



Área Marina Protegida Namuncurá

**INFORME DE CAMPAÑA
VA1418**

**Namuncurá-Banco Burdwood:
¿Area de cría de peces australes?**

**Mar del Plata – Ushuaia
8 – 23 de noviembre de 2018
BIP Víctor Angelescu**

Dr. Gustavo Álvarez Colombo (Jefe Científico)
Dr. Mariano Diez, Ing. Adrián Madirolas (Coordinadores Científicos)
Dr. Gustavo Lovrich (Coordinador Científico AMPNamuncurá)



Indice

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 2 |
| 2. Objetivos | 3 |
| 3. Area de estudio y diseño de muestreo | 5 |
| 4. Características del buque, estaciones y derrota realizadas | 6 |
| 5. Organización general del trabajo | 12 |
| 6. Actividades realizadas | 12 |
| 7. Peces | 18 |
| 8. Cefalópodos | 33 |
| 9. Comunidad pelágica: dinámica del zooplancton y larvas de sardina fueguina | 35 |
| 10. Variaciones espaciales y temporales de la densidad energética de larvas de peces que habitan el Banco Burdwood y zonas aledañas | 40 |
| 11. Condición energética de las comunidades | 44 |
| 12. Estudio integral de comunidades bentónicas | 46 |
| 13. Estructura y dinámica trófica del ecosistema marino del AMP Namuncurá-Banco Burdwood y zonas adyacentes – aproximaciones por isótopos estables y metales pesados | 53 |
| 14. Monitoreo de microplásticos | 60 |
| 15. Oceanografía física | 63 |
| 16. Hidroacústica | 75 |
| 17. Anexo I | 83 |



1. Introducción

El Área Marina Protegida Namuncurá (AMP Namuncurá), primera área oceánica protegida de la Argentina, ubicada en el área del Banco Burdwood a 150 km al este de Isla de los Estados y al sur de Islas Malvinas, tiene el mandato por Ley 26.875 (Decreto 720/2014) de “*Conservar una zona de alta sensibilidad ambiental y de importancia para la protección y gestión sostenible de la biodiversidad de los fondos marinos*”.

En la primera etapa de la investigación desarrollada en el AMP Namuncurá se hizo foco en el estudio de la biodiversidad del lugar, mediante la identificación y/o clasificación de los organismos que habitan este ambiente. Si bien esta información resulta crítica y necesaria no es suficiente para entender el funcionamiento del ecosistema a fin de *promover el manejo sostenible, ambiental y económico de sus recursos*, segundo mandato de la Ley 26.875. Por ello, para el correcto manejo de este ecosistema y la conservación de su biodiversidad, es necesario realizar una evaluación de su estructura y dinámica a diferentes escalas ecológicamente relevantes y mediante distintos enfoques.

Otro aspecto a considerar para la conservación de este ambiente es la presión que ejerce el hombre y sus actividades sobre la biodiversidad y el ecosistema, teniendo en cuenta que tales actividades no pueden ser excluidas de un área. Incluso aquellas áreas que son reservas intangibles, se ven afectadas en algún grado por las actividades humanas, en especial en el ambiente marino, donde la conexión entre diferentes áreas es grande. Por último, se debe entender todo lo anterior en un marco de cambio climático global. Nuestros mares a escala global se están calentando, el nivel del mar está creciendo y las aguas se están acidificando. Todos estos cambios tienen un impacto no solo sobre la biodiversidad sino también sobre sus atributos, el funcionamiento del ecosistema y los servicios ecosistémicos.

Uno de los grandes desafíos que se generan en este marco conceptual es sostener los servicios ecosistémicos y a la vez conservar y proteger el mar. Los ecosistemas marinos proveen numerosos servicios, como el secuestro de carbono, la protección de las costas y la provisión de alimento. Estos servicios dependen directamente de la conservación de la biodiversidad en áreas protegidas, pero también en zonas cercanas a través del manejo y la planificación espacial de los ecosistemas. Para ello, el estudio integral de las áreas protegidas y zonas cercanas, así como el monitoreo del estatus de la biodiversidad y del ecosistema son fundamentales. De esta manera, las prospecciones al lugar deben *facilitar la investigación científica orientada a la aplicación del enfoque ecosistémico en la pesca y la mitigación de los efectos del cambio global*, constituyendo el tercer mandato de la Ley.

Para el logro de estas metas y objetivos de la Ley 26.875, es necesario desarrollar una lista de indicadores (o descriptores) referidos a la biodiversidad (ej. diversidad biológica, redes tróficas) y a la presión humana (ej. especies invasoras, contaminantes, pesquerías) a fin de detectar modificaciones en la estructura y el funcionamiento del ecosistema protegido.



2. Objetivos

Durante el Taller de "Planificación científica y gestión de datos en el AMPN-BB" realizado en noviembre de 2017, se identificó como prioridad poder determinar el rol del Banco Burdwood como potencial área de cría de peces, proveer un mapa de distribución de las especies que permita una rezonificación del AMP y elaborar una lista de indicadores que permitan evaluar el estado del ecosistema.

Por ello, la presente campaña tendrá como objetivo: **Evaluar el funcionamiento del AMP Namuncurá como potencial área de cría de peces australes a fin de completar la línea de base de conocimiento ecosistémico y generar indicadores biofísicos que sirvan para el monitoreo durante la gestión de la misma a lo largo del tiempo.**

La confección adecuada de indicadores efectivos será una tarea a cumplir en distintas campañas. Teniendo en cuenta que en la presente se hará hincapié en los aspectos bentónicos del AMP, las actividades estarán orientadas principalmente a generar información para responder indicadores de la comunidad bentónica y el funcionamiento de las tramas tróficas.

Por otro lado, es primordial, continuar el estudio de la línea de base sobre las características físico-químicas y biológicas de la columna de agua a fin de caracterizar el ambiente de forma integral y responder a indicadores biofísicos basados en datos oceanográficos y de las comunidades pelágicas debido a la alta temporalidad que estos requieren.

De acuerdo a esto se proponen los siguientes objetivos específicos:

A nivel poblaciones:

- Mapear la composición, diversidad, distribución y abundancia de las poblaciones de peces pelágicos y demersal-bentónicas desde distintas escalas y enfoques en distintas áreas del banco (indicadores relacionados: 1)
- Mapear la distribución vertical de las comunidades de zooplancton e ictioplancton (indicadores relacionados: 1).
- Analizar potenciales áreas de cría para las especies determinadas (indicadores relacionados: 1).
- Determinar el estado de conservación de las poblaciones a través del estudio de los niveles de contaminantes (ej. microplásticos) (indicadores relacionados: 4)

A nivel funcionamiento:

- Estudiar el rol ecológico de las principales especies del área (ej. sardina fueguina).
- Evaluar la estructura y dinámica tróficas de las especies determinadas en un contexto local y regional (indicadores relacionados: 2).

A nivel ambiental:

- Caracterizar la columna de agua mediante variables fisicoquímicas (indicadores relacionados: 3).



Se establecen estos objetivos específicos a fin de comenzar a responder los siguientes indicadores:

- 1- Composición y estructura de la comunidad
- 2- Integridad de la trama trófica
- 3- Físicoquímica del agua (temperatura, salinidad, nutrientes, irradiancia, etc.)
- 4- Contaminantes (microplásticos)

Varios de estos indicadores podrán completarse en su totalidad en distintas campañas oceanográficas (por ejemplo, BO Austral Oct-Nov 2018 bomba biológica), aprovechando las facilidades técnicas de cada buque puesto al trabajo científico en el AMP Namuncurá.

Además, es necesario que los indicadores puedan revelar no solo las propiedades ecológicas del sector bajo estudio sino también las de su entorno, dado que pueden observarse cambios dentro del AMP que respondan a influencias externas. Por lo tanto, la recolección de datos debe ser realizada tanto en el sector objetivo como en zonas adyacentes. De esta manera, poner en contexto regional al AMP Namuncurá permite evaluar las conexiones ecológicas que presentan con otras áreas, mantener sitios con los cuales comparar si hubiere algún cambio dentro del área objetivo y contar con el conocimiento adecuado a fin de tomar medidas adecuadas para la gestión de la misma. De allí la importancia del contexto regional en el diseño de muestreo.

3. Área de estudio y diseño de muestreo

A fin de continuar los estudios en el AMP Namuncurá tanto en un contexto local como regional, se dispusieron estaciones de muestreo que abarcarán el área comprendida entre las siguientes posiciones vértice NO: 53.77°S – 66.17°E; vértice SE: 54.74° S-59.16°E; vértice SW: 54.87°S-67.91°E; vértice NE: 53.61° S-61.44°E, en adelante mencionada como área de estudio en contexto regional (AER Fig. 4.3).

En el AER se dispusieron un total de 29 estaciones de muestreo, estaciones control y el área de estudio en contexto local, el AMP Namuncurá. El área de estudio en contexto local abarca la meseta y el talud del AMP Namuncurá y las zonas más próximas del sector del Banco Burdwood (AMP N-BB) con 17 estaciones. Dado que para la evaluación del AMP (a través de los indicadores) es necesaria la comparación con zonas adyacentes se ubicaron estaciones control en la zona atlántica de Tierra del Fuego y en el Canal Beagle. Estas estaciones fueron elegidas con el siguiente criterio: zonas con bajo impacto pesquero, con alta conexión biológica con el AMP (ej. movilidad de consumidores medios y superiores) y con profundidades similares al AMP, a fin de evitar que esta variable sea un factor de error en las comparaciones a realizar entre áreas. Es recomendable que estas áreas control se mantengan como estaciones fijas en sucesivas campañas.



4. Características del buque, estaciones y derrota realizadas

La campaña se llevó a cabo en el Buque de Investigación Pesquera Víctor Angelescu, del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Las características principales del BIP Víctor Angelescu, son:

Eslora total: 52,80 m

Manga: 12,80 m

Calado: 4,80 m

Velocidad de crucero: 11 nudos

Autonomía: 44 días.

Se trata de una embarcación construida como buque silencioso, esto es, con bajo ruido radiado al agua, de acuerdo a la norma ICES 209. Entre las características relacionadas a esta condición, se encuentra el diseño del casco, con proa recta, la propulsión diésel-eléctrica, hélice de paso fijo de 5 palas y un sistema de amortiguación de la maquinaria de generación y propulsión.

El buque cuenta con diversas facilidades para maniobra en cubiertas tales como:

- Grúa Palfinger a popa estribor con 16 m de extensión 2700 kg; con mínima extensión 11 t.
- Pórtico en "A" a popa abatible entre 25 a 40 ° de 15 t.
- Pórtico abatible doble articulado a estribor de 10 t.
- 2 Guinches de pesca Ibercisa de 14,7 t de tiro con 3000 m de cable de 20 mm de diámetro c/u.
- 2 Lanteones Ibercisa de 3,2 t con 50 m de cable de 22 mm.
- 2 Tambores de red en línea Ibercisa con capacidad de 7 y 4 m³ de 15,8 t.
- 1 Guinche CTD Ibercisa con 4000 m de cable monoconductor coaxial Rochester A216314 8 mm de diámetro y de 2,3 t.
- 1 Guinche hidrográfico giratorio Ibercisa con dos tambores en tándem vertical: el superior con 2000 m de cable de acero flexible de 8 mm de diámetro y de 3,1 t; el tambor inferior con 2000 m de cable de 11,7 mm, 7 conductores y malla tipo Rochester 7-H-464 A y 4,2 t.
- 1 Guinche Ibercisa para sonar de red de 1,5 t con 1550 m de cable coaxial con cubierta exterior doble de acero trenzado de 11,0 mm.

Respecto a las facilidades interiores se contó con:

- Laboratorio de vía húmeda y hangar CTD de 28 m² con puente grúa giratorio de 1,2 t, con provisión continua de agua de mar no contaminada, termosalinógrafo, oxímetro y fluorómetro.



- Mini-roseta con 6 botellas de 6 l + CTD Sea Bird SBE 25 y Roseta con 12 botellas de 8 l + CTD Sea Bird 911, con dos (2) lowered ADCP RD Teledyne (“Up & Down”), y sensor de O₂, turbidez, clorofila, PAR y altímetro de fondo.
- Laboratorio principal multipropósito de 24 m², freezer de -80°C, heladera, estufa y campana extractora de gases.
- Laboratorio de Química de 6 m² con centrífuga, analizador de partículas Flow Cam.
- Laboratorio de acústica y control de 45 m² con monitores de todos los sistemas científicos electrónicos (Red MATRIX), computadoras para ingreso manual de datos y puesto de control de guinches dedicado para CTD y muestreadores de plancton y bentos.

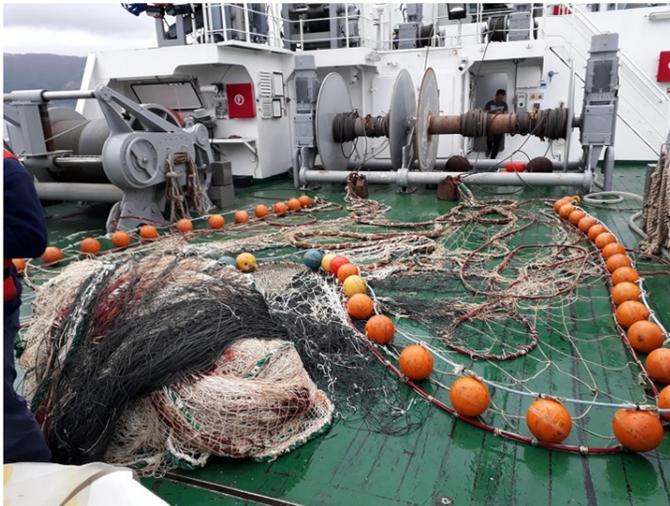


Figura 4.1. Redes de pesca utilizadas. **Arriba.** Red de arrastre de fondo con tren de ruedas o *rockhopper* (Engel). **Abajo.** Red de pesca pelágica (Nichimo).



La campaña AMP Namuncurá – Banco Burdwood: ¿Área de cría de peces australes? (VA1418), entre el 8 y 23 de noviembre de 2018 a bordo del BIP Víctor Angelescu, zarpando desde la ciudad de Mar del Plata y arribando a Ushuaia (Fig. 4.2). El arribo a Ushuaia fue para el desembarco de personal científico, equipos y muestras que quedaron depositadas bajo resguardo del CADIC en el repositorio del AMP.

El viaje hacia la zona de estudio duró aproximadamente 4 días, quedando 12 días de campaña efectivos. Después de 4 días de navegación, se arribó a la zona de transición del AMP el 12 de noviembre. Durante 3 días se trabajó intensamente durante las 24 h del día, para cumplir con los requerimientos prioritarios planificados para esta campaña, esto es, realizar todas las estaciones planificadas dentro del AMP (en total 10). Las condiciones meteorológicas permitieron la realización de 9 de estas 10 estaciones, en las 3 zonas del AMP. Además, se realizaron estaciones en el talud sur del banco más una estación de pesca pelágica oportunista en la misma zona (Figs. 4.3, 4.4).

Finalizada esta estación pelágica, las condiciones del tiempo desmejoraron hacia el 15 de noviembre con vientos de 40 nudos y pronóstico de vientos más intensos. Al confirmarse la intensificación de los vientos se decidió navegar hacia las estaciones de la costa de Tierra del Fuego para comenzar a trabajar en el área control. Arribados el 16 de noviembre con vientos de 50 nudos, se trabajó en el área control hasta el 19 de noviembre inclusive, mientras se aguardaban los nuevos pronósticos del tiempo para la zona del AMP. En esta zona se realizaron 6 estaciones más 2 estaciones de pesca pelágica oportunista (Figs. 4.2, 4.5).

Dado el pronóstico desfavorable para la zona del Banco Burdwood para los días subsiguientes, con el consecuente riesgo de navegar nuevamente hacia las inmediaciones del AMP, y habiéndose cumplido las estaciones prioritarias de la campaña, más la totalidad en el área control, se propuso a la coordinación del GT concentrar el esfuerzo en los días finales de la campaña en el sector del Canal Beagle. Se llevaron a cabo 3 estaciones fijas de 24 h para el estudio de las migraciones verticales diarias y el entorno de la sardina fueguina (Fig. 4.5).

A modo de síntesis, se realizaron las siguientes actividades:

- Se llevaron a cabo en total 34 estaciones de trabajo.
- 19 estaciones de las 29 predeterminadas según el plan de campaña.
- 8 de las 9 estaciones integrales en el AMP (oceanografía, zooplancton e ictioplancton, pesca de fondo): estaciones 14 (BOPD 29), 17, 18, 21, 22, 23, 24, 26. La estación 14 (29) había quedado pendiente de la campaña del BOPD de agosto 2018. En esa estación además se realizó un lance bentónico con red piloto y un muestreo de tipo de fondo.
- 2 estaciones en el talud sudoeste del AMP (oceanografía, zooplancton e ictioplancton). Estaciones: 20, 25. Además, una estación de pesca pelágica en la misma zona.
- 3 estaciones integrales en el área control de Tierra del Fuego (oceanografía, zooplancton e ictioplancton, pesca de fondo, comunidades bentónicas). Estaciones: 1, 2, 3. Además, una estación de pesca pelágica en la misma zona
- 3 estaciones en el área control de Tierra del Fuego (oceanografía, zoo e ictioplancton). Estaciones: 4, 5, 6.



- 1 estación al sur de Península Mitre (oceanografía, zooplancton e ictioplancton, comunidades bentónicas) y una estación de pesca pelágica.
- 3 experiencias en áreas fijas de 24 h en 3 zonas diferentes del Canal Beagle. En cada experiencia se llevaron a cabo 4 muestreos (=estaciones) incluyendo el día, el crepúsculo la noche y el amanecer, realizándose muestreos de oceanografía, fitoplancton, zooplancton e ictioplancton, pesca pelágica y muestreos de comunidades bentónicas.
- Prospección acústica durante toda la derrota.

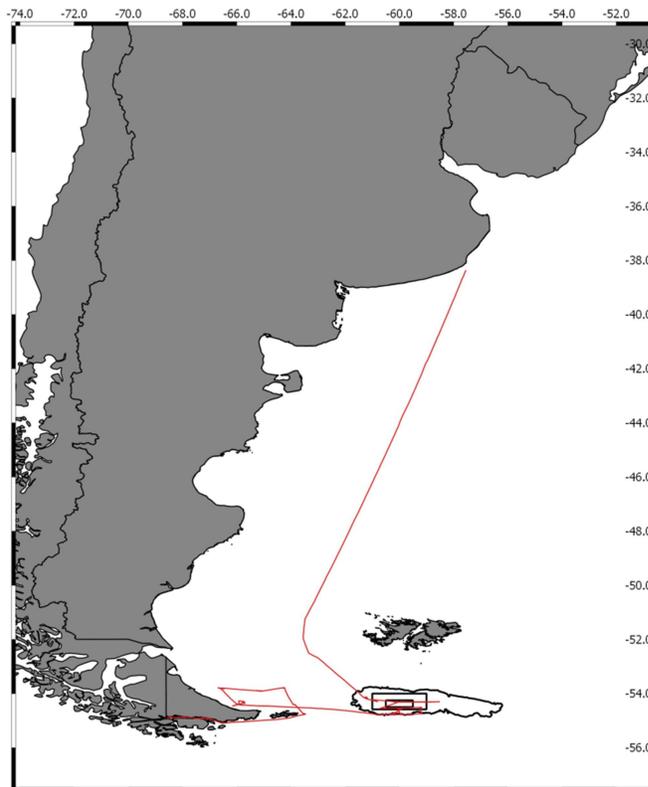


Fig. 4.2: Resumen de la derrota de campaña VA 148 AMP-BB.

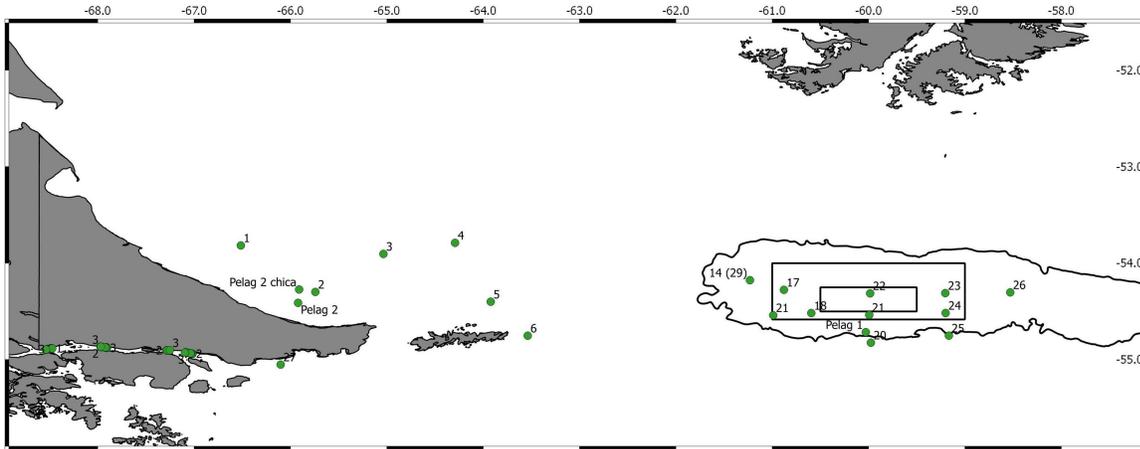


Fig. 4.3: Resumen de estaciones realizadas durante la campaña VA1418.

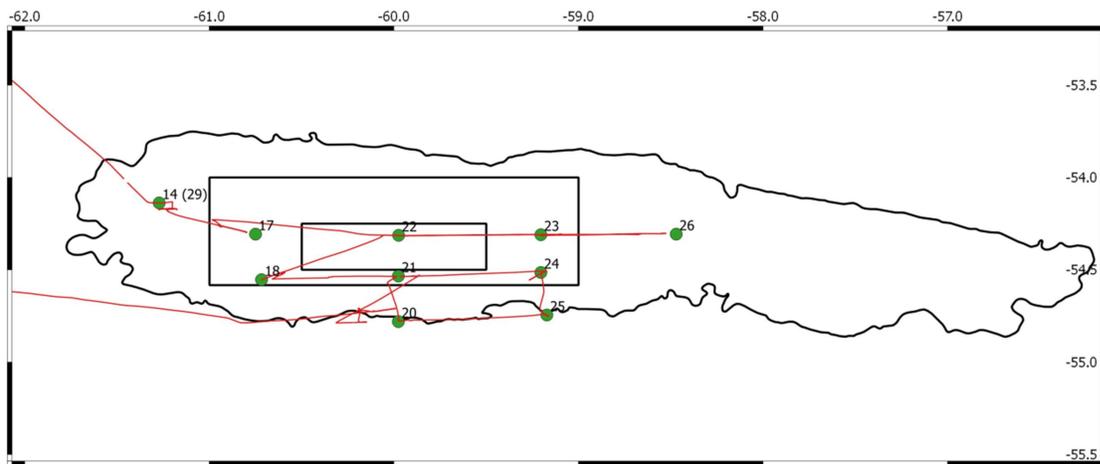


Fig. 4.4: Detalle de estaciones y derrota realizadas en el AMP durante la campaña VA1418.

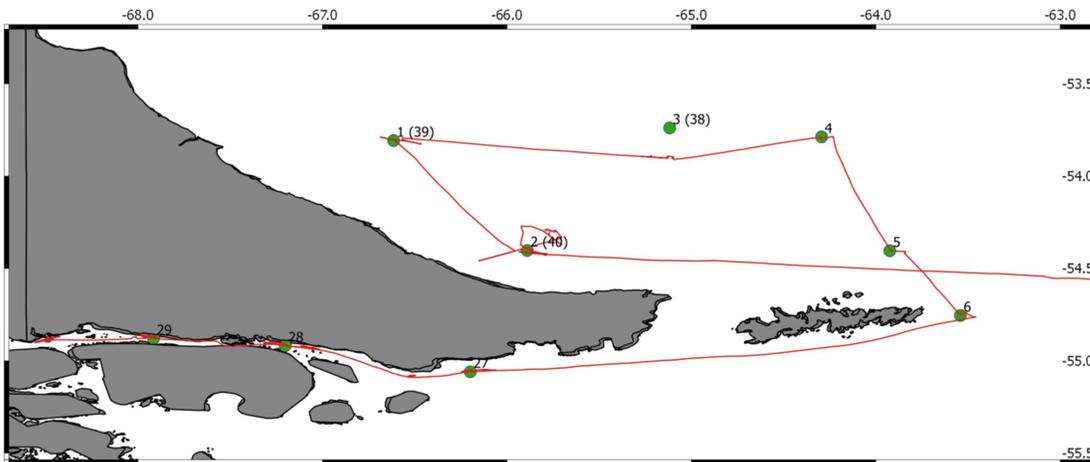


Fig. 4.5: Detalle de estaciones y derrota realizadas en Tierra del Fuego y Canal Beagle.



5. Organización general del trabajo

La campaña funcionó como proyecto único y respondió a los requerimientos del Consejo de Administración del AMP y la necesidad de rezonificación a fines de 2019. A bordo, el equipo técnico científico estuvo compuesto por 16 personas pertenecientes al INIDEP, CADIC-CONICET, IIMyC, Universidad Maimónides (Anexo I), quienes trabajaron siguiendo un protocolo consensuado por un comité científico. La modalidad de trabajo apuntó a responder de manera integral las prioridades identificadas.

6. Actividades realizadas

Las actividades incluyeron trabajo en cubierta y de laboratorio. En total se realizaron 102 operaciones de muestreo denominados lances (Tabla 1). De las actividades planteadas originalmente se realizaron las siguientes:

6.1. Trabajo en cubierta

6.1.1. Columna de agua

- Perfiles de CTD. Medidas de condiciones físico-químicas y oceanográficas (indicadores: 3).
- Multirred (200-500 micras). Toma de muestras de zooplankton e ictioplankton estratificados. Estudios de diversidad, isotópicos, energéticos (indicadores: 1, 2, 4). Duración de arrastre: aprox. 40 min.
- Red Tucker (500-1000 micras). Toma de muestras de estadios juveniles de especies reactivas (ej. Sardina). Este muestreador fue utilizado de manera oportunista acorde a lo observado en los registros acústicos (indicadores: 1, 2, 4). Duración de arrastre: aprox. 40 min.
- Microplásticos (indicadores: 4). Ver anexo.

6.1.2. Peces pelágicos

- Red pelágica tipo Nichimo. Toma de muestras de especies pelágicas para estudios de diversidad, isotópicos, tróficos, energéticos, genéticos y de contaminantes. Este muestreador fue utilizado de manera oportunista acorde a lo observado en los registros acústicos (indicadores: 1, 2, 4). Duración de arrastre: variable, en función de la profundidad y de tiempo de permanencia en pesca efectiva.

6.1.3. Ambiente demersal-bentónico

- Red de arrastre de fondo Engel con tren *rockhopper*. Toma de muestras de especies demersales bentónicas para estudios de diversidad, isotópicos, tróficos, energéticos y de contaminantes (indicadores: 1, 2, 4). Duración de arrastre: 15 minutos.
- Red piloto (tipo tangonera). Tomas de muestras de la comunidad bentónica. Estudios de comunidad, redes tróficas (indicadores: 1, 2, 4). Duración de arrastre: 15 minutos.
- Snapper. Tomas de muestras de fondo marino. Estudios de estructura, microplásticos e isotópicos (indicadores: 1, 4).



