

# **CAMPAÑA DE OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA AL AGUJERO AZUL**

**Código: VA – 2021/08**

Eduardo M. Acha

## **Resumen**

Entre los días 20 de noviembre y 9 de diciembre de 2021 se llevó a cabo una campaña al Agujero Azul, área geográfica prioritaria de la Iniciativa Pampa Azul, en el BIP Víctor Angelescu, perteneciente al INIDEP. La campaña estuvo dirigida a estudiar el ecosistema en el período de primavera. En esta campaña se realizaron 32 estaciones para la toma de muestras y mediciones en la plataforma y talud continental entre 44° y 47°S, y la toma continua de datos oceanográficos y acústicos a lo largo de la derrota.





# **Campaña de Oceanografía Biológica al Agujero Azul**

Eduardo M. Acha

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (UNMdP-CONICET)  
Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero

**Nombre del Buque:** Víctor Angelescu - VA

**Código:** VA 2021/08

## **Resumen**

Entre los días 20 de noviembre y 9 de diciembre de 2021 se llevó a cabo una campaña al Agujero Azul, área geográfica prioritaria de la Iniciativa Pampa Azul, en el BIP Víctor Angelescu, perteneciente al INIDEP, estuvo dirigida a estudiar el ecosistema en el período de primavera. En esta campaña se realizaron 32 estaciones para la toma de muestras y mediciones en la plataforma y talud continental entre 44° y 47°S, y la toma continua de datos oceanográficos y acústicos a lo largo de la derrota.

## **Palabras Clave**

Oceanografía física, oceanografía química, plancton microbiano, zooplancton, bentos, peces

## **Objetivos principales**

- Identificar los componentes de las comunidades biológicas (diversidad).
- Evaluar su abundancia, tasa de producción primaria fitoplanctónica, e interacciones tróficas; y los determinantes físicos, químicos y biológicos que modulan la estructura de esas comunidades.
- Investigar de qué modo la producción pesquera es afectada –y afecta - estos procesos.
- Evaluar de qué manera la variabilidad ambiental (estacional; interanual; asociada al cambio climático) se transmite al componente biológico del ecosistema.

## **Objetivos específicos**

- Toma de datos oceanográficos.
- Toma de muestras de agua para análisis de plancton microbiano, microplásticos e isótopos estables de C y N.
- Toma de muestras de fitoplancton y zooplancton.
- Toma de muestras de peces demersales y batipelágicos.
- Toma de muestras del bentos infaunal y sedimentos.
- Toma de datos hidroacústicos.



## Desarrollo de la campaña

**Puerto, fecha y hora de zarpada:** Mar del Plata, 20 de noviembre al mediodía Puerto, fecha y hora de arribo: Mar del Plata, 9 de diciembre, 8 horas.

**Duración en días:** 20 días.

**Condiciones hidro-meteorológicas durante la campaña:** en general muy buenas.

**Situaciones notables que modificaron el desarrollo de la campaña:** no hubo.

**Tripulación:**

| APELLIDO y NOMBRE        | INSTITUCIÓN  | ROL              | TAREA A BORDO                |
|--------------------------|--------------|------------------|------------------------------|
| ACHA, Eduardo Marcelo    | IIMyC-INIDEP | Investigador     | Jefe Científico              |
| CABREIRA, Ariel          | INIDEP       | Investigador     | Hidroacústica                |
| GAITAN, Esteban          | INIDEP       | Investigador     | Tramas tróficas              |
| CEPEDA, Georgina         | IIMyC-INIDEP | Investigadora    | Zooplankton                  |
| ACEVEDO, Daniel          | INIDEP       | Investigador     | Operaciones                  |
| CUBIELLA, Álvaro         | INIDEP       | Investigador     | Oceanografía Física          |
| FENCO, Harold            | INIDEP       | Investigador     | Oceanografía Física          |
| RUOCCO, Natalia          | INIDEP       | Investigadora    | Biología Pesquera de Peces   |
| ÁLVAREZ, Cecilia Diamela | IIMyC-INIDEP | Becaria doctoral | Biología Pesquera de Peces   |
| RAMÍREZ, Fernando J.     | IADO         | Becario doctoral | Fitoplancton                 |
| GARZÓN CARDONA, John     | IADO         | Investigador     | Biogeoquímica Marina         |
| HOZBOR, Costanza         | INIDEP       | Investigadora    | Clorofila y Bacterioplancton |
| GIBERTO, Diego           | IIMyC-INIDEP | Investigador     | Bentos                       |
| SONVICO, Pablo           | INIDEP       | System Manager   | Informática                  |

## Diseño de la campaña

En los días previos al inicio de la campaña parte de la dotación científica (A. Cubiella y D. Acevedo) alistaron el equipamiento necesario para la maniobra de CTD/roseta y redes de plancton, efectuándose la conexión electromecánica de los equipos.

## Estrategia de toma de datos y muestras

### a. Muestreo en transectas a travesando el gradiente batimétrico

Se dispusieron estaciones en dos transectas orientadas de manera perpendicular a la batimetría, de forma tal de registrar la condición típica de la plataforma continental, cruzar el frente

del talud y alcanzar aguas de la Corriente de Malvinas (o viceversa) (Figura 1). La transecta Sur se localiza en el centro de la región denominada Agujero Azul, la otra, ubicada más al norte permitirá conocer las condiciones en la región aledaña. La separación entre estaciones fue de 18 mn aproximadamente. En estas estaciones se efectuaron muestreos con CTD y roseta; red de fitoplancton; MultiRed y box-corer (este último hasta una profundidad de 1500 por limitaciones de cable). Además, se efectuaron lances de pesca de fondo hasta una profundidad máxima de 740m, a lo largo de la transecta sur.

#### **b. Muestreo complementario con lances de pesca de arrastre de fondo**

A los efectos de estudiar la diversidad íctica de la zona de plataforma del Agujero Azul, además de los 5 lances de pesca de fondo de la transecta sur, se realizaron 9 lances tratando de cubrir de modo más o menos homogéneo el AA. Conjuntamente con estos lances se efectuaron estaciones de CTD y roseta, y en algunos, de box-corer. Para la ejecución de todos los lances, ya sean los de la transecta o los otros, se hizo previamente una inspección de los fondos con la ecosonda, en busca de sitios llanos, aptos para un arrastre de fondo (“canchas”).

#### **c. Muestreo en zigzag del dominio mesopelágico**

En la región del talud, aguas afuera de la plataforma, se realizaron estaciones para muestrear la fauna pelágica. Se empleó la ecosonda operando en 6 frecuencias para la detección de peces pelágicos y de zooplancton. Con el propósito de identificar estas especies se realizaron lances empleando una red de media agua para los peces, y una red RMT (rectangular midwater trawl) para el macrozooplancton. Las estaciones se ubicaron en la parte más oriental de las transectas, y a lo largo de una derrota en zigzag entre ambas (ver derrotero en la Figura 9).

#### **d. Muestreo de las migraciones verticales en estación fija**

Sobre una de las marcas acústicas más intensa se realizó un muestreo de 24 hs a los efectos de documentar el ciclo diario de migración vertical de las especies mesopelágicas. La profundidad del

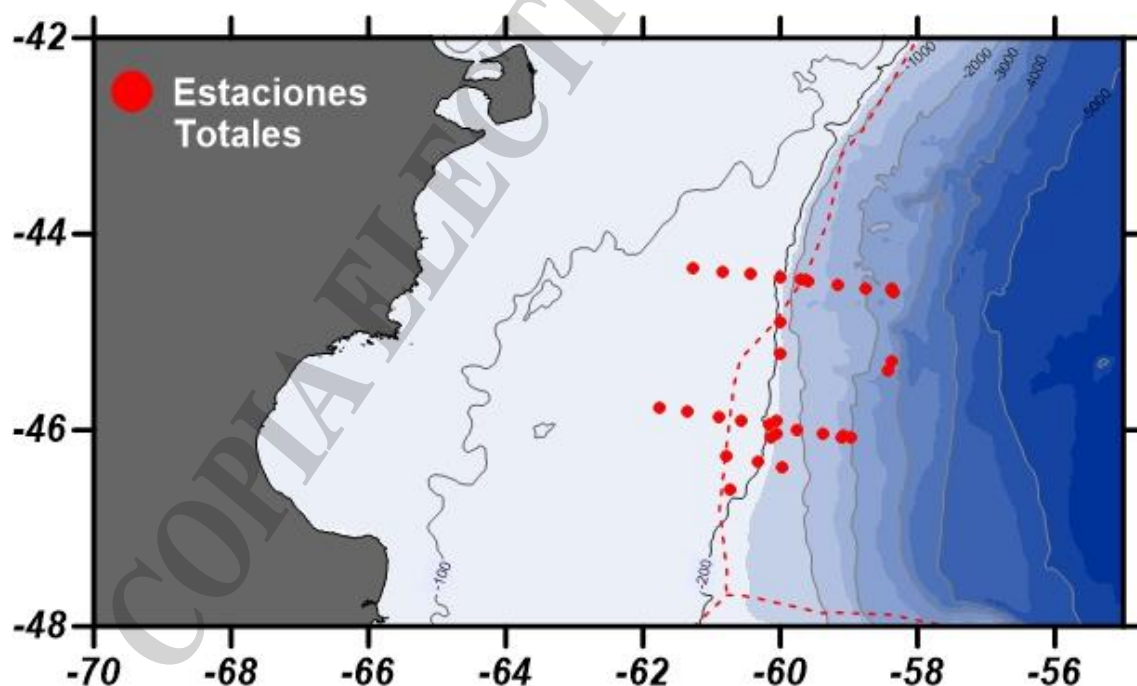


**Figura 1:** Mapa general mostrando la distribución de estaciones de la campaña VA-08/21

sitio elegido fue de 1700 m. Las capas atribuibles a peces mesopelágicos se localizaron a 500-600 m de profundidad en las horas diurnas. Conforme anochece, las capas migran hasta 20-40 m y permanecen a esa profundidad durante la noche, volviéndolas vulnerables a la red de pesca de este barco. Se efectuaron entonces arrastres con la red de media agua sobre las marcas, y se operó una red para macroplankton (RMT) sobre el mismo trayecto realizado por la red de media agua, con el propósito de capturar las presas de estos peces.

### Toma de datos y muestras de agua con el sistema CTD/roseta

Se realizaron 25 estaciones oceanográficas (Tabla 2; Figura 2), y se hicieron mediciones continuas a lo largo de la derrota del buque empleando un termosalinógrafo, un fluorómetro y una estación meteorológica. Se tomaron muestras de agua con las botellas oceanográficas en superficie y cerca del fondo para la corrección de salinidad. Las estaciones CTD se realizaron hasta el fondo, cerrándose botellas a lo largo del perfil. Se colectaron también muestras de agua para otros grupos de investigación a diferentes profundidades, utilizando diversos criterios (véase más abajo).

Se utilizó un sistema CTD/Roseta marca SeaBird, modelo SBE 9, equipada con 12 botellas Niskin de 8 litros cada una. Se configuró con sensores de temperatura y conductividad principales y secundarios, con sus respectivas bombas para obtener flujo de circulación de agua constante, registrando datos con una frecuencia de muestreo de 24 Hz. Además, se instaló un sensor auxiliar de fluorimetría, un sensor de oxígeno, y un sensor acústico para medir distancia al fondo. En las estaciones 687 a la 692 se adicionó un sensor PAR (para más detalles ver Anexo 1).

Con el objeto de calibrar los datos del oxímetro, se tomaron muestras de agua en 7 estaciones en las que la profundidad superó los 500 m. Las profundidades de toma de muestras (4 por estación) fueron elegidas teniendo en cuenta que los valores de salinidad se mantuvieran estables. El oxígeno disuelto se cuantificó por el método de Winkler. Los datos del fluorómetro serán calibrados a partir de la determinación de clorofila en las muestras de agua colectadas.

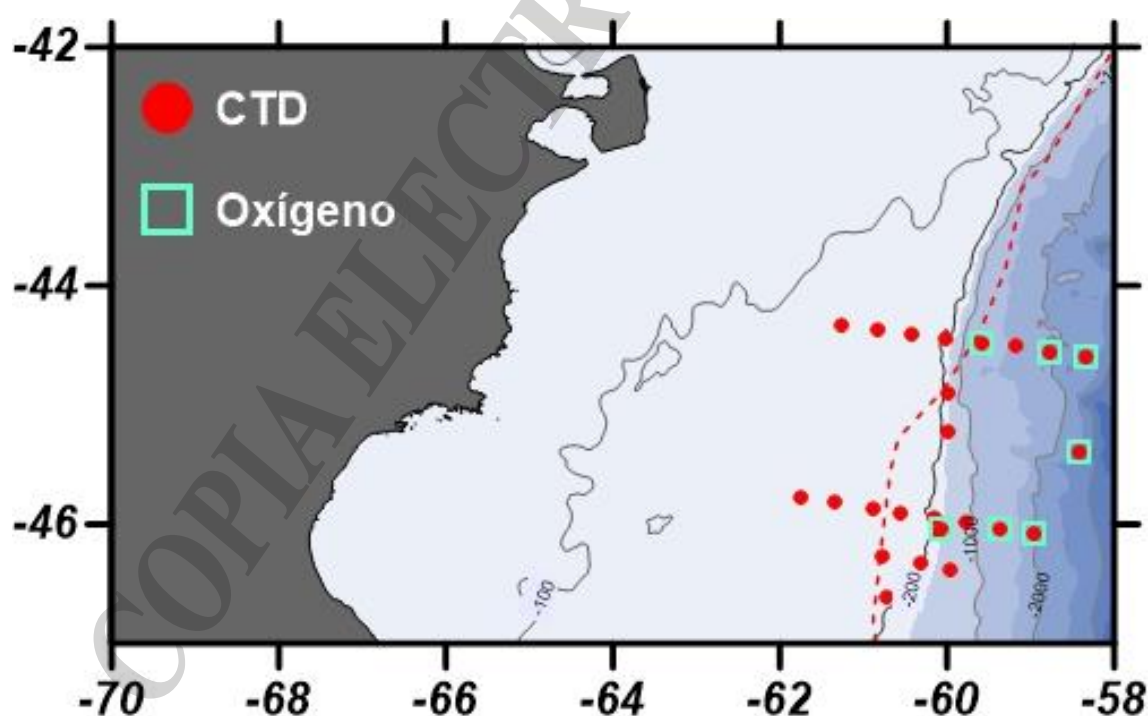


**Figura 2:** Distribución de las estaciones de CTD+roseta y toma de muestras para oxígeno.

## Toma de muestras para determinación de clorofila, pigmentos, fitoplancton, bacterioplancton y microplásticos

Las muestras de agua fueron tomadas del sistema CTD-roseta a diferentes profundidades, en un total de 21 estaciones oceanográficas, y del sistema de toma continua del buque en 8 estaciones (Tabla 2; Figuras 3 y 4). La selección de las profundidades se realizó de acuerdo a la forma del perfil de fluorescencia. Una de las muestras se tomó a 5 metros de la superficie; otra a la profundidad del máximo de fluorescencia; otra inmediatamente por debajo del mismo y la última a 5 metros del fondo.

