



**CONVENCIÓN SOBRE
LAS ESPECIES
MIGRATORIAS**

UNEP/CMS/COP15/Inf.25.1.1

11 de diciembre de 2025

Español

Original: Inglés

15ª REUNIÓN DE LA CONFERENCIA DE LAS PARTES
Campo Grande, Brasil, 23 al 29 de marzo 2026
Punto 25.1.1 del orden del día

**REVISIÓN DE MEDIDAS TÉCNICAS Y OPERATIVAS PARA MITIGAR LA CAPTURA
ACCESORIA DE TORTUGAS MARINAS EN PESQUERÍAS COMERCIALES**

(Preparado por la Secretaría y el Consejero de Captura Accesoría designado por la COP)

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.

Resumen:

Este documento contiene una revisión de las medidas de mitigación de la captura accidental de tortugas, desarrolladas de acuerdo con la Decisión 14.33(b).

Revisión de medidas técnicas y operativas para mitigar la captura accesoria de tortugas marinas en pesquerías comerciales

Louisa Breimann¹, G. Barry Baker^{2, 3}

1. Convención para la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Salvajes (CMS), Campus de las Naciones Unidas, Platz der Vereinten Nationen 1, 53113 Bonn, Alemania.

2. Instituto de Investigación para el Medio Ambiente y los Medios de Vida, Universidad Charles Darwin, Darwin 0909, Territorio del Norte, Australia.

3. Instituto de Estudios Marinos y Antárticos, Universidad de Tasmania, Hobart 7001, Tasmania, Australia.

GBB: ORCID 0000-0003-4766-8182

Palabras clave: Tortugas, captura accesoria, mitigación, pesca comercial, mortalidad en buque, mortalidad tras la liberación

Autor correspondiente: barry.baker@latitude42.au

Resumen ejecutivo

Las tortugas marinas mueren de forma incidental en diversas pesquerías en todo el mundo, y se ha calculado que los niveles de captura incidental mundial ascienden a entre 85 000 y 250 000 individuos anuales, principalmente en las pesquerías pelágicas que capturan atún y peces picudos. Las tortugas mueren al quedar enganchadas y ahogarse en las pesquerías de palangre, al enredarse en redes utilizadas en las pesquerías de arrastre, cerco o enmalle, o al sufrir estrés y traumatismos durante la recuperación de las artes de pesca cuando los animales son capturados. Esta captura incidental con artes de pesca activos constituye una de las mayores amenazas para las poblaciones de tortugas marinas. Dado que estas especies tienen una vida larga, con elevada supervivencia adulta y baja productividad reproductiva, las actividades antropogénicas que aumentan la mortalidad, como la captura incidental en la pesca, pueden tener repercusiones poblacionales importantes a largo plazo.

El presente examen evalúa las medidas técnicas y operativas de mitigación de la captura incidental en cuatro tipos principales de artes de pesca: arrastre, cerco, redes de enmalle y palangre, a partir de bibliografía científica revisada por pares y literatura gris.

Las pesquerías de arrastre suponen una amenaza importante para las tortugas marinas debido a su baja selectividad, especialmente en las pesquerías tropicales de camarón. Los Dispositivos Excluidores de Tortugas (DET) se encuentran entre las herramientas de mitigación más eficaces, ya que reducen la captura incidental de tortugas hasta en un 97 % en algunas regiones. La eficacia de los DET depende de un diseño e instalación correctos, siendo elementos clave el tamaño de la abertura de escape y el espaciado de las barras. Las rejillas rígidas son más eficaces que las flexibles para excluir tortugas; sin embargo, las rejillas flexibles ofrecen ventajas para embarcaciones más pequeñas. El éxito a largo plazo requiere colaboración y cumplimiento por parte del sector pesquero, junto con formación, seguimiento y aplicación de las medidas.

Las pesquerías de cerco presentan una mortalidad relativamente baja de tortugas, ya que la mayoría de los ejemplares son liberados vivos y sin daño. Los riesgos aumentan con los lances sobre Dispositivos de Concentración de Peces (DCP) a la deriva, que pueden enredar tortugas, y los esfuerzos recientes de mitigación se han centrado en mejorar el diseño de los DCP, promoviendo el uso de materiales biodegradables y estructuras no enredantes. Evitar el cerco de tortugas durante la pesca y formar a las tripulaciones en técnicas de manipulación segura mejora la supervivencia tras la liberación.

Las pesquerías con redes de enmalle, especialmente en operaciones costeras de pequeña escala, constituyen una de las fuentes más importantes de captura incidental de tortugas, con tasas de mortalidad elevadas. La iluminación de redes mediante diodos emisores de luz (LED) —verdes, violetas o ultravioletas— es una de las medidas de mitigación más eficaces y probadas, con reducciones de la captura incidental de hasta un 93,3 % en algunos estudios, sin afectar significativamente las capturas objetivo. Sin embargo, la eficacia varía entre regiones y pesquerías, y la viabilidad económica puede influir en su adopción. Otras estrategias visuales (por ejemplo, modelos de depredadores, paneles de alto contraste) muestran potencial, pero requieren validación adicional sobre el terreno. La adopción sigue siendo baja debido a la escasa experimentación práctica, las limitaciones económicas y la falta de marcos normativos.

Las pesquerías de palangre pelágico son una fuente importante de captura incidental de tortugas marinas, particularmente de tortugas caguama y laúd. El uso de anzuelos circulares grandes y cebos de pescado en lugar de calamar son las estrategias más eficaces conocidas, con reducciones de las tasas de captura de tortugas marinas de entre el 55 % y el 90 %. Las probabilidades de captura son menores cuando ambas medidas se aplican conjuntamente. Los anzuelos circulares reducen

significativamente los enganches profundos y aumentan la supervivencia tras la liberación. Las pesquerías de palangre demersal, sin embargo, carecen actualmente de medidas eficaces de mitigación para las tortugas marinas.

El arte de pesca que queda adherido a los anzuelos y que no pueda retirarse de manera segura de las tortugas debe cortarse lo más cerca posible del anzuelo para reducir la mortalidad tras la liberación.

Las tortugas marinas también corren riesgo de sufrir una embolia gaseosa y el síndrome de descompresión, resultado de ascensos rápidos y forzados durante el izado de los aparejos, especialmente en las pesquerías de arrastre y de redes de enmalle. Se ha registrado mortalidad incluso a profundidades relativamente someras de 19 a 37 m. No obstante, el riesgo de mortalidad aumenta con la profundidad, la duración del izado y la velocidad de ascenso, con mortalidades que oscilan entre el 20 % y el 50 % según la gravedad y el manejo. Las medidas de mitigación incluyen el uso de TED para limitar la retención en los arrastres, reducir las velocidades de izado y los tiempos de calado del arte.

En general, la revisión confirma que la reducción eficaz de las capturas incidentales de tortugas depende de cada pesquería, tal y como se ha constatado en el caso de la mitigación de la captura incidental de otras especies no objetivo, como aves marinas, mamíferos marinos y tiburones. Las medidas que son muy eficaces en una región o tipo de arte de pesca pueden resultar ineficaces o poco prácticas en otros lugares. La selección de medidas para reducir la captura incidental de tortugas marinas debe garantizar que su aplicación no incremente la captura incidental de otras especies no objetivo, como aves marinas, mamíferos marinos o tiburones. Los enfoques adaptados y basados en pruebas demostradas, combinados con la colaboración de las partes interesadas, la aplicación de la normativa y la formación, son esenciales para una aplicación satisfactoria y resultados de conservación sostenibles a largo plazo.

Esta revisión de mitigación forma uno de los dos informes complementarios preparados bajo la Decisión CMS 14.33 y la Actividad #8 del Programa de Trabajo 2024-2028 del MOU sobre Tortugas Marinas de la IOSEA. El otro informe resume los hallazgos del Cuestionario de Captura Accidental de Tortugas Marinas distribuido a las partes interesadas en la región del Océano Índico - Sudeste Asiático, documentando los patrones regionales de captura accesoría y la adopción actual de medidas de mitigación. Los dos informes proporcionan información técnica y contextual complementaria para las Partes.

Recomendaciones

Se anima a las partes a:

Adoptar estrategias de mitigación específicas por tipo de pesquería, reconociendo que la eficacia de las medidas para reducir la captura incidental de tortugas marinas varía según el tipo de pesquería y la región. Los esfuerzos de gestión deben adaptar los enfoques en consecuencia, basándose en las pruebas más recientes.

Utilizar medidas técnicas y operativas de mitigación en todas las pesquerías en que la captura incidental de tortugas marinas constituya un problema.

Desarrollar y estudiar las mejores opciones de mitigación para reducir la captura incidental de tortugas marinas en las pesquerías que emplean artes de palangre demersal.

Colaborar con el sector pesquero para garantizar el diseño, desarrollo y aplicación efectiva de soluciones prácticas, que son esenciales para obtener buenos resultados. Para que la mitigación se considere eficaz, debe demostrarse una reducción significativa de la mortalidad por captura incidental, manteniendo la calidad y cantidad de la captura objetivo y asegurando que no se produzcan efectos negativos en las tasas de captura incidental de otras especies protegidas.

Adoptar un enfoque adaptativo para la gestión de la captura incidental de tortugas marinas en todas las pesquerías. Las características operativas de la mayoría de las pesquerías son dinámicas, y debe actualizarse y mejorarse continuamente el conocimiento de las características biológicas y de comportamiento de las especies objetivo y de captura incidental, incluidas la coincidencia temporal y espacial entre las especies afectadas y las actividades de pesca, a fin de evaluar la eficacia de las soluciones de mitigación y modificarlas según proceda.

Emplear un seguimiento y una notificación sistemáticos como herramientas fundamentales para evaluar y mejorar los esfuerzos de mitigación de la captura incidental de tortugas en todas las pesquerías.

Incluir pruebas específicas por especie y por tipo de pesquería, con suficiente rigor científico y un objetivo cuantitativo que permita evaluar la eficacia de las medidas de mitigación.

Introducción

La captura accesoria, la captura de especies no objetivo en pesquerías, representa un problema principal en la gestión pesquera y supone una amenaza particular para animales longevos con lentas tasas de crecimiento poblacional, como las tortugas marinas (Cox et al., 2007). Las tortugas marinas son cazadas incidentalmente en diversas pesquerías de todo el mundo y los niveles de captura accesoria global de tortugas marinas se estiman entre 85.000 y 250.000 individuos anuales, con la mayor parte de la mortalidad ocurriendo principalmente en pesquerías pelágicas que buscan atún y peces pico (Baez et al., 2024). Las tortugas mueren cuando quedan enganchadas y se ahogan en pesquerías de palangre, quedan enredadas en arrastres y redes de cerco, o sufren estrés y trauma durante la recuperación de los equipos de pesca cuando se capturan animales (Clarke et al., 2014). Esta captura accidental en equipos de pesca activos es una de las mayores amenazas para las poblaciones de tortugas marinas. Como estas especies son longevas, con alta supervivencia adulta y baja productividad reproductiva, las actividades antropogénicas que aumentan los niveles de mortalidad, como la captura accesoria en pesca, pueden tener impactos significativos y a largo plazo en la población (Griffiths et al., 2024).

Las tortugas marinas pueden ser capturadas accidentalmente en una gran variedad de pesquerías y artefactos, desde pequeñas flotas hasta flotas industriales, incluyendo palangres pelágicos, cercos de bolsa, redes de deriva, arrastres, redes de enmalle y redes de libra (Coelho et al., 2015; Pilcher et al., 2025). Se han propuesto e implementado varias medidas de mitigación, incluyendo medidas de gestión como cierres temporales y de área (Childerhouse et al., 2013), prohibiciones pesqueras y limitación del esfuerzo pesquero; y medidas técnicas como dispositivos excluyentes de tortugas (Brewer et al., 2006), disuasiones y el uso de anzuelos circulares (Coelho et al., 2015). Para la pesca con palangre específicamente, los anzuelos circulares han demostrado ser una estrategia eficiente para reducir la captura accidental de tortugas marinas, especialmente cuando se asocian con cambios en el cebo para peces (Coelho et al., 2015).

La investigación sobre la captura accesoria pesquera y el desarrollo de soluciones se han realizado durante más de 40 años en una variedad de organismos, con revisiones disponibles para aves marinas (Løkkeborg, 2011), mamíferos marinos (Leaper y Calderan, 2018; Hamilton y Baker 2019), y tiburones (Drynan et al., 2025; Brewer et al., 2006; Swimmer et al., 2017). Para las tortugas, en 2009 la FAO elaboró directrices para reducir la mortalidad de tortugas marinas en diversas operaciones pesqueras (Gilman y Bianchi, 2009). Desde entonces, las revisiones de mitigación se han centrado en aspectos particulares de la mitigación o del tipo de equipo (Casale, 2011; Echwiki et al., 2011; Gilman & Huang, 2017; Reinhardt et al., 2017; Gilman et al., 2020; Yan et al., 2024); biología sensorial (Lucas & Berggren, 2023); áreas geográficas (Rodrigues et al., 2024); ciertas especies (Echwiki et al., 2010, 2012); o pesquerías particulares (Echwiki et al., 2010, 2012; Chaboud y Vendeville, 2011; Huang, 2011; Hall y Roman, 2013), pero no han evaluado de forma exhaustiva los enfoques en una variedad de tipos de equipos, pesquerías y especies.

Basándonos en las Directrices de la FAO 2009 (Gilman y Bianchi, 2009), nuestro objetivo es ofrecer una visión general del estado de desarrollo de medidas técnicas y operativas de mitigación que puedan reducir los impactos de la captura accesoria de tortugas en los engaños de pesca en pesquerías comerciales. Aunque algunas de las medidas revisadas pueden ser eficaces en pesquerías artesanales o a pequeña escala, y de hecho pueden haber evolucionado a partir de tales fuentes, una revisión exhaustiva de los enfoques de mitigación en equipos artesanales quedó fuera del alcance de este proyecto.

Método y alcance

Esta revisión aplicó un enfoque estructurado para recopilar y analizar literatura sobre medidas técnicas y operativas para reducir la captura accidental de tortugas marinas, y en particular las medidas de mitigación basadas en equipos aplicadas directamente en las operaciones pesqueras. Los principales tipos de equipo de pesca considerados incluyen arrastre, cerco de cansa, red de enmalle y palangre. Aunque la revisión se centró en medidas técnicas, se incluyeron estrategias operativas ampliamente adoptadas para reducir capturas accesorias, como los cierres espaciales y temporales, especialmente cuando estas fueron fundamentales para el uso de medidas técnicas de migración.

Se realizaron búsquedas en bases de datos académicas como Google Scholar, Research Gate y Scopus. Los términos de búsqueda incluían *tortuga + captura accidental + mitigación*, *tortuga + captura accidental*, *tortuga + mitigación + medidas* y frases similares. Además de búsquedas sistemáticas en bases de datos, la literatura relevante se identificó mediante seguimiento de citas, recomendaciones de colegas y revisión de literatura gris como informes, presentaciones, documentos regulatorios y datos no publicados. Todas las fuentes identificadas fueron evaluadas para verificar su relevancia. En total, se revisaron 255 documentos, de los cuales 68 cumplían los criterios de inclusión y se analizaron más a fondo. No se consideraban documentos si no contenían evidencia empírica relacionada con una medida técnica de mitigación de capturas accidentales de tortugas, o solo proporcionaban información de fondo sobre temas como biología de especies, sistemas sensoriales y técnicas de pesca. Sin embargo, algunos de estos documentos se utilizaron como contexto para la revisión.