6.2. Trabajo en laboratorio

- Separación, pesado y fotografía
- Identificación de especies, toma de muestras específicas (ej. Músculo, digestivo, etc.)
- Guardado de material biológico (congelado, formol y alcohol)
- Filtrado a bordo (microplásticos)
- Secado de muestras de sedimento (estufa de secado)

6.3. Trabajo en gabinete de acústica

- Prospección acústica mediante la ecosonda multihaz ME70-ME70BO (opción batimétrica) y ecosonda monohaz de banda ancha EK80 en todas sus frecuencias, durante la totalidad de la derrota. Cuando los registros acústicos mostraron ecogramas relevantes a los objetivos de la campaña se realizaron lances oportunistas con el fin de tomar las muestras correspondientes.
- Registro de datos de corrientes mediante ADCP (perfilador Doppler) de casco durante la derrota de la campaña.

6.5. Tipos de datos colectados

- Parámetros oceanográficos (CTD).
- Comunidad zooplanctónica – estudio cuali y cuantitativo (MultiRed).
- Ictioplancton – estudio cuali y cuantitativo (MultiRed, Tucker).
- Microplásticos (agua). Filtrado de canilla en superficie.
- Isótopos estables (redes).
- Energética (redes de fondo y pelágica).
- Caracterización de la comunidad bento-demersal (redes de fondo):
 - Biomasa total y parcial
 - Disposición espacial entre ensambles
 - Asociaciones entre peces y bioingenieros
- Caracterización del fondo (snapper, acústica)
- Parámetros de retrodispersión acústica de los organismos de la columna de agua (ecosondas) y relieve de fondos (ecosonda multihaz-opción batimétrica en baja resolución).
- Registro de corrientes marinas (ADCP).

Tabla 1: Detalle de todas las maniobras realizadas durante la campaña. Estación gral. (EG) refiere al sistema de numeración continuo del INIDEP

| Fecha (GMT) | Estacion gral (EG) | Estacion | Lance | Equipo | Hora (GMT) | Latitud (S) | | Longitud (W) | | Prof (m) | Cable filado (m) | Velocidad (Kts) | Rumbo | Temp (°C) | Salinidad | Ref. Obs. |
|-------------|--------------------|----------|-------|-----------------|------------|-------------|----------|--------------|----------|----------|------------------|-----------------|-------|-----------|-----------|-----------|
| 12-nov | 912 | 14 (29) | 1 | Engel (inicio) | 1653 | 54 | 10.44953 | 61 | 13.4474 | 147 | 485 | 4.6 | 78 | 5.87 | 33.96 | |
| | | | | Engel (fin) | 1716 | 54 | 10.0603 | 61 | 11.8187 | | | | | | | |
| | 912 | 14 (29) | 2 | Piloto (inicio) | 1802 | 54 | 10.28674 | 61 | 12.09423 | 145 | 48 | 2.5 | 258 | | | |
| | | | | Piloto (fin) | 1814 | 54 | 10.34204 | 61 | 12.92596 | 146 | 86 | | | | | |
| | 912 | 14(29) | 3 | CTD | 1838 | 54 | 10.4812 | 61 | 14.06807 | 145 | | | | | | |
| | 912 | 14 (29) | 4 | Snapper | 1840 | 54 | 10.53679 | 61 | 13.982 | 145 | | | | | | |
| | 912 | 14 (29) | 5 | Multirred | 1908 | 54 | 11.2769 | 61 | 12.9666 | 146 | | | | | | 1 |
| | 913 | 17 | 6 | Engel (inicio) | 2145 | 54 | 16.542 | 60 | 52.804 | 132 | 480 | 3.8 | 285 | 5.1 | | 2 |
| | 913 | 17 | | Engel (fin) | 2201 | 54 | 16.216 | 60 | 54.208 | | | | | | | |
| | 913 | 17 | 7 | CTD | 2208 | 54 | 15.585 | 60 | 56.804 | 136 | | | | 5.8 | 33.9 | |
| | 913 | 17 | 8 | Multirred | 2340 | 54 | 15.585 | 60 | 56.804 | 136 | | | | | | |
| 13-nov | 914 | 22 | 9 | CTD | 416 | 54 | 18.726 | 59 | 59.118 | 96 | | | | 5.79 | 34.02 | |
| | 914 | 22 | 10 | Multirred | 435 | 54 | 18.851 | 59 | 59.51 | 96 | | | | | | |
| | 915 | 23 | 11 | CTD | 806 | 54 | 18.57 | 59 | 59.123 | 94 | | | | 6.63 | 34.06 | |
| | 915 | 23 | 12 | Multirred | 806 | 54 | 18.57 | 59 | 12.313 | | | | | | | |
| | 916 | 26 | 13 | Multirred | 1107 | 54 | 18.252 | 58 | 35.205 | 121 | | | | 5.63 | 34.07 | |
| | 916 | 26 | 14 | CTD | 1149 | 54 | 18.116 | 58 | 31.848 | 118 | | | | 5.64 | 34.07 | |
| | 916 | 26 | 15 | Engel (inicio) | 1246 | 54 | 18.248 | 58 | 36.902 | 120 | 360 | 2.7 | 274 | | | |
| | | | | Engel (fin) | 1304 | 54 | 18.27 | 58 | 38.749 | | | | | | | |
| | 917 | 23 | 16 | Engel (inicio) | 1544 | 54 | 18.498 | 59 | 9.225 | 96 | 290 | 4.4 | 88 | | | |
| | | | | Engel (fin) | 1557 | 54 | 18.513 | 59 | 7.517 | | | | | | | |
| | 918 | 22 | 17 | Engel (inicio) | 1951 | 54 | 18.788 | 60 | 1.557 | 97 | 294 | 4.9 | 262 | | | |
| | | | | Engel (fin) | 2007 | 54 | 18.756 | 60 | 3.318 | | | | | | | |
| | 919 | 18 | 18 | Engel (inicio) | 2356 | 54 | 32.236 | 60 | 40.386 | 118 | 352 | 5.1 | 53 | | | 3 |
| 14-nov | | | | Engel (fin) | 18 | 54 | 31.602 | 60 | 38.696 | 108 | 312 | 4.7 | | | | 4 |
| | 919 | 18 | 19 | CTD | 52 | 54 | 30.977 | 60 | 35.768 | 105 | | | 55 | 5.68 | 34.02 | |
| | 919 | 18 | 20 | Multi | 114 | 54 | 31.172 | 60 | 35.905 | 106 | | | 229 | 5.64 | 34.02 | |
| | 920 | 21 | 21 | CTD | 507 | 54 | 32.145 | 59 | 59.691 | 101 | | | | 5.7 | 34.02 | |
| | 920 | 21 | 22 | Multi | 535 | 54 | 32.386 | 60 | 59.472 | 99 | | | | | | |
| | 921 | 20 | 23 | CTD | 749 | 54 | 49.409 | 59 | 58.662 | 232 | | | 231 | 5.24 | 34.03 | |
| | 921 | 20 | 24 | Multi | 825 | 54 | 46.592 | 59 | 57.4 | 235 | | | 68 | 5.22 | 34.04 | |
| | 922 | 25 | 25 | CTD | 1157 | 54 | 44.611 | 59 | 10.447 | 242 | | | 110 | | | |



| Fecha (GMT) | Estacion (EG) | Estacion | Lance | Equipo | Hora (GMT) | Latitud (S) | Longitud (W) | Prof (m) | Cable filado (m) | Velocidad (Kts) | Rumbo | Temp (°C) | Salinidad | Ref. Obs. | |
|-------------|---------------|----------|-------|-----------------|------------|-------------|--------------|----------|------------------|-----------------|-------|-----------|-----------|-----------|---|
| | 922 | 25 | 26 | Multi | 1229 | 54 | 45.019 | 59 | 10.089 | 264 | | 297 | 5.79 | 34.06 | |
| | 923 | 24 | 27 | CTD | 1452 | 54 | 30.956 | 59 | 12.116 | 137 | | 70 | 5.76 | 34.03 | |
| | 923 | 24 | 28 | Multi | 1519 | 54 | 31.455 | 59 | 12.733 | 139 | | 229 | 5.79 | 34.03 | |
| | 923 | 24 | 29 | Engel (inicio) | 1645 | 54 | 31.686 | 59 | 13.048 | 139 | 420 | 3.6 | 35 | | |
| | | | | Engel (fin) | 1701 | 54 | 30.985 | 59 | 11.778 | | | | | | |
| | 924 | 21 | 30 | Engel (inicio) | 2039 | 54 | 32.145 | 59 | 55.275 | 100 | 298 | 4.8 | 88 | | |
| | | | | Engel (fin) | 2053 | 54 | 32.066 | 59 | 53.557 | 101 | | | | | |
| 15-nov | 925 | Pelag 1 | 31 | Nichimo | 342 | 54 | 42.883 | 60 | 1.82 | 238 | 320 | | 162 | | |
| 16-nov | 926 | Pelag 2 | 32 | Nichimo | 1505 | 54 | 24.636 | 65 | 55.388 | 73 | | | | | 5 |
| | 928 | 2 | 34 | Engel (inicio) | 2216 | 54 | 19.954 | 65 | 45.35 | 81 | 265 | 4.4 | 307 | | |
| | 928 | 2 | 35 | Engel (fin) | 2231 | 54 | 19.168 | 65 | 46.426 | | | | | | |
| | 928 | 2 | 36 | Piloto (inicio) | 2337 | 54 | 17.488 | 65 | 46.575 | 84 | | 3.8 | 116 | | |
| | | | | Piloto (fin) | 2349 | 54 | 17.765 | 65 | 45.595 | | | | | | |
| 17-nov | 928 | 2 | 37 | CTD | 41 | 54 | 17.832 | 65 | 44.645 | 83 | | | 30 | | |
| | 928 | 2 | 38 | Snapper | 55 | 54 | 17.722 | 65 | 44.466 | 84 | | | | | |
| | 928 | 2 | 39 | Multi | 106 | 54 | 17.882 | 65 | 17.882 | 84 | | | | | |
| | 929 | | 40 | Tucker | 505 | 54 | 23.053 | 65 | 59.398 | 71.2 | | | | | |
| | 930 | 1 | 41 | CTD | 1110 | 54 | 48.408 | 66 | 36.603 | 80 | | 120 | 7.04 | 32.7 | |
| | 930 | 1 | 42 | Multi | 1144 | 54 | 47.998 | 66 | 37.546 | 79 | | 269 | | | |
| | 930 | 1 | 43 | Piloto (inicio) | 1306 | 54 | 47.998 | 66 | 37.546 | 78 | | | | | |
| | | | | Piloto (fin) | 1324 | 54 | 47.894 | 66 | 38.242 | | | | | | |
| | 930 | 1 | 44 | Engel (inicio) | 1555 | 53 | 48.911 | 66 | 31.038 | 83 | 255 | 3.7 | 281 | | |
| | | | | Engel (fin) | 110 | 53 | 48.513 | 66 | 32.628 | | | | | | |
| | 931 | 3 | 45 | Engel (inicio) | 2203 | 53 | 54.006 | 65 | 10.135 | 119 | 355 | 3.8 | 275 | | |
| | | | | Engel (fin) | 2214 | 53 | 53.909 | 65 | 11.5 | 367 | | | | | 6 |
| | 931 | 3 | 46 | Engel (inicio) | 2346 | 53 | 53.911 | 65 | 11.658 | 115 | 360 | 3.9 | 88 | | |
| 18-nov | | | | Engel (fin) | 1 | 53 | 54.023 | 65 | 9.939 | | | | | | |
| | 931 | 3 | 47 | Piloto (inicio) | 38 | 53 | 53.654 | 65 | 6.498 | 118 | | 2.6 | | | |
| | | | | Piloto (fin) | 48 | 53 | 53.837 | 65 | 5.807 | | | | | | |
| | 931 | 3 | 48 | CTD | 120 | 53 | 54.185 | 65 | 2.224 | 116 | | 255 | | | |
| | 931 | 3 | 49 | Multi | 215 | 53 | 54.418 | 65 | 4.19 | 117 | | | | | |
| | 932 | 4 | 50 | CTD | 510 | 53 | 47.295 | 64 | 17.629 | 140 | | 231 | | | |



| Fecha (GMT) | Estacion (EG) | Estacion | Lance | Equipo | Hora (GMT) | Latitud (S) | Longitud (W) | Prof (m) | Cable filado (m) | Velocidad (Kts) | Rumbo | Temp (°C) | Salinidad | Ref. Obs. |
|-------------|---------------|----------|-------|-----------------|------------|-------------|--------------|----------|------------------|-----------------|-------|-----------|-----------|-----------|
| | 932 | 4 | 51 | Multi | 530 | 53 | 47.602 | 64 | 17.643 | 139 | | | 231 | |
| | 933 | 5 | 52 | CTD | 1025 | 54 | 23.918 | 63 | 55.411 | 114 | | | | |
| | 933 | 5 | 53 | Multi | 1045 | 54 | 23.918 | 63 | 55.411 | 113 | | | | |
| | 934 | 6 | 54 | CTD | 1409 | 54 | 45.068 | 63 | 32.361 | 246 | | | 126 | |
| 19-nov | 934 | 6 | 55 | Multi | 516 | 54 | 45.868 | 63 | 27.524 | 242 | | | | |
| | 935 | 27 | 56 | Piloto (inicio) | 1204 | 55 | 3.053 | 66 | 5.265 | 98 | | | 80 | |
| | | | | Piloto (fin) | 1243 | 55 | 0.049 | 66 | 6.001 | | | | | |
| | 935 | 27 | 57 | CTD | 1300 | 55 | 3.035 | 66 | 6.257 | 80 | | | 261 | |
| | 935 | 27 | 58 | Multi | 1329 | 55 | 3.027 | 66 | 5.675 | 76 | | | 275 | |
| 20-nov | 936 | 2 | 59 | CTD | 1235 | 54 | 56.371 | 67 | 1.153 | 47 | | | | |
| | 936 | 2 | 60 | Multi | 1251 | 54 | 56.088 | 67 | 2.269 | 79 | | | | 7 |
| | 936 | 2 | 61 | Multi | 1359 | 54 | 56.25 | 67 | 1.425 | 53 | | | | 8 |
| | 936 | 2 | 62 | Tucker | 1619 | 54 | 56.345 | 67 | 1.389 | 46 | | | | |
| | 936 | 2 | 63 | Piloto (inicio) | 1912 | 54 | 54.18 | 67 | 17.424 | 33 | | | | |
| | | | | Piloto (fin) | 1922 | 54 | 54.153 | 67 | 16.622 | | | | | |
| | 936 | 3 | 64 | Tucker | 2030 | 54 | 54.115 | 67 | 15.272 | 42 | | | | 9 |
| | 937 | 3 | 65 | CTD | 2340 | 54 | 56.145 | 67 | 2.309 | 72 | | | | |
| 21-nov | 937 | 3 | 66 | Tucker | 24 | 54 | 56.044 | 67 | 2.055 | 86 | | | | |
| | 937 | 3 | 67 | Multi | 207 | 54 | 55.697 | 67 | 4.398 | 57 | | | | |
| | 938 | 4 | 68 | CTD | 345 | 54 | 56.029 | 67 | 2.517 | 70 | | | | |
| | 938 | 4 | 69 | Tucker | 430 | 54 | 55.376 | 67 | 5.599 | 46 | | | | |
| | 938 | 4 | 70 | Multi | 514 | 54 | 55.393 | 67 | 5.512 | 64 | | | | |
| | 939 | 1 | 71 | CTD | 728 | 54 | 55.858 | 67 | 3.125 | 69 | | | | |
| | 939 | 1 | 72 | Tucker | 756 | 54 | 56.014 | 67 | 2.288 | 60 | | | | |
| | 939 | 1 | 73 | Multi | 842 | 54 | 55.569 | 67 | 5.852 | 64 | | | | |
| 21-nov | 940 | 2 | 74 | CTD | 1824 | 54 | 52.252 | 67 | 55.05 | 83 | | | 183 | |
| | 940 | 2 | 75 | Multi | 1856 | 54 | 52.267 | 67 | 54.723 | 72 | | | 271 | 10 |
| | 940 | 2 | 76 | Multi | 1947 | 54 | 51.961 | 67 | 57.768 | 96 | | | 102 | 11 |
| | 940 | 2 | 77 | Tucker | 2037 | 54 | 52.524 | 67 | 54.654 | 85 | | | 274 | |
| | 941 | 3 | 78 | Multi | 2300 | 54 | 52.137 | 67 | 57.823 | 133 | | | 110 | |
| | 941 | 3 | 79 | CTD | 2355 | 54 | 52.414 | 67 | 54.832 | 99 | | | 205 | |



| Fecha (GMT) | Estacion (EG) | Estacion | Lance | Equipo | Hora (GMT) | Latitud (S) | Longitud (W) | Prof (m) | Cable filado (m) | Velocidad (Kts) | Rumbo | Temp (°C) | Salinidad | Ref. Obs. |
|-------------|---------------|----------|-------|-----------------|------------|-------------|--------------|----------|------------------|-----------------|-------|-----------|-----------|-----------|
| 22-nov | 941 | 3 | 80 | Tucker | 38 | 54 | 52.457 | 67 | 54.789 | 96 | | | | |
| | 941 | 3 | 81 | Nichimo chica | 256 | 54 | 52.661 | 67 | 54.93 | 101 | | | | 12 |
| | 942 | 4 | 82 | CTD | 357 | 54 | 52.45 | 67 | 55.515 | 104 | | | 94 | |
| | 942 | 4 | 83 | Multi | 439 | 54 | 52.584 | 67 | 54.364 | 106 | | | 283 | |
| | 942 | 4 | 84 | Tucker | 534 | 54 | 51.841 | 67 | 58.477 | 68 | | | 113 | |
| | 943 | 1 | 85 | CTD | 730 | 54 | 52.457 | 67 | 55.036 | 104 | | | | |
| | 943 | 1 | 86 | Multi | 756 | 54 | 52.314 | 67 | 55.647 | 90 | | | 285 | |
| | 943 | 1 | 87 | Tucker | 858 | 54 | 51.92 | 67 | 58.222 | 77 | | | | |
| | 944 | 2 | 88 | Piloto (inicio) | 1644 | 54 | 52.986 | 68 | 29.592 | 233 | 586 | 2.9 | 57 | |
| | | | | Piloto (fin) | 1654 | 54 | 52.848 | 68 | 28.9 | 187 | | | | |
| | 944 | 2 | 89 | CTD | 1757 | 54 | 53.273 | 68 | 30.76 | 220 | | | 256 | |
| | 944 | 2 | 90 | Tucker | 1849 | 54 | 53.072 | 68 | 29.103 | 195 | | | 262 | |
| | 944 | 2 | 91 | Multi | 1936 | 54 | 53.345 | 68 | 31.559 | 237 | | | 67 | 13 |
| | 944 | 2 | 92 | Multi | 1950 | 54 | 52.946 | 68 | 28.736 | 191 | | | 251 | 14 |
| | 945 | 3 | 93 | CTD | 2306 | 54 | 53.44 | 68 | 30.536 | 208 | | | 261 | |
| | 945 | 3 | 94 | Tucker | 2353 | 54 | 53.225 | 68 | 29.063 | 196 | | | 255 | |
| 23-nov | 945 | 3 | 95 | Multi | 44 | 54 | 53.757 | 68 | 32.131 | 247 | | | 67 | |
| | 945 | 3 | 96 | Pelagica chica | 220 | 54 | 53.156 | 68 | 29.91 | 203 | 65 | | 257 | 15 |
| | 946 | 4 | 97 | CTD | 401 | 54 | 52.96 | 68 | 29.369 | 195 | | | 261 | |
| | 946 | 4 | 98 | Multi | 450 | 54 | 53.233 | 68 | 29.305 | 192 | | | 251 | |
| | 946 | 4 | 99 | Tucker | 551 | 54 | 53.699 | 68 | 32.277 | 243 | | | 50 | |
| | 947 | 1 | 100 | CTD | 712 | 54 | 52.957 | 68 | 28.582 | 192 | | | | |
| | 948 | 1 | 101 | Multi | 737 | 54 | 53.029 | 68 | 28.498 | 183 | | | | |
| | 948 | 1 | 102 | Tucker | 838 | 54 | 53.673 | 68 | 32.426 | 248 | | | | |

Observaciones:

- | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| 1. Pico fluorescencia bajo los 40 m | 6. Repetimos lance. Dudas sobre fondo | 10. cuali-cuantitativa | 14. Isotopos |
| 2. Pusimos ojo de red | 7. cuali-cuanti | 11. isotopos | 15. A la marca en FM |
| 3. Se viró la red a las 0.62 millas por falta de luz y se tiró de nuevo | 8. isotopos | 12. A la marca durante la migración | |
| 4. Bajada post interrupción | 9. A la marca. 26-32 m 26-29m | 13. cuali-cuantitativa | |



7. Peces

Estudio integral de la ictiofauna del Área Marina Protegida Namuncurá - Banco Burdwood y zonas aledañas

Responsables embarcados: Beatriz Elena, Eloisa Giménez, Ezequiel Mabragaña, Natalia Ruocco, Diego Martín Vazquez, Francisco Zumpano

Responsables no embarcados: Santiago Ceballos, Juan Martín Díaz de Astarloa, Daniel Fernández, Facundo Llompарт, Claudia Clementina Boy

7.1. Introducción

Los peces constituyen uno de los grupos más diversos de organismos vivientes. Su aparición y posterior radiación comenzó hace más de 500 millones de años y tanto ahora como en el pasado, exhiben una incomparable diversidad en su morfología, en los hábitats que ocupan, en su fisiología y en su comportamiento. Tienen una gran relevancia comercial, dado que existen grandes pesquerías enfocadas a varias especies; y también ecológica, como nexo en el flujo de energía en las tramas tróficas entre organismos de hábitos bentónicos como pelágicos

Como principal compartimento de producción secundaria de los ecosistemas, los peces cumplen un rol clave en las tramas tróficas. Cambios en sus poblacionales o en su dieta pueden generar modificaciones en la eficiencia energética de las tramas alimentarias (Polis et al., 1997; Trites, 2003), modificando la magnitud de las interacciones con otras poblaciones (Bascompte et al., 2005), con los consiguientes cambios en la estructura de los ecosistemas.

Estudios integrados sobre aspectos de historias de vida, comunitarios, fisiológicos, y su relación con factores abióticos posibilitan una mayor comprensión de la biología y ecología de los peces. De esta manera, se puede obtener información de la condición en que se encuentran los peces en un determinado ambiente y el rol que cumple dicho ambiente en sus ciclos de vida.

Por tal motivo, se plantearon ejes de investigación sobre peces del Área Marina Protegida Namuncurá - Banco Burdwood (AMPN-BB) y área marina de influencia con el objetivo último de tener una visión integral del rol que cumple dicha área en la biología y ecología de los peces que allí habitan. Estos ejes incluyen: taxonomía y bioecología, ensambles y estrategias de vida, delimitación genómica de especies, comunidad parasitaria, bioenergética y estadios tempranos de vida.

La declaración del Banco Namuncurá-Burdwood como área marina protegida ha permitido la exploración de la biodiversidad presente en dicha zona. Por tratarse de un área geográficamente influenciada por aguas de diversos orígenes (Pacífico, Atlántico y Antártico), la ictiofauna que allí habita presenta características particulares, así como una diversidad de especies considerable, dominada principalmente por peces óseos. Las recientes campañas en la zona han mostrado que el grupo predominante es el de los nototénidos, un suborden importante en aguas subantárticas y antárticas, que incluye un gran número de especies. Históricamente, la zona del área AMPN-BB ha sido explotada en busca de especies de peces de interés comercial tales como la polaca *Micromesistius australis* y la merluza negra *Dissostichus eleginoides*, pero estudios detallados sobre la diversidad de peces óseos presente en el banco son fragmentados y se remontan a unas pocas campañas realizadas hace algunas décadas, por lo que resulta necesario actualizar la lista de especies presentes en la zona.

Por su parte, los peces cartilaginosos (Clase Chondrichthyes) constituyen un grupo monofilético con una historia evolutiva compleja. Han desarrollado una amplia gama de estrategias



en cuanto a nutrición y desarrollo del embrión, que van desde el oviparismo lecitotrófico al viviparismo (con modos lecitotróficos y matrotroóficos). El oviparismo consiste principalmente en la producción de huevos fertilizados que son envueltos en una cápsula coriácea producida por la hembra y liberados en el fondo marino. El desarrollo posterior del embrión hasta su eclosión ocurre dentro de la cápsula y puede durar de pocos meses a varios años, de acuerdo con las especies. El oviparismo se encuentra en todas las rayas (Familia Rajidae), holocéfalos y en tres familias de tiburones (Heterodontidae, Hemiscylliidae y algunos Scyliorhinidae). En la región del AMPN-BB, los estudios son escasos, registrándose al menos 7 especies de condrictios ovíparos.

7.2. Objetivos

El estudio de los peces en el Área Marina Protegida Namuncurá – Banco Burdwood (AMPN-BB) y zonas aledañas incluye los siguientes objetivos:

7.2.1. Estudiar la taxonomía y bioecología de los peces del Banco Namuncurá - Burdwood mediante un enfoque integrativo

- Identificar las especies de peces óseos y cartilagosos presentes en el AMPN-BB.
- Estudiar la composición específica y la abundancia de especies de peces óseos y cartilagosos en las 3 áreas del AMPN-BB.
- Conocer las especies de peces cartilagosos que depositan sus cápsulas de huevo en el AMPN-BB.
- Estudiar la ecología trófica de las especies más abundantes en el AMPN-BB.

Responsables: Juan Martín Díaz de Astarloa, Ezequiel Mabragaña (Co-responsable)

7.2.2. Estudiar los ensambles y estrategias de vida de peces en el Banco Namuncurá - Burdwood

- ensambles de peces y variables oceanográficas que modulan su establecimiento, persistencia y variabilidad
- ciclos biológicos-reproductivos de especies clave
- edad y crecimiento
- morfología otolitos sagittae y ecotipos

Responsable: Facundo Llompart

7.2.3. Estudiar la delimitación genómica de especies de peces del Banco Namuncurá-Burdwood y zonas aledañas

- delimitación de especies

Responsables: Santiago Ceballos, Daniel Fernández

7.2.4. Monitorear el estado de las poblaciones de peces del Banco Namuncurá-Burdwood y áreas de influencia mediante un enfoque bioenergético

- valor energético de las especies de peces de interés ecológico y/o comercial
- variación ontogenética del valor energético en especies de interés
- desarrollo de herramientas de estimación del valor energético de peces
- modelado bioenergético

Responsable: Claudia C. Boy

7.3. Metodología



Los peces fueron colectados mediante arrastres bentónicos y pelágicos en 14 estaciones de muestreo con 18 lances de pesca. Para ello se utilizaron tres artes de pesca: 11 lances con red Engel (con tren Rock-Hopper), 5 con red piloto y dos con red pelágica (Tabla 7.1). Los ejemplares fueron determinados hasta la menor categoría taxonómica posible mediante claves diagnósticas para los peces del Mar Argentino (e.g., Cousseau et al. 2007, Figueroa en prensa, Gon & Heemstra 1990, Mabragna et al. 2011). En la mayor parte de las estaciones, los ejemplares fueron contados, medidos, pesados en su totalidad y por especie. Además, se tomaron fotografías de cada una de las especies capturadas. En dos estaciones (21 y 24), dada la envergadura de la captura se realizó un submuestreo al azar de los cajones. Para el análisis de la captura y dado que el número de lances efectuado en las tres zonas del AMP Namuncurá - Banco Burdwood (AMPN-BB; núcleo, amortiguación y transición) y en Tierra del Fuego no fue homogéneo, se calculó la biomasa promedio en cada zona, independientemente para cada una de las redes: Engel y piloto.

