

**Informe de la reunión del Subgrupo sobre Prospecciones  
Acústicas y Métodos de Análisis**  
(Punta Arenas, Chile, 30 de abril a 4 de mayo de 2018)

## Índice

	Página
<b>Introducción</b> .....	127
<b>Seguimiento del rendimiento de los ecosondas</b> .....	127
Calibración de ecosondas utilizando el fondo marino como blanco de referencia .....	127
Comprobación interna del rendimiento de ecosondas .....	129
<b>Métodos para la recolección y el análisis de datos acústicos del kril por barcos de pesca</b> .....	129
<b>Análisis de datos recolectados por barcos de pesca</b> .....	132
<b>Métodos de prospección</b> .....	132
Prospección sinóptica de kril en el Área 48 en 2019 .....	132
Actividades acústicas .....	133
Actividades de muestreo .....	134
Otros puntos .....	134
Prospección de kril de Japón .....	135
<b>Asuntos varios</b> .....	136
Sistemas acústicos de banda ancha .....	136
Recolección autónoma de datos acústicos .....	137
Análisis de los datos acústicos recolectados por barcos de pesca durante prospecciones no diseñadas .....	137
<b>Asesoramiento al Comité Científico y labor futura</b> .....	137
Participación a distancia .....	138
<b>Adopción del informe</b> .....	138
<b>Clausura de la reunión</b> .....	139
<b>Referencias</b> .....	139
<b>Apéndice A:</b> Lista de participantes .....	140
<b>Apéndice B:</b> Agenda .....	142
<b>Apéndice C:</b> Lista de documentos .....	143
<b>Apéndice D:</b> Prospección de kril a gran escala en la Área 48 .....	144

**Informe del Subgrupo sobre Prospecciones  
Acústicas y Métodos de Análisis**  
Punta Arenas, Chile, 30 de abril a 4 de mayo de 2018)

## **Introducción**

1.1 La reunión de 2018 del Subgrupo sobre Prospecciones Acústicas y Métodos de Análisis (SG-ASAM) se celebró en el Laboratorio Jorge Berguño del Instituto Antártico Chileno (INACH), en Punta Arenas, Chile, entre el 30 de abril y el 4 de mayo de 2018. El Coordinador, el Dr. X. Zhao (China), dio la bienvenida a los participantes (Apéndice A) y señaló que este lugar de la reunión era el más cercano a la Antártida en que el subgrupo se había reunido.

1.2 En su bienvenida a los participantes, el Dr. Marcelo Leppe (Director Nacional del INACH) destacó la creciente relevancia de las cuestiones relacionadas con el océano Austral, tanto en Chile como a nivel mundial. Destacó que la organización de una reunión de la CCRVMA envía un mensaje muy positivo al gobierno de Chile sobre el importante rol que el INACH y Punta Arenas tienen en la relación entre Chile y la CCRVMA.

1.3 El Director de Ciencia de la CCRVMA, Dr. K. Reid, expresó su agradecimiento al Dr. Leppe por su amable acogida de la reunión del subgrupo, y señaló que una reunión celebrada en un local con el nombre del Embajador Jorge Berguño Barnes, quien hiciera una tan larga y distinguida contribución a los asuntos antárticos, era buen ejemplo de la dilatada tradición de Chile en su participación en la CCRVMA.

1.4 Se discutió la agenda provisional de la reunión, y el subgrupo la adoptó sin cambios (Apéndice B).

1.5 En el Apéndice C figura la lista de los documentos presentados a la reunión. El Subgrupo agradeció a los autores de los documentos y presentaciones por su valiosa contribución a la labor de la reunión.

1.6 Este informe fue preparado por S. Fielding (Reino Unido), G. Macaulay (Noruega), E. Niklitschek (Chile), K. Reid (Secretaría de la CCRVMA), G. Skaret (Noruega) y X. Wang (China). Se han sombreado las partes del informe con recomendaciones para el Comité Científico y para otros grupos de trabajo. Asimismo, la sección de recomendaciones al Comité Científico contiene un resumen de estas.

## **Seguimiento del rendimiento de los ecosondas**

Calibración de ecosondas utilizando el fondo marino como blanco de referencia

2.1 El Sr. Wang presentó el documento SG-ASAM-18/06, que describe el potencial de la utilización del valor máximo de la retrodispersión por el lecho marino para evaluar el rendimiento de las ecosondas. Se recabaron datos acústicos (cerca de 300 pulsos) con una ecosonda Simrad EK60 (38, 70 y 120 kHz) a bordo del barco chino de pesca de kril *Fu Rong Hai*, cuando éste estaba a la deriva cerca de una estación hidrográfica en el estrecho de Bransfield en marzo de 2015, enero de 2016 y febrero de 2018. El análisis de los datos

de 38 kHz y 120 kHz mostró que la variación interanual más grande de la media del valor máximo de la retrodispersión por el lecho marino pulso a pulso ( $S_v$ ) era de menos de 1,0 dB, con una diferencia de 0,78 dB para 38 kHz y de 0,35 dB para 120 kHz. El análisis ANOVA indicó que no hay diferencias significativas en la distribución del máximo de la retrodispersión por el lecho marino entre años para ninguna de las dos frecuencias.

2.2 El subgrupo recordó que la cuestión de la utilización del lecho marino para evaluar el rendimiento de los ecosondas ya había sido estudiada por SG-ASAM, pero que el esfuerzo se había centrado sobre todo en la utilización de la media de la integración del eco del lecho marino. El subgrupo señaló que las ubicaciones geográficas en cada uno de los tres años detalladas en SG-ASAM-18/06 no eran exactamente las mismas debido a la deriva del barco, y que esto podría introducir incertidumbres adicionales a la hora de hacer comparaciones directas. El subgrupo sugirió que en el futuro este tipo de ejercicio se realice en un sitio de calibración designado para permitir la recolección de la señal del lecho marino al tiempo que se hace la calibración estándar con esferas, manteniendo el barco en el mismo sitio.

2.3 Para demostrar el potencial del enfoque sugerido, el subgrupo comparó la variación de la distribución de la máxima  $S_v$  del lecho marino de tres años consecutivos (noviembre 2015, diciembre 2016, enero 2018) utilizando datos recolectados durante la calibración estándar con esferas por el BI *James Clark Ross* en bahía Stromness. Los cambios en la ganancia del transductor en base al valor medio del máximo de  $S_v$  del lecho marino mostraban una gran correspondencia con los resultados de la calibración estándar con esferas a 120 kHz, pero a 38 kHz eran significativamente diferentes, siendo la mayor diferencia de 1,5 dB en 2016.

2.4 El Dr. Macaulay presentó un experimento del Instituto Noruego de Investigaciones Marinas (IMR) que indicaba que la integración contra el lecho marino a lo largo de una línea fija puede utilizarse como método alternativo de calibración para estimar la ganancia del transductor con una precisión de 0,5 dB. Asimismo, sugirió que la integración contra el lecho marino era sensible al tipo de lecho marino y a accidentes geográficos del fondo marino, y que a menudo variaba según la frecuencia. También destacó que sería útil conocer el tipo de fondo marino en cuestión, al igual que la zona de referencia de SG-ASAM-18/06, ya que esto podría explicar las variaciones en la retrodispersión

2.5 El Dr. K. Amakasu (Japón) señaló a la atención del subgrupo un documento (Furusawa, 2011) que describe la teoría de la ecointegración de ecos del lecho marino. La ecointegración de ecos del lecho marino se realiza estableciendo una capa de integración de manera que se incluyan los ecos del lecho marino para obtener la ‘ $S_v$  del fondo marino’. La teoría es una herramienta efectiva para comprobar el rendimiento de los ecosondas científicos.