Las medidas técnicas se presentan en base a equipos de pesca (arrastre, cerco de cano, palangre, red de enmalle y trampa), con la excepción de los equipos o enfoques aplicables a diferentes equipos de pesca y, por tanto, se gestionan de forma más eficaz en una sección recopilada. No se incluyeron pesquerías que no se consideraban de alto riesgo para las especies de tortugas marinas, como el arrastre y el jigging, ni la mitigación de mortalidades por equipos perdidos, desechados o abandonados (es decir, la pesca fantasma). Para cada medida, se identificaron la evidencia científica sobre la eficacia de la mitigación, las salvedades o incertidumbres en los métodos o resultados, los requisitos de investigación y, cuando fue posible, las recomendaciones para una implementación operativa eficaz. Para estructurar la evaluación de las técnicas de mitigación y valorar su eficacia, seguimos a Miller et al. (2025) y clasificamos los estudios en calidad Alta, Media o Baja:

- Baja, si se basa en observaciones anecdóticas limitadas o en un estudio teórico;
- Media, si se basa en observaciones anecdóticas extensas o datos empíricos limitados; o
- Alto, si se basa en datos empíricos extensos.

También consideramos el impacto de la medida de mitigación en el objetivo capturado por unidad de esfuerzo (CPUE). Para que se considere exitosa y atractiva para su adopción, cualquier medida de mitigación de capturas accesorias debe demostrar una reducción o eliminación de la captura accidental de tortugas; y tienen poco o ningún impacto en la CPUE objetivo. Hemos basado estos hallazgos en resultados significativos de estudios que han probado la medida de mitigación en pesquerías comerciales, señalando que algunos estudios son experimentales o no investigaron el impacto en el CPUE objetivo. También hemos proporcionado una indicación sobre la viabilidad de aplicar medidas de mitigación a los engaños de pesca comercial, siguiendo el enfoque adoptado por Hamilton y Baker (2019) y Drynan et al. (2025). Esto se ha basado en las cuestiones prácticas de la implementación expresadas por los autores en los estudios revisados, incluyendo logística, costes, requisitos de mantenimiento, seguridad e impactos medioambientales.

Este marco tiene en cuenta la calidad de todos los estudios ('calidad global de la investigación'), la efectividad de la mitigación (independientemente de la calidad del estudio) ('puntuación de efectividad de mitigación') y cualquier daño causado a tortugas u otras especies por la aplicación de la medida ('puntuación de daño'). Se desarrolla una evaluación global en una escala de seis puntos:

(1) Beneficiosa; (2) Probablemente beneficioso; (3) Compensaciones entre beneficios y perjuicios; (4) Eficacia desconocida; (5) Poco probable que sea beneficioso; o (6) Probablemente ineficaz o perjudicial.

Para proporcionar una recomendación global para cada medida evaluada, tuvimos en cuenta la calidad de los estudios identificados en nuestra revisión bibliográfica, así como el impacto en la captura de objetivos y la viabilidad de su aplicación en equipos comerciales, utilizando un simple indicador de 'semáforo', modificado a partir del enfoque adoptado por Drynan et al. (2025). La Tabla 1 describe los umbrales aplicados. Esto permite al lector determinar si una medida de mitigación de capturas incidentales podría ser adecuada para su situación particular. Por ejemplo, una medida puede estar respaldada por una investigación de buena calidad, ser eficaz para reducir la captura accidental de tortugas, no tener impacto en el CPUE objetivo, ser factible de implementar, pero puede causar daño a otras especies no objetivo. Dependiendo de las prioridades de conservación o gestión dentro de la pesquería, esto puede impedir su implementación.

Esta reseña se centra exclusivamente en las siete especies de tortugas marinas (*Chelonia mydas* verde, *Carey*, *Eretmochelys imbricata*, *Natator depressus* de *espalda plana*, *Caretta caretta* *caretta*, *Lepidochelys kempii* de *Kemp's ridley*, *Lepidochelys olivacea* y laúd *Dermochelys coriacea*) y no tiene en cuenta las tortugas de agua dulce ni las pesquerías interiores.

A continuación se ofrece un resumen de la evaluación técnica de mitigación. Un resumen del enfoque general de evaluación para cada medida de mitigación de capturas accesorias evaluada se ofrece en la Tabla 1. Cuando sea apropiado, se proporciona una evaluación subjetiva de la viabilidad económica, la practicidad, el impacto en la captura objetivo y la facilidad de monitorización del cumplimiento para cada medida técnica en las Tablas 2 y 3. Sin embargo, aunque esto ofrece una visión general, debido a características específicas de la pesquería (por ejemplo, tamaño de la especie objetivo, elementos operativos), las respuestas de la evaluación no son concluyentes y los resultados pueden variar entre pesquerías.

Tabla 1: Enfoque global de valoración para cada medida de mitigación de capturas accesorias evaluada en esta revisión.

Valoración general	Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación de tortugas	Daño Probabilidad de afectar a otros taxones no objetivo	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	Alto Al menos 2 estudios con datos empíricos extensos	Altamente efectivo	Bajo	Aumento/Sin efecto	Factible Ya en uso, productos ya disponibles y en uso
?	Datos empíricos medios limitados o observaciones anecdóticas extensas	Medio	Desconocido	Desconocido o inconsistente/Contraste	Posible, pero hay algunos problemas (por ejemplo, no completamente probado) o Desconocido
✗	Observaciones limitadas bajas o estudios teóricos	Bajo	Alto	Disminución	Inviabile Despliegue complejo, de alto coste e impráctico

Resultados de las medidas técnicas de mitigación revisadas

a. Principios de percepción sensorial relevantes para la mitigación en múltiples tipos de equipo de pesca

Señales visuales

Las tecnologías recientes de reducción de capturas accidentales utilizan señales sensoriales para alertar a las especies no objetivo sobre la presencia de equipos de pesca. Una revisión y un análisis adicional de la ecología sensorial de las interacciones tortuga-red de enmalle para entender los factores que predisponen a los animales a convertirse en redes enredadas, especialmente la visión, muestra que probablemente las tortugas tienen un sistema de visión tricromática mediado por conos y un sistema estándar de bastones (Martin & Crawford, 2015). Las tortugas tienen gotas de aceite de color que actúan como filtros espectrales dentro de los receptores individuales de conos y sirven para agudizar la sensibilidad espectral de los receptores individuales, lo que sugiere fuertemente la presencia de visión del color, que se correlaciona con la tendencia de la mayoría de las especies de caparazón duro a pasar su tiempo en las capas superficiales brillantemente iluminadas de la columna de agua (Martin & Crawford, 2015). Sin embargo, las tortugas laúd tienen un rango espectral más estrecho y probablemente una visión del color reducida (Martin & Crawford, 2015). Los resultados anatómicos y ópticos de las pruebas de laboratorio indican que las tortugas marinas pueden ver en el espectro rojo y la banda de onda UV, mientras que los peces pelágicos no (Fritsches et al., 2000), sugiriendo que la luz roja y ultravioleta son posibles 'canales de comunicación' para reducir la interacción pesquera con tortugas marinas. Sin embargo, Martin y Crawford (2015) señalan que no se han identificado fotorreceptores retinianos sensibles a los rayos UV en tortugas y concluyen que el espectro visible de las tortugas marinas verdes no se extiende hacia los rayos UV.

Las tortugas marinas son depredadoras visuales y el potencial de interacción debería aumentar cuando el cebo se vuelve más visible, ya sea por una luz ambiental más brillante, la fijación de palitos de luz atractivos, contrastes de color ambientales o preferencias de color de las tortugas (Clarke et al., 2014, y referencias en ellas). Estudios contemporáneos han visto que el conocimiento de la visión de las tortugas se utiliza para alertarlas de la presencia de equipo de pesca. Entre ellas se ha incluido el despliegue de diodos emisores de luz (LED) en redes de enmalle (Wang et al., 2010, 2013; Ortiz et al., 2016; Lucchetti et al., 2019; Bielli et al., 2020; Darquea et al., 2020; Jančič et al., 2020; Gautama et al., 2022; Snape et al. 2024), el uso de palos de luz químicos o eléctricos en redes de enmalle y engranajes (Wang et al., 2010; Gilman & Huang, 2017), la incorporación de modelos visuales como formas de tiburón a redes de enmalle para disuadir tortugas (Wang et al., 2010; Bostwick et al., 2014), y sugirieron la integración de paneles visuales de alto contraste en redes de enmalle (Martin & Crawford, 2015). La revisión y evaluación de estas técnicas, cuando se apliquen, se discutirán en detalle bajo los tipos de engranajes de red de enmalle y palangre.

Señales auditivas y químicas

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
X	X	?	?	?

Evaluación general:	Eficacia desconocida de mitigación
Tipos de engranajes probados:	Ninguna probada, solo evaluación conceptual del potencial disuasorio
Aplicabilidad para uso comercial:	Requiere una evaluación adicional, pero se observa mayor vigilancia y comportamientos de escape en respuesta a la reproducción
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	No probado
Impacto en la captura objetivo:	No evaluado
Número de estudios evaluados:	8 (6 probados en engranajes comerciales, 2 estudios de modelización/metaanálisis)

Los pingers, dispositivos disuasorios acústicos con salidas acústicas relativamente bajas (<160 dB), se desarrollaron para reducir altos niveles de captura accidental de pequeños cetáceos en redes de enmalle (Hamilton y Baker, 2019) para disuadir a mamíferos marinos de redes de arrastre o para reducir las interacciones y depredaciones entre pinnípedos u odontocetos en torno a la acuicultura, palangre o operaciones con trampa, y han recibido respuestas mixtas tras extensas pruebas. Sin embargo, en el caso de las tortugas marinas, solo unos pocos estudios han investigado el efecto de los enfoques sensoriales auditivos en la pesca, y el uso de esta tecnología no ha demostrado ser eficaz para mitigar la captura accidental de tortugas.

Una revisión de la biología sensorial de las tortugas marinas indica que los disuasores auditivos probablemente no serán efectivos para reducir la captura accidental de estos animales. Tanto las tortugas marinas como los peces pelágicos son generalistas en la audición de baja frecuencia (200–700 Hz), y los intentos anteriores de usar señales acústicas intensas bajo el agua solo han dado lugar a comportamientos de evitación temporales, seguidos de una rápida habituación. Además, estos niveles de sonido corren el riesgo de perturbar especies no objetivo y de causar cambios temporales o incluso permanentes en el umbral de su audición, minando su selectividad y practicidad (Southwood et al., 2008). Investigaciones recientes han demostrado que las tortugas verdes producen vocalizaciones submarinas y responden de forma conductual a ellas. En experimentos de reproducción en campo, los sonidos naturales de los conspexíficos, clasificados como "Rumble" y "Squeak", provocaron fuertes reacciones conductuales en tortugas forrajeadoras salvajes, incluyendo mayor vigilancia y escape. Los sonidos de retumbo provocaron respuestas en el 94% de los examinados, mientras que los sonidos chillidos provocaron reacciones en el 61%. En respuesta a la reproducción del 'rugible', los animales reaccionaban fuertemente cuando estaban a menos de 200 metros de la fuente sonora. Se observó una habituación a exposiciones repetidas, con respuestas disminuyendo tras la tercera reproducción (Chevallier et al., 2024). La respuesta de las tortugas marinas a las vocalizaciones abre nuevas perspectivas para reducir su captura accesoria, pero requiere más investigación.

De manera similar, se encontró que las señales químicas tenían un uso limitado como disuasorios. Aunque tanto las tortugas marinas como los peces pelágicos utilizan señales químicas en la detección de presas e iniciación del alimento, los tratamientos experimentales con cebos con compuestos aversivos no disuadieron el consumo en ninguno de los dos grupos (Southwood et al., 2008).

Aumento de la profundidad de ajuste – Anzuelos y redes

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	✓	✓	?	?

Evaluación general:	Probablemente sea beneficioso
Tipos de engranajes probados:	Palangre (la mayoría de los estudios), red de enmalle, arrastre
Aplicabilidad para uso comercial:	Adecuado para cazar atún, menor aplicabilidad con peces espada
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	Canadá, Costa Rica, EE. UU., Océano Pacífico Norte, Océano Atlántico
Impacto en la captura objetivo:	Estudios variables, sin impacto pero limitados, redujo el CPUE en pesquerías de pez espada
Número de estudios evaluados:	19 (15 probados en equipos comerciales; 3 metaanálisis, 1 fisiológico)

Las tortugas marinas deben organizar sus actividades submarinas en torno a la necesidad de volver a la superficie para respirar y han desarrollado capacidades extraordinarias de buceo que les permiten explotar hábitats oceánicos y neríticos (Hochscheid, 2014). Aunque se han registrado profundidades superiores a 1200 m para tortugas laúd, las profundidades habituales de inmersión son mucho más bajas, con preferencias que varían según la especie: se encontró que las cabezones en el Pacífico pasaban el 40% de su tiempo en superficie y solo raramente (10%) se encontraron por debajo de 40 m (Parker et al., 2005); Las tortugas oliváceas prefieren hábitats más profundos que las cabetas, pero aún suelen encontrarse por encima de los 40 m; y la profundidad media de una inmersión en tarda laúd es de 62 m, aunque también se ha observado que pasan la mayor parte del tiempo cerca de la superficie (Eckert et al., 1989). Las preferencias de profundidad parecen variar según la estación y la fase conductual (Clarke et al., 2014 y referencias en ellas) y la temperatura del agua (Hochscheid, 2014).

La captura accidental de tortugas marinas está estrechamente asociada con la profundidad de ajuste del equipo, con múltiples estudios que indican que los equipos más superficiales presentan un mayor riesgo (Ito y Machado, 2001; Watson & Bigelow, 2014; Swimmer et al., 2017). Un consenso general es que la mayoría de las interacciones con tortugas ocurren dentro de líneas situadas a menos de 40 metros (Kiyota et al., 2004; Brazner & McMillan, 2008; Sales et al., 2010), y ciertamente en los 100 m superiores de la columna de agua (Polovina et al., 2003, 2004; Swimmer et al., 2006). Además, la colocación muy superficial de los anzuelos (<25 m) y las altas proporciones anzuelo-flotador se relacionaron con un mayor riesgo de interacción con tortugas (Swimmer et al., 2017). Para abordar

esto, se han propuesto sistemas de flotación en aguas medias para estandarizar el despliegue de anzuelos más profundos (Kiyota et al., 2004).

En general, los anzuelos de fondo capturan menos tortugas marinas, pero las que están enganchadas tienen más probabilidades de ahogarse porque no pueden alcanzar la superficie para respirar (Clarke et al., 2014). Por lo tanto, aunque pueda ser posible reducir las interacciones a través de la profundidad del anzuelo, dependiendo de la especie de preocupación, algunas fuentes recomiendan pescar todos los anzuelos por debajo de 40 m, mientras que otras recomiendan 100 m como profundidad mínima (Beverly et al., 2009; FAO, 2010; Gilman, 2011; todos citados en Clarke et al., 2014). Esto tendría un impacto mínimo en la captura objetivo en las pesquerías de atún (Watson & Bigelow, 2014), pero supondría reducciones en la captura de otras especies comerciales (Beverly et al., 2009). Fomentamos que se establezca por debajo de los 100 m cuando sea posible, reconociendo que la profundidad de ajuste es específica de la pesquería y que la pérdida económica potencial debe equilibrarse con las ganancias en conservación (Beverly et al., 2009; Watson y Bigelow, 2014).

Un ajuste más profundo para evitar la columna de agua superior, donde las tortugas son más abundantes, es una medida intuitiva y eficaz para minimizar la captura de tortugas en pesquerías de arrastre y redes de enmalle (Gilman & Bianchi, 2009), aunque se ha realizado poca investigación en estos tipos de equipos.

b. Medidas técnicas

Arrastre

Debido a su baja selectividad, las pesquerías de arrastre son responsables de grandes cantidades de mortalidades de tortugas marinas en todo el mundo (Wakefield et al., 2017). El equipo de arrastre supone una amenaza significativa, ya que las tortugas quedan atrapadas en redes y se ahogan, lo que genera preocupación sobre su impacto en la fauna marina (Epperly, 2003). La pesca de arrastre industrial de camarones en aguas tropicales es especialmente problemática, contribuyendo al 27% de los descartes globales, incluyendo no solo tortugas sino también otras especies como tiburones, dugongos, serpientes marinas, caballitos de mar y corales (Eayrs, 2005). Las medidas habituales de mitigación de captura accidental de tortugas implican modificaciones físicas en las redes, liberando especies no objetivo. Estas medidas se denominan dispositivos de reducción de captura incidental (BRD) (Eayrs, 2005; Wakefield et al., 2017) o más específicamente dispositivos excluyentes de tortugas (TEDs) (Robins et al., 2002; Epperly, 2003; Cox et al., 2007; Haas, 2011; Lucchetti et al., 2016, 2019).