Las muestras colectadas serán empleadas en las estimaciones de las siguientes variables: 1) Concentraciones de Clorofila\_a Total y Clorofila\_a correspondiente a la fracción menor a  $5\mu\text{m}$ ; 2) Identificación y abundancia de las comunidades fitoplanctónicas, 3) análisis de la composición pigmentaria utilizando un cromatógrafo líquido de alta performance (HPLC), 4) Estimación de la abundancia del bacterioplancton, 5) Identificación y abundancia de microplásticos y 6) Estudio de diversidad bacteriana asociada a microplásticos (plástifera) (para más detalles ver Anexo 2).

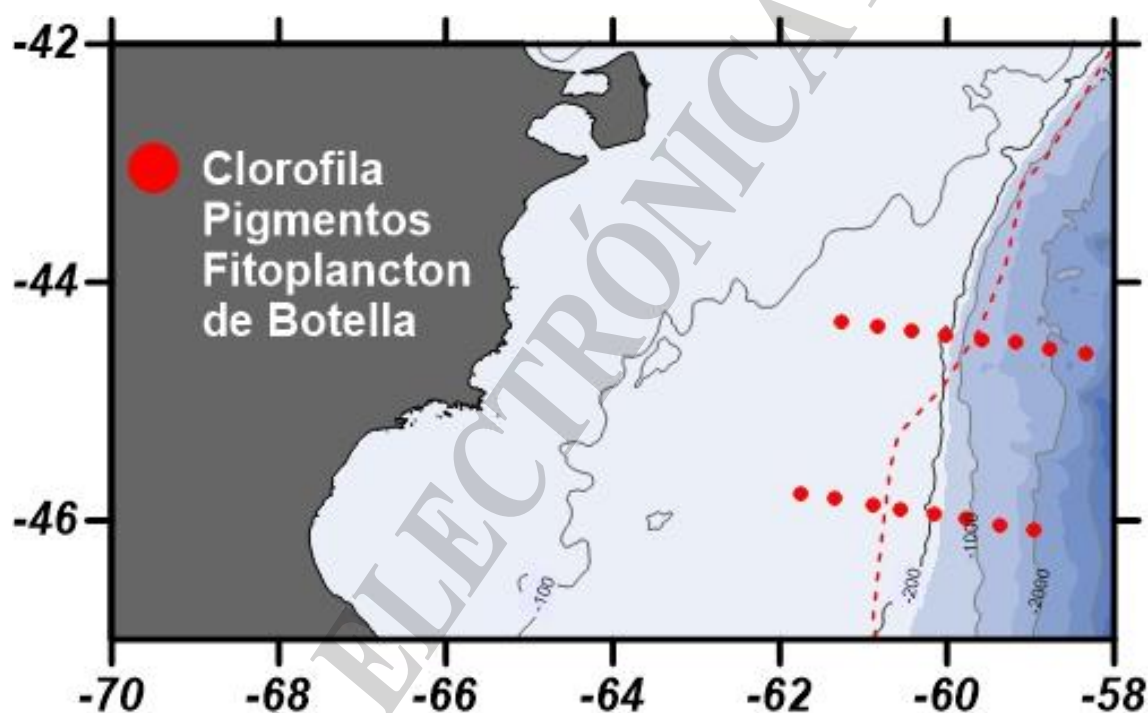


**Figura 3:** Distribución de las estaciones con toma de muestras para clorofila, otros pigmentos y fitoplancton.

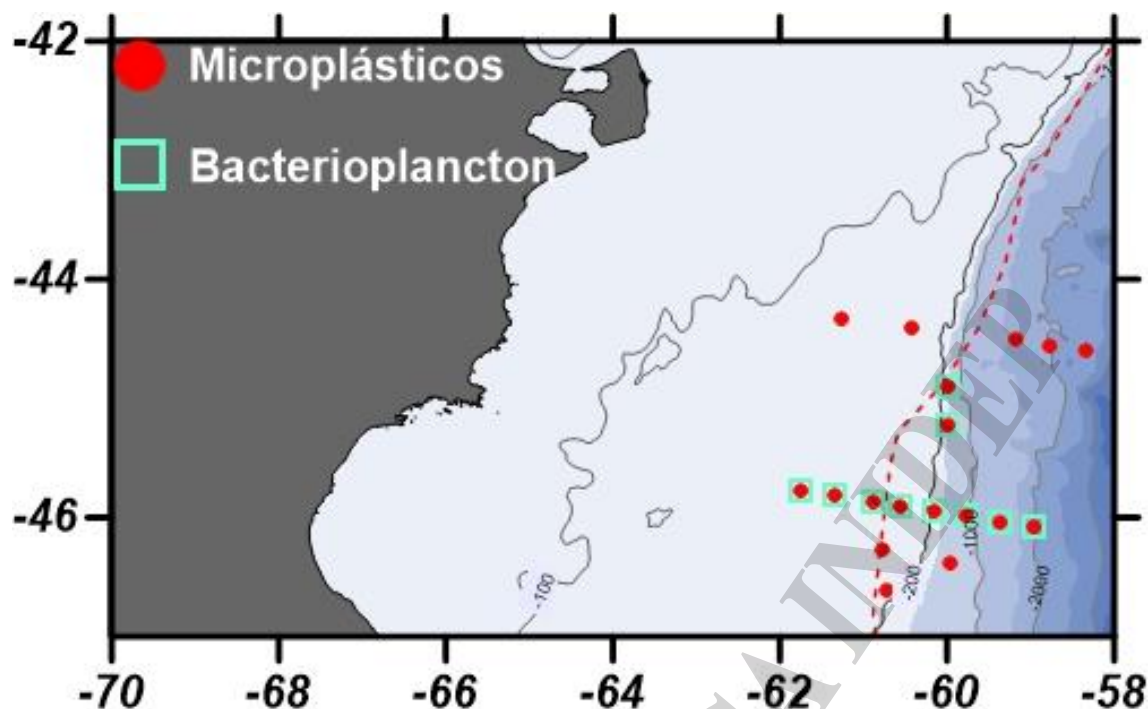


**Figura 4:** Distribución de las estaciones con toma de muestras para bacterioplancton y microplásticos.

#### Toma de muestras para biogeoquímica y fitoplancton de red

*Muestras de agua para estudiar procesos de producción y transformación biogeoquímica de la materia orgánica.*

Las muestras de agua fueron tomadas del sistema CTD-roseta a diferentes profundidades, en un total de 23 estaciones oceanográficas (Tabla 2; Figura 5). Las profundidades de muestreo se seleccionaron de acuerdo a las condiciones de mezcla, máximo de fluorescencia asociada a la clorofila o estratificación de la columna de agua.

Las muestras se filtraron a través de filtros de fibra de vidrio de 0,7  $\mu\text{m}$  de tamaño de poro (pre-calcinados a 450°C por 5 h). El material retenido en el filtro (fracción particulada) fue almacenado en:

- sobres de aluminio para análisis de pigmentos fotosintéticos (clorofila a y feopigmentos),
- cajas de Petri para análisis de 1) carbono/nitrógeno orgánico (POC/PON), 2) carbohidratos y 3) proteínas.

El filtrado (fracción disuelta) fue dividido en 5 alícuotas y almacenado en tubos de vidrio de 10 mL (pre-calcinados a 450 °C durante 5 h) y botellas de polietileno de alta densidad (previamente lavadas con HCl 10%). En los tubos de vidrio se colectaron muestras para el análisis de:

- aminoácidos.
- carbohidratos.
- carbono/nitrógeno orgánico disuelto (DOC/DON).
- propiedades ópticas (FDOM-CDOM, matrices de excitación/emisión, fluorescencia sincrónica 3D y absorbancia)

En botellas de alta densidad:

- nutrientes inorgánicos.

Las muestras de ambas fracciones, particulada y disuelta, se almacenaron a -20°C hasta su análisis en el laboratorio.



Por otra parte, en crioviales de 2 y 3 mL se fijaron muestras con glutaraldehído al 25% y congeladas a  $-80^{\circ}\text{C}$  en ultrafreezer para la posterior cuantificación de Virus/Bacterias y Pico/Nanoplancton, por medio de citometría de flujo (para más detalles ver Anexo 3).

*Muestras de red: análisis taxonómicos de fitoplancton y análisis de toxinas paralizantes y diarreicas de moluscos.*

Se colectaron muestras con una red de fitoplancton de 13 cm de ancho de boca y 20  $\mu\text{m}$  tamaño de poro en 17 estaciones, efectuando en cada una 3 lances verticales con 50 m de cabo. El agua con los organismos concentrados se llevó a 1 litro con agua de mar filtrada, y de este volumen se extrajeron dos alícuotas de 100 ml cada una, que fueron fijadas con formol 2% y conservadas en oscuridad y a temperatura ambiente para la identificación taxonómica de especies de fitoplancton presente, bajo microscopio invertido.

Los 800 ml restantes fueron tamizados sucesivamente por 250  $\mu\text{m}$  y por 20  $\mu\text{m}$ , y la fracción retenida en cada tamiz fue resuspendida con piseta en 45 ml de agua de mar filtrada (0,2  $\mu\text{m}$ ) y luego dividida en 4 fracciones. Una fracción de 15 ml fue fijada con lugol acético 1% y conservada en oscuridad y a temperatura ambiente para recuentos de las especies productoras de toxinas; otras 3 alícuotas de 10 ml fueron centrifugadas en tubos de ensayo a 4000 RPM durante 10 minutos. Cada pellet formado fue resuspendido en 1,5 ml de agua de mar filtrada en un criovial, y centrifugado nuevamente a 14.000 RPM por 10 minutos. El sobrenadante fue descartado, y los pellets con las células fitoplanctónicas concentradas fueron conservados a  $-80^{\circ}\text{C}$  en ultrafreezer, para la cuantificación de Toxinas Paralizantes de Moluscos (TPM), Toxinas Diarreicas de Moluscos (TDM) y análisis del ADN asociado, en las dos fracciones celulares: mayores a 250  $\mu\text{m}$  y a 20  $\mu\text{m}$ .

*Muestras de botella: análisis cuantitativos de plancton microbiano y análisis de azaspirácidos.*

En las 16 estaciones de las transectas, junto con una estación de pesca con red de media agua, se colectaron 9 litros de agua a nivel subsuperficial (5 m de profundidad) con botella Niskin. También se colectaron otros 9 litros de agua en la profundidad del máximo de fluorescencia (por ej. picos mayores a 5  $\mu\text{m}$  por litro). Se separaron 250 ml de agua subsuperficial, que fueron tamizados por 250  $\mu\text{m}$  para eliminar el zooplancton presente, y conservados en heladera para realizar aislamientos y cultivos de células algales vivas. Se tomaron otras dos alícuotas de 250 ml, que fueron fijadas, una con lugol al 1% y otra con formol al 2%, para la cuantificación de las especies de fitoplancton, tanto para agua subsuperficial, como para la profundidad del máximo de fluorescencia.

Los 8 litros de agua restantes fueron tamizados por 20  $\mu\text{m}$ , y luego filtrados en dos partes (4 litros y 4 litros, en filtros separados) con filtros de policarbonato de 5  $\mu\text{m}$ , que fueron conservados en sobres de aluminio a  $-80^{\circ}\text{C}$  para la posterior cuantificación de azaspirácidos (AZAs) y análisis del ADN asociado.

Adicionalmente, en 6 estaciones de pesca de arrastre y CTD, se tomaron muestras con red de fitoplancton y de botella a nivel subsuperficial, que fueron fijadas respectivamente con formol 2% y con lugol 1%, para realizar la identificación taxonómica y la cuantificación de las especies de fitoplancton presentes (Tabla 2; Figura 5, para más detalles ver Anexo 4).

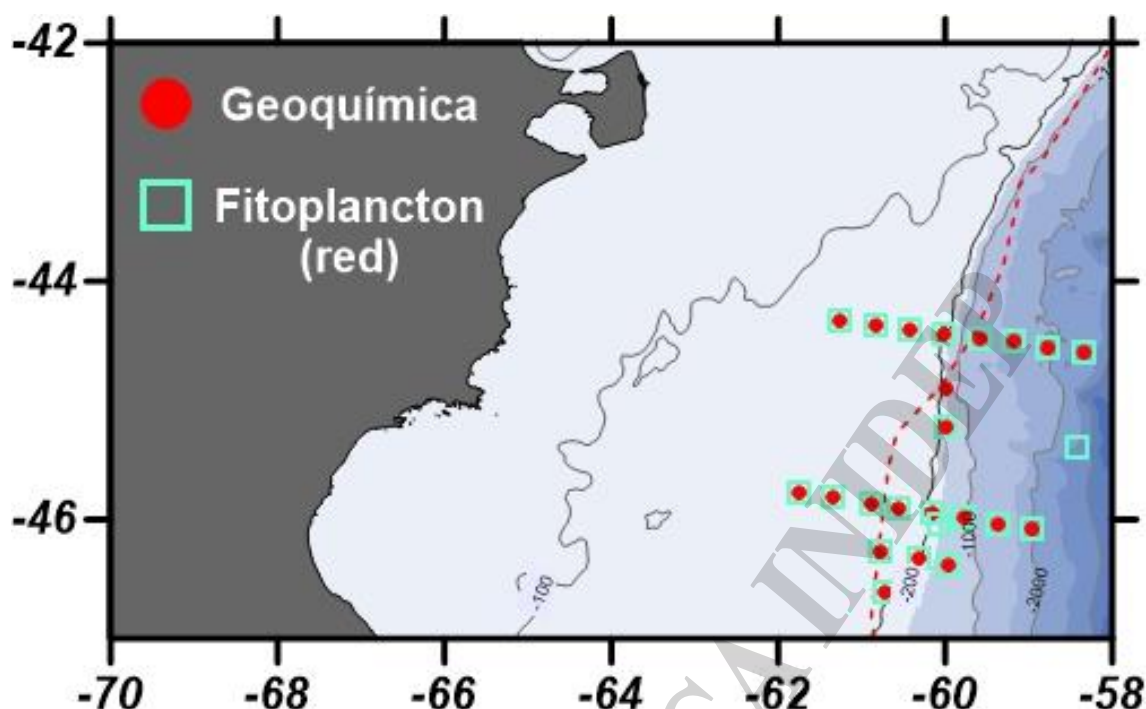


**Figura 5:** Distribución de las estaciones con toma de muestras para fitoplancton de red y geoquímica.

### Toma de muestras de zooplancton

Las muestras de zooplancton fueron tomadas empleando una MultiRed HydroBios Modelo Midi, con una boca de 0,5 x 0,5 m; un flujómetro digital interno y otro externo; sensor de profundidad y hasta 5 redes que pueden ser abiertas y cerradas a diferentes profundidades durante el lance. El equipo fue armado inicialmente con 4 redes de 67µm de apertura de malla, y colectores blandos, pero debido a la ruptura de algunas mallas, el muestreo de la sección sur se finalizó con 3 redes, mientras que el de la sección norte finalizó con 2. La profundidad máxima de arrastre fueron 100m. La red fue operada empleando el arco de popa. Los estratos de muestreo fueron definidos a partir de la estructura de la columna de agua, tomado en cuenta cambios acentuados de la temperatura y/o salinidad (espesor de la capa de mezcla, profundidad de la termoclina, etc.) y el perfil de fluorescencia (ej. profundidad del máximo de fluorescencia). La MultiRed fue bajada en cada estación hasta la máxima profundidad de muestreo con todas sus mallas plegadas. A partir de esta profundidad comenzó a cobrarse el equipo abriendo las diferentes mallas en los estratos de muestreo definidos. La velocidad de arrastre se mantuvo entre 2 y 2,5 nudos. Se procuró alcanzar en cada estrato entre 75 y 100 m<sup>3</sup> de agua filtrada. Una vez finalizado el arrastre y con el equipo seguro en cubierta, se procedió a lavar las redes con la manguera de agua de mar para arrastrar todos los organismos al colector. En el laboratorio se procedió a hacer un examen preliminar de la muestra y observar los organismos dominantes. Este examen permitió identificar copépodos adultos de los órdenes Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida, y sus estadios inmaduros (copepoditos, nauplii y huevos), anfípodos, eufáusidos, quetognatos, pterópodos y ostrácodos. Se realizaron en total 15 estaciones de MultiRed (Tabla 2; Figura 6).