2.6 El subgrupo destacó que la calibración estándar con esferas sigue siendo el método de referencia para la calibración de ecosondas, algo ya tratado en reuniones anteriores (SG-ASAM-2014, 2015 y 2017). Sin embargo, el subgrupo mantuvo el consenso de que la utilización del lecho marino ofrece un gran potencial como objetivo de referencia para evaluar el rendimiento general de los ecosondas, incluyendo la verificación cruzada de los resultados de diferentes frecuencias del mismo ecosonda. El subgrupo alentó a seguir trabajando en ello, por ejemplo comparando datos del lecho marino en un sitio determinado con datos obtenidos en transectos, la dimensión de las cuadrículas en la integración contra el lecho marino, el tipo de lecho marino, etc.

## Comprobación interna del rendimiento de ecosondas

2.7 El subgrupo convino en que la evaluación regular del rendimiento de los ecosondas es un aspecto importante de las prospecciones acústicas, y que esto es particularmente cierto en el caso de que un ecosonda no haya sido calibrado con el método estándar de las esferas. El subgrupo recordó que el funcionamiento general de un transductor de haz dividido puede comprobarse examinando la distribución de un blanco único en el haz acústico del ecosonda (SC-CAMLR-XXXIII, Anexo 4, párrafo 2.26). El Sr. Wang presentó un ejemplo de datos examinados con esta técnica, y el subgrupo señaló que se podría utilizar durante una prospección y/o en el análisis de datos posterior a la prospección para identificar dónde se podría haber producido un cambio en el rendimiento de un ecosonda.

## Métodos para la recolección y el análisis de datos acústicos del kril por barcos de pesca

3.1 En 2017, SG-ASAM convino en que el método basado en el cardumen tiene varias posibles ventajas en comparación con el método de las diferencias de dB a la hora de identificar kril en datos recolectados por barcos de pesca, y recomendó que se utilice el del cardumen en el análisis de datos acústicos recolectados por barcos de pesca (SC-CAMLR-XXXVI, Anexo 4, párrafos 3.2 y 3.3). El subgrupo recordó que el método basado en el cardumen:

- i) no depende de datos de un conjunto específico de frecuencias acústicas, que sí es necesario cuando se determina la ventana de diferencia de dB para la identificación del kril siguiendo el protocolo de la CCRVMA
- ii) reduce el riesgo de integrar segmentos de datos contaminados por ruido
- iii) aporta información potencialmente interesante sobre la dinámica y las características de los cardúmenes que la integración estándar por intervalos no ofrece
- iv) podría reducir el tiempo de procesamiento de datos.

3.2 El subgrupo reconoció que había habido algunos malentendidos debidos a la terminología utilizada por diferentes autores para describir diversos componentes del procedimiento analítico, específicamente los términos "por cuadrícula" (*gridded*) o "método por intervalos" (*interval method*) heredados de SG-ASAM-17/02. El subgrupo aclaró que la distinción entre los dos métodos recomendados por SG-ASAM se aplica al método para la identificación del blanco que se utiliza para distinguir entre el kril y otros blancos; así:

- i) en el enfoque de identificación del blanco basado en el cardumen se utiliza el algoritmo SHAPES (*Shoal Analysis and Patch Estimation System*) de análisis de cardúmenes y estimación de señales, parametrizado de acuerdo a SC-CAMLR-XXXVI, Anexo 4, Tabla 1 para identificar blancos de kril en datos acústicos
- ii) en el método de identificación del blanco por ventana de dB se utilizan dos o más frecuencias sustraídas una de la otra, parametrizándolo de acuerdo a conocimientos sobre la frecuencia de tallas del kril y un modelo de la dispersión acústica, o a mediciones empíricas (v.g. Madureira et al., 1993).

3.3 El subgrupo convino en que esta distinción entre métodos de identificación de blancos es una manera útil de distinguir entre el enfoque basado en el cardumen y el basado en la ventada de diferencias de dB tal y como se utilizan en los documentos presentados al subgrupo y en el informe de este. Sin embargo, se necesita realizar una revisión y clarificación exhaustiva de la terminología utilizada para que refleje los avances en el desarrollo de técnicas acústicas alcanzados en SG-ASAM.

3.4 El subgrupo señaló que si bien la plantilla de Echoview acordada en SG-ASAM-17 (SC-CAMLR-XXXVI, Anexo 4, Apéndice D; disponible en <https://github.com/AustralianAntarcticDivision/EchoviewR/tree/master/inst/extdata>) permite en teoría aplicar el método de ‘diferencia de dB’ para 120 kHz–38 kHz, el parámetro por defecto del intervalo de diferencia de dB es –20 a 20, que es tan amplio que a efectos prácticos equivale a no utilizar una ventana de diferencias de dB para identificar kril. La opción de la ventana de dB se mantiene en la plantilla para permitir futuras investigaciones sobre la sensibilidad de los enfoques del cardumen a los datos de frecuencia de tallas del kril.

3.5 SG-ASAM-18/04 contiene una comparación de los dos métodos de identificación de blancos, el basado en el cardumen y el de ventanas de dB, utilizando datos acústicos no calibrados recolectados por el barco de pesca chino *Furong Hai* en los cuatro años entre 2013 y 2017. Se utilizaron unidades de eointegración de intervalos de 250 m × 1 M para la adición del coeficiente de dispersión por área náutica (NASC) que se atribuye al kril en ambos métodos de identificación. Se observó una alta correlación entre las dos técnicas (correlación de Pearson  $r > 0.9$ ) para todos los años. Se observaron pautas de distribución acumulada similares (para el intervalo de valores de NASC observados), y no hubo diferencias significativas entre las distribuciones de los valores de NASC identificados mediante cada una de las técnicas de identificación. En conjunto, el documento valida la correspondencia general de los resultados del método de identificación de blancos basado en el cardumen con los del de ventanas de diferencias de dB.

3.6 El subgrupo recibió con agrado la comparación del enfoque del cardumen aplicado a los datos del barco de pesca, y expresó su agradecimiento al Dr. X. Yu (China), quien realizó nuevos análisis durante la reunión y los presentó en el documento SG-ASAM-18/04 Rev. 1. El subgrupo señaló que:

- i) las diferencias entre métodos dentro de un año eran menores que la variabilidad interanual
- ii) las distribuciones de diferencias normalizadas de los valores del NASC entre los dos métodos mostraban una distribución simétrica en torno a cero
- iii) los datos mostraron una correlación muy alta y una relación linear, y la línea de la regresión de tres de los cuatro años tiene una pendiente  $\sim 1$
- iv) la pendiente de la regresión en 2016 fue de 1,27, y los valores del NASC calculados en transectos indican que la diferencia entre los dos métodos es provocada un pequeño número de blancos (cardúmenes) muy destacados.

3.7 Basándose en el análisis presentado en SG-ASAM-18/04 Rev. 1, el subgrupo convino en que esto reforzaba el acuerdo alcanzado en SG-ASAM-17 de que el enfoque del cardumen es una técnica apropiada para investigar la variabilidad de la densidad y/o la distribución del kril.

3.8 El subgrupo convino en que ulteriores análisis para una mejor comparación de los métodos deberían incluir:

- i) la realización de un examen detallado de los datos y los ecogramas de 2016 para identificar las causas de las discrepancias observadas y para obtener una comparación más detallada de los rendimientos de ambos métodos
- ii) la utilización de regresiones geométricas en vez de regresiones predictivas, dado que ambos métodos dan un error al estimar la densidad del kril
- iii) comparación par a par de las medias, junto con (o en vez de) comparaciones de distribuciones mediante la prueba de Kruskal-Wallis
- iv) aplicación de una ventana de dB de identificación a un análisis basado en el cardumen, como se hace en SG-ASAM-17/02, para evaluar la posible inclusión de otros organismos que forman cardúmenes y que están muy presentes en algunas regiones antárticas (v.g. la linternilla (*Electrona carlsbergi*), el draco rayado (*Champscephalus gunnari*) y el diablillo antártico (*Pleuragramma antarctica*)) (v. párrafo 3.4)
- v) se sugirió que se estudiara más a fondo la ecointegración por región (cardúmenes), dado que produciría información biológicamente significativa (densidad de los cardúmenes) y no debiera afectar a las estimaciones de la abundancia basadas en los transectos (Jolly and Hampton, 1990).