Dispositivos Excluidores de Tortugas – TEDs o BRDs

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	✓	✓	✓	✓

Evaluación general:	Beneficioso
Tipos de engranajes probados:	Arrastre
Aplicabilidad para uso comercial:	Modificación de engranajes existentes, muchos diseños/configuraciones ya en uso
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	Australia, Golfo de México, Mauritania, Mar Mediterráneo, EE. UU., Oeste del Océano Índico
Impacto en la captura objetivo:	Ninguno (con daño reducido a la captura objetivo en pesquerías de gambas o gambas) cuando se configura de forma eficiente
Número de estudios evaluados:	8 (todos probados en engranajes comerciales)

Los TEDs son rejillas cosidas en redes de arrastre que dirigen selectivamente organismos grandes como tortugas hacia una abertura en la red, permitiendo que las especies objetivo pasen hacia el extremo del bacalao (Robins et al., 2002; Epperly, 2003; Cox et al., 2007; Haas, 2011). La abertura de escape suele colocarse en la parte superior de la portería. Los TED pueden fabricarse en diseños "duros", utilizando materiales rígidos como aluminio o acero, o "flexibles" usando materiales más blandos o flexibles como plásticos o mallas de alta resistencia (Eayrs, 2005; Lucchetti et al., 2019).

La mayoría de las investigaciones experimentales han demostrado que el uso de TEDs reduce significativamente la captura accidental de tortugas. En la pesca de gambas del norte de Australia, los TEDs redujeron la captura accidental anual de tortugas de aproximadamente 5.000 a menos de 200 individuos, una reducción de ~97% (Robins et al., 2002) y en otra pesquería australiana se observaron reducciones pesqueras de hasta el 95% (Cox et al., 2007). En dos ensayos en el Mediterráneo, los arrastreros equipados con TED no capturaron tortugas, mientras que las redes de control capturaron 10 (Lucchetti et al., 2019) y 16 (Baldi et al., 2025), respectivamente. Estudios comparativos también han reportado reducciones de hasta el 97% en los ensayos en EE. UU., aunque la efectividad en el mundo real varió según el cumplimiento y el diseño del equipo.

Estudios en Estados Unidos, Australia y el Mediterráneo han demostrado que la eficacia de las TED depende de múltiples factores (Cox et al., 2007; Haas, 2011; Lucchetti et al., 2019). El diseño adecuado y la conformidad, incluyendo el espaciamiento de las barras y el tamaño de la abertura de escape, son consideraciones importantes. Un mayor espaciamiento de las barras mejora la retención de las especies objetivo, pero potencialmente permite que tortugas más pequeñas pasen. Las tortugas adultas pueden no ser capaces de salir de la red a través de un TED si la abertura de escape es demasiado pequeña, reduciendo la efectividad general (Epperly, 2003; Cox et al., 2007; Haas et al., 2011). Aumentar el tamaño de la abertura de escape permite que las tortugas más grandes escapen mientras que se captura a las especies objetivo más pequeñas; sin embargo, el ensanchamiento del espacio de barra de la rejilla tiene un impacto mínimo en la reducción de la captura incidental (Haas et al., 2011).

Comparando materiales, las rejillas duras y flexibles reducen la captura accidental de tortugas marinas sin afectar la captura comercial (Lucchetti et al., 2016, 2019; Wakefield et al., 2017). Los TED bien diseñados no afectan el rendimiento técnico de arrastre (apertura horizontal y vertical de la red y apertura de puertas) ni aumentan la fuerza de remolque requerida y, por tanto, el consumo de combustible (Lucchetti et al., 2016). En general, las rejillas rígidas son más efectivas que las blandas debido a su superior eficiencia de exclusión, durabilidad y cumplimiento normativo, ya que proporcionan una barrera más fiable contra el enredo de tortugas (Eayrs, 2005). Sin embargo, las rejillas flexibles permiten una recuperación y almacenamiento de redes más fácil, mejorando la eficiencia pesquera, especialmente en embarcaciones más pequeñas (Lucchetti et al., 2019).

En un estudio, el uso de un TED de cuadrícula blanda redujo la captura accesoria de tortugas en pesquerías demersales multiespecies costeras del Mediterráneo (Lucchetti et al., 2019), mientras que la captura comercial y el tamaño de las principales especies objetivo no se vieron afectados. Las grabaciones de cámaras de vídeo submarinas documentaron que los peces atrapados en la red nadaban a través de la rejilla y llegaban fácilmente al extremo del bacalao, sin la apertura de escape del TED. Sin embargo, en otro estudio multiespecie en el Adriático, algunos buques experimentaron importantes reducciones en la captura comercial al utilizar TEDs, con una pérdida media de captura del 19,7% observada directamente en TEDs (Baldi et al., 2025). En consonancia con estudios previos en el mar Adriático, los resultados mostraron una alta variabilidad entre las capturas, probablemente influenciadas por factores ambientales y características de las embarcaciones.

Para que los TEDs alcancen su máximo potencial, es esencial una colaboración duradera entre la industria pesquera, científicos y gestores de recursos, junto con la educación y la divulgación, el seguimiento previo y posterior a la implementación, la aplicación y incentivos para la adopción. También deben considerarse los problemas de cumplimiento y la supervisión inadecuada para que los TEDs sean considerados medidas de mitigación exitosas (Cox et al., 2007). Además, los TED necesitan una instalación y mantenimiento adecuados, ya que problemas como obstrucciones, ajustes incorrectos o incapacidad intencionada pueden reducir la eficacia (Robins et al. 2002, Eayrs 2005) y, por tanto, disminuir la confianza de la industria en la adopción de la tecnología.

Cerco de bolsa

Dispositivos de agregación de peces – Construcción y despliegue de FADs no entrelazantes

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	✓	✓	✓	✓

Evaluación general:	Beneficioso
Tipos de engranajes probados:	Cerco de bolsa
Aplicabilidad para uso comercial:	Los FADs no entrelazantes ya son requeridos por algunos RFMO de atún
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	Océano Índico occidental, océano Pacífico
Impacto en la captura objetivo:	Ninguno (Moreno et al., 2018, Restrepo et al., 2023)
Número de estudios evaluados:	5 (4 probados en equipos comerciales; 1 meta-análisis)

La pesca de cerco consiste en rodear bancos de peces con una red grande, a menudo utilizando dispositivos de agrupación de peces a la deriva (FADs) para atraer atún y aumentar la eficiencia de la captura. Los FADs proporcionan estructura en un entorno oceánico abierto, creando hábitat para peces y otra fauna marina, incluidas las tortugas. Los peces se sienten atraídos por los FADs por diversas razones, incluyendo alimentarse de especies de presas o como puntos de referencia para la formación de cardúmenes. Estos se clasifican en FADs anclados, usados principalmente en pesquerías costeras a pequeña escala, y FADs a la deriva (o dFADs), que son utilizados por flotas industriales de cerco en mar abierto (Dagorn et al., 2012).

Las tortugas marinas son capturadas con poca frecuencia por pesquerías de cerco purse, y la mayoría son liberadas vivas con un manejo mínimo. En las regiones oceánicas, se estima que se capturan entre 5 y 200 tortugas al año, con más del 90% liberadas con éxito vivas (Gilman, 2011; Dagorn et al., 2012; Pons et al., 2023). Sin embargo, la mortalidad no observada debida al enredo en la red sumergida de FADs sigue siendo una preocupación significativa, ya que estos eventos rara vez se incluyen en las estimaciones de capturas incidentales (Dagorn et al., 2012).

Los FADs a la deriva se asocian con una mayor captura accidental de juveniles de atún bigeye y especies de tiburones sobreexplotadas, pero con menor captura accidental de tortugas marinas, especialmente en el caso de las tortugas laúd. En cambio, los grupos libres de cardumes, que se dirigen a bancos de atún no asociados, resultan en capturas accidentales significativamente más altas de laúd, aproximadamente un 90% más que en los grupos FAD, así como en un aumento de capturas de peces pico y mantas y rayas diablo amenazadas. Los conjuntos de troncos, que atacan restos flotantes naturales, presentan las tasas más altas de captura accidental de tortugas en general (Gilman et al., 2016). Sin embargo, los dFADs suponen un riesgo de pesca fantasma y enredos, especialmente en diseños de malla grande. Se sabe que los FADs tradicionales con paneles de malla grandes pueden

enredar tortugas, pero la monitorización es difícil ya que estos eventos suelen pasar desapercibidos (Pons et al., 2023).

Para reducir la captura accesoria de tortugas marinas en las pesquerías tropicales de atún con cerco de bolsa, se recomienda una combinación de modificaciones técnicas y estrategias de monitorización. Las medidas técnicas incluyen el uso de FADs no entrelazantes, que eliminan componentes de malla o restringen el tamaño de la malla a menos de 2,5 cm para evitar el entrelazamiento. Los FADs que utilizan componentes biodegradables en la estructura sumergida son tan efectivos como los FADs no biodegradables que agregan y no especies de atún (Moreno et al., 2018). Solo los FADs construidos sin red pueden eliminar completamente el enredo no intencionado de tortugas, tiburones y especies de peces de aleta, y considerarse FADs totalmente no enredados (Restrepo et al., 2023). Estos FADs se construyen con materiales blandos o sólidos como lonas, cuerdas u otras estructuras que no son redes, reduciendo el riesgo de atrapamiento de tortugas (Dagorn et al., 2012; Pons et al., 2023). También se fomenta los materiales biodegradables, como el bambú y el algodón, para reducir la pesca de fantasmas y los residuos marinos a largo plazo (Pons et al., 2023). Además, limitar los conjuntos de cerco en objetos flotantes, especialmente troncos y FADs con alto riesgo de enredamiento, y evitar el cerco de tortugas visiblemente presentes durante las operaciones de pesca puede reducir los encuentros con tortugas (Gilman, 2011, 2016).

Línea larga

La pesca con palangre pelágico es un método globalmente extendido utilizado principalmente para atacar especies pelágicas de alto valor como el pez espada (*Xiphias gladius*), el ojo grande (*Thunnus obesus*), el atún albacares (*Thunnus albacares*) y el atún albacora (*Thunnus alalunga*) (Yan et al., 2024). La técnica de pesca consiste en desplegar largas líneas principales de las que se cuelgan numerosos anzuelos cebados a intervalos regulares mediante ganganiones o ramales más cortos (Piovano et al., 2009; Fernandez-Carvalho et al., 2015). Estas ramales cuelgan verticalmente de la línea principal, que flota en la columna de agua, a menudo derivando con las corrientes oceánicas (Santos et al., 2023). Dependiendo de la especie objetivo, el equipo se coloca a diferentes profundidades: el equipo de profundidad se usa principalmente para atún, mientras que el de baja profundidad se usa para cazar peces espada (Beverly et al., 2009; Swimmer et al., 2017).

En comparación con el arrastre o la pesca con redes de enmalle, el palangre pelágico se considera relativamente selectivo en cuanto a especies y tamaño de captura objetivo (Sales et al., 2010). No obstante, su uso extensivo en océanos tropicales y templados genera considerables preocupaciones ecológicas, especialmente debido a las altas tasas de captura accidental de especies no objetivo, incluyendo tiburones, aves marinas y especialmente tortugas marinas (Fernandez-Carvalho et al., 2015; Yan et al., 2024).

Las tortugas marinas están entre las especies no objetivo más vulnerables afectadas por la pesca de palangre pelágico. Varias especies, incluyendo la cabeba, la tortuga laúd, la tortuga oliva y la tortuga verde, interactúan frecuentemente con el equipo de palangre debido a la superposición de rangos de profundidad con las zonas de despliegue de anzuelos (Yan et al., 2024). Los palangres de baja profundidad (normalmente situados a <60 m) usados para peces espada son especialmente problemáticos, mostrando tasas significativamente mayores de captura accidental de tortugas que las líneas de puntería de atún de profundidad (Swimmer et al., 2017).

Las tortugas suelen ser enganchadas mientras intentan consumir el cebo, lo que a menudo resulta en anzuelos incrustados en la boca, la garganta o el tracto digestivo (Kiyota et al., 2004; Echwiki et al., 2010, 2011). En algunos casos, las tortugas pueden quedar enganchadas o enredadas, no necesariamente por alimentación, sino quizás por curiosidad (Echwiki et al., 2011). Aunque algunas

tortugas escapan o son liberadas con vida, el estrés y las lesiones sufridas durante la captura suelen provocar un retraso en la mortalidad (Swimmer et al., 2013; Santos et al., 2023).

La supervivencia tras el lanzamiento es muy variable y en gran medida incierta. El riesgo de mortalidad aumenta con la gravedad de las lesiones, especialmente el enganche profundo, el enredo y la presencia de equipo retenido (Ngyuen et al., 2022). Las tortugas que parecen viables en el momento de la liberación pueden morir en cuestión de semanas debido a lesiones internas, inanición o ahogamiento (Ngyuen et al., 2022). Esto es especialmente crítico para las pesquerías de zonas poco profundas, donde la mayoría de las tortugas cabamás están inicialmente vivas al capturarlas, pero pueden no sobrevivir mucho tiempo después de la liberación (Swimmer et al., 2013).

La mayoría de los esfuerzos para reducir la captura accidental de tortugas en pesquerías de palangre han implicado el uso de tipos alternativos de anzuelos para facilitar la retirada y el transporte de mortalidad por anzuelo, así como el uso de alternativas a los cebos para calamares, incluyendo el uso de cebos artificiales.

Ganchos circulares

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	✓	✗	✓	✓

Evaluación general:	Equilibrio entre el beneficio para las tortugas y el impacto negativo en los tiburones.
Tipos de engranajes probados:	Palangre pelágico
Aplicabilidad para uso comercial:	Los anzuelos circulares están disponibles comercialmente y se utilizan ampliamente
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	Australia, Canadá, mar Mediterráneo, EE. UU., Océano Índico Occidental, Océano Pacífico, Océano Atlántico
Impacto en la captura objetivo:	Variable, pero generalmente sin efecto ni aumento. Disminución reportada en dos estudios (Drynan et al., 2025)
Número de estudios evaluados:	>10 probados en engranajes comerciales; 2 metaanálisis;

Un anzuelo circular es un anzuelo de pesca fabricado de modo que la punta se gira perpendicularmente hacia atrás al vástago del anzuelo para formar una forma generalmente circular u ovalada, y proporcionar una alternativa a los anzuelos en J o atún. En comparación, un gancho en J es menos redondeado y su punta está orientada paralela al vástago. Los ganchos circulares tienden a causar menos daño a los animales capturados porque suelen quedarse alojados en la mandíbula inferior o en la bisagra de la mandíbula, en lugar de engancharse en zonas más dañinas, como el esófago, órganos respiratorios o el paladar (Serafy et al., 2012). Estas diferencias de forma y orientación de punto a vástago, combinadas con otros aspectos del tamaño, configuración y modo de despliegue del anzuelo, pueden cambiar las tasas de captura tanto de especies objetivo como de capturas accidentales, al tiempo que afectan al estado de los animales enganchados en el remolque. En muchos, pero no en todos los casos, el uso del anzuelo circular se ha asociado con una mejora de

la condición de individuos capturados como de individuos no objetivo (Cooke & Suski, 2004; Watson et al., 2005; Kerstetter & Graves, 2006; Díaz, 2008; Epperley et al., 2012; todos citados en Serafy et al., 2012).

