

Documento Técnico sobre los Sistemas de Monitoreo Electrónico (ME) de las Pesquerías, su importancia para la recolección de información relevante para la conservación de las tortugas marinas y las lecciones aprendidas en la implementación de ME en Chile, Estados Unidos y Perú

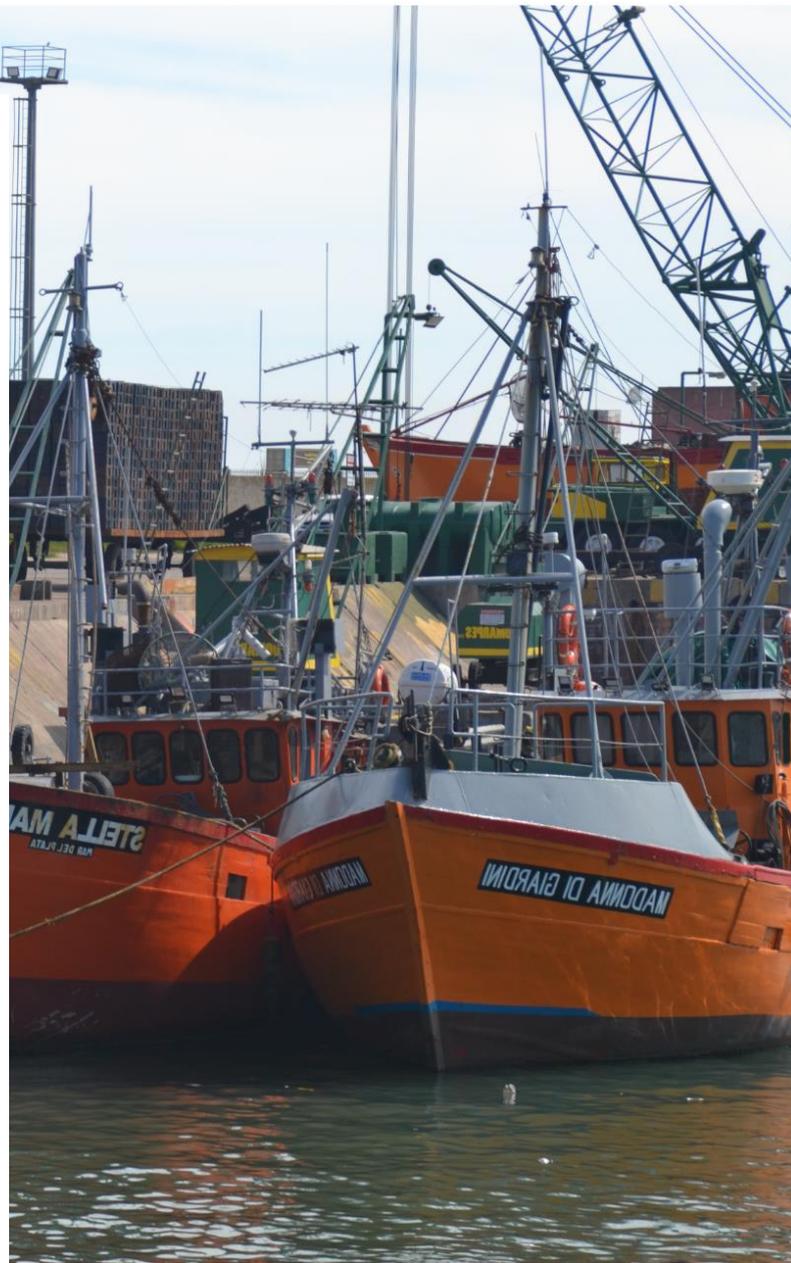


Foto: Laura Prosdocimi

CIT-CC21-2024-Tec.25





**Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las
Tortugas Marinas
21^{va} Reunión del Comité Científico**

*21 de Agosto, 2024-- Videoconferencia
27-29 de Agosto, 2024-- La Antigua, Guatemala*

CIT-CC21-2024-Tec.25

**Documento Técnico sobre los Sistemas de Monitoreo Electrónico (ME) de las
Pesquerías, su importancia para la recolección de información relevante para la
conservación de las tortugas marinas y las lecciones aprendidas en la
implementación de ME en Chile, Estados Unidos y Perú**

Laura Prosdocimi¹, Leslie Bustos², Luis Cocas², Javier Quiñones³, Jennifer Chauca Huánuco³,
Heriberto Santana⁴, Jeff Seminoff⁵, Michael Liles⁵, Verónica Cáceres⁶

- 1.- Delegada de Argentina ante el Comité Científico de la CIT. Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Museo Argentino de Ciencias Naturales (MACN)
- 2.- Delegados de Chile ante el Comité Científico de la CIT. Unidad de Biodiversidad y Gestión Ecosistémica, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Gobierno de Chile
- 3.- Delegado de Perú ante el Comité Científico de la CIT. Encargado de la Oficina de Investigaciones en Depredadores Superiores (OIDS), Dirección de Investigaciones en Recursos Pelágicos, Instituto del Mar del Perú (IMARPE).
- 4.- Delegado de México ante el Comité Científico de la CIT.
- 5.- Delegado de Estados Unidos ante el Comité Científico de la CIT. Leader, Marine Turtle Ecology & Assessment Program-Southwest Fisheries Science Center. (National Oceanographic and Atmospheric Administration) NOAA - National Marine Fisheries Service.
- 6.- Secretaría de la CIT.

Preámbulo

El presente documento ha sido preparado por el GT CIT-ACAP, en seguimiento a las recomendaciones acogidas durante la 20va Reunión del Comité Científico de la CIT CC20 -2023. El GT ha solicitado a los miembros del CC que contribuyan con información que tengan disponible sobre Sistemas de ME en sus países. Se recibió información de Chile, Estados Unidos y Perú la que se incluyó en el Anexo I.

A partir de las recomendaciones acogidas durante el CC20-2023 con respecto al documento CIT-CC20-2023-Doc.4: “Informe del Grupo de Trabajo para la Implementación del Memorandum de Entendimiento entre la CIT y ACAP”, el Grupo de Trabajo CIT-ACAP preparó un documento técnico sobre los Sistemas de Monitoreo Electrónico (SME) de las pesquerías, destacando su importancia para la recolección de información relevante para la conservación de las tortugas marinas y las lecciones aprendidas en la implementación de los SME.

Objetivo: aumentar el conocimiento en el proceso de creación de un programa de monitoreo electrónico de las pesquerías y las oportunidades que el Sistema de Monitoreo Electrónico ofrece para el diagnóstico, la reducción y el control de la captura incidental.

Contenidos del documento técnico

¿Qué es el Sistema de Monitoreo Electrónico?

Los sistemas de monitoreo electrónico de pesquerías (SME) son herramientas tecnológicas que se utilizan para supervisar y recopilar datos sobre diversas actividades que ocurren a bordo de las embarcaciones pesqueras mientras operan en el mar. Estos sistemas suelen incluir una combinación de componentes tales como cámaras, monitores o pantallas, video grabadores digitales, sistemas de posicionamiento global (GPS), sensores y registradores de datos, entre otros. Los componentes específicos y su función son:

1. **Cámaras a bordo:** Capturan imágenes y videos de algunas actividades que ocurren a bordo de las embarcaciones pesqueras, como la captura de peces, la manipulación de la pesca, uso de medidas de mitigación de la captura incidental y las condiciones del entorno marino, entre otras.
2. **Monitores:** Pantallas que permiten al capitán o tripulaciones de las embarcaciones pesqueras verificar la operación simultánea de las cámaras.
3. **Video grabadores digitales:** Unidad de control responsable del almacenamiento de las imágenes de video y de la gestión de las cámaras
4. **Sistemas de posicionamiento global (GPS):** Proporcionan información precisa sobre la ubicación del barco para cada imagen, lo que ayuda a rastrear sus movimientos y actividades en el mar como la posición, fecha y hora al momento de calar o virar los artes o aparejos de pesca.
5. **Sensores:** Dispositivos que detectan cambios en diferentes parámetros como; la velocidad del barco, variaciones de presión hidráulica, movimiento de huinches, la profundidad del agua, la temperatura u otras condiciones ambientales, permitiendo identificar eventos o momentos específicos de interés para el monitoreo pesquero y/o modificar la frecuencia de registro de imágenes.

6. **Registradores de datos:** Sistemas que almacenan la información recopilada por las cámaras, el GPS y los sensores para su posterior análisis.

Los datos recolectados por los SME se analizan posteriormente por una entidad independiente, lo que puede permitir evaluar el cumplimiento de las regulaciones pesqueras, monitorear las actividades de pesca y estudiar el comportamiento de los barcos y las especies capturadas u otras, dependiendo de los objetivos del programa de monitoreo para el cual operan.

¿Para qué se usan los SME?

Los sistemas SME, pueden complementar o, en algunos casos, sustituir a los observadores humanos a bordo, especialmente en situaciones donde las embarcaciones son demasiado pequeñas, no ofrecen condiciones de seguridad mínimas para trabajar a bordo u operan en ubicaciones remotas o impredecibles, así como también para evitar situaciones de alta incidencia de coacción o corrupción de los observadores.

Los SME pueden ofrecer una alternativa eficaz para el monitoreo científico y de cumplimiento, ya que en algunos casos requieren menos especificaciones del barco en comparación con lo necesario para desplegar un observador humano.

