

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

11ª REUNIÓN

La Jolla, California (EE. UU.)

11-15 de mayo de 2020¹

DOCUMENTO SAC-11-10

UN SISTEMA DE MONITOREO ELECTRÓNICO PARA LAS PESQUERÍAS ATUNERAS
EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL: OBJETIVOS Y ESTÁNDARES

Marlon Román, Jon Lopez, Cleridy Lennert-Cody, Enrique Ureña, Alexandre Aires-da-Silva

ÍNDICE

Resumen ejecutivo.....	1
1. Introducción.....	2
2. Definiciones	3
3. Objetivos.....	4
4. Consideraciones generales	4
5. La situación con los datos en el OPO	5
6. Un sistema de monitoreo electrónico (SME) para el OPO	6
6.1. Estructura institucional.....	7
6.2. Gestión.....	7
6.3. Estándares	9
Referencias.....	15
Anexo 1. Elementos por tomar en cuenta al establecer un SME en el OPO.	15
Anexo 2. Capacidades actuales del ME, pesquería de cerco.	19
Anexo 3. Capacidades actuales del ME, pesquería de palangre.....	21

El trabajo del personal, incluyendo las nuevas evaluaciones de los atunes tropicales, ha sido gravemente perturbado y retrasado por la pandemia del coronavirus, y muchos documentos para la reunión del Comité todavía no están terminados. No obstante, es importante que los miembros del Comité y observadores sean informados a la brevedad posible de la dirección y alcance del trabajo, y de los avances muy sustanciales que se han logrado, por lo que se están publicando los documentos más esenciales en borrador, y posiblemente sean modificados después de las discusiones virtuales del Comité.

El presente documento en fue preparado en respuesta a la recomendación [3.1](#) de la 10ª reunión del Comité Científico Asesor (SAC-10) en 2019, y de conformidad con los párrafos 9 y 10 de la resolución [C-19-08](#), de redactar estándares mínimos y requisitos de recolección y notificación de datos para el monitoreo electrónico (EM) de las flotas de cerco y de palangre que operan en el Océano Pacífico oriental (OPO), para presentar a la Comisión para su consideración en su reunión en agosto de 2020.

¹ Aplazada hasta fecha posterior por decidir.

RESUMEN EJECUTIVO

El monitoreo electrónico (ME) se usa cada vez más a nivel mundial para registrar las actividades de los buques pesqueros, para complementar los programas de observadores humanos, y en casos donde la cobertura por observadores a bordo es baja o inexistente. El ME usa sensores y cámaras para registrar información sobre las actividades del buque y, particularmente, sobre sus operaciones de pesca y sus resultados. El ME es económicamente viable, proporciona un registro exacto de las actividades pesqueras, y podría proporcionar una cobertura más completa de las actividades de pesca que un observador humano. Mejoraría la recolección de datos en los buques cerqueros que no llevan observadores a bordo, particularmente información sobre las capturas incidentales y los descartes y sobre la dinámica de la pesquería sobre plantados, y en los buques palangreros. Un estudio piloto en curso en Ecuador ha producido datos útiles.

En el presente documento se resumen las fuentes actuales de datos de pesca en el OPO, la evaluación del personal del potencial del ME y cómo podría ser implementado, y propuestas de estándares mínimos para los diversos componentes de un sistema ME.

1. INTRODUCCIÓN

Desde comienzos del siglo, el monitoreo electrónico (ME) se usa cada vez más a nivel mundial para registrar las actividades de los buques pesqueros, para complementar los programas de observadores humanos, y en casos donde la cobertura por observadores a bordo es baja o inexistente (Gilman *et al.* 2019). El ME usa sensores y cámaras ubicadas estratégicamente a bordo del buque para registrar información sobre las actividades del mismo y, particularmente, sobre sus operaciones de pesca y sus resultados (captura, captura incidental, métodos de pesca, etc.; Ruiz *et al.* 2014; McElderry 2008). El ME es económicamente viable, proporciona un registro espaciotemporal exacto de las actividades pesqueras (van Helmond *et al.* 2019) y, en ciertos casos, **puede proporcionar potencialmente una cobertura más completa de las actividades de pesca que un observador humano.**

Otras organizaciones regionales de ordenación pesquera (OROP) atuneras han considerado o implementado ME de alguna forma en los últimos años. Por ejemplo, la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA) ha avanzado hacia una aplicación amplia de ME (Ruiz *et al.* 2016) como parte de su Plan Científico Estratégico de 2015-2020 (ICCAT 2014), usando directrices propuestas por la *International Seafood Sustainability Foundation* (ISSF; Restrepo *et al.* 2014) como punto de partida para desarrollar estándares mínimos de ME en la región (ICCAT 2014b). Además, en 2014 la Comisión del Atún para el Océano Índico (CTOI) acordó que era necesario desarrollar estándares mínimos para esos sistemas para la pesca de cerco y otros tipos de artes que operan en el área (IOTC 2014; Ruiz *et al.* 2016). La Comisión de Pesca del Pacífico Occidental y Central (WCPFC), junto con la Secretaría de la Comunidad del Pacífico (SPC), ha estado trabajando en la implementación de ME en buques cerqueros, palangreros y cargueros que operan en su Área de Convención (Hosken *et al.* 2016) mediante proyectos, talleres y reuniones específicos (SPC-FFA 2017; WCPFC 2018; WCPFC 2019), con el objetivo de establecer el marco para un programa regional de ME, que incluye la preparación de estándares mínimos del programa, técnicos, logísticos y de análisis de registros (WCPFC 2018).

El uso de ME en las pesquerías atuneras del OPO se discutió por primera vez en el contexto de mejorar la recolección de datos de buques cerqueros pequeños², que rara vez llevan observadores a bordo. En particular, la necesidad de obtener información sobre las capturas incidentales y los descartes de estos buques, y sobre la dinámica de la pesquería sobre dispositivos agregadores de peces (plantados), se destacó en el Documento [SAC-07-07f.i](#) (Román *et al.* 2016), presentado en la 7ª reunión del Comité Científico

² Capacidad de acarreo < 363 t; clases de capacidad de la CIAT 1-5

Asesor (SAC-07). El ME también podría ser útil en buques cerqueros observados, donde se podría usar para recolectar datos básicos, permitiendo a los observadores realizar otras tareas de recolección de datos, como muestreo biológico, que actualmente no pueden realizar debido a limitaciones de tiempo (Román *et al.* 2019). El ME sería particularmente valioso en la pesquería palangrera, donde el nivel actual de cobertura por observadores es demasiado bajo para producir datos útiles para fines científicos, y los datos resultantes complementarían los datos operacionales limitados a disposición del personal. Además, en los casos en los que un observador no pueda recolectar datos para una parte o la totalidad del viaje, el ME continuaría registrando, asegurando así que no se pierdan datos esenciales; como por ejemplo, la incapacidad de algunos buques de llevar observadores durante la pandemia del Covid-19.

Dados los beneficios potenciales del ME, y que una de las metas del Plan Científico Estratégico (PCE) de la Comisión, es “investigar el uso de nuevas tecnologías para mejorar la calidad de los datos”, en 2018 se comenzó un estudio piloto (Proyecto [D.2.a](#)) en Ecuador, en el que se instalaron cámaras en cuatro buques de cerco y se probaron en el mar ([SAC-10-12](#)). Un informe detallado de este proyecto, que continúa en 2020, será presentado en 2021.

En el presente documento se resumen las fuentes actuales de datos de pesca en el OPO, la evaluación del personal del potencial del ME y cómo podría ser implementado, y propuestas de estándares mínimos para los diversos componentes de un sistema ME.

2. DEFINICIONES

Las definiciones y la terminología usadas en el presente documento están basadas en aquellas desarrolladas por otras OROP atuneras, pero con algunas adiciones, modificaciones y sustituciones en aras de la exhaustividad, claridad, consistencia y exactitud. No se incluyen definiciones relacionadas con asuntos más allá de la competencia del Comité, tales como financiamiento, cumplimiento y jurisdicción.

Un cambio importante es que “sistema ME/SME”, al igual que VMS (Sistema de Seguimiento de Buques), se usa para referirse a todo el sistema (gestión, especificaciones del equipo, recolección, transferencia, revisión, y análisis de datos, etc.), no solo al equipo a bordo de un buque individual, que se denomina “equipo ME”. A pesar de que esto podría causar cierta confusión a corto plazo, el personal de la CIAT lo prefiere por su claridad y consistencia.

1. **ME (monitoreo electrónico):** el uso de dispositivos electrónicos para registrar las actividades de un buque, especialmente para videograbar las actividades de pesca.
2. **SME (sistema de monitoreo electrónico):** un sistema para implementar ME a bordo de buques, aplicable a buques específicos en una zona y/o pesquería definida, y para recolectar, procesar y analizar los registros ME resultantes.
3. **Estándares ME:** los estándares, reglas y procedimientos acordados que rigen el establecimiento y operación de un SME, aplicables a todos los componentes del sistema.
4. **Programa ME:** dentro de un SME, un programa nacional o regional responsable de implementar el SME en una zona y/o pesquería definida.
5. **Equipo ME:** una red de cámaras, sensores y dispositivos de almacenamiento de datos instalada en un buque y usada para registrar las actividades del mismo.
6. **Registros ME:** imágenes y otros datos registrados por el equipo ME.
7. **Datos ME:** datos resultantes del análisis de los registros ME.
8. **Análisis ME:** el análisis de los registros ME para producir datos ME.
9. **Analista ME:** una persona calificada para analizar los registros ME y producir datos ME.
10. **Centro de revisión ME:** una instalación local, nacional o regional donde se analizan los registros ME para producir datos ME.
11. **Cobertura ME:** la proporción del esfuerzo de una pesquería que está sujeta a ME.

12. **Proveedor de servicios ME:** proveedor de equipo ME y/o servicios técnicos y logísticos.

Además, se distingue entre “captura total”, que comprende todo lo capturado, incluyendo las capturas incidentales y los descartes, y “captura retenida”, la parte de la captura total que es cargada a bordo de un buque.