En las estaciones en que se efectuaron lances de pesca con red de media agua (véase más abajo), se tomaron muestras de macrozooplancton, empleando una red RMT (*rectangular midwater trawl*), con un tamaño efectivo de boca de 1 x 1 m (Tabla 2; Figura 6). La RMT, equipada con malla de 1000µ, sensor de profundidad y flujómetro mecánico, se operó sobre el mismo trayecto que la red de media agua, pero en sentido contrario (dando el buque un giro de 180°) a los efectos de capturar

los componentes mayores del zooplancton de los que presumiblemente se alimentan los peces pelágicos. El rango de profundidad muestreado fue 0-50 m, utilizándose la misma maniobra que para la MultiRed. La velocidad de arrastre fue de 3 nudos, todas estas estaciones fueron nocturnas.

Una vez finalizado cada arrastre, se lavó la red en cubierta con la manguera de agua de mar para arrastrar todos los organismos al colector. El examen preliminar en el laboratorio permitió determinar que los copépodos de la familia Rhincalanidae fueron el componente dominante. En menor proporción se hallaron anfípodos de la especie *Themisto gaudichaudii*, larvas de eufaúsidos, salpas, larvas de peces y pterópodos gimnosomados.

Adicionalmente, de cada muestra colectada se separaron a bordo copépodos, anfípodos y eufaúsidos que fueron enjuagados con agua destilada y almacenados en crioviales en ultrafreezer a -80°C, para realizar posteriores estudios de ácidos grasos como marcadores de interacciones tróficas. Las muestras fueron fijadas con formol buffer al 4% en agua de mar, rotuladas y acondicionadas para su posterior estudio en laboratorio (para más detalles ver Anexo 5).

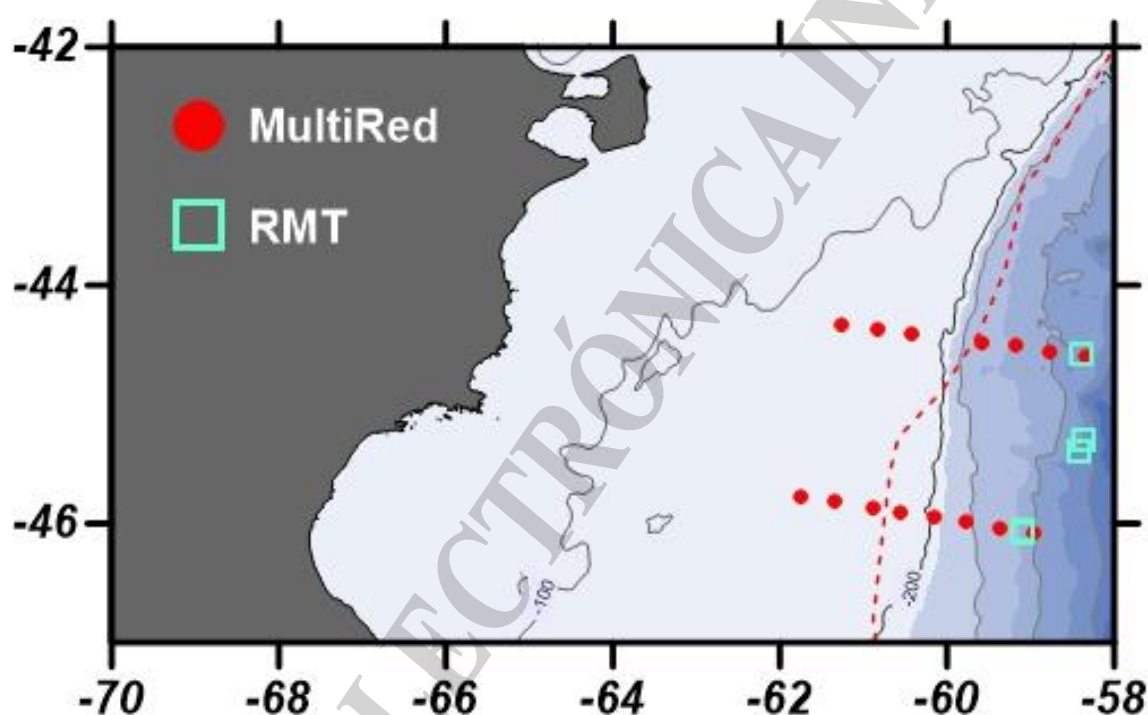


**Figura 6:** Distribución de las estaciones con toma de muestras de zooplancton.

### Toma de muestras de bentos

Se realizaron dos actividades diferentes durante la campaña, que apuntaron a caracterizar la fauna bentónica epifaunal e infaunal. Con respecto a la primera actividad, se realizó una caracterización de las comunidades bentónicas colectadas como *by-catch* durante los arrastres de pesca de fondo. En cada arrastre se procedió a registrar la captura total del bentos y luego se identificó la fauna obtenida hasta la menor categoría taxonómica posible (se llevan varios ejemplares para su posterior identificación en el laboratorio). Se contabilizaron y pesaron las especies obtenidas, obteniéndose una matriz de especies por estación, tanto en términos de abundancia como de biomasa por milla náutica cuadrada (se realizaron las conversiones pertinentes mediante los datos obtenidos durante la maniobra pesquera). Se identificó la fauna de un total de 12 lances de pesca (para más detalles ver Anexo 6).

Por otra parte, las comunidades bentónicas infaunales fueron muestreadas mediante una Box-Corer ( $0,01 \text{ m}^2$ ) siguiendo un gradiente de profundidad (15 estaciones de muestreo) (Tabla 2; Figura 7). Algunas estaciones de muestreo no se pudieron llevar a cabo debido a las condiciones climáticas de la zona. En la transecta sur se realizaron dos muestreos con box-corer por estación, tomándose de la segunda muestra dos submuestras para estudios de secuestro de carbono, así como también una muestra de sedimentos para estudios de isótopos estables. Las muestras extraídas para el análisis de la infauna fueron tamizadas ( $500 \mu\text{m}$ ) y fijadas a bordo en formol al 5%. Se colectaron también muestras de sedimento para caracterizar el tipo de fondo y su contenido en materia orgánica (se conservaron congeladas para su posterior análisis) (para más detalles ver Anexo 6).

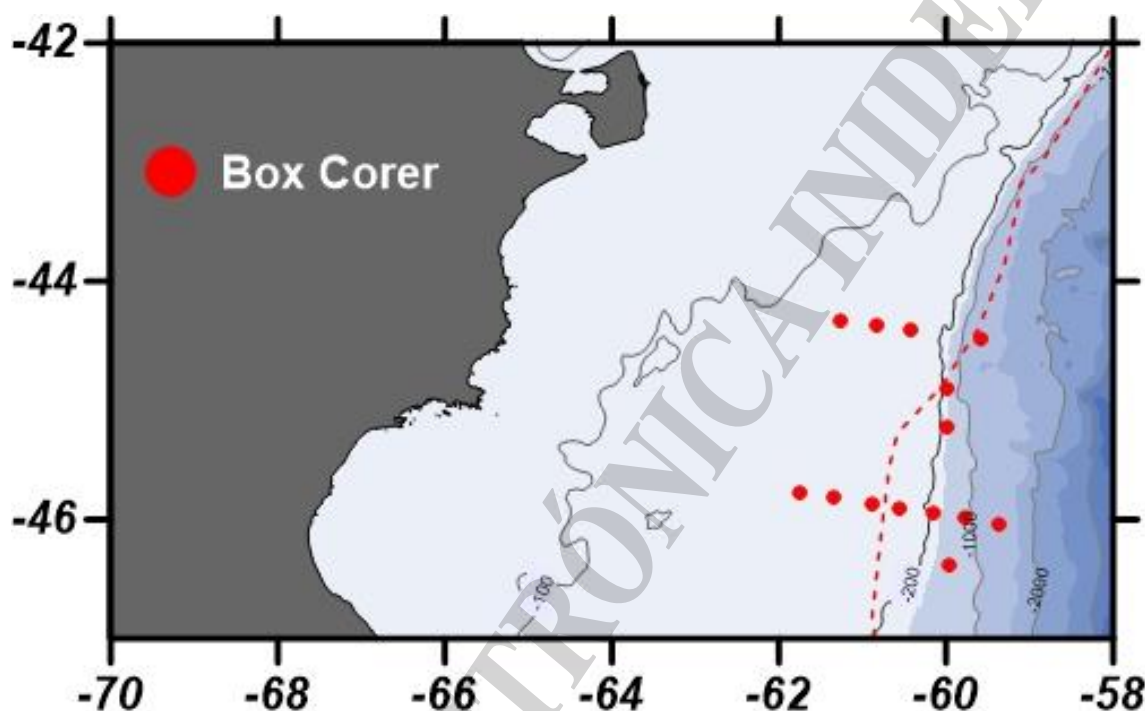


**Figura 7:** Distribución de las estaciones con toma de muestras de bentos infaunal.

#### **Pesca con red de arrastre de fondo y con red de media agua**

Se efectuaron 14 lances de pesca de fondo con una red Engel, provista de un sobrecopo de 25 mm. La apertura aproximada de esta red fue de 5,5 m en la vertical y 45 m en la horizontal. La red estuvo equipada con *rockhopper*, para operar sobre fondos irregulares; no obstante, antes de cada lance, se recorrió el área para identificar mediante la ecosonda fondos llanos, adecuados para efectuar los arrastres de fondo (“*canchas*”). Estos lances se realizaron en un rango de profundidades de 113 a 732 m (Figura 8).

Se efectuaron también 8 lances empleando una red de media agua de 6 x 6 m de apertura, con un sobrecopo de 15 mm. Esta red se operó solamente en la región más profunda, aguas afuera del talud, y allí donde se detectaron marcas acústicas indicativas de concentraciones de peces pelágicos (“*pesca a la marca*”). El principal objetivo de esta actividad fue la captura de mictófidos y fauna acompañante. Dado que estas especies durante el día se encuentran a profundidades de 500-600 m, por fuera del alcance del equipo, estos lances fueron nocturnos, cuando las especies ascienden hasta unos 30-50 m de profundidad (Figura 8).

Las especies capturadas por ambas redes fueron identificadas (o fotografiadas y congeladas para su posterior identificación), pesadas y medidas (para más detalles ver Anexo 7).

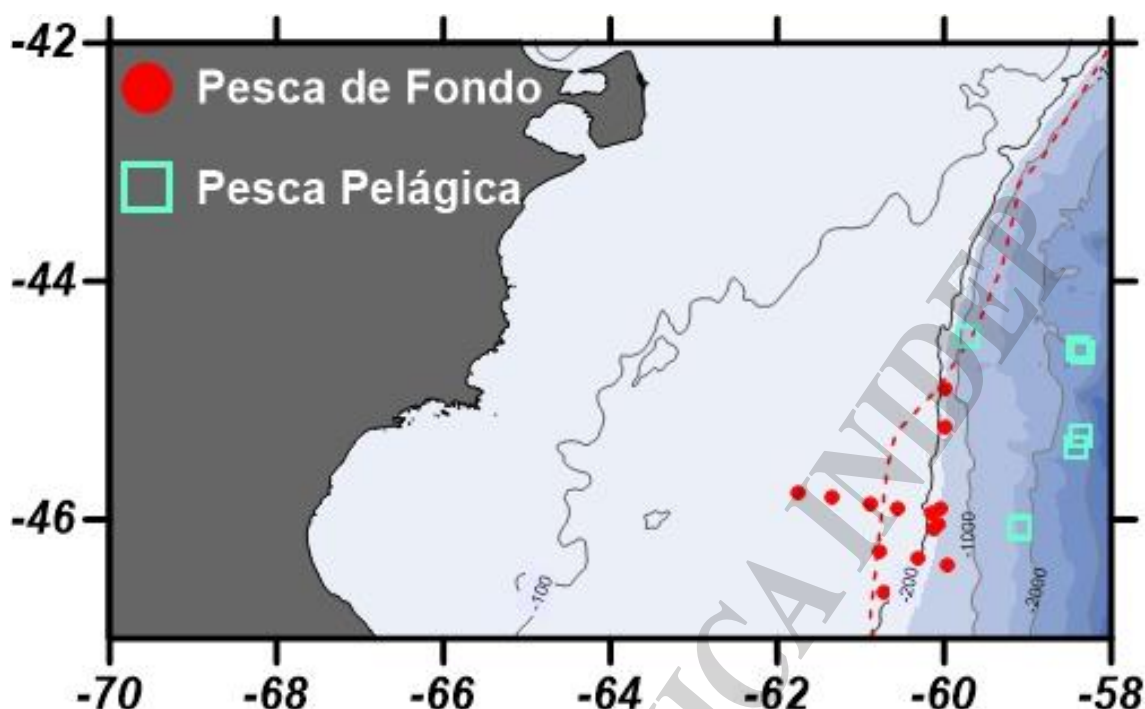


**Figura 8:** Distribución de lances de pesca.

### Toma de muestras para la determinación de isótopos estables de Carbono y Nitrógeno

Se tomaron muestras de materia orgánica en suspensión (MOS), sedimento, de los principales componentes del zooplancton y de diversas especies de invertebrados bentónicos y peces.