Sin embargo, se reconoce que el uso de estos sistemas tecnológicos para la obtención de información científica y la recopilación de datos dependientes de la pesca, todavía requiere un trabajo intenso en el diseño de los programas de seguimiento actuales, la exploración del uso de tecnologías complementarias como el aprendizaje automático (ML machine learning), la inteligencia artificial (IA) y su integración con los programas tradicionales de observadores humanos corrientemente en uso.

¿Cómo se usan los SME, sus ventajas y desafíos?

- **Instalación:** Los equipos de ME, como cámaras, GPS y sensores, se instalan en las embarcaciones que serán supervisadas de acuerdo con un programa de monitoreo. Las cámaras se colocan en puntos estratégicos para captar actividades o eventos de interés durante las faenas de pesca, pudiendo variar en número, altura, dirección y ángulo dependiendo de los objetivos del monitoreo (científico, control o ambos) y el tipo de embarcación o pesquería y si el procesamiento de la captura se realiza a bordo o se desembarca sin procesar, mientras que los sensores detectan cambios en diferentes parámetros, y el GPS registra datos de ubicación.

Las cámaras se ubican en todos los lugares de las embarcaciones donde ocurra manipulación de capturas, descarte y pesca incidental, pudiendo incluir la cubierta, los parques de pesca bajo cubierta, las distintas líneas de producción y las cintas o mesones de selección, entre otros.

La instalación de los distintos componentes SME debe cumplir con las exigencias técnicas del equipamiento y ser verificada por una entidad independiente antes del zarpe (periódica o regularmente)

- **Operación:** Durante las operaciones de pesca, los SME recopilan datos continua e independientemente. Las cámaras graban imágenes sobre las capturas, la manipulación de los peces, la captura incidental y los descartes. Por otra parte, los sensores detectan cambios en parámetros físicos variaciones como la velocidad del barco y la profundidad del agua, y el GPS rastrea la posición, fecha y del barco, información que puede ser asociada a las imágenes para facilitar la revisión y análisis de éstas.

La información registrada por el SME corresponde a imágenes y un archivo asociado llamado metadatos que contiene parámetros como el número que identifica el SME asociado a cada embarcación, fecha, hora y posición, entre otros. Esta última información es tomada por el software de análisis y proporciona información crucial para registrar e identificar áreas de incumplimiento, fechas, horas, u otros datos de interés.

Dependiendo de los objetivos del monitoreo a través de SME los armadores y tripulaciones, por cada tipo de embarcación y arte de pesca, deberán seguir protocolos de manejo de capturas, descartes y captura incidental con el fin de garantizar el adecuado registro de imágenes por parte del SME para efectos del seguimiento de dichas prácticas en el mar. Estos protocolos deberán, al menos, garantizar que el campo visual de las cámaras no quede obstruido, que los lentes se limpien periódicamente y que las capturas, descartes y capturas incidentales se manipulen en lugares únicos y preestablecidos y además en cantidades y velocidades compatibles con las capacidades técnicas y objetivos del SME.

- **Almacenamiento de Datos:** Los datos recopilados por los SME se pueden almacenar en discos duros a bordo de las embarcaciones, los que deben ser removidos al alcanzar un cierto nivel de llenado para posterior descarga y análisis en tierra. Alternativamente se puede utilizar un servicio en la nube para almacenar, administrar y procesar los datos registradores a bordo del barco. La opción por elegir dependerá principalmente de los costos de operación y factibilidad logística.
- **Análisis:** Después de uno o más viajes de pesca (dependiendo de la duración de los viajes, de la cantidad de datos registrados u otro criterio), los datos se descargan y se envían a una entidad independiente para su análisis. Estas entidades pueden corresponder a las propias agencias gubernamentales de gestión pesquera o bien terceras partes o proveedores de servicios de análisis. Después de la descarga de datos (desde discos duros o la nube), primero se verifica la integridad y completitud de las imágenes y la información asociada. El número de viajes y lances de pesca se identifican para cada embarcación y luego se puede revisar la totalidad o un porcentaje de las imágenes (u operaciones pesqueras) basándose en metodologías estadísticas.

La selección de las muestras para revisión puede seguir un proceso aleatorio estratificado o bien se puede priorizar la revisión cuando existe una mayor probabilidad de que se produzcan descartes, captura incidental u otro evento de interés. La revisión puede requerir más tiempo en los buques que realizan procesamiento a bordo, porque la captura se sigue durante todo el procesamiento en múltiples lugares de las embarcaciones. Cuando se detectan incumplimientos normativos en las muestras, se pueden revisar muestras adicionales, superando el porcentaje original.

El análisis de imágenes y datos asociados puede incluir la revisión para verificar la conformidad con las regulaciones pesqueras, la identificación de especies capturadas, el seguimiento de protocolos de manipulación, el uso de medidas de reducción de la captura incidental y la evaluación del impacto ambiental de las actividades de pesca, entre otros aspectos.

Dicho análisis de imágenes y de datos generalmente se realiza mediante el uso de softwares que permiten marcar eventos específicos (imagen de captura) y asociarlos con ubicaciones geográficas, velocidad de la embarcación u otros parámetros. Las marcas pueden ser realizadas manualmente por los analistas o bien utilizando algunas herramientas de inteligencia artificial que permiten a los propios softwares realizar las marcas de manera automática, reduciendo así el tiempo de análisis. Por ejemplo, a través del uso de sensores hidráulicos se puede detectar el inicio o fin de un lance de pesca, un software reconoce estos cambios y marca las imágenes asociadas.

Ventajas de los Sistemas de Monitoreo Electrónico (SME):

Los sistemas de monitoreo electrónico ofrecen una herramienta eficaz y moderna para el monitoreo y la gestión de las pesquerías, aunque su implementación y operación presentan tanto ventajas significativas como desafíos a considerar.

Ventajas de los Sistemas de Monitoreo Electrónico:

1. **Cobertura Continua:** Los sistemas de ME pueden operar las 24 horas del día y bajo condiciones adversas, proporcionando una cobertura continua de las actividades de pesca, algo que no siempre es posible con los observadores humanos.
2. **Menor Costo a Largo Plazo:** Aunque la instalación inicial puede ser costosa, los sistemas de ME pueden resultar más económicos a largo plazo en comparación con los costos que implican los observadores humanos a bordo.
3. **Reducción de Sesgos:** Los datos recolectados por los sistemas de ME son objetivos e independientes y no están sujetos a los sesgos humanos que pueden afectar la precisión de los datos recolectados por los observadores.
4. **Mayor Seguridad:** En barcos pequeños o en condiciones peligrosas de trabajo, el uso de SME evita poner en riesgo a los observadores humanos.
5. **Datos Detallados y Precisos:** Los sistemas de ME pueden proporcionar datos muy detallados y precisos que son útiles para investigaciones científicas y para el monitoreo de cumplimiento.

Desafíos de los Sistemas de Monitoreo Electrónico:

1. **Costo Inicial:** La instalación de sistemas de ME puede ser costosa, lo que puede ser una barrera para su adopción por parte de flotas pequeñas o con recursos limitados.
2. **Mantenimiento y Fallos Técnicos:** Los sistemas de ME requieren mantenimiento regular y pueden fallar, lo que podría resultar en la pérdida de datos importantes.
3. **Privacidad y Confianza:** Algunos pescadores pueden sentirse incómodos con la presencia constante de cámaras y otros dispositivos de monitoreo, lo que puede generar desconfianza.
4. **Análisis de Datos:** El análisis de los grandes volúmenes de datos generados por los sistemas de ME puede ser complejo y requiere personal capacitado y recursos adicionales.
5. **Limitaciones en la Captura de Datos:** Las cámaras y sensores pueden tener limitaciones en términos de lo que pueden captar. Por ejemplo, las cámaras pueden no funcionar bien en condiciones de poca luz o malas condiciones climáticas.
6. **Limitaciones en el almacenaje de datos:** los SME generan grandes volúmenes de datos y dependiendo de los objetivos del programa de monitoreo se puede requerir su almacenaje y acumulación por períodos variables de tiempo lo que puede implicar costos significativos en adquisición y traslado de discos duros o uso de nube de datos.
7. **Limitantes económicas:** uno de los principales desafíos de los SME, son los costos en su implementación, particularmente en la flota artesanal, debido a su menor poder adquisitivo. Sin embargo, se podrían generar alternativas para lograrlo, incluyendo otras fuentes de apoyo, tanto a nivel gubernamental como Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) y la industria, interesados en la conservación de las tortugas marinas u otras especies en peligro como aves y mamíferos marinos.
8. **Cumplimiento de protocolos de manipulación por parte de las tripulaciones.** Dependiendo de los objetivos del monitoreo y de los datos a recolectar, las tripulaciones deben seguir protocolos estrictos de manejo de las capturas, los descartes y la captura incidental con el fin de garantizar el adecuado registro de imágenes por parte del SME. Estos protocolos deberán, al menos, garantizar que el campo visual de las cámaras no quede obstruido y que las capturas, descartes y capturas

incidentales se manipulen en lugares únicos y preestablecidos y además en cantidades y velocidades compatibles con las capacidades del SME. Lo anterior altera las operaciones normales de las embarcaciones y puede generar rechazos en la industria.