Se tomaron muestras de tejido para análisis genéticos, isótopos estables y metales pesados. Además, se extrajeron estómagos de las especies más abundantes para análisis de microplásticos. La carcasa de los individuos procesados a bordo fue depositada en CADIC. De los individuos enteros restantes en cada estación, se guardó una porción para el repositorio del AMPN-BB, otra para el IIMyC y otra para CADIC. En las dos estaciones numerosas, además, se guardaron ejemplares de *Patagonotothen* spp para el INIDEP. Las cápsulas de huevos de condrictios fueron identificadas siguiendo a Mabragna et al. (2011) y congeladas para posteriores estudios por parte del IIMyC (ver sección "4.2. Muestras colectadas para su posterior procesamiento").

Para el análisis de las abundancias por sector, y debido a que no se realizó la misma cantidad de lances en cada zona del AMPN-BB y en Tierra del Fuego (Tabla 7.1), se calculó el promedio de captura por lance en cada zona, tanto para la captura en peso como en número. Del mismo modo, como no siempre se utilizaron red Engel y Piloto en todas las estaciones se analizaron las capturas separadamente por arte de pesca.

7.4. Resultados preliminares

7.4.1. Capturas

Se colectaron alrededor de 10.000 ejemplares pertenecientes a 18 especies de peces de 12 Familias, identificados sobre la base de características morfológicas y merísticas (Tabla 7.1, Fig. 7.1). Es necesario aclarar que la mayor parte de las especies fueron colectadas en las estaciones ubicadas en la plataforma de Tierra del Fuego y en el Canal Beagle, y que en el AMPN-BB sólo se capturaron 8 especies (Tabla 7.1). Esto posiblemente se deba a que en el AMPN-BB se utilizó principalmente la red Engel y en sólo una ocasión la red piloto. Si bien la red Engel es mucho más grande, al utilizarla con tren Rock-Hopper (por la irregularidad de los fondos), muchas especies de peces bentónicos no son capturadas. A su vez, merece destacarse que hubo dos lances con la red Engel (Estaciones 21 y 24), con capturas de 1508 y 762 kg respectivamente, conformadas casi exclusivamente por los nototénidos *Patagonotothen ramsayi* y *P. cf. krefftii*, mientras que en el resto de las estaciones las capturas no superaron los 60 kg. Por ese motivo, y para poder realizar un monitoreo adecuado de la estructura de la comunidad, sería fundamental el uso de una red alternativa a la Engel, de menor tamaño, y que pueda arrastrar la fauna asociada al fondo.



Fig. 7.1. Detalle de las especies capturados en la campaña VA1418: a) *Myxinesp*, b) *Macruronus novaezelandiae*, c) *Seriolella porosa*, d) *Crossostomus fasciatus*, e) *Psychrolutes marmoratus*, f) *Schroederichthys bivius*, g) *Muraenolepis cf. orangiensis*, h) *Sprattus fueguensis*, i) *Cottoperca trigloides*, j) *Agonopsis chilensis*, k) *Dissostichus eleginoides*, l) *Salilota australis*, m) *Patagonotothen elegans*, n) *P. guntheri*, ñ) *P. cf. kreffti*, o) *P. ramsayi* y p) *P. cf. brevicauda*.



Los peces representaron entre el 10 y el 94% de la biomasa capturada en los arrastres realizados con red Engel (Fig. 7.2), y menos del 1,5% con la red Piloto.

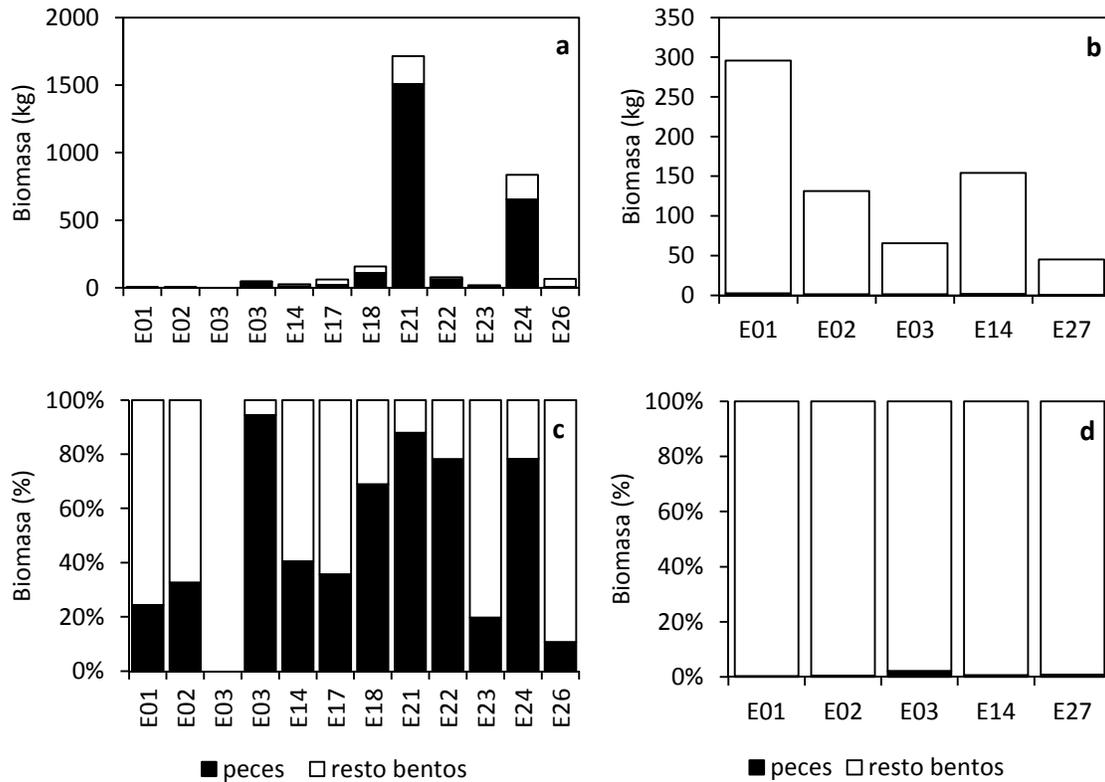


Fig. 7.2. Biomasa bentónico-demersal capturada: a, c) Red Engel, b, d) Red Piloto.

Para toda el área de estudio, y teniendo en cuenta los arrastres bentónico-demersales, las especies más abundantes fueron los nototénidos *P. ramsayi* (70,7 %) y *P. cf. kreffti* (26,85%). La contribución del resto de las especies fue inferior al 1% (Tabla 1). Resultados similares se observan en términos de biomasa en peso, en la cual el 85,8% correspondió a *P. ramsayi* y el 12,2% a *P. cf. kreffti*, seguido por *Seriolella porosa* (1,2%) (Fig.7.3a y b).

En los dos arrastres realizados con la red pelágica se capturó casi exclusivamente *Sprattus fueguensis* (salvo un ejemplar de *P. ramsayi*), totalizando 3,18 y 1,54 kg en las estaciones Pel1 y Pel2 respectivamente.

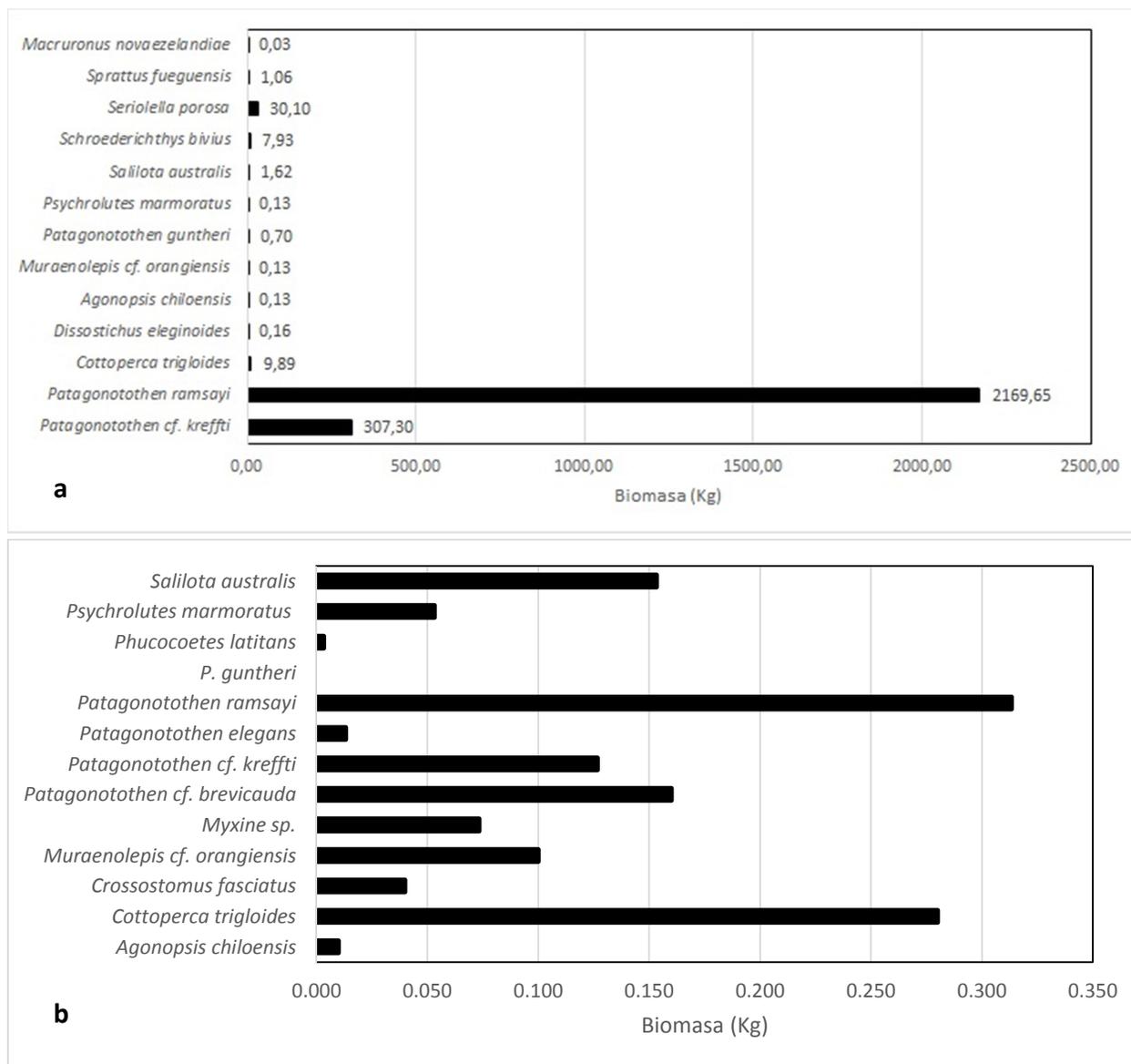


Fig. 7.3. Biomasa bentónico-demersal de peces capturados: a) Red Engel, b) Red Piloto.

Como se mencionara anteriormente, en el AMPN-BB se utilizó fundamentalmente la red Engel y en sólo una oportunidad la piloto, en la zona de transición. *P. ramsayi* y *P. cf. krefftii* fueron las especies más abundantes en términos de captura tanto en biomasa como en número, obteniéndose mayores capturas promedio en la zona de amortiguación, seguido por la zona núcleo (Fig.7.4a y b). De las restantes cinco especies colectadas en el área, las mayores capturas correspondieron a *Cottoperca trigloides* y *P. guntheri* (Fig.7.4 a y b). Debido a que la red piloto sólo se utilizó en un lance dentro del AMPN-BB, no es posible comparar las capturas entre zonas para este arte de pesca.

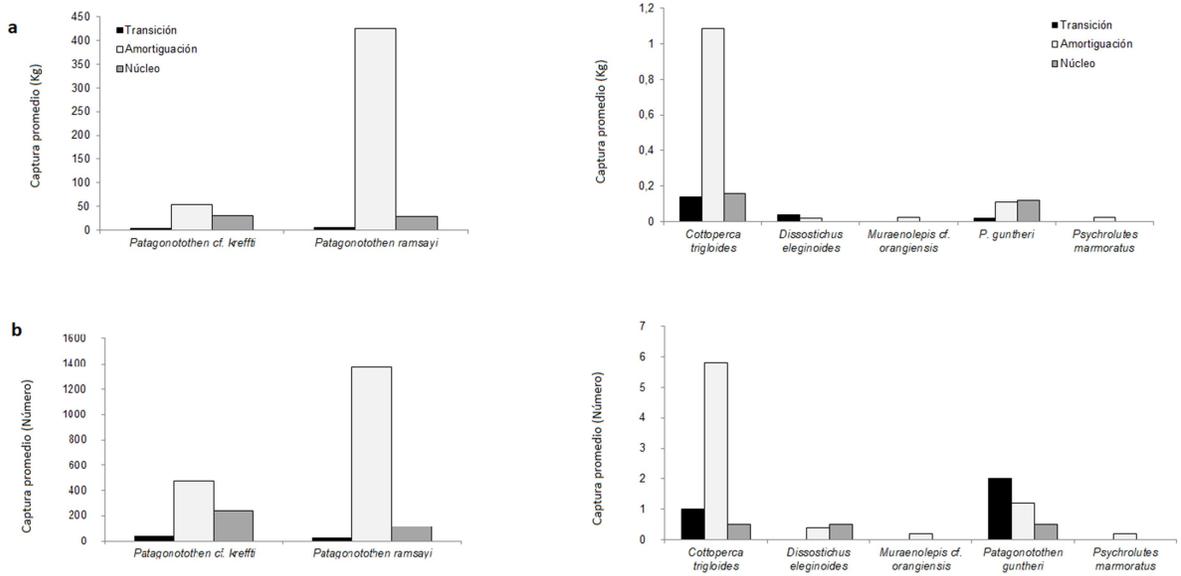


Fig. 7.4. Captura promedio por área del AMPN-BB (núcleo, amortiguación, transición) de las especies con la **Red Engel**: a) biomasa (kg), b) número de individuos. Para facilitar la lectura se muestran separadas las especies más abundantes (izquierda) y las menos abundantes (derecha).

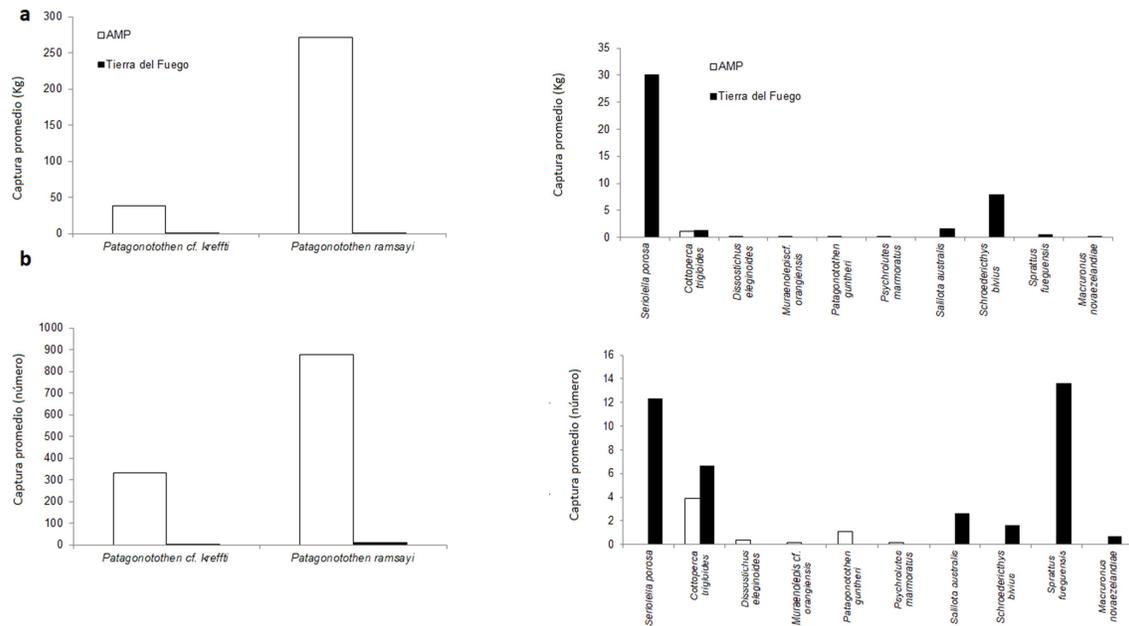


Fig. 7.5. Captura promedio del AMPN-BB (AMP) vs. Plataforma de Tierra del Fuego (Tierra del Fuego) de las especies con la **red Engel**: a) biomasa, b) número de individuos. Para facilitar la lectura se muestran separadas las especies más abundantes (izquierda) y las menos abundantes (derecha).



La comparación de la ictiofauna del AMPN-BB (AMP) vs la de Tierra del Fuego (TF), capturadas con red Engel, muestra que sólo tres especies (*P. ramsayi*, *P. cf. krefftii* y *C. trigloides*) estuvieron presentes en ambos sectores, con una marcada predominancia de los nototénidos *P. ramsayi* y *P. cf. krefftii* en el AMPN-BB. El resto de las especies sólo fueron capturadas en uno de los dos sectores: el savorín, *Seriolella porosa*, seguido de la pintarroja *Schroederichthys bivius* fueron las especies con mayor captura en biomasa en TF, mientras que la sardina fueguina *Sprattus fueguensis* y *S. porosa* dominaron en número (Fig. 7.5). Respecto a la captura con la red Piloto, en la Fig. 7.6 se observan los valores de captura promedio en el AMPN-BB, Plataforma de Tierra del Fuego y Canal Beagle. Sólo dos especies, *C. trigloides* y *P. elegans*, estuvieron presentes en los tres sectores. Con valores de captura (en biomasa y número) relativamente bajos, *P. ramsayi* y *P. cf. krefftii* dominaron en el AMPN-BB, mientras que *P. elegans*, *C. trigloides* y *P. cf. brevicauda* lo hicieron en Tierra del Fuego.

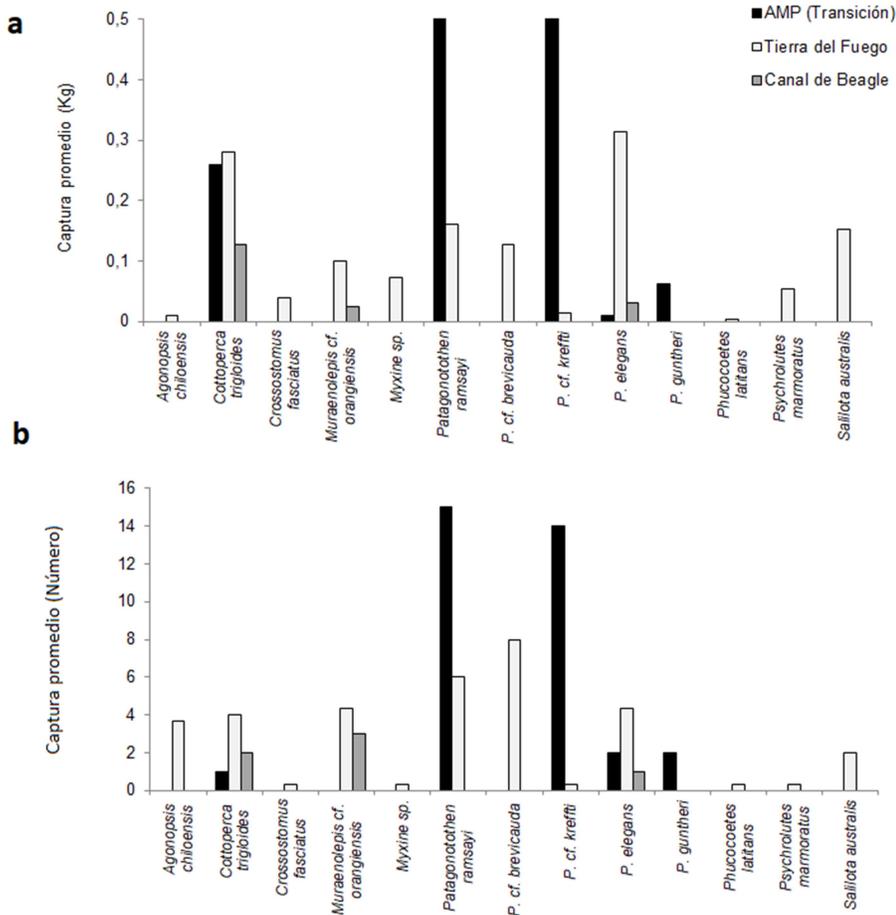


Fig. 7.6. Captura promedio del AMPN-BB vs. Plataforma de Tierra del Fuego y Canal Beagle de las especies con la red Piloto: a) biomasa, b) número de individuos.



La estructura de tallas de las especies más abundantes en número: *C. trigloides*, *P. cf. kreffti*, *P. ramsayi*, *P. cf. brevicauda*, *P. elegans*, *S. fueguensis*, *S. porosa*, *Muraenolepis cf. Orangiensis* y *Salilota australis* se muestra en la Fig. 7.7.

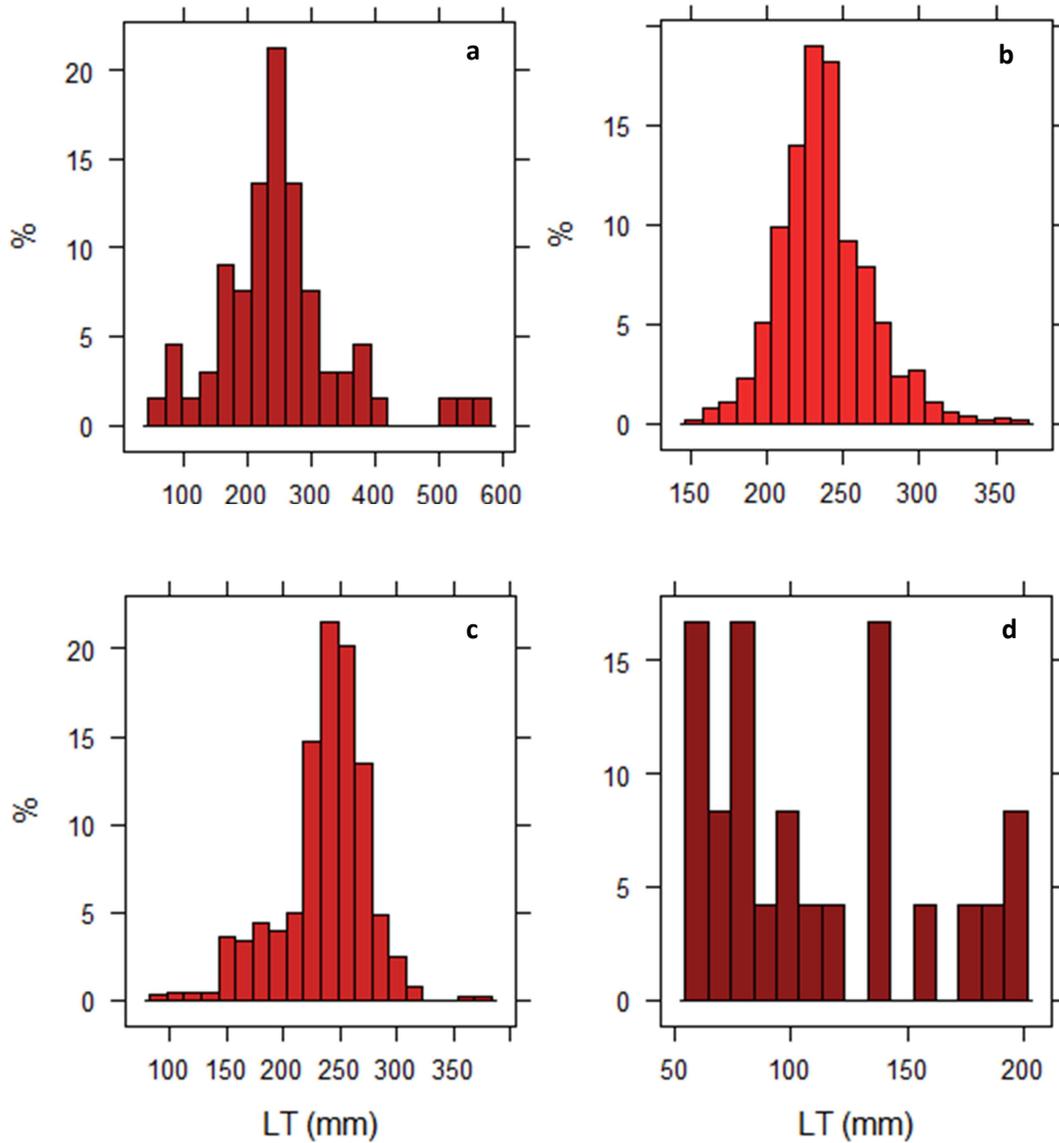


Fig. 7.7. Distribuciones de frecuencia de tallas de las especies más abundantes: a) *Cottoperca trigloides*, n=66; b) *Patagonotothen cf. kreffti*, n=750; c) *Patagonotothen ramsayi*, n=661; d) *Patagonotothen cf. brevicauda*, n=24. LT: longitud total (mm).

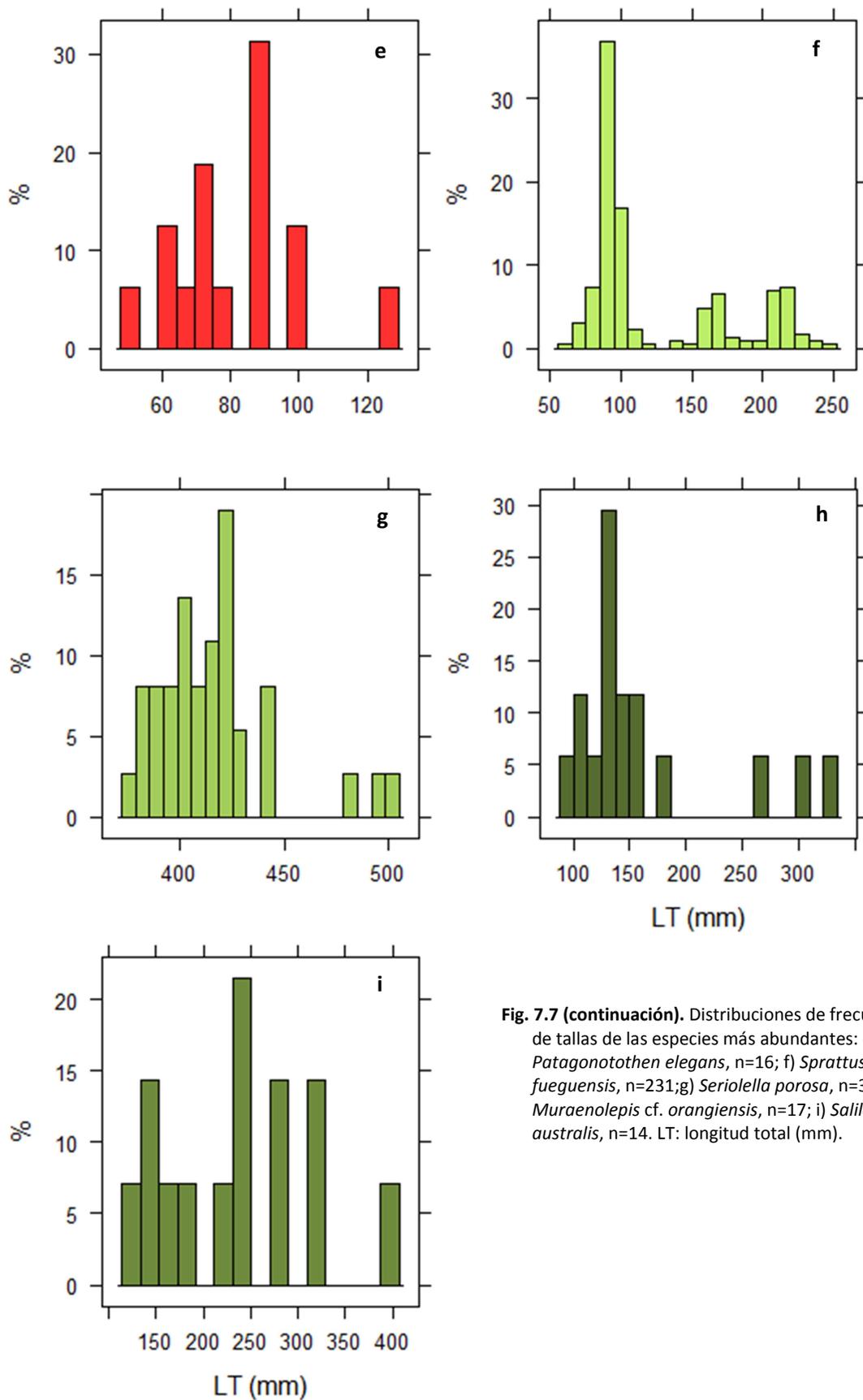


Fig. 7.7 (continuación). Distribuciones de frecuencia de tallas de las especies más abundantes: e) *Patagonotothen elegans*, n=16; f) *Sprattus fueguensis*, n=231; g) *Seriolella porosa*, n=37; h) *Muraenolepis cf. orangensis*, n=17; i) *Salilota australis*, n=14. LT: longitud total (mm).