Las muestras de MOS se obtuvieron a través de la colecta de agua por medio de botellas Niskin ubicadas en una roseta oceanográfica. Las muestras se obtuvieron en todas las estaciones en que se efectuó el CTD en las transectas ( $n=16$ ), y en la mayoría de las estaciones por fuera de las mismas ( $n=8$ ), en ambos casos a tres profundidades distintas (Tabla 2; Figura 2). Las profundidades seleccionadas fueron 5 m (superficie), en el máximo de fluorescencia y en la máxima profundidad alcanzada por el CTD (fondo). Una vez en cubierta, el agua obtenida se pre-filtró con una malla de  $67\ \mu\text{m}$  para eliminar la mayoría de los componentes zooplanctónicos, y mediante un tren de filtrado y una bomba de vacío, se concentró la MOS en un filtro de fibra de vidrio de  $0.47\ \mu\text{m}$  previamente muflado. El volumen filtrado en cada estación y profundidad varió entre 2 y 10 litros dependiendo de la cantidad de MOS retenida en el filtro. Luego los filtros fueron puestos a secar ( $60^\circ\text{C}$  durante 72 hs) en estufa, y mantenidos en lugar seco hasta su análisis.

El sedimento se obtuvo en algunas estaciones, con profundidades menores a 1500 m, en las que se utilizó el BoxCorer. Una vez en cubierta y luego de volcar la muestra en un cajón se separó aproximadamente 1/4 kg de sedimento para ser procesado luego.

Las muestras de zooplancton se obtuvieron de la MultiRed. Previo examen visual de las muestras, se procedió a separar de la misma los componentes más abundantes a fin de caracterizar la trama trófica en cada uno de los sectores de estudio (plataforma, frente de talud y aguas oceánicas). En el caso del macrozooplancton (anfípodos, eufaúsidos, organismos gelatinosos) se separaron directamente de la muestra, mientras que cuando se verificó la presencia de organismos más pequeños, pero en alta cantidad (copépodos, larvas de eufaúsidos), se procedió a utilizar el separador Folsom y destinar la mitad (o un cuarto) de la muestra de un estrato para los análisis isotópicos. De

igual manera se procedió a coleccionar material cuando se utilizó la red RMT en horario nocturno, luego de los lances de pesca dirigidos a mictófididos. En todos los casos el material separado y debidamente rotulado se guardó congelado en freezer hasta su análisis posterior en laboratorio.

Varias especies de peces e invertebrados bentónicos se obtuvieron de la red de arrastre de fondo. En ambos casos se procedió a separar aquellos componentes más abundantes y representativos del sector muestreado. En el caso de los peces, se procedió a medir la talla y extraer un pedazo de musculo de cada ejemplar, mientras que los diversos invertebrados fueron guardados enteros para procesarlos en tierra. Cuando se utilizó la red de media agua se realizó el mismo procedimiento con los peces, y además se coleccionaron organismos pelágicos del macrozooplancton (salpas, medusas, anfípodos) que fueron guardados para identificar y procesar en el laboratorio (para más detalles ver Anexo 8).

### Adquisición de datos hidroacústicos

Se realizó la adquisición de registros acústicos de manera continua (durante las 24 horas del día) utilizando una ecosonda de banda ancha operando en seis frecuencias (18, 38, 70, 120, 200 y 333 kHz). Asimismo, se utilizó una ecosonda multihaz para la obtención de información de la topografía de fondo; esta información se utilizó para detectar sectores adecuados para el arrastre de la red de fondo, evitando de esta manera enganches y consecuentes daños o pérdida de la red utilizada. Mediante sensores de telemetría acústica, se efectuó el monitoreo en tiempo real de la geometría y del desempeño del arte de pesca durante el arrastre. Se utilizó el programa LSSS-MAREC para la visualización y procesamiento de los datos adquiridos.

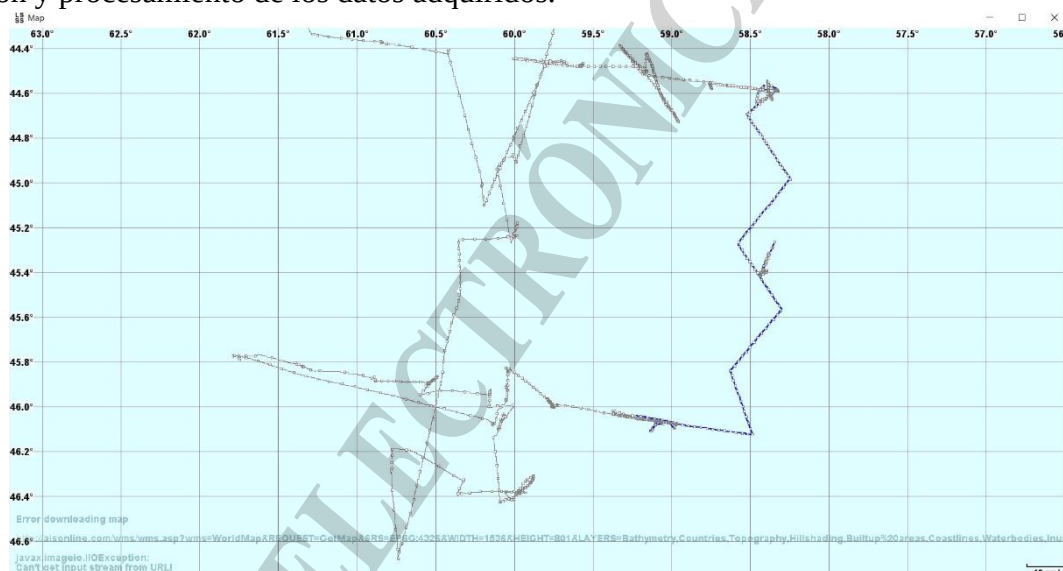


**Figura 9:** Derrotero realizado durante la campaña VA-08/21

La Figura 9 muestra el derrotero realizado durante la campaña, siendo la distancia recorrida total en el área de trabajo de 1250 millas náuticas. El volumen total de información recolectada a partir del instrumental acústico utilizado fue de aproximadamente 1,5 TB.

En aguas del talud continental, se efectuó un estudio de las migraciones verticales diarias (MVD) de capas de dispersión profunda (DSL's), durante tres ciclos de 24 hs. Se observó que dichas capas migraron desde profundidades de 500-600m durante el día, hasta 20-40m durante la noche (ver línea indicativa amarilla). El ascenso entre las dos profundidades señaladas se realizó en el transcurso 3-4 horas (Figura 10). Se realizaron lances identificatorios nocturnos con una red de media agua que permitieron confirmar dicha migración correspondía a peces, mayormente del grupo de los mictófididos (para más detalles ver Anexo 9).

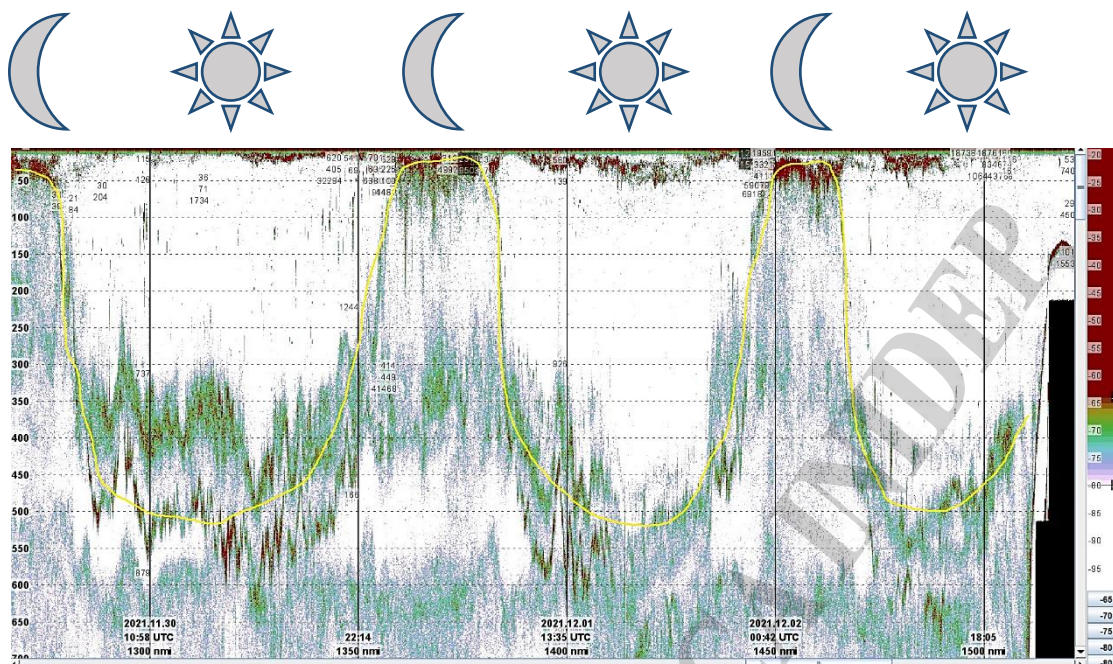


**Figura 10:** Migraciones verticales diarias (MVD) de capas de mictófid, durante tres ciclos de 24 hs. La línea amarilla señala el recorrido de la capa de dispersión.

### Comentarios/Observaciones

El tiempo durante la campaña fue excepcionalmente bueno; no obstante, en 2 oportunidades tuvimos condiciones meteorológicas adversas que impidieron realizar actividades, debiendo el buque permanecer medio día a la capa los días 23 de noviembre y 1 de diciembre.

En la estación general 665 se perdió una botella oceanográfica. El set de botellas contó en todo momento con una faja de seguridad que enlaza las manijas de todas ellas, sin embargo, esta botella se perdió y presumimos que en un golpe se soltó la botella y se despegó su manija, de otro modo, aunque fuese rota, debería haber subido con la roseta.

Se rompieron 3 mallas de plancton de 67  $\mu$ . Aunque la velocidad del buque se mantuvo baja durante el arrastre (2-2.5 nudos), sucediendo lo mismo con la velocidad de virado, en algunas estaciones las redes se colmataron con una sustancia gelatinosa (¿fitoplancton?) que hizo que las mismas se rajaran.

La estación de pesca de fondo más profunda (EG 666, lance 6) fue de 730 m. Aunque las boyas, por catálogo, soportan 800 m, todas estallaron y debieron ser reemplazadas a bordo. A partir de entonces establecimos como límite para estos arrastres 500 m de profundidad.

Durante la noche del 2 al 3 de diciembre navegamos hacia el sur, fuera de la transecta norte, para recuperar una boya de deriva de las liberadas por el Dr. Saraceno a comienzos de setiembre. Aproximadamente a las 6.15 de la mañana del día 3 vimos y recuperamos la boya en latitud -45.011050 S y longitud -60.207370 W. La boya perdió el ancla de capa y derivó a impulsos del viento en lugar de hacerlo empujada por las corrientes. A las 10.15 hs de ese día reiniciamos las actividades en la transecta norte.



| EG  | CTD | Clorofila y pigmentos | Bacterioplancton | Microplásticos | Fito Botella | Fito Red | Geoquímica | Oxígeno | Botellas I.E. | MultiRed | RMT | Box-Corer | Pesca fondo | Pesca pelágica |
|-----|-----|-----------------------|------------------|----------------|--------------|----------|------------|---------|---------------|----------|-----|-----------|-------------|----------------|
| 661 | 1   |                       | 1                | 1              |              |          | 1          |         | 1             |          |     | 1         | 1           |                |
| 662 | 2   |                       | 2                | 2              |              | 1        | 2          |         | 2             |          |     | 2         | 2           |                |
| 663 | 3   |                       |                  | 3              |              | 2        | 3          |         | 3             |          |     |           | 3           |                |
| 664 | 4   |                       |                  | 4              |              | 3        | 4          |         | 4             |          |     |           | 4           |                |
| 665 | 5   |                       |                  |                |              | 4        | 5          |         | 5             |          |     |           | 5           |                |
| 666 | 6   |                       |                  | 5              |              | 5        | 6          |         | 6             |          |     | 3         | 6           |                |
| 667 | 7   |                       |                  |                |              | 6        |            | 1       | 7             |          |     |           | 7           |                |
| 668 | 8   |                       |                  |                |              |          |            |         |               |          |     |           | 8           |                |
| 669 | 9   | 1                     | 3                | 6              | 1            | 7        | 7          |         | 8             | 1        |     | 4         | 9           |                |
| 670 | 10  | 2                     | 4                | 7              | 2            | 8        | 8          |         | 9             | 2        |     | 5         | 10          |                |
| 671 | 11  | 3                     | 5                | 8              | 3            | 9        | 9          |         | 10            | 3        |     | 6         | 11          |                |
| 672 | 12  | 4                     | 6                | 9              | 4            | 10       | 10         |         | 11            | 4        |     | 7         | 12          |                |
| 673 | 13  | 5                     | 7                | 10             | 5            | 11       | 11         |         | 12            | 5        |     | 8         | 13          |                |
| 674 |     |                       |                  |                |              |          |            |         |               |          |     |           | 14          |                |
| 675 | 14  | 6                     | 8                | 11             | 6            | 12       | 12         |         | 13            | 6        |     | 9         |             |                |
| 676 | 15  | 7                     | 9                | 12             | 7            | 13       | 13         | 2       | 14            | 7        |     | 10        |             |                |
| 677 | 16  | 8                     | 10               | 13             | 8            | 14       | 14         | 3       | 15            | 8        |     |           |             |                |
| 678 |     |                       |                  |                |              |          |            |         |               |          | 1   |           |             | 1              |
| 679 |     |                       |                  |                |              |          |            |         |               |          | 2   |           |             | 2              |
| 680 |     |                       |                  |                |              |          |            |         |               |          | 3   |           |             | 3              |
| 681 | 17  |                       |                  |                |              | 15       |            | 4       | 16            |          | 4   |           |             | 4              |
| 682 | 18  | 9                     |                  | 14             | 9            | 16       | 15         | 5       | 17            | 9        |     |           |             | 5              |
| 683 |     |                       |                  |                |              |          |            |         |               |          |     |           |             | 6              |
| 684 |     |                       |                  |                |              |          |            |         |               |          | 5   |           |             | 7              |
| 685 | 19  | 10                    |                  | 15             | 10           | 17       | 16         | 6       | 18            | 10       |     |           |             |                |
| 686 | 20  | 11                    |                  | 16             | 11           | 18       | 17         |         | 19            | 11       |     |           |             |                |
| 687 | 21  | 12                    |                  |                | 12           | 19       | 18         | 7       | 20            | 12       |     | 11        |             |                |
| 688 | 22  | 13                    |                  |                | 13           | 20       | 19         |         | 21            |          |     |           |             |                |
| 689 |     |                       |                  |                |              |          |            |         |               |          |     |           |             | 8              |
| 690 | 23  | 14                    |                  | 17             | 14           | 21       | 20         |         | 22            | 13       |     | 12        |             |                |
| 691 | 24  | 15                    |                  |                | 15           | 22       | 21         |         | 23            | 14       |     | 13        |             |                |
| 692 | 25  | 16                    |                  | 18             | 16           | 23       | 22         |         | 24            | 15       |     | 14        |             |                |

**Tabla 2:** Actividades por estación en la campaña VA-08/21. I.E. = isótopos estables.

Campaña VA-2021/08; Campaña al Agujero Azul

## ANEXO 1

### Muestreo de Oceanografía Física

Alvaro Cubiella y Harold Fenco

#### 1. Introducción.

En este informe, se presentan en forma preliminar las características técnicas de la adquisición y procesamiento de los parámetros físicos obtenidos durante la campaña del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero realizada a bordo del BIP Víctor Angelescu en el área comprendida entre las latitudes  $44^{\circ} 00'$  y  $47^{\circ} 00'$  S y las longitudes  $58^{\circ} 00'$  y  $62^{\circ} 00'$  O, entre el 20 Noviembre y el 09 Diciembre de 2021.