9. **Usos distintos al control de cumplimiento** se reconoce que el uso de SME para fines distintos del control de cumplimiento, como la obtención de información científica y la recopilación de datos dependientes de la pesca, todavía requiere un trabajo intenso en el diseño de los programas de seguimiento actuales, la exploración del uso de tecnologías complementarias como como visión por computadora (CV) o aprendizaje automático (ML) o la inteligencia artificial (AI), y su integración con los programas tradicionales de observación humana en uso

¿Cuál es la utilidad de los SME el diagnóstico científico de la captura incidental de tortugas marinas y promover pesca sostenible?

Los sistemas de monitoreo electrónico son herramientas potencialmente valiosas para el diagnóstico científico de la captura incidental de tortugas marinas y su conservación, así como para la promoción de prácticas pesqueras sostenibles. Los SME proporcionan datos cruciales que pueden ser utilizados para mejorar la gestión de los recursos marinos, proteger especies vulnerables y asegurar que las actividades pesqueras sean llevadas a cabo de manera responsable y sostenible.

1. Utilidad de los SME para la Ciencia:

- 1.1 Recolección de Datos Continuos y Detallados:** Los sistemas de ME pueden proporcionar datos continuos y detallados sobre las actividades pesqueras, el comportamiento de las especies y las condiciones ambientales. Esto es crucial para investigaciones científicas y para el desarrollo de modelos ecológicos precisos.
- 1.2 Mejora del Conocimiento Ecológico:** Los datos recopilados por los sistemas de ME pueden ayudar a los científicos a entender mejor las dinámicas de las poblaciones marinas, sus patrones de migración y su interacción con el medio ambiente y las actividades humanas.
- 1.3 Monitoreo de Especies Vulnerables:** Permiten el monitoreo continuo de especies marinas vulnerables o en peligro de extinción, proporcionando datos valiosos para estudios de conservación y para la implementación de medidas de protección.

2. Utilidad de los SME para la protección y conservación de Tortugas Marinas:

- 2.1 Protección y Conservación:** Los sistemas de ME pueden identificar las áreas donde poblaciones de tortugas marinas están en mayor riesgo debido a potenciales interacciones con las actividades pesqueras. Esto permite la implementación y control de medidas de mitigación, como el uso de dispositivos disuasores o excluidores, la modificación de prácticas pesqueras o la creación de zonas de exclusión.
- 2.2 Reducción de Captura Incidental:** El monitoreo electrónico puede detectar y registrar eventos de captura incidental de tortugas marinas. Esta información puede ser utilizada para desarrollar y aplicar estrategias efectivas que reduzcan la captura incidental, como el uso de dispositivos excluidores de tortugas.
- 2.3 Datos para Investigaciones:** Los datos recopilados pueden ser utilizados en estudios de biología y ecología de las tortugas marinas, proporcionando información sobre sus rutas migratorias, hábitats preferidos y patrones de comportamiento.

3. Utilidad de los SME para Promover la Pesca Sostenible:

3.1 Cumplimiento de Normativas: Los sistemas de ME pueden ayudar a asegurar o verificar que las prácticas pesqueras cumplan con las regulaciones y normas de pesca sostenible. Esto incluye el cumplimiento de cuotas de captura, el uso de artes de pesca permitidas y la prohibición de capturas de especies protegidas, entre otras.

3.2 Transparencia y Responsabilidad: La presencia de sistemas de ME incrementa la transparencia y fomenta el desarrollo ecológicamente responsable en las actividades pesqueras. Los datos recopilados pueden ser revisados por autoridades independientes, lo que reduce el riesgo de prácticas ilegales o no sostenibles.

3.3 Mejora de la Gestión Pesquera: Las características rápidamente cambiantes de la pesca y su ambiente están forzando la necesidad de una mayor resolución espacial y temporal de los datos pesqueros, para dar cuenta de la creciente incertidumbre y permitir a las agencias de gestión un manejo adaptativo. De esta forma, se requiere la recolección más precisa de datos, su procesamiento, análisis y elaboración de informes más rápidos y avanzados que deriven en el diseño de mecanismos más eficientes para compartir los resultados que permitan dar respuestas en tiempos cercanos al real. En este contexto, los datos obtenidos de los sistemas de ME proporcionan una base sólida para la toma de decisiones oportunas en la gestión pesquera. Permiten una evaluación precisa de los stocks pesqueros y ayudan a ajustar las cuotas y las medidas de gestión en función de la realidad observada.

3.4 Educación y Conciencia: Los sistemas de ME pueden servir como herramienta educativa, tanto para la comunidad pesquera como para el público en general. A través de la cual, se puede mostrar el impacto de la sobrepesca, la captura incidental en los ecosistemas marinos, así como la búsqueda de reducir estos factores negativos desarrollando prácticas pesqueras sostenibles.

¿Cuáles son los requerimientos y procesos para que un país implemente un programa de ME en sus pesquerías?

Implementar un programa de monitoreo electrónico de pesquerías requiere de una planificación cuidadosa, un marco legal robusto y una colaboración estrecha entre todas las partes interesadas.

1. Evaluación Inicial y Planificación:

1.1 Evaluación de Necesidades:

- Definir los objetivos y alcances específicos del programa de ME (p.ej., reducir la captura incidental, mejorar la gestión de recursos, cumplir con regulaciones internacionales, recolectar información científica, complementar/suplir a los programas de observadores, etc.).

1.2 Estudio de Viabilidad:

- Evaluar la viabilidad regulatoria, técnica y económica de implementar sistemas de ME en las pesquerías seleccionadas.
- Realizar consultas con las partes interesadas, incluidos pescadores, científicos, reguladores y ONGs.

1.3 Planificación Estratégica:

- Identificar las pesquerías que más se beneficiarían del monitoreo electrónico
- Desarrollar un plan estratégico y gradual que incluya la evaluación y selección de tecnologías adecuadas, la infraestructura necesaria y los recursos humanos requeridos.
- Establecer un cronograma para la implementación del programa del SME.

2. Desarrollo de la Legislación y Regulaciones:

2.1 Marco Legal:

- Revisar y actualizar las leyes de pesca nacionales sobre monitoreo/observación pesquera para incluir disposiciones específicas sobre el uso de sistemas de ME, objetivos (ciencia/ control) y alcances (flotas industriales/artesanales), responsables (instalación/revisión imágenes), financiamiento (armadores/estado), etc.
- Asegurar que la legislación sea coherente con los estándares internacionales, requerimientos de OROPs y las mejores prácticas.
- Definir las instituciones o agencias responsables de los SME (público/privadas/mixtas).

2.2 Regulaciones Detalladas:

- Elaborar regulaciones detalladas que especifiquen los requisitos técnicos para los sistemas de ME, los procedimientos de instalación y mantenimiento, y los protocolos de recopilación, almacenamiento, transmisión y análisis de datos por pesquería/flota/sector, etc.
- Establecer normas sobre la privacidad, la confidencialidad y el uso de los datos recolectados.
- Establecer normas sobre los derechos y obligaciones de las partes involucradas
- Establecer normas sobre el involucramiento de terceras partes en el proceso de instalación, revisión, etc.
- Establecer normas o protocolos específicos de manipulación de capturas, descarte, pesca incidental, compatibles con las capacidades de registro de imágenes de los SME.
- Establecer normas sobre la temporalidad de implementación de los programas de SME (gradual/repentino/por flota, etc.)

2.3 Involucramiento de las Partes Interesadas:

- Realizar consultas con todas las partes interesadas para garantizar que las regulaciones sean prácticas, aceptables y validadas para todos los sectores involucrados.

3. Implementación del Programa:

3.1 Planificación Estratégica:

- Desarrollar un plan estratégico y gradual que incluya la evaluación y selección de tecnologías adecuadas, la infraestructura necesaria y los recursos humanos requeridos.
- Establecer un cronograma para la implementación del programa de ME
- Desarrollo de estudios piloto (idealmente sin sanciones) que permitan hacer los ajustes necesarios y una adopción fluida o adaptativa de los sistemas de ME por parte del sector pesquero.

3.2 Instalación de Equipos:

- Proveer y verificar la instalación de los sistemas de ME en los barcos seleccionados.
- Capacitar a los pescadores y al personal de tierra en el uso y mantenimiento de los equipos.

3.3 Monitoreo y Recopilación de Datos:

- Establecer procedimientos para la recolección, almacenamiento y transmisión de datos.
- Asegurar que los datos sean accesibles para las autoridades pertinentes para su análisis y toma de decisiones.

3.4 Análisis de Datos y Cumplimiento:

- Establecer protocolos de selección y revisión de imágenes compatibles con los objetivos del programa (ciencia, control o ambos).
- Evaluación de metodologías estadísticas que permitan el logro de los objetivos del programa (censo/muestras)
- Crear y capacitar un equipo de analistas para revisar e interpretar los datos recolectados conforme a los objetivos del programa.

- Desarrollar mecanismos para el monitoreo continuo y la verificación del cumplimiento de las regulaciones pesqueras o de otros indicadores (pesca incidental/capturas/áreas de pesca, etc.)

4. Supervisión, Evaluación y Mejora Continua:

4.1 Supervisión Continua:

- Implementar un sistema de supervisión continua para evaluar la eficacia del programa de ME.
- Realizar auditorías periódicas y revisiones para asegurar el cumplimiento y la integridad de los datos.
- Explorar el uso de inteligencia artificial para facilitar/potenciar el uso de los SME

4.2 Evaluación y Retroalimentación:

- Evaluar regularmente el impacto del programa de ME en la sostenibilidad de las pesquerías y en la reducción de la captura incidental.
- Recabar retroalimentación de las partes interesadas para realizar mejoras continuas en el programa.