3. OBJETIVOS

El objetivo fundamental de la implementación de un SME en el OPO es mejorar la calidad y disponibilidad de los datos que el personal necesita para llevar a cabo las funciones estipuladas en el Artículo XII de la Convención de Antigua. La entrada en vigor de la Convención en 2010 amplió el mandato de la Comisión para cubrir las especies de captura incidental y el enfoque ecosistémico a la ordenación, pero algunos de los datos que el personal requiere como base para sus recomendaciones para la conservación y ordenación de dichas especies, y para permitirle tomar en cuenta el ecosistema en esas recomendaciones, no son recolectados o no están a disposición del personal. Existen grandes disparidades entre las pesquerías y las flotas en cuanto a la disponibilidad de los datos, y varios aspectos de la provisión de datos siguen rigiéndose por resoluciones anteriores a la Convención, y ya no reflejan las prioridades o necesidades del personal y/o de la Comisión, ni los cambios dentro de la pesquería.

El sistema de ME propuesto en el presente documento aplicaría a los siguientes buques que pescan atunes en el OPO:

- Buques cerqueros de todas las clases de capacidad, independientemente de si llevan un observador a bordo;
- Buques palangreros de más de 20 m de eslora total (LOA).

El sistema necesitaría ser flexible, ya que el nivel de cobertura variaría según el tamaño del buque, el arte de pesca y la pesquería, pero se podría también adaptar a un objetivo específico. Por ejemplo, para la estimación de las capturas de atunes, 25% de cobertura puede ser suficiente, pero para muchas especies de captura incidental, especialmente aquellas que se encuentran con menos frecuencia, se necesitarían niveles de cobertura mucho mayores.

Si el objetivo es identificar las mejores opciones de ordenación de las especies objetivo, los datos de mayor valor para el personal son las cantidades de capturas y descartes de las especies objetivo y no objetivo, por especie y talla, junto con información sobre el esfuerzo de pesca y los detalles de las operaciones de pesca. Los datos operacionales de particular interés incluyen, para la pesquería de palangre, las horas y posiciones de inicio y fin de calar y cobrar el palangre y la velocidad del lanzamiento de línea, y para la pesquería de cerco, el tipo de lance, las horas de inicio y fin de actividades claves relacionadas con el lance, y cualquier actividad que involucre plantados, tales como siembras y reemplazos y retiros de boyas satelitales. Sin estos datos, varias de las tareas asignadas al personal por la Comisión, especialmente acerca de capturas incidentales y la pesquería sobre plantados, no son factibles.

El ME también debería ayudar a resolver algunas deficiencias importantes en el sistema actual de recolección de datos, entre ellas, en el caso de la pesquería de palangre, la falta de datos de captura incidental y descartes, la limitada cobertura por observadores, y el retraso en la recepción de datos de captura, y en el caso de la pesquería de cerco, entre otras cosas la incapacidad de identificar plantados individuales. Esto implicaría desarrollar propuestas para probar el ME en buques palangreros y, en colaboración con buques y proveedores de ME que participan en la pesquería cerquera sobre plantados y fabricantes de boyas satelitales, investigar la posibilidad de identificar dichas boyas remota y automáticamente.

4. CONSIDERACIONES GENERALES

Una vez decididos los objetivos de un sistema de ME, el siguiente paso es definir cuáles datos se recolectarán, en cuáles buques, y cómo. Antes de abordar estos asuntos en detalle, es necesario tomar en cuenta

algunas consideraciones generales sobre el ME.

El ME es muy prometedor para resolver muchos problemas de obtención de datos, pero no puede sustituir a un observador humano, al menos por el momento. Su principal limitación es que las cámaras solo graban lo que está en su campo de visión y no pueden priorizar entre los elementos en las imágenes que están grabando. Además, su capacidad para identificar especies y tallas durante la carga de la captura, por ejemplo, es limitada. Sin embargo, es probable que las mejoras en inteligencia artificial, algoritmos de aprendizaje automático/aprendizaje profundo, hardware y software mitiguen esta situación.

Más allá de los aspectos técnicos del equipo y la recolección de datos, un sistema de ME debe abordar los desafíos logísticos asociados al procesamiento y análisis de los grandes volúmenes de datos que resultarán, que son diferentes a los desafíos que se presentan cuando se trata de observadores humanos y sus datos. Registrar y almacenar los datos de ME es relativamente sencillo; transferirlos y analizarlos podría no serlo, y esto depende en gran medida de los arreglos institucionales que se hagan con ese fin. Las estructuras institucionales y de gestión específicas del SME se discuten detalladamente a continuación.

También existen asuntos importantes relacionados con el ME que están más allá de la competencia del personal científico y el Comité, tales como el financiamiento, los acuerdos de costos compartidos, y la propiedad de los registros de ME. Será necesario acordar si un sistema de ME sería financiado incluyendo su costo en el presupuesto de la CIAT, o mediante cuotas cobradas a buques individuales, o a través de algún otro mecanismo, y cómo se manejaría el incumplimiento con los requisitos del sistema. Estos son asuntos que debe decidir la Comisión, no el Comité, y por lo tanto no se abordan en detalle en este documento. Sin embargo, independientemente de cómo se implemente el sistema, se requerirán más recursos (humanos, financieros, materiales y administrativos) de los que dispone actualmente la Comisión.

Al preparar el documento, el personal tomó en cuenta la experiencia, avances, procedimientos y/o propuestas de los CPC³, otras OROP atuneras, organizaciones no gubernamentales (ONG), la industria y otros en la implementación de ME. Sin embargo, a pesar de que las consideraciones técnicas y logísticas son en gran medida comunes entre océanos, la CIAT es institucional y estructuralmente diferente a otras OROP atuneras, lo que afecta cómo se implementaría y gestionaría el ME.

Las propuestas presentadas son lo más específicas posible, pero muchas son generales porque la tecnología es nueva y evoluciona rápidamente, y lo que está disponible actualmente puede quedar obsoleto o reemplazado en el futuro cercano, o porque no se dispone de información en la que basar una propuesta específica. En algunos casos, el personal carece de la pericia, los conocimientos o la experiencia necesarios para formular recomendaciones más concretas; su experiencia práctica en materia de ME está limitada al estudio piloto iniciado en 2018, y el análisis de los datos resultantes aún no ha concluido. Se ha trabajado mucho en otros océanos (por ejemplo, Restrepo *et al.* 2018), pero en su mayoría es experimental y, aunque los resultados son útiles y se han tomado en cuenta, muchos aspectos del ME siguen siendo objeto de investigación y debate y deben ser adaptados a cada pesquería y océano.

5. LA SITUACIÓN CON LOS DATOS EN EL OPO

5.1. Cerco

La CIAT tiene tres fuentes principales de datos para la pesquería de cerco: (1) las oficinas de campo de la Comisión en los principales puertos atuneros de América Latina hacen resúmenes de las bitácoras de los buques al final de cada viaje de pesca y muestrean la composición por especie y talla de la captura de un subconjunto de viajes de estos buques durante la descarga en puerto (muestreo en puerto); (2) el programa internacional de observadores, establecido originalmente por la CIAT en 1978, y ampliado

³ Miembros y no Miembros Cooperantes de la CIAT

posteriormente bajo el Acuerdo de La Jolla de 1992 y el Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (APICD) de 1999; y (3) los datos remitidos por los CPC de conformidad con los requisitos de varias resoluciones, desde lo general (por ejemplo, la [C-03-05](#) sobre provisión de datos) hasta lo específico, como la [C-19-01](#) sobre la recolección y análisis de datos sobre plantados. Además, algunos datos se obtienen de las industrias pesquera y procesadora de atún y de fuentes publicadas.

Sin embargo, los datos de estas fuentes no abarcan por igual a todos los buques de cerco. Bajo el programa del APICD, cada viaje por buques cerqueros grandes (clase 6⁴) es acompañado por un observador, que recolecta datos detallados sobre las actividades de los buques en el mar, y particularmente datos sobre las capturas incidentales de especies no objetivo y los descartes de especies objetivo, que son vitales para las evaluaciones de poblaciones y los estudios ecosistémicos del personal. Los buques cerqueros de menor tamaño (clases 1 a 5) no están obligados a llevar observadores, por lo que la principal fuente de información de estos buques son los registros de sus bitácoras y el programa de muestreo en puerto. Los datos resultantes son mucho más limitados: contienen poca o ninguna información sobre capturas incidentales o descartes u operaciones con plantados (Román *et al.* 2016). Se dispone de algunos de datos operacionales detallados de un programa voluntario reciente en Ecuador, en el cual varios buques pequeños llevaron observador, y de un pequeño número de buques de clase 5 que han sido obligados a llevar observador durante períodos limitados bajo el APICD.

5.2. Palangre

La situación de la pesquería de palangre en el OPO en cuanto a datos es muy diferente ([SAC-10-04 REV](#)). El personal de la CIAT no obtiene los datos directamente de los buques; éstos son recolectados y analizados por cada CPC, y normalmente son provistos al personal en forma resumida, con información limitada sobre las características de las artes de pesca, los descartes y las capturas incidentales. De conformidad con la Resolución [C-19-08](#), el personal ahora recibe algunos datos operacionales detallados de observadores, con información completa sobre capturas y descartes, pero la cobertura por observadores es muy limitada: la resolución estipula una cobertura de 5% del esfuerzo de palangre de cada CPC, muy por debajo del mínimo de 20% recomendado repetidamente por el personal de la CIAT, el Grupo de Trabajo sobre Captura Incidental, y el Comité mismo ([SAC-10-04 REV](#)), pero en algunos casos ni siquiera se alcanza ese nivel inferior.

El [programa de observadores para transbordos en el mar](#), establecido en 2009, cubre los buques cargueros a los que los buques palangreros transbordan capturas en el mar. Seis CPC participan en el programa, que es operado por un contratista externo; el papel del personal es meramente administrativo y, aparte de algunos datos limitados sobre tiburones en las capturas transbordadas, el programa no genera información útil para las investigaciones del personal.