Se realizaron en total de 25 estaciones oceanográficas en las que se utilizó un perfilador CTD y Lowered ADCP adosado a la Roseta. Los sistemas en continuo utilizados fueron: Termosalinógrafo, fluorómetro y estación meteorológica. También se realizaron muestras de agua tanto para la corrección de salinidad tanto en profundidad como en superficie.

En la figura 1 se presenta la distribución de las estaciones oceanográficas realizadas, muestras de agua y la trayectoria dentro del área de investigación.

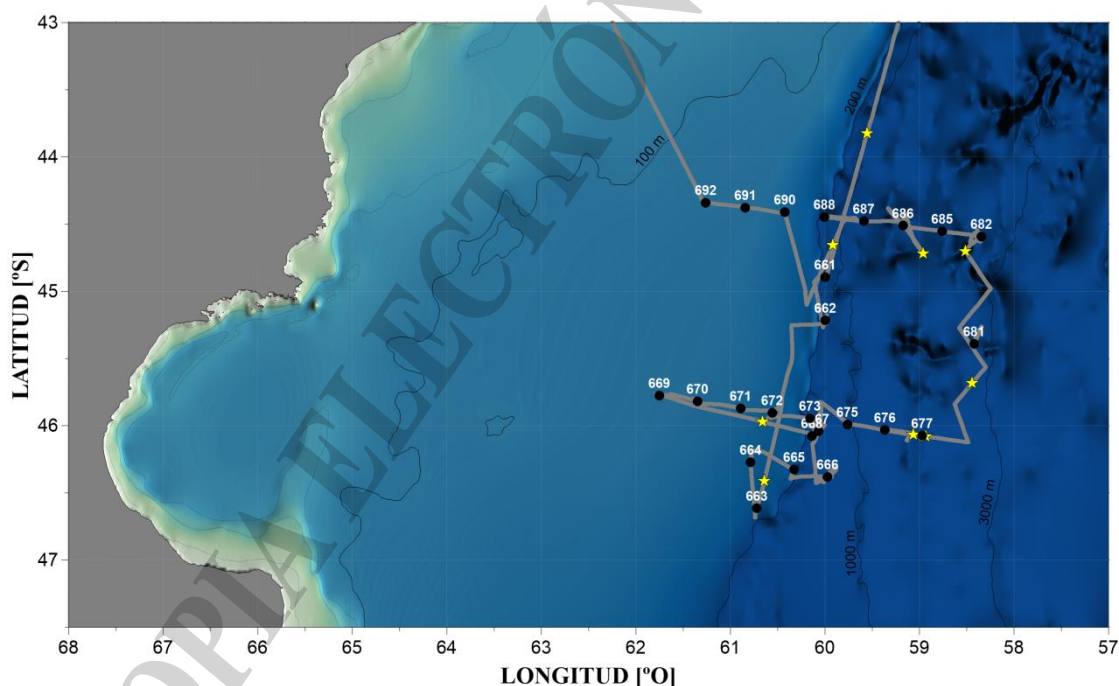


Figura 1. Trayectoria del buque dentro del área de estudio. Se muestran las estaciones oceanográficas (puntos negros) y las muestras de agua (estrellas amarillas).



## 2. Metodología

Los instrumentos utilizados para el muestreo de variables físicas fueron:

### 2.1 Perfilador CTD SBE 911*plus* y sensores

Se utilizó un sistema CTD/Roseta marca SeaBird, modelo SBE 9, equipada con 12 botellas Niskin de 8 litros cada uno. Se configuró con sensores de temperatura y conductividad principales y secundarias con sus respectivas bombas para obtener flujo de circulación constante de agua, registrando datos con una frecuencia de muestreo de 24 Hz. Además, se instaló un sensor auxiliar de fluorometría, un sensor de oxígeno, un sensor PAR y un sensor acústico para medir distancia al fondo (Tabla 1).

Tabla 1. Sensores empleados en el CTD, Termosalinógrafo y LADCP.

| Sistema           | Sensor                | Modelo                | N° Serie    | Fecha de calibrac. |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|--------------------|
| <b>CTD</b>        | Sensor presión        | SBE9 Digiquartz       | 1327 140158 | 14-jun-2017        |
| <b>Principal</b>  | Temperatura 1         | SBE 3plus             | 03-6210     | 6-jun-2017         |
|                   | Conductividad 1       | SBE 4C                | 04-4682     | 6-jun-2017         |
|                   | Oxígeno 1             | SBE 43                | 43-3571     | 3-jun-2017         |
|                   | Fluorómetro           | Seapoint SCF (15ug/l) | 3794        | jun-2017           |
|                   | PAR                   | Biospherical          | 70684       | 9-jun-2017         |
|                   | SPAR                  | Biospherical          | 20559       | 9-jun-2017         |
|                   | Bomba 1               | SBE 5T                | 05-9139     |                    |
|                   | Altímetro             | Benthos PSA-916D      | 72111       | jun - 2017         |
| <b>Secundario</b> | Temperatura 2         | SBE 3 -02/F           | 03-6214     | 2-jun-2017         |
|                   | Conductividad 2 (*)   | SBE 4-02/O            | 04-4684     | 14-jun-2017        |
|                   | Bomba 2               | SBE 5T                | 05-9143     |                    |
| <b>Termosal</b>   | Temperatura Salinidad | SBE45                 | 0602        |                    |
|                   | Fluorómetro           | WETLabs WSCHL         | 1501        | 28-mar-2014        |
|                   | Temp. remota          | SBE 38                | 0937        |                    |
| <b>Roseta</b>     | 12 botellas Niskin    | OceanTest 8L          |             |                    |
|                   | Disparador            | SBE32                 | 32-1188     |                    |
|                   | Unidad de Cubierta    | OceanTest             | 11-1103     |                    |
| <b>LADCP</b>      | Master (down)         | WHM300KHz             | 24490       |                    |
|                   | Slave (up)            | WHM300KHz             | 24489       |                    |
|                   | Baterías              | DeepSea power 48V/18A | 2137        |                    |

\* A partir de la estación 681, se cambió el sensor secundario de conductividad 04-4684 por 04-4660.

A fin de garantizar la comunicación entre el CTD y el software de adquisición instalada en la PC a través de toda la longitud del cable conductor, se utilizó una unidad de cubierta marca Sea Bird modelo 11*plus*.

Campaña VA-2021/08; Campaña al Agujero Azul



Durante la campaña se realizaron un total 25 estaciones oceanográficas, cada una cuenta con un registro en papel donde se asentaron los datos de cabecera de la estación: fecha-hora, posición, datos meteorológicos, cierre de botellas y cualquier novedad relevante ocurrida durante el desarrollo de la estación.

## 2.2 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 de instalar un ADCP en la parte superior mirando hacia arriba (modo Slave) y otro en la parte inferior de la roseta mirando hacia abajo (modo Master). 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.

## 2.3 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 30 segundos. El flujo de agua se mantuvo constante durante toda la navegación entre los 5 a 7 l/min. Cada dato adquirido por el instrumento fue georreferenciado con su correspondiente valor de fecha y hora.

## 2.4 Toma de muestras para medición en laboratorio

A fin de corregir la señal de salinidad del CTD y TSG, se tomaron muestras de agua en botellas en botellas de vidrio de 250 cm<sup>3</sup> con tapa y contratapa. Previo a la recolección de la muestra, los envases y las contratapas se enjuagaron con agua de mar de la muestra unas tres veces antes de ser llenadas.

Las tapas de las botellas se sellan con cinta aisladora para minimizar la evaporación durante el transporte y almacenamiento. Se tomaron un total de 64 muestras de salinidad.

## 3. Manejo de los datos adquiridos

Los registros adquiridos, fueron procesados con el programa “SBEDataProcessing-Win32” de Sea-Bird. Los módulos aplicados fueron los siguientes:

- DatCNV: conversión del dato virgen (hexadecimal) a unidades ingenieriles. Se descartaron los datos adquiridos durante la estabilización de los sensores en la superficie (skipover).
- Split: separación del perfil de ascenso y descenso.
- Filter: filtrado de alta frecuencia (filtro pasa bajo).
- Cell Thermal Mass: corrección de inercia térmica.
- LoopEdit: filtrado para oscilación de olas y/o rolido del barco.
- Cálculos de parámetros derivados (salinidad, densidad y temperatura potencial)
- Generación de niveles standard cada 1 db.



En la tabla 2 se listan los metadatos de las estaciones realizadas, y en la tabla 3 se presentan los registros termohalinos de superficie y fondo.

Tabla 2. Listado de registros de metadatos de cada estación efectuada.

| Est. Gen. | Fecha Hora       | Longitud [°dec] | Latitud [°dec] | Z Ini [m] | V int [m/s] | V dir [°] | Pres atm [db] | Estado Mar |
|-----------|------------------|-----------------|----------------|-----------|-------------|-----------|---------------|------------|
| 661       | 22/11/2021 10:41 | -59.998         | -44.894        | 398       | 10.8        | 60        | 995           | 3          |
| 662       | 22/11/2021 15:20 | -59.997         | -45.217        | 318       | 8.8         | 160       | 995           | 3          |
| 663       | 23/11/2021 11:37 | -60.721         | -46.615        | 155       | 9.3         | 310       | 1006          | 4          |
| 664       | 23/11/2021 15:59 | -60.786         | -46.273        | 138       | 10.3        | 355       | 1002.5        | 4          |
| 665       | 23/11/2021 20:02 | -60.327         | -46.326        | 155       | 11.3        | 5         | 996           | 4          |
| 666       | 24/11/2021 10:10 | -59.972         | -46.381        | 726       | 5.7         | 260       | 998           | 3          |
| 667       | 24/11/2021 17:49 | -60.068         | -46.041        | 518       | 3.1         | 185       | 1000          | 1          |
| 668       | 24/11/2021 23:12 | -60.138         | -46.076        | 348       | 4.6         | 260       | 1000          | 1          |
| 669       | 25/11/2021 9:36  | -61.752         | -45.775        | 115       | 12.8        | 5         | 999           | 3          |
| 670       | 25/11/2021 15:04 | -61.348         | -45.819        | 113       | 8.2         | 325       | 999           | 3          |
| 671       | 25/11/2021 21:18 | -60.893         | -45.871        | 118       | 9.2         | 240       | 1000          | 2          |
| 672       | 26/11/2021 9:33  | -60.559         | -45.904        | 133       | 5.6         | 260       | 1008          | 2          |
| 673       | 26/11/2021 14:59 | -60.159         | -45.946        | 250       | 3.1         | 130       | 1008          | 2          |
| 675       | 27/11/2021 9:34  | -59.763         | -45.991        | 867       | 6.7         | 20        | 1009          | 2          |
| 676       | 27/11/2021 14:17 | -59.366         | -46.032        | 1304      | 7.7         | 5         | 1009          | 2          |
| 677       | 27/11/2021 20:35 | -58.972         | -46.074        | 1812      | 5.1         | 16        | 1009          | 2          |
| 681       | 30/11/2021 3:35  | -58.422         | -45.391        | 2527      | 4.1         | 250       | 1001.5        | 2          |
| 682       | 30/11/2021 15:51 | -58.345         | -44.592        | 2237      | 3.6         | 280       | 1005          | 2          |
| 685       | 01/12/2021 10:17 | -58.760         | -44.554        | 1948      | 12.9        | 10        | 1006          | 3          |
| 686       | 02/12/2021 10:24 | -59.175         | -44.512        | 1547      | 8.2         | 330       | 1004          | 4          |
| 687       | 02/12/2021 15:04 | -59.590         | -44.478        | 1435      | 8.7         | 310       | 1005          | 4          |
| 688       | 02/12/2021 20:53 | -60.006         | -44.446        | 132       | 9.2         | 250       | 1008          | 4          |
| 690       | 03/12/2021 13:13 | -60.424         | -44.410        | 117       | 3.1         | 210       | 1013          | 3          |
| 691       | 03/12/2021 16:00 | -60.842         | -44.377        | 108       | 4.6         | 235       | 1014          | 3          |
| 692       | 03/12/2021 18:49 | -61.262         | -44.340        | 107       | 1.5         | 334       | 1016          | 3          |

Donde:

- Est Gen: número de estación general en concordancia con los datos del puente.
- Z ini: dato de la profundidad de la estación entregado por la sonda al inicio de la estación oceanográfica [m]
- Pres atm: presión atmosférica [hPa]
- V vel: velocidad del viento [ $\text{m.s}^{-1}$ ]
- V dir: dirección del viento [grados]
- Estado Mar: en grados de la escala Douglas.