4.3 Adaptación y Escalabilidad:

- Ajustar las políticas y procedimientos según sea necesario basándose en las evaluaciones y la retroalimentación.
- Considerar la expansión del programa de ME a otras pesquerías o regiones según los resultados y la disponibilidad de recursos.

4.4 Complementariedad de herramientas de monitoreo

- Complementar los SME con otras herramientas de monitoreo como VMS (Video Monitoring System), bitácoras de pesca, programas de observadores humanos

5. Legislación Nacional Necesaria:

5.1 Ley de Pesca y Conservación Marina:

- Incluir disposiciones específicas sobre el uso, objetivos y alcances de los sistemas de monitoreo electrónico en las pesquerías nacionales.

5.2 Regulaciones Técnicas:

- Detallar los requisitos técnicos para los sistemas de ME, incluyendo especificaciones para cámaras, GPS, sensores y registradores de datos.
- Definir los procedimientos para la instalación, mantenimiento y operación de los sistemas de ME.
- Definir los procedimientos para descarga, almacenamiento y transmisión de datos asociados al SME.
- Definir los procedimientos para a revisión y análisis de imágenes

5.3 Protección de Datos y Privacidad:

- Establecer normas claras sobre la protección de los datos recolectados, asegurando la privacidad de los pescadores y la integridad de la información.

5.4 Cumplimiento y Sanciones:

- Desarrollar mecanismos de cumplimiento que incluyan inspecciones regulares y sanciones para el incumplimiento de las regulaciones del SME donde se incluyan aspectos como operar sin SME y manipular o interferir los sistemas, entre otros

5.5 Cooperación Internacional:

- Asegurar que la legislación sea coherente con los acuerdos y estándares internacionales sobre pesca sostenible y conservación marina incluyendo las OROPs en las que el país que adopta los SME sea parte.

¿Cuáles son las lecciones aprendidas en la implementación de SME en Chile, Perú, USA y México y sus recomendaciones?

En el Anexo I se presentan los estudios de caso de países de la CIT que tienen experiencia sobre monitoreo electrónico.

En esta sección se presentarán las experiencias de Chile, Estados Unidos, Perú y México en la implementación y uso de Sistemas de Monitoreo Electrónico; así como el de cualquiera de los otros países que deseen compartir su información con respecto al tema.

País	Chile	Perú	USA	México
Especie objetivo	Todas las especies objetivo, la fauna acompañante y captura incidental de aves, mamíferos, tortugas y condrictios	Perico (<i>Coryphaena hippurus</i>)	Abadejo (<i>Pollachius</i> sp.) Pez de roca (<i>Sebastes</i> sp.) Bacalao (<i>Gadus</i> sp.) Halibut (<i>Hippoglossus</i> sp.) Whiting (<i>Silago</i> sp.) Varias especies de peces demersales Vieira, variados peces demersales (<i>Placopecten magellanicus</i>) Camarón (múltiples especies)	Peces de escama
Arte de Pesca	Todas	Palangre artesanal	Red de arrastre de fondo, red de arrastre de media agua, palangre de fondo, palangre pelágico, pesca con nasas (trampas), red de enmalle, pesca con red de cerco escocesa.	Redes de enmalle
Alcance: Industrial/artesanal/ ambos	Toda la flota industrial	En la flota palangrera artesanal de	ambos	Artesanal y palangre

	Flota artesanal, embarcaciones de eslora igual o mayor a 15m	Paita (05°S) en el norte, y de Mollendo (17°S) en el sur.		
Objetivos: Ciencia, control, ambos	Inicialmente solo Control, actualmente se explora uso para ciencia	Proyecto piloto para control futuro con el uso de ciencia.	ambos	Ambos
Normativa: (obligatorio si/no)	Si	No	Si	No
Financiamiento (origen): Industria, gobierno ONG'S	Equipos y mantención: industria, Análisis de imágenes: Gobierno	ONG (WWF)	ONG, industria y Gobierno	Gobierno

Sobre la base de las experiencias presentadas por los tres países este grupo plantea las siguientes recomendaciones:

- 1. Implementación gradual y adecuada para cada pesquería:** Se recomienda la implementación gradual, transparente y consensuada de estos sistemas, de manera adecuada a la realidad de las pesquerías de cada país, donde además sean consideradas las visiones de todas las partes interesadas.
- 2. Establecimiento de un marco legal claro para la implementación de EMS:** Se recomienda el desarrollo de normativas que amparen la implementación de EMS en la cual se establezcan claramente los objetivos del EMS, el alcance, los roles y responsabilidades de las distintas partes en las distintas etapas (instalación, funcionamiento, revisión de imágenes, etc.), las provisiones que resguarden la integridad de los sistemas, el financiamiento y estándares técnicos mínimos de sistemas y datos, entre otros aspectos.
- 3. Definición de objetivos de SME:** Se recomienda explorar y definir claramente los objetivos con que se utilizará SME, pudiendo considerarse el control de cumplimiento, el monitoreo científico de la actividad pesquera, aspectos de seguridad en el mar, etc. como objetivos únicos o complementarios.
- 4. Colaboración con el sector pesquero:** Es imprescindible trabajar junto con el sector pesquero como aliados para que los SME sean herramientas consensuadas y aceptadas ampliamente, que además faciliten la obtención de certificaciones, la trazabilidad de los productos pesqueros y la demostración de transparencia frente a los requerimientos crecientes de la sociedad respecto al desarrollo de actividades productivas sustentables.
- 5. Monitoreo imparcial:** Se recomienda el uso de SME como herramientas imparciales para mejorar el monitoreo de las pesquerías en cuanto a cobertura, resolución y oportunidad.
- 6. Cuestiones técnicas:** Se recomienda una buena resolución de los sistemas de registro de imágenes y explorar las mejores alternativas de almacenamiento, transmisión y análisis de datos, de acuerdo con las capacidades de cada país.

7. **Capacitación, apoyo continuo y retroalimentación:** Se recomienda establecer programas de capacitación, apoyo continuo y retroalimentación para los pescadores y operadores de SME, asegurando que comprendan cómo utilizar los sistemas, la importancia y utilidad de los datos recopilados y que en base a la experiencia y aprendizaje se puedan hacer los ajustes correspondientes una vez implementados.
8. **Pilotos y evaluaciones previas:** Antes de la implementación definitiva o a gran escala de los SME, se recomienda realizar proyectos piloto para evaluar la efectividad y adaptar o definir los sistemas más adecuados a las condiciones específicas de cada pesquería y a los objetivos de implementación. Estos pilotos pueden abarcar aspectos técnicos, regulatorios y económicos de los SME.
9. **Integración con otros sistemas de monitoreo:** Se recomienda fomentar la integración de los SME con otras herramientas de monitoreo actualmente en uso, como observadores a bordo, VMS, bitácoras electrónicas y registros de capturas, para obtener una visión más completa y precisa de las actividades pesqueras.
10. **Financiamiento sostenible:** Se recomienda asegurar que haya financiamiento adecuado y sostenible para la instalación, mantenimiento y operación de los SME, evitando cargas económicas excesivas para las flotas pesqueras de menores ingresos.
11. **Evaluación y mejora continua:** Establecer mecanismos para la evaluación periódica de la eficacia de los SME y fomentar la mejora continua de estos sistemas en base a los resultados obtenidos y las experiencias acumuladas.
12. **Protección de datos y privacidad:** Desarrollar y aplicar políticas claras para la protección de datos y la privacidad de los pescadores, garantizando que la información recopilada sea utilizada de manera ética, confidencial y responsable.
13. **Reducción de costos:** Fomentar el desarrollo tecnológico que conduzca a reducciones de costos y una mayor adopción de tecnologías de monitoreo electrónico y capacitación.

Bibliografía: Este documento ha tomado sus referencias del “Informe del Grupo de Trabajo para la Implementación del Memorando de Entendimiento entre la CIT y ACAP” CIT-CC20-2023-Doc.4 que fue presentado ante la 20^{va} Reunión del Comité Científico de la CIT. Para ver la bibliografía se pueden referir al documento CIT-CC20-2023-Doc.4 que se encuentra en el Anexo V del Informe de la 20^{va} Reunión del Comité Científico de la CIT en este enlace: [http://www.iacseaturtle.org/docs/comite-cientifico/20reunion/CIT CC20 2023 Doc 8 Informe final Comite Cient%C3%ADfico 20 ESP final_web_22mar.pdf](http://www.iacseaturtle.org/docs/comite-cientifico/20reunion/CIT%20CC20%202023%20Doc%208%20Informe%20final%20Comite%20Cient%C3%ADfico%20ESP%20final_web_22mar.pdf)

ANEXO I

A continuación, se presentan las experiencias de Perú, Chile y Estados Unidos en la implementación y uso de Sistemas de Monitoreo Electrónico

Análisis de Caso: Utilización e Implementación de Sistemas de Monitoreo Electrónico en las pesquerías de Chile

Introducción

En el marco de la implementación de una estrategia de manejo pesquero con enfoque ecosistémico y siguiendo las recomendaciones de la FAO y de otros foros internacionales, enfocadas a garantizar la sustentabilidad de los océanos, Chile ha desarrollado desde 2012 un proceso de diagnóstico, reducción y control de los descartes y las capturas incidentales en sus pesquerías. Este proceso se ha basado en la aplicación de la ley N°20.625 y ha involucrado el esfuerzo conjunto de los organismos encargados de la regulación (Subpesca), investigación (IFOP) y control pesquero (Sernapesca), junto al trabajo colaborativo con los pescadores, llevando al país a la solución paulatina del problema.