3.9 SG-ASAM-18/01 examina la eficacia de diferentes frecuencias para la identificación de kril antártico (*Euphausia superba*) con un método de ventanas de dB con dos y tres frecuencias (v.g. Madureira et al., 1993), a la vez que determina la densidad del kril siempre con la frecuencia de 120 kHz. Se utilizaron datos de tres prospecciones y se aplicaron diferentes ventanas de dB a cada prospección en función de los datos de frecuencia de tallas de redes RMT8. Se utilizó un análisis de Bland–Altman para mostrar que sólo una combinación de datos de 120 y 70 kHz ( $S_{v120-70}$ ) muestra correspondencia (sesgo bajo) cuando se compara con la ventana de dB de 120 y 38 kHz; e, igualmente, sólo una combinación de 200, 120 y 70 kHz es comparable a la ventana de dB de 200, 120 y 38 kHz.

3.10 El subgrupo señaló que elegir pares de frecuencias con el mismo tipo de dispersión (v.g. Rayleigh o geométrica) parece ser un método de identificación menos fiable en comparación con los métodos con pares de frecuencias con dispersiones de tipos diferentes; y señaló que los resultados presentados en SG-ASAM-18/01 indican que la transición de la dispersión geométrica a la de Rayleigh se da en algún punto entre 70 y 120 kHz para el intervalo de tallas del kril antártico. El subgrupo señaló que hay una gran concordancia de los resultados entre métodos, con la excepción de los que utilizan la ventana de dB de 70–38 kHz a una escala de integración de intervalos (bin) de 500 m, pero identificaron que los valores medios de cada transecto en cada prospección mostraban una correspondencia menor en la campaña JR15002 que en las otras dos prospecciones, y ocasionalmente algunas discrepancias grandes entre técnicas. Se señaló que el intervalo de tallas del kril fue considerablemente diferente durante la campaña JR15002 en comparación con el de las otras dos prospecciones.

3.11 El subgrupo consideró cómo cambios en la distribución de la frecuencia de tallas del kril y sus propiedades físicas y su orientación podrían influenciar las ventanas de identificación

del kril, tanto entre campañas como en una misma prospección. Esto incluyó la puesta a prueba de diversas ventanas de dB, no basadas en frecuencias de tallas del kril identificadas *in situ*, para comparar las eficacias de ventanas de identificación de zooplankton de diversos tamaños, y la utilización de datos obtenidos mediante simulación para entender las interacciones complejas que conllevan las decisiones sobre el uso de diferentes ventanas de dB, las distribuciones de la frecuencia de tallas de kril y las propiedades físicas del kril.

3.12 El subgrupo señaló que, a pesar de que para un nivel de integración por intervalos de 500 m se obtenían resultados comparables entre las combinaciones de frecuencias 120 kHz–70 kHz y 120 kHz–38 kHz, había también suficientes discrepancias a nivel de transecto como para meritar una investigación más detallada sobre sus causas. El subgrupo señaló que se requiere profundizar en esta labor antes de aceptar que las estimaciones de la densidad del kril con pares de frecuencias diferentes entre barcos o prospecciones sean comparables.

### **Análisis de datos recolectados por barcos de pesca**

4.1 SG-ASAM-18/08 presenta un análisis de la densidad y la biomasa del kril alrededor de las islas Shetland del Sur de campañas de los barcos de pesca de kril *Kwang Ja Ho* (abril de 2016) y *Sejong* (marzo de 2017). Este documento incluye estimaciones de la densidad y de la biomasa utilizando el método de la ventana de dB y el procedimiento basado en el cardumen desarrollado en SG-ASAM-17 (SC-CAMLR-XXXVI, Anexo 4, párrafo 2.6). En la prospección de 2016 la densidad media del kril fue de 7,34 g m<sup>-2</sup> con el método de la ventana de dB, y de 13,99 g m<sup>-2</sup> con el método basado en el cardumen.

4.2 El subgrupo señaló que en el documento SG-ASAM-17/04 la densidad media del kril en la prospección de abril de 2016 obtenida con el método de la diferencia de dB fue de 13,37 g m<sup>-2</sup>. Sin embargo, en el documento SG-ASAM-18/08 la densidad media obtenida con el mismo método aplicado a la misma prospección fue de 7,34 g m<sup>-2</sup>. El subgrupo convino en que es esencial entender la razón de este cambio en el valor de la densidad para la misma prospección antes de evaluar la comparación de los resultados de una prospección obtenidos con el método de la ventana de dB y el basado en el cardumen.

4.3 Tras la discusión de posibles problemas analíticos, los autores de SG-ASAM-18/08 recibieron con agrado la oferta del Dr. M. Cox (Australia) de prestar su apoyo al reanálisis de los datos utilizando ambos métodos, el de la ventana de dB y el del cardumen.

### **Métodos de prospección**

#### **Prospección sinóptica de kril en el Área 48 en 2019**

5.1 El documento SG-ASAM-18/07 describe la propuesta de realización de una prospección sinóptica de kril en el Área 48 liderada por Noruega, que consistiría en una prospección multinacional acústica con arrastres, habiendo ya confirmación de la participación de barcos de investigación y de pesca. El diseño de la prospección propuesto se ajusta mucho al de la Prospección CCAMLR-2000. La propuesta incluye la formación de un grupo de coordinación de la prospección para avanzar en la planificación de la prospección y en el procesamiento y la administración de los datos. Se solicitó asesoramiento a SG-ASAM sobre el contenido de un

manual de operación para la prospección, un plan de procesamiento del flujo de trabajo (incluyendo prioridades de resultados), un calendario de entrega de los resultados y sugerencias para la utilización de los actuales protocolos de datos y herramientas de administración de datos de la CCRVMA.

5.2 El subgrupo recibió con agrado la formación de un grupo de coordinación de la prospección liderado por Noruega, y recomendó que este grupo celebre una reunión previa a la prospección para facilitar la coordinación entre barcos, la estandarización de procedimientos y la coordinación de las actividades de la prospección, incluido un plan para realizar el análisis de los datos de la prospección y un calendario de los resultados de los análisis esperados. El subgrupo también alentó a que el grupo de coordinación de la prospección utilice el actual grupo web de la CCRVMA de la Prospección de Kril del Área 48 en 2019 (<https://groups.ccamlr.org/mnrg2016/>) para planificar y coordinar la prospección.

5.3 El subgrupo recomendó que en la composición del grupo de coordinación de la prospección entre por lo menos una persona de cada Miembro que participa en la prospección.

#### Actividades acústicas

5.4 El Dr. Skaret presentó el protocolo de recolección de datos acústicos para la prospección a gran escala de 2019 que fue desarrollado en el curso de la reunión de SG-ASAM (Apéndice D). Este protocolo determina en detalle la configuración acústica y los procedimientos de recolección de datos, y fue aprobado por el subgrupo como adecuado para asegurar la recolección por la prospección de datos acústicos útiles.

5.5 El subgrupo recomendó que todos los barcos que participen en la prospección dispongan de un ecosonda apropiado que funcione con las frecuencias 38 kHz y 120 kHz.

5.6 El subgrupo recomendó que se especifique un rendimiento acústico mínimo para que los barcos puedan participar en la prospección, y recibió con agrado la propuesta del IMR de solicitar de cada barco que entregue los datos acústicos activos o pasivos solicitados (v. Apéndice D) y de que se realice esta evaluación antes de la prospección. El subgrupo recomendó que un nivel de intensidad del ruido que permita la detección de blancos de -76 dB a 250 m es un nivel mínimo aceptable adecuado. El subgrupo también recomendó que el análisis de los barcos propuestos para su participación esté disponible para que pueda ser discutido en WG-EMM-18.