Tabla 3. Listado de registros de temperatura y salinidad, en la superficie (primer dato procesado), y en el fondo (último dato procesado).



| Est. Gen. | Fecha-Hora       | Pres. Sup [db] | Tem. Sup. [°C] | Sal. Sup. [ups] | Pres. Fdo. [db] | Tem. Fdo. [°C] | Sal. Fdo. [ups] |
|-----------|------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 661       | 22/11/2021 10:41 | 2              | 9.434          | 33.650          | 407             | 4.745          | 34.085          |
| 662       | 22/11/2021 15:20 | 2              | 9.435          | 33.660          | 314             | 5.388          | 34.020          |
| 663       | 23/11/2021 11:37 | 2              | 8.640          | 33.558          | 150             | 6.341          | 33.771          |
| 664       | 23/11/2021 15:59 | 2              | 9.441          | 33.569          | 134             | 6.409          | 33.700          |
| 665       | 23/11/2021 20:02 | 2              | 8.716          | 33.770          | 152             | 5.982          | 33.867          |
| 666       | 24/11/2021 10:10 | 2              | 8.462          | 33.881          | 705             | 3.688          | 34.181          |
| 667       | 24/11/2021 17:49 | 2              | 9.442          | 33.768          | 509             | 4.619          | 34.109          |
| 668       | 24/11/2021 23:12 | 1              | 9.098          | 33.764          | 330             | 5.078          | 34.073          |
| 669       | 25/11/2021 9:36  | 2              | 10.741         | 33.501          | 111             | 6.730          | 33.680          |
| 670       | 25/11/2021 15:04 | 2              | 10.998         | 33.540          | 107             | 6.691          | 33.673          |
| 671       | 25/11/2021 21:18 | 1              | 10.461         | 33.618          | 113             | 6.563          | 33.661          |
| 672       | 26/11/2021 9:33  | 1              | 9.773          | 33.569          | 129             | 6.412          | 33.698          |
| 673       | 26/11/2021 14:59 | 2              | 9.044          | 33.736          | 240             | 5.627          | 33.964          |
| 675       | 27/11/2021 9:34  | 1              | 7.851          | 33.974          | 843             | 3.187          | 34.262          |
| 676       | 27/11/2021 14:17 | 2              | 7.645          | 34.023          | 1271            | 2.479          | 34.522          |
| 677       | 27/11/2021 20:35 | 2              | 8.497          | 34.028          | 1782            | 2.058          | 34.671          |
| 681       | 30/11/2021 3:35  | 2              | 9.412          | 34.014          | 2512            | 1.577          | 34.711          |
| 682       | 30/11/2021 15:51 | 1              | 9.628          | 33.993          | 2191            | 1.907          | 34.712          |
| 685       | 01/12/2021 10:17 | 2              | 9.555          | 34.001          | 1909            | 2.130          | 34.662          |
| 686       | 02/12/2021 10:24 | 4              | 8.962          | 33.964          | 1517            | 2.359          | 34.585          |
| 687       | 02/12/2021 15:04 | 2              | 9.995          | 33.819          | 1295            | 2.626          | 34.464          |
| 688       | 02/12/2021 20:53 | 3              | 10.777         | 33.612          | 128             | 5.681          | 33.935          |
| 690       | 03/12/2021 13:13 | 2              | 11.623         | 33.585          | 112             | 6.507          | 33.700          |
| 691       | 03/12/2021 16:00 | 1              | 12.903         | 33.610          | 102             | 6.599          | 33.674          |
| 692       | 03/12/2021 18:49 | 1              | 13.571         | 33.597          | 103             | 6.572          | 33.686          |

Donde:

- Pre Sup: dato de presión del primer registro de la columna de agua [db].
- Tem Sup: dato de temperatura del primer registro de la columna de agua [°C].
- Sal Sup: dato de salinidad del primer registro de la columna de agua.
- Pre Fdo: dato de presión del último registro de la columna de agua [db].
- Tem Fdo: dato de temperatura del último registro de la columna de agua [°C].
- Sal Fdo: dato de salinidad del último registro de la columna de agua.

**NOTA:** Los registros de salinidad y temperatura son preliminares, hasta tanto no se corrijan con las muestras de agua obtenidas a tal fin.

## ANEXO 2

### Toma de muestras y procesamiento a bordo para la determinación de clorofila, pigmentos, fitoplancton, bacterioplancton y microplásticos

María Constanza Hozbor

#### *Obtención de muestras de agua de diferentes profundidades*

Las muestras de agua fueron tomadas del sistema CTD-roseta a diferentes profundidades, en un total de 21 estaciones oceanográficas y del sistema continuo del buque. en un total 8 estaciones (ver Tabla).

La selección de las profundidades se realizó de acuerdo a la forma del perfil de fluorescencia. Una de las muestras se tomó a 5 metros de la superficie; otra a la profundidad del máximo de fluorescencia; otra se colectó inmediatamente por debajo del mismo y otras a 5 metros del fondo.

Las muestras colectadas serán empleadas en las estimaciones de las siguientes variables: 1) Concentraciones de Clorofila<sub>a</sub> Total y Clorofila<sub>a</sub> correspondiente a la fracción menor a 5µm; 2) Identificación y abundancia de las comunidades fitoplanctónicas, 3) análisis de la composición pigmentaria utilizando un cromatógrafo líquido de alta performance (HPLC), 4) Estimación de la abundancia del bacterioplancton, 5) Identificación y abundancia de microplásticos y 6) Estudio de diversidad bacteriana asociada a microplásticos (plástifera)



#### **Estimaciones de la concentración de Clorofila<sub>a</sub> total (C<sub>la</sub> T) y Clorofila<sub>a</sub> menor 5 µm (C<sub>la</sub> <5µm)**

Las sub-muestras de agua colectadas a partir de las botellas oceanográficas, a 5 metros de la superficie; otra a la profundidad del máximo de fluorescencia y la restante se colectó inmediatamente por debajo del mismo, fueron acondicionadas en botellas oscuras de 300 y 500 ml de capacidad. Inmediatamente, se filtraron volúmenes conocidos a través de filtros de fibra de vidrio GF/F con tamaño de poro ~ 0,7 µm a baja luminosidad y utilizando baja presión (< 35 kPa) en un tren de filtrado. Las muestras destinadas al análisis de la concentración de C<sub>la</sub> <5µm fueron pre filtradas en primer término con un filtro de membrana Nuclepore de 5 µm de poro, y el agua fue recogida en un Kitasato para ser filtrada finalmente a través de un filtro de fibra de vidrio GF/F con tamaño de poro ~ 0,7 µm. Posteriormente, estos filtros se doblan por la mitad (con el material adentro), se secan un par de veces con papel absorbente y se envuelven con papel aluminio y conservados en un ultra-freezer a -80 °C hasta su análisis en tierra. La determinación de la concentración de Clorofila<sub>a</sub> se realizará empleando un método fluorométrico en el INIDEP



Laboratorio montado a bordo del BIP Victor Angelescu con baja luminosidad

### **Composición pigmentaria del fitoplancton**

Las sub-muestras de agua colectadas a partir de las botellas oceanográficas a 5 m de la superficie fueron acondicionadas en dos botellas oscuras de 1000 ml de capacidad. Inmediatamente, se filtraron volúmenes conocidos a través de filtros de fibra de vidrio GF/F con tamaño de poro  $\sim 0,7 \mu\text{m}$  a baja luminosidad y utilizando baja presión ( $< 35 \text{ kPa}$ ) en un tren de filtrado. Posteriormente, los filtros se doblan por la mitad (con el material adentro), se secan un par de veces con papel absorbente y se envuelven con papel aluminio y conservados en un ultra-freezer a  $-80^\circ \text{C}$  hasta su análisis en tierra. El análisis de la composición pigmentaria se realizara utilizando un cromatógrafo líquido de alta performance (HPLC) en el IADO.

### **Identificación y cuantificación de la fracción pequeña del fitoplancton**

Las sub-muestras de agua colectadas a partir de las botellas oceanográficas, a 5 metros de la superficie y otra a la profundidad del máximo de fluorescencia, fueron acondicionadas en botellas 100 ml de capacidad fueron fijados con formaldehído al 20% v/v y refrigeradas en heladera hasta su análisis por microscopia y flowCam en los laboratorios del INIDEP.

### **Cuantificación del bacterioplancton**

Las sub-muestras de agua colectadas a partir de las botellas oceanográficas, a 5 metros de la superficie y otra a 5 m del fondo, fueron acondicionadas en tubos de centrifuga de 50 ml de capacidad fueron fijados con formaldehído al 2% v/v y refrigeradas en heladera hasta su análisis por microscopia de epifluorescencia en los laboratorios del INIDEP.

## **Estudio de microplásticos (MP) y bacterias asociadas a los microplásticos (BMP)**



MicroFiltro conectado al sistema de bombeo continuo de circulación de agua de mar del buque.

Unas sub-muestras de agua colectadas a partir de las botellas oceanográficas, a 5 metros de la superficie y otra a 5 m del fondo, fueron acondicionadas en botellas de vidrio de 1000 ml de capacidad fueron fijados con formaldehído hasta su análisis por microscopia/lupa en los laboratorios del INIDEP.

Otro set de muestras de agua se colectó mediante un sistema de filtración, denominado MicroFiltro (MF), que se conecta al sistema de bombeo continuo de circulación de agua de mar del buque, cuya entrada de agua se encuentra a 4,5 m por debajo de la superficie del mar. El MF permite realizar un filtrado secuencial de un gran volumen de agua que fluye primero a través un pre-filtro de acero inoxidable de 300  $\mu\text{m}$ , y luego atraviesa el filtro de 60  $\mu\text{m}$  también de acero inoxidable. El volumen filtrado por el MF queda registrado en el flujómetro y esta expresado en galones.

La maniobra de muestreo de MP comienza junto con el inicio de la maniobra del CTD, la operación inicia con el flujómetro en cero, registrando la hora inicio y abriendo la canilla del bombeo continuo. Al finalizar esta maniobra, se cierra la canilla, y se registra la hora y el total del volumen de agua filtrada, indicado por el flujómetro.

Los filtros del MF se enjuagan cuidadosamente por separado sobre un recipiente de vidrio y utilizando una piseta con agua ultrapura de manera tal de ir arrastrando todo material retenido en cada uno de ellos. El agua de enjuague junto con las partículas retenidas en los filtros del MF que se encuentran en el recipiente de vidrio, se transvasan a una probeta para medir el volumen. En el caso de superar los 100 ml se procede a concentrar el material utilizando un tamiz de 25  $\mu\text{m}$  de tamaño de poro. Luego, el material retenido en el tamiz se arrastra nuevamente utilizando la piseta con agua ultrapura. Finalmente, se obtiene volumen  $\leq 100$  ml, si proviene de la malla de 60  $\mu\text{m}$  entonces se guarda la muestra en una botella color ámbar con 1 ml formol filtrado y a temperatura ambiente. Este material se utilizará para estudio microplásticos. Si la muestra proviene de la malla 300  $\mu\text{m}$ , que es para el estudio de bacterias asociadas a los microplásticos (BMP), se vuelve a concentrar utilizando un filtro 0,22  $\mu\text{m}$  (Durapore, PVDF), mediante filtración al vacío. El filtro se coloca en una caja de Petri estirado, se rotula y se guarda en ultrafreezer a  $-70^{\circ}\text{C}$  hasta la extracción de ADN en el Laboratorio del GGMM del INIDEP.



| Roseta –CTD |                   |            |             |                     |         |         |       | De continuo - MF |    |
|-------------|-------------------|------------|-------------|---------------------|---------|---------|-------|------------------|----|
| Estacion N° | Prof. Muestra (m) | HPLC. (ml) | Cla-T (ml.) | Cla-5 $\mu$ m (ml.) | Fito ml | BBIO ml | MP ml | BMP              | MP |
| 661         | 5                 |            |             |                     |         | 50      | 1000  |                  |    |
| 661         | 396               |            |             |                     |         | 50      | 1000  |                  |    |
| 662         | 5                 |            |             |                     |         | 50      | 1000  |                  |    |
| 662         | 305               |            |             |                     |         | 50      | 1000  |                  |    |
| 663         | 5                 |            |             |                     |         |         | 1000  |                  |    |
| 663         | 146               |            |             |                     |         |         | 1000  |                  |    |
| 664         | 5                 |            |             |                     |         |         | 1000  |                  |    |
| 664         | 134               |            |             |                     |         |         | 1000  |                  |    |
| 666         | 5                 |            |             |                     |         |         | 1000  |                  |    |
| 666         | 703               |            |             |                     |         |         | 1000  |                  |    |
| 669         | 5                 | 773        | 290         | 248                 | 100     | 50      | 1000  | X                | X  |
| 669         | 50                |            | 291         | 369                 | 100     |         |       |                  |    |
| 669         | 110               |            |             |                     |         | 50      | 1000  |                  |    |
| 670         | 5                 | 2044       | 290         | 573                 | 100     | 50      | 1000  | X                | X  |
| 670         | 25                |            | 260         | 570                 | 100     |         |       |                  |    |
| 670         | 40                |            | 291         | 569                 |         |         |       |                  |    |
| 670         | 107               |            |             |                     |         | 50      | 1000  |                  |    |
| 671         | 5                 | 646        | 190         | 323                 | 100     | 50      | 1000  | X                | X  |
| 671         | 25                |            | 220         | 250                 | 100     |         |       |                  |    |
| 671         | 60                |            | 291         | 369                 |         |         |       |                  |    |
| 671         | 112               |            |             |                     |         | 50      | 1000  |                  |    |
| 672         | 5                 | 1854       | 290         | 573                 | 100     | 50      | 1000  | X                | X  |
| 672         | 15                |            | 260         | 570                 | 100     | 50      | 1000  |                  |    |
| 672         | 45                |            | 291         | 569                 |         |         |       |                  |    |
| 672         | 115               |            |             |                     |         |         |       |                  |    |
| 673         | 5                 | 2044       | 290         | 573                 | 100     | 50      | 1000  | X                | X  |
| 673         | 25                |            | 260         | 570                 |         |         |       |                  |    |
| 673         | 239               |            |             |                     |         | 50      | 1000  |                  |    |
| 675         | 5                 | 2044       | 290         | 573                 | 100     | 50      | 1000  | X                | X  |
| 675         | 25                |            | 260         | 570                 |         |         |       |                  |    |
| 675         | 836               |            |             |                     |         | 50      | 1000  |                  |    |
| 676         | 5                 | 2044       | 290         | 573                 | 100     | 50      | 1000  | X                | X  |
| 676         | 18                |            | 260         | 570                 |         |         |       |                  |    |
| 676         | 55                |            | 291         | 569                 |         |         |       |                  |    |
| 676         | 1270              |            |             |                     |         | 50      | 1000  |                  |    |
| 677         | 5                 | 1748       | 290         | 573                 | 100     | 50      | 1000  | X                | X  |
| 677         | 10                |            | 260         | 570                 |         |         |       |                  |    |
| 677         | 55                |            | 291         | 569                 |         |         |       |                  |    |
| 677         | 1780              |            |             |                     |         | 50      | 1000  |                  |    |



|     |      |      |     |     |     |  |      |  |  |
|-----|------|------|-----|-----|-----|--|------|--|--|
| 682 | 5    | 2044 | 290 | 573 | 100 |  | 1000 |  |  |
| 682 | 30   |      | 260 | 570 |     |  |      |  |  |
| 682 | 39   |      | 291 | 569 |     |  |      |  |  |
| 682 | 2190 |      |     |     |     |  | 1000 |  |  |
| 685 | 5    | 2044 | 290 | 573 | 100 |  | 1000 |  |  |
| 685 | 23   |      | 260 | 570 |     |  |      |  |  |
| 685 | 40   |      | 291 | 569 |     |  |      |  |  |
| 685 | 1907 |      |     |     |     |  | 1000 |  |  |
| 686 | 5    | 2044 | 290 | 573 | 100 |  | 1000 |  |  |
| 686 | 30   |      | 260 | 570 |     |  |      |  |  |
| 686 | 1510 |      |     |     |     |  | 1000 |  |  |
| 687 | 5    | 2044 | 290 | 573 | 100 |  |      |  |  |
| 687 | 20   |      | 260 | 570 |     |  |      |  |  |
| 688 | 5    | 2044 | 290 | 573 | 100 |  |      |  |  |
| 688 | 19   |      | 260 | 570 |     |  |      |  |  |
| 690 | 5    | 2044 | 290 | 573 | 100 |  | 1000 |  |  |
| 690 | 21   |      | 260 | 570 |     |  |      |  |  |
| 690 | 112  |      |     |     |     |  | 1000 |  |  |
| 691 | 5    | 2044 | 290 | 573 | 100 |  |      |  |  |
| 691 | 23   |      | 260 | 570 |     |  |      |  |  |
| 692 | 5    | 1021 | 290 | 398 | 100 |  |      |  |  |
| 692 | 10   |      | 260 | 430 | 100 |  | 1000 |  |  |
| 692 | 20   |      | 292 | 414 |     |  |      |  |  |
| 692 | 102  |      |     |     |     |  | 1000 |  |  |



## ANEXO 3

### Procesos de producción y transformación biogeoquímica de la materia orgánica en zonas frontales de la plataforma del Atlántico Sudoccidental.