Dentro de este proceso y considerando los desafíos que implica el control y registro en el mar de los descartes y las capturas incidentales, la Ley N° 20.625 incorporó la obligación de instalar a bordo de todas las naves pesqueras industriales y embarcaciones artesanales, de eslora igual o superior a 15 metros, Dispositivos de Registro de Imágenes (EMS o cámaras) que permitieran detectar y registrar toda acción de descarte y de pesca incidental, que pudieran ocurrir, en contravención con las reglas de reducción de estas prácticas, establecidas para cada pesquería. La implementación de estos sistemas se abordó de manera diferenciada según tipo de flota, iniciándose en el sector industrial a partir de enero de 2020. En el caso de las flotas artesanales, la obligación de fiscalización a través de EMS se postergó hasta enero de 2024, debido a desafíos técnicos, regulatorios y económicos que debían ser resueltos previamente, considerando que el número de embarcaciones artesanales sujetas a esta norma es superior a 500.

Hasta la fecha, la implementación del EMS se ha centrado solo en el seguimiento del cumplimiento de la normativa aplicable a capturas objetivo, descartes y capturas incidentales de aves, mamíferos, condrictios y tortugas marinas. Sin embargo, la extensión del uso de esta herramienta más allá control, como es el seguimiento científico de las actividades pesqueras para recolectar datos dependientes de pesquerías, ha comenzado a explorarse recientemente con el objetivo de complementarlo con los programas tradicionales de observación humana, en un futuro próximo.

1. Contexto y Justificación:

Los SME en Chile son parte de un marco regulatorio y de gestión más amplio para descartes y captura incidental, que se ha desarrollado hasta su estado actual durante más de 20 años. En 2001 se introdujo por primera vez el término descarte en la legislación chilena, bajo un enfoque de una prohibición general que no distinguía entre especies o tamaños. Fuertes sanciones a los infractores sumado a la falta de un sistema efectivo para monitorear el control del cumplimiento de esta normativa en el mar hicieron que los pescadores no cooperaran y en consecuencia la real dimensión del descarte y sus causas permanecieron desconocidas para las autoridades pesqueras y las agencias de gestión.

En reconocimiento de estas restricciones, el gobierno chileno revisó la ley de pesca en 2012, y mediante la ley N° 20625/2012, incorporó un nuevo enfoque gradual para resolver el problema, el cual en una primera etapa consideró excepciones a la prohibición de descartes, condicionadas al desarrollo de un mínimo de dos años de investigación basada en programas de observadores a bordo que permitieran cuantificar e identificar las magnitudes y causas de los descartes y las capturas incidentales. Estos antecedentes permitieron desarrollar, en una etapa posterior, planes de reducción obligatorios para estas prácticas, adaptados a cada pesquería, que incluyeron el uso de dispositivos, códigos de buenas prácticas pesqueras y protocolos de manipulación de capturas, entre otros. En una etapa final del proceso, estos planes debían ser monitoreados y registrados en el mar para lo cual se optó por la incorporación de nuevas herramientas tecnológicas como el EMS, para garantizar un monitoreo independiente y el logro de los objetivos de reducción. Es importante señalar que, junto con la incorporación de EMS, los programas de observadores humanos, llevados a cabo desde 1990, fueron ampliados con la ley N° 20625/2012, pero han continuado con el único objetivo de recopilar datos biológicos y pesqueros para ser utilizado exclusivamente en asesoramiento científico.

Habiendo finalizado varios programas obligatorios de investigación basados en la información recopilada por observadores a bordo, hasta el año 2024, se han implementado 11 planes de reducción del descarte y las capturas incidentales, abarcando 17 pesquerías tanto industriales como artesanales, mientras que otras pesquerías todavía están en la fase de investigación. Además, las listas de especies sujetas a los planes de reducción para cada pesquería y el régimen en el que se encuentran (descarte prohibido, descarte autorizado, o devolución obligatoria al mar) se actualizan anualmente. Todas las pesquerías industriales sujetas a planes de reducción están siendo monitoreados por EMS para verificar el cumplimiento de éstos y también por observadores a bordo para fines científicos. Por su parte las pesquerías artesanales han iniciado el proceso de implementación de EMS en 2023 a través del desarrollo de proyectos piloto para identificar y evaluar las mejores tecnologías y valorar los costos.

2. Objetivos del Sistema de Monitoreo Electrónico: Seleccionar cual corresponde a su país y desarrollar

De acuerdo con ley chilena los objetivos de los EMS se asocian principalmente al control de cumplimiento de la normativa pesquera y son los siguientes:

- a. Controlar el cumplimiento de las medidas de reducción o prohibición de descartes y las capturas incidentales establecidas por los planes de reducción de cada pesquería.
- b. Controlar las especies y cantidades autorizadas para descartar por cada plan.
- c. Controlar el uso de dispositivos de reducción de la captura incidental y protocolos de manipulación (aves marinas, mamíferos, tortugas, tiburones).
- d. Controlar la pesca ilegal y el cumplimiento de otras medidas de manejo como vedas, artes de pesca, etc.

Es importante señalar que la ley también establece que la información recopilada a través de EMS puede ser utilizada para fines de administración y manejo de recursos hidrobiológicos, condición que abre la posibilidad de su uso con fines científicos. En este contexto, la reciente implementación de esta tecnología ha proporcionado un conjunto de posibles soluciones para actualizar y modernizar los sistemas de datos pesqueros y ampliar significativamente la recolección y análisis de información para la investigación, creando una oportunidad para coordinar y mejorar el trabajo de las tres agencias nacionales de manejo pesquero (SUBPESCA, SERNAPESCA e IFOP) en torno a la maximización del uso de la información que puede ser obtenidos de las nuevas herramientas tecnológicas de seguimiento.

Si bien el objetivo principal de los EMS en Chile es el control, su implementación y la información que se ha obtenido han permitido una mejor gestión pesquera y han contribuido a la sostenibilidad de las pesquerías, a la transparencia de la actividad y a una aplicación exitosa a procesos de certificación pesquera como MSC o los requerimientos del Marine Mammal Protection Act del NOAA (USA), entre otros.

3. Implementación del Sistema

Este sistema está compuesto de un conjunto de componentes como cámaras de vídeo, sistemas de posicionamiento satelital, discos duros y un monitor, entre otros. Dependiendo de la pesquería, el tamaño de los buques pesqueros y el tipo de manipulación de la captura a bordo, el número y la ubicación de las cámaras pueden variar.

Las imágenes se graban en alta resolución (1280x720p), a 15 fotogramas por segundo y a una velocidad de bits variable. El formato de vídeo es MP4 con el códec H.265, también llamado HEVC. Estas características y especificaciones corresponden a un estándar técnico DRI único establecido por SERNAPESCA (organismo de control cumplimiento), y deben ser acreditadas por cada proveedor de servicios de EMS contra una agencia certificadora externa.

La información registrada por los EMS corresponde a imágenes y a los archivos asociados llamados metadatos (en formato csv, Xml o Json) que contienen parámetros como el número que identifica el EMS asociado a cada embarcación, fecha, hora y posición, entre otros. Esta última información es tomada por el software de análisis y proporciona información crucial para registrar e identificar áreas de incumplimiento, fechas, hora, entre otros.

El EMS actualmente en uso en Chile es un sistema de tipo diferido y se compone de 3 módulos; i) módulo de grabación y almacenamiento a bordo de buques pesqueros, ii) módulo de recopilación de datos y extracción de discos duros módulo en puerto, iii) módulo de análisis de imágenes en estaciones de procesamiento de SERNAPESCA en tierra.

Para implementar los EMS, un reglamento (Decreto Supremo N° 76/2015) estableció los componentes de estos sistemas, los requisitos técnicos y de diseño, el número mínimo y ubicación de las cámaras por cada pesquería, las características de recolección, procesamiento y confidencialidad de las imágenes, obligaciones de los dueños de buques, las funciones de SERNAPESCA, los requisitos para remover, descargar y procesar la información de EMS, sanciones por incumplimiento y requisitos para entidades externas eventualmente involucradas en la revisión de imágenes. En Chile, la ley permite la participación de terceros en la revisión de imágenes, sin embargo, actualmente esta tarea se está realizando exclusivamente por el gobierno, a través de SERNAPESCA.

Las flotas industriales, en Chile corresponden a cualquier buque de ≥ 18 m de eslora, y a partir de enero de 2020 se encuentran monitoreadas por EMS, incluyendo embarcaciones que utilizan redes de arrastre, redes de cerco y palangres. Más allá de un trabajo más bien teórico de recopilación antecedentes técnicos sobre EMS, es importante señalar que previo a la implementación no se realizaron proyectos piloto en buques industriales y el programa se implementó inmediatamente como uno operativo. En 2020 y 2021, un número de 109 y 92 naves respectivamente, que operaron en el sector pesquero industrial, estaban cubiertas por el EMS. Estos números que se mantienen relativamente estables hasta el día de hoy.