6. UN SISTEMA DE MONITOREO ELECTRÓNICO (SME) PARA EL OPO

Una decisión fundamental qué debe tomarse antes de decidir cualquier aspecto o estándar operacional es la estructura institucional y de gestión de un SME. En este sentido, el OPO es diferente a otros océanos en dos aspectos importantes: cuenta con el personal científico de la CIAT, con amplia experiencia en programas multinacionales de recolección de datos, y con el programa de observadores del APICD, que cubre el 100% de los viajes realizados por buques cerqueros de clase 6.

El programa del APICD es independiente de la CIAT, pero está estrechamente vinculado a ella: es administrado por el personal de la CIAT, y la CIAT paga el 30% de su presupuesto, pero es operado de manera colaborativa por la CIAT y los CPC que son Partes del APICD. Está compuesto por el programa de observadores de la CIAT, que cubre al menos el 50% de los viajes de los buques de clase 6, y seis programas

⁴ Capacidad de acarreo > 363 t

nacionales, que cubren los demás viajes realizados por los buques de su pabellón respectivo. Su función esencial es dar seguimiento a la mortalidad de mamíferos marinos en la pesquería de cerco, pero los observadores también recolectan datos detallados sobre todos los aspectos de las actividades de los buques, y frecuentemente realizan tareas especializadas para proyectos de investigación particulares. Además, a lo largo de los años se han añadido muchos elementos, como tortugas marinas, tiburones y planctos, a sus deberes de recolección de datos en respuesta a los cambios en la pesquería, los requisitos de las resoluciones de la Comisión, y las necesidades de investigación del personal.

El APICD tiene sus propias reglas y estándares, que aplican a todos sus componentes, así como sus propios arreglos de seguimiento y cumplimiento. Todos los programas componentes del APICD usan los mismos formularios, protocolos, procedimientos y bases de datos para la recolección de datos, y los programas nacionales proporcionan regularmente sus datos al personal de la CIAT.

6.1. Estructura institucional

Algunos aspectos del modelo del APICD podrían ser útiles en un SME. Crucialmente, se debería establecer como un solo sistema unificado en el que las bases de datos, los estándares, procedimientos y protocolos estén estandarizados y sean compatibles no solo entre sí, sino también con las prácticas existentes del APICD y la CIAT. También es deseable que sea compatible con las prácticas de la WCPFC. Los CPC individuales podrían operar sus propios programas nacionales de ME, al igual que con el APICD, o contratar a terceros, pero usarían estándares, formularios, etc. comunes y compartirían los datos ME resultantes (y, si es necesario para fines de investigación, los registros ME) con el personal de la CIAT, que sería responsable de coordinar el SME y los análisis científicos, usando datos de todos los programas ME.

6.2. Gestión

Una vez decidida la estructura institucional del sistema, hay una serie de cuestiones de gestión que será necesario abordar. Éstas incluyen la coordinación de los programas ME, el diseño y mantenimiento de las bases de datos, el establecimiento de especificaciones para el equipo ME y los centros de revisión ME, la capacitación de analistas ME, la inspección de las instalaciones de equipo ME, la recolección y distribución de los registros ME, la aprobación de los proveedores de servicios ME, la revisión del cumplimiento, etc., así como el presupuesto, las auditorías y otros aspectos similares. Aunque algunos de estos asuntos son decisión de la Comisión, el Comité podría considerar, y hacer recomendaciones sobre, algunos de los aspectos más técnicos.

Entre los muchos asuntos a considerar como parte de la gestión del SME se encuentran los siguientes:

- a. **Coordinación y compatibilidad:** El SME y los programas ME tendrían que operar en conjunto con los programas de observadores y de recolección de datos existentes para asegurar la compatibilidad y evitar la duplicación innecesaria de los datos recolectados.
- b. **Prioridades:** Algunos de los datos recolectados por observadores son fundamentales para las evaluaciones de poblaciones y otras investigaciones, algunos están relacionados con el cumplimiento, y no todos pueden ser recolectados por medio de ME. Sería necesario determinar las prioridades iniciales, y modificarlas según sea necesario, tomando en cuenta la Convención de Antigua, el Plan Científico Estratégico y, sobre todo, la situación y vulnerabilidad de las diferentes poblaciones y especies.
- c. **Confidencialidad:** Es posible que se requieran reglas que garanticen que los registros y datos de ME se manejen de manera que se mantengan la confidencialidad y privacidad personal y comercial, de conformidad con la política de la CIAT. Estas reglas deberían ser compatibles con las [reglas de confidencialidad del APICD](#), y podría ser necesario revisar algunas disposiciones de las resoluciones [C-13-05](#) y [C-15-07](#).
- d. **Cumplimiento:** Esto presuntamente se sometería al procedimiento habitual para las infracciones de

las resoluciones de la CIAT, y se reportaría al Comité de Revisión⁵, que luego lo remitiría al CPC del pabellón del buque para investigación y posible sanción. Cada CPC tendría que establecer reglamentos para implementar las disposiciones y requisitos del SME para asegurar la uniformidad. Se podría prohibir a los buques zarpar a menos que su equipo de ME esté funcionando, y se deberían establecer disposiciones para los casos de fallos del equipo en el mar. Si el equipo ME deja de registrar datos útiles o suficientes, se podría obligar al buque a regresar a puerto.

- e. **Equipo ME:** Además de especificaciones técnicas, se requerirán procedimientos para casos de fallo del equipo. La tripulación del buque podría reemplazar una cámara dañada o un sensor defectuoso, pero los dispositivos de almacenamiento tendrían que ser inalterables, y el equipo ME tendría que registrar y reportar cualquier fallo y/o reparación.
- f. **Cobertura ME:** Habrá que determinar las tasas de cobertura para las diferentes flotas y pesquerías. Actualmente, los buques cerqueros de clase 6 cuentan con un 100% de cobertura por observadores bajo el APICD, por lo que el ME sería complementario a ello, pero para los buques cerqueros más pequeños, que rara vez llevan observadores a bordo, y para los buques palangreros, que tienen tasas de cobertura muy bajas, y aquéllas solo para buques de >20 m de eslora total, el ME sería la única manera de obtener datos detallados sobre las operaciones de pesca. La tasa para una flota o pesquería determinada dependerá de varios factores, principalmente del objetivo deseado del muestreo. La solución más sencilla sería exigir a todos los buques que lleven equipo ME y lo utilicen en cada viaje, pero esto sería costoso, generaría más datos de los que podrían analizarse, al menos actualmente, y probablemente no sea necesaria una cobertura al 100% para fines científicos o de ordenación. Alternativamente, se podría requerir que los buques usen su equipo ME solo en una cierta proporción de viajes o lances; generalmente se considera que un 20% es el mínimo necesario para obtener una muestra representativa estadísticamente fiable, pero el porcentaje sería mucho mayor si el objetivo fuera cuantificar las capturas incidentales de especies capturadas solo ocasionalmente, por ejemplo. Se requerirán estudios científicos para determinar la cobertura apropiada para una pesquería o flota determinada.
- g. **Consideraciones financieras:** En la Tabla 1 se muestran las ofertas recibidas en 2018 por parte de proveedores de servicios ME para la provisión e instalación del equipo ME para el Proyecto [D.2.a](#), y para el apoyo técnico. El costo de la instalación del equipo ME promedió unos US\$ 3,000 por cámara; los cargos mensuales por el monitoreo del equipo y el apoyo técnico para el personal de la CIAT en La Jolla, que en efecto fue el centro de revisión del proyecto, varían de US\$ 150-280 por buque, y el procesamiento de un día de resultados ME para generar datos ME cuesta unos US\$ 45. Es poco probable que los costos de partidas tales como reemplazo de discos duros, capacitación, y licencias de software, que suman unos US\$ 10,000, sean representativos. Será necesario hacer arreglos para distribuir los costos entre los gobiernos, los buques y otras partes interesadas.

TABLA 1. Ofertas recibidas para la instalación de equipo ME para el Proyecto [D.2.a](#), en US\$.

Clase de buque	Cámaras y unidad de videograbación			
	Número	Compra	Instalación	Total
6	8	17,260	2,499	19,759
6	7	13,157	8,298	21,455
5	6	15,860	2,188	18,048
4	5	11,445	7,799	19,244
2	4	9,680	1,877	11,557

⁵ Formalmente el *Comité para la revisión de la aplicación de medidas adoptadas por la Comisión*

6.3. Estándares

Además de la gestión, los componentes clave de un SME (Figura 1) son:

1. **Técnico:** especificaciones, instalación, operación y mantenimiento del equipo de grabación a bordo y el software asociado.
2. **Recolección de datos:** registro y almacenamiento de los registros ME (es decir, imágenes y/u otros datos) generados por el equipo ME.
3. **Logístico:** transferencia y gestión de los registros ME.
4. **Análisis y notificación de datos:** análisis de los registros ME, y la subsiguiente remisión de los datos ME resultantes (o registros ME) a la CIAT.

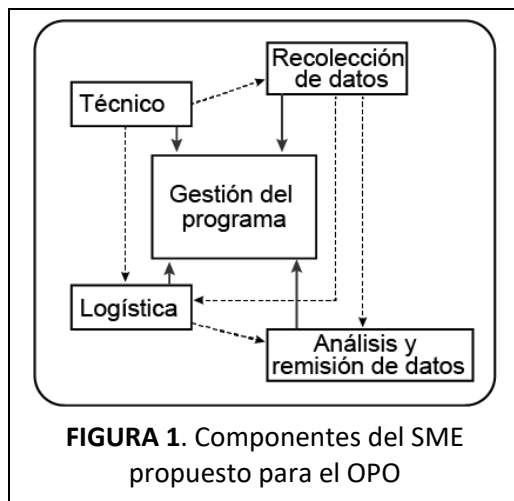


FIGURA 1. Componentes del SME propuesto para el OPO

Los estándares para cada componente se discuten a continuación, y se resumen en el [Anexo 1](#).