La mayoría de la evidencia sugiere que los anzuelos circulares, especialmente aquellos que tienen anchos mínimos grandes y son grandes en relación con el tamaño de la boca de tortugas marinas susceptibles (por ejemplo, tamaño 18/0), pueden reducir las interacciones de anzuelo y la probabilidad de ingestión profunda de anzuelos (Serafy et al., 2012; Clarke et al., 2014; WCPFC-SPC, 2016). Varios estudios han informado que los anzuelos en J tienen más probabilidades que los anzuelos circulares de causar ganchos internos o intestinales, así como ganchos mandíbulas en comparación con los anzuelos circulares (Drynan et al., 2025). El uso de anzuelos circulares es ahora obligatorio en muchas jurisdicciones que gestionan la pesca de palangre pelágico.

La mayoría de los estudios informan de un impacto mínimo en la captura del objetivo cuando se usan ganchos circulares y, en muchos casos, un aumento del CPUE objetivo. Aunque el cambio de los anzuelos en J a los anzuelos circulares parece ser eficaz para reducir la mortalidad en la embarcación tanto de tortugas como de especies objetivo, existe un compromiso en los beneficios de conservación para las tortugas y un aparente aumento de CPUE para múltiples especies de tiburones con anzuelos circulares, aunque este aumento no es universal. Independientemente de la variedad de respuestas reportadas al tipo de anzuelo, existe un acuerdo general en que los anzuelos circulares parecen aumentar la CPUE para los tiburones, ya sean especies objetivo o capturas incidentales (Drynan et al., 2025).

Dependiendo de la especie objetivo, algunas pesquerías optan por usar anzuelos circulares más pequeños. Debido a su forma, los anzuelos circulares de cualquier tamaño tienden a desplazar el número de ganchos hacia la boca, en lugar de ser tragados. Se ha considerado una mejor opción para mejorar la mortalidad tras el lanzamiento. Sin embargo, no está claro si se considera plenamente la anatomía y fisiología de las tortugas marinas (Parga, 2012; M. Parga en ICES, 2025). El esófago de las tortugas tiene una pared muscular fuerte y gruesa cubierta de papilas queratinas, lo que lo hace bastante resistente a lesiones e infecciones: a menos que el anzuelo se aloje cerca del corazón o de grandes vasos sanguíneos, y siempre que las prácticas de manipulación sean correctas, una tortuga marina puede sobrevivir con varios anzuelos incrustados aquí, algo común en el Mediterráneo (M. Parga en ICES, 2025). En cambio, la boca presenta varias estructuras bastante sensibles y frágiles que deben considerarse cuidadosamente, como la glotis (entrada al sistema respiratorio), la lengua (fácilmente fracturada e infectada) y la articulación mandibular. Por tanto, un anzuelo atascado en la boca solo es beneficioso si los pescadores lo retiran de forma segura, incluyendo toda la línea de arrastre: las cuerdas que quedan arrastrando son, con diferencia, la parte más peligrosa del equipo (Parga, 2012). Debido a su forma, los anzuelos circulares son mucho más difíciles de quitar que los anzuelos en J, lo que causa más daños debido a su gran espina. Si se desean anzuelos más pequeños (<tamaño 16/0) por la especificidad del objetivo, el uso de anzuelos en J pequeños puede ser más beneficioso que los anzuelos circulares de tamaño similar debido a la facilidad de retirada segura. Se espera que la eliminación de los anzuelos beneficie principalmente a las tortugas marinas si existe el entrenamiento y el equipo adecuados para la retirada segura de los anzuelos.

Falta información sobre la mortalidad tras la liberación de las tortugas capturadas en relación con la ubicación de los anzuelos y las lesiones asociadas, lo cual es información esencial para determinar adecuadamente los impactos en los equipos (Parga, 2012) y, por tanto, para seleccionar opciones de manejo adecuadas que minimicen la captura accidental. Los anzuelos circulares se consideran mejor en el contexto de una estrategia integrada de reducción de capturas accesorias o gestión pesquera que incluya y/o considere una variedad de herramientas y opciones voluntarias y regulatorias. Factores como el tamaño del anzuelo, el estilo de pesca, el modo de alimentación de los peces y la

morfología de la boca parecen afectar la eficacia de los anzuelos circulares. Por estas razones, es difícil promover la adopción del uso de anzuelos circulares como solución para todos los peces y pesquerías. En cambio, Cooke & Suski (2004) recomendaron que las agencias de gestión se centren en recomendar los anzuelos circulares solo para los casos para los que existan datos científicos apropiados.

Cambiar el tipo de cebo de calamar a pescado

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	✓	✗	?	✓

Evaluación general:	Compensaciones entre beneficios para las tortugas e impacto negativo en los tiburones en algunas pesquerías (Drynan et al., 2025 y referencias en ellas)
Tipos de engranajes probados:	Palangre pelágico
Aplicabilidad para uso comercial:	Tanto cebos para calamares como para peces ya en uso
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	Noreste, Noroeste y Océano Atlántico Sur, Océano Pacífico Noroeste, Golfo de México, Hawái
Impacto en la captura objetivo:	Variable, pero generalmente sin efecto (Echwikihi et al., 2011) o aumento (Drynan et al., 2025)
Número de estudios evaluados:	8 (6 probados en equipos comerciales; 1 meta-análisis; 1 ensayo cautivo)

El tipo de cebo utilizado en las pesquerías de palangre pelágico tiene una influencia significativa en las tasas de captura accidental de tortugas marinas, la ubicación de la captura y los resultados asociados tras la captura. En los estudios, el cebo para peces, especialmente la caballa, se ha asociado consistentemente con una reducción de la captura accidental de tortugas marinas en comparación con el cebo para calamares (Kiyota et al., 2004; Brazner & McMillan, 2008; Echwikihi et al., 2010; Echwikihi et al., 2011; Gilman, 2011; Swimmer et al. 2017; Gilman et al., 2020).

El cebo para peces parece reducir la captura incidental principalmente al modificar la mecánica de alimentación. Las tortugas a menudo mordisquean o lloran el cebo de pescado en lugar de tragarlo entero, lo que lleva a un enganche superficial o bucal en lugar de una ingestión profunda. Este comportamiento reduce la probabilidad de una lesión interna grave y mejora la supervivencia tras la liberación (Kiyota et al., 2004; Gilman, 2011; Gilman et al., 2020). En cambio, el cebo para calamares tiende a ser tragado entero, aumentando la probabilidad de enganchar en las tripas y retener el equipo (Kiyota et al., 2004; Gilman et al., 2020). La evidencia metaanalítica respalda estos hallazgos. Un análisis exhaustivo de 21 tamaños de efecto específicos de cada estudio mostró que el cebo para peces redujo el riesgo de captura de tortugas en aproximadamente un 60%. Este patrón era especialmente evidente en tortugas cabobas y tortugas laúd. Además, el riesgo de captura accidental de tiburones azules se redujo en un 34% con el cebo para peces, aunque este tipo de cebo puede reducir simultáneamente las tasas de captura de especies objetivo económicamente importantes como los atunes y los peces pico (Gilman et al., 2020).

En estudios individuales, el cebo para caballas superó consistentemente al calamar en la reducción de capturas de tortugas. Por ejemplo, el cebo para caballas llevó a menos capturas de tortugas en las operaciones de palangre del Atlántico Norte (Brazner & McMillan, 2008). En ensayos en cautividad, las tortugas cababas tragaron calamares enteros pero rompieron o mordieron cebo para peces, confirmando diferencias de comportamiento que explican los resultados en el campo (Kiyota et al., 2004). Un estudio de campo en el golfo de Gabès, Túnez, comparó el cebo para caballa y la raya y encontró que el cebo para mantarrayas mostró la captura accidental más baja (0,217 tortugas/1000 anzuelos frente a 1,173 con caballas), además de aumentar las tasas de captura de especies objetivo. Sin embargo, la mortalidad directa se mantuvo alta (20,7%) y no se evaluó la mortalidad tardía por enganche interno (Echwiki et al., 2010). Una revisión posterior confirmó la efectividad general del cebo para peces sobre el calamar en múltiples regiones, sin reducir la captura objetivo (Echwiki et al., 2011).

Drynan et al. (2025) señalaron que algunos estudios reportaron, como efecto secundario del cambio de cebo, un aumento en la tasa de captura de tiburones, lo que indica una preferencia por el cebo para peces en algunas especies (por ejemplo, Foster et al., 2012; Amorim et al., 2015; Gilman et al., 2016; Kumar et al., 2016). Sin embargo, los resultados variaron entre y dentro de la especie y adoptar un cambio en el tipo de cebo pareció ser neutro en costes (Drynan et al., 2025). Cambiar el tipo de cebo puede reducir las tasas de captura de tortugas, pero deberían realizarse ensayos locales antes de una implementación más amplia en una pesquería donde el impacto perjudicial sobre los elasmobranchios sea probable, con el tipo de cebo determinado por el orden prioritario de la especie a mitigar y equilibrado con el impacto en la captura objetivo (Drynan et al., 2025).

Anzuelos circulares y cebos para peces en combinación

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	✓	✗	✓	✓

Evaluación general:	Compensaciones entre los beneficios para las tortugas y el daño (aumento de la captura) de tiburones en algunas pesquerías
Tipos de engranajes probados:	Palangre pelágico
Aplicabilidad para uso comercial:	Tanto cebos para calamares como para peces, y anzuelos J y circulares ya en uso
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	Océano Atlántico, Océano Pacífico, Océano Índico Occidental
Impacto en la captura objetivo:	Ninguno
Número de estudios evaluados:	11 (9 probados en equipos comerciales; 2 meta-análisis)

La modificación conjunta de la forma del anzuelo y el tipo de cebo ha demostrado ser especialmente eficaz para reducir la captura accidental de tortugas marinas. Numerosos estudios, ensayos de campo, evaluaciones regulatorias y metaanálisis confirman que el uso de anzuelos de círculo ancho en combinación con cebo para peces reduce significativamente tanto las tasas de captura accidental

como la probabilidad de anzuelos profundos, en diversas especies de tortugas y pesquerías, manteniendo al mismo tiempo el CPUE objetivo (Watson et al., 2005; Gilman et al., 2007; Gilman, 2011; Santos et al., 2013, 2023; Coelho et al., 2015; Gilman, 2016; Gilman & Huang, 2017; Swimmer et al., 2017; Ochi et al., 2024; Yan et al., 2024).

En el Atlántico Noreste Tropical, un ensayo comparativo mostró que la captura accidental de tortuga laúd se redujo en un 55% usando anzuelos circulares sin desplazamiento, sin que el tipo de cebo tuviera un efecto estadísticamente significativo. Para tortugas de caparazón duro como la cabeza, la tortuga oliva y la tortuga de Kemp, la captura accesoria se redujo hasta un 59% con anzuelos circulares y un 55% con cebo para caballas. Las tortugas laúd estaban mayormente enganchadas externamente, mientras que las tortugas de caparazón duro estaban principalmente enganchadas internamente, lo que genera preocupaciones sobre la mortalidad tras la liberación (Coelho et al., 2015). Un estudio japonés de líneas largas confirmó el efecto del enfoque combinado. Los anzuelos circulares redujeron el anzuelo profundo y promovieron el enganche bucal en los cabezones, mientras que el cebo para peces resultó en una mortalidad cero observada de tortugas. La combinación de anzuelos circulares grandes con cebo para calamares también produjo la CPUE, tasa de mortalidad y mortalidad por unidad de esfuerzo (MPUE) más baja (Ochi et al., 2024). Una revisión de 25 estudios experimentales confirmó que los anzuelos circulares más anchos y el cebo para peces reducen significativamente las tasas de captura de tortugas marinas y el anzuelo profundo, observándose las reducciones más sustanciales cuando ambos se usaban en combinación. Los anzuelos circulares favorecían posiciones anatómicas no letales, mejorando la supervivencia tras la liberación, especialmente en tortugas de caparazón duro. Los leatherbacks, generalmente enredados o con anzuelos externos, también mostraron tasas reducidas de captura en anzuelos circulares (Gilman & Huang, 2017). Sin embargo, las modificaciones en el equipo también pueden afectar a otras especies. En algunos casos, los anzuelos circulares y el cebo para peces aumentaron las tasas de captura y el riesgo de anzuelos profundos para tiburones y peces pico, especialmente en pesquerías de baja profundidad. Estos compromisos subrayan la necesidad de equilibrar los objetivos de conservación entre taxones y adaptar las estrategias de mitigación a pesquerías específicas. Además, en pesquerías de palangre en profundidad, donde la mortalidad de tortugas tras el anzuelo ya es alta, los beneficios de cambiar anzuelos y cebos disminuyen (Gilman, 2016).

Cambios regulatorios a gran escala en la pesquería de pez espada con base en Hawái introdujeron anzuelos circulares 18/0 con cebo para pescar, reemplazando los anzuelos en J por calamares. Este cambio redujo la captura accidental de cabecera y laúd en un 90% y 83%, respectivamente, y la captura de carayas profundas en tortugas de caparazón duro pasó del 60% al 22%. Tras la regulación, todas las tortugas fueron liberadas vivas, la captura de pez espada aumentó un 16% y la de tiburón disminuyó un 36%, probablemente debido al cambio de cebo (Gilman et al., 2007). Los metaanálisis refuerzan estos hallazgos. Una síntesis global reportó reducciones significativas en la captura accidental al usar anzuelos circulares en tortugas cabobas, tortugas laúd y tortugas oliváceas, mientras que las tortugas verdes no mostraron efectos estadísticamente significativos. El cebo para peces en lugar de calamar redujo la captura accidental de tortugas en general, con los mejores resultados para las cabezones y en el Pacífico. Cabe destacar que la combinación de anzuelos circulares y cebo para peces produjo un efecto mayor que cualquiera de los dos métodos por sí sola (Yan et al., 2024). Se esperaba que la probabilidad de captura accidental de tortugas laúd fuera menor cuando se usaban solo cebos para peces y anzuelos circulares (medidos por separado) y aumentaba significativamente con el uso de calamares y anzuelos en J (Swimmer et al., 2017).

Las prioridades de investigación para las combinaciones de cebo de peces y anzuelos circulares siguen siendo para los efectos de factor único de la forma del anzuelo y el ancho mínimo del anzuelo, así como sobre los efectos de factores individuales o combinaciones de factores en las tasas de supervivencia de los remolques. También existen pocos datos empíricos sobre los efectos en la

ubicación anatómica del anzuelo y la supervivencia tras la liberación (Gilman & Huang, 2017), lo cual es fundamental para entender los verdaderos beneficios de aplicar una estrategia de pesca con anzuelo circular y cebo para pescar.

Una evaluación de las medidas regulatorias estadounidenses a lo largo de dos décadas mostró que la adopción obligatoria de anzuelos circulares y cebo para peces redujo la captura accidental de cababa en un 61-95% y la captura accidental de laúd entre un 40 y un 84%, dependiendo de la región. En una región pesquera, la probabilidad de captura accidental de cababe y laúd fue de 3,3 a 3,5 veces mayor usando anzuelos en J con cebo para calamares que con anzuelos circulares y cebo para peces (Swimmer et al. 2017).