Para tres de estas especies, *P. cf. kreffti*, *P. ramsayi* y *S. fueguensis* se presenta en la Fig. 7.8 una comparación de las tallas por zonas del AMPN-BB y zonas aledañas. Las tallas de *P. cf. kreffti* (Fig. 7.8 a) son similares en las zonas núcleo y amortiguación, donde se observa una distribución con una moda de alrededor de 230 mm LT, mientras que en la zona de transición se sugieren al menos tres cohortes de tallas, con modas de alrededor de 200, 230 y 270-290 mm LT. Las tallas de *P. ramsayi* (Fig. 7.8b) en las zonas núcleo y amortiguación fueron similares (150-200 mm LT), mientras que en la zona de transición del AMPN-BB y en el Canal Beagle se capturó una mayor proporción de individuos más pequeños. Los individuos de *S. fueguensis* (Fig. 7.8 c) de las inmediaciones del AMPN-BB son notoriamente más grandes (>200 mm LT) a las capturadas en el Canal Beagle, en donde se diferencian dos modas: 90 y 170 mm LT.

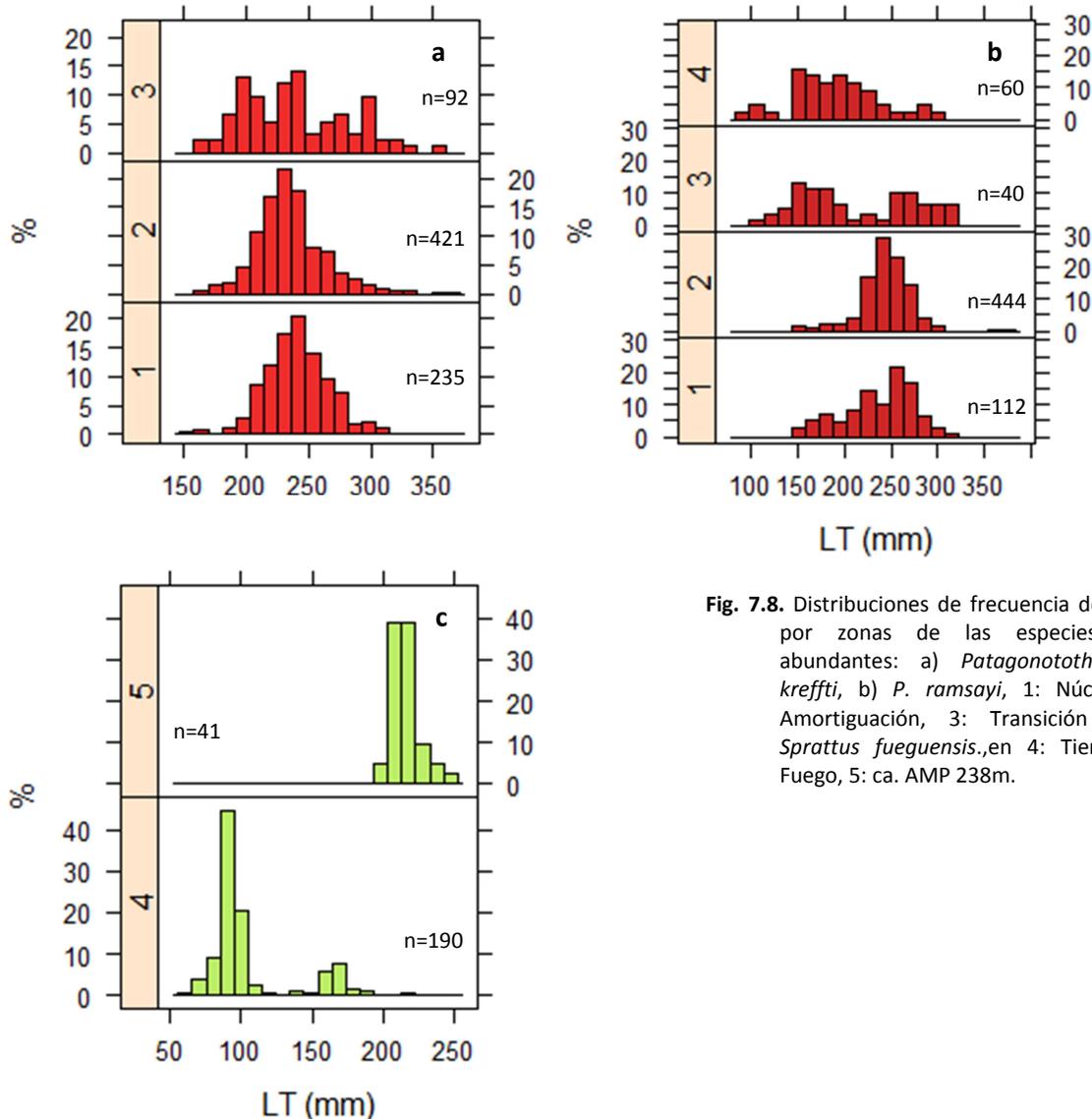


Fig. 7.8. Distribuciones de frecuencia de tallas por zonas de las especies más abundantes: a) *Patagonotothen* cf. *kreffti*, b) *P. ramsayi*, 1: Núcleo, 2: Amortiguación, 3: Transición y c) *Sprattus fueguensis*, en 4: Tierra del Fuego, 5: ca. AMP 238m.

En cuanto a los condriictios, se colectaron algunos ejemplares adultos del tiburón pintarroja *Schroederichthys bivius*. A su vez se colectaron varias cápsulas del tiburón pintarroja y de cuatro especies de rayas (Tabla 7.1, Fig. 7.9). Algunas de estas cápsulas estaban cerradas y contenían un embrión en su interior. Ejemplares hembra de *S. bivius*, así como cápsulas de huevo fueron mantenidas en tanques con aireación y temperatura controlada para estudios en cautiverio por parte del IIMyC.



Fig. 7.9. Detalle de cápsulas de huevos del tiburón pintarroja (izquierda) y de distintas especies de rayas (derecha)



7.4.2. Muestras colectadas para su posterior procesamiento

| Muestra | Objetivo | Destino |
|---|---|-----------------------|
| Peces enteros (varias spp) | Estudios ecología trófica | IIMyC – BIMOPE |
| Peces enteros (varias spp) | Estudios taxonómicos | IIMyC – BIMOPE |
| Peces enteros (<i>P. ramsayi</i> y <i>P. cf. krefftii</i>) | Estudio taxonómico integrativo interinstitucional (IIMyC-CADIC-INIDEP)* | IIMyC – BIMOPE |
| Cápsulas de huevos de rayas y tiburón pintarroja vivos | Estudios reproductivos y embriológicos | IIMyC – BIMOPE |
| 10 ejemplares de <i>Salilota australis</i> | Estudios de edad y crecimiento (rutinarios y anuales) | INIDEP |
| 2 pares de otolitos <i>Sagittae</i> de <i>Dissostichus eleginodes</i> | | |
| 200 ejemplares de <i>Sprattus fueguensis</i> | Estudios biológicos | INIDEP |
| Muestras de músculo (varias spp) | Estudios genéticos, determinación de isótopos y metales pesados | IIMyC-BIMOPE CADIC |
| Peces enteros (varias spp) | Estudios de energética | LEFyE - CADIC |
| Peces enteros (varias spp) | Revisión del género <i>Patagonotothen</i> | LEFyE - CADIC |
| Peces enteros (varias spp) | Estudio de ensambles y estrategias de vida | LEFyE - CADIC |

* Las especies más abundantes del AMP son los nototénidos *P.ramsayi* y *P. cf. krefftii*. Hasta esta campaña sólo había sido identificada a bordo *P. ramsayi*. Sobre la base de bibliografía existente, se sabía de la existencia de otra especie del género (*P. krefftii*) que había sido descrita en 1993, sobre la base de ejemplares capturados en el Banco Burdwood (Balushkin & Stehmann, 1993). Sin embargo, no había sido reportada con posterioridad. Se procuró en esta campaña diferenciarla de su congénere *P. ramsayi*. Dada la dificultad para su identificación morfológica externa (se requieren observaciones bajo lupa y ciertas mediciones que en volúmenes grandes se hace casi imposible en el buque), los ejemplares fueron nombrados provisoriamente como *P. ramsayi* y *P. cf. krefftii* y se consensó llevar a cabo un primer estudio integral (morfológico, molecular y de estructura del otolito) en los ejemplares de estas potenciales dos especies a fin de corroborar que se trata de especies diferentes y en su caso brindar elementos útiles para su identificación a campo.

7.4.3. Consideraciones finales

Tal como se mencionara anteriormente, sería muy importante incorporar a los monitoreos regulares del AMPN-BB, el uso de una red intermedia entre la Engel y la Piloto, provista de alguna protección pero sin Rock-hopper, a fin de obtener un muestreo más representativo de la diversidad bentónico-demersal y sin una captura excesiva en el área. Esta red podría reemplazar a la Engel, y usarse junto a la Piloto.



A su vez, es fundamental la inclusión de estaciones en el Talud (oeste y sur) en los monitoreos. La fauna íctica es muy diferente y rica en estas zonas y se han observado sitios de oviposición de condriictios. Si bien estaban previstas algunas estaciones en esta campaña, no pudieron realizarse por cuestiones climatológicas.

7.5. Referencias

- Balushkin AV, Stehmann M (1993) Results of the research cruises of FRV Walther Herwig to South America. LXXII. *Patagonotothen krefftii* sp. n., a new Patagonian notothen from Burdwood Bank, Western South Atlantic (Pisces, Perciformes, Nototheniidae). Arch. FishWiss 41(3): 211-221.
- Boy CC, Pérez AF, Fernández DA, Calvo J, Morriconi AR (2009) Energy allocation in relation to spawning and overwintering of a diadromous Puyen (*Galaxias maculatus*) population in the southernmost limit of the species distribution. Polar Biol 32(1): 9-14. doi: 10.1007/s00300-008-0495-z.
- Cousseau MB, Figueroa DE, Díaz de Astarloa JM, Mabragaña E, Lucifora LO (2007) Rayas, chuchos y otros batoideos del Atlántico Sudoccidental (34°S-55°S). Publicaciones Especiales INIDEP.
- Fernández DA, Lattuca ME, Boy CC, Pérez AF, Ceballos SG, Vanella FA, Morriconi E, Malanga GF, Aureliano DR, Rimbau S, Calvo J (2009) Energy density of sub-Antarctic fishes from the Beagle Channel. Fish Physiol Biochem 35: 181-188. doi: 10.1007/s10695-008-9234-1.
- Figueroa DE (en prensa). Clave de peces marinos del Atlántico Sudoccidental, entre los 33° S y 56° S. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP.
- Gon O, Heemstra PC (1990) Fishes of the Southern Ocean, JLB Smith. Institute of Ichthyology: Grahamstown, South Africa.
- Lucas A (1996) Bioenergetics of Aquatic Animals. London; Bristol, PA: Taylor & Francis.
- Mabragaña E, Figueroa DE, Scenna LB, Díaz de Astarloa JM, Colonello JH, Delpiani G (2011) Chondrichthyan egg cases from the South-West Atlantic Ocean. J Fish Biol 79(5):1261-1290.



8. Cefalópodos

Responsable embarcado: Beatriz Elena

El presente informe muestra las actividades del programa Pesquerías de Cefalópodos desarrolladas en el crucero VA-14/18 como parte del estudio de la presencia de cefalópodos en dicha área.

El calamarete *Doryteuthis gahi* es capturado principalmente al sudeste de las Islas Malvinas. Esta pesquería comprende dos temporadas anuales; la primera entre febrero y mayo y la segunda entre agosto y noviembre. Durante la primera, las actividades pesqueras se concentran alrededor de la Isla Beauchene, alcanzando 2/3 de la producción anual, mientras que entre agosto y noviembre se opera al noreste de la Isla Gran Malvina.

Mediante el arrastre de fondo, red Engel con tren rockhoper, se tomaron 4 muestras de 57 individuos de *Doryteuthis gahi*, en las estaciones 1, 3 y 14, determinándose el largo del manto (LM, mm), peso individual (g), sexo, estadio de desarrollo gonadal y grado de repleción estomacal. Los datos fueron grabados en la base ILLEXMUVA14-18.XLS.

En aquellas muestras correspondientes a los arrastres de fondo de las estaciones 17 y 18 se encontraron ejemplares en maduración y maduros. En aquellas correspondientes al arrastre 1 y 3 los individuos hallados fueron hembras fecundadas y machos maduros (Fig. 8.1), asimismo, se encontraron juveniles cuyas tallas oscilaron entre los 10 y 50 mm LM. (Tabla 8.1, Fig. 8.2)

En las muestras de bentos correspondientes a las estaciones 1, 3 y 14 se detectó la presencia de abundantes puestas de huevos con embriones en fases tempranas de desarrollo, los mismos estaban en el interior de capsulas gelatinosas de alrededor de 80/90 mm de largo. Fig. 8.1.

Estas capsulas (entre 15 y 25) estaban dispuestas en ramilletes, estos se detectaron anclados a hidrozoos del bentos muestreado en el área.

| ESTADIO | MACHOS | HEMBRAS |
|---------|--------|---------|
| 1 | 17.24% | 37.04% |
| 2 | 6.90% | |
| 3 | | |
| 4 | 20.69% | 14.81% |
| 5 | 55.17% | 22.22% |
| 6 | | 25.93% |
| 7 | | |

Tabla 8.1: *Doryteuthis gahi*. Porcentual de tallas, por sexo y estadio de madurez.



Figura 8.1: Izquierda. *Doryteuthis gahi*. Derecha. Capsulas gelatinosas con embriones

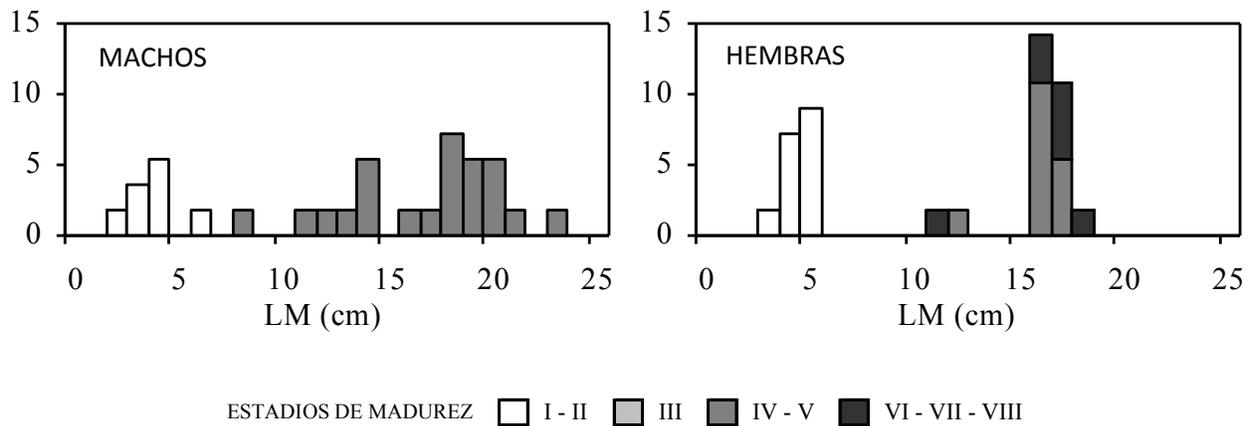


Figura 8.2: *Doryteuthis gahi*. Distribución porcentual de tallas, por sexo y estadio de madurez.



9. Comunidad pelágica: Dinámica del zooplancton y larvas de sardina fueguina

Responsable embarcado: Luciano Padovani.

Responsable no embarcado: Fabiana Capitano.

9.1 Introducción

El conocimiento de la diversidad, abundancia y ciclos estacionales del zooplancton es fundamental debido a que este grupo puede controlar las poblaciones de fitoplancton, ejerciendo de este modo una significativa función en el flujo del carbono y otros elementos críticos de los ciclos biogeoquímicos (Gorsky *et al.*, 2005; Hernández-León, 2009). Además, la disponibilidad de zooplancton en cantidad suficiente es uno de los principales factores que afectan el crecimiento y la supervivencia de peces (Kiørbe, 1993), teniendo consecuencias sobre el desove y la cría de los mismos (Ciechomski y Sánchez, 1983).

La sardina fueguina, *Sprattus fuegensis*, constituye uno de los principales recursos pelágicos en el sector austral del mar Argentino, incluyendo el AMP N/BB. Sus importantes biomásas y su dieta zooplanctívora la convierten en una especie destacada en niveles intermedios de la trama trófica, siendo consumida por varios peces de interés económico como salmónidos, además de aves, pingüinos y cetáceos, entre otros (e.g. Ciancio *et al.*, 2008).

El objetivo particular de este estudio es analizar la composición, abundancia y fluctuación estacional de distintas fracciones del zooplancton del AMP N/BB y de la costa de Tierra del Fuego, y evaluar las implicancias tróficas sobre las larvas y juveniles de sardina fueguina.

9.2. Métodos y resultados

Se utilizaron dos muestreadores planctónicos equipados con redes múltiples: MultiNet (Multiple Plankton Sampler) y Tucker (Multi-net Tucker Trawl) (Tabla 9.1, Fig. 9.1). Ambos muestreadores cuentan con flujómetros, sensores de profundidad y dispositivos de apertura y cierre de redes accionados mediante cable conductor, permitiendo el muestreo en distintas capas de agua sucesivamente. En todos los casos se procuró que el volumen filtrado por cada red fuera superior a los 100 m³. Las muestras fueron fijadas en formaldehído 4% para su posterior análisis cualitativo y cuantitativo.

Tabla 9.1. Características de los muestreadores usados.

| | Multinet | Tucker |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Superficie de boca | 0,25 m ² | 1 m ² |
| Número de redes | 5 | 3 |
| Propósito | Zooplancton / Ictioplancton | Ictioplancton / Juveniles |
| Velocidad de arrastre | 2,5 - 3 nudos | 3 - 4 nudos |

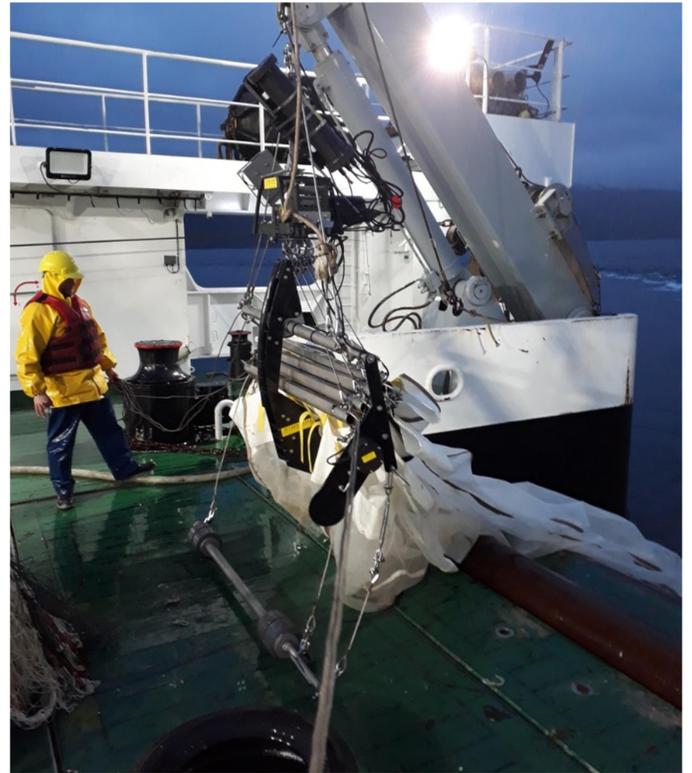


Figura 9.1. Muestreadores planctónicos utilizados durante la campaña VA-14/18, equipados con redes múltiples. **Izquierda:** Multirred (*HydroBios MultiNet*). **Derecha:** Red Tucker.

9.2.1. AMP N/BB y costa atlántica de Tierra del Fuego

En esta área se realizaron 17 lances con muestreador MultiNet, 10 en el AMP N/BB, y 7 en la costa atlántica de Tierra del Fuego (Fig. 9.2). En cada lance se utilizaron dos redes de 500 μm , barriendo dos estratos, uno de superficie (entre 20 y 30 m) y otro de fondo (entre 100 y 110 m), para determinar la ubicación de las larvas de sardina en la columna de agua. Las otras redes del muestreador fueron utilizadas para colectar zooplancton en toda la columna de agua para estudios de isótopos estables.

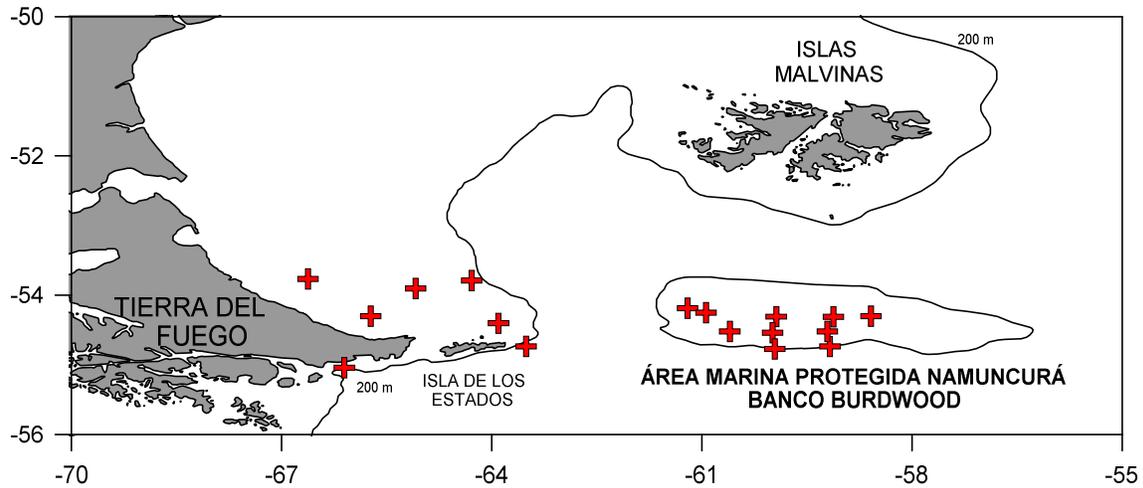


Figura 9.2. Ubicación de los lances con MultiNet en el AMP N/BB y costa de Tierra del Fuego.

9.2.2. Canal Beagle

Con el fin de estudiar la dinámica diaria del zooplancton e ictioplancton en la columna de agua se realizaron muestreos de 24 h en tres sitios de interés ubicados en el canal Beagle: Lapataia, Faro Les Eclaireurs e Islas Becasses (Fig. 9.3). Los muestreos se efectuaron en cuatro períodos diarios: ‘día’, ‘anochecer’, ‘noche’ y ‘amanecer’. En cada período se realizaron lances con ambos muestreadores. En la tabla 9.2 se resumen los estratos muestreados y las mallas utilizadas con cada muestreador en los tres sitios de muestreo 24 h.

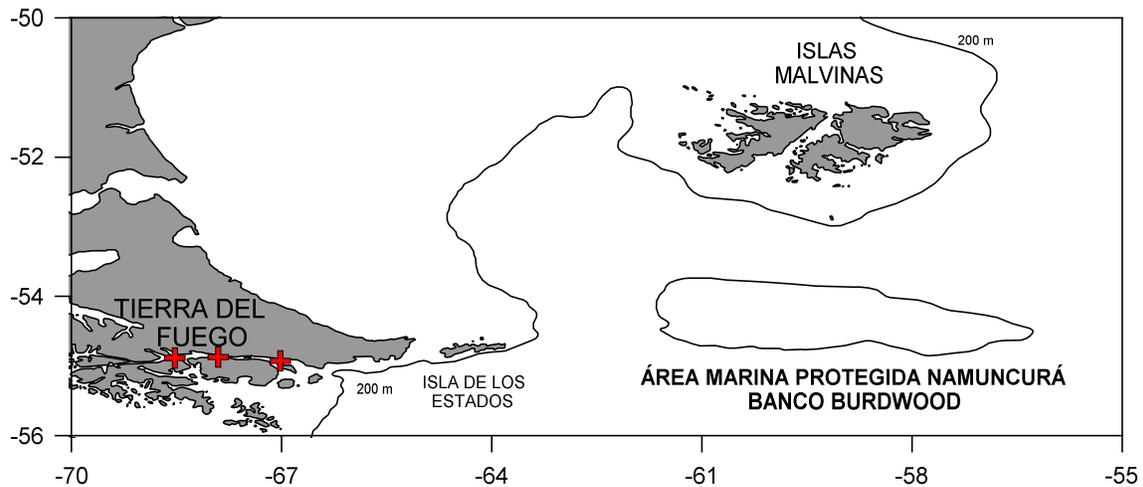


Figura 9.3. Ubicación de los sitios de muestreo 24 hs en el canal Beagle. Lapataia, Faro y Becasses (de izquierda a derecha).



Tabla 9.2. Detalle del muestreo realizado en tres sitios de interés del Canal Beagle (Lapataia, Faro y Becasses).

| Periodo | Equipo | Estrato (*) | Malla | |
|---------|-----------|-------------|------------|------|
| Día | MultiNet | Superficie | 200μ | |
| | | Fondo | 200μ | |
| | Tucker | Superficie | 1000μ | |
| | | Fondo | 1000μ | |
| | | | | 500μ |
| | Anochecer | MultiNet | Superficie | 200μ |
| Fondo | | | 200μ | |
| Tucker | | Superficie | 1000μ | |
| | | Fondo | 1000μ | |
| | | | 500μ | |
| Noche | | MultiNet | Superficie | 200μ |
| | Fondo | | 200μ | |
| | Tucker | Superficie | 1000μ | |
| | | Fondo | 1000μ | |
| | | | | 500μ |
| | Amanecer | MultiNet | Superficie | 200μ |
| Fondo | | | 200μ | |
| Tucker | | Superficie | 1000μ | |
| | | Fondo | 1000μ | |
| | | | 500μ | |

(*) Superficie: mitad superior de la columna de agua. Fondo: mitad inferior.