John Edison Garzón Cardona

#### Objetivo

Investigar la relación entre la distribución y características de la materia orgánica particulada (POM) y disuelta (DOM) en la región de la plataforma exterior y talud entre los 44° y 46° 30'S, Agujero Azul y su relación con la abundancia de bacterioplancton. Este enfoque contempla el rol de micro- ( $< 60 > 20 \mu\text{m}$ ) y nanopartículas ( $< 20 \mu\text{m}$ ), detríticas o vivientes, como sustratos portadores de proteína y carbohidratos; de los componentes lábiles y refractarios de POM/DOM como fuentes de nitrógeno y carbono; y su relación con los patrones de distribución de microorganismos que actúan significativamente en el ciclaje de materia orgánica.

**Área de trabajo:** Región de la plataforma exterior y talud entre los 44° y 46° 30'S.

#### Actividades de muestreo y procesamiento de muestras en laboratorio.

A bordo del buque se realizaron muestreos en 23 estaciones con botellas Niskin de 8 L acopladas a una roseta y CTD. Los muestreos se llevaron a cabo a diferentes profundidades seleccionadas (1 - 4 profundidades) de acuerdo a las condiciones de mezcla, máximo de fluorescencia asociada a la clorofila o estratificación de la columna de agua.

Las muestras se filtraron a través de filtros de fibra de vidrio de  $0,7 \mu\text{m}$  de tamaño de poro (pre-calcinados a 450°C por 5 h). El material retenido en el filtro (fracción particulada) fue almacenado en:

- sobres de aluminio para análisis de pigmentos fotosintéticos (clorofila a y feopigmentos),
- cajas de Petri para análisis de 1. carbono/nitrógeno orgánico (POC/PON), 2. carbohidratos y 3. proteínas.

El filtrado (fracción disuelta) fue dividido en 5 alícuotas y almacenado en tubos de vidrio de 10 mL (pre-calcinados a 450 °C durante 5 h) y botellas de polietileno de alta densidad (previamente lavadas con HCl 10%). En los tubos de vidrio se colectaron muestras para el análisis de:

- 1) aminoácidos.
- 2) carbohidratos.
- 3) carbono/nitrógeno orgánico disuelto (DOC/DON).
- 4) propiedades ópticas (FDOM-CDOM, matrices de excitación/emisión, fluorescencia sincrónica 3D y absorbancia)

En botellas de alta densidad:

- 5) nutrientes inorgánicos.

Las muestras de ambas fracciones, particulada y disuelta, se almacenaron a -20°C hasta su análisis en el laboratorio.

Por otra parte, en crioviales de 2 y 3 mL se fijaron muestras con glutaraldehído al 25% y congeladas a -80 °C en ultrafreezer para la posterior cuantificación de Virus/Bacterias y Pico/Nanoplancton, por medio de citometría de flujo.

A bordo, en estaciones con profundidades mayores a 500 m, en rangos de salinidad estable, se cuantificó el Oxígeno disuelto por el método de Winkler.

#### Resultados



Se obtuvieron **425** muestras en total. De la fracción particulada, se obtuvieron **103** muestras. De la fracción disuelta se tomaron **222** muestras y **100** muestras enteras (no filtradas).

Dichas muestras serán analizadas en el Instituto Argentino de Oceanografía, la Universidad Nacional del Sur, e Instituto Alfred Weniger y el Centro de Ecología tropical (Alemania).

Los resultados de O<sub>2</sub> disuelto se presentan en la siguiente tabla:

| Estación | Profundidad de muestreo (m) | O <sub>2</sub> disuelto (mg L <sup>-1</sup> ) |
|----------|-----------------------------|-----------------------------------------------|
| 667      | 24                          | 10.00                                         |
|          | 508                         | 8.72                                          |
| 676      | 5                           | 10.86                                         |
|          | 155                         | 9.85                                          |
|          | 800                         | 6.31                                          |
|          | 1271                        | 6.16                                          |
| 677      | 5                           | 11.41                                         |
|          | 457                         | 8.12                                          |
|          | 1145                        | 5.82                                          |
|          | 1780                        | 6.16                                          |
| 681      | 5                           | 10.43                                         |
|          | 1280                        | 5.70                                          |
|          | 1520                        | 5.92                                          |
|          | 2510                        | 6.92                                          |
| 682      | 5                           | 11.37                                         |
|          | 30                          | 10.55                                         |
|          | 1150                        | 5.90                                          |
|          | 2190                        | 6.42                                          |
| 685      | 5                           | 9.91                                          |
|          | 658                         | 6.78                                          |
|          | 1375                        | 5.71                                          |
|          | 1907                        | 6.04                                          |
| 687      | 5                           | 10.06                                         |
|          | 411                         | 9.54                                          |
|          | 1110                        | 6.50                                          |
|          | 1260                        | 6.13                                          |



## ANEXO 4

### Muestreo para análisis de plancton microbiano y preparación de muestras para análisis de ficotoxinas

Fernando Javier Ramírez

#### Detalle de las actividades:

*Muestras de red: análisis taxonómicos de fitoplancton y análisis de toxinas paralizantes y diarreicas de moluscos.*

En las 16 estaciones de las transectas, junto con una estación de pesca con red de media agua, se colectaron muestras con red de fitoplancton de ancho de boca de 13 cm y tamaño de poro de 20  $\mu\text{m}$  (3 lances verticales de 50 metros). El agua con los organismos concentrados se llevó a 1 litro con agua de mar filtrada, y de este volumen se extrajeron dos alícuotas de 100 ml cada una, que fueron fijadas con formol 2% y conservadas en oscuridad y a temperatura ambiente para la identificación taxonómica de especies de fitoplancton presente, bajo microscopio invertido.

Los 800 ml restantes fueron tamizados sucesivamente por 250  $\mu\text{m}$  y por 20  $\mu\text{m}$ , y la fracción retenida en cada tamiz fue resuspendida con piseta en 45 ml de agua de mar filtrada (0,2  $\mu\text{m}$ ) y luego dividida en 4 fracciones. Una fracción de 15 ml fue fijada con lugol acético 1% y conservada en oscuridad y a temperatura ambiente para recuentos de las especies productoras de toxinas; otras 3 alícuotas de 10 ml fueron centrifugadas en tubos de ensayo a 4000 RPM durante 10 minutos. Cada pellet formado fue resuspendido en 1,5 ml de agua de mar filtrada en un criovial, y centrifugado nuevamente a 14.000 RPM por 10 minutos. El sobrenadante fue descartado, y los pellets con las células fitoplanctónicas concentradas fueron conservados a  $-80^{\circ}\text{C}$  en ultrafreezer, para la cuantificación de Toxinas Paralizantes de Moluscos (TPM), Toxinas Diarreicas de Moluscos (TDM) y análisis del ADN asociado, en las dos fracciones celulares: mayores a 250  $\mu\text{m}$  y a 20  $\mu\text{m}$ .

*Muestras de botella: análisis cuantitativos de plancton microbiano y análisis de azaspirácidos.*

En las mismas estaciones del muestreo con red se colectaron 9 litros de agua a nivel subsuperficial (prof. 5 m) con botella Niskin. También se colectaron otros 9 litros de agua en la profundidad del valor máximo de fluorescencia, en aquellas estaciones en que el fluorómetro acoplado al CTD detectase picos altos de esta magnitud (i.e. mayores a 5  $\mu\text{m}$  por litro). Se separaron 250 ml de agua subsuperficial, que fueron tamizados por 250  $\mu\text{m}$  para eliminar el zooplancton presente, y conservados en heladera para realizar aislamientos y cultivos de células algales vivas. Se tomaron otras dos alícuotas de 250 ml, que fueron fijadas, una con lugol al 1% y otra con formol al 2%, para la cuantificación de las especies de fitoplancton, tanto para agua subsuperficial, como para la profundidad del máximo de fluorescencia.

Los 8 litros de agua restantes fueron tamizados por 20  $\mu\text{m}$ , y luego filtrados en dos partes (4 litros y 4 litros, en filtros separados) con filtros de policarbonato de 5  $\mu\text{m}$ , que fueron conservados en sobres de aluminio a  $-80^{\circ}\text{C}$  para la posterior cuantificación de azaspirácidos (AZAs) y análisis del ADN asociado. Debido a que los organismos productores de azaspirácidos tienen un rango de tamaño entre aproximadamente 7 y 13  $\mu\text{m}$  aproximadamente (Tillmann et al., 2009), los análisis de toxinas no pueden realizarse con las muestras de red (poro de 20  $\mu\text{m}$ ).

Adicionalmente, en 6 estaciones de pesca de arrastre, se tomaron muestras con red de fitoplancton y de botella a nivel subsuperficial, que fueron fijadas respectivamente con formol 2% y con lugol 1%, para realizar la identificación taxonómica y la cuantificación de las especies de fitoplancton presentes.

Tillmann, U., Elbrächter, M., Krock, B., John, U., Cembella, A., 2009. *Azadinium spinosum* gen. et sp. nov. (Dinophyceae) identified as a primary producer of azaspiracid toxins. *European Journal of Phycology* 44, 63– 79.

## ANEXO 5

### Toma de muestras de mesozooplankton y macrozooplankton

Georgina Cepeda y Marcelo Acha

#### Mesozooplankton:

Las muestras de mesozooplankton fueron tomadas empleando una MultiRed HydroBios Modelo Midi (Figura 1), propiedad del INIDEP. Este modelo cuenta con una boca de 0,5 x 0,5 m; un flujómetro digital interno y otro externo; sensor de profundidad y 5 redes que pueden ser abiertas y cerradas a diferentes profundidades durante el lance. El equipo fue armado inicialmente con 4 redes de 67µm de apertura de malla, y colectores blandos, pero debido a que se produjeron rupturas de algunas mallas, el muestreo de la sección sur se finalizó con 3 redes, mientras que el de la sección norte con 2. La red fue operada con el guinche provisto de un cable conductor de 10 mm empleando el arco de popa. La velocidad de arrastre se mantuvo entre 2 y 2,2 nudos (Tabla 1).

En cada estación de muestreo la MultiRed fue bajada hasta la máxima profundidad a muestrear con todas sus mallas plegadas, a una velocidad de arriado de 0,5 ms<sup>-1</sup>. A partir de esta profundidad comenzó a cobrarse el equipo abriendo las diferentes mallas en los estratos de muestreo definidos. Se procuró alcanzar en cada estrato entre 75 y 100 m<sup>3</sup> de agua filtrada; variando el tiempo requerido para alcanzar dicho volumen entre estaciones.

La red se operó desde la superficie hasta los 100 m de profundidad aproximadamente. Los estratos fueron definidos a partir de la estructura de la columna de agua, tomado en cuenta cambios acentuados de la temperatura y/o salinidad (espesor de la capa de mezcla, profundidad de la termoclina, etc.) y el perfil de fluorescencia (ej. profundidad del máximo de fluorescencia). Una vez finalizado el arrastre y con el equipo seguro en cubierta, se procedió a lavar las redes con la manguera de agua de mar para arrastrar todos los organismos al colector. En el laboratorio se volcó el contenido del colector al balde o bandeja con el fin de examinar en forma preliminar la muestra y observar los organismos dominantes.

Se colectaron copépodos adultos de los órdenes Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida y sus estadios inmaduros copepoditos, nauplii y huevos, anfípodos, eufáusidos, quetognatos, pterópodos y ostrácodos. Las muestras fueron fijadas con formol buffer al 4% en agua de mar, rotuladas y acondicionadas para su posterior estudio en laboratorio del INIDEP.

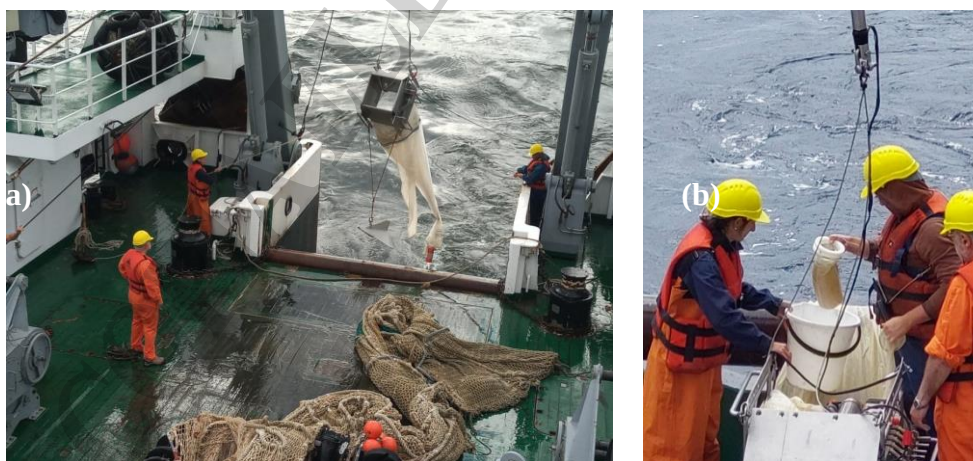


Figura 1: Maniobra de MultiRed a bordo del buque Victor Angelescu (a), colector con muestra de mesozooplankton obtenida (b).

### Macrozooplancton:

La colecta de los organismos del macrozooplancton estuvo asociada con la captura de mictófidos que fue realizada durante la noche en aguas afuera del talud donde el registro ecoico arrojó estratos de reverberación acústica típicos de estos peces.