5.7 El subgrupo señaló que el análisis de los niveles de intensidad del ruido también se podrían utilizar para optimizar la velocidad de los barcos durante la prospección de manera que se recolecten datos acústicos de alta calidad, o que podría modificarse el diseño de la prospección para minimizar el efecto de este factor en los datos de la prospección.

5.8 El subgrupo recomendó que todos los barcos lleven a bordo a un técnico acústico para asegurar que se siguen los procedimientos de la prospección y que se recolectan datos de la suficiente calidad.

5.9 El subgrupo señaló que es deseable contar con otras formas de comprobar el rendimiento de los ecosondas, como la calibración cruzada entre barcos y la calibración contra el lecho marino (v párrafos 2.1 a 2.7).

5.10 El subgrupo señaló que en la Prospección CCAMLR-2000 sólo se realizaron transectos acústicos durante el día. El Dr. Macaulay declaró que la intención actual es hacer las prospecciones acústicas tanto de día como de noche.

#### Actividades de muestreo

5.11 El subgrupo hizo hincapié en la importancia de especificar protocolos estandarizados de medición del kril para su uso en estimaciones basadas en datos acústicos de la biomasa, y que esto se debería basar en el protocolo para la RMT8 de la Prospección CCAMLR-2000. El subgrupo señaló que, si bien las redes propuestas para su utilización en la prospección presentan diferencias entre barcos, esto probablemente no llevaría a sesgos significativos en las distribuciones resultantes de la talla del kril.

#### Otros puntos

5.12 El subgrupo recomendó que el grupo de coordinación de la prospección prepare un manual de la prospección para su presentación a WG-EMM. El manual deberá incluir procedimientos acústicos (Apéndice D), el diseño de la prospección, procedimientos de análisis y preparación de contingencias para diferentes niveles de esfuerzo (barcos) disponibles. Se deberá tener en consideración que la distribución de la pesquería ha cambiado desde el año 2000, y que la cobertura de la prospección podría cambiarse para cubrir las zonas donde se pesca actualmente. El subgrupo señaló que en la prospección de 2019 se podrían incluir los transectos del US AMLR (incluyendo los del estrecho de Bransfield).

5.13 El subgrupo recomendó el desarrollo de planes de emergencia que podrían incluir cómo adaptarse a una pérdida o retraso de la disponibilidad de barcos o de tiempos de prospección. Se debería considerar si no sería mejor redirigir el esfuerzo de prospección del que se disponga con retraso a la repetición de transectos ya realizados. En caso de un esfuerzo de prospección reducido, se debería considerar redirigir el esfuerzo a transectos en las áreas de operación de la pesquería de kril como los transectos del US AMLR en la Subárea 48.1 y los de la prospección de Noruega en la Subárea 48.2.

5.14 El subgrupo también destacó los siguientes puntos para su consideración en la planificación de la prospección:

- i) que el diseño de la prospección sólo sería ‘sinóptico’ si todos los barcos participaran al mismo tiempo. El subgrupo recordó que la Prospección CCAMLR-2000 se realizó en el período de un mes (de mediados de enero a mediados de febrero) y los barcos operaron simultáneamente
- ii) que sería bueno realizar el procesamiento y análisis iniciales de los datos por barco, de manera que se pueda identificar y aislar posibles sesgos asociados al barco
- iii) que a los barcos que participen en la prospección se les deberían asignar transectos para realizar, en vez de un número de días de esfuerzo de prospección

- iv) que la prospección debería incluir observaciones oceánicas de todas las áreas de la prospección
- v) que el grupo de coordinación de la prospección debería considerar más en detalle la cuestión de la administración de los datos, y que esta consideración debería implicar a la Secretaría y al Grupo de Administración de Datos.

5.15 El documento SG-ASAM-18/09 presenta una descripción de la recolección de datos acústicos a bordo del barco de investigación científica de Sudáfrica *Agulhas II*, que ha sido propuesto como barco para contribuir a la prospección de 2019. El subgrupo convino en que los ecogramas en SG-ASAM-18/09 indican que los ecosondas de 38 y 120 kHz de ese barco cumplirían con los requisitos de rendimiento acústico mínimos para las prospecciones acústicas de kril antártico (v. párrafo 5.6).

#### Prospección de kril de Japón

5.16 El documento SG-ASAM-18/03 contiene una versión modificada de la descripción de la prospección dirigida al kril en la División 58.4.1, programada para la temporada 2018/19. El subgrupo señaló que los planes incluyen la utilización de un trazador acústico Doppler para estudiar las corrientes (ADCP) (Ocean Surveyor (OS) 38 kHz, RD Instruments) a 38 kHz y un ecosonda para hacer sondeos de profundidad (ES60 12 kHz, Simrad), con la posibilidad de interferencias con el ecosonda de la prospección de 38 kHz. El Dr. K. Abe (Japón) informó de que había realizado un experimento en la región occidental del Pacífico Norte en enero de 2018 para investigar si se podía evitar esta interferencia mediante el sistema de sincronización K-sync, y descubrió que se podía evitar utilizando los parámetros adecuados. En el experimento se apagó la función de detección del lecho marino en un ecosonda EK80 (se suponía que la prospección antártica de Japón se realizaría principalmente en aguas profundas). No se observaron interferencias en la columna de agua entre 0 y 500 m cuando el intervalo de transmisión del EK80 fue fijado en 2 segundos, mientras que el intervalo de transmisión del OS38 y del ES60 fue fijado en 4 segundos. Si bien los pulsos del OS38 se observaron en intervalos de profundidad de más de 700 m en los ecogramas del EK80 de 38 y 70 kHz, esto no afectó a la estimación de la biomasa del kril porque para la estimación sólo se utilizaron datos de 0 a 500 m. Sin embargo, el Dr. Abe advirtió que en el ecograma aparecían efectos de lecho marino debidos al doble eco del fondo en el EK80 a 38 kHz cuando la profundidad del fondo era de alrededor de 1 500 m y el ciclo de transmisión de la EK80 se fijaba en 2 segundos. En estos casos, podría ser necesario cambiar el ciclo de transmisión *in situ* para tratar el problema.

5.17 El documento SG-ASAM-18/02 contiene información más detallada sobre la prospección dirigida al kril en la División 58.4.1, programada para la temporada 2018/19. Esto incluye información sobre actividades de apoyo y de análisis planeadas, incluidas mediciones de la densidad del kril y contrastes de la velocidad del sonido, planes para la recolección de datos de banda ancha (v. detalles en el punto 6), y la utilización del protocolo de la Prospección CCAMLR-2000 para el análisis de los datos.

## Asuntos varios

### Sistemas acústicos de banda ancha

6.1 El documento SG-ASAM-18/05 describe una propuesta para investigar la utilidad de las señales de banda ancha para las prospecciones acústicas de kril antártico durante la prospección de kril en la División 58.4.1 en 2018/19 a bordo del barco de investigación científica japonés *Kaiyo-maru*. Se realizarán muestreos acústicos con un ecosonda Simrad EK80 fijado en modo de frecuencia modulada (FM) (pulsos de banda ancha) simultáneamente a la realización de arrastres dirigidos con una red RMT1+8. Se calculará un espectro de fuerzas de retrodispersión volumétrica basándose en los ecos del muestreo, y se estudiarán sus características para mejorar los métodos actuales de identificación del kril. Asimismo, se estudiará si se puede inferir acústicamente la orientación y las distribuciones de la talla del kril *in situ*, utilizando los espectros medidos y los modelos teóricos de la reverberación acústica.