Los EMS en flotas industriales registran los viajes de pesca en su totalidad, desde la salida de los buques de los puertos hasta su regreso. Actualmente cada buque tiene entre 2 y 8 cámaras, dependiendo de su tamaño, de la pesquería y el tipo de operación, y si el procesamiento de la captura se realiza a bordo o si se descarga la pesca sin procesar. En general, la capacidad de

almacenamiento del disco duro determina el calendario de retiro de éstos. Sin embargo, los propietarios de buques pueden ser obligados a proporcionar discos duros en cualquier momento a petición de diversas autoridades, y para fines administrativos o de cumplimiento.

Los propietarios de embarcaciones son legalmente responsables de cubrir los costos de los equipos, la instalación y el mantenimiento. Sin embargo, los costos de la revisión de las imágenes corren a cargo del gobierno.

4. Resultados obtenidos tras la implementación del sistema

Durante el proceso de implementación de los EMS ha habido una estrecha colaboración y retroalimentación entre las agencias de regulación y control pesquero de Chile (SUBPESCA y SERNAPESCA), que ha permitido cambiar y adaptar la normativa pesquera, evitando los descartes de origen regulatorio, y la captura incidental, al tiempo que se ha mejorado el cumplimiento. Asimismo, el establecimiento de algunas medidas, como el uso de dispositivos para reducir la captura incidental de mamíferos marinos o aves marinas, ha sido diseñado de tal manera que puedan ser monitoreadas eficientemente y controladas por el EMS y los equipos de analistas. En otros casos se han realizado mejoras una vez implementadas las medidas, como la adición de cámaras para detectar cuestiones específicas en algunas pesquerías o en la exigencia del seguimiento de protocolos de manipulación específicos por parte de las tripulaciones, funcionales a las capacidades de los EMS.

La información del EMS ha contribuido a la comprensión de las agencias de gestión pesquera sobre patrones de comportamiento de las flotas respecto a descartes y capturas incidentales e identificar personas asociadas con el incumplimiento. Estas condiciones han apoyado una importante mejora de prácticas indeseables en el mar en una manera que antes no era posible. La retroalimentación, entre instaladores de hardware, analistas de vídeo y la industria pesquera han sido elementos clave para el éxito del programa. Además, el acceso de la industria a datos y vídeos ha mejorado el conocimiento de los pescadores sobre programa EMS, generando una mayor transparencia y mejora de la eficiencia de la pesca. Es importante tener en cuenta que proporcionar retroalimentación a pescadores ha permitido identificar debilidades o deficiencias de los sistemas que han sido mejorados.

Los desafíos restantes incluyen identificación de especies en algunas pesquerías y cuantificación mediante EMS. Un desafío adicional se relaciona con el uso de EMS para controlar otras regulaciones pesqueras y la pesca ilegal. Aprovechando los conocimientos adquiridos durante los primeros años del programa EMS en la flota industrial, nuevos enfoques para el muestreo y revisión de imágenes se están explorando, como el desarrollo de criterios específicos para la flota y un proceso basado en el riesgo para la selección de muestras. El programa seguirá cubriendo el 100% de buques industriales y su actividad pesquera, mientras se revisan las tecnologías (usando máquinas aprendizaje e inteligencia artificial). El trabajo en curso también incluye la integración de otras herramientas de monitoreo en uso en Chile como los VMS, bitácoras electrónicas y certificación de desembarques. Mientras el programa actualmente utiliza discos duros para almacenamiento, la transición a la transmisión inalámbrica a través de redes 5G y el almacenamiento en la nube se pronostican como pasos futuros, así como la implementación de una revisión previa dentro del sistema DRI a bordo de los buques y mejorar la calidad de la imagen para soportar una gama más amplia de objetivos de seguimiento.

Por otra parte, la reciente implementación de tecnologías (DRI y SIBE) para recolectar, registrar, gestionar y analizar datos de pesca asociados al control de capturas, descartes y la captura incidental, ha proporcionado un conjunto de posibles soluciones para actualizar y modernizar los sistemas de datos pesqueros y ampliar significativamente la recopilación y el análisis de

información, también para la gestión e investigación, creando una oportunidad para coordinar y potenciar el trabajo de los tres agencias nacionales de ordenación pesquera (SUBPESCA, SERNAPESCA e IFOP) alrededor la maximización del uso de la información que se puede obtener de la nueva herramientas tecnológicas de seguimiento.

Las características rápidamente cambiantes de la pesca y su medio ambiente están obligando a disponer de datos con una mejor resolución espacio temporal, que tengan en cuenta la creciente incertidumbre y que permitan la gestión pesquera de forma adaptativa. De esta manera, se requiere una recopilación de datos más precisa y que su procesamiento, análisis y la preparación de informes sea más rápido, permitiendo dar respuestas en tiempos cercanos al tiempo real. En este contexto, a partir de 2022, el uso de EMS con fines científicos y su integración con los programas tradicionales de recopilación de datos dependientes de la pesca han comenzado a ser explorado a través del desarrollo de diversos proyectos de investigación.

5. Conclusiones y Recomendaciones

La experiencia adquirida por Chile mediante la implementación de EMS para el monitoreo de sus pesquerías permite recomendar explorar el uso de estas herramientas para mejorar la cobertura de seguimiento de las flotas pesqueras, particularmente en aquellas de difícil acceso, ya que estos son sistemas son seguros e imparciales y están basados en tecnologías actualmente disponibles, probadas y costos eficientes.

Sin embargo, se reconoce que el uso de estos sistemas para fines distintos al control de cumplimiento de la normativa pesquera, como es la obtención de información científica y la recopilación de datos dependientes de la pesca, todavía requiere un trabajo intenso en el diseño de los programas de seguimiento actuales, la exploración del uso de tecnologías complementarias como la visión por ordenador (CV), el aprendizaje automático (ML) o la inteligencia artificial (AI) y su integración con programas tradicionales de observación humana en uso. En este sentido Chile apenas comienza a explorar cómo los datos de EMS se pueden utilizar para respaldar intereses científicos.

De manera fundamental, la experiencia de Chile recomienda la implementación flexible y gradual de estos sistemas, bajo un marco de políticas transparentes, donde las visiones de las diferentes partes interesadas sean consideradas y las realidades de cada país se tengan en cuenta, incluyendo las capacidades técnicas, humanas, económicas y culturales, para que el EMS constituya una herramienta que complemente adecuadamente los sistemas preexistentes de monitoreo.

En este contexto es muy relevante que exista una legislación y normativas que aborden claramente todos los elementos que constituyen el EMS, incluyendo el equipamiento, los estándares técnicos y de datos, la transmisión y análisis de información, las responsabilidades de todas las partes, la confidencialidad de la información y los costos de implementación, entre otros aspectos. Asimismo, es determinante definir en una etapa muy temprana del proceso los objetivos con que se implementará el monitoreo electrónico, pudiendo estos abarcar el control, la ciencia, seguridad en el mar u otros que se estime pertinente.

Finalmente se recomienda el desarrollo de un intenso proceso de socialización con los pescadores respecto de estos sistemas y de sus objetivos, enfocado a que el sector pesquero perciba y apoye la implementación de los EMS como herramientas que permitirán transparentar la actividad pesquera y que ayudarán a demostrar a una sociedad y mercados cada vez más exigentes en materias de sustentabilidad, que la pesca puede ser desarrollada de manera ecológicamente responsable y que los impactos sobre especies no objetivo pueden ser reducidos a un mínimo.

Análisis de Caso: Utilización e Implementación de Sistemas de Monitoreo Electrónico en la pesquería palangrera artesanal de Perico (*Coryphaena hippurus*) en Perú.

Introducción

En el caso del Perú, la pesquería de perico (*Coryphaena hippurus*) es la segunda pesquería artesanal más grande a nivel nacional por debajo de la pesquería de pota o calamar gigante (*Dosidicus gigas*), con un promedio de 50,000 toneladas anuales de desembarque a nivel nacional, el arte de pesca utilizado es el espinel (palangre) artesanal y se usa como carnada el pez volador, o también se utiliza caballa congelada o incluso Pota. La distribución de esta especie tiene un marcado componente estacional, empezando la temporada a comienzos de primavera (octubre), principalmente en la costa norte, donde la mayor cantidad de la flota opera desde el puerto de Paita (05°S), y termina a fines del verano (marzo - abril), en la zona sur el principal puerto de desembarque es Ilo (17°40'S). En la temporada del próximo 2025 entrará en rigor el nuevo Reglamento de Ordenamiento Pesquero del recurso perico (ROP Perico), cuyo objetivo es promover el uso sostenible y la conservación de este recurso hidrobiológico, incluyendo el registro de información pesquera y capturas incidentales con el objetivo de obtener una certificación de esta importante pesquería artesanal. Son aproximadamente 3,000 embarcaciones artesanales que se dedican a esta pesquería durante la temporada, por lo que es necesario poder establecer un control sobre las capturas incidentales, lo cual se puede dar a través de un programa de observadores a bordo, lo cual implica un aumento en el presupuesto o por la implementación del Monitoreo Electrónico.