Eliminación de luces fijas y palos de luz (señuelos de luz) en las cuerdas largas

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	✓	✓	?	✓

Evaluación general:	Probablemente sea beneficioso
Tipos de engranajes probados:	Línea larga
Aplicabilidad para uso comercial:	Producto(s) comercial(es) disponible(s); ya en uso para la atracción de especies objetivo
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	Brasil, Ecuador, México, Océano Atlántico Noroeste, Perú, Reunión, EE. UU. (Hawái)
Impacto en la captura objetivo:	Ninguno
Número de estudios evaluados:	7 (6 probados en equipos comerciales; 1 estudio de laboratorio)

Los señuelos ligeros se utilizan ampliamente en las pesquerías de palangre pelágico, ya que se cree que aumentan las tasas de captura de especies objetivo como el pez espada y los atúns. Las luces pueden adoptar la forma de palos químicos, normalmente verdes pero disponibles en otros colores, o como LEDs alimentados por pilas. Atraen peces imitando presas bioluminiscentes, aumentando así las tasas de captura. En el palangre, se colocan señuelos ligeros a los snoods, normalmente cerca del anzuelo, para crear una atracción visual para el atún y otras especies pelágicas como el pez espada y el marlín. Los light sticks químicos son artículos de un solo uso y a menudo se pierden en el mar, convirtiéndose en una fuente significativa de contaminación marina. Las luces LED alimentadas por pilas son una alternativa más sostenible a los palos de luz de un solo uso.

Hay evidencia de que tanto los organismos objetivo como los no objetivo se sienten fuertemente atraídos por las luces en la columna de agua, especialmente las verdes (Alfonso et al., 2021; Swimmer et al., 2017), aunque la respuesta con las tortugas puede variar según la especie y la clase de edad. Un estudio de laboratorio mostró que los jóvenes de laúd son indiferentes o reacios a las luces de pesca, mientras que los jóvenes cabazones se sienten constantemente atraídos por ellas. Sin embargo, las observaciones de campo muestran el patrón contrario: las cabezones se capturan principalmente durante el día cuando no se usan luces, mientras que las tortugas laúd se detectan por la noche cuando

se despliegan las luces. Esta discrepancia sugiere que los comportamientos de laboratorio pueden no reflejar respuestas naturales (Gless et al., 2008). En el campo, las tortugas cabezudas muestran fuertes preferencias individuales de color al morder, eligiendo consistentemente el mismo color que seleccionaron inicialmente. Sin embargo, a nivel poblacional, no se identificó una preferencia clara por amarillo, rojo o azul. Las tortugas mantenidas en cautividad durante más de seis meses mostraron respuestas significativamente mayores a las mordeduras, lo que sugiere que la duración de la cautividad es una variable importante a considerar en los estudios de comportamiento. Estos hallazgos ponen en duda la eficacia de simplemente cambiar los colores del cebo como medida universal de reducción de capturas incidentales (Piovano et al., 2013).

En el Océano Atlántico, los atractores de luz verde aumentaron significativamente las tasas de captura de las especies objetivo, pero también condujeron a tasas desproporcionadamente más altas de captura accidental, especialmente en tiburones azules y tortugas marinas: específicamente, el 82% de las tortugas marinas fueron capturadas con anzuelos iluminados en verde, mientras que las luces azules y blancas mostraron tasas globales de captura más bajas tanto para especies objetivo como para capturas incidentales (Alfonso et al., 2021).

Crognale et al. (2008) informaron que los LEDs que parpadean a >16 Hz pueden provocar mayores tasas de captura porque la luz es menos detectable para la laúd, manteniendo su eficacia para atraer peces espada. Swimmer et al. (2017) informaron que el uso de palo de luz estuvo positivamente correlacionado con la captura accidental de cabeza.

Generalmente faltan pruebas del impacto de los señuelos ligeros en las especies objetivo, salvo por dos estudios en pesquerías de tiburones que no mostraron cambios en el CPUE objetivo (Bielli et al., 2020; Darquea et al., 2020). Dado que la adición de señuelos ligeros a las líneas palangrarias es para mejorar directamente las tasas de captura de especies objetivo, es lógico pensar que la eliminación de luces reducirá la CPUE objetivo. Evitar el uso de palos ligeros en pesquerías de palangre puede ser una medida práctica y fácil de implementar para reducir la captura accesorio, pero en ausencia de datos sólidos sobre los impactos en las especies objetivo, la eliminación de la iluminación artificial en las pesquerías requiere ensayos locales sobre la captura clasificada para las especies objetivo para confirmar la eficacia antes de su implementación.

Dispositivos de blindaje con gancho

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	✗	✓	✓	✓

Evaluación general:	Poco probable que sea beneficioso
Tipos de engranajes probados:	Arrastre
Aplicabilidad para uso comercial:	Modificación de engranajes existentes, muchos diseños/configuraciones ya en uso
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	Brasil, Sudáfrica
Impacto en la captura objetivo:	Ninguno
Número de estudios evaluados:	3 (2 probadas en equipos comerciales; 1 prueba cautiva)

Tecnologías emergentes como los dispositivos de blindaje con ganchos han mostrado potencial en ensayos experimentales. Se han desarrollado dos sistemas, el Gancho de Atún Inteligente (Jusseit, 2010; Baker et al., 2016) y el Gancho-pod (ACAP, 2019). Desarrollado originalmente como una medida para mitigar la captura accidental de aves marinas, el Gancho Smart Tuna utiliza un anzuelo de palangre de atún modificado que acepta un escudo metálico especialmente diseñado que desactiva el anzuelo una vez cebado, evitando la ingestión y haciendo imposible que cualquier ave marina o tortuga sea enganchado mientras el escudo permanece en su lugar. El escudo se libera del anzuelo en menos de 15 minutos tras ser sumergido en agua salada, permitiendo capturar peces después de que el anzuelo cebado haya atravesado la columna de agua hasta la profundidad establecida, más allá de las profundidades normales de buceo y alimentación de la mayoría de aves marinas y tortugas. Los ensayos de laboratorio demostraron la prevención total del enganche y el enredo de aletas en tortugas verdes y cababas mientras el anzuelo estaba protegido (Jusseit, 2010).

El Hookpod, cuando se despliega, se sujeta directamente al anzuelo y encierra la punta y la punta del anzuelo en una carcasa de plástico. Un mecanismo de liberación de presión abre la carcasa a una profundidad de al menos 10 m para soltar el anzuelo cebado (ACAP, 2019).

Se realizó una prueba de campo con el Hookpod en pesquerías pelágicas brasileñas de palangre. Todos los anzuelos utilizados eran circulares, conforme a la normativa nacional. En más de 80.000 anzuelos desplegados, las tasas de captura accidental de tortugas fueron estadísticamente similares entre el equipo equipado con Hookpod y el equipo de control convencional, con 47 y 43 tortugas capturadas respectivamente. Se observó variación estacional, con menor captura accidental de tortugas en la estación fría usando el Hookpod, pero mayor en la estación cálida. En general, el Hookpod no afectó significativamente las tasas de captura accidental de tortugas ni las de las especies objetivo, lo que sugiere que su uso no introduce compensaciones ecológicas no intencionadas mientras proporciona beneficios para la reducción de la captura accidental de aves marinas (Gianuca et al., 2021).

Cebo teñido

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	✗	✓	?	✓

Evaluación general:	Probablemente sea ineficace o perjudicial
Tipos de engranajes probados:	Línea larga
Aplicabilidad para uso comercial:	Tratar el cebo lleva mucho tiempo, factible pero poco práctico
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	Costa Rica, Túnez
Impacto en la captura objetivo:	Ninguno
Número de estudios evaluados:	2 (2 probadas en equipos comerciales; 1 prueba cautiva)

Los intentos de mitigar aún más la captura accesoria mediante modificaciones del color del cebo han sido en gran medida ineficaces en condiciones de campo. Los ensayos de preferencia en laboratorio revelaron que tanto la tortuga cababe como la tortuga ridley de Kemp preferían calamares sin tratar sobre cebos teñidos de azul, y aunque los cababas también preferían calamares sin tratar sobre calamares teñidos de rojo, las tortugas ridley de Kemp mostraron la respuesta contraria (Swimmer et al., 2005). Sin embargo, los ensayos de campo no demostraron una reducción estadísticamente significativa en las tasas de captura accidental de tortugas entre los cebos de calamar teñidos de azul y los no tratados (Swimmer et al., 2005; Echwiki et al., 2010). Estos hallazgos destacan que, aunque el color del cebo puede influir en el comportamiento de las tortugas en condiciones controladas, no es suficiente como medida de campo independiente. El comportamiento alimentario de las tortugas en entornos reales parece más complejo y está impulsado por múltiples estímulos sensoriales, incluyendo textura, olor y movimiento del agua (Swimmer et al., 2005).

Gillnet y Setnet

Las redes de enmalla, también conocidas como redes de enmalla, son redes de pesca en forma de cortina diseñadas para atrapar peces enredándose en sus branquias. Se despliegan verticalmente y se mantienen en su lugar mediante flotadores en la parte superior y pesos en la parte inferior, formando una pared hacia la que nadan los peces. Las redes de enmalle pueden colocarse cerca de la superficie para capturar peces pelágicos o en el fondo o cerca del fondo para capturar peces demersales. Pueden anclarse o fijarse al fondo marino, o dejar que deriven con la corriente en la columna de agua. Aunque son efectivas para atacar peces pelágicos de mar abierto como el atún y el pez espada, estas redes están asociadas a capturas accidentales significativas de especies no objetivo, lo que ha llevado a prohibiciones y restricciones internacionales sobre su uso (Gilman et al., 2010; Bielli et al., 2020).

Las pesquerías con redes fijas, incluyendo redes de enmalle y redes de trammel, están entre los métodos de pesca más utilizados a nivel mundial, especialmente en zonas costeras y cercanas (Cambiè, 2010; Gilman et al., 2010; Bielli et al., 2020; Gautama et al., 2022). Las redes de enmalle se utilizan tanto en grandes pesquerías industriales como a pequeña escala, a menudo en grandes flotas que pescan intensamente en zonas costeras con regulación y aplicación limitadas (Ortiz et al., 2016). Dado que las redes de enmalle se utilizan a nivel global y a menudo carecen de una regulación adecuada, su impacto global en la captura incidental es difícil de medir (Wang et al., 2010). Sin embargo, se consideran algunas de las mayores fuentes de mortalidad para tortugas marinas (Bielli et al., 2020) y otros organismos marinos.

Mitigar la captura accidental de tortugas en redes de enmalle ha sido difícil de lograr, y solo la iluminación de redes muestra un gran potencial (véase más abajo). Otros enfoques aún pueden considerarse en desarrollo y actualmente no son las mejores prácticas para Gillnet (Gillnet):

- a. Investigaciones limitadas han demostrado que los disuasores visuales como los modelos con forma de depredador (con forma de tiburón) lograron reducciones en capturas accesorias, pero también redujeron significativamente la captura objetivo (Wang et al., 2010). Las tortugas cababas juveniles criadas en cautividad mostraron un comportamiento defensivo hacia un modelo de tiburón en un entorno de laboratorio controlado, tardando significativamente más tiempo en morder el cebo para calamares bajo el modelo de tiburón (Bostwick et al., 2014). Dentro del Océano Índico, las siluetas de tiburones se consideraron poco prácticas para su uso a gran escala debido a la voluminosidad de las siluetas (Pilcher et al., 2025).
- b. También fueron efectivos cambios en la configuración de la red, como la reducción de la altura de la red o la eliminación de los amarres. Sin embargo, estos métodos todavía se aplican rara vez en la práctica debido a las pruebas de campo limitadas, la eficacia específica del contexto y la falta de apoyo regulatorio (Gilman, 2010).
- c. Las redes de enmalle sin flotación, que eliminan la flotación superficial y se hunden más profundamente en la columna de agua, han sido probadas en un estudio de campo en México, donde redujeron la captura accidental de tortugas marinas, especialmente de tortugas oliváceas, en más de un 60%, sin afectar negativamente las tasas de captura de especies objetivo como tiburones y rayas (Peckham et al., 2016).
- d. Martin y Crawford (2015) han propuesto la instalación de paneles visuales en paneles de redes de enmalle para alertar a tortugas y otras especies no objetivo sobre la presencia de redes. Recomendaron ensayar paneles que contengan un patrón de baja frecuencia espacial y alto contraste interno, que probablemente sean detectables en una variedad de ambientes de luz submarina por todos los taxones propensos a capturas accesorias, pero que probablemente no reduzcan la captura de especies de peces objetivo. Estos consideraban que los paneles serían eficaces como medida de mitigación para todas las especies capturadas incidentalmente, relativamente fáciles de desplegar y de bajo coste. Esta sugerencia no ha sido tomada ni evaluada hasta la fecha.
- e. El uso de señales sonoras para advertir sobre la presencia de redes de enmalle no fue recomendado por Martin y Crawford (2015) debido a la pobre capacidad de localización sonora de especies capturadas incidentalmente como las tortugas.

En general, encontramos que pocas de estas medidas estaban respaldadas por estudios que reportaran datos empíricos y es poco probable que los pescadores las adopten en esta etapa porque reducen la captura objetivo, tienen impactos perjudiciales en otras especies o aún requieren una inversión significativa para resolver problemas técnicos.

Iluminación de la red

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	✓	✓	✓	✓

Evaluación general:	Probablemente sea beneficioso
Tipos de engranajes probados:	Red de enmaldamiento, red de trammel
Aplicabilidad para uso comercial:	LEDs y fuentes de luz alternativas disponibles comercialmente, muchos diseños/configuraciones ya en uso
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	Golfo de México, Indonesia, Mar Mediterráneo, Océano Índico Occidental
Impacto en la captura objetivo:	Sin efecto excepto en un estudio (reducción, Jančič et al., 2020)
Número de estudios evaluados:	11 (10 probados en pesquerías comerciales o artesanales; 1 revisión)

Una revisión general de Gilman (2010) encontró que aumentar la visibilidad de la red, mediante materiales reflectantes de los rayos UV, paneles de alto contraste o iluminación, puede reducir significativamente el enredo de las tortugas, ya que dependen de la visión para moverse y buscar alimento.

Entre las medidas de mitigación más estudiadas para las redes de enmalle se encuentra el uso de iluminación con redes. Se han realizado estudios sobre el uso del verde (Wang et al., 2010; Ortiz et al., 2016; Bielli et al., 2020; Jančič et al., 2020; Gautama et al., 2022, Snape et al. 2024), violeta (Darquea et al., 2020) y ultravioleta (Wang et al., 2013; Lucchetti et al., 2019) LEDs en varias pesquerías. El principio se basa en estudios de fisiología visual que muestran que ciertas especies, como las tortugas marinas, pueden detectar redes iluminadas y evitar el enredo. Los LEDs UV (fuera de la mayoría de los rangos visuales de los peces) son especialmente preferidos para reducir la captura accidental de tortugas marinas, ya que siguen siendo visibles para ellos pero son menos visibles para los peces (Horodysky et al., 2010, citados en ICES 2025).

El uso de LEDs verdes fue significativamente eficaz para reducir la captura accesoría de tortugas marinas en múltiples estudios en pesquerías a pequeña escala. En Perú, las redes equipadas con LED verdes y con LEDs colocados cada 10 metros a lo largo de la línea de flotación redujeron significativamente la captura accidental de tortugas marinas, así como la captura incidental de pequeños cetáceos y aves marinas. En redes de deriva superficiales, la probabilidad de captura accidental de tortugas marinas por conjunto disminuyó un 74,4% (del 8,6% al 2,2%), y en redes de fondo un 70,0% (del 1,0% al 0,3%). Las tasas de captura de especies objetivo no se vieron afectadas negativamente (Bielli et al., 2020). Un estudio separado en una pesquería peruana con redes de enmalle en el fondo del fondo informó de una reducción del 63,9% en la captura accidental de tortugas verdes usando la misma configuración LED, también sin afectar las tasas de captura de las especies objetivo (Ortiz et al., 2016). Se observaron resultados similares en México, donde las luces LED verdes colocadas cada 10 metros a lo largo de la línea de flotación redujeron las tasas de captura de tortugas verdes en redes de enmalle experimentales en un 40% en comparación con las redes de control (Wang

et al., 2010). Un estudio realizado en una pequeña pesquería de redes de deriva superficial en Indonesia mostró que el uso de luces LED llevó a una reducción del 61,4% en la captura total de tortugas marinas y a una reducción del 59,5% en la captura accidental de tortugas verdes, sin afectar las tasas ni el valor de captura (Gautama et al., 2022). Un efecto similar se observó en una pequeña pesquería de red fija en el norte de Chipre, donde se probaron NetLights LED verdes intermitentes. El uso de NetLights redujo la captura de tortugas marinas en un 42%. Las tortugas verdes eran capturadas predominantemente en redes poco profundas, mientras que las tortugas cababe eran más frecuentes en grupos más profundos. Las tasas de captura accesoria aumentaron con la proporción de remojo diurno, aunque este patrón fue consistente tanto en redes control como en redes iluminadas (Snape et al., 2024). Sin embargo, en el norte del mar Adriático, un estudio que utilizó LEDs verdes en redes de enmalle en el fondo y redes de trammel no encontró una reducción significativa en la captura accidental de tortugas cabeza, probablemente debido al bajo número de tortugas capturadas. Además, en redes de trammel, los LEDs verdes redujeron significativamente la captura objetivo y el valor (en un 23% y un 27%, respectivamente), lo que genera preocupaciones sobre la viabilidad económica de este método de mitigación en algunas pesquerías (Jančič et al., 2020).