6.3.1. Estándares técnicos

Los estándares técnicos cubren las especificaciones para la selección, instalación, operación y mantenimiento del equipo ME (cámaras, sensores, dispositivos de almacenamiento de datos, etc.) y el software asociado a bordo de los buques. Los estándares deben ser claros y específicos, pero también lo suficientemente flexibles para adaptarse a los avances tecnológicos y a los cambios en las prioridades, así como a los requisitos particulares de los buques de diferentes tamaños, artes y prácticas de pesca.

En este momento, el personal no está en condiciones de hacer recomendaciones específicas sobre el equipo ME y su instalación. En el estudio piloto ([SAC-10-12](#)), se usaron los [resultados de un estudio](#) de las características operacionales de los buques de clases 1-5 para ayudar a determinar la ubicación del equipo ME. Se instalaron ocho cámaras en cada uno de los dos buques de clase 6, seis en el buque de clase 5 y cuatro en el buque de clase 2 ([SAC-10-12](#)), con resultados prometedores. Se podría hacer un estudio similar para los buques de clase 6, con especificaciones generales para el equipo ME y su instalación adaptada luego a buques individuales o grupos de buques con características operacionales similares (Ruiz *et al.* 2016). El equipo tendría que registrar todas las actividades a bordo del buque durante las operaciones de pesca.

En los buques cerqueros, las cámaras deberían cubrir, como mínimo, la cubierta de trabajo (tanto a babor como a estribor), la bolsa de la red y el salabardo, la cubierta de proa o en medio del buque, y (si procede) la cubierta de bodegas y cinta transportadora (Restrepo *et al.* 2018) (Figura 2).

En los buques palangreros, las cámaras deberían proporcionar una vista de toda la fauna capturada, tanto la que se carga a bordo del barco como la que se descarta. En la pesquería de palangre costera de Hawái, los buques llevan dos cámaras, una sobre la cubierta de procesamiento para identificar las especies, y la otra instalada fuera de la barandilla lateral para cubrir la puerta de pescado, donde se sube a bordo la captura (Figura 3).

Un problema práctico es la incompatibilidad del equipo ME de diferentes fabricantes y proveedores de servicios con algunas tecnologías, como las boyas satelitales con ecosonda (López *et al.*, 2014; Moreno *et al.*, 2016). A menos que (o hasta que) se adopten estándares comunes, un SME tendría que ser capaz de funcionar con todo el hardware y software existentes, e idealmente adaptable a futuros avances tecnológicos.

Algunos aspectos técnicos específicos de un SME que deben considerarse son:

a. **Cámaras:** son el corazón del SME y deben ser suficientes en número y calidad para cumplir con los requisitos del sistema, tanto en términos de contenido como de calidad, y suficientemente duraderas para aguantar las condiciones en el mar. Las cámaras deberían ser capaces de grabar tanto video como imágenes fijas; Restrepo *et al.* (2018) descubrieron que, si se usan imágenes fijas, el intervalo entre las imágenes no debería ser de más de dos segundos. Si bien las cámaras estarán apuntadas a áreas y actividades específicas del buque, una cámara panorámica colocada en el mástil del buque sería útil para el contexto, y podría grabar eventos, particularmente inesperados, que de otra manera podrían pasar desapercibidos.

b. **Sensores:** A menos que las cámaras se dejen encendidas todo el tiempo independientemente de las actividades del buque, deberán ser controladas automáticamente por sensores activados por un evento específico que indique una actividad de interés, tales como soltar el esqui en los cerqueros para iniciar un lance, la activación del equipo hidráulico del buque, o un cambio de velocidad o rumbo del buque que indique una actividad particular, como visitar un objeto flotante, perseguir mamíferos marinos, o evaluar un caladero. Los sensores también deberían registrar información adicional sobre el buque (rumbo, velocidad, presión hidráulica, rotación del cabrestante, etc.) así como datos ambientales (temperatura del agua, velocidad del viento, etc.), independientemente de si las cámaras están operando. Como se señaló anteriormente, se están desarrollando sensores que podrían identificar a distancia boyas satelitales amarradas a plantados, lo que sería muy útil para fines científicos.

c. **Almacenamiento de datos:** el equipo ME debería incluir suficiente capacidad de almacenamiento para archivar todas las imágenes e información de los sensores requeridas para un periodo determinado, que dependerá del tamaño y las características operacionales del buque, pero podría ser de varios meses. También debería incluir dispositivos de respaldo duplicados separados para asegurar que los datos no se pierdan si un dispositivo falla. Se deberían establecer disposiciones para los buques que agoten su capacidad de almacenamiento de datos. Actualmente, el ME en un buque genera entre 40 y 70 GB por día en el mar, o alrededor de 1.2 a 2.1 TB al mes. Los buques grandes llevan ocho discos duros de 4 TB cada uno, pero los buques pequeños, cuyos viajes son más cortos, tienen menos (normalmente cuatro).

d. **Compatibilidad:** los datos recolectados deberían estar en un formato compatible con las bases de datos de la CIAT.

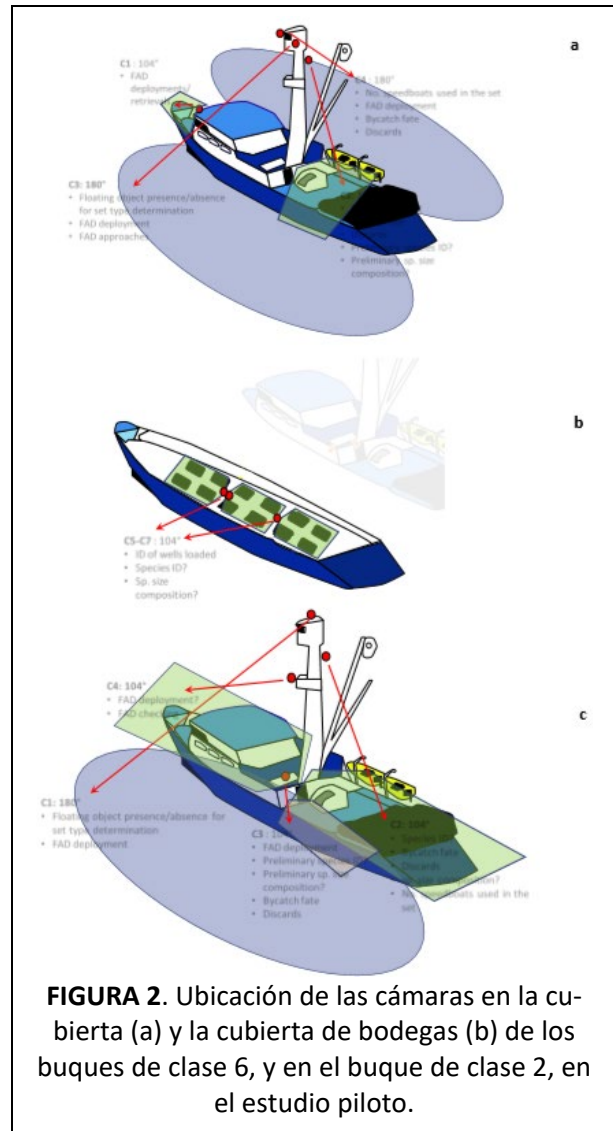
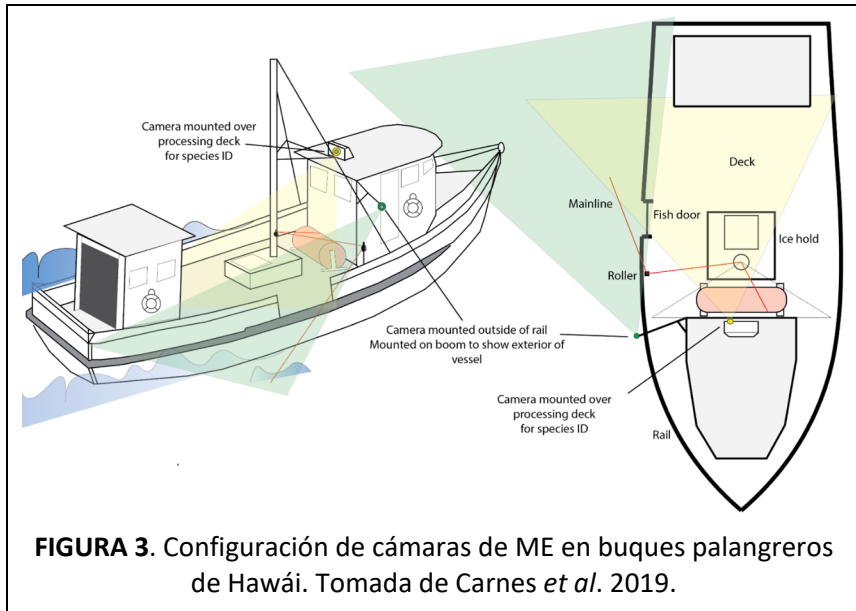


FIGURA 2. Ubicación de las cámaras en la cubierta (a) y la cubierta de bodegas (b) de los buques de clase 6, y en el buque de clase 2, en el estudio piloto.

e. **Fallos:** el equipo ME debería enviar una alerta automática en tiempo real al programa ME del buque si alguno de sus componentes falla. También debería ser posible controlar manualmente el registro de datos en caso de que el equipo ME no se inicie o detenga automáticamente, pero cualquier activación o apagado manual debería activar una alerta automática.

f. **Manipulación de datos:** el equipo ME debería ser a prueba de cualquier entrada manual de datos o manipulación externa de datos, y debería registrar cualquier intento de alterar el equipo o los datos archivados.

g. **Encriptación de datos:** el equipo ME debería ser capaz de enviar datos en forma encriptada.



6.3.2. Estándares logísticos

Las cuestiones logísticas se relacionan con la forma en que se manejan los registros ME. Algunos aspectos logísticos específicos de un SME que deben ser considerados son:

a. **Transferencia de datos:** Idealmente, los registros ME almacenados en el equipo ME de un buque se transmitirían periódicamente del buque en el mar a un almacenamiento en tierra; una vez a la semana, por ejemplo, como los informes de captura enviados por los observadores del APICD. Sin embargo, el costo sería prohibitivo: en el estudio piloto, el equipo de ME generó 40 GB o más de datos por día, y Gilman (2019) reportó que la transmisión de un solo megabyte por satélite cuesta alrededor de US\$ 8.