9.3. Bibliografía

- Ciancio, J. E., Pascual, M. A., Botto, F., Frere, E. e Iribarne, O. (2008). Trophic relationships of exotic anadromous salmonids in the southern Patagonian Shelf as inferred from stable isotopes. *Limnology and Oceanography*, 53(2): 788-798.
- Ciechomski, J. D. y Sanchez, R. P. (1983). Relationship Between Ichthyoplankton Abundance and Associated Zooplankton Biomass in the Shelf Waters off Argentina. *Biological Oceanography*, 3(1): 77-101.



- Gorsky, G., Youngbluth, M. J. y Deibel, D. (2005). Response of marine ecosystems to global change: ecological impact of appendicularians. Éditions Scientifiques, Paris, pp 435. ISBN 2-8470-302-9-8.
- Hernández-León, S. (2009). Top-down effects and carbon flux in the ocean: A hypothesis. *Journal of Marine Systems*, 78(4): 576-581.
- Kjørboe, T. (1993). Turbulence, phytoplankton cell size, and the structure of pelagic food webs. *Advances in Marine Biology*, 29: 1-72.



10. Variaciones espaciales y temporales en la densidad energética de larvas de peces que habitan el Banco Burdwood y zonas aledañas

Responsables no embarcados: Daniel O. Bruno y Claudia C. Boy

10.1. Marco teórico

Los estudios orientados a cuantificar la densidad energética de los peces y su variación temporal son importantes desde perspectivas básicas y aplicadas (Johnson et al. 2017). El almacenamiento de energía es una estrategia importante para los peces dado que la disponibilidad de alimentos no siempre es regular (Armstrong & Schindler 2013), sumado a que existen cambios estacionales y ontogenéticos en los requerimientos de energía relacionados con la supervivencia, la migración y la reproducción. Por ejemplo, los niveles de reserva de energía pueden ser determinísticos para resistir periodos de inanición (de por sí muy breves durante la etapa larval, Houde 2002) o sobrevivir a los inviernos principalmente en ambientes templados (Post & Evans 1989, Post & Parkinson 2001). La densidad de energía es un indicador importante del estado nutricional, el estado fisiológico y la aptitud de los peces. El conocimiento de la densidad de energía también es útil para estudios de depredación debido a su relación con la calidad de presa y porque la energía es la moneda común utilizada para convertir biomasa de presas consumida en biomasa de crecimiento del consumidor en modelos bioenergéticos (Jobling 1994, Hanson et al. 1997, Johnson et al. 2017).

La zona del Banco Burdwood y la plataforma continental Argentina al oeste de las Islas Malvinas ha sido mencionada como un área importante de concentración de larvas de peces de las especies *Sprattus fuegensis*, *Micromesistius australis*, *Eleginops maclovinus*, (e.g. Ehrlich et al. 1999, García-Alonso et al. 2018) y también de algunos integrantes de las Familias Nototheniidae y Myctophidae (Ehrlich et al. 1999), mientras que la zona comprendida entre la desembocadura del Canal Beagle e Isla de los Estados ha sido propuesta como potencial área de cría de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) (Machinandearena & Ehrlich 1999).

En el contexto de que el Banco Burdwood parece proporcionar características favorables para funcionar como área de cría de peces y que los estudios de densidad energética proporcionan un indicador de suma importancia en relación al estado nutricional de estadios tempranos de peces, se propone como objetivo general de investigación comprender el funcionamiento de una zona de confluencia de 3 océanos (Atlántico, Pacífico y Austral) como área de cría de larvas de peces a partir de estudios de densidad de energía de dichas larvas y de los grupos planctónicos potenciales a funcionar como presas para poder determinar los flujos de energía en la columna de agua de la zona hasta los estadios de vida tempranos de los peces.

La colecta de muestras de zooplancton e ictioplancton durante esta campaña de investigación se complementará con muestras colectadas de fitoplancton durante el mismo periodo y en la misma zona a bordo del BO Austral y permitirá poder realizar un estudio integrado comprendiendo las variaciones temporales y espaciales en la diversidad de peces en estadio larval en relación a los flujos de energía en la columna de agua. Asimismo, con este proyecto se podrá evaluar variaciones ontogenéticas en el flujo de energía de los peces. Muchas de las especies de



peces que habitan el Banco Burdwood están asociadas al fondo y por ende la integración de los resultados de ambos estudios podrá dar una visión más acabada sobre la interacción del flujo de energía entre el ambiente pelágico y bentónico.

10.2. Metodología

Se realizaron 32 lances oblicuos (Tabla 10.1) con una red de plancton tipo Multirred de mallero de 200 μm y 500 μm . La profundidad a la que llegó el arte de pesca fue a 100 m o a 10 m por encima del fondo a profundidades inferiores a los 100m. Las muestras colectadas se congelaron a bordo a -20°C y actualmente se encuentran almacenadas a la misma temperatura en instalaciones de CADIC. Para la determinación de su contenido energético, las muestras se descongelarán, larvas de peces se identificarán y separarán bajo lupa y el resto del zooplancton será pre-filtrado con malla de 100 μm para descartar organismos de gran tamaño. Las larvas de peces y el zooplancton serán pooleados por estación de muestreo para poder alcanzar la biomasa necesaria para las determinaciones. Cada fracción se secará en estufa a 60°C hasta peso seco. Previamente el peso húmedo también será registrado. Una vez alcanzado el peso seco, las muestras se molerán en mortero para conformar un pellet y el contenido de energía de al menos dos repeticiones de muestra se medirá siguiendo el procedimiento establecido por Boy et al. (2009) y Fernández et al. (2009) utilizando un calorímetro de micro-bomba marca Parr 1425. Los valores obtenidos se corregirán por contenido de cenizas y ácido y se expresarán como densidad de energía, peso seco sin cenizas (DE, kJ / g AFDW).

Tabla 10.1. Detalle de la fecha, hora, posición de cada lance correspondiente a la toma de larvas de peces y zooplancton utilizando una Multirred en cada estación de muestreo.

| Fecha (GMT) | Estación gral (EG) | Estación | Lance | Hora (GMT) | Latitud (S) | Longitud (W) | Prof (m) | Equipo | |
|-------------|--------------------|----------|-------|------------|-------------|--------------|--------------|--------|-----------|
| 12 11 2018 | 912 | 14 (29) | 5 | 1908 | 54° | 11.2769' | 61° 12.9666' | 146 | Multirred |
| 12 11 2018 | 913 | 17 | 8 | 2340 | 54° | 15.585' | 60° 56.804' | 136 | Multirred |
| 13 11 2018 | 914 | 22 | 10 | 435 | 54° | 18.851' | 59° 59.51' | 96 | Multirred |
| 13 11 2018 | 915 | 23 | 12 | 806 | 54° | 18.57' | 59° 12.313' | 94 | Multirred |
| 13 11 2018 | 916 | 26 | 13 | 1107 | 54° | 18.252' | 58° 35.205' | 121 | Multirred |
| 14 11 2018 | 919 | 18 | 20 | 114 | 54° | 31.172' | 60° 35.905' | 106 | Multirred |
| 14 11 2018 | 920 | 21 | 22 | 535 | 54° | 32.386' | 60° 59.472' | 99 | Multirred |
| 14 11 2018 | 921 | 20 | 24 | 825 | 54° | 46.592' | 59° 57.4' | 235 | Multirred |
| 14 11 2018 | 922 | 25 | 26 | 1229 | 54° | 45.019' | 59° 10.089' | 264 | Multirred |
| 14 11 2018 | 923 | 24 | 28 | 1519 | 54° | 31.455' | 59° 12.733' | 139 | Multirred |
| 17 11 2018 | 928 | 2 | 39 | 106 | 54° | 17.882' | 65° 17.882' | 84 | Multirred |
| 17 11 2018 | 930 | 1 | 42 | 1144 | 54° | 47.998' | 66° 37.546' | 79 | Multirred |
| 17 11 2018 | 931 | 3 | 49 | | 53° | 54.418' | 65° 4.19' | 117 | Multirred |
| 18 11 2018 | 932 | 4 | 51 | 530 | 53° | 47.602' | 64° 17.643' | 139 | Multirred |
| 18 11 2018 | 933 | 5 | 53 | 1045 | 54° | 23.918' | 63° 55.411' | 113 | Multirred |
| 18 11 2018 | 934 | 6 | 55 | 516 | 54° | 45.868' | 63° 27.524' | 242 | Multirred |



| Fecha (GMT) | Estación gral (EG) | Estación | Lance | Hora (GMT) | Latitud (S) | Longitud (W) | Prof (m) | Equipo | |
|-------------|-----------------------|----------|-------|---------------|-------------|--------------|-------------|--------|-----------|
| 19 11 2018 | 935 | 27 | 58 | 1329 | 55° | 3.027' | 66° 5.675' | 76 | Multirred |
| 20 11 2018 | 936 | 2 | 60 | 1251 | 54° | 56.088' | 67° 2.269' | 79 | Multirred |
| 20 11 2018 | 936 | 2 | 61 | 1359 | 54° | 56.25' | 67° 1.425' | 53 | Multirred |
| 21 11 2018 | 937 | 3 | 67 | 207 | 54° | 55.697' | 67° 4.398' | 57 | Multirred |
| 21 11 2018 | 938 | 4 | 70 | 514 | 54° | 55.393' | 67° 5.512' | 64 | Multirred |
| 21 11 2018 | 939 | 1 | 73 | 842 | 54° | 55.569' | 67° 5.852' | 64 | Multirred |
| 21 11 2018 | 940 | 2 | 75 | 1856 | 54° | 52.267' | 67° 54.723' | 72 | Multirred |
| 21 11 2018 | 940 | 2 | 76 | 1947 | 54° | 51.961' | 67° 57.768' | 96 | Multirred |
| 22 11 2018 | 941 | 3 | 78 | 2300 | 54° | 52.137' | 67° 57.823' | 133 | Multirred |
| 22 11 2018 | 942 | 4 | 83 | 439 | 54° | 52.584' | 67° 54.364' | 106 | Multirred |
| 22 11 2018 | 943 | 1 | 86 | 756 | 54° | 52.314' | 67° 55.647' | 90 | Multirred |
| 22 11 2018 | 944 | 2 | 91 | 1936 | 54° | 53.345' | 68° 31.559' | 237 | Multirred |
| 22 11 2018 | 944 | 2 | 92 | 1950 | 54° | 52.946' | 68° 28.736' | 191 | Multirred |
| 23 11 2018 | 945 | 3 | 95 | 44 | 54° | 53.757' | 68° 32.131' | 247 | Multirred |
| 23 11 2018 | 946 | 4 | 98 | 450 | 54° | 53.233' | 68° 29.305' | 192 | Multirred |
| 23 11 2018 | 948 | 1 | 101 | 737 | 54° | 53.029' | 68° 28.498' | 183 | Multirred |

10.3. Agradecimientos

Queremos agradecer enormemente a Daniel Acevedo, Alvaro Cubiella y Luciano Padovani por las maniobras con la multirred y la red Tucker y la colecta de las muestras a bordo.

10.4. Referencias

- Armstrong JB; Schindler DE (2013) Excess digestive capacity in predators reflects a life of feast and famine. *Nature* 476:84–88
- Boy CC, Pérez AF, Fernández DA, Calvo J, Morriconi ER (2009) Energy allocation in relation to spawning and overwintering of a diadromous Puyen (*Galaxias maculatus*) population in the southernmost limit of the species distribution. *Polar Biol* 32:9-14
- Ehrlich MD, Sánchez RP, de Ciechowski JD, Machinandiaarena L, Pájaro M (1999) Ichthyoplankton composition, distribution and abundance on the Southern Patagonian Shelf and adjacent waters. *INIDEP Docum Científ* 5:37-65
- Fernández DA, Lattuca ME, Boy CC, Pérez AF, Ceballos SG, Vanella FA, Morriconi ER, Malanga GF, Aureliano DR, Rimbau S, Calvo J (2009) Energy density of sub-Antarctic fishes from the Beagle Channel. *Fish Physiol Biochem* 35:181-188.
- García-Alonso VA, Brown D, Martín J, Pájaro M, Capitanio FL (2018) Seasonal patterns of Patagonian sprat *Sprattus fuegensis* early life stages in an open sea Sub-Antarctic Marine Protected Area. *Polar Biol* 41:2167–2179
- Hanson PC, Johnson TB, Schindler DE, Kitchell JF (1997) Fish bioenergetics 3.0. University of Wisconsin Sea Grant Institute, Publication WISCU-T-97-001, Madison.
- Houde ED (2002) Chapter 3: Mortality. In Fuiman LA, Werner RG (eds) *Fishery Science: The Unique Contributions of Early Life Stages*. Blackwell Science, Oxford. 1-32 pp.
- Jobling M (1994) *Fish bioenergetics*. Chapman and Hall, London



- Johnson BM, Pate WM, Hansen AC (2017) Energy density and dry matter content in fish: New observations and an evaluation of some empirical models. *Trans Am Fish Soc* 146:1262-1278
- Jonsson B, Jonsson N (1993) Partial migration: niche shifts versus sexual maturation in fishes. *Reviews Fish Biol Fish* 3:348–365
- Machinandiarena L, Ehrlich MD (1999) Detección de un área de cría de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Mar Argentino. *Rev Invest Des Pesq* 12:45-50
- Post JR, Evans DO (1989) Size-dependent overwinter mortality of young-of-the-year Yellow Perch (*Perca flavescens*): laboratory, in situ enclosure, and field experiments. *Can J Fish Aquat Sci* 46:1958–1968
- Post JR, Parkinson EA (2001) Energy allocation strategy in young fish: allometry and survival. *Ecology* 82:1040–1051



11. Condición energética de las comunidades

Responsables embarcados: Cintia Fraysse, Ignacio Chiesa, Mariano Albano, Nicolás Fioriamonti.

Responsable no embarcada: Claudia Boy.

11.1. Introducción

La cuantificación del contenido energético proporciona una aproximación al estado nutricional y fisiológico de los compartimentos biológicos, que a su vez condicionan la supervivencia de los individuos, dinámica poblacional y de la comunidad, y la capacidad de amortiguar cambios ambientales.

La colecta de muestras bentónicas permitirá realizar un estudio integrado comprendiendo las variaciones temporales y espaciales de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas en relación a los flujos de energía en la columna de agua, bentos y entre compartimentos. Muchas de las especies que habitan el AMPN-BB están asociadas al fondo por lo que la integración de los resultados posibilitará una visión más acabada sobre la interacción del flujo de energía entre el ambiente pelágico (otro apartado de este documento) y el bentónico.

Por tal motivo, se propone establecer el valor energético de los compartimentos biológicos en el AMPN-BB y zonas aledañas. Esto permitirá contar con una herramienta de monitoreo de la condición energética de las comunidades, detectar los componentes y/o vías de transferencia de energía más susceptibles ante posibles cambios ambientales, e identificar posibles indicadores de los cambios mencionados.

11.2. Metodología

Las estaciones de muestreo se localizaron tanto en el AMPN-BB, como en la costa Atlántica y zonas aledañas y en el Canal Beagle. Las muestras de peces y fauna bentónica acompañante se tomaron mediante red de arrastre bentónico (piloto) y red Engel con tren RockHopper (Ver sección “Estudio integral de la ictiofauna del Área Marina Protegida Namuncurá - Banco Burdwood y zonas aledañas”). El material colectado a bordo se separó en grandes grupos taxonómicos y se conservó congelado (-25°C). Actualmente se encuentra en el repositorio del CADIC. El procesamiento en laboratorio incluirá su identificación al menor nivel taxonómico posible, cuantificación de biomasa, secado y combustión en bomba calorimétrica Parr 1425 (Lucas 1996; Boy et al. 2009). A partir de esto se obtendrá: el valor energético de las especies y/o diferentes compartimentos biológicos, y se desarrollarán herramientas para la estimación de dicho valor energético a partir de la biomasa.

11.3. Muestras colectadas para su posterior procesamiento

Durante la separación de bentos para los diferentes estudios integrales, y en especial para los estudios energéticos, se colectaron 10 individuos de la estrella de mar *Diplopteraster verrucosus*, que fueron disecados a bordo para completar estudios energéticos iniciados con esta especie. Se separaron gónadas, ciego y estómago, que fueron mantenidos a bordo a -80°C y luego depositados en el CADIC hasta el momento de su procesamiento.



El resto de las muestras de bentos (excluyendo especies de peces) colectadas se mencionan en la tabla 11.1.

Tabla 11.1: Listado de taxa muestreados para su procesamiento en tierra.

| Muestras | AMPN-BB | | Costa Atlántica y z. aledaña | | Canal Beagle |
|---------------------|--------------------------|----|------------------------------|----|--------------|
| | E14 | E2 | E1 | E3 | E27 |
| Crustacea | X | X | X | X | X |
| Echinodermata | Ophiuroidea | X | X | X | |
| Echinodermata | Asteroidea | X | X | X | |
| Echinodermata | Holothuroidea | X | X | X | |
| Echinodermata | Echinoidea | X | X | X | X |
| Ascidea | | X | X | X | X |
| Porífera | | X | X | X | |
| Fondo de cajón | | X | X | X | X |
| Bryozoa | | X | X | X | X |
| Hydrozoa | | X | X | X | X |
| Cnidaria s/hydrozoa | | X | X | X | |
| Polychaeta | | X | X | X | X |
| Tubo de Polychaeta | | | | X | X |
| Mollusca | Mollusca sin cephalopoda | X | X | X | X |
| Mollusca | Cephalopoda | | X | | |
| Brachiopoda | | | X | X | |

11.4. Referencias

Boy CC, Pérez AF, Fernández DA, Calvo J, Morriconi AR (2009) Energy allocation in relation to spawning and overwintering of a diadromous Puyen (*Galaxias maculatus*) population in the southernmost limit of the species distribution. *Polar Biol* 32(1): 9-14. doi: 10.1007/s00300-008-0495-z.

Lucas A (1996) *Bioenergetics of Aquatic Animals*. London; Bristol, PA: Taylor & Francis.



12. Estudio Integral de comunidades bentónicas

Responsables embarcados: Cintia Fraysse, Eloísa Giménez, Nicolás Fioramonti, Mariano Albano e Ignacio Chiesa.

Responsables no embarcados: Luciana Riccialdelli y Gustavo Lovrich.

12.1. Actividades realizadas en el AMP Namuncurá - Banco Burdwood y zonas aledañas

El muestreo integral de la comunidad bentónica del Área Marina Protegida Namuncurá - Banco Burdwood, y de las zonas aledañas, resulta esencial para obtener información de base que permita confeccionar una rezonificación efectiva, así como un correcto plan de manejo.

Durante la campaña del BO Puerto Deseado en agosto/septiembre de 2018, algunas de las estaciones planificadas no pudieron ser realizadas por motivos meteorológicos.

El objetivo de esta campaña a bordo del BIP Víctor Angelescu fue completar el muestreo de dichas estaciones, ubicadas principalmente en zonas aledañas al AMP (costa de Tierra del Fuego y Canal Beagle), prestando especial atención a los organismos considerados formadores de fondos y denominados ingenieros ecosistémicos (i.e. corales, hidrozoos, briozoos, esponjas, lechos de valvas de moluscos, agregados de poliquetos). Se utiliza el concepto de ingenieros de ecosistemas para aquellos organismos que, directa o indirectamente, modulan la disponibilidad de recursos para otras especies al crear y mantener hábitats de importante complejidad estructural. Estas especies producen un fuerte efecto positivo sobre la densidad, riqueza y diversidad de las especies asociadas.

Se llevaron a cabo 5 lances con red piloto: 1 estación en la zona de amortiguación del AMP, 3 en la costa atlántica de Tierra del Fuego, y 1 en la boca del Canal Beagle (Bahía Aguirre) (Tabla 12.1).

Tabla 12.1. Estaciones en donde se utilizó la red piloto

| Estación | Lance | fecha | Zona | Profundidad (m) |
|----------|-------|----------|-------------------------------------|-----------------|
| 14 | 2 | 12/11/18 | Área transición AMP | 145 |
| 2 | 36 | 16/11/18 | Costa atlántica de Tierra del Fuego | 84 |
| 1 | 43 | 17/11/18 | Costa atlántica de Tierra del Fuego | 78 |
| 3 | 47 | 17/11/18 | Costa atlántica de Tierra del Fuego | 118 |
| 27 | 56 | 19/11/18 | Bahía Aguirre | 98 |

Los arrastres se realizaron con un tiempo efectivo que varió entre 15 y 10 minutos, y el cable filado fue aproximadamente tres veces la profundidad de la zona de arrastre.



Para cada lance de red piloto se procesó el material bentónico según el protocolo establecido en la campaña de agosto/septiembre de 2018 (ver Informe AMP Namuncurá – Banco Burdwood: Ingenieros Ecosistémicos”, sección 6.1.1).

La captura fue depositada en cajones de pesca (no fue utilizado el pozo de cubierta de popa, para evitar la rotura de los invertebrados). Luego de separar los peces, se pesó y fotografió la captura total (Fig. 12.1 y 12.2). Dos baldes, uno fijado en formol y el otro congelado, fueron guardados como “voucher” para estudios futuros no contemplados en el plan de campaña.

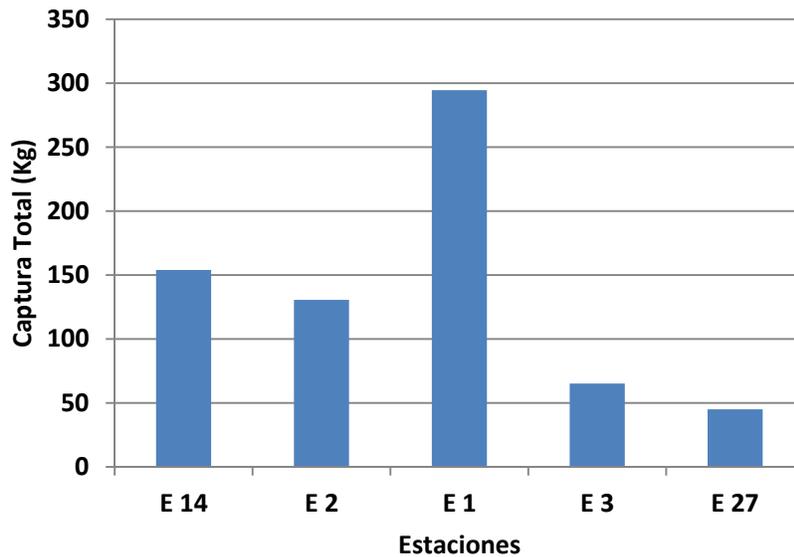


Figura 12.1. Peso total de los arrastres con red piloto. AMPN-BB: E14; costa atlántica de Tierra del Fuego: E2, E1 y E3; Bahía Aguirre: E27.



Figura 12.2. Fotografías de las capturas generales realizadas con red piloto en las estaciones 14 (zona de transición AMP), 2, 1 y 3 (costa atlántica de Tierra del Fuego), y 27 (Bahía Aguirre).



Figura 12.2 (cont.). Fotografías de las capturas generales realizadas con red piloto en las estaciones 14 (zona de transición AMP), 2, 1 y 3 (costa atlántica de Tierra del Fuego), y 27 (Bahía Aguirre).

El material presente en 2 cajones considerados como representativos del lance, fue separado por completo en los distintos grupos taxonómicos. Cada grupo taxonómico fue pesado, fotografiado (ver algunos ejemplos en Fig 12.3), y finalmente separado para ser utilizado en las cuatro categorías de estudios considerados en esta campaña: condición energética de la comunidad, redes tróficas (isotopos estables y metales pesados), contenido de carbono y monitoreo de microplásticos. Las muestras destinadas para estos estudios fueron conservadas congeladas a -20°C en la cámara fría del BIPA. Además, cuando la cantidad de material fue



suficiente, se guardaron algunas especies como “referencia taxonómica”. Estas muestras fueron conservadas en formol o congeladas, según el grupo biológico.

Además de los lances efectuados con red piloto, se realizaron muestreos utilizando una red de arrastre “Engel”, que lleva un tren de ruedas de goma en la parte inferior. La captura incidental (“by catch”) de la comunidad bentónica recolectada mediante esta red fue fotografiada, pesada y guardada como “Voucher”.



Figura 12.3. Algunos ejemplos de los grupos bentónicos recolectados con red piloto en la zona de transición del AMP Namuncurá, y en áreas aledañas, ya separados a bordo.



Figura 12.3 (cont.). Algunos ejemplos de los grupos bentónicos recolectados con red piloto en la zona de transición del AMP Namuncurá, y en áreas aledañas ya separados a bordo.

Las cinco muestras recolectadas con la red piloto aportaron abundante y diverso material bentónico. Estas muestras, mayoritariamente provenientes de zonas aledañas al Banco Burdwood, junto con las tomadas por el BO Puerto Deseado en agosto/septiembre de 2018, permitirán una correcta descripción y comparación entre las comunidades bentónicas, lo cual resultará en una re zonificación del AMP más precisa.



12.2. Actividades realizadas en el Canal Beagle

Con el objetivo de explorar la dinámica de las migraciones de la sardina fueguina en el Canal Beagle, se realizó un muestreo continuo de la columna de agua utilizando diversos artes de pesca. En forma adicional se realizaron dos arrastres con red piloto.

Una estación se ubicó en la zona de Isla Becasses, y la otra en proximidades de Bahía Lapataia (Tabla 12.2). En ambas zonas fue necesaria una exploración exhaustiva con la sonda multihaz para buscar “cancha”, ya que la topografía en ambos sitios resulto extremadamente escarpada.

Tabla 12.2. Estaciones de muestreo con red piloto en el Canal Beagle.

| Estación | Lance | fecha | Zona | Profundidad (m) |
|------------|-------|----------|----------------|-----------------|
| Becasses 2 | 63 | 20/11/18 | Isla Becasses | 33 |
| Lapataia 2 | 88 | 22/11/18 | Bahía Lapataia | 233 |

En cada estación se pesó y fotografió la captura total (Fig. 12.4). El material bentónico fue separado en los distintos grupos taxonómicos, los cuales fueron conservados en alcohol, formol, o congelados según correspondiese. Además, se guardó una muestra “voucher” en formol y otra congelada en baldes de 20 litros.



Figura 12.4. Fotografías de la captura total y de algunos ejemplos de los taxones recolectados en la estación Becasses y Lapataia.



Figura 12.4 (cont.). Fotografías de la captura total y de algunos ejemplos de los taxones recolectados en la estación Becasses y Lapataia.

Este muestreo en aguas internas del Canal Beagle, permitirá mejorar el conocimiento de la biodiversidad de la comunidad bentónica, así como aportar material de profundidades y zonas que no son frecuentemente muestreadas, lo que potenciará el estudio integral de los organismos bentónicos a través de estudios de energética, isotópicos y de contenido de carbono.



13. Estructura y dinámica trófica del ecosistema marino del AMP Namuncurá-Banco Burdwood y zonas adyacentes – aproximaciones por isótopos estables y metales pesados

Responsable embarcado: Nicolás E. Fioramonti.

Responsables no embarcados: Yamila Becker y Luciana Riccialdelli.

13.1. Introducción

Los ecosistemas marinos dependen de su estructura, su diversidad e integridad, y son particularmente vulnerables a impactos de origen antrópico o naturales. Los efectos de dichos impactos pueden propagarse a través de toda la red trófica dependiendo de los componentes más afectados y el tipo de control que domina en la dinámica de las mismas (control *top-down*; *bottom-up* o *wasp-waist*) (Cury et al. 2000, Wollrab et al. 2012). La magnitud de estos disturbios puede verse incrementada debido a los procesos ecológicos que se desarrollan dentro estos sistemas, como ocurre con la biomagnificación de contaminantes persistentes (ej. metales pesados) a través de las tramas tróficas (Ikemoto et al. 2008, Wang y Rainbow 2008, Nfon et al. 2009).

