) The impact of ocean noise pollution on fish and invertebrates. Report for OceanCare, Switzerland. 34pp.
- Wenger, A.S., Harvey, E., Wilson, S., et al. (2017) A critical analysis of the direct effects of dredging on fish. *Fish and Fisheries* 18: 967-985.
- Willis, K.A., Serra-Gonçalves, C., Richardson, K., et al., (2021) Cleaner seas: reducing marine pollution. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 32: 145-160.
- Wilson, P., Thums, M., Pattiaratchi, C., et al. (2018) Artificial light disrupts the nearshore dispersal of neonate flatback turtles *Natator depressus*. *Marine Ecology Progress Series* 600: 179-192.

Wilson, P., Pendoley, K., Whiting, S., et al. (2022) Response of turtle hatchlings to light emitting diodes at sea. *Marine & Freshwater Research* 73(5): 687-700.

Yaghmour, F., Al Bousi, M., Whittington-Jones, B., et al. (2018) Marine debris ingestion of green sea turtles, *Chelonia mydas*, (Linnaeus, 1758) from the eastern coast of the United Arab Emirates. *Marine Pollution Bulletin* 135: 55-61.

Zandaryaa, S. and Frank-Kamenetsky, D. (2021) A source-to-sea approach to emerging pollutants in freshwater and oceans: pharmaceuticals in the Baltic Sea region. *Water International* 46(2): 195-210.

Zhang, S., Ding, J., Mamitiana Razanajatoco, R., et al. (2019) Interactive effects of polystyrene microplastics and roxithromycin on bioaccumulation and biochemical status in the freshwater fish red tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Science of the Total Environment* 648: 1431-1439.