Los LEDs de color violeta con un espacio de 12–14 m en redes de enmalle en la pesca de pequeñas redes a la deriva de Ecuador mostraron que la captura accidental de tortugas verdes se redujo en un 93,3%, y la captura accidental total de tortugas marinas disminuyó un 62,2% en redes iluminadas en comparación con los controles. No se observó una reducción significativa en tortugas oliváceas. Las tasas de captura de especies objetivo no se vieron afectadas (Darquea et al., 2020).

Un estudio con LEDs ultravioleta encontró que las redes iluminadas por UV redujeron la captura accidental de tortugas marinas verdes en México en un 39,7% sin afectar las tasas de captura ni el valor de mercado de los peces objetivo (Wang et al., 2013). En el mar Adriático, las redes de enmalle iluminadas por UV no capturaron tortugas en redes de control, mientras que las tasas de captura y la composición de especies de los peces objetivo permanecieron intactas (Lucchetti et al., 2019). Un estudio adicional en el norte del mar Adriático probó LEDs UV en redes de enmalle en el fondo, apuntando a rayas y peces planos. En 18 pruebas en el mar, las 16 tortugas cabamás fueron capturadas en redes de control sin iluminar, sin ninguna en las redes iluminadas por UV, lo que sugiere fuertes efectos disuasorios. Las tasas de captura objetivo y la distribución de tamaño no se vieron afectadas (Virgili et al., 2018). También destacaron específicamente la turbidez y transparencia del agua como consideraciones ambientales clave para la eficacia de los LEDs UV, señalando que las actividades de dragado suelen disminuir la transparencia del agua en el Mediterráneo, aumentando la turbidez. Como resultado, recomendaron los LEDs UV, que "tienen una mayor capacidad para penetrar a través de condiciones turbias" en comparación con los LEDs de luz visible y los light-sticks químicos (ICES, 2025).

Para mejorar la practicidad y sostenibilidad de la iluminación de redes en pesquerías de redes de enmalle a pequeña escala, se diseñaron boyas iluminadas alimentadas por energía solar en colaboración con pescadores en México. Estas boyas abordan limitaciones clave de los sistemas LED convencionales, como el coste de la batería, el desperdicio y el enredo de los engranajes. Aunque la eficacia de las boyas solares aún no se ha cuantificado en ensayos de campo, fueron diseñadas para replicar los niveles de reducción de captura accesoria de los LEDs convencionales (Senko & Nalovic, 2021).

c. Medidas operativas

Embolia gaseosa y enfermedad por descompresión

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	?	?	?	?

Evaluación general:	Efectividad desconocida
Tipos de engranajes probados:	Arrastre, red de enmalle, palangre
Aplicabilidad para uso comercial:	La modificación de los equipos existentes (TEDs en arrastre), las soluciones operativas requieren pruebas: reducción del tiempo de remojo (todas las marchas), controlar el tiempo de ascenso del equipo en el arrastre (todos los engranajes), la oxigenoterapia hiperbárica en alta mar es poco práctica.
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	Mar Mediterráneo, Brasil,
Impacto en la captura objetivo:	Ninguno
Número de estudios evaluados:	13 (estudios observacionales, ninguno probado en equipos comerciales)

Aunque la mortalidad de las tortugas marinas se atribuye tradicionalmente a ahogamientos o lesiones causadas por equipos de pesca, se ha demostrado que las tortugas pueden sufrir embolia gaseosa (GE) y enfermedad por descompresión (DCS) si son capturadas accidentalmente en equipos de pesca. La primera confirmación se documentó en cabezones capturadas en arrastres y redes de enmalle en el Mediterráneo (García-Párraga et al., 2014) y las cabezas siguen siendo la especie más estudiada en este sentido (Fahlman et al., 2017; Portugués et al., 2018; Parga et al., 2020; Franchini et al., 2021; Robinson et al., 2021; García-Párraga et al., 2023). Estudios posteriores han confirmado casos en otras especies, incluyendo tortugas laúd, tortugas verdes y olivas (Crespo-Picazo et al., 2020; Robinson et al., 2021). GE y DCS representan una fuente de mortalidad a menudo oculta, principalmente en las pesquerías de arrastre y redes de enmalle, y podrían pasar por alto fácilmente en operaciones pesqueras donde los animales no son desembarcados, sino que se cortan en el agua. Si no se tiene en cuenta, los números de mortalidad de tortugas marinas podrían subestimarse significativamente (Fahlman et al., 2017).

Las tasas de incidencia pueden ser altas, con entre el 40 y el 100 % de las tortugas capturadas en arrastres de fondo y redes de enmalle observadas con muestras de gastroentería general, y niveles de mortalidad que oscilan entre el 20 y el 50 % dependiendo de la gravedad y manipulación (Parga et al., 2020; Franchini et al., 2021; García-Párraga et al., 2023). Se ha observado EG a profundidades tan bajas como 19–37 m, mientras que las probabilidades de mortalidad alcanzan aproximadamente el 50% a 45 m en redes de enmalle y 110 m en arrastres (Crespo-Picazo et al., 2020; García-Párraga et al., 2023). La velocidad de ascenso durante el arrastre es un factor crítico, ya que tasas de 3,5 m/min (~0,06 m/s) o superiores se asocian con casi el triple del riesgo de muerte en comparación con ascensos más lentos

(Franchini et al., 2021). Los tiempos netos prolongados de residencia de más de tres horas y un tamaño corporal mayor aumentan aún más la susceptibilidad (Parga et al., 2020; García-Párraga et al., 2023).

En contraste, los perfiles naturales de inmersión muestran que las tortugas marinas ascienden lentamente y de manera controlada. Las tasas de ascenso oscilan entre 0,12 y 0,28 m/s, generalmente más rápidas que el descenso pero moderadas por la flotabilidad y el planeo antes de salir a la superficie (Reina et al., 2005; Hochscheid, 2014). El análisis del estado conductual confirma que los ascensos graduales son característicos de las "inmersiones en reposo" que ahorran energía y que los intervalos prolongados en superficie suelen seguir a inmersiones que implican mayor actividad o esfuerzo de ascenso (Harvey-Carroll et al., 2025). Las tortugas laúd muestran tasas medias de descenso de 0,32 m/s, con duraciones superficiales más largas tras inmersiones que implican mayor movimiento vertical (Migneault et al., 2023).

Se han identificado posibles medidas de mitigación tanto a nivel operativo como posterior a la captura. En el mar, las estrategias más efectivas incluyen reducir el tiempo neto de residencia y la duración del remojo, controlar las velocidades de ascenso durante el remolque del equipo e instalar TEDs para evitar la retención prolongada en arrastres (Franchini et al., 2021; Franchini et al., 2021; Crespo-Picazo et al., 2020). También se ha recomendado ajustar la profundidad del equipo, ya sea para evitar solapamientos con los rangos típicos de buceo de tortugas o para desplegar redes más profundas que los límites habituales de inmersión (Crespo-Picazo et al., 2020). Sin embargo, la probabilidad de un DCS fatal aumenta con la profundidad (Fahlman et al., 2017). Todas las medidas operativas requieren trabajo experimental en el mar para demostrar su eficacia.

Para las tortugas que se han subido a bordo, se considera que la supervivencia es mayor cuando se liberan animales activos de inmediato, salvo que exista tratamiento hiperbárico disponible (Parga et al., 2020). Los animales que parecen estar en buen estado pueden seguir portando una EEG grave (Franchini et al., 2021). Cuando existen instalaciones, se ha demostrado que la oxigenoterapia hiperbárica revierte la GE, restaura la función respiratoria y permite la recuperación completa en muchos casos (García-Párraga et al., 2014; Portugués et al., 2018). Sin embargo, esta no es una medida viable de mitigación para la mayoría de las flotas pesqueras y no puede recomendarse para una mitigación más amplia de la mortalidad de tortugas marinas.

Cierres espaciales y temporales.

Calidad global de la investigación	Eficacia de la mitigación	Daño	Impacto en la captura objetivo	Viabilidad
✓	✓	✓	✗	✓

Evaluación general:	Beneficioso
Tipos de engranajes probados:	Aplicable a todas las marchas
Aplicabilidad para uso comercial:	Aplicación de las disposiciones existentes en la mayoría de las pesquerías
Regiones/países donde se sometieron a pruebas:	Utilizado a nivel mundial para gestionar el stock de peces
Impacto en la captura objetivo:	Reducción
Número de estudios evaluados:	Evaluado teóricamente

Los cierres temporales y de áreas se han utilizado ampliamente en la gestión pesquera para prevenir la sobrepesca y reducir la captura accidental de peces de aleta o especies protegidas como las tortugas. Intrínsecamente, los cierres son una medida eficaz de mitigación de la captura accesoria porque, si no se realizan operaciones pesqueras, no es posible capturar ni las especies objetivo ni otros animales en la columna de agua. Los cierres pueden utilizarse para hacer cumplir los límites de captura impuestos por la gestión y pueden resultar en el cierre anticipado de pesquerías que serían sostenibles cuando se superan las cuotas de captura accesoria (Dunn et al., 2011). A medida que se presenten los planes, los pescadores y reguladores querrán asegurarse de que las áreas de eficiencia y selectividad pesquera persistentemente altas permanezcan abiertas a la pesca. En tal situación, a menudo son impopulares debido a las consiguientes dificultades económicas para los pescadores y la economía.

Diseñar programas efectivos de mitigación de capturas accesorias requiere comprender las historias de vida de las especies objetivo y no objetivo, las interacciones entre peces y equipos de pesca, los efectos de los cambios espaciales y temporales en el esfuerzo pesquero, y los impactos socioeconómicos en la pesquería (O'Keefe et al., 2014). Parámetros como la temperatura superficial (SST) y el uso vertical de la columna de agua relacionados con el hábitat de las tortugas ofrecen margen de consideración en el diseño de cierres adecuados para las tortugas.

Gran parte de la probabilidad esperada de captura accidental para especies de tortugas se relaciona con el tiempo y el espacio, que es en gran medida función del esfuerzo pesquero y la superposición entre las especies objetivo y los hábitats de alimento de tortugas marinas (Swimmer et al., 2017). A medida que se presenten los planes, los pescadores y reguladores querrán asegurarse de que las áreas de eficiencia y selectividad pesquera persistentemente altas permanezcan abiertas a la pesca. Evitar el hábitat preferido tiene potencial como opción de mitigación, pero en muchos casos, lo que constituye el hábitat preferido es difícil de entender o predecir, especialmente cuando se relaciona con variables oceanográficas dinámicas (WCPFC-SPC, 2016).

Varios estudios sugieren que la SST puede ser un fuerte indicador de captura accidental de tortugas. La pesca en aguas más frías por debajo de 20 °C puede mitigar la captura accesoria (Gilman, 2011;

Swimmer et al., 2017), mientras las tortugas se agrupan en aguas cálidas superficiales (>20°C) y a lo largo de frentes térmicos (Kiyota et al., 2004). La mayor tasa de captura accidental de tortuga boba en las pesquerías pelágicas canadienses se produjo en los meses más cálidos en aguas cálidas por encima de 20 °C (Brazner & McMillan, 2008). La temperatura superficial del mar influyó fuertemente en las tasas de captura de tortugas; un mayor aumento del riesgo de captura (Watson et al., 2005). En un análisis de dos décadas de datos de observadores de pesquerías pelágicas de palangre en EE. UU., la frecuencia de grupos con captura accidental de tortugas marinas en el Atlántico fue mayor dentro de rangos de SST entre 22°C y 26°C y 23°C a 27°C para cabobas y laúd, respectivamente, pero más prolongada en el Pacífico, donde la captura accesoria fue mayor cuando la SST osciló entre ~17 y 19°C tanto para cabezones como para tortugas laúd (Swimmer et al., 2017).

Un estudio sobre la relación entre la abundancia de tortugas marinas y la temperatura en el Atlántico Norte intentó definir termoclinas de riesgo para todas las especies y sugirió que un enfoque conservador sería exigir medidas de mitigación cuando el 25% de cada zona de 0,5 grados de latitud fuera superior a 11°C (Braun-McNeill et al., 2008, citado en Clark et al., 2014). Sin embargo, una debilidad de este enfoque señalada por ese estudio es que algunos individuos, especialmente los cabezones más grandes, pueden tolerar aguas más frías en comparación con otras tortugas de caparazón duro debido a su mayor capacidad termorreguladora (Braun-McNeill et al., 2008). Otra posible debilidad es que si tanto las tortugas marinas como las especies objetivo prefieren condiciones oceanográficas similares, puede ser difícil para los pescadores operar en áreas habitadas solo por especies objetivo (Clarke et al., 2014).

Sales et al. (2010) y Clarke et al. (2014) señalaron que en datos experimentales del sur de Brasil, los buques experimentaron tasas de captura accesoria más altas durante las estaciones cálidas (primavera y verano) en comparación con las estaciones frías (otoño e invierno). Por el contrario, otro estudio encontró mayores capturas accidentales de tortugas marinas en primavera y otoño durante experimentos en alta mar en el suroeste del Atlántico, con menores capturas accidentales observadas en verano e invierno (Sales et al., 2010). A pesar de estas discrepancias, ambos resultados sugieren una correlación entre la captura accidental de tortugas marinas y la temperatura del agua de mar, lo que indica variación temporal, lo que podría influir en futuras políticas para regular las temporadas de pesca de los barcos de pesca de palangre.

d. Conclusión y necesidades de investigación

Arrastre

Las pesquerías de arrastre suponen una gran amenaza para las tortugas marinas debido a su baja selectividad, especialmente en las pesquerías tropicales de gambas.

Los TEDs son de las herramientas de mitigación más eficaces, reduciendo la captura accidental de tortugas hasta en un 97% en algunas regiones.

Las rejillas rígidas son más efectivas para excluir tortugas, mientras que las rejillas flexibles ofrecen ventajas para embarcaciones más pequeñas y se almacenan con mayor facilidad.

La eficacia de TED depende del diseño correcto, la instalación y el cumplimiento del sector; El tamaño de la apertura de escape y el espaciado entre barras son críticos.

El éxito a largo plazo requiere colaboración con todas las partes interesadas, pescadores, gestores pesqueros y científicos, junto con formación, seguimiento y aplicación de la ley.

Cerco de bolsa

Las pesquerías de cerco de cana tienen capturas accesorias relativamente bajas de tortugas; la mayoría de los individuos son liberados con vida. Como consecuencia, la investigación y el desarrollo durante los últimos 15 años se han centrado en el diseño de FADs, especialmente en diseños no entrelazados.

El uso de FADs no enredantes y biodegradables (por ejemplo, hechos de lona, algodón, bambú y sin redes) reduce los riesgos de captura accidental y pesca fantasma.

Evitar el cerco de tortugas durante la pesca y el entrenamiento de la tripulación para manejar de forma segura mejorará la supervivencia tras la captura.