Para el correcto manejo y conservación de la biodiversidad del AMPN-BB y del sector sur del Atlántico Sudoccidental (sector atlántico de Tierra del Fuego, Isla. de los Estados y el Canal Beagle), es necesario realizar una mejor evaluación de la estructura de las redes tróficas y la carga de contaminantes que afectan a las poblaciones biológicas. De esta forma, poder estudiar las redes tróficas del ecosistema marino del AMPN-BB y de las zonas adyacentes, reviste importancia para predecir las respuestas del sistema ante patrones de variabilidad climática de gran escala y efectos de origen antrópico.

A través del análisis de isótopos estables ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$) es posible aportar nuevas perspectivas sobre las interacciones entre los organismos y su ambiente (ej. Riccialdelli et al. 2010, 2016). Al mismo tiempo, la determinación de metales pesados en cada uno de los niveles tróficos implicados permite detectar las principales vías de transferencia de estos contaminantes dentro de las redes tróficas (Borga et al. 2004, Arribére et al. 2010). En este sentido, estos análisis constituyen importantes herramientas a ser utilizadas para generar conocimiento sobre la ecología de las especies, el funcionamiento de las redes tróficas del área y el grado de vulnerabilidad ante la presión antrópica.

En esta campaña, se planteó como objetivo principal describir las relaciones tróficas y establecer los principales flujos de energía y de transferencia de contaminantes entre los compartimientos biológicos del AMPN-BB y zonas adyacentes. El trabajo se abordará mediante el análisis isotópico ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$) y de metales pesados en diversos componentes biológicos del sistema. Además, se establecerán comparaciones con áreas subantárticas adyacentes (Canal Beagle), como así también las conexiones entre los sistemas pelágico y bentónico.

13.2. Metodología

Para cumplir el objetivo propuesto se plantearon las siguientes actividades:

13.2.1. Muestreo de los componentes de la base de las redes tróficas: zooplancton

Esta primera actividad consistió en el muestreo de zooplancton con una Multi-Red equipada con cinco paños de 200 y 500 micras de apertura de malla (Fig. 13.1). Las fracciones de zooplancton para estudios isotópicos y de metales pesados fueron colectadas mediante tres de estos paños, uno de 200 μm y dos de 500 μm de apertura. La fracción de 200 μm se recolectó a 100 m de profundidad o a ~ 10 m del fondo en estaciones menos profundas. Por otro lado, la fracción de 500 μm se recolectó en la totalidad de la columna de agua, mediante el uso complementario de dos paños que se arrastraron a diferentes profundidades. El tiempo de arrastre de cada una de las redes fue de 8 min aproximadamente.



Figura 13.1. Multi-Red utilizada para los muestreos de zooplancton.



Las muestras destinadas a análisis isotópicos y de energética (200 μm) fueron trasvasadas a frascos de plástico y congeladas inmediatamente luego de su recolección. Las fracciones destinadas a análisis de isótopos y metales se colocaron en frascos de vidrio previamente lavados con HNO_3 y enjuagados con agua Milli-Q (Fig. 13.2). Al igual que el caso anterior, las muestras fueron refrigeradas inmediatamente luego de su recolección.



Figura 13.2. Recipientes de plástico y vidrio donde se almacenaron las muestras recolectadas.

13.2.2. Muestreo bentónico

Las muestras de bentos fueron recolectadas mediante red piloto (Fig. 13.3) y posteriormente separadas siguiendo criterios taxonómicos. Para los análisis isotópicos, se obtuvieron muestras de individuos pertenecientes a los diferentes taxa encontrados, las cuales fueron congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Figura 13.3. Red piloto para muestreo de comunidades bentónicas.

13.2.3. Muestreo de peces pelágicos

De las capturas realizadas con red pelágica, se seleccionaron individuos de peces y se congelaron a -20°C para su posterior procesamiento para análisis isotópicos y de metales pesados.

13.3. Resultados

Se efectuaron muestreos en el AMPN-BB en la zona núcleo, buffer y de transición, realizando estaciones con distintas profundidades. Asimismo, hubo muestreos en la zona aleadaña a la costa de Tierra del Fuego, como así también en los alrededores de Isla de los Estados. Finalmente, se realizaron tres estaciones fijas de 24 h dentro del Canal Beagle.

13.3.1. Muestreo de los componentes de la base de las redes tróficas: zooplancton

De 29 estaciones planeadas para realizar muestreos de zooplancton, en esta campaña se pudieron relevar un total de 19 estaciones (Tabla 13.1). En el AMPN-BB se muestrearon: 1 estación en la zona núcleo, 4 en la zona de amortiguación, 3 en la zona de transición y 2 estaciones de mayor profundidad en el talud del área marina protegida. Sumado a lo anterior, se tomaron muestras de 4 estaciones cercanas a la costa atlántica de la isla de Tierra del Fuego, como así también 2 estaciones aleadañas a Isla de los Estados. Finalmente, se recolectaron muestras de 3 estaciones fijas en el Canal Beagle.

**Tabla 13.1.** Lances de Multi-Red de zooplancton realizados a lo largo de la campaña.

| Estación General | Estación | Fecha | Zooplancton (200 μ m) | Zooplancton (500 μ m) |
|------------------|----------|------------|---------------------------|---------------------------|
| 912 | E14 (29) | 12/11/2018 | 1 | 1 |
| 913 | E17 | 12/11/2018 | 1 | 1 |
| 914 | E22 | 13/11/2018 | 1 | 1 |
| 915 | E23 | 13/11/2018 | 1 | 1 |
| 916 | E26 | 13/11/2018 | 1 | 1 |
| 919 | E18 | 14/11/2018 | 1 | 1 |
| 920 | E21 | 14/11/2018 | 1 | 1 |
| 921 | E20 | 14/11/2018 | 1 | 1 |
| 922 | E25 | 14/11/2018 | 1 | 1 |
| 923 | E24 | 14/11/2018 | 1 | 1 |
| 927 | E02 | 17/11/2018 | 1 | 1 |
| 929 | E01 | 17/11/2018 | 1 | 1 |
| 930 | E03 | 17/11/2018 | 1 | 1 |
| 931 | E04 | 18/11/2018 | 1 | 1 |
| 932 | E05 | 18/11/2018 | 1 | 1 |
| 933 | E06 | 18/11/2018 | 1 | 1 |
| 934 | E27 | 19/11/2018 | 1 | 1 |
| 935 | CB1(*) | 20/11/2018 | 1 | 1 |
| 939 | CB2(*) | 21/11/2018 | 1 | 1 |
| 943 | CB3(*) | 22/11/2018 | 1 | 1 |

(*) Estaciones en el Canal Beagle no previstas en el plan de campaña inicial.

En las muestras colectadas en la zona del banco se colectaron principalmente copépodos, eufáusidos y plancton gelatinoso (ctenóforos y salpas). Por su parte, las muestras tomadas en la costa atlántica de Tierra del Fuego y el Canal Beagle se caracterizaron por el contenido de larvas de crustáceos y adultos de *Munida gregaria*, además de copépodos y eufáusidos.

13.3.2. Muestreo bentónico

Del total de las 9 estaciones programadas para red piloto, se lograron tomar para este proyecto muestras de comunidades bentónicas en 5 estaciones. Entre los invertebrados colectados se encontraron poríferos, briozoos, equinodermos (asteroideos, holoturoideos, ofiuroideos y equinoideos), ascidias, crustáceos y moluscos (gastrópodos, cefalópodos y bivalvos). Asimismo, se recolectaron peces del género *Patagonotothen ramsayi*, *P. guntheri*, *P. elegans*, *P. cf. kreffti*, *P. cf. brevicauda*, *Cottoperca trigloides*, *Muraenolepis cf. orangiensis*, *Agonopsis chiloensis*,



Psychrolutes marmoratus, *Salilota australis*, *Crossostomus fasciatus*, *Phucocoetes latitans* y *Myxine* sp.

13.3.3. Muestreo de peces pelágicos

La red pelágica se lanzó 3 veces, la primera de ellas al sur del AMP, la segunda en las cercanías de la costa atlántica de Tierra del Fuego y la tercera en Bahía Lapataia. La mayor proporción de las capturas obtenidas estuvo compuesta por *Sprattus fuegensis*, de la cual se seleccionaron ejemplares para estudios isotópicos y de metales (Fig. 13.4).



Figura 13.4. Ejemplares de *Sprattus fuegensis* y fauna acompañante obtenidos en los lances de red pelágica al sur del AMP Namuncurá (izq) y en costa atlántica de Tierra del Fuego (der).

13.4. Agradecimientos

Quisiéramos agradecer la labor del Jefe de Campaña Gustavo Álvarez Colombo y al Coordinador a bordo Mariano J. Diez, la excelente predisposición de ambos y el trabajo en equipo realizado por todos los participantes de la campaña. Asimismo, agradecemos a toda la tripulación del BIP Victor Angelescu y la coordinación general de las campañas por parte del Coordinador Científico del AMP Namuncurá, Gustavo Lovrich y el grupo de trabajo Banco Burdwood, así como



el apoyo del Consejo de Administración del Área Marina Protegida Namuncurá y de CONICET para la realización de la campaña.

13.5. Referencias

- Arribére MA, Campbell LM, Rizzo AP, Arcagni M, Revenga J, Ribeiro Guevara S (2010) Trace elements in plankton, benthic organisms, and forage fish of Lake Moreno, Northern Patagonia, Argentina. *Water, Air, & Soil Pollution* 212(1–4): 167–182.
- Borga K, Gabrielsen GW, Skaare JU (2001) Biomagnification of organochlorines along a Barents Sea food chain. *Environmental Pollution* 113(2): 187–198.
- Cury P et al. (2000) Small pelagics in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in “wasp-waist” ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 57:603-618
- Ikemoto T, Tu NPC, Okuda N, Iwata A, Omori K, Tanabe S, Takeuchi I (2008) Biomagnification of Trace Elements in the Aquatic Food Web in the Mekong Delta, South Vietnam Using Stable Carbon and Nitrogen Isotope Analysis. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 54(3): 504–515.
- Nfon E, Cousins IT, Järvinen O, Mukherjee AB, Verta M, Broman D (2009) Trophodynamics of mercury and other trace elements in a pelagic food chain from the Baltic Sea. *Science of The Total Environment* 407(24): 6267–6274.
- Riccaldelli L, Newsome SD, Fogel ML, Fernandez DA (2016) Trophic interactions and food web structure of a subantarctic marine food web in the Beagle Channel: Bahía Lapataia, Argentina. *Polar Biology* DOI 10.1007/s00300-016-2007-x
- Riccaldelli L, Newsome SD, Fogel ML, Goodall RNP (2010) Isotopic assessment of prey and habitat preferences of a small cetacean community in the southwestern Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 418:235-248.
- Wang WX, Rainbow, PS (2008). Comparative approaches to understand metal bioaccumulation in aquatic animals. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* 148(4): 315–323.
- Wollrab S, Diehl S, De Roos AM (2012) Simple rules describe bottom-up and top-down control in food webs with alternative energy pathways. *Ecology Letters* 15:935-946.



14. Monitoreo de Microplásticos

Responsables embarcados: Ignacio Chiesa y Eloísa Giménez

Responsables no embarcados: Rosana Di Mauro, Mariel Ojeda y Analía Pérez

14.1. Introducción

Los ecosistemas marinos en todo el mundo están siendo afectados por grandes cantidades de residuos plásticos, tanto de macro como de microplásticos (Lozano & Mouat 2009). Debido a su tamaño pequeño (<5 mm), los microplásticos se encuentran disponibles para ser ingeridos por una amplia gama de organismos a lo largo de la red trófica (Teuten et al. 2009), posiblemente amenazando los ecosistemas e incluso la salud humana (Thompson et al. 2009). La gran proporción superficie/volumen de los microplásticos, en comparación con los macroplásticos, sugiere que pueden concentrar contaminantes orgánicos persistentes y a su vez absorber metales (Brennecke et al. 2016). Por lo tanto, la ingesta de microplásticos podría introducir toxinas en la base de la cadena alimentaria, donde existe un potencial de bioacumulación (Teuten et al. 2009).

Pese a los extensos y variados estudios que se han realizado durante los últimos años en el AMPN-BB, ninguno de ellos abordó la problemática de los microplásticos. La presente propuesta procura evaluar la presencia de microplásticos en el AMPN-BB, tanto en la columna de agua, como en invertebrados bentónicos y peses con diferentes hábitos de alimentación, con el fin de determinar especies bioindicadoras que faciliten el biomonitoreo espacio temporal de este tipo de contaminación.

14.2. Metodología

Se llevaron a cabo tres tipos de muestreos: de columna de agua, de superficie mediante filtro, y en invertebrados bentónicos y peces.

Para el muestreo de columna de agua se tomaron muestras en 20 estaciones, 16 en el AMP y zonas aledañas, y 3 en el Canal Beagle (ver Tabla 14.1). El agua fue recolectada mediante botellas Niskin montadas en la roseta del CTD (Fig. 14.1). En la mayoría de las estaciones se tomó un litro de agua en tres profundidades: superficie (5 m), media agua, y fondo. En algunas estaciones se recolectó solo el agua de fondo. Cabe mencionar que estudios preliminares desarrollados en la campaña al AMPN-BB de agosto/septiembre de 2018, permitió corroborar que un 1 L de agua es volumen suficiente para determinar presencia de microplásticos en la zona de estudio. A cada botella se le agregó 20 ml de formol previamente filtrado con malla de 20 μm . El agua recolectada será filtrada en el laboratorio con malla de 0,45 μm y el filtro será analizado bajo microscopio. Los microplásticos serán contabilizados y clasificados.



Tabla 14.1. Muestras de agua recolectadas con botellas Niskin para análisis de microplásticos.

| Estación | Lance | Profundidades muestreadas |
|------------|-------|---------------------------|
| 14 | 3 | 3 |
| 22 | 9 | 3 |
| 23 | 11 | 3 |
| 26 | 14 | 3 |
| 18 | 19 | 3 |
| 21 | 21 | 1 |
| 20 | 24 | 3 |
| 25 | 25 | 3 |
| 24 | 27 | 1 |
| 2 | 37 | 3 |
| 1 | 41 | 3 |
| 3 | 48 | 3 |
| 4 | 50 | 3 |
| 5 | 52 | 3 |
| 6 | 54 | 3 |
| 27 | 57 | 3 |
| Becasses 2 | 59 | 2 |
| Becasses 3 | 65 | 1 |
| Faro 3 | 79 | 3 |
| Lapataia | 93 | 3 |



Figura 14.1. Botellas Niskin utilizadas.

Las muestras de agua de superficie fueron recolectadas mediante un sistema de filtración conectado al circuito de distribución continua de agua marina del BIPA (Fig. 14.2). Se llevaron a cabo filtrados en 20 estaciones (Tabla 14.2). En la mayoría de las estaciones se filtraron 25 galones de agua (aproximadamente 95 litros). El filtrado se realizó durante la maniobra de CTD, cuando la velocidad del barco era mínima. El filtro utilizado lleva internamente dos mallas metálicas de 1 mm de poro y una tela de malla de 67 μm . Los tres filtros internos, así como el agua que queda retenida en el recipiente, fueron lavados y filtrados con un tamiz con malla de 25 μm . Finalmente el material retenido fue fijado en alcohol etílico 99% y conservado en botellas de vidrio. Posteriormente será filtrado en el laboratorio con malla de 0,45 μm . Finalmente el filtro resultante será analizado bajo microscopio. Los microplásticos serán clasificados y contabilizados.



Tabla 14.2. Estaciones en donde se utilizó el filtro de superficie

| Estación | Volumen de agua filtrada |
|------------|--------------------------|
| 14 | 25 galones |
| 17 | 25 galones |
| 22 | 25 galones |
| 26 | 25 galones |
| 18 | 25 galones |
| 21 | 25 galones |
| 25 | 25 galones |
| 24 | 25 galones |
| 2 | 26 galones |
| 1 | 25 galones |
| 3 | 25 galones |
| 4 | 25 galones |
| 5 | 25 galones |
| 6 | 25 galones |
| 27 | 34 galones |
| Becasses 2 | 60 galones |
| Becasses 3 | 60,5 galones |
| Faro 3 | 63 galones |
| Faro 4 | 60 galones |
| Lapataia | 80 galones |



Figura 14.2. Sistema de filtrado conectado a la red de agua corriente marina del BIPA.

Para el muestreo de invertebrados bentónicos y peces, en todas las estaciones llevadas a cabo durante la campaña se separaron los organismos más abundantes, en los casos en que fue posible se guardaron 10 ejemplares por taxa. Todo el material, tanto invertebrados como peces, fue congelado a -20°C en la cámara fría del BIPA. La determinación de microplásticos será realizada en el laboratorio mediante la técnica de digestión oxidativa (Li et al 2016) la cual fue modificada por nuestro grupo de trabajo y generó excelentes resultados.



15. Oceanografía física

Técnico responsable: Álvaro Hernán Cubiella

15.1. Introducción

En este informe se presenta la información termohalina obtenida durante la campaña de investigación del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero “Campaña AMP Namuncurá – Banco Burdwood: ¿Área de cría de peces australes?”, realizada a bordo del BIP Dr. Víctor Angelescu y cuyo objetivo principal fue la evaluación del funcionamiento del AMP Namuncurá como potencial área de cría de peces australes, a fin de completar la línea de base de conocimiento ecosistémico, además de obtener datos para caracterizar los campos de temperatura, salinidad y clorofila.

La campaña se realizó entre el 8 y el 30 de noviembre de 2018 en el área de investigación extendida entre los 53,5°S y 55,5°S y entre las isobatas de 40 m y 250 m (Fig. 15.1, Tabla 15.1)

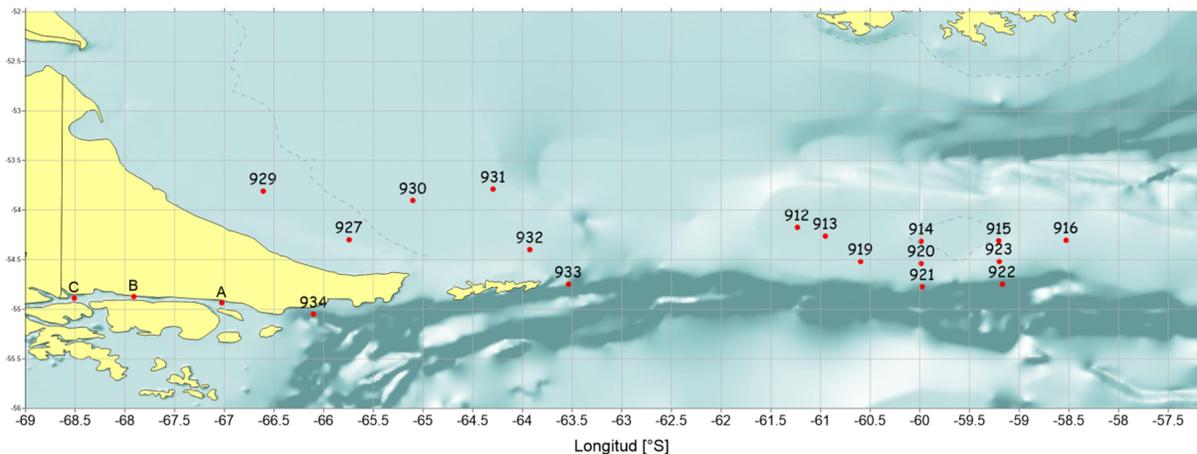


Figura 15.1. Distribución geográfica de las estaciones realizadas con perfilador CTD durante la campaña VA 2018 14. Con línea de guiones la isobata de 50m.

Dada la cercanía de las estaciones dentro del Canal Beagle, éstas se presentan en el mapa como los puntos A, B y C. En la siguiente tabla se listan las estaciones correspondientes agrupadas en cada punto.



Tabla 15.1. Estaciones dentro del Canal de Beagle.

| Punto | N° Estación |
|-------|-------------|
| A | 935 |
| | 936 |
| | 937 |
| | 938 |
| B | 939 |
| | 940 |
| | 941 |
| | 942 |
| C | 943 |
| | 944 |
| | 945 |
| | 946 |

15.2. Metodología

15.2.1. Perfiladores

En la campaña se utilizaron dos CTD marca SeaBird. El primero, un CTD modelo SBE 25 con una roseta de 6 botellas Niskin de 4 L, en el Banco Burdwood y al norte de Isla de los Estados. El segundo CTD, modelo SBE 911*plus*, se usó en el Canal de Beagle, con una roseta de 12 botellas Niskin de 8 L cada una.

CTD SBE 25 y sensores

El CTD marca Sea Bird, modelo SBE 25, N° de serie 2542135-0412, se configuró con sensores de temperatura y conductividad y una bomba para obtener flujo de circulación constante de agua en los sensores principales, para registrar datos con una frecuencia de muestreo de 8 datos por segundo. Además, se instaló, un sensor auxiliar de fluorimetría marca SeaPoint Sensor, modelo Seapoint-Chlorophyll-Fluorometer, configurado con una ganancia de 10X (15µg/l) y otro sensor acústico, para medir distancia al fondo, marca Teledyne-Benthos, modelo PSA-916.

- Sensor de presión: Strain Gauge modelo SBE 29, N° de serie 290586 hasta 1000 m.
- Par T-C: integrado por un sensor de temperatura marca Sea Bird, modelo SBE 3, N° de serie 4727 y un sensor de conductividad marca Sea-Bird, modelo SBE 4, N° de serie 3330.
- Bomba: marca Sea Bird, modelo SBE 5T, N° de serie 054570.
- Fluorómetro: marca Seapoint, N° de serie 3235.
- Altímetro: marca Teledyne-Benthos, N° de serie 72111.



Para el montaje de CTD, instrumental y botellas se utilizó una Roseta marca Sea Bird, modelo SBE 55, N° de serie: 5551964-0064 con capacidad para disparar de forma remota seis botellas Niskin de 4 L cada una.

A fin de garantizar la comunicación entre el software de adquisición y el disparo de las botellas a través de toda la longitud del cable conductor, se utilizó una unidad de cubierta marca Sea Bird modelo 33, N° de serie 3351964-0211.

CTD SBE 911*plus* y sensores

El CTD marca Sea Bird, modelo SBE 9, N° de serie 09-1327, se configuró con sensores de temperatura y conductividad principales y secundarios con sus respectivas bombas para obtener flujo de circulación constante de agua. Para registrar datos con una frecuencia de muestreo de 24 datos por segundo. Además, se instaló, un sensor auxiliar de fluorometría marca SeaPoint Sensor, modelo Seapoint-Chlorophyll-Fluorometer, configurado con una ganancia de 10X (15µg/l) y otro sensor acústico, para medir distancia al fondo, marca Teledyne-Benthos, modelo PSA-916.

- Sensor de presión: modelo Digiquartz, N° de serie 1327 hasta 6800m.
- Par T-C primarios: integrado por un sensor de temperatura marca Sea Bird, modelo SBE 3, N° de serie 03-6210 y un sensor de conductividad marca Sea-Bird, modelo SBE 4, N° de serie 04-4682.
- Sensor de Oxígeno: marca Sea Bird, modelo SBE 43. N° serie 43-3566
- Bomba: marca Sea Bird, modelo SBE 5T, N° de serie 059139.
- Par T-C secundarios: integrado por un sensor de temperatura marca Sea Bird, modelo SBE 3, N° de serie 03-6214 y un sensor de conductividad marca Sea-Bird, modelo SBE 4, N° de serie 04-4684.
- Fluorómetro: marca Seapoint, N° de serie 3794.
- Altímetro: marca Teledyne-Benthos, N° de serie 72111.

Para el montaje de CTD, instrumental y botellas se utilizó una Roseta marca Sea Bird, modelo SBE 32, con capacidad para disparar de forma remota doce botellas Niskin de 8 L cada una.

A fin de garantizar la comunicación entre el software de adquisición y el disparo de las botellas a través de toda la longitud del cable conductor, se utilizó una unidad de cubierta marca Sea Bird modelo 11*plus*

Sistema LADCP

Adicionalmente se implementaron dos ADCP marca Teledyne RDI, modelo Workhorse Monitor 300KHz configurados como sistema LADCP funcionando sobre la roseta junto al CTD SBE911*plus*. La implementación, constó a de instalar un ADCP en la parte superior mirando hacia arriba (modo Slave, N° de serie 24489) y otro en la parte inferior de la roseta mirando hacia abajo (modo Master, N° de serie 24490). Ambas unidades trabajan sincronizadas e interconectadas por



un cable de comunicación, el cual además provee de alimentación proveniente de una unidad de baterías específica para este sistema.

15.2.2 Sistema en continuo

Termosalinógrafo

Se realizaron mediciones de temperatura y salinidad de superficie, utilizando un equipo de registro continuo SBE 45 Termosalinógrafo marca Sea Bird. El muestreo se realizó con un intervalo de lectura cada 15 segundos.

El flujo de agua se mantuvo constante durante toda la navegación entre los 3 a 3,5 L/min. Cada dato adquirido por el instrumento fue georreferenciado con su correspondiente valor de posición (GPS), fecha y hora. Se tomaron 13 muestras de agua para la calibración de salinidad del termosalinógrafo.

SADCP

Se realizaron mediciones de perfiles de corrientes marinas a lo largo de toda la derrota mediante un SADCP de casco marca RDI modelo Ocean Surveyor de 150 KHz (P/N 95A-6013-00). El SADCP, opero bajo el *hardware* del K-Sync, donde colectó datos mediante el software de adquisición VmDAS – RDI con una frecuencia de 1 ensamble por segundo, cada ensamble estuvo conformado por 25 bins con un tamaño de celda de 8 m. Además, el SADCP tiene instalado un termistor que mide en forma continua la temperatura del mar a 8 metros aproximadamente.

15.3. Problemas técnicos

Los filtros que tienen instalados actualmente las bombas en el sistema de agua de mar son de 130 μm , se tapan muy fácilmente y provocan una notable reducción en el flujo de agua provocando que los sensores de los sistemas en continuo no realicen las mediciones correctamente. Se aconseja instalar donde se encuentra el sistema de TSG y pCO_2 un filtro adicional con vaso transparente para partículas finas, y en el sector de máquinas colocar un filtro para partículas gruesas, evitando así que los filtros se tapen y se rompan.

Durante esta campaña, el vaso y filtro de la bomba n°1 se reemplazó, ya que el anterior se terminó de dañar.

Actualmente, en donde se encuentra la PC de adquisición de perfiles oceanográficos, está la PC con el circuito cerrado de video, pero no tiene ninguna cámara que permita ver al operador el guinche. Se aconseja colocar sobre el adujador una cámara que permita observar el adujado ya que desde la ubicación del güincherero en el puente tampoco se logra ver.



15.4. Descripción de la información

Los registros adquiridos, fueron procesados con el programa “SBEDataProcessing-Win32” de Sea-Bird, cuyos módulos de procesamiento se gestionaron a través de un archivo de comandos (Anexo) y se ejecutaron con la aplicación SBEBatch. Los módulos aplicados fueron los siguientes:

- Conversión del dato virgen (hexadecimal) a unidades ingenieriles.
- Separación del perfil de ascenso y descenso.
- Filtrado de alta frecuencia (filtro pasa bajo).
- Alineación (corrección de desacople) solo en oxígeno.
- Corrección de inercia térmica.
- Filtrado para oscilación de olas y/o rolido del barco.
- Cálculos de parámetros derivados (salinidad, densidad, temperatura potencial, tasa de descenso).
- Generación de niveles Standard cada 1 m.

En la Tabla 15.2 se listan los datos de cabecera de las estaciones realizadas, y en la Tabla 15.3 se presentan los registros termohalinos en la superficie, el primer dato y en el fondo, el último dato procesado.