6.2 En respuesta a una pregunta sobre la posibilidad de recabar datos acústicos de banda ancha para inferir la orientación durante las prospecciones de kril, el Dr. Amakasu señaló que cada canal de banda ancha debe emitir pulsos de manera secuencial para evitar interferencias entre canales, lo que quiere decir que los volúmenes muestreados acústicamente en cada uno de los cuatro canales de banda ancha a las velocidades de prospección son diferentes en una medida que los hace inadecuados para este propósito. Además, dado que en la realización de transectos en la prospección descrita en SG-ASAM-18/02 se requiere utilizar señales de una sola frecuencia, sólo se podrían recolectar datos de banda ancha durante los arrastres dirigidos con redes RMT1+8.

6.3 El subgrupo reconoció que, dado el rol de la distribución del ángulo de orientación del kril en la estimación de la biomasa, la labor sobre la inferencia de la orientación basada en datos de banda ancha es importante, y expresó su profundo interés en recibir los resultados de la investigación en una reunión futura.

6.4 El Dr. Macaulay presentó la información más reciente sobre los avances en la utilización de técnicas acústicas de banda ancha en las investigaciones sobre pesquerías expuesta en la reunión de marzo de este año del Grupo de trabajo sobre ciencia y tecnología acústica de pesquerías del ICES (WGFAST). Esto incluyó información sobre los documentos presentados y la notificación del curso de capacitación del ICES sobre principios y métodos de tecnologías de banda ancha aplicados a pesquerías (*Principles and Methods of Broadband/Wideband Technologies: Application to fisheries acoustics*) que se celebrará en 2019. De particular interés para SG-ASAM es la labor ya en marcha para reconciliar las diferencias observadas en las comparaciones de las medidas de los datos de una sola frecuencia entre los ecosondas EK60 y EK80.

6.5 El subgrupo expresó su agradecimiento al Dr. Macaulay, y convino en que es importante mantenerse al día de los avances en este campo, señalando que las técnicas acústicas de banda ancha, si bien es difícil que vayan a ser utilizadas en prospecciones acústicas de la biomasa, probablemente puedan aportar información auxiliar importante para mejorar la interpretación de los parámetros de la identificación y de la conversión de la biomasa utilizados en esas prospecciones.

## Recolección autónoma de datos acústicos

6.6 El subgrupo tomó nota de una propuesta presentada por científicos noruegos de desplegar boyas de tipo *Sailbuoy* para la recolección autónoma de datos acústicos, conjuntamente con investigaciones a realizar por el barco noruego *Kronprins Haakon* en 2019. Estos aparatos están equipados con un ecosonda EK-80 (333 kHz) y un módem acústico para establecer comunicación con instrumental instalado en boyas fijas.

6.7 El subgrupo destacó las posibles ventajas de desarrollar este tipo de sistema autónomo de recolección de datos, y afirmó que esperaba con interés los resultados de su primer despliegue en la región antártica.

## Análisis de los datos acústicos recolectados por barcos de pesca durante prospecciones no diseñadas

6.8 El subgrupo tomó nota de una propuesta de investigación del Sr. J. Canseco (Chile) para evaluar las estimaciones de la biomasa de prospecciones no diseñadas. El objetivo del estudio es comparar las estimaciones de la densidad basadas en datos acústicos del kril obtenidos por barcos de pesca de kril durante sus operaciones habituales de pesca con las estimaciones coincidentes en el tiempo y el espacio de la prospección a gran escala propuesta para 2019. Para poder hacerlo se necesita tener acceso a los datos acústicos no procesados de los barcos que pesquen kril durante el período en que se desarrolle la prospección a gran escala.

6.9 Para el desarrollo de este proyecto, el subgrupo alentó a la cooperación entre los científicos chilenos, incluidos técnicos acústicos y observadores científicos, que trabajen en los barcos de pesca de kril de Chile.

6.10 El subgrupo señaló que las notificaciones de la intención de pescar kril de conformidad con la Medida de Conservación (MC) 21-03 incluyen información sobre los barcos que se proponen para la pesca del kril, y también información sobre el equipo de ecosondas a bordo de esos barcos, y que podrían servir para identificar posibles colaboradores.

## Asesoramiento al Comité Científico y labor futura

7.1 El subgrupo señaló que se ha avanzado en algunos de los puntos importantes de la labor futura identificados en SG-ASAM-17 (SC-CAMLR-XXXVI, Anexo 4, párrafos 6.1 y 6.7), incluyendo la comparación del enfoque del cardumen con el método de ventanas de dB; sin embargo, todas las tareas identificadas en SG-ASAM-17 para la labor futura seguían siendo relevantes para la labor del subgrupo.

7.2 Los puntos adicionales para la labor futura identificados en esta reunión por el subgrupo incluyen:

- i) una revisión y clarificación de la terminología utilizada que refleje los avances en el desarrollo de técnicas acústicas examinados en SG-ASAM (párrafo 3.3)

- ii) análisis específicos para mejorar la comparación entre el método basado en el cardumen y el de ventanas de dB (párrafo 3.8)
- iii) el reanálisis de los datos de las prospecciones de Corea utilizando el método de la ventana de diferencias de dB y el del cardumen (párrafo 4.3).

7.3 El subgrupo sugirió que en 2019 se celebre un taller conjunto de análisis de dos prospecciones, la liderada por Noruega y la de Japón, cuyo objetivo sería asegurar la compatibilidad de los procedimientos de análisis de datos acústicos y de los productos de ambas iniciativas. El subgrupo alentó a los participantes en las prospecciones de kril en la División 58.4.1 y en el Área 48 a que cooperen más ampliamente y a que busquen oportunidades para combinar los datos y hacer estudios comparativos de estas dos áreas diferentes.

7.4 El subgrupo tomó nota de la propuesta de realizar en 2019 un taller conjunto de SG-ASAM, WG-EMM y WG-SAM sobre métodos y diseño de prospecciones acústicas para facilitar la ordenación interactiva (SC-CAMLR-XXXVI/BG/40) de conformidad con las prioridades establecidas por el Comité Científico. Señalando el taller propuesto para analizar los datos de las prospecciones acústicas de Noruega y Japón a realizarse en 2019, el subgrupo solicitó al Comité Científico si este taller se añadiría a la reunión regular de SG-ASAM o si la sustituiría.

7.5 El subgrupo señaló que si el taller propuesto para analizar los datos de prospecciones acústicas se celebraba antes del taller conjunto de SG-ASAM, WG-EMM y WG-SAM propuesto, entonces la presentación de los resultados preliminares de esas prospecciones podría suponer una contribución importante a la consideración de los métodos y diseños de las prospecciones acústicas para facilitar la ordenación interactiva.

#### Participación a distancia

7.6 La Dra. Fielding expresó su agradecimiento al subgrupo por haber facilitado su participación por medio de Skype, aunque reconoció que la experiencia no es comparable a la presencia física en la sala de la reunión.

7.7 El subgrupo señaló que esto había sido muy fructífero en este caso en que sólo una persona participó en la reunión por este medio, pero que si la participación a distancia en las reuniones de grupos de trabajo se ampliara se deberá considerar la necesidad de nuevos equipos o instalaciones.

#### Adopción del informe

8.1 Se adoptó el informe de la reunión.

## **Clausura de la reunión**

9.1 En el cierre de la reunión, el Dr. Zhao agradeció a todos los participantes por sus productivas y positivas contribuciones a la labor de SG-ASAM. El Dr. Zhao también expresó su agradecimiento al Dr. Cárdenas y a su equipo del INACH por haber creado un excelente ambiente de trabajo para la reunión, y a la Secretaría por su eficaz servicio de apoyo a la celebración de la reunión.

9.2 El Dr. Zhao también expresó su agradecimiento a la Dra. Fielding por su contribución a distancia a la reunión, en particular teniendo en cuenta la diferencia horaria con Chile, y expresó su deseo de que pueda participar en futuras reuniones en persona.