Una mejor solución, al menos para los buques cerqueros, sería que todos los datos de un viaje se transfirieran al centro de revisión ME al final de cada viaje, pero esto podría no ser práctico para algunos palangreros, que pueden permanecer en el mar durante periodos muy largos.

Aunque el equipo ME a bordo del buque debe ser inalterable, también debe ser posible borrar los registros ME del dispositivo de almacenamiento y el respaldo después de copiarlos o transmitirlos con éxito. Esto podría hacerse de manera remota, o por la tripulación del buque usando contraseñas de un solo uso; alternativamente, un técnico podría visitar cada buque a su regreso a puerto y copiar los registros ME del dispositivo de almacenamiento o retirarlo físicamente, dejando el dispositivo de respaldo en su lugar. Una vez transferidos los registros a un centro de revisión ME, se borrarían de los dispositivos del buque.

b. **Revisión de datos:** Un solo centro de revisión ME podría ser impráctico y/o indeseable. Una alternativa es el modelo del APICD, en el que los registros de un viaje son revisados por el programa que monitoreó ese viaje, ya sea de la CIAT o nacional; esto implicaría extender los programas existentes o crear nuevos a nivel nacional, o quizás regional. Otra alternativa es contratar el manejo de los registros ME y/o el análisis ME a una empresa comercial, tal como se hace en el programa de observadores

para buques cargueros conforme a la Resolución [C-12-07](#), en el que se subcontrata toda la logística (incluyendo la contratación y asignación de observadores), pero los datos son procesados y analizados por el CPC del pabellón del buque. Sin embargo, los datos no son compartidos con el personal de la CIAT, que recibe resúmenes. Siempre y cuando se sigan protocolos y procedimientos estándar, también podría funcionar un sistema híbrido en el que los CPC podrían elegir entre subcontratar el trabajo o hacerlo ellos mismos.

Cualquiera que sea el arreglo utilizado, la Comisión tendrá que decidir cómo se cubrirán los costos y cómo tratar asuntos como la confidencialidad.

6.3.3. Recolección de datos

Como se señaló anteriormente, el ME no puede reemplazar completamente a un observador humano, y es más adecuado para algunas tareas que para otras. En los buques con observador a bordo, las tareas pueden dividirse entre el ME y el observador, pero en los buques sin observador, el ME debería utilizarse preferentemente para tareas de alta prioridad. Las prioridades específicas dependerán en gran medida del objetivo, pero un nuevo enfoque de evaluación de riesgos ecológicos (ERE), desarrollado recientemente por el personal de la CIAT (Griffiths *et al.* 2019) para identificar mejor las especies vulnerables y así permitir priorizarlas en la recolección de datos, la investigación y la ordenación, sería útil para definir las prioridades entre las especies de captura incidental. Las especies de captura incidental de alta prioridad son típicamente los elasmobranchios, las tortugas y otras especies de crecimiento lento, madurez tardía y, lo que es más importante, de gran talla, ya que el ME identifica mejor las especies grandes (Ruiz *et al.* 2015). Además, y como se señaló anteriormente, las prioridades de recolección de datos tendrían que ser flexibles y estar en consonancia con las prioridades de la Comisión, el PCE, y las necesidades del personal para tareas científicas específicas.

6.3.3.a Buques cerqueros

Como se señaló en la introducción, una de las metas del [Plan Científico Estratégico](#) de la CIAT es “*investigar el uso de nuevas tecnologías para mejorar la calidad de los datos*”. El estudio piloto en curso (Proyecto [D.2.a](#)) para probar el ME en buques cerqueros brindará un punto de partida para evaluar cuáles campos de datos podrían ser registrados con ME de manera fiable como base para análisis subsiguientes, y si se requiere alguna ayuda o equipo adicional (Anexo 2).

En gran medida, los datos que puede registrar el ME dependen del tamaño y las características operacionales del buque. Si, como en muchos buques grandes, la captura se vierte en una tolva y luego se distribuye por cintas transportadoras a las bodegas, hay varios puntos en los que una cámara podría captar imágenes detalladas e informativas; por contraste, los buques pequeños suelen cargar las capturas en una bodega directamente desde el salabardo, y registrar imágenes útiles sería un desafío.

En el Anexo 2 se detallan las capacidades actuales del ME en los buques de cerco, según se determinaron en el estudio piloto. Muchos datos recolectados por los observadores en estos buques (tipo de lance, hora de inicio del lance, siembra de plantados, recuperación de plantados, capturas retenidas (pero no por especie)) podrían ser registrados con ME con poca o ninguna modificación del buque o sus prácticas de pesca (categoría R1; Emery *et al.* 2018), pero otros requerirían ayuda de la tripulación del buque (R2), cámaras y/o sensores adicionales (R3), o son factibles pero no valen la pena (R4). Otra información registrada por los observadores, en su mayoría datos no operacionales como la capacidad y el equipo de los buques, las dimensiones y la configuración de las artes de pesca, que el ME no puede registrar, está disponible en el Registro Regional de Buques y/u otras bases de datos de la CIAT.

En el estudio piloto y en otras iniciativas (Gilman *et al.* 2019, Briand *et al.* 2017, Ruiz *et al.* 2014, Chavance *et al.* 2013), la determinación de la composición por especie y talla de la captura con ME resultó difícil.

Las especies grandes (peces picudos, tiburones, etc.) suelen ser identificadas correctamente, pero las especies más pequeñas (<30 cm) son problemáticas, especialmente si, como a menudo sucede, se capturan en un lance especies morfológicamente similares, como el patudo y el aleta amarilla. Se necesitará una mejor tecnología, incluyendo software de reconocimiento y análisis de imágenes (Gilman *et al.* 2019), para identificar con exactitud todas las especies involucradas en las pesquerías atuneras.

Una cuestión en la que el ME podría ser potencialmente de gran valor, no abordada en el estudio piloto, es la identificación de plantados. Cada boya satelital sujeta a un plantado tiene un identificador alfanumérico único incorporado ('ID de boya'), que se utiliza para identificar los plantados, como se refleja en la Resolución [C-19-01](#). El personal de la CIAT, el Grupo de Trabajo sobre Plantados y el Comité han identificado repetidamente el ID de boya como dato clave necesario para cualquier estudio científico de la pesquería sobre plantados, ya que sin él no se puede hacer seguimiento de los plantados a lo largo del tiempo, y no se puede vincular la información relacionada en diferentes bases de datos. Actualmente no se dispone de sensores y/o software que detecten e identifiquen automáticamente y remotamente las boyas satelitales, aunque la tecnología para hacerlo está en desarrollo y podría eventualmente integrarse en el equipo de ME (Gilman *et al.* 2019; Lopez *et al.* 2018; MRAG 2017; Benelli 2013).

Aunque el ME todavía no se ha usado para recolectar datos de mamíferos marinos, se pueden hacer algunas inferencias a partir de la experiencia del personal en el mar o en el análisis de los registros ME. Por ejemplo, algunas actividades exclusivas de los lances sobre delfines, como el inicio de la maniobra de retroceso, deberían poder ser detectadas con ME, al igual que los abultamientos y colapsos de la red y las averías mayores del equipo, que históricamente son indicadores de lances con alta mortalidad. Sin embargo, si ocurre mortalidad de delfines, las cámaras probablemente serían de uso limitado para documentarla y cuantificarla.

6.3.3.a Buques palangreros

La Resolución [C-19-08](#) establece estándares mínimos para la notificación de datos operacionales por los buques palangreros, los cuales pueden ser remitidos en uno de dos formatos: i) como un informe armonizado con la WCPFC o, ii) utilizando los formularios de observadores de la CIAT. En el Anexo 3 se resume la capacidad del ME para recolectar los datos especificados en la Resolución C-19-08. El ME parece ser, en general, útil para reunir información sobre características especiales de las artes de pesca, el calado y cobrado de la línea madre, y la captura por lance por especie, pero otra información importante, como el tipo y tamaño del anzuelo, la distancia entre la plomada y el anzuelo, y la longitud de las brazoladas y líneas de flotación no puede ser registrada con la tecnología actual. Del mismo modo, como en el caso de los buques de cerco, el ME no puede registrar información general sobre el buque y sus artes de pesca (método de refrigeración, material de la línea madre o brazoladas, etc.), aunque esta información suele ser recopilada por las autoridades del buque, y/o registrada en el Registro Regional de Buques, y por lo tanto está disponible, pero no siempre se proporciona.

El tamaño de un buque y sus características operacionales afectarán en gran medida los datos que el ME pueda registrar. Por ejemplo, algunos buques regularmente liberan especies no objetivo capturadas antes de subirlas a bordo, lo que dificulta que el equipo de ME pueda contar e identificar la captura incidental. Algunos de estos problemas podrían mitigarse o resolverse añadiendo cámaras en lugares apropiados o prohibiendo estas liberaciones.

El personal planea revisar las prioridades de recolección de datos para los buques palangreros y ajustarlas para que concuerden con las disposiciones de la Convención de Antigua, las prioridades en evolución del PCE y la Comisión, y las necesidades del personal. Sin embargo, el personal no tiene experiencia práctica en ME en buques palangreros y, dado que las pesquerías son específicas por región, estará en mejores condiciones de evaluar las capacidades del ME en buques palangreros una vez que se complete el estudio

piloto propuesto (Proyecto).

6.3.4. Análisis y notificación de datos

Independientemente de si el análisis ME es realizado por el personal de la CIAT, o por un programa ME individual o un centro de revisión ME, o un contratista externo, es importante que los datos ME resultantes sean consistentes y comparables y, por lo tanto, que sean generados y reportados usando protocolos y procedimientos estándar. Esto requerirá, entre otros, la creación de procedimientos para verificar la validez de los datos (identificaciones de especies, datos de captura (total y por especie), medidas individuales, etc.), el desarrollo de factores de conversión estándar (talla a peso, número a peso, etc.), y el establecimiento de un programa para reportar los datos a la CIAT por los programas ME individuales.