El seguimiento y la notificación sistemáticos son cruciales para evaluar y mejorar los esfuerzos de mitigación.

Línea larga

El uso de grandes anzuelos circulares y cebo para peces reduce significativamente la captura accidental de tortugas marinas.

Combinar ambas medidas produce las probabilidades de captura más bajas.

Actualmente, las palangres demersales carecen de medidas de mitigación efectivas para las tortugas: no encontramos estudios que aborden el desarrollo reciente de mitigación para este tipo de equipo.

Las medidas que son muy efectivas en una región o tipo de equipo pueden ser ineficaces o poco prácticas en otros lugares.

Enfoques personalizados y basados en la evidencia, junto con la colaboración entre partes interesadas, son esenciales para una implementación exitosa.

Gillnet

Las pesquerías de red de enmalle y de enmalle, especialmente en operaciones costeras a pequeña escala, están entre las fuentes más significativas de mortalidad de tortugas.

Las tortugas son especialmente vulnerables a la malla fina, que ofrece bajas posibilidades de escape y se reportan altas tasas de mortalidad.

La iluminación con redes con LEDs (verde, violeta, UV) es una de las medidas de mitigación más eficaces y probadas, con altas tasas de reducción en la captura accidental de tortugas logradas en algunos estudios y sin impacto significativo en la captura objetivo en la mayoría de los casos, aunque existen excepciones.

Estrategias visuales adicionales (por ejemplo, uso de modelos de depredadores, paneles de alto contraste) y modificaciones en redes muestran potencial, pero requieren una validación adicional en campo antes de considerarse una mejor práctica

La adopción de medidas de mitigación sigue siendo baja debido a la escasez de pruebas de campo, preocupaciones económicas y falta de marcos regulatorios.

Operativo

Aunque la mortalidad de las tortugas marinas tradicionalmente se atribuye a ahogamientos o lesiones causadas por equipos de pesca, las tortugas pueden sufrir embolia gaseosa y DCS si son capturadas

accidentalmente en los equipos de pesca. El nivel real de mortalidad post-liberación debido a DCS no está cuantificado, pero puede ser mucho más alto de lo que se piensa actualmente.

Las modificaciones operativas para reducir el tiempo de remojo y controlar el tiempo de ascenso al remolcar todas las marchas requieren pruebas para demostrar la eficacia en la minimización del DCS de las tortugas. Instalar TEDs en todos los arrastres ofrece la oportunidad a todas las tortugas capturadas de escapar 'de forma natural' en un plazo que debería permitir tasas normales de ascenso tras las inmersiones.

Diseñar programas efectivos de mitigación de capturas accesorias requiere comprender las historias de vida de las especies objetivo y no objetivo, los efectos de los cambios espaciales y temporales en el esfuerzo pesquero, y los impactos socioeconómicos en la pesquería. Parámetros como la SST y el uso vertical de la columna de agua relacionados con el hábitat de las tortugas ofrecen margen de consideración en el diseño de cierres espaciales y temporales adecuados para las tortugas.

Resumen final y conclusiones

Las medidas técnicas efectivas de mitigación son un elemento crucial de cualquier programa robusto e integrado de gestión de capturas accesorias, que normalmente incluye otras directrices de gestión como restricciones temporales y espaciales de pesca y los 'códigos de práctica' operativos apropiados. Para algunos tipos de equipos, actualmente existen opciones técnicas limitadas con pruebas sólidas de que reducen eficazmente la captura accesorias, y se necesita un desarrollo e investigación sustanciales de mejores prácticas de mitigación para abordar la captura accidental de tortugas marinas en muchas pesquerías.

Se deben emplear medidas operativas y técnicas adecuadas de mitigación para todas las pesquerías donde la captura accidental de tortugas sea problemática. Para el equipo de palangre demersal, actualmente no existen opciones técnicas con pruebas sólidas de que reducen eficazmente la captura accesorias, y se necesita un desarrollo e investigación sustanciales de mejores prácticas de mitigación para abordar la captura accidental de tortugas marinas en pesquerías que despliegan este tipo de arte.

Enfoques personalizados y basados en la evidencia, combinados con la colaboración, aplicación y formación de las partes interesadas, son esenciales para una implementación exitosa y resultados de conservación a largo plazo. Es destacable que la adopción de mitigación en muchas pesquerías sigue siendo baja a pesar del reconocimiento generalizado de la gravedad del impacto en las poblaciones de tortugas (Pilcher et al., 2025).

Para que la mitigación se considere efectiva, es necesario demostrar una reducción significativa en la mortalidad por capturas accesorias, junto con el mantenimiento de la calidad y cantidad objetivo de captura, asegurando al mismo tiempo que no haya efectos negativos sobre las tasas de captura incidental de otras especies protegidas.

La implicación de la industria pesquera para garantizar el diseño, desarrollo e implementación eficaz de soluciones prácticas es esencial para lograr buenos resultados.

Todas las pesquerías deberían adoptar un enfoque adaptativo para gestionar la captura accesorias de tortugas. Las características operativas de la mayoría de las pesquerías son dinámicas y deben evaluarse continuamente para evaluar la eficacia de las soluciones de mitigación de capturas accesorias y actualizar y mejorar el conocimiento de las características biológicas y de comportamiento de las especies objetivo y de captura accesorias, incluyendo la superposición temporal y espacial entre las especies capturadas accesorias, y modificarlas según corresponda.

El monitoreo y la notificación sistemáticos son cruciales para evaluar y mejorar los esfuerzos de mitigación de las tortugas en todas las pesquerías. La determinación de la eficacia de mitigación debe incluir pruebas específicas por especie y pesqueros, con el rigor científico adecuado, y un objetivo cuantitativo que permita la evaluación de la eficacia.

En general, esta revisión confirma que la reducción efectiva de la captura accidental de tortugas es específica de la pesca, como se ha comprobado para la mitigación de capturas accidentales de otras especies no objetivo, incluyendo aves marinas, mamíferos marinos y tiburones. Las medidas que son muy efectivas en una región o tipo de equipo pueden ser ineficaces o poco prácticas en otros lugares. Seleccionar medidas para minimizar la captura accidental de tortugas marinas debe garantizar que su implementación no aumente la captura accidental de otras especies no objetivo como aves marinas, mamíferos marinos o tiburones.

e. Referencias

ACAP. 2019. Hook shielding factsheet. Downloaded on 8 October 2025 from <https://www.acap.aq/resources/bycatch-mitigation/mitigation-fact-sheets>

Afonso AS, Mourato B, Hazin H, Hazin FHV. 2021. The effect of light attractor color in pelagic longline fisheries. *Fisheries Research* 235, 105822.

Baker GB, Candy, SG, Rollinson, D. 2016. Proof of concept experiment to demonstrate the efficacy of the 'Smart Tuna Hook', a bycatch mitigation measure for seabirds and turtles. ACAP SBWG7 Inf 07

Baldi G, Scuratti A, Angelini V, Cerritelli G, Dell'uomo G, Lombardi Moraes K, Mauro Manzi F, Monticelli M, Pari S, Salvemini P, Casale P. 2025. Turtle Excluder Devices for multispecies bottom trawls in the Mediterranean: Current performance and the need for further adjustments. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, <https://doi.org/10.1002/aqc.70244>

Beverly S, Curran D, Musyl M, Molony B. 2009. Effects of eliminating shallow hooks from tuna longline sets on target and non-target species in the Hawaii-based pelagic tuna fishery. *Fisheries Research* 96, 281–288.

Bielli A, Alfaro-Shigueto J, Doherty PD, Godley BJ, Ortiz C, Pasara AJ, Wang H, Mangel JC. 2020. An illuminating idea to reduce bycatch in the Peruvian small-scale gillnet fishery. *Biological Conservation* 241: 108277.

Bostwick A, Higgins BM, Landry AM, McCracken ML. 2014. Novel use of a shark model to elicit innate behavioral responses in sea turtles: Application to bycatch reduction in commercial fisheries. *Chelonian Conservation and Biology* 13, 237–246.

Brazner JC, McMillan J. 2008. Loggerhead turtle (*Caretta caretta*) bycatch in Canadian pelagic longline fisheries: Relative importance in the western North Atlantic and opportunities for mitigation. *Fisheries Research* 91, 310–324.

Brewer D, Heales D, Milton D, Dell Q, Fry G, Venables B, Jones P. 2006. The impact of turtle excluder devices and bycatch reduction devices on diverse tropical marine communities in Australia's northern prawn trawl fishery. *Fisheries Research* 81, 176-188.

Casale P, Mazaris AD, Freggi D. 2011. Estimation of age at maturity of loggerheads in the Mediterranean. *Endangered Species Research* 13, 123–12.

Chaboud C, Vendeville P. 2011. Evaluation of selectivity and bycatch mitigation measures using bioeconomic modelling. The cases of Madagascar and French Guiana shrimp fisheries. *Aquatic Living Resources* 24, 137–148.

Childerhouse S, Miller E, and Steptoe V. 2013. Review of mitigation techniques for set net fisheries and applicability to New Zealand fisheries. BPM-DOC-New Zealand setnet mitigation review-1.0. Available for download from <https://www.doc.govt.nz/globalassets/documents/conservation/marine-and-coastal/marine-conservation-services/meetings/pre-2020-meetings/mit2012-02-review-of-mitigation-techniques-in-setnet-fisheries-paper.pdf>

Clarke S, Sato M, Small C, Sullivan B, Inoue Y, Ochi, D. 2014. Bycatch in Longline Fisheries for Tuna and Tuna-like Species: a Global Review of Status and Mitigation Measures. Western and Central Pacific Fisheries Commission WCPFC-SC10-2014/ EB-IP-04.

Coelho R, Fernandez-Carvalho J, Miguel N. Santos MN. 2013. A review of sea turtle mitigation measures across the five tuna RFMO and other fisheries management organizations. SCRS/2012/051 Collective Volume of Scientific Papers ICCAT, 69(4): 1860-1866.

Coelho R, Santos MN, Fernandez-Carvalho J, Amorim S. 2015. Effects of hook and bait in a tropical Northeast Atlantic pelagic longline fishery: Part I – Incidental sea turtle bycatch. Fisheries Research 164, 302-311.

Cooke SJ, Suski CD. 2004. Are circle hooks an effective tool for conserving marine and freshwater recreational catch-and-release fisheries? Aquatic Conservation Marine & Freshwater Ecosystems 14, 299–326. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.614>

Cox RM, Butler MA, John-Alder HB. 2007. Evolution of sexual size dimorphism in reptiles. Ch.4, In, Fairbairn DJ, Blanckenhorn WU, Szekely T. Eds, Sex Size and Gender Roles. Oxford University Press, Oxford.

Crespo-Picazo JL, Parga M, Bernaldo De Quirós Y, Monteiro D, Marco-Cabedo V, Llopis-Belenguer C, García-Párraga D. 2020. Novel Insights Into Gas Embolism in Sea Turtles: First Description in Three New Species. Frontiers in Marine Science, 7, 442. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00442>

Crognale MA, Eckert SA, Levenson DH, Harms CA. 2008. Leatherback sea turtle *Dermochelys coriacea* visual capacities and potential reduction of bycatch by pelagic longline fisheries. Endangered Species Research 5, 249–256.

Dagorn L, Filmlalter J, Forget F. 2012. Summary of results on the development of methods to reduce the mortality of silky sharks by purse seiners. Indian Ocean Tuna Commission, Victoria, Seychelles. IOTC–2012–WPEB08–21

Darquea JJ, Ortiz-Alvarez C, Córdova-Zavaleta F, Medina R, Bielli A, Alfaro-Shigueto J, Mangel JC. 2020. Trialing net illumination as a bycatch mitigation measure for sea turtles in a small-scale gillnet fishery in Ecuador. Latin American Journal of Aquatic Research 48, 446-455.

Diaz GA. 2008. The effect of circle hooks and straight (J) hooks on the catch rates and numbers of white marlin and blue marlin released alive by the US pelagic longline fleet in the Gulf of Mexico. North American Journal of Fisheries Management 28:500–506. <http://dx.doi.org/10.1577/M07-089.1>

Drynan DAD, Baker GB, Garnett ST, Kyne PM. 2025. Technical mitigation measures to reduce the bycatch of sharks: there is no silver bullet.

Dunn DC, Boustany AM, Halpin PN. 2011. Spatio-temporal management of fisheries to reduce bycatch and increase fishing selectivity. Fish and Fisheries 12(1): 110-119.

Eayrs S. 2005. A Guide to Bycatch Reduction in Tropical Shrimp-Trawl Fisheries. Food and Agricultural Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy.

Echwikhi K, Jribi I, Bradai MN. Bouain A. 2011. Loggerhead turtle coastal nets interactions in the Mediterranean Sea. Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems 22: 827–835.

Echwikhi K, Jribi I, Bradai MN, Bouain A. 2011. Effect of bait on sea turtles bycatch rates in pelagic longlines: An overview. *Amphibia-Reptilia* 32, 493-502.

Echwikhi K, Jribi I, Bradai M, Bouain A. 2010. Effect of type of bait on pelagic longline fishery-loggerhead turtle interactions in the Gulf of Gabes (Tunisia). *Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems* 20, 525–530.

Eckert S, Eckert K, Pongamia P, Koopman G. 1989. Diving and foraging behaviour of leatherback sea turtles. *Canadian Journal of Zoology* 67, 2834–2840.

Epperly S, Watson J, Foster D, Shah A. 2012. Anatomical hooking location and condition of animals captured with pelagic longlines: the Grand Banks experiments 2002–2003. *Bull Mar Sci.* 88:513–527. <http://dx.doi.org/10.5343/bms.2011.1083>

Epperly SP. 2003. Fisheries-Related Mortality and Turtle Excluder Devices (TEDs). In, Lutz PL, Musick JA, Wyneken J. (Eds), *The biology of Sea Turtles Volume II*, CRC Press, Boca Raten.

Fahlman A, Crespo-Picazo JL, Sterba-Boatwright B, Stacy BA, & Garcia-Parraga D. 2017. Defining risk variables causing gas embolism in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) caught in trawls and gillnets. *Scientific Reports*, 7(1), 2739. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02819-5>

Fernandez-Carvalho J., Coelho R, Santos MN, Amorim S. 2015. Effects of hook and bait in a tropical northeast Atlantic pelagic longline fishery: Part II—Target, bycatch and discard fishes. *Fisheries Research* 164, 312-321.

Franchini D, Valastro C, Ciccarelli S, Trerotoli P, Paci S, Caprio F, Salvemini P, Lucchetti A, Di Bello A. 2021. Analysis of risk factors associated with gas embolism and evaluation of predictors of mortality in 482 loggerhead sea turtles. *Scientific Reports*, 11(1), 22693. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02017-4>

Fritsches KA, Warrant E. 2006. Differences in the visual capabilities of seaturtles and blue water fishes—implications for bycatch reduction. In: Swimmer Y, Brill R. (Eds.), *Sea Turtle and Pelagic Fish Sensory Biology: Developing Techniques to Reduce Sea Turtle Bycatch in Longline Fisheries*. NOAA Technical Memorandum NMFS-PIFSC-7, NOAA, Honolulu, Hawaii, 1–21.

García-Párraga D, Crespo-Picazo J, De Quirós Y, Cervera V, Martí-Bonmati L, Díaz-Delgado J, Arbelo M, Moore M, Jepson P, & Fernández A. 2014. Decompression sickness ('the bends') in sea turtles. *Diseases of Aquatic Organisms*, 111(3), 191–205. <https://doi.org/10.3354/dao02790>

Garcia-Parraga D, Crespo-Picazo JL, Sterba-Boatwright B, Marco V, Muñoz-Baquero M, Robinson NJ, Stacy B, Fahlman A. 2023. New insights into risk variables associated with gas embolism in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) caught in trawls and gillnets. *Conservation Physiology*, 11(1), coad048. <https://doi.org/10.1093/conphys/coad048>

García-Párraga D, Crespo-Picazo JL, Bernaldo de Quirós Y, Cervera V, Martí-Bonmati L, Díaz-Delgado J, Arbelo M, Moore MJ, Jepson PD, Fernández A. 2014 Decompression sickness ('the bends') in sea turtles. *Diseases of Aquatic Organisms* 111,191–205.