1. Contexto y Justificación:

En Perú, la pesquería de Perico (*Coryphaena hippurus*) es la segunda pesquería artesanal más importante por debajo de la pesquería de pota (*Dosidicus gigas*). A través de un programa piloto de monitoreo electrónico liderado por la ONG WWF Perú en esta pesquería se logró observar que existen capturas incidentales de varias especies de tortugas marinas, como verde (*Chelonia mydas*) y pico de loro (*Lepidochelys olivacea*) en la costa norte y tortuga cabezona (*Caretta caretta*) en zonas oceánicas de la zona sur del Perú, así como de varias especies de albatros y petreles, tales como Albatros de Galápagos (*Phoebastria irrorata*), de Salvini (*Thalassarche salvini*), Buller (*Thalassarche bulleri*), así como Petrel barbilla blanca (*Procellaria aequinoctialis*), Petrel de Parkinson (*Procellaria parkinsoni*), Pardela Pata Rosada (*Ardenna creatopus*), entre otras especies, muchas de las cuales se encuentran en delicado estado de conservación por la Unión Internacional para la Protección de la Naturaleza (IUCN). Es por esto que debido a que esta pesquería no existe un programa significativo de observadores a bordo, es necesario poder establecer un programa de monitoreo electrónico para cuantificar la temporalidad de las capturas incidentales en distintas zonas de pesca, así como la incidencia de estas con respecto al aparejo, lo que servirá sobremanera para tomar medidas de mitigación adecuada, tales como líneas espantapájaros, mitigación lateral, buenas prácticas en descarte de vísceras, etc., lo cual contribuirá significativamente a la certificación de esta pesquería.

2. Objetivos del Sistema de Monitoreo Electrónico

- a. Mejorar la sostenibilidad de las prácticas pesqueras.

- b. Proveer datos precisos para la gestión y conservación de los recursos marinos.

3. Implementación del Sistema

Es solo un programa piloto, aún no existen iniciativas gubernamentales para poder implementar este sistema en la pesquería, pero sería absolutamente necesario poder hacerlo. El sistema implementado de manera piloto consistió en tres embarcaciones monitoreadas por video en el periodo comprendido entre diciembre 2022 y febrero 2023 en el puerto de Paita (05°S), una embarcación con cámara en enero 2023 en el puerto de Chimbote (09°S), y finalmente cinco embarcaciones con cámaras de video desde febrero 2022 hasta a marzo 2023 en el puerto de Matarani (17°S). Posteriormente, se contrató a una consultora que realizo el análisis visual de los videos y se compartieron con el Imarpe para la corroboración de las especies que fueron capturadas de manera incidental. Pero el presupuesto del proyecto ya llego a su término.

4. Resultados obtenidos tras la implementación del sistema

En el caso peruano se trata de una etapa experimental, por lo que aún no hemos llegado evaluar los resultados del uso de SME. Cabe mencionar que uno de los inconvenientes a los que nos enfrentamos es con el tema de la resolución de las cámaras. La ONG WWF Perú contrato a la empresa Shellcatch para la implementación de SME y la resolución de las cámaras no fué la adecuada para identificar de manera certera a la captura incidental, e incluso la resolución no permitía determinar las tallas de la pesca objetivo, por lo que después se tuvo que cambiar el operador (empresa proveedora). Si la resolución no es buena se pueden cometer muchos errores Se colocaron en 9 lanchas en la pesquería de palangre artesanal que captura perico (*Coryphaena hippurus*).

5. Beneficios y Desafíos

Sobre todo beneficios, pero sería bueno implementar un programa de Machine Learning para automatizar/facilitar los análisis de los videos de manera más automatizada, lo que reduciría el presupuesto de horas hombre para analizarlas de la manera tradicional. Los beneficios consisten en que se podría automatizar los procesos de determinación de capturas incidentales de pesca no objetivo, y así mismo poder demostrar a las autoridades que tienen la competencia regulatoria que el establecimiento de este tipo de programas de ME son fundamentales para la buena gestión de esta pesquería, sobre todo en el escenario que ahora los Estados Unidos de Norte América están exigiendo evidencia de comparabilidad para la mitigación de capturas incidentales de pesca no objetivo, en todas las pesquerías locales cuyos productos hidrobiológicos son exportados a ese país, así mismo de esa manera se podría obtener una mejor calificación a través del proceso "Fishery Improvement Project Progress Tracking Database & Tools" lo cual nos podría servir para la certificación de esta importante pesquería local.

6. Conclusiones y Recomendaciones

Con respecto al programa piloto a cargo de la ONG WWF Perú, los resultados principales fueron la identificación de la interacción del aparejo de pesca con tortugas marinas y aves oceánicas, temporalidad de las capturas y cuantificación de las incidencias.

Se recomienda de contratar una empresa que pueda proporcionar cámaras de video con una buena calidad de resolución, y deberían de usarse dos cámaras por embarcación, una que enfoquen a la cubierta donde se deposita la pesca objetivo, y la otra apuntando a la zona de maniobra donde se recupera el espinel, para ver las interacciones con pesca no objetivo (depredadores superiores principalmente).

Se recomienda postular a otras fuentes de financiamiento que podrían proporcionar un presupuesto adicional para determinar cuáles son las medidas de mitigación más adecuadas para esta pesquería y también poder continuar con el programa de ME y la automatización del proceso

de identificación de las capturas incidentales de la pesca no objetivo, hay las posibilidades de financiamiento en NOAA y CIAT, pero tiene que ser un proyecto multidisciplinario, donde los organismos regulatorios también tienen que participar, para que a posteriori puedan determinar que sea mandatorio como en el caso Chileno.

Análisis de Caso: Programas de Monitoreo Electrónico en los Estados Unidos

Introducción

En los Estados Unidos, asegurar la sostenibilidad de las pesquerías de la nación —y los millones de empleos y miles de millones de dólares en ventas que sustentan— requiere una comprensión clara de cuándo, dónde y cómo operan los pescadores, y monitorear lo que capturan, retienen y descartan. La recopilación de esta información ha dependido históricamente de una combinación de observadores pesqueros, sistemas de monitoreo de embarcaciones (VMS), informes de desembarques y libros de registro en papel auto-reportados por capitanes y procesadores y distribuidores de mariscos. Los Estados Unidos, a través de NOAA Fisheries, y nuestros socios están explorando cómo tecnologías como el reporte electrónico (ER), el monitoreo electrónico (ME) y otras herramientas pueden ayudar a satisfacer la necesidad cada vez mayor de mejorar la oportunidad, precisión y rentabilidad de la recopilación y procesamiento de datos dependientes de la pesca.

ME utiliza equipos como cámaras de video, receptores y transmisores GPS, y sensores de equipos para capturar información sobre la ubicación de la pesca, horas o días dedicados a la pesca, captura y descartes. Este equipo también puede rastrear el cumplimiento de los requisitos de retención de capturas y, en ciertas pesquerías, las interacciones con especies protegidas como tortugas, mamíferos y aves marinos

1. Contexto y Justificación:

Los presupuestos limitados y las crecientes demandas de datos están impulsando la necesidad de evaluar y mejorar los programas existentes de recopilación de datos dependientes de la pesca, particularmente en lo que respecta a la rentabilidad, economías de escala y el intercambio de soluciones de tecnologías electrónicas (ET) en todo Estados Unidos. La demanda de datos dependientes de la pesca más precisos, oportunos y completos continúa aumentando cada año.

NOAA Fisheries trabaja con pescadores, consejos regionales de gestión pesquera, proveedores de servicios tecnológicos y una variedad de otros socios para mejorar la oportunidad, calidad, rentabilidad y accesibilidad de los datos dependientes de la pesca integrando la tecnología en los programas de recopilación y monitoreo de datos para la conservación y gestión de las pesquerías de nuestra nación. Aunque muchas pesquerías han estado desarrollando tecnologías para pesquerías durante una década o más, gran parte de este trabajo ganó impulso en 2013, cuando NOAA Fisheries publicó una Directiva de Política sobre Tecnologías Electrónicas y Recopilación de Datos Dependientes de la Pesca (Directiva de Política ET).

Esta Directiva de Política ET estableció una serie de principios orientadores y recomendaciones, pero más importante aún, estableció un requisito para que todas las cinco Regiones de NOAA Fisheries —Alaska, Costa Oeste, Islas del Pacífico, Sureste, Gran Atlántico, así como el programa de

Especies Altamente Migratorias del Atlántico (HMS)— publiquen Planes de Implementación de Tecnologías Electrónicas (Planes ET) que cubran cinco años. Los Planes ET originales se publicaron a principios de 2015 y se actualizaron varias veces hasta 2017. En 2019, NOAA Fisheries publicó una Directiva de Política ET actualizada, que pidió nuevo contenido para los Planes ET y una forma más estandarizada de recopilar y rastrear el desarrollo e implementación de los programas ET. En agosto de 2021, NOAA Fisheries publicó los nuevos Planes ET, que cubren 2021-2025, y que se actualizan y republican cada primavera.

2. Objetivos del Sistema de Monitoreo Electrónico

a. Mejorar la sostenibilidad de las prácticas pesqueras.

d. Proporcionar datos precisos para la gestión y conservación de los recursos marinos.

3. Implementación del Sistema

NOAA Fisheries y sus socios están pilotando e implementando ME en todo Estados Unidos para expandir y mejorar la recopilación de datos dependientes de la pesca, mientras reducen costos y aumentan la oportunidad de la información. ME se utiliza para auditar datos de libros de registro, monitorear el cumplimiento de los requisitos de descarte y recopilar información sobre descartes y captura incidental.

Estados Unidos cuenta actualmente con nueve programas ME completamente operativos en pesquerías federales, cinco programas en desarrollo y cuatro programas piloto, de los cuales 15 pesquerías interactúan con aves marinas (Tabla 1). Sin embargo, es importante tener en cuenta que menos de una cuarta parte de estos programas ME tienen un enfoque principal en la recopilación de datos sobre especies protegidas para apoyar nuevas medidas de gestión o refinar las existentes.