Tabla 15.2. Datos de cabecera para las estaciones realizadas durante la campaña VA14 2018.

| Est. Gral. | Fecha Hora | Latitud | Longitud | Prof. Ini [m] | Viento Int. | Viento Dir. | Mar Est. |
|------------|--------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|----------|
| 912 | 12-nov-18 18:36:20 | -54.1736667 | -61.2351667 | 146 | 5.1444 | 261 | 3 |
| 913 | 12-nov-18 22:56:12 | -54.2608333 | -60.9501667 | 135 | 5.6589 | 335 | 2 |
| 914 | 13-nov-18 04:17:48 | -54.3121667 | -59.9855 | 97 | 5.1444 | 0 | 2 |
| 915 | 13-nov-18 08:06:15 | -54.3093333 | -59.2053333 | 94 | 3.6011 | 310 | 2 |
| 916 | 13-nov-18 11:54:51 | -54.3025 | -58.5285 | 118 | 4.63 | 310 | 2 |
| 919 | 14-nov-18 00:50:20 | -54.5166667 | -60.5976667 | 106 | 10.289 | 330 | 3 |
| 920 | 14-nov-18 05:17:54 | -54.537 | -59.9865 | 100 | 8.2311 | 30 | 3 |
| 921 | 14-nov-18 07:49:13 | -54.7733333 | -59.9775 | 232 | 7.7167 | 319 | 2 |
| 922 | 14-nov-18 11:55:13 | -54.7453333 | -59.1711667 | 248 | 8.2311 | 350 | 2 |
| 923 | 14-nov-18 14:48:06 | -54.5155 | -59.2031667 | 137 | 8.7455 | 340 | 2 |
| 927 | 17-nov-18 00:40:33 | -54.2973333 | -65.7445 | 84 | 11.318 | 225 | 5 |
| 929 | 17-nov-18 11:12:50 | -53.807 | -66.6091667 | 80 | 7.2022 | 264 | 3 |
| 930 | 18-nov-18 01:06:35 | -53.9041667 | -65.1018333 | 117 | 12.861 | 330 | 3 |
| 931 | 18-nov-18 05:14:19 | -53.7891667 | -64.294 | 140 | 13.376 | 346 | 3 |
| 932 | 18-nov-18 10:25:10 | -54.3985 | -63.9235 | 114 | 12.347 | 335 | 4 |
| 933 | 18-nov-18 14:17:53 | -54.7481667 | -63.536 | 233 | 7.7167 | 230 | 3 |
| 934 | 19-nov-18 13:05:55 | -55.0511667 | -66.1011667 | 82 | 14.404 | 330 | 3 |



| Est. Gral. | Fecha Hora | Latitud | Longitud | Prof. Ini [m] | Viento Int. | Viento Dir. | Mar Est. |
|------------|--------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|----------|
| 935 | 20-nov-18 12:24:45 | -54.9363333 | -67.0256667 | 62 | 10.289 | 295 | 2 |
| 936 | 21-nov-18 00:01:33 | -54.9276667 | -67.0506667 | 78 | 5.6589 | 140 | 2 |
| 937 | 21-nov-18 03:51:25 | -54.9368333 | -67.0326667 | 75 | 1.0289 | 270 | 2 |
| 938 | 21-nov-18 07:28:55 | -54.931 | -67.0523333 | 69 | 4.63 | 318 | 1 |
| 939 | 21-nov-18 18:30:02 | -54.871 | -67.9133333 | 76 | 7.7167 | 269 | 1 |
| 940 | 22-nov-18 00:04:50 | -54.8748333 | -67.914 | 101 | 8.2311 | 290 | 2 |
| 941 | 22-nov-18 04:06:36 | -54.874 | -67.9211667 | 120 | 2.0578 | 10 | 2 |
| 942 | 22-nov-18 07:30:25 | -54.8743333 | -67.9175 | 103 | 1.5433 | 170 | 1 |
| 943 | 22-nov-18 17:58:01 | -54.888 | -68.5125 | 207 | 10.289 | 335 | 1 |
| 944 | 22-nov-18 23:13:15 | -54.8921667 | -68.5083333 | 205 | 10.289 | 310 | 2 |
| 945 | 23-nov-18 04:22:27 | -54.8846667 | -68.4846667 | 195 | 1.0289 | 130 | 2 |
| 946 | 23-nov-18 07:07:18 | -54.8833333 | -68.4803333 | 195 | 6.6878 | 310 | 1 |

Tabla 15.3. Listado de registros termohalinos en la superficie como el primer dato procesado, y en el fondo como el último dato procesado.

| Est. Gral. | Primer registro | | | Último registro | | |
|------------|-----------------|------------------|-----------|-----------------|------------------|-----------|
| | Presión [db] | Temperatura [°C] | Salinidad | Presión [db] | Temperatura [°C] | Salinidad |
| 912 | 2 | 5.514 | 33.9769 | 143 | 5.351 | 33.9817 |
| 913 | 2 | 5.506 | 33.9899 | 131 | 5.344 | 34.0027 |
| 914 | 3 | 5.413 | 34.0343 | 95 | 5.419 | 34.0346 |
| 915 | 2 | 5.243 | 34.0691 | 91 | 5.242 | 34.0698 |
| 916 | 2 | 5.297 | 34.0862 | 117 | 5.177 | 34.0867 |
| 919 | 1 | 5.408 | 34.0277 | 103 | 5.357 | 34.0281 |
| 920 | 1 | 5.432 | 34.0290 | 99 | 5.410 | 34.0307 |
| 921 | 2 | 5.238 | 34.0395 | 231 | 4.918 | 34.1063 |
| 922 | 2 | 5.580 | 34.0707 | 240 | 4.918 | 34.1380 |
| 923 | 1 | 5.479 | 34.0468 | 132 | 5.185 | 34.0532 |
| 927 | 1 | 6.992 | 32.6540 | 82 | 6.799 | 32.8852 |
| 929 | 1 | 6.651 | 32.7104 | 77 | 6.627 | 32.8371 |
| 930 | 2 | 7.217 | 32.8413 | 113 | 6.204 | 33.4761 |
| 931 | 1 | 6.406 | 33.5679 | 136 | 6.087 | 33.6036 |
| 932 | 2 | 6.502 | 33.4175 | 112 | 6.458 | 33.4465 |
| 933 | 1 | 6.946 | 33.1761 | 231 | 6.600 | 33.5857 |
| 934 | 2 | 7.312 | 32.2730 | 78 | 7.347 | 32.5901 |
| 935 | 1 | 7.295 | 31.3738 | 39 | 7.302 | 32.0903 |



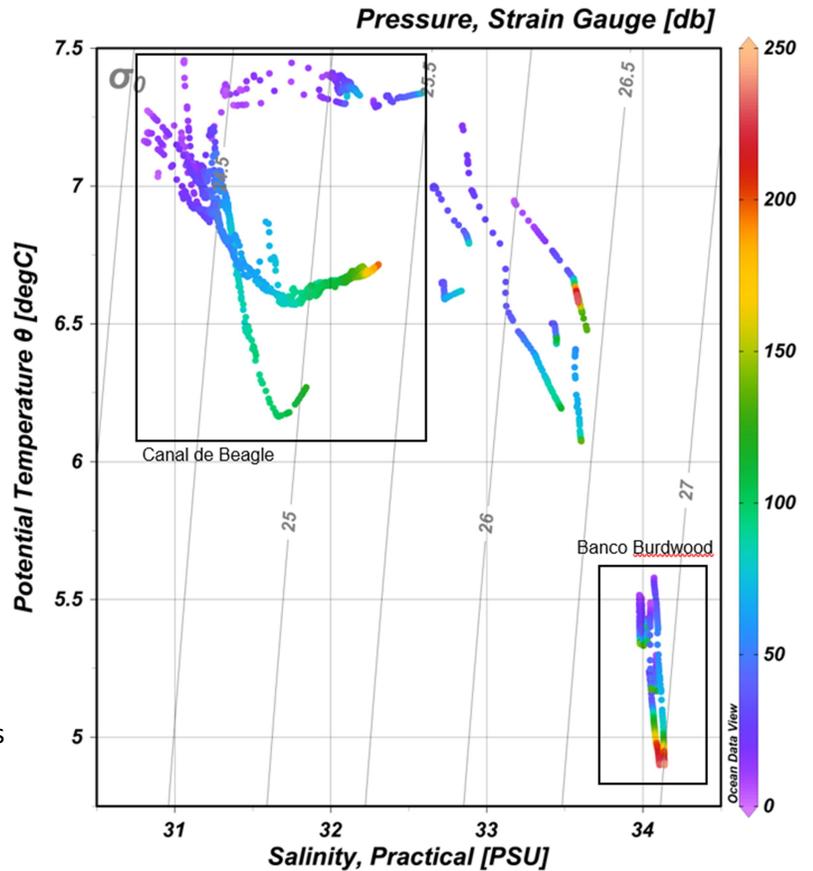
| Est. Gral. | Primer registro | | | Último registro | | |
|------------|-----------------|------------------|-----------|-----------------|------------------|-----------|
| | Presión [db] | Temperatura [°C] | Salinidad | Presión [db] | Temperatura [°C] | Salinidad |
| 936 | 2 | 7.342 | 31.3089 | 76 | 7.332 | 32.1038 |
| 937 | 2 | 7.352 | 31.4174 | 70 | 7.336 | 32.1853 |
| 938 | 1 | 7.176 | 31.2353 | 66 | 7.342 | 32.1690 |
| 939 | 2 | 7.452 | 31.0598 | 65 | 6.932 | 31.2783 |
| 940 | 1 | 7.078 | 31.1383 | 89 | 6.597 | 31.4260 |
| 941 | 2 | 7.080 | 31.1134 | 121 | 6.280 | 31.8415 |
| 942 | 2 | 7.034 | 30.8915 | 97 | 6.395 | 31.5192 |
| 943 | 2 | 7.176 | 31.0416 | 196 | 6.733 | 32.3047 |
| 944 | 2 | 7.274 | 30.8241 | 197 | 6.726 | 32.2908 |
| 945 | 1 | 7.194 | 30.8222 | 185 | 6.720 | 32.2771 |
| 946 | 1 | 7.158 | 30.8298 | 180 | 6.720 | 32.2771 |

Con los registros de los perfiles se construyó el diagrama TS de la Figura 2, del que se desprenden los rangos termohalinos siguientes:

[Temperatura mínima, Temperatura máxima] = [4,91; 7,45] °C

[Salinidad mínima, Salinidad máxima] = [30,80; 34,13]

Figura 15.2. Diagrama TS para los registros obtenidos.





Las Figuras 15.3 y 15.4 muestran los registros de temperatura y salinidad, en la superficie (a) y en el fondo (b).

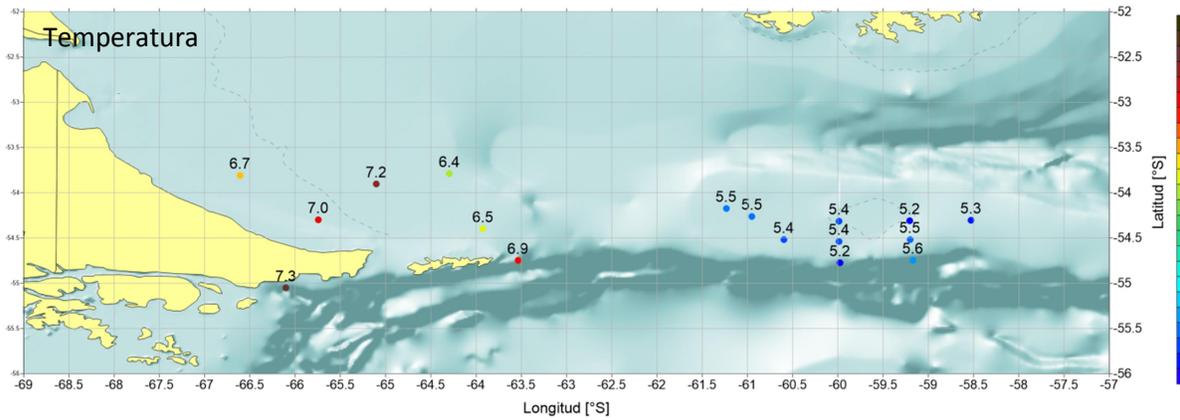


Figura 15.3a. Distribución de la temperatura en la superficie.

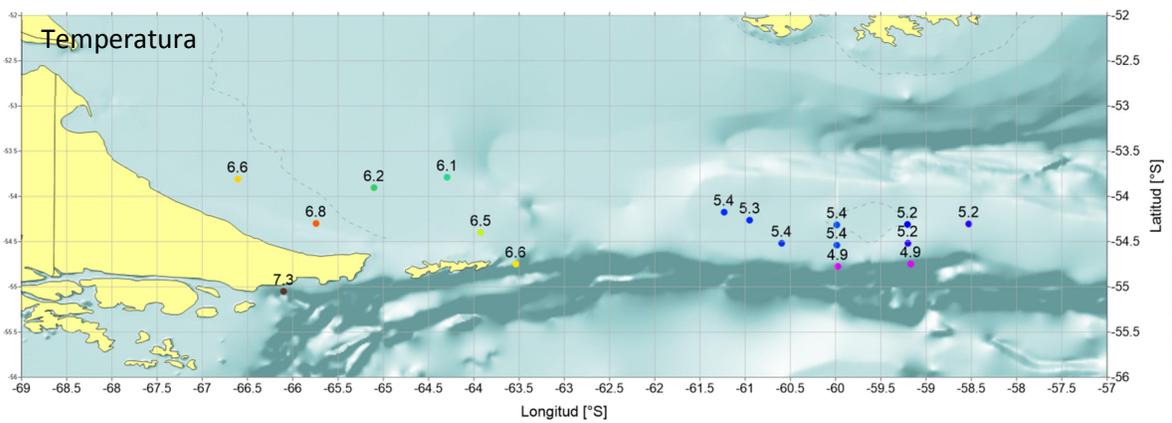


Figura 15.3b. Distribución de la temperatura en el fondo.

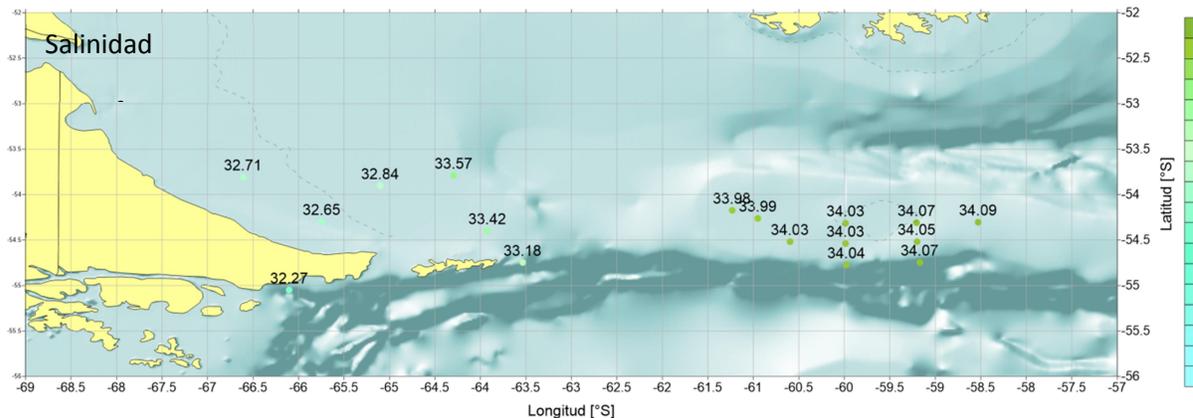


Figura 15.4a. Distribución de la salinidad en la superficie.

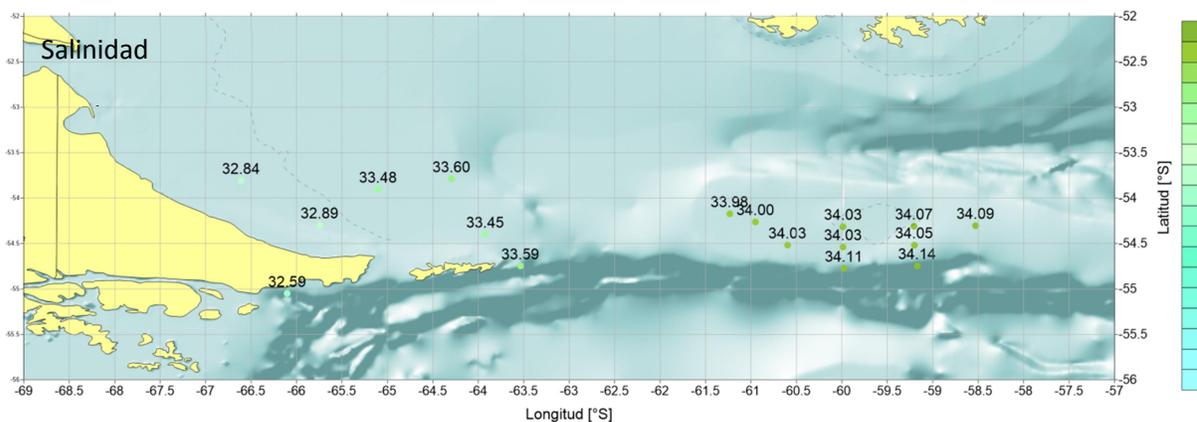


Figura 15.4b. Distribución de la salinidad en el fondo.

Para identificar registros de campaña no representativos respecto a la climatología mensual, se compararon los registros de temperatura y salinidad en la superficie y en el fondo obtenidos en la campaña con los valores estadísticos climatológicos de noviembre. Estos últimos calculados con los registros de noviembre almacenados en la base BaRDO, agrupándolos en una grilla regular de tamaño 0,5°. Se estableció, como rango de validez, al definido por el valor medio ± 3 desvíos estándar.



Las figuras 15.5 y 15.6 muestran el valor medio, cantidad de datos y el desvío estándar climatológicos para el mes de noviembre de los campos de temperatura y salinidad respectivamente, en la superficie (a) y en el fondo (b).

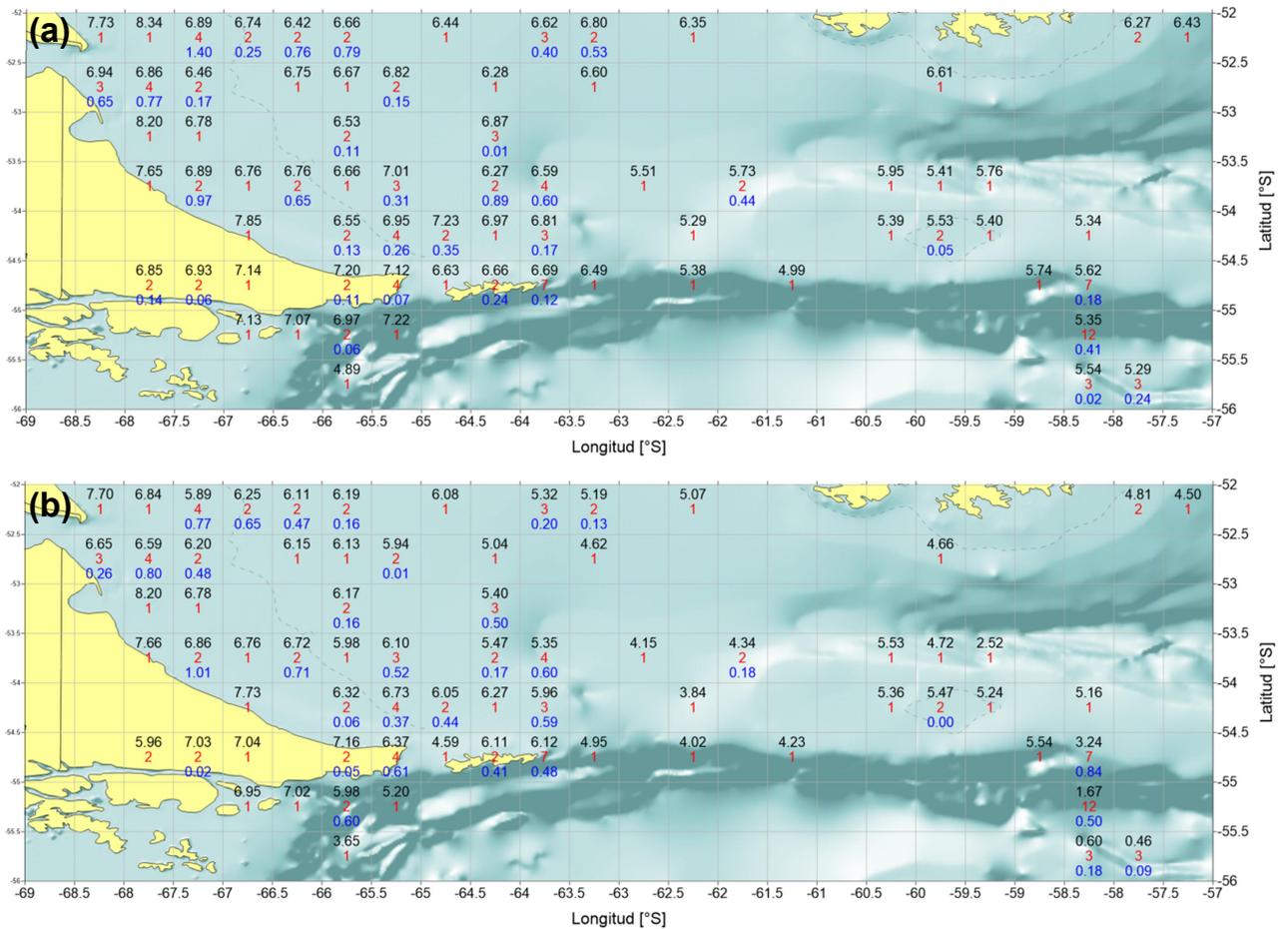


Figura 15.5. Estadísticos climatológicos calculados para el mes de octubre en grilla de 0, 5°. La cantidad de datos en rojo, el desvío estándar en azul y en negro se muestra la temperatura [°C] media en la (a) superficie y en el (b) fondo.

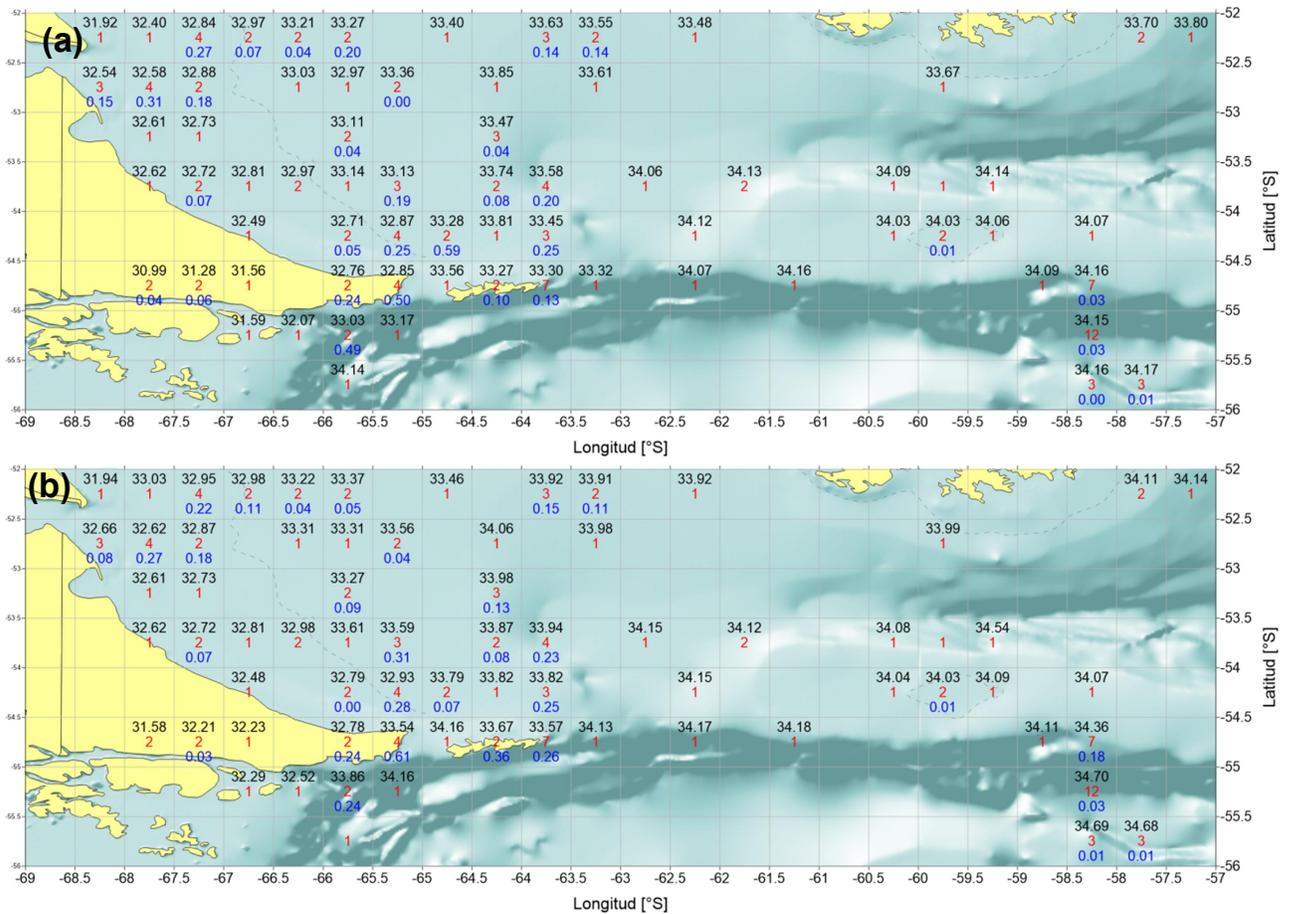


Figura 15.6. Estadísticos climatológicos calculados para el mes de octubre en grilla de 0,5°. La cantidad de datos en rojo, el desvío estándar en azul y en negro se muestra la salinidad media en la (a) superficie y en el (b) fondo.

En las tablas 15.4 y 15.5 se listan los resultados obtenidos al comparar los registros de temperatura y salinidad obtenidos en cada estación con respecto a los valores climatológicos correspondientes, en la superficie y en el fondo, se obtuvieron los siguientes resultados.



Tabla 15.4. Estaciones con valores registrados en la superficie fuera del rango climatológico establecido para el mes de noviembre.

| Nro Est. | Delta | | |
|----------|---------|-------------|-----------|
| | General | Temperatura | Salinidad |
| 915 | 0.1604 | 0.0141 | |
| 929 | 0.10368 | 0.0947 | |
| 934 | 0.23996 | 0.20142 | |

Tabla 15.5. Estaciones con valores registrados en el fondo fuera del rango climatológico establecido para el mes de noviembre.

| Nro Est. | Delta | | |
|----------|----------|-------------|-----------|
| | General | Temperatura | Salinidad |
| 914 | 0.047836 | -0.00745 | |
| 915 | 0.0004 | 0.02 | |
| 927 | 0.311154 | 0.089425 | |
| 929 | 0.1358 | 0.0315 | |
| 931 | 0.112564 | 0.26195 | |
| 934 | 0.3237 | 0.0723 | |
| 935 | 0.200918 | 0.051918 | |
| 936 | 0.230718 | 0.038418 | |
| 937 | 0.234118 | 0.0248 | |
| 938 | 0.240518 | 0.0411 | |
| 939 | 0.9747 | 0.3041 | |
| 940 | 0.64 | 0.1564 | |
| 941 | 0.323 | 0.2591 | |
| 942 | 0.438 | 0.0632 | |



16. Hidroacústica

Responsables embarcados: Mariano J. Diez y Gustavo L. Álvarez Colombo.