Gianuca D, Canani G, Silva-Costa A, Milbratz S, Neves T. 2021. Trialling the new Hookpod-mini, configured to open at 20 m depth, in pelagic longline fisheries off southern Brazil. Downloaded from <https://www.iattc.org/GetAttachment/1e4a2693-7e52-4ab8-8a1c-5ec4825a9ac5/EB-01->

MISC_Trialling-the-new-Hookpod-mini-configured-to-open-at-20-m-depth,-in-pelagic-longline-fisheries-off-southern-Brazil.pdf

Gilman E, Bianchi G. 2009. Guidelines to reduce sea turtle mortality in fishing operations. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 128.

Gilman E, Chaloupka M, Bach P, Fennell H, Hall M, Musyl M, Piovano S, Poisson F, L. Song L. 2020. Effect of pelagic longline bait type on species selectivity: a global synthesis of evidence. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 30, 535-551.

Gilman E, Huang H-W, 2017. Review of effects of pelagic longline hook and bait type on sea turtle catch rate, anatomical hooking position and at-vessel mortality rate. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 27, 43–52.

Gilman E. 2011. Bycatch governance and best practice mitigation technology in global tuna fisheries. *Marine Policy* 35, 590–609.

Gilman E, Chaloupka M, Swimmer Y, Piovano S. 2016. A cross-taxa assessment of pelagic longline by-catch mitigation measures: conflicts and mutual benefits to elasmobranchs. *Fish and Fisheries* 17, 748-784.

Gless JM, Salmon M, Wyneken J. 2008. Behavioral responses of juvenile leatherbacks to lights used in the longline fishery. *Endangered Species Research* 5, 239–247.

Haas HL. 2011. Using observed interactions between sea turtles and commercial bottom-trawling vessels to evaluate the conservation value of trawl gear modifications. *Marine and Coastal Fisheries* 2, 263-276.

Hall M, Roman M. 2013. Bycatch and non-tuna catch in the tropical tuna purse seine fisheries of the world. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* 568, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Hamilton S, Baker GB. 2019. Technical mitigation to reduce marine mammal bycatch and entanglement in commercial fishing gear: lessons learnt and future directions. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 29(2), 223-247.

Harvey-Carroll J, Menéndez-Blázquez J, Crespo-Picazo J L, Sagarminaga R, March D. 2025. Unlocking sea turtle diving behaviour from low-temporal resolution time-depth recorders. *Scientific Reports*, 15(1), 19934. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-05336-y>

Hochscheid S. 2014. Why we mind sea turtles' underwater business: A review on the study of diving behavior. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 450, 118–136.

Horodysky AZ, Brill RW, Warrant EJ, Musick JA, Latour R J. 2010. Comparative visual function in four piscivorous fishes inhabiting Chesapeake Bay. *Journal of Experimental Biology*, 213, 1751–1761. <https://doi.org/1.1242/jeb.038117>

Huang HW. 2011. Bycatch of high sea longline fisheries and measures taken by Taiwan: Actions and challenges. *Marine Policy* 35, 712-720.

ICES 2025. Joint ICES-CIBBRiNA-REDUCE-Marine Beacon Workshop on Mitigation Measures to minimise Marine Turtle Bycatch (WKTURTLE), 3-5 February 2025. Unpublished report.

Ito, R., Machado, W., 2001. Annual report of the Hawaii-based longline fishery for 2000. NOAA-NMFS-Southwest Fisheries Science Center Administrative Report H-01-07.

Jusseit H. 2010. Testing seabird & turtle mitigation efficacy of the Smart Hook system in Tuna long-line fisheries. Downloaded on 8 October 2025 from [https://www.bmis-bycatch.org/system/files/](https://www.bmis-bycatch.org/system/files/zotero_attachments/library_1/BFUPEIR5%20-%202010_AFMA_Smart%20Hook%20Project%20Final%20Report.pdf)

[zotero_attachments/library_1/BFUPEIR5%20-%202010_AFMA_Smart%20Hook%20Project%20Final%20Report.pdf](https://www.bmis-bycatch.org/system/files/zotero_attachments/library_1/BFUPEIR5%20-%202010_AFMA_Smart%20Hook%20Project%20Final%20Report.pdf)

Kerstetter DW, Graves JE. 2006. Effects of circle versus J-style hooks on target and non-target species in a pelagic longline fishery. *Fish Res.* 80:239–250. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2006.03.032>

Kiyota M; Yokota K; Nobetsu T, Ninami H, Nakano H. 2004. Assessment of mitigation measures to reduce interactions between sea turtles and longline fishery. *Proceedings of the International Symposium on SEASTAR2000 and Bio-logging Science (The 5th SEASTAR2000 Workshop)*, 24-29.

Leaper R, Calderan S. 2018. Review of methods used to reduce risks of cetacean bycatch and entanglements. CMS Technical Series No. 38. Convention on the Conservation of Migratory Species, Bonn, Germany.

Løkkeborg, S. 2011. Best practices to mitigate seabird bycatch in longline, trawl and gillnet fisheries—efficiency and practical applicability. *Marine Ecology Progress Series* 435: 285-303.

Lucas S, Berggren P. 2023. A systematic review of sensory deterrents for bycatch mitigation of marine megafauna. *Rev Fish Biol Fisheries*, 33, 1–33.

Lucchetti A, Punzo E, Virgili M., 2016; Flexible Turtle Excluder Device (TED): an effective tool for Mediterranean coastal multispecies bottom trawl fisheries. *Aquatic Living Resources* 29, 201 DOI: 10.1051/alr/2016016

Lucchetti A, Bargione G, Petetta A, Vasapollo C, Virgili M. 2019. Reducing Sea Turtle Bycatch in the Mediterranean Mixed Demersal Fisheries. *Frontiers in Marine Science* 6, 387 doi:10.3389/fmars.2019.00387

Migneault A, Bennison A, Doyle T K, & James MC. 2023. High-resolution diving data collected from foraging area reveal that leatherback turtles dive faster to forage longer. *Ecosphere*, 14(8), e4576. <https://doi.org/10.1002/ecs2.4576>

Miller MGR., Petrovic S, Clarke RH. 2025. A global review of Procellariiform flight height, flight speed and nocturnal activity: Implications for offshore wind farm collision risk. *Journal of Applied Ecology*, 00, 1–25. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.70088>

Moreno G, Orue B, Restrepo V. 2018. Pilot project to test biodegradable ropes at FADs in real fishing conditions in western Indian Ocean. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers* 74(5): 2199-2208.

O'Keefe CE, Cadrin SX, Stokesbury KD. 2014. Evaluating effectiveness of time/area closures, quotas/caps, and fleet communications to reduce fisheries bycatch. *ICES Journal of Marine Science* 71, 1286-1297.

Parga M L, Crespo-Picazo J L, Monteiro D, García-Párraga D, Hernandez JA, Swimmer Y, Paz S, & Stacy NI. 2020. On-board study of gas embolism in marine turtles caught in bottom trawl fisheries in the Atlantic Ocean. *Scientific Reports*, 10(1), 5561. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62355-7>

Parga ML. 2012. Hooks and sea turtles: a veterinarian's perspective. *Bulletin of Marine Science* 88,731–741. <http://dx.doi.org/10.5343/bms.2011.1063>

Pilcher N, Bache S, Baldwin R, Barret M, Islam Z, Jani JM, Phillott A, Shahid U, Sutaria D, Tiwari M, Jahan D. 2025. Sea Turtle Bycatch & Mitigation in the Indian Ocean and Southeast Asian Region. Results from the IOSEA Sea Turtle Bycatch Questionnaire. Available for download from <https://www.cms.int/en/publication/XXXX>

Piovano S, Swimmer Y, Giacoma C. 2009. Are circle hooks effective in reducing incidental captures of loggerhead sea turtles in a Mediterranean longline fishery? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19, 779-785.

Piovano S, Farcomeni A, Giacoma C. 2013. Do colours affect biting behaviour in loggerhead sea turtles? *Ethology Ecology & Evolution* 25, 12–20.

Polovina, J., Balazs, G., Howell, E., Parker, D., Seki, M., Dutton, P., 2004. Forage and migration habitat of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles in the central North Pacific Ocean. *Fish. Oceanogr*, 13, 36–51.

Polovina, J., Howell, E., Parker, D., Balazs, G., 2003. Dive-depth distribution of loggerhead (*Carretta carretta*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles in the Central North Pacific: might deep longline sets catch fewer turtles? *Fish Bull.* 101, 189–193.

Pons M, Kaplan D, Moreno G, Escalle L, Abascal F, Hall M, Restrepo V, Ray Hilborn 2023. Benefits, concerns, and solutions of fishing for tunas with drifting fish aggregation devices. *Fish and Fisheries* 24, 979–1002.

Portugues, C Crespo-Picazo JL, García-Párraga D, Altimiras J, Lorenzo T, Borque-Espinosa A, Fahlman A. 2018. Impact of gas emboli and hyperbaric treatment on respiratory function of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Conservation Physiology*, 6(1), <https://doi.org/10.1093/conphys/cox074>

Read AJ. 2007. Do circle hooks reduce the mortality of sea turtles in pelagic longlines? A review of recent experiments. *Biological Conservation.* 135, 155–169. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2006.10.030>

Reina RD, Abernathy K J, Marshall GJ, & Spotila JR. 2005. Respiratory frequency, dive behaviour and social interactions of leatherback turtles, *Dermochelys coriacea* during the inter-nesting interval. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 316, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2004.10.002>

Reinhardt JF, Weaver J, Latham PJ, Dell'Apa A, Serafy JE, Browder JA, Christman M, DG, Foster, D. R. Blankinship DR. 2018. Catch rate and at-vessel mortality of circle hooks versus J-hooks in pelagic longline fisheries: A global meta-analysis. *Fish and Fisheries* 19, 413-430.

Restrepo V, Koehler H, Moreno G, Murua H. 2023. Recommended Best Practices for FAD Management in Tropical Tuna Purse Seine Fisheries (Version 2, update to ISSF Technical Report 2019-11). ISSF Technical Report 2023-10. International Seafood Sustainability Foundation, Pittsburgh, PA, USA

Robins et al., 2002. A comprehensive approach to managing sea turtle bycatch: Queensland East Coast as a case study. James Cook University PhD thesis.

Robinson NJ, García-Párraga D, Stacy BA, Costidis AM, Blanco GS, Clyde-Brockway CE, Haas HL, Harms CA, Patel SH, Stacy NI, Fahlman A. 2021. A Baseline Model For Estimating the Risk of Gas Embolism in Sea Turtles During Routine Dives. *Frontiers in Physiology*, 12, 678555. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.678555>

Rodrigues CA, Bezerra MF, Ristau N, Mendonça DM, Pires TP, Paulino LRD, de Lacerda LD. 2024. Biological and ecological traits rather than geography control mercury (Hg) in scutes of marine turtles from the Southwest Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 200, 116085 <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116085>

Rodrigues L d.S, Kinas PG, Thykjaer VS, Cardosa LG. 2024. Enjoy the darkness: Forsake partially nocturnal sets provides a good opportunity to improve profits and sustainability in the southern Brazil longline fishery. *Marine Policy* 163, 106149.

Sales G, Giffoni BB, Fiedler FN, AZEVEDO VG, KOTAS JE, Swimmer Y, Bugoni L. 2010. Circle hook effectiveness for the mitigation of sea turtle bycatch and capture of target species in a Brazilian pelagic longline fishery. *Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems* 20, 428–436.

Santos et al., 2023. Santos AJB, Cullen J, Vieira DHG, Lima EHS, Quennessen V, dos Santos EAP, Bellini C, Ramos R, Fuentes MMP. Decoding the interesting movements of marine turtles using a fine-scale behavioral state approach. *Frontiers in Ecology & Evolution* 11:1229144. doi: 10.3389/fevo.2023.1229144

Serafy JE, Cooke SJ, Diaz GA, Graves JE, Hall M, Shivji M, Swimmer Y. 2012. Circle hooks in commercial, recreational, and artisanal fisheries: research status and needs for improved conservation and management. *Bulletin of Marine Science*. 88, 371–391. <http://dx.doi.org/10.5343/bms.2012.1038>

Southwood, A., Fritsches, K., Brill, R., Swimmer, Y., 2008. Sound, chemical, and light detection in sea turtles and pelagic fishes: sensory-based approaches to bycatch reduction in longline fisheries. *Endang. Species Res.* 5, 225–238. <https://doi.org/10.3354/esr00097>

Swimmer Y, Arauz R, Higgins B, McNaughton L, McCracken M, Ballesteros J, Brill R. 2005. Food color and marine turtle feeding behavior: Can blue bait reduce turtle bycatch in commercial fisheries? *Marine Ecology Progress Series* 295, 273–278.

Swimmer Y, Arauz R, McCracken M., McNaughton, L., Ballesteros, J., Musyl, M., Bigelow, K., Brill, R., 2006. Diving behavior and delayed mortality of olive ridley sea turtles *Lepidochelys olivacea* after their release from longline fishing gear. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 323, 253–261

Swimmer YA, Gutierrez K, Bigelow C, Barceló B, Schroeder B, Keene K, Shattenkirk K, Foster DG. 2017. Sea turtle bycatch mitigation in US longline fisheries. *Frontiers in Marine Science* 4: 260.

Wakefield CB, Santana-Garcon J, Dorman SR, Blight S, Denham A, Wakeford J, Brett W, Molony BW, Newman SJ. 2017. Performance of bycatch reduction devices varies for chondrichthyan, reptile, and

cetacean mitigation in demersal fish trawls: assimilating subsurface interactions and unaccounted mortality. *ICES Journal of Marine Science* 74, 343–358.

Wang JH, Fisler S, Swimmer Y. 2010. Developing visual deterrents to reduce sea turtle bycatch in gill net fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 408: 241-250.

Watson JT, Bigelow KA. 2014. Trade-offs among catch, bycatch, and landed value in the American Samoa longline fishery. *Conservation Biology* 28, 1012-1022.

Watson JW, Epperly SP, Shah AK, Foster DG. 2005. Fishing methods to reduce sea turtle mortality associated with pelagic longlines. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. 62, 965–981. <http://dx.doi.org/10.1139/f05-004>

WCPFC and SPC. 2016. Workshop on Joint Analysis of Sea Turtle Mitigation Effectiveness. Final Report of the First Workshop 16 March 2016. Western and Central Pacific Fisheries Commission, Pacific Community, Areas Beyond National Jurisdiction Tuna Project: Kolonia, Federated States of Micronesia; Noumea, New Caledonia, Rome, Italy. Available for download from https://www.bmis-bycatch.org/system/files/zotero_attachments/library_1/BDZ8FCJF%20-%20SPC-FirstSeaTurtleWorkshopReport-2016.pdf

Yan H, Zhou C, Gilman E, Cao J, Wan R, Zhang F, Zhu J, Xu L, Song L, Dai X, Tian S. 2024. A Meta-Analysis of Bycatch Mitigation Methods for Sea Turtles Vulnerable to Swordfish and Tuna Longline Fisheries. *Fish & Fisheries* <https://doi.org/10.1111/faf.12865>

Glosario

CCSBT	Comisión para la Conservación del Atún Rojo del Sur
IATTC	Comisión Interamericana de Atún Tropical
ICCAT	Comisión Internacional para la Conservación de los Atunes del Atlántico
IOTC	Comisión de Atún del Océano Índico
tRFMOs	Organizaciones Regionales de Gestión Pesquera de Atún
WCPFC	Comisión de Pesquerías del Pacífico Occidental y Central