Los elementos a considerar en el desarrollo de estándares para los análisis e informes ME incluyen lo siguiente:

- a. **Capacitación:** los análisis ME requerirán analistas ME capacitados. Una posible fuente es el gran número de observadores capacitados con experiencia en el mar, que están familiarizados con la pesquería y tienen experiencia en la identificación de especies de peces, pero que ya no están interesados en salir al mar. Será necesario diseñar y organizar cursos de capacitación, coordinados por el personal de la CIAT, con aportes de los proveedores de servicio ME y otros expertos.
- b. **Automatización:** el software de análisis debería automatizar la entrada de los registros ME al grado posible. Esto debería incluir, entre otros, marcas de fecha y hora en cualquier actividad identificada por las cámaras, así como herramientas fáciles de usar para incluir directamente la información en los datos o informes ME finales.
- c. **Calidad de los datos:** se deberían incorporar procedimientos de comprobación de errores en el software de análisis para garantizar la calidad de los datos, tales como comprobaciones cruzadas de estimaciones de captura basadas en ME, datos de muestreo en puerto, y/o datos de bitácora, y herramientas digitales de medición calibradas adecuadamente para obtener medidas exactas de animales individuales. De igual manera, se necesitarán rutinas de revisión que señalen posibles errores en los datos ME.
- d. **Factores de conversión:** las capturas suelen medirse en peso o en número, pero los factores usados para convertir estos datos de uno a otro, o en tallas, varía entre instituciones e investigadores, lo que aumenta la incertidumbre de las estimaciones y dificulta la comparación directa de los resultados. Será necesario desarrollar y acordar factores estándar de conversión talla-peso y peso-número, por especie, basados en resultados de investigaciones revisadas por pares y/o datos empíricos, y actualizarlos según sea necesario.
- e. **Formato:** se deberían usar formatos estándar al generar tanto la información en los registros ME (por ejemplo, fechas como DDMMAA) como los archivos de datos ME resultantes (por ejemplo, csv, accdb, xlsx).
- f. **Frecuencia de informes:** el calendario de remisión de informes deberá tomar en cuenta las diferencias entre tipos de datos y pesquerías. Los registros ME deberían ser remitidos en un plazo de 30 días después de finalizar el viaje correspondiente; para los datos ME, se podría usar un sistema similar al del APICD, en el cual los programas ME remitirían los datos de cerco y palangre a la CIAT anualmente, en marzo y junio, respectivamente, del año siguiente.
- g. **Remisión de informes:** a fin de simplificar y facilitar la remisión oportuna y correcta de los datos y registros ME, éstos se presentarían a través de un portal dedicado en la nube. El portal debería ser lo más fácil de usar y automatizado posible, e incluir controles de calidad (por ejemplo, comprobación

de formato, marcado de errores), recordatorios automáticos de los plazos para presentar los datos o informes ME, etc.

REFERENCIAS

- Benelli, G. and A. Pozzebon 2013. RFID Under Water: Technical Issues and Applications. Radio Frequency Identification from System to Applications. M. B. I. Reaz. Rijeka, InTech: Ch. 18
- Briand, K., A. Bonnieux, W. Le Dantec, S. Le Couls, P. Bach, A. Maufroy, A. Relot-Stirnemann, P. Sabarros, A.-L. Vernet, F. Jehenne and M. Goujon . 2017. Comparing Electronic Monitoring System with Observer Data for Estimating Non-target Species and Discards on French Tropical Tuna Purse Seine Vessels. IOTC-2017-WPEB-17. Indian Ocean Tuna Commission.
- Carnes, M. J., JP Stahl, KA Bigelow. 2019. Evaluation of Electronic Monitoring Pre-implementation in the Hawai'i-based Longline Fisheries. [Repository.library.noaa.gov](https://repository.library.noaa.gov/).
- Chavance P., Batty A., Mc Elderry H., Dubroca L., Dewals P., Cauquil P., Restrepo V. and Dagorn L. 2013. Comparing Observer Data with Video Monitoring on a French Purse Seiner in the Indian Ocean. IOTC- 2013-WPEB09-43, 18 pp
- Emery, T., R. Noriega, A. Williams, J. Larcombe, S. Nicol, P. Williams, N. Smith, G. Pilling, M. Hosken, S. Brouwer, L. Tremblay-Boyer, and T. Peatman. 2018. The use of electronic monitoring within tuna longline fisheries: implications for international data collection, analysis and reporting. Rev Fish Biol Fisheries (2018) 28:887–907. <https://doi.org/10.1007/s11160-018-9533-2>.
- Gilman, E., G. Legorburu, A. Fedoruk, C. Heberer, M. Zimring and A. Barkai. 2019. Increasing the functionalities and accuracy of fisheries electronic monitoring systems. Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst. 2019;1–26. <https://doi.org/10.1002/aqc.3086>.
- Griffiths, S. P., K. Kesner-Reyes, C. Garilao, L. M. Duffy and M. H. Román (2019). Ecological Assessment of the Sustainable Impacts of Fisheries (EASI-Fish): a flexible vulnerability assessment approach to quantify the cumulative impacts of fishing in data-limited settings. Marine Ecology Progress Series 625: 89-113.
- Hosken, M. *et al.* 2016 Report on the 2014 Solomon Islands Longline E-Monitoring Project. Pacific Community, Noumea, New Caledonia.
- ICCAT, 2014. Report of the 2014 meeting of the working group for the development of the SCRS science strategic plan.
- ICCAT, 2014b. Report of the Standing Committee on Research and Statistics (SCRS). Madrid, Spain, 29 September to 3 October 2014.
- IOTC, 2014. Report of the Seventeenth Session of the IOTC Scientific Committee. Seychelles, 8-12 December 2014.
- Lennert-Cody, C. 2001. Effects of sample size on bycatch estimation using systematic sampling and spatial post-stratification: summary of preliminary results. IOTC Proceedings of the 3rd Session of the Working Party on Data Collection and Statistics, WPDCS01-09, pages 48-53.
- Lopez, J., G. Moreno, I. Sancristobal and J. Murua 2014. "Evolution and current state of the technology of echo-sounder buoys used by Spanish tropical tuna purse seiners in the Atlantic, Indian and Pacific Oceans." Fisheries Research 155(0): 127-137.
- Lopez, J., E. Altamirano, C. Lennert-Cody, M. Maunder and M. Hall (2018). "Review of IATTC Resolutions C-16-01 and C-17-02: available information, data gaps, and potential improvements for monitoring the FAD fishery." FAD -03 INF-A.
- McCracken M. 2006. A Simulation Study of the Possible Effects of Different Observer Coverage Levels in the American Samoa Longline Fishery. Internal Report IR-06-017. NOAA, Honolulu, USA.
- McElderry, H. 2008. At sea observing using video-based electronic monitoring. Background paper prepared by Archipelago Marine Research Ltd. for the Electronic Monitoring Workshop July 29–30,

2008. Seattle WA, held by the North Pacific Fishery Management Council, the National Marine Fisheries Service, and the North Pacific Research Board: The efficacy of video-based monitoring for the halibut fishery.
- Moreno, G., J. Murua and V. Restrepo (2016). "The use of echo-sounder buoys in purse seine fleets fishing with DFADs in the eastern Pacific Ocean." SAC-07-INF-C.
- MRAG (2017). "Monitoring of FADs Deployed and Encountered in the WCPO (Consultancy Report) " SC13-FADMgmtOptionsIWG-01.
- Restrepo, V., J. Ariz, J. Ruiz, A. Justel-Rubio and P. Chavance. 2014. Updated Guidance on Electronic Monitoring Systems for tropical Tuna Purse Seine Fisheries. ISSF Technical Report 2014- 08 International Seafood Sustainability Foundation, Washington, D.C., USA.
- Restrepo, V., A. Justel-Rubio, H. Koehler and J. Ruiz. 2018. Minimum Standards for Electronic Monitoring Systems in Tropical Tuna Purse Seine Fisheries. ISSF Technical Report 2018-04. International Seafood Sustainability Foundation, Washington, D.C., USA.
- Román, M., C. Lennert-Cody, M. Maunder, A. Aires-da-Silva, and N. Vogel. 2016. Changes in the purse-seine fleet fishing on floating objects and the need to monitor small vessels. IATTC. Seventh Meeting of the Scientific Advisory Committee. Document [SAC-07-07f.i](#).
- Román, M., C. Lennert-Cody, E. Ureña. 2019. Electronic monitoring (EM) of the activities and catches of purse-seine vessels: Update (Project D.2.a). IATTC. Tenth Meeting of the Scientific Advisory Committee. Document [SAC-10-12](#).
- Ruiz, J., Batty, A., Chavance, P., McElderry, H., Restrepo, V., Sharples, P., Santos, J., and Urtizberea, A. 2014. Electronic monitoring trials on in the tropical tuna purse-seine fishery. ICES Journal of Marine Science, doi: 10.1093/icesjms/fsu224.
- Ruiz, J., I. Krug, A. Justel-Rubio, V. Restrepo, G. Hammann, O. Gonzalez, G. Legorburu, P. Pascual Alayon, P. Bach, P. Bannerman, and T. Galán. 2017. Minimum standards for the implementation of electronic monitoring systems for the tropical tuna purse seine fleet. ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. 73(2): 818-828.
- Skillman RA, Wetherall JA, DiNardo GT. 1996. Recommendations for Scoping the Sea Turtle Observer Program for the Hawaii-Based Longline Fishery. Southwest Fisheries Science Center Administrative Report H-96-02. NOAA, Honolulu, USA.
- SPC-FFA. 2017. Report on the Second Regional Electronic Monitoring Process Standards Workshop. 20 to 24 November 2017. Nouméa, New Caledonia. Available at: <https://oceanfish.spc.int/meeting-workshops/e-reporting-a-e-monitoring/474-second-EM-workshop-11-2017?lang=en>
- van Helmond, A.T.M., L.O. Mortensen, K.S. Plet-Hansen, C. Ulrich, C.L. Needle, D. Oesterwind, L. Kindt-Larsen, T. Catchpole, S. Mangi, C. Zimmermann, H.J. Olesen, N. Bailey, H. Bergsson, J. Dalskov, J. Elson, M. Hosken, L. Peterson, H., McElderry, J. Ruiz, J.P. Pierre, C. Dykstra, J.J. Poos. 2019. Electronic monitoring in fisheries: lessons from global experiences and future, opportunities. Fish Fish. Oxf. (Oxf). 2019, [10.1111/faf.12425](#).
- WCPFC, 2018. Third E-Reporting And E-Monitoring Working Group Meeting (ERandEMWG3). Chair's concept paper on electronic monitoring principles and procedures for the WCPFC. WCPFC-2018-ERandEMWG3-04. Available at: https://oceanfish.spc.int/en/observer-forms/doc_details/1892-wcpfc-2018-erandemwg3-04-e-monitoring-concept-paper
- WCPFC, 2019. Update on Project 93. Review of the Commission's data needs and data sources, including the potential for eMonitoring to address gaps. WCPFC-SC15-2019/ST-WP-04. Available at: <https://www.wcpfc.int/node/42921>.