9.3 En nombre del subgrupo, el Dr. Reid expresó agradecimiento al Dr. Zhao por su dirección, paciencia y conocimientos técnicos mostrados en la tarea de coordinación de la reunión, reconociendo que habían hecho posible la participación efectiva de todos los asistentes.

## **Referencias**

- Furusawa, M. 2011. Echo integration near the seabed. *J. Mar. Sci. Tech.–Japan*, 19 (3): 259–266.
- Jolly, G.M. and I. Hampton. 1990. A stratified random transect design for acoustic surveys of fish stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47 (7): 1282–1291.
- Madureira, L.S.P., P. Ward and A. Atkinson. 1993. Differences in backscattering strength determined at 120 and 38 kHz for three species of Antarctic macroplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 93 (1–2): 17–24.

## Lista de participantes

Subgrupo sobre Prospecciones Acústicas y Métodos de Análisis  
(Punta Arenas, Chile, 30 de abril al 4 de mayo de 2018)

### Coordinador

Dr. Xianyong Zhao  
Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese  
Academy of Fishery Science  
[zhaoxy@ysfri.ac.cn](mailto:zhaoxy@ysfri.ac.cn)

### Chile

Sr. Nicolás Alegría Landeros  
Instituto de Investigación Pesquera  
[nicoalegria1@gmail.com](mailto:nicoalegria1@gmail.com)

Prof. Patricio M. Arana  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso  
[patricio.arana@pucv.cl](mailto:patricio.arana@pucv.cl)

Sr. Jose Antonio Canseco Rodriguez  
Universidad de Los Lagos  
[joseantonio.canseco@alumnos.ulagos.cl](mailto:joseantonio.canseco@alumnos.ulagos.cl)

Dr. César Cárdenas  
Instituto Antártico Chileno (INACH)  
[ccardenas@inach.cl](mailto:ccardenas@inach.cl)

Dr. Edwin Niklitschek  
Universidad de Los Lagos  
[edwin.niklitschek@ulagos.cl](mailto:edwin.niklitschek@ulagos.cl)

Dra. Lorena Rebolledo  
INACH  
[lrebolledo@inach.cl](mailto:lrebolledo@inach.cl)

### República Popular de China

Sr. Xinliang Wang  
Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese  
Academy of Fishery Science  
[wangxl@ysfri.ac.cn](mailto:wangxl@ysfri.ac.cn)

Dr. Xiaotao Yu  
Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese  
Academy of Fishery Sciences  
[yuxt@ysfri.ac.cn](mailto:yuxt@ysfri.ac.cn)

**Japón**

Dr. Koki Abe  
National Research Institute of Fisheries Engineering,  
Fisheries Research Agency  
[abec@fra.affrc.go.jp](mailto:abec@fra.affrc.go.jp)

Dr. Kazuo AMAKASU  
Tokyo University of Marine Science and Technology  
[amakasu@kaiyodai.ac.jp](mailto:amakasu@kaiyodai.ac.jp)

Dr. Hiroto Murase  
National Research Institute of Far Seas Fisheries  
[muraseh@affrc.go.jp](mailto:muraseh@affrc.go.jp)

**República de Corea**

Dr. Duhae An  
National Institute of Fisheries Science  
[ghan119@korea.kr](mailto:ghan119@korea.kr)

Dr. Sangdeok Chung  
National Institute of Fisheries Science  
[sdchung@korea.kr](mailto:sdchung@korea.kr)

Prof. Kyoungsoon Lee  
Chonnam National University  
[ricky1106@naver.com](mailto:ricky1106@naver.com)

**Noruega**

Dr. Tor Knutsen  
Institute of Marine Research  
[tor.knutsen@imr.no](mailto:tor.knutsen@imr.no)

Dr. Gavin Macaulay  
Institute of Marine Research  
[gavin.macaulay@hi.no](mailto:gavin.macaulay@hi.no)

Dr. Georg Skaret  
Institute of Marine Research  
[georg.skaret@imr.no](mailto:georg.skaret@imr.no)

**Reino Unido**

Dra. Sophie Fielding  
British Antarctic Survey  
[sof@bas.ac.uk](mailto:sof@bas.ac.uk)

**Secretaría de la CCRVMA**

Dr. Keith Reid  
Director de Ciencia  
[keith.reid@ccamlr.org](mailto:keith.reid@ccamlr.org)

## Agenda

Subgrupo sobre Prospecciones Acústicas y Métodos de Análisis  
(Punta Arenas, Chile, 30 de abril al 4 de mayo de 2018)

1. Apertura de la reunión
2. Calibración de ecosondas
3. Métodos para la recolección y el análisis de datos acústicos del kril por barcos de pesca
4. Análisis de datos recolectados por barcos de pesca
5. Métodos de prospección
6. Asuntos varios
7. Asesoramiento al Comité Científico
8. Aprobación del informe y clausura de la reunión.

### Lista de documentos

Subgrupo sobre Prospecciones Acústicas y Métodos de Análisis  
(Punta Arenas, Chile, 30 de abril al 4 de mayo de 2018)

- |                      |   |
|----------------------|---|
| SG-ASAM-18/01        | Comparing two and three frequency dB window identification techniques for estimating Antarctic krill density<br>S. Fielding   |
| SG-ASAM-18/02        | An outline of narrowband echosounder survey methods to estimate biomass of Antarctic krill in CCAMLR Division 58.4.1 during 2018/19 season by the Japanese survey vessel, <i>Kaiyo-maru</i><br>K. Abe, K. Amakasu, R. Matsukura, T. Mukai and H. Murase |
| SG-ASAM-18/03        | Revised outline of the dedicated krill survey for CCAMLR Division 58.4.1 during 2018/19 season by the Japanese survey vessel, <i>Kaiyo-maru</i><br>H. Murase, K. Abe, R. Matsukura, H. Sasaki and T. Ichii  |
| SG-ASAM-18/04 Rev. 1 | Comparison of NASC values calculated by swarm-based and grid-based acoustic data processing methods for Antarctic krill density estimation<br>X. Yu, X. Wang and X. Zhao  |
| SG-ASAM-18/05        | A plan for Antarctic krill survey with a scientific broadband echosounder onboard R/V <i>Kaiyo-maru</i> in the CCAMLR Division 58.4.1 during 2018/19 season<br>K. Amakasu, K. Abe, R. Matsukura, T. Mukai and H. Murase                                 |
| SG-ASAM-18/06        | Evaluation on the performance of echosounder on a fishing vessel using maximum seabed backscattering<br>X. Wang, X. Yu and X. Zhao  |
| SG-ASAM-18/07        | Multinational large-scale krill synoptic survey in CCAMLR Area 48 in 2019 – survey plan and protocol for consideration by SG-ASAM 2018<br>B.A. Krafft, O.A. Bergstad, T. Knutsen, G. Skaret and G. Macauley   |
| SG-ASAM-18/08        | Estimating density and biomass of Antarctic krill ( <i>Euphausia superba</i> ) around South Shetland using the 2-dB difference method<br>S. Choi, K. Lee and D. An  |
| SG-ASAM-18/09        | Preliminary results on the distribution and abundance of Antarctic krill ( <i>Euphausia superba</i> ) in the Weddell Sea, Southern Ocean<br>F.W. Shabangu   |

## Prospección de kril a gran escala en el Área 48 en 2019

### Protocolos de muestreo acústico

1. Los protocolos siguientes se establecen con el propósito de estandarizar la recolección y archivo de datos acústicos por múltiples barcos durante la campaña multinacional de prospección sinóptica de toda el Área 48 durante el verano austral de 2018/19. Aquí no se consideran los métodos de análisis de datos, sino que el objetivo primario de esos protocolos es hacer que la recolección de datos en todas las plataformas sea lo más exhaustiva y uniforme posible. Cuando ha sido posible, se han hecho especificaciones exactas de equipo, programas informáticos y parámetros. En los casos en no había equivalencias perfectas se ha especificado la información pertinente sobre equivalencias.