Responsables no embarcados: Ariel Cabreira y Adrián Madirolas.

16.1. Introducción

El empleo de la hidroacústica ha permitido desarrollar una amplia gama de investigaciones ecológicas y del comportamiento de los organismos en el entorno marino. En particular, en la comunidad pelágica, permite el estudio de los movimientos, la morfodinámica de las agregaciones, la identificación de especies y la interacción depredador-presa. Las marcas acústicas registradas en ecogramas obtenidos con ecosondas, han revelado patrones de desplazamiento individual y poblacional en ciclos diarios, estacionales y anuales, trazando mapas de los organismos en su hábitat (Foote & Stanton, 2000; Simmonds & McLennan, 2006). Además, la complementación de la acústica con la oceanografía permite establecer patrones de acoplamiento biofísico; especialmente de la distribución, la abundancia y la estructura de la agregación con respecto a los parámetros ambientales (Parrish, 2004).

El desarrollo de esta técnica ha evolucionado rápidamente desde ecosondas analógicas de banda angosta (frecuencias acústicas acotadas) hasta los actuales equipos digitales operando en múltiples frecuencias en banda ancha. El BIP Víctor Angelescu cuenta con equipos de última generación, los cuales fueron empleados durante esta campaña para obtener información de una variada gama de organismos, desde diferentes componentes del zooplancton hasta agregaciones de las principales especies de peces pelágicos.

Todos los datos registrados por los diferentes equipos fueron resguardados en copias de seguridad en el servidor de datos científicos del BIP Angelescu y en el repositorio de datos del AMP en Ushuaia. Los datos obtenidos serán analizados en el Gabinete de Hidroacústica y el Gabinete de Oceanografía del INIDEP por investigadores de esta institución y del CADIC mediante el uso del software específico Marec LSSS (*Large Scale Survey Sistem*) y Myriax Echoview v.8.

Durante la campaña se utilizaron diferentes equipos acústicos con múltiples propósitos según se detalla a continuación.

16.2. Equipamiento y registro de datos

Ecosonda SIMRAD EK80: Este equipo se operó en modo CW (*Continuous Wave*; banda angosta) y LFM (*Linear Frequency Modulated*; banda ancha). Se emplearon transductores electroacústicos para frecuencias de 18, 38, 70, 120, 200 y 333 kHz. Durante la operación del equipo en modo FM, los disparos en las diferentes frecuencias se llevaron a cabo de manera secuencial con el objeto de evitar interferencias entre los diferentes canales (Tabla 16.1, Figura 16.1).

**Tabla 16.1:** configuración de la ecosonda SIMRAD EK80 en modo CW y LFM

| Canal | Tipo de pulso | Duración de pulso | Potencia (W) | Frecuencia (Hz) | <i>Ramping</i> |
|----------|---------------|-------------------|--------------|-----------------|----------------|
| ES18 | CW | 0.512 ms | 2000 | 18000 | <i>Fast</i> |
| ES38-7 | CW | 0.512 ms | 2000 | 38000 | <i>Fast</i> |
| ES70-7C | CW | 0.512 ms | 750 | 70000 | <i>Fast</i> |
| ES120-7C | CW | 0.512 ms | 250 | 120000 | <i>Fast</i> |
| ES200-7C | CW | 0.512 ms | 150 | 200000 | <i>Fast</i> |
| ES333-7C | CW | 0.512 ms | 50 | 333000 | <i>Fast</i> |

| Canal | Tipo de pulso | Duración de pulso | Potencia (W) | Frecuencia inicial (Hz) | Frecuencia final (Hz) | <i>Ramping</i> |
|----------|---------------|-------------------|--------------|-------------------------|-----------------------|----------------|
| ES18 | CW | 1.024ms | 2000 | 18000 | | <i>Fast</i> |
| ES38-7 | LFM Up | 1.024 ms | 2000 | 34000 | 45000 | <i>Fast</i> |
| ES70-7C | LFM Up | 1.024 ms | 750 | 45000 | 90000 | <i>Fast</i> |
| ES120-7C | LFM Up | 1.024 ms | 250 | 90000 | 170000 | <i>Fast</i> |
| ES200-7C | LFM Up | 1.024 ms | 150 | 160000 | 260000 | <i>Fast</i> |
| ES333-7C | LFM Up | 1.024 ms | 50 | 280000 | 45000 | <i>Fast</i> |

Ecosonda Multihaz SIMRAD ME70 en modo pelágico y **ME70-BO** (*Bathymetric option*): El equipo se configuró en modo IFREMER para el análisis de la columna de agua y ME70-*defined* para la visualización y registro de la topografía submarina, como solución de compromiso de resolución para obtener registros simultáneos de organismos pelágicos y del lecho marino. Los parámetros de configuración se resumen en la Tabla 16.2. Adicionalmente la visualización de los cardúmenes se complementó con imágenes en 3D con el sistema **SIMRAD TD50**(Figura 16.2).

Tabla 16.2: configuración de la ecosonda SIMRAD ME70

| | |
|-----------------------------|----------------------------|
| Frecuencia superior (kHz) | 120 |
| Frecuencia inferior (kHz) | 70 |
| Espaciado de haces | Optimizado |
| Distribución de frecuencias | V inversa |
| Duración de pulso (ms) | 1,024 |
| Tipo de pulso | CW |
| Orden de transmisión | <i>Increasing Steering</i> |
| N° de hacesengrupo | 4 |
| Factor Fc | 2,00 |



Estas ecosondas registraron datos durante la totalidad de la campaña. Los mismos permitirán estimar la distribución de peces y de los principales grupos zooplanctónicos tales como eufáusidos y anfípodos hipéridos, langostillas *Munida gregaria* y otros grupos más pequeños a partir del uso de frecuencias altas (200 kHz y 333 kHz) si bien las mismas tienen un alcance en profundidad limitado.

Perfilador acústico de corrientes (ADCP) RDI OceanSurveyor: Este equipo opera en la frecuencia de 150 kHz, utilizando la utilidad *Bottom Track* para corrección de los registros en función del rumbo y velocidad de navegación. Se obtuvieron registros de velocidad y rumbo de corrientes durante toda la campaña. Se configuró el equipo para dividir la columna de agua en estratos (*bins*) de 8 m con una tasa de disparo de aproximadamente 10 disparos por minuto.

Los transductores de los equipos arriba mencionados se emplazaron en una quilla retráctil. La misma se utilizó totalmente desplegada durante la campaña, a una distancia de 2,5 m de la quilla del buque. Esto permitió evitar la atenuación y bloqueo de los disparos y ecos por las burbujas originadas en la superficie y el casco, permitiendo operar las ecosondas aún en condiciones climáticas adversas manteniendo un registro óptimo.

Durante las actividades desarrolladas en el Canal Beagle, además, se utilizó el sonar omnidireccional **SIMRAD SX93** (Fig. 16.3), operando en la frecuencia de 26 kHz con el objeto de obtener registros adicionales de la distribución y dimensiones de los cardúmenes de sardina fueguina (Fig.16.3). El cabezal transductor de este equipo opera en el extremo de una caña ubicada a proa de la quilla retráctil, extendiéndose hasta 1,6 m por debajo de la quilla del buque.

Finalmente, con el objeto de evitar la interferencia de los disparos generados por las ecosondas, el ADCP y el sonar, los mismos fueron sincronizados mediante el sistema **Kongsberg K-Sync**.

En cuanto a la fauna íctica, en particular, se utilizaron los equipos acústicos para estudiar la distribución de la sardina fueguina y realizar lances de pesca a la profundidad de los eco-registros. Tanto en el talud del Banco Burdwood, como en la costa de Tierra del Fuego y Canal Beagle se registraron los cardúmenes y se llevaron a cabo muestreos de validación con las redes de pesca pelágica. Con el objeto de estudiar la intensidad de blanco individual de la sardina en función de la frecuencia de trabajo, se realizaron experiencias con la ecosonda EK80 operando en modo FM permitiendo analizar los ecos sobre una banda continua entre aproximadamente 18-400 kHz y con alta resolución de blancos acústicos.

Respecto al estudio de las poblaciones de peces demersales, y dado que por primera vez se llevaban a cabo lances de fondo de manera extensiva en el AMP, los registros de la ecosonda monohaz y de la ecosonda multihaz trabajando en modo batimétrico (**ME70-BO**) permitieron identificar sectores de arrastre con bajo riesgo de enganches y consecuentes daños o pérdida de las redes de arrastre de fondo (Fig. 16.4).

Todos los datos registrados por los diferentes equipos fueron resguardados en copias de seguridad en el servidor de datos científicos del BIP Angelescu y en el repositorio de datos del AMPN-BB en Ushuaia.

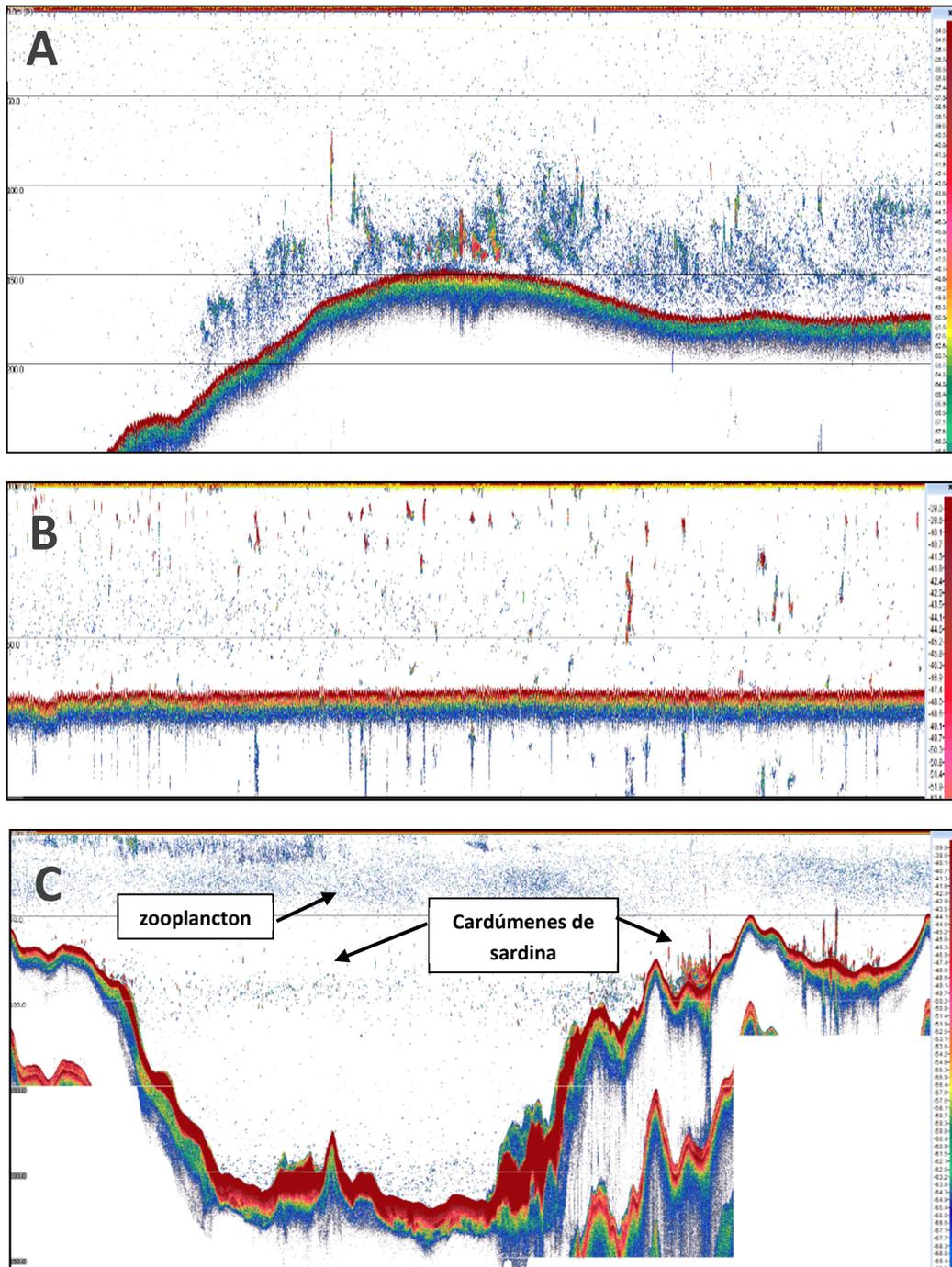


Figura 16.1: Ejemplos de ecogramas obtenidos con la ecosonda **SIMRAD EK80** en la frecuencia de 38 kHz durante la campaña VA-14/18, mostrando la distribución vertical de cardúmenes de sardina fueguina (*Sprattus fuegensis*) y agregaciones zooplanctónicas.



A. Talud del Banco Burdwood **B.** Zona control en el litoral este de Tierra del Fuego. **C.** Canal Beagle. Derecha: escala de profundidad (m). Izquierda: escala de colores representando al índice acústico de retro-dispersión por unidad de volumen S_v (dB re 1m^{-1}).

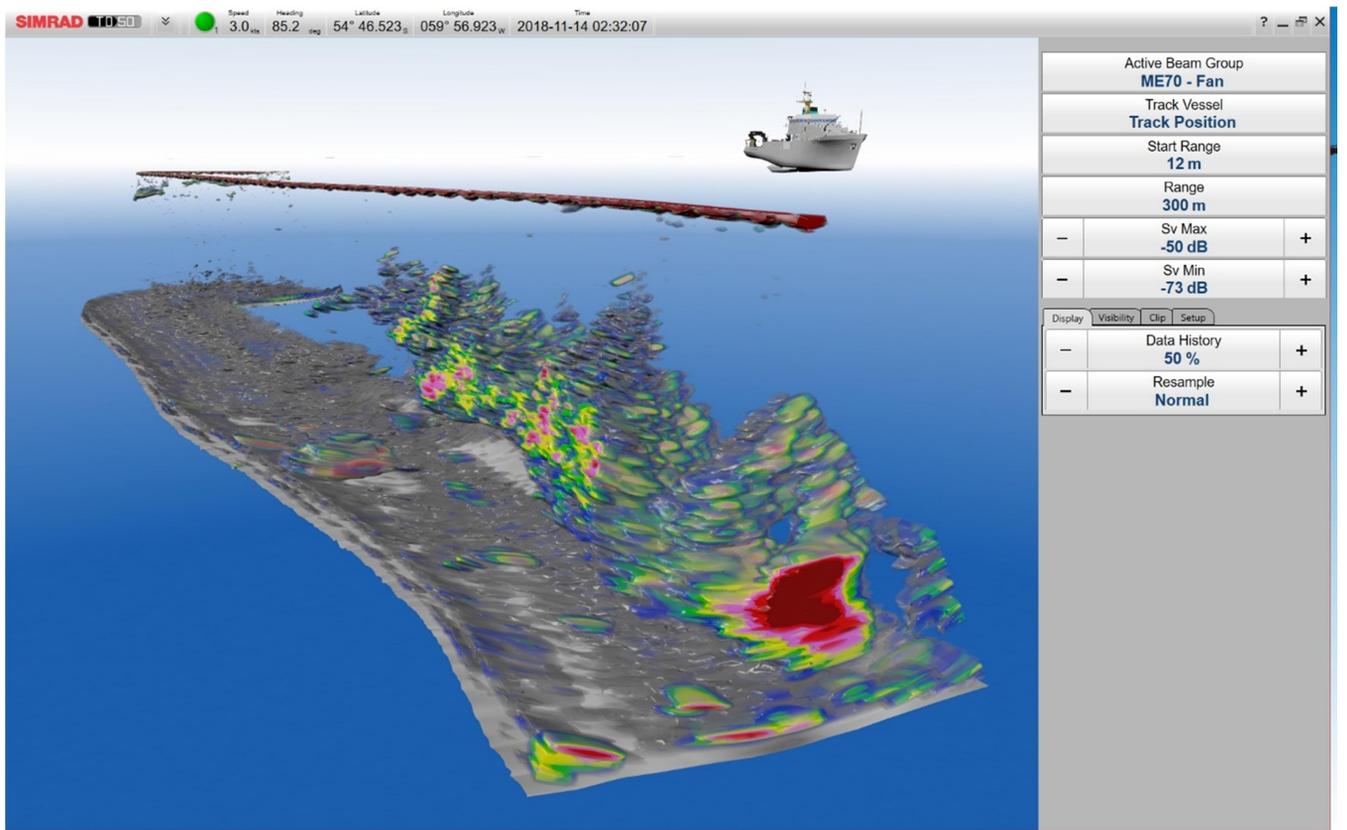
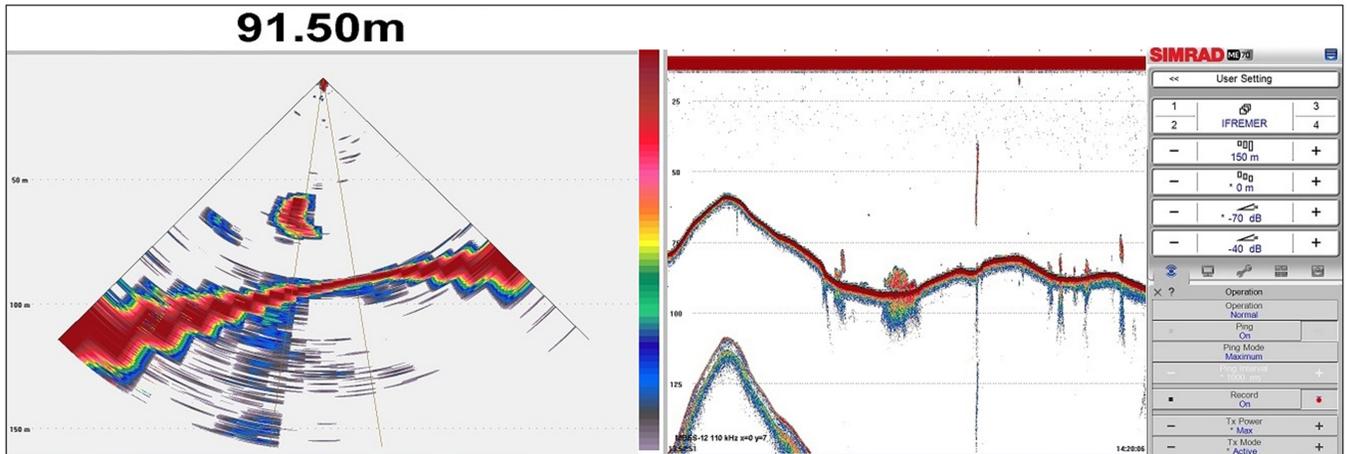


Figura 16.2: Ejemplos de ecogramas obtenidos con la ecosonda multihaz SIMRAD ME70 (arriba) y el sistema SIMRAD TD50 (abajo) durante la campaña VA-14/18, mostrando la distribución en 2D y 3D de cardúmenes de sardina fueguina (*Sprattus fueguensis*).

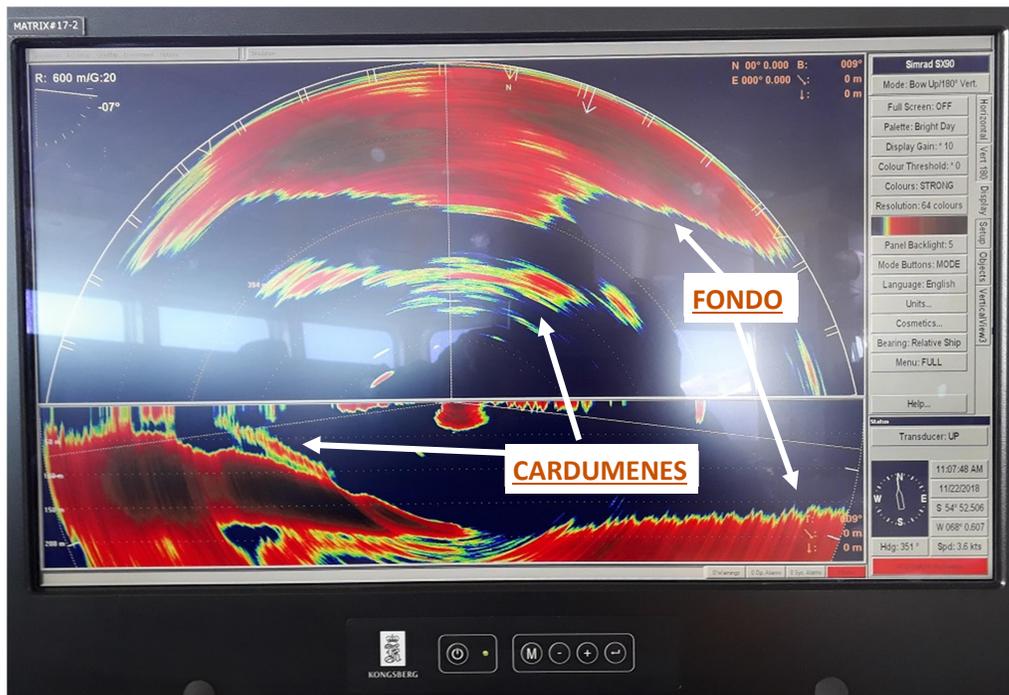


Figura 16.3: Imagen del sonar **SIMRAD SX93** obtenida en el Canal de Beagle durante la campaña VA-14/18, mostrando la distribución en 180 ° a proa del buque de cardúmenes de sardina fueguina (*Sprattus fuegensis*).

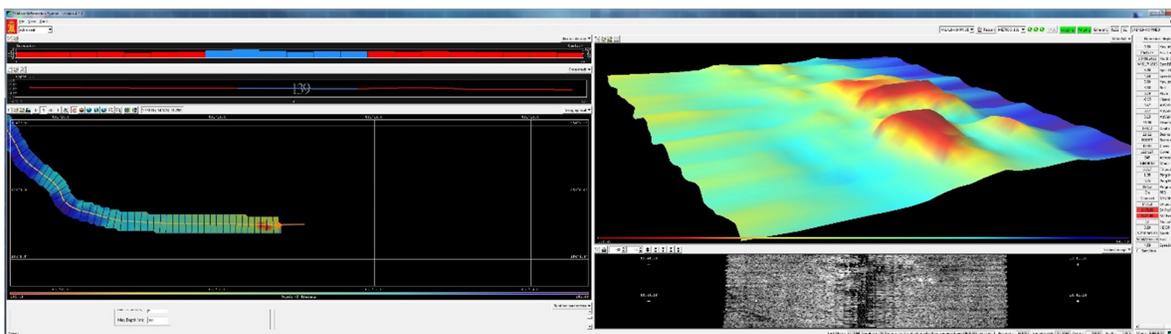


Figura 16.4: Imagen obtenida con la ecosonda multihaz ME70 en modo batimétrico (**ME70-BO**) durante la campaña VA-14/18, mostrando características del lecho marino durante la búsqueda de fondos seguros para el arrastre con la red de fondo Engel.



Finalmente, cabe destacarse el empleo del sistema de sensores acústicos de monitoreo de redes **SIMRAD PX**, monitoreados en tiempo real durante los arrastres con el software **SIMRAD TV80** (Fig. 16.5) a partir de las señales detectadas con los hidrófonos localizados en la popa de la quilla retráctil. Estos sensores proveyeron información de la apertura vertical de la red (ojo de red o *trawley*), así como de la distancia entre portones y geometría horizontal de la red y posición de los portones (sensores PX).

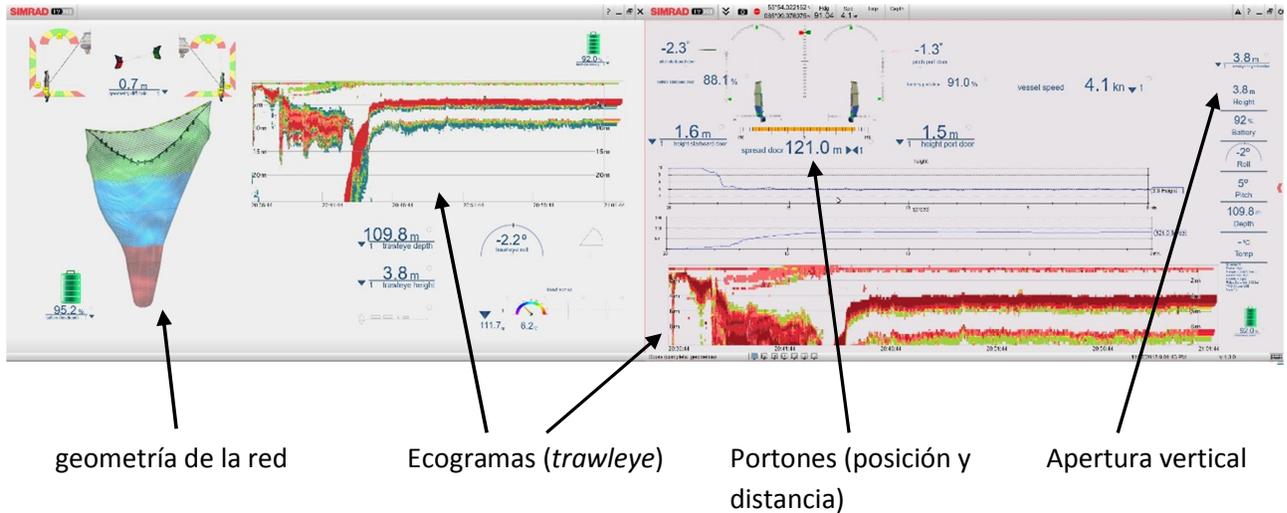


Figura 16.5: Sistema de monitoreo de sensores acústicos para monitoreo de redes **SIMRAD TV80**, a partir de las señales originadas en los sensores PX.

16.3. Referencias

- Foote KG, Stanton TK. 2000. Acoustical methods. In: Harris, R.P., Wiebe, P.H., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley, M. (Eds.), ICES Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, Boston, pp. 223–258.
- Simmonds EJ, MacLennan DN. 2006. Fisheries Acoustics. Theory and practice. 2nd edition. Blackwell, Oxford. 437 pp.
- Parrish JK. 2004. Acoustics in the New Century: Behaviour, Ecology, and Ecosystem Science. ICES Annual Science Conference, Vigo, España.



Anexo I. Personal científico técnico a bordo en la campaña VA 1418.

| | Nombre | Actividad | Institución |
|----|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | Gustavo Álvarez Colombo | Jefe científico/Acústica | INIDEP |
| 2 | Mariano Díez | Coordinación/Acústica | CADIC-CONICET |
| 3 | Eloísa Giménez | Peces | CADIC-CONICET |
| 4 | Ezequiel Mabragaña | Peces | IIMyC-CONICET-UNMdP |
| 5 | Martín Vázquez | Peces | IIMyC-CONICET-UNMdP |
| 6 | Natalia Ruocco | Peces | INIDEP |
| 7 | Francisco Zumpano | Peces | INIDEP |
| 8 | Beatriz Elena | Peces | INIDEP |
| 9 | Mariano Albano | Bentos | CADIC-CONICET |
| 10 | Ignacio Chiesa | Bentos/Microplásticos | CADIC-CONICET |
| 11 | Cintia Fraysse | Bentos | Univ. Maimónides-CONICET |
| 12 | Nicolás Fioramonti | Zooplankton/Bentos | CADIC-CONICET |
| 13 | Luciano Padovani | Zooplankton | INIDEP |
| 14 | Daniel Acevedo | Operaciones | INIDEP |
| 15 | Ezequiel Cozzolino | Sistemas | INIDEP |
| 16 | Alvaro Cubiella | Oceanografía | INIDEP |