Anexo 1. Elementos por tomar en cuenta al establecer un Sistema de Monitoreo Electrónico para las pesquerías atuneras en el Océano Pacífico oriental.

Descripción	Acción requerida
DEFINICIONES	
Glosario de términos usados en la implementación de ME	Armonizar con otras OROP. Por adoptar por la Comisión.
APLICABILIDAD	
<ul style="list-style-type: none"> • Todos los buques de cerco. • Buques palangreros > 20 m de eslora total 	CPC deben implementar/posibilitar el nivel de cobertura, y los tipos de datos recolectados.
IMPLEMENTACIÓN	
Estructura institucional	
SME: sistema unificado, con bases de datos, estándares, procedimientos y protocolos estandarizados aplicables a todos los componentes.	Por adoptar por los CPC. Debería ser compatible con prácticas del APICD y de la CIAT; también WCPFC.
Gestión	
Coordinación y compatibilidad entre SME y programas ME individuales.	Por arreglar por los CPC. SME y programas ME deberían funcionar con programas de observadores y recolección de datos para evitar duplicar esfuerzos y/o datos.
Prioridades en recolección de datos ME.	Establecer, y modificar según proceda, a la luz de la convención de Antigua, el Plan Científico Estratégico y la condición de las especies.
Confidencialidad de registros ME y datos ME.	Adoptar procedimientos para mantener la confidencialidad y privacidad, consistente con las reglas de la CIAT y del APICD.
Cumplimiento con estándares ME y/o resoluciones de la CIAT.	CPC deberían establecer reglamentos SME uniformes. Incumplimientos de estándares y/u otros requisitos reportados al Comité de Revisión y referidos a CPC pertinente para investigación.
Estándares para equipo ME.	Además de estándares técnicos, establecer normas y procedimientos para casos de averías en el mar.
Cobertura ME de buques/pesquerías.	Establecer niveles de cobertura del buques y/o pesquerías adecuadas para el objetivo deseado del muestreo. DI personal de la CIAT recomendará tasas mínimas de cobertura que garanticen fiabilidad de los datos.
Consideraciones financieras.	Establecer procedimientos de reparto de costos y responsabilidades del SME y sus componentes. Por discutir por el Comité sobre Administración y Finanzas (CAF).
Estándares	
Técnico: seleccionar, instalar, operar, y mantener equipo ME.	<p>Cámaras. Suficientes en número, calidad, y durabilidad para registrar de forma fiable imágenes del buque y sus alrededores, y particularmente de actividades específicas de pesca.</p> <p>Sensores. Registran datos no visuales, o activan/desactivan cámaras durante actividades de interés.</p> <p>Almacenamiento de datos. Capacidad suficiente para almacenar registros para un período deseado, con</p>

Descripción	Acción requerida
	<p>respaldo redundante. Contemplar casos de agotamiento de espacio de almacenamiento.</p> <p>Compatibilidad. Usar formatos de datos compatibles con bases de datos de la CIAT.</p> <p>Averías/alteraciones. El equipo ME registra y envía alertas automáticas en tiempo real en casos de avería, activación/desactivación manual, entrada manual de datos, manipulación externa de datos, o intentos de alterar el equipo o los registros ME.</p> <p>Encriptación de datos. Equipo ME debería ser capaz de enviar registros ME encriptados.</p>
Logística: registros y datos ME	<p>Transferencia de datos. Transferir registros ME del buque al centro de revisión de ME, generalmente al fin de cada viaje.</p> <p>Revisión de datos. Opción 1: El programa que monitoreó el viaje (CIAT o nacional) revisa los registros ME de ese viaje (modelo APICD); Opción 2: registros ME pasados a centros de revisión externos, pero datos ME procesados y analizados por el CPC de pabellón del buque y compartidos con personal de CIAT.</p>
Recolección de datos:	<p>Buques cerqueros. Ver Anexo 2. Continuar esfuerzos para (a) mejorar identificación de especies; (b) detectar e identificar boyas satelitales automáticamente a distancia.</p> <p>Buques palangreros. Ver Anexo 3.</p>
Análisis/notificación de datos: desarrollar (a) procedimientos para generar/validar datos ME, (b) factores de conversión estándar, (c) calendario para reportar datos a la CIAT	<p>Entrenamiento. Diseñar y organizar cursos de entrenamiento para analistas ME, coordinados por personal de CIAT, con aportes de proveedores de servicios ME y otros expertos.</p> <p>Automatización. Automatizar y simplificar la generación de datos ME, para agilizar los análisis ME y para incluir directamente información en los datos/análisis ME.</p> <p>Calidad de datos. Software con procedimientos de verificación de errores y herramientas digitales de medición integrados; también rutinas de revisión para detectar errores potenciales.</p> <p>Factores de conversión. Desarrollar, y actualizar en caso necesario, factores de conversión estándar talla-peso y peso-número, por especie, basados en datos fiables.</p> <p>Formato. Usar formatos estándar (csv, accdb, xlsx, etc.).</p> <p>Frecuencia de informes. Varía por pesquería y tipo de datos. Registros ME remitidos en plazo de 30 días de terminar el viaje; datos ME a la CIAT anualmente, en marzo (cerco) y junio (palangre) del año siguiente.</p> <p>Procedimiento de notificación. Datos y registros ME remitidos por portal dedicado en la nube; incluye control de calidad.</p>

Anexo 2. Capacidades actuales del ME, pesquería de cerco.

Datos registrados por observadores de la CIAT en buques cerqueros de clase 6, por categoría y dato, y la evaluación del personal de la aplicabilidad de ME, usando las categorías de listo/posible de Emery *et al.* (2018). No incluye datos tales como capacidad y equipo del buque, dimensiones y configuración del arte, que ME no puede registrar y que está disponible en el [Registro Regional de Buques](#) y/u otras bases de datos de la CIAT. * : datos recolectados de bitácoras, buques de clases 1-5.

R1	Listo	Requiere poco o ningún trabajo adicional	P1	Posible	Requiere trabajo menor
R2		Requiere apoyo significativo de la tripulación	P2		Requiere trabajo mayor
R3		Requiere cámara o sensor dedicado o adicional	NP	No posible	-
R4		Ineficaz/costoso de analizar			

A	B	C		D
FISHING EFFORT				
Vessel activity	Drifting	Date/time of each DRIFT event		R1
	Searching	Date/time of all SEARCH events (crew with binoculars, bird radar)		NP
	Running	Date/time of all RUN events (no searching)		NP
	Speed	Vessel speed		R1
	Position	Location of vessel during activities other than sets		R1
Set information	Date/time, start of set*			R1
	Date/time, end of set*			R1
	Position*			R1
	Set type*			R1
	Well	Well number	Crew access to wet-deck	R1
			No crew access to wet-deck	R2
	SST	Sea surface temperature		R3
	Beaufort (wind speed)			R1
	Time, rings up			R1
	Major malfunction			R1
Minor malfunction			NP	
TARGET SPECIES				
Catch, total	Catch per set, all species combined		R1	
Catch, by species*	Catch per set, large-sized individuals	Loaded via hopper, conveyor belt	R1	
		Straight to well	R2	
	Catch per set, medium-sized individuals	Only one species YFT & BET	R1 R4	
	Catch per set, small-sized individuals		P2	
Discards, total	Tonnage discarded and reason, all species		R1	
Discards, by species	Tonnage discarded and reason, large species		R1	
	Tonnage discarded and reason, medium species	SKJ	R1	
		YFT & BET	R4	
	Tonnage discarded and reason, small species		P2	
NON-TARGET SPECIES				
Large-medium species	Species code	Species caught	By taxonomic group	R1
			By species	R2
	No. species caught	No. of large-medium individuals caught	Loaded via hopper, conveyor belt	R1
			Straight to well	R2
	Length of fish	To nearest cm		R2
Sex	Determine sex		R2	
Activity when sighted	Motionless but alive/swimming/dead/copulating		NP	

	Condition on release	No injuries/seriously injured/dead/unknown (e.g. turtles)	R1	
	Fate	Human consumption/released alive/discarded/unknown/other	R1	
Small species	Species code	Species caught	By taxonomic group	R1
			By species	R4
	No. species caught	No. of small individuals caught	Loaded via hopper, conveyor belt	R4
			Straight to well	P2
Fate	Human consumption/discarded/part consumed and discarded	R1		
FLOATING OBJECTS/FADs				
Type	Type of floating object (flotsam, FAD)		R1	
Floating structure: dimensions	Length, width and height of the floating structure		R1	
Submerged structure: shape			R2	
Submerged structure: depth			R2	
Components when encountered	Components of floating and submerged structures when encountered		R2	
Components when left	Components of floating and submerged structures when left		R2	
Object encounter	Date, time, position		R1	
FAD deployment	Date, time, position		R1	
Location method			R2	
Buoy ID	Serial number of satellite buoy		P2/NP	
Origin	Origin of object (e.g. FAD ownership)		P2	
Tag information			P2/NP	
Object removed	Object brought aboard the vessel after the encounter		R1	
Epibiota	Percentage of object covered by epibiota		R1	
Fauna entangled	Number and species of fauna entangled in object		R2	
MARINE MAMMALS				
Herd size	Number and species composition of entire marine mammal herd		NP	
Sighting location			NP	
Sighting date/time			NP	
Chase start	Time speedboats deployed		R1	
Evasion/escape behavior	Number and species composition during chase and encirclement. Entire herd cohesion codes.		NP	
Herd size when captured	Number and species composition of herd encircled		R3	
Backdown start			R1	
Backdown finish			R3	
Rescue effort			R2	
Net canopy	Net canopy with marine mammals in the net?		R3	
Net collapse	Net collapse with marine mammals in the net?		R3	
High mortality	Was a high mortality quantified by species?		R3	
Low mortality	Was a low mortality quantified by species?		R2	

Anexo 3. Capacidades actuales del ME, pesquería de palangre.