#### Ecosonda

2. Los ecosondas de uso aceptado para la prospección son los siguientes:
- i) Simrad EK60; versión del programa informático: ER60 2.4.3
  - ii) Simrad EK80; versión del programa informático: EK80 1.12.1 (antes del inicio de la prospección habrá una nueva versión, cuyo uso muy probablemente se recomendará)
  - iii) se utilizará el programa del EK80/ES80 para controlar el transceptor de propósito general (GPT), dado que así se evita el error de onda triangular presente en los datos del ES70. Sin embargo, se reconoce que pasar a utilizar el programa informático del EK80/ES80 exige la utilización de un ordenador más potente para la ejecución del programa, y que esto podría hacerlo imposible.

#### Transductores

3. Los modelos de transductor preferidos tienen haces cónicos con un ángulo de  $7^\circ$ , con volúmenes insonificados aproximadamente equivalentes.

38 kHz: Simrad de haz dividido (v.g. ES38-7, ES38B)

70 kHz: Simrad de haz dividido (ES70-7C)

120 kHz: Simrad de haz dividido (v.g. ES120-7, ES120-7C)

200 kHz: Simrad de haz dividido (v.g. ES200-7, ES200-7C).

4. Se pueden aceptar transductores de haz único con las mismas frecuencias si hay por lo menos un transductor de haz dividido instalado junto al de haz único para permitir una calibración eficaz del transductor de haz único.

5. Los transductores con haces con un cono de amplitud diferente a  $7^\circ$  podrían ser aceptados. Sin embarco, la utilización de un haz con una amplitud del cono de  $7^\circ$  aseguraría volúmenes insonificados aproximadamente equivalentes. Esto aportaría ventajas en el uso de métodos multi-frecuencia para la delimitación de cardúmenes.
6. La configuración de la instalación se deberá documentar mediante esquemas técnicos a escala, debiendo permitir instalarlos tanto en el eje proa-popa como en el eje babor-estribor. Se deberán registrar: las dimensiones de la barquilla o blíster de cada transductor y su ubicación en el casco; el material y las propiedades acústicas de la ventana acústica; y las dimensiones, las profundidades de instalación y las ubicaciones relativas de los transductores.
7. Los transductores deberán ser instalados lo más cerca posible entre ellos.

### Configuración

8. Todos los participantes en la prospección deberán ponerse de acuerdo en los archivos de parametrización del ecosonda, y usarlos en las operaciones de prospección, calibración y medición de ruidos; sólo los parámetros determinados por calibraciones individuales de los sistemas podrán ser diferentes (v.g. ganancia, corrección de la reverberación de área ( $S_a$ ), ángulos de haz, profundidad de la instalación del transductor).
9. Antes de los experimentos iniciales de calibración, se deberán ajustar los parámetros críticos del sistema siguiendo los valores de la Tabla 2 de este apéndice y en estas especificaciones, y no se deberán cambiar. Se deberá comprobar diariamente que se cumple con las directrices especificadas para estos parámetros.
10. Valores de parámetros particularmente destacables:
  - i) Para EK80/ES80: utilizar pulsos de una sola frecuencia (CW, no FM).
  - ii) Para EK80/ES80: la pendiente del pulso (*pulse slope*) debe ser 'Fast'.
  - iii) Para las mediciones de la prospección y del ruido se deberá utilizar una frecuencia de repetición del pulso de 2,0 segundos. Para la calibración serán adecuadas frecuencias mayores (0,5 segundos).
  - iv) Se transmitirán pulsos de una duración de 1,024 ms en las tres frecuencias.
  - v) Como valor de la profundidad de la instalación de los transductores se dará la profundidad nominal de la instalación de cada transductor.
  - vi) Se estipularán una velocidad del sonido media y un coeficiente de absorción medio; todos los ecosondas se configurarán utilizando esos valores. Nótese que se utilizará un registrador de la conductividad, temperatura y profundidad (CTD) antes de la calibración para determinar esos valores durante la calibración, pero que para la prospección y las mediciones del ruido se deberán utilizar los valores medios.

- vii) Los datos de cada pulso y de cada frecuencia de los ecosondas EK60 y ES70 se registrarán para 0–1100 m, y para el EK80/ES80 para los siguientes intervalos:
  - a) 38 kHz: 0–1100 m
  - b) 70 kHz: 0–1100 m
  - c) 120 kHz: 0–500 m
  - d) 200 kHz: 0–300 m.
- viii) La hora del ecosonda se deberá fijar para que corresponda con la hora de registro de datos PC/GPS como mínimo cada día al inicio de las actividades de prospección, o bien deberá ser sincronizada con el reloj de la red GPS del barco mediante los medios informáticos adecuados.
- ix) La hora del ordenador del ecosonda no deberá diferir más de 5 segundos respecto de la del GPS.
- x) La hora se debe fijar en tiempo UTC, que deberá ser el único tiempo de referencia para todas las tareas de registro de datos y de muestreo que se realicen a bordo del barco. Se deberá comprobar que todos los componentes (acústicos, biológicos y oceanográficos) de la campaña funcionan en tiempo UTC y que están coordinados.
- xi) La distancia en el menú de registro de datos (*log menu/distance*) se fijará en 0,0 N, una única vez al inicio de la calibración inicial.

#### Registro de datos

- i) Se deben registrar datos de manera continua en formato .raw en los discos duros destinados a este fin.
- ii) Se debe realizar una copia de seguridad de los datos cada día (v.g. en un segundo disco duro externo o en un servidor de la red).
- iii) El IMR podrá entregar copias de los datos a petición de los usuarios.

#### Calibración del sistema: calibración estándar con esferas

- i) Idealmente, las calibraciones de sistemas se realizarán en sitios adecuados y para todas las frecuencias antes y después de la prospección. Sin embargo, se deberá hacer una calibración en sitios adecuados dentro del área de estudio y durante el período de la prospección. Las ubicaciones adecuadas deberán estar libres de grandes aportes de agua dulce. Buenos ejemplos de ubicaciones adecuadas dentro del área de estudio son: puerto Rosita y bahía de Stromness, en las Georgias del Sur; bahía de Scotia, en las Orcadas del Sur; y bahía del Almirantazgo, en la isla del Rey Jorge/25 de Mayo.

- ii) La calibración con esferas deberá seguir los procedimientos estándar CRR 326 del ICES (Demer et al., 2015). Se destacan los siguientes puntos:
  - a) si es posible, las superficies del transductor deberán estar limpias de desechos y de incrustaciones biológicas antes de la calibración inicial
  - b) todos los datos acústicos de todos los experimentos de calibración previos y posteriores a la prospección serán registrados en archivos de formato .raw
  - c) se deberán registrar los datos de la calibración: fecha, hora, ubicación, estado del mar (olas, viento, corrientes, hielo); perfil de la temperatura del agua; perfil de la salinidad; perfil de la velocidad del sonido; profundidad del fondo marino; aparatos de calibración; y configuración del anclaje del barco
  - d) la esfera de WC de 38,1 mm se deberá utilizar como blanco estándar. Si es posible, las esferas se adquirirán todas de la misma serie de producción y serán entregadas a todas las partes por el IMR
  - e) se puede usar en préstamo un equipo de calibración de otro país o de la Asociación de Compañías de Explotación Responsable de Kril (ARK)
  - f) en la Tabla 1 se indica el índice de reverberación teórico (TS) = f (ancho de banda, velocidad del sonido) para los ecosondas EK60 y ES70. Para el EK80, se introducen las propiedades físicas de la esfera en el programa de calibración del ecosonda
  - g) se deberán estimar los parámetros de calibración utilizando el programa informático del ER60 (para el EK60 o el ES60) o del EK80 (para el ES70 o el EK80)
  - h) se recomienda actualizar los parámetros de calibración antes de realizar la prospección.