Tabla 1: Programas actuales de Monitoreo Electrónico (ME) en pesquerías de EE.UU. y todas las categorías conocidas de especies capturadas incidentalmente que interactúan con cada pesquería. Tenga en cuenta que los programas ME en estas pesquerías no están necesariamente diseñados para recopilar datos sobre todas las especies capturadas incidentalmente enumeradas. P/I = peces/invertebrados, MM = mamíferos marinos, ST = tortuga marina, SB = ave marina. Modificado de Chan et al. 2024

Región	Programa ME	Tipo	Tipo de herramienta	Categoría de Especies Capturadas Incidentalmente
Alaska	Red de arrastre de captura/procesador (C/P) no-pollock del Mar de Bering y las Islas Aleutianas (BSAI)	Operativo	Red de arrastre de fondo	P/I, MM, AM
Alaska	Red de arrastre de pollock C/P y Motherships del Mar de Bering	Operativo	Red de arrastre de media agua	P/I, MM, AM
Alaska	Red de arrastre de roca C/P del Golfo de Alaska Central	Operativo	Red de arrastre de fondo, Red de arrastre de media agua	P/I, MM, AM
Alaska	Palangre de bacalao del Pacífico C/P de BSAI	Operativo	Palangre de fondo	P/I, MM, AM
Alaska	Artes fijas de barcos pequeños (Palangre y Trampa)	Operativo	Palangre de fondo, Trampa	P/I, MM, AM
Alaska	Red de arrastre de clasificación de platija C/P	Operativo	Red de arrastre	P/I, AM
Alaska	Red de arrastre de pollock de barcos de captura	En desarrollo	Red de arrastre de media agua	P/I, MM, AM
Costa Oeste	Red de arrastre de media agua de merluza	En desarrollo	Red de arrastre de media agua	P/I, MM, AM
Costa Oeste	Artes fijas IFQ	En desarrollo	Palangre de fondo, Trampas	P/I, MM, AM

Costa Oeste	Red de arrastre de media agua no-merluza	En desarrollo	Red de arrastre de media agua	P/I, MM, AM
Costa Oeste	Red de arrastre de fondo de peces de fondo	En desarrollo	Red de arrastre de fondo	P/I, MM, AM
Costa Oeste	Roca cerca de la costa	Piloto	Artes combinadas	P/I, MM, AM
Islas del Pacífico	Palangre pelágico-Hawái Deep and Shallow Set	Piloto	Palangre pelágico	P/I, MM, TT, AM
Sureste	Pargo-mero	Piloto	Palangre de fondo, Línea vertical	P/I, TT
Sureste	Camarón del Golfo de México	Piloto	Red de arrastre	P/I, MM, TT
Gran Atlántico	Multiespecies del noreste	MREM: Operativo (Bajo EFP) Auditoría: Operativo (Bajo EFP Año de Pesca 2016-2020; Bajo Regulación Año de Pesca 2021-Presente)	Red de enmalle, Red de arrastre, Palangre de fondo, Red de cerco escocesa, Línea de mano	P/I, MM, TT, AM
Gran Atlántico	Red de arrastre de media agua de arenque	Operacional (Under EFP)	Red de arrastre de media agua	P/I, MM
Gran Atlántico	Vieira del norte del Golfo de Maine	Piloto	Fase de pre-implementación	
Gran Atlántico	Multiespecies del noreste para alquilar	Piloto	Línea y anzuelo	P/I, TT
HMS del Atlántico	Palangre pelágico	Operacional	Palangre pelágico	P/I, MM, TT, AM

4. Resultados Obtenidos de la Implementación del Sistema

Aunque varios programas de ME están ahora en marcha en las pesquerías de EE. UU., el uso de ME para monitorear la captura incidental de aves marinas o el uso de medidas de mitigación sigue siendo menos avanzado. Pierre (2018) revisó la eficacia del ME en el monitoreo de interacciones con especies protegidas en pesquerías comerciales y reportó que el ME puede ser efectivo en el monitoreo de capturas de especies protegidas, enredos en artes de pesca, manejo de especies capturadas, niveles de mortalidad y capturas descartadas. La identificación de especies individuales para la captura incidental de aves marinas es posible en muchos casos (Glemarec et al. 2020), sin embargo, el monitoreo de interacciones de aves marinas con cables de arrastre y cables terceros puede ser menos exitoso usando ME (McElderry et al. 2011).

En la pesquería de palangre de halibut de Alaska, Ames et al. (2005) evaluaron el ME en dos embarcaciones y encontraron que producía datos precisos y permitía evaluaciones de

cumplimiento para dispositivos de evitación de aves marinas, así como identificaba correctamente una alta proporción de aves marinas capturadas incidentalmente (es decir, nueve de 12 especímenes de albatros [*Diomedea spp.*]). La identificación correcta es particularmente importante ya que la captura incidental del albatros de cola corta en peligro de extinción (*Phoebastria albatrus*) puede ocurrir en esta pesquería. Sin embargo, este estudio sugirió que se necesita trabajo adicional en la identificación de imágenes de aves marinas, métodos de verificación y pruebas de los efectos del tiempo de remojo en las características físicas de las aves marinas.

En las pesquerías de palangre pelágico de aguas profundas y poco profundas de Hawái, McElderry et al. (2010) compararon la detección de captura incidental de aves marinas usando monitoreo de video con observadores a bordo, lo cual arrojó resultados mixtos. Durante el período de estudio de 6 meses, hubo tres capturas de aves marinas: un encuentro registrado por ME y el observador, uno registrado por el observador pero no por ME, y uno registrado por ME pero no por el observador.

5. Beneficios y Desafíos

El uso de ME para monitorear pesquerías que interactúan con aves marinas ofrece varios beneficios potenciales, incluyendo mayor precisión (es decir, reducir errores humanos y sesgos en el registro de eventos de captura incidental), mayor cobertura en circunstancias desafiantes, mayor rentabilidad con el tiempo y mayor cumplimiento normativo por parte de los pescadores. Al mismo tiempo, el desarrollo e implementación de ME para monitorear pesquerías también presenta varios desafíos. Estos incluyen los altos costos iniciales de equipo e instalación, la gestión y análisis de grandes cantidades de datos que pueden requerir muchos recursos, la oportunidad de los datos y la retroalimentación a las embarcaciones, problemas técnicos relacionados con el mal funcionamiento o ensuciamiento del equipo, problemas regulatorios y de cumplimiento asociados con el desarrollo y aplicación de políticas y regulaciones que exigen el uso de sistemas ME, y la determinación de los costos relativos de varios enfoques y quién paga por estas nuevas tecnologías.

6. Conclusiones y Recomendaciones

La gestión exitosa de las pesquerías depende de los datos recopilados sobre las actividades de pesca. El ME es una herramienta utilizada para recopilar datos de pesca, incluyendo el número de peces capturados, el esfuerzo de pesca y la captura incidental. Estos datos apoyan y mejoran las evaluaciones de existencias y aseguran que la captura sea sostenible a largo plazo. Los Estados Unidos, a través de NOAA Fisheries, están invirtiendo en tecnologías que prometen hacer la recolección de datos más oportuna, precisa y rentable. Muchas pesquerías en los Estados Unidos han integrado, o están trabajando para integrar, herramientas de monitoreo y reporte electrónico en sus programas de recolección de datos. Las pruebas e implementación de programas ME han revelado muchos beneficios y desafíos asociados con varios enfoques, particularmente en lo que respecta al monitoreo de la captura incidental de aves marinas. En los próximos años, desarrollar soluciones reflexivas para problemas transversales y numerosos desafíos específicos de cada pesquería requerirá colaboración y planificación. NOAA Fisheries está comprometido a proporcionar orientación nacional mientras nuestras oficinas regionales trabajan con socios locales y comunidades pesqueras en un enfoque sistemático hacia la adopción de nuevas tecnologías.

Literatura

Ames, R. T., G. H. Williams, and S. M. Fitzgerald. 2005. Using digital video monitoring systems in fisheries: application for monitoring compliance of seabird avoidance devices and seabird mortality in Pacific halibut longline fisheries. U.S. Department of Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-152, 93 p..

Chan, A. N., K. Long, and B. Alger. 2024. Examining the potential of electronic monitoring to augment protected species bycatch data collection. U.S. Department of Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-239, 39 p.

Glemarec, G., L. Kindt-Larsen, L. S. Lundgaard, and F. Larsen. 2020. Assessing seabird bycatch in gillnet fisheries using electronic monitoring. *Biological Conservation*, 243:108461.

McElderry, H., M. J. Pria, M. Dyas, and R. McVeigh. 2010. A pilot study using EM in the Hawaiian longline fishery. Unpublished report prepared for the Western Pacific Fishery Management Council by Archipelago Marine Research Ltd., Victoria Bush Columbia, Canada, 35 p.

McElderry, H., M. Beck, M. J. Pria, and S. A. Anderson. 2011. Electronic monitoring in the New Zealand inshore trawl fishery: a pilot study. DOC Marine Conservation Services Series 9. Department of Conservation, Wellington, New Zealand.

Pierre, J. P. 2018. Using electronic monitoring imagery to characterize protected species interactions with commercial fisheries: a primer and review. Final Report prepared by JPEC Ltd for the Conservation Services Programme, Department of Conservation, New Zealand.