Estándares mínimos de notificación de datos registrados, Opción 1, establecida por la Resolución C-19-08, por categoría y dato, y la evaluación del personal de la aplicabilidad de ME, usando las categorías de listo/posible de Emery *et al.* (2018). No incluye datos tales como identificación del buque, su capacidad, equipo mecánico y electrónico, dimensiones y configuración del arte, información de la tripulación y el observador, que ME no puede registrar y que está disponible en el [Registro Regional de Buques](#) y/u otras bases de datos de la CIAT.

R1	Listo	No requiere trabajo adicional	P1	Posible	Requiere trabajo menor
R2		Requiere apoyo significativo de la tripulación	P2		Requiere trabajo mayor
R3		Requiere cámara o sensor dedicado o adicional	NP	No posible	-
R4		Ineficaz/costoso de analizar			

B	C	D
GEAR AND TRIP DATA		
	The date and time the vessel leaves port to start its fishing trip.	R1
Arrival port, date	Include both the port name and country.	R1
GENERAL GEAR CHARACTERISTICS		
Mainline material	List the of the mainline used by the vessel (e.g. Kuralon, Braided)	NP
Mainline length (specify unit)	The total length of the mainline when it is fully set	P2
Mainline diameter (specify unit)		NP
Branch line material(s)	A branch line can consist of one type of material like monofilament or it can be made up of many different materials like braided nylon wire trace and mono filament, etc. If different types are used in different branch line positions, please describe.	NP
SPECIAL GEAR CHARACTERISTICS		
Wire trace	At the trip level indicate "Yes" or "No" -if the vessel uses wire traces on some or all of its lines. If wire traces used on all lines during the trip, then record "ALL LINES." If the vessel used wire traces on certain branch line positions during the trip, describe the configuration. For example, "wire traces were used on first and tenth branch lines of each basket". If the proportion of leaders that are wire varies within a trip, record the average based on a sample of ten total baskets from a range of sets.	R1
Mainline hauler	Does the vessel use an instrument to haul in the main line after it is set or is the line hauled by hand?	R3
Branch line hauler	Does the vessel use a special hauler to coil branch lines?	R3
Line shooter	Does the vessel use a line shooter?	R3
Automatic bait thrower	Does the vessel use a bait thrower or are bait and branch lines thrown overboard manually?	R3
Automatic branch line attached	Does the vessel have an automatic branch line mechanism that attaches the branch at regular intervals or is this done manually?	R3
Hook type		NP

	For each set , record the type of hook or hooks used, using the codes in the hook catalogue (<i>e.g.</i> J hooks, circle hooks, offset circle hooks, <i>etc.</i>)	
Hook size	For each set , record the size of the hooks used. If not sure, ask the bosun or refer to a hook catalogue.	NP
Tori Lines	For each set , record whether the vessel uses Tori lines when setting; if yes, how many and their length.	R3
Side-setting with bird curtain and weighted branch lines	For each set , record whether the vessel used side-setting with a bird curtain in combination with weighted branch lines.	R3
Weighted branch lines-	For each trip where weighted branch lines are used, record the mass of the weight attached to the branch line. If more than one type of weighting is used during a trip, describe each type and indicate the proportion based on a sample of ten baskets from a range of different sets.	R3
Shark lines	For each set , record the number of shark lines (branch lines running directly off the longline floats or drop lines) observed. Where possible, record the length of this line for each set.	R1
Blue dyed bait	For each set , record whether the vessel used blue-dyed bait.	R1
Distance between weight and hook (in meters)	For each set , record the distance in meters from where the bottom of the weight is attached on the branch line to the eye of the hook.	NP
Deep setting line shooter	For each set , record whether the vessel used a deep setting line shooter	R3
Management of offal discharge	For each set , record whether the vessel used the management of offal discharge.	R3
Date and time of start of set	For each set , record the date and time the first buoy is thrown into the water to start the setting of the line.	R1
Latitude and Longitude of start of set	For each set , record the GPS reading at the time the first buoy is thrown into the water.	R1
Date and Time of end of set	For each set , record the date and time the last buoy (usually has radio beacon attached) at the end of the mainline is thrown into the water	R1
Latitude and Longitude of end of set	For each set , record the GPS reading at the time the last buoy is thrown into the water	R1
Total number of baskets or floats	For each set , record the number of baskets utilized. A basket is the sum of all the hooks set between two buoys on a longline; usually it is the same as the number of floats set minus one.	R1
Number of hooks per basket (number of hooks between buoys)	For each set , record how many hooks set from one buoy to another, the number is usually constant along the line, but can vary in some cases, also if the vessel also sets a branch line on the buoy, count this as a hook between floats as well.	R4
Total number of hooks used	For each set , record how many hooks were used. This is typically calculated by multiplying number of baskets by the number of hooks per basket	R1
Line shooter speed	For each set where the vessel uses a line shooter, record the shooter speed. The shooter will normally have an indicator to show its running speed, as well as a sound	R3

	indicator or light, that beeps at a regular interval, when it is time to attach a branch line.	
Length of float-line	For each trip , record length of the line that is attached to the floats, get a coil and measure the length. It usually remains the same throughout the trip.	P2
Distance between branch-lines	For each set , record the distance between branch line attachments to the mainline. This can be determined easily if vessel has a line shooter with electronic attachment indicator.	R3
Length of branch-lines	For each set , measure the length of a sample of the majority of branch lines used, some may vary slightly due to repairs.	NP
Time-depth recorders (TDRs)	Does the vessel use TDRs on its line? If yes record the number of TDRs used it may use and their location along the mainline?	NULL
Number of light-sticks	For each set , indicate whether the vessel uses light sticks on its line, record the number used, and where possible, information on the location (e.g. "used on first and tenth branch lines from the float").	R4
Target species	What species does the vessel target? Tuna (BET YFT), Swordfish, Sharks, etc.	R1
Bait Species	For each set , record the bait species used Pilchard, Sardine, Squid, artificial bait, etc.	R3
Date and time of start of haul	For each set , record the date and time the first buoy of the mainline is hauled from the water to start the haul.	R1
Date and time of end of haul	For each set , record the date and time the last buoy of the mainline is hauled from the water to end the haul.	R1
Total number of baskets, floats monitored by observer in a single set	For each set , record how many floats or baskets were monitored by the observer?	R1
CATCH AND DISCARDS OF TARGET AND NON-TARGET SPECIES PER SET		
Information on catch per set		
Hook number (location between floats)	For each individual capture, record the hook number that the animal is caught on, counting from the last float hauled on board.	R4
Species	Use FAO species code.	R1
Biometry		
Length of fish	Measure length of specimen, using the recommended measurement approach for the species.	R1
Length measurement code	Reflect the type of length measurement taken using the appropriate measurement code. For example, all tunas are measured from the end of the upper Jaw to fork of the tail, measurement code UF.	R1
Sex	Sex the species if possible. If an unsuccessful attempt is made to sex the individual, record "I" for indeterminate. If no attempt to sex the individual is made, record "U" for unknown.	R2
Condition		
Condition when caught	For bycatch species (e.g. sharks, sea turtles, seabird, marine mammals, etc.) also reflect hooking location [i.e. hooked in mouth, hooked deeply (throat/ stomach), and hooked externally].	R1/R3*
Fate	Record the ultimate disposition of the capture using the appropriate code (e.g. retained, discarded, etc.)	R1/R3*
Condition when released	If released, record the animal's status when returned to the sea.	R1/R3*

Tagging		
Tag recovery information	Record as much as information as possible on any tags recovered	R1
SPECIES OF SPECIAL INTEREST		
General information		
Type of interaction	Indicate the type of interaction (<i>e.g.</i> entangled, hooked internally, hooked externally, interaction with vessel only, <i>etc.</i>)	R1
Date and time of interaction	Record ships date and time of interaction.	R1
Latitude and longitude of interaction	Record position of the interaction.	R1
Species code of sea turtle, marine mammal, or seabird.	Use FAO codes for Species.	R1
Biometry		
Length	Measure length, in centimeters.	R1
Length measurement code	Measure using the measure method determined for that species.	R1
Sex	Sex the animal if possible.	R2
Estimated fin weight (for sharks)	Weigh the fins separately if shark has been finned by crew. If no scales, estimate the weight.	R1
Estimated carcass weight (for sharks)	Weigh the carcass of a finned shark. If no scales available, carcass is discarded, or if it is too large to handle, estimate the weight.	R1
Condition		
Condition when landed on Deck	Record the animal's condition when landed on deck, using appropriate code.	R1
Condition when released	If released, record the animal's condition at the time of release, using appropriate code.	R1/R3*
Tagging		
Tag recovery information	Record as much as information as possible on any tags recovered	R1
Tag release information	Record as much as information as possible on any tags placed on the species before release.	R1

*R1 if landed; R3 if not landed