#### Comprobación del sistema

11. Se deberá comprobar el funcionamiento debido del ecosonda diariamente. Estas comprobaciones incluyen:

- i) examen de la distribución espacial de las detecciones de blancos únicos para comprobar si hay distribuciones anómalas
- ii) para el ES80/EK80 se debe utilizar la caja de diálogos BITE para comprobar la impedancia del transductor
- iii) inspección del nivel del ruido de fondo según muestre el programa del ecosonda.

12. Se alienta a utilizar, siempre que sea posible, la amplitud del eco del lecho marino como forma de comprobación del funcionamiento del ecosonda.

## Caracterización del ruido del sistema antes de la prospección

13. Se deberá caracterizar el ruido del sistema previamente a la prospección, para así determinar un nivel de referencia de este ruido e identificar la velocidad a la que se recolectan datos de la calidad adecuada. Para hacerlo, se deberán recolectar datos en modo activo o pasivo, con los parámetros establecidos (Tabla 2) en aguas más profundas de 50 m (en modo pasivo) o más profundas de 300 m (en modo activo). Los datos se deberán recolectar a diversas velocidades, que, idealmente, serían: 15 minutos a 6 nudos, 7 nudos, 8 nudos, 9 nudos, 10 nudos, 11 nudos y 12 nudos.

## Operación en la prospección

14. Siempre que sea posible, la prospección se deberá realizar a una velocidad constante de 10 nudos (o según se derive de la caracterización del ruido del sistema previa a la prospección – v. más arriba); se hará el seguimiento sistemático del ruido acústico percibido en cada una de las frecuencias del ecosonda, y se ajustará la velocidad en caso necesario para reducir este ruido o se aumentará la velocidad para cumplir con el calendario de actividades (siempre que el nivel de ruido sea aceptable).

## Investigaciones preliminares necesarias

15. Se deben hacer pruebas del ecosonda para establecer valores de referencia, utilizando los parámetros y las opciones de registro de datos elegidos.

## Registro de metadatos

16. Se deberán registrar los metadatos siguiendo las directrices del ICES (2016); los metadatos de los arrastres serán registrados como parte del registro de datos de trabajo y captura de la estación de arrastre. El registro de datos del medio ambiente deberá ajustarse a los campos de la Tabla 3. Los metadatos acústicos son registrados automáticamente por los ecosondas.

17. Se deberá mantener un cuaderno de bitácora de la prospección. Esta bitácora incluirá necesariamente las siguientes informaciones:

- i) horas de inicio y parada, y posiciones de los transectos
- ii) horas y posiciones de otras actividades de la prospección (v.g. arrastres, estaciones oceanográficas, calibraciones)
- iii) otros puntos de interés que sean pertinentes para la prospección, como el desvío del barco respecto de los transectos, las razones para ello, problemas con el equipo, etc.

## Referencias

- Demer, D.A. 2004. An estimate of error for the CCAMLR 2000 survey estimate of krill biomass. *Deep-Sea Res. II*, 51: 1237–1251.
- Demer, D.A., L. Berger, M. Bernasconi, E. Bethke, K.M. Boswell, D. Chu, R. Domokos, A.J. Dunford, S. Fässler, S. Gauthier, L.T. Hufnagle, J.M. Jech, N. Bouffant, A. Lebourges-Dhaussy, X. Lurton, G.J. Macaulay, Y. Perrot, T. Ryan, S. Parker-Stetter, S. Stienessen, T. Weber and N. Williamson. 2015. Calibration of acoustic instruments. *ICES Coop. Res. Rep.*, 326: 1363 pp.
- ICES. 2016. A metadata convention for processed acoustic data from active acoustic systems. Version 1.10. *Series of ICES Survey Protocols, SISP 4-TG-AcMeta*: 48 pp.
- Observing Handbook No. 1 (2010). National Weather Service. Marine Surface Weather Observations. May 2010. US Department of Commerce.

Tabla 1: Valores de la fuerza del blanco en las esferas de calibración  
 Diámetro de la esfera = 38.1 mm  
 Densidad de la esfera = 14 900 kg m<sup>-3</sup>  
 Velocidad ondas compresionales del sonido de la esfera = 6 864 m s<sup>-1</sup>  
 Velocidad ondas secundarias (shear) del sonido de la esfera = 4161.2 m s<sup>-1</sup>  
 Densidad del agua = 1025.3288 kg m<sup>-3</sup>  
 Duración del pulso = 1.024 ms

Velocidad del sonido (m/s)	Índice de reverberación de la esfera (TS) a 38 kHz	Índice de reverberación de la esfera (TS) a 70 kHz	Índice de reverberación de la esfera (TS) a 120 kHz	Índice de reverberación de la esfera (TS) a 200 kHz
1450	-42.01	-40.56	-39.84	-39.44
1455	-42.06	-40.65	-39.76	-39.48
1460	-42.11	-40.74	-39.69	-39.50
1465	-42.16	-40.83	-39.63	-39.50
1470	-42.20	-40.92	-39.58	-39.48
1475	-42.23	-41.01	-39.54	-39.44
1480	-42.26	-41.09	-39.52	-39.38
1485	-42.29	-41.18	-39.5	-39.30
1490	-42.31	-41.25	-39.51	-39.22
1495	-42.32	-41.33	-39.52	-39.13
1500	-42.33	-41.39	-39.55	-39.04
1505	-42.33	-41.45	-39.59	-38.96
1510	-42.33	-41.50	-39.63	-38.90
1515	-42.33	-41.54	-39.69	-38.85
1520	-42.32	-41.57	-39.76	-38.81

Tabla 2: Parámetros del ecosonda

Parámetro	Valor	Comentarios
Duración del pulso	1.024 ms	
Potencia de transmisión	38 kHz: 2 000 W 70 kHz: 750 W 120 kHz: 250 W 200 kHz: 150 W	Los valores seleccionables difieren ligeramente entre el EK60/ES70 y el EK80/ES80. Elija el valor más cercano que sea igual o inferior a los valores dados. Sólo para los sistemas ES80/EK80.
Pendiente del pulso	Fast	
Intervalo de pulsos acústicos (pings)	2.0 s	
Velocidad del barco	8–10 nudos	Bajo la condición de que los niveles de ruido sean suficientemente bajos
Velocidad del sonido	1 456 m s <sup>-1</sup>	Sacado de la Tabla 1 de Demer (2004), obtenido de mediciones en el mar de Scotia.
Coefficiente de absorción	38 kHz: 10.4 dB km <sup>-1</sup> 70 kHz: 18.9 dB km <sup>-1</sup> 120 kHz: 27.7 dB km <sup>-1</sup> 200 kHz: 41.3 dB km <sup>-1</sup>	Sacado de la Tabla 1 de Demer (2004), obtenido de mediciones en el mar de Scotia. Valor de 70 kHz obtenido de media armónica ponderada de los valores de temperatura y salinidad de esa misma tabla.
Profundidad de registro de datos	38 kHz: 1 100 m 70 kHz: 1 100 m 120 kHz: 500 m 200 kHz: 300 m	En los sistemas EK60/ES70 se utilizará 1 100 m para todas las frecuencias.
Tipo de pulso	CW	Sólo para los sistemas ES80/EK80.

Tabla 3: Datos medioambientales a registrar

Se deben recolectar cuatro veces al día (00:00, 06:00, 12:00, 18:00 UTC) de conformidad con el sistema de cumplimiento voluntario para barcos (*Voluntary Observing Ships Scheme*) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), siguiendo las directrices de la Guía No. 1 (2010) del Servicio Meteorológico Nacional de EE. UU.

Velocidad del viento	
Dirección del viento	
Estado del mar	
Condiciones del hielo	
Cubierta de hielo	
Presencia de nubes	
Temperatura del aire	
Temperatura de rocío	