Estas muestras fueron colectadas utilizando la *Rectangular Midwater Trawl* (RMT) de 1m x 1m de tamaño de boca que operó equipada con una red de 1000  $\mu\text{m}$  de apertura de malla y con un sensor de profundidad. La red operó desde la superficie hasta la misma profundidad (50-20 m) y sobre la misma derrota empleada en la captura de los mictófidos. La red fue operada con el guinche provisto de un cable conductor de 10 mm empleando el arco de popa. La velocidad de arrastre se mantuvo en 3 nudos aproximadamente (Tabla 2).

Una vez finalizado el arrastre y con la red ya en cubierta se procedió a lavarla con la manguera de agua de mar para arrastrar todos los organismos al colector. En el laboratorio se volcó el contenido del colector al balde o bandeja con el fin de examinar en forma preliminar la muestra y observar los organismos dominantes. Los copépodos de la familia Rhincalanidae fueron el componente dominante. En menor proporción se hallaron anfípodos de la especie *Themisto gaudichaudii*, larvas de eufáusidos, salpas, larvas de peces y pterópodos gimnosomados (Figura 2).

Además, de cada muestra colectada se separaron a bordo copépodos, anfípodos y eufáusidos que fueron enjuagados con agua destilada y almacenados en crioviales en ultrafreezer a  $-80^{\circ}\text{C}$  para realizar posteriores estudios de ácidos grasos como marcadores de interacciones tróficas. Posteriormente, las muestras fueron fijadas con formol buffer al 4% en agua de mar, rotuladas y acondicionadas para su posterior estudio en laboratorio del INIDEP.

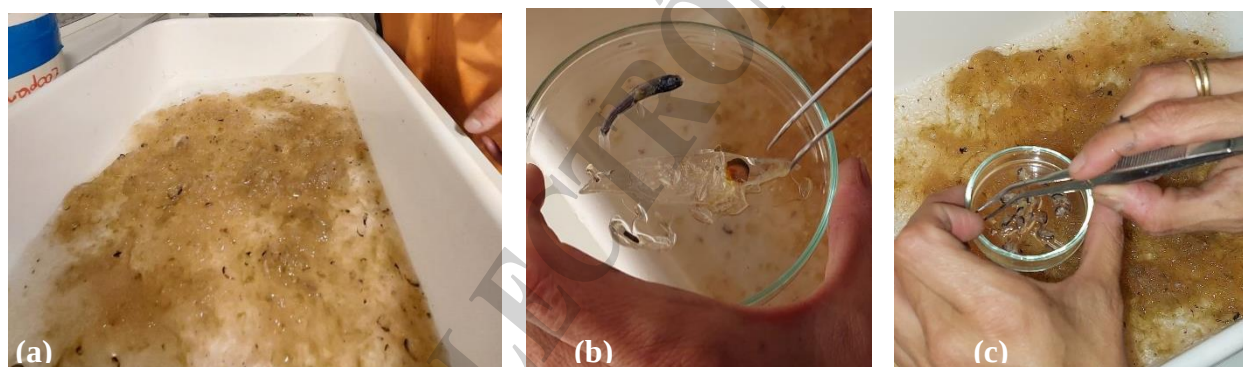


Figura 2. Colecta de macrozooplancton con la red RMT (a), salpa y larva de pez (b), anfípodos de la especie *T. gaudichaudii* en cápsula de Petri (c).



| Estación | Tran<br>s. | Latitu<br>d<br>(dec) | Longitu<br>d<br>(dec) | Fecha Hora<br>(GMT) | Prof<br>fondo<br>(m) | Red | Profundidad (m) |       | Tiempo<br>arrastre<br>(min) | Vol<br>filtrado<br>(m3) |
|----------|------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-----|-----------------|-------|-----------------------------|-------------------------|
|          |            |                      |                       |                     |                      |     | inicial         | final |                             |                         |
| 669      | SUR        | -45,77               | -61,76                | 25/11/2021<br>08:01 | 114,9                | 1   | 100,1           | 84,4  | 00:00                       | 116                     |
|          |            |                      |                       |                     |                      | 2   | 84,4            | 64,3  | 8                           | 129                     |
|          |            |                      |                       |                     |                      | 3   | 64,3            | 29,7  | 10                          | 131                     |
|          |            |                      |                       |                     |                      | 4   | 29,7            | 5     | 15                          | 148                     |
| 670      | SUR        | -45,82               | -61,35                | 25/11/2021<br>12:51 | 113,2                | 1   | 108,2           | 69,9  | 17                          | 80                      |
|          |            |                      |                       |                     |                      | 2   | 69,9            | 43,4  | 15                          | 49                      |
|          |            |                      |                       |                     |                      | 3   | 43,4            | 13,9  | 13                          | 35                      |
|          |            |                      |                       |                     |                      | 4   | 13,9            | 5     | 9                           | 32                      |
| 671      | SUR        | -45,87               | -60,89                | 25/11/2021<br>19:02 | 1820                 | 1   | 95,1            | 70,5  | 2                           | 17                      |
|          |            |                      |                       |                     |                      | 2   | 69,8            | 40,6  | 3                           | 13                      |
|          |            |                      |                       |                     |                      | 3   | 40,1            | 3,9   | 3                           | 10                      |
|          |            |                      |                       |                     |                      | 4   |                 |       |                             |                         |
| 672      | SUR        | -45,89               | -60,55                | 26/11/2021<br>07:39 | 133,8                | 1   | 99,7            | 69,3  | 2                           | 45                      |
|          |            |                      |                       |                     |                      | 2   | 69,1            | 44    | 2                           | 45                      |
|          |            |                      |                       |                     |                      | 3   | 44              | 3,8   | 4                           | 53                      |
|          |            |                      |                       |                     |                      | 4   |                 |       |                             |                         |
| 673      | SUR        | -45,92               | -60,15                | 26/11/2021<br>13:06 | 252,5                | 1   | 101,7           | 80,2  | 4                           | 83                      |



| Estación | Tran      | Latitu | Longitu | Fecha Hora          | Prof  | Red | Profundidad (m) |      | Tiempo | Vol |
|----------|-----------|--------|---------|---------------------|-------|-----|-----------------|------|--------|-----|
|          |           |        |         |                     |       | 2   | 80,3            | 44,2 | 4      | 97  |
|          |           |        |         |                     |       | 3   | 44,2            | 3,9  | 3      | 46  |
|          |           |        |         |                     |       | 4   |                 |      |        |     |
| 675      | SUR       | -46,04 | -59,53  | 27/11/2021<br>08:19 | 862,3 | 1   | 100             | 71   | 3      | 66  |
|          |           |        |         |                     |       | 2   | 70,9            | 29,2 | 5      | 91  |
|          |           |        |         |                     |       | 3   | 29,4            | 3,9  | 2      | 41  |
|          |           |        |         |                     |       | 4   |                 |      |        |     |
| 676      | SUR       | -46,08 | -58,97  | 27/11/2021<br>13:38 | 1309  | 1   | 91,1            | 49,7 | 4      | 50  |
|          |           |        |         |                     |       | 2   | 49,7            | 29,2 | 2      | 10  |
|          |           |        |         |                     |       | 3   | 29              | 4,4  | 2      | 10  |
|          |           |        |         |                     |       | 4   |                 |      |        |     |
| 677      | SUR       | -46,07 | -58,97  | 27/11/2021<br>19:09 | 1819  | 1   | 100,3           | 70   | 4      | 104 |
|          |           |        |         |                     |       | 2   | 70              | 34,9 | 5      | 72  |
|          |           |        |         |                     |       | 3   | 35,1            | 5,2  | 4      | 22  |
|          |           |        |         |                     |       | 4   |                 |      |        |     |
| 682      | NOR<br>TE | -44,59 | -58,35  | 30/11/2021<br>14:36 | 2236  | 1   | 80,6            | 50   | 4      | 60  |
|          |           |        |         |                     |       | 2   | 50              | 22,4 | 2      | 22  |
|          |           |        |         |                     |       | 3   | 22,4            | 3,9  | 2      | 16  |
|          |           |        |         |                     |       | 4   |                 |      |        |     |
| 685      | NOR<br>TE | -44,57 | -58,75  | 01/12/2021<br>09:09 | 2130  | 1   | 89,9            | 45   | 5      | 80  |



| Estación | Tran      | Latitu | Longitu | Fecha Hora          | Prof  | Red | Profundidad (m) |      | Tiempo | Vol |
|----------|-----------|--------|---------|---------------------|-------|-----|-----------------|------|--------|-----|
|          |           |        |         |                     |       | 2   | 45,2            | 14,7 | 4      | 44  |
|          |           |        |         |                     |       | 3   | 14,9            | 4,6  | 1      | 18  |
|          |           |        |         |                     |       | 4   |                 |      |        |     |
| 686      | NOR<br>TE | -44,50 | -59,16  | 02/12/2021<br>09:22 | 1579  | 1   | 90,6            | 59,1 | 3      | 24  |
|          |           |        |         |                     |       | 2   | 60,2            | 30,9 | 3      | 30  |
|          |           |        |         |                     |       | 3   | 31,7            | 5,2  | 3      | 24  |
|          |           |        |         |                     |       | 4   |                 |      |        |     |
| 687      | NOR<br>TE | -44,48 | -59,59  | 02/12/2021<br>14:32 | 1430  | 1   | 90,8            | 29,6 | 10     | 189 |
|          |           |        |         |                     |       | 2   | 30              | 16   | 2      | 39  |
|          |           |        |         |                     |       | 3   | 15,5            | 4,7  | 1      | 26  |
|          |           |        |         |                     |       | 4   |                 |      |        |     |
| 690      | NOR<br>TE | -44,41 | -60,42  | 03/12/2021<br>10:52 | 116,8 | 1   |                 |      |        |     |
|          |           |        |         |                     |       | 2   | 41,4            | 20,2 | 4      | 76  |
|          |           |        |         |                     |       | 3   | 19,9            | 4,8  | 3      | 72  |
|          |           |        |         |                     |       | 4   |                 |      |        |     |
| 691      | NOR<br>TE | -44,37 | -60,85  | 03/12/2021<br>13:34 | 109,2 | 1   |                 |      |        |     |
|          |           |        |         |                     |       | 2   | 40              | 19,9 | 3      | 28  |
|          |           |        |         |                     |       | 3   | 20,2            | 4,5  | 2      | 37  |
|          |           |        |         |                     |       | 4   |                 |      |        |     |



| Estación | Tran  | Latitu | Longitu | Fecha Hora          | Prof  | Red | Profundidad (m) |      | Tiempo | Vol |
|----------|-------|--------|---------|---------------------|-------|-----|-----------------|------|--------|-----|
| 692      | NORTE | -44,34 | -61,26  | 03/12/2021<br>16:25 | 107,3 | 1   |                 |      |        |     |
|          |       |        |         |                     |       | 2   | 50,6            | 24,8 | 4      | 26  |
|          |       |        |         |                     |       | 3   | 25,2            | 4,7  | 2      | 44  |
|          |       |        |         |                     |       | 4   |                 |      |        |     |

TABLA 1: Datos básicos del muestreo con MultiRed

| Estación General | RMT | Fecha    | Hora          | Prof. de Arrastre | Tiempo Arrastre | Volumen Filtrado |
|------------------|-----|----------|---------------|-------------------|-----------------|------------------|
| 678              | 1   | 27/11/21 | 11:41:00 p.m. | 20-50             | 15'             | 1623             |
| 679              | 2   | 28/11/21 | 10:42:00 p.m. | 20-40             | 10'             | 911,1            |
| 680              | 3   | 29/11/21 | 10:12:00 p.m. | 0-100             | 13'             | 1599,3           |
| 681              | 4   | 30/11/21 | 02:37:00 a.m. | 20-35             | 10'             | 1724,1           |
| 684              | 5   | 30/11/21 | 12:19:00 p.m. | 20-40             | 10'             | 758,4            |

TABLA 2: Datos básicos del muestreo con RMT

## ANEXO 6

### Muestreo de bentos

Diego Giberto

Se realizaron dos actividades diferentes durante la campaña, que apuntaron a caracterizar la fauna bentónica epifaunal e infaunal. Con respecto a la primera actividad, se realizó una caracterización cualitativa de las comunidades bentónicas colectadas como by-catch durante los arrastres de pesca. En cada arrastre se procedió a registrar la captura total del bentos y luego se identificó la fauna obtenida hasta la menor categoría posible (se llevan varios ejemplares para su posterior identificación en el laboratorio). Se contabilizaron y pesaron las especies obtenidas, obteniéndose una matriz de especies por estación, tanto en términos de abundancia como de biomasa por milla náutica cuadrada (se realizaron las conversiones pertinentes mediante los datos obtenidos durante la maniobra pesquera). Se identificó la fauna de un total de 12 lances de pesca.

Con dicha información obtenida a bordo se realizó un análisis preliminar para caracterizar la diversidad bentónica obtenida como by-catch de la red. Se obtuvieron entre 1 y 28 especies por sitio (11,11 especies promedio). Los grupos dominantes en términos de especies fueron los equinodermos y los cnidarios (Tabla 1), aunque seguramente los poríferos y tunicados también tendrán un número significativo una vez identificados en laboratorio. Por otra parte, los grupos con valores de biomasa más importantes fueron los poríferos, equinodermos, tunicados y cnidarios, con valores de hasta 2,30 kg mn<sup>-2</sup> (Tabla 1). Las especies más importantes en términos de biomasa fueron especies del grupo Porifera, los equinodermos *Sterechinus agassizi* y *Diplopteraster clarki* y el cnidario *Anthoptilum grandiflorum*. Con respecto a la abundancia, los grupos más importantes fueron los equinodermos y los moluscos, con valores promedio de hasta 16,6 ind.mn<sup>2</sup> (Tabla 1). Las especies más abundantes fueron los equinodermos *Sterechinus agassizi* y *Labidiaster* sp., el cnidario *Anthoptilum grandiflorum* y el molusco *Zygochlamys patagonica*.

La curva de acumulación de especies extrapolada sugiere una diversidad estimada de 73,3±11,6 especies para el área de estudio (Figura 1). Sin embargo, se puede observar que la curva comienza a estabilizarse a partir de las 35 estaciones de muestreo aproximadamente, por lo que el muestreo actual (n=12) se puede considerar como una sub-representación de la diversidad total de especies bentónicas epifaunales presente en el área de estudio. Más aún, se debe tener en cuenta que el número de especies va a aumentar también porque se llevaron algunos grupos que sólo se pueden identificar fehacientemente en el laboratorio en tierra (Porifera por ejemplo). Por otra parte, los estimadores de diversidad obtenidos sugieren valores entre 56 y 106 especies totales para la zona (Chao1=68±11,6; Chao2=70,9±10,8; Jack1=71,1±8,7 y Jack2=82,3±7,1). En definitiva, y en forma tentativa, podemos decir que el total de especies epifaunales obtenidas durante el arrastre sugiere una diversidad total en la región muy similar al resto de las comunidades del borde externo de la Plataforma Argentina (Diego Giberto, datos no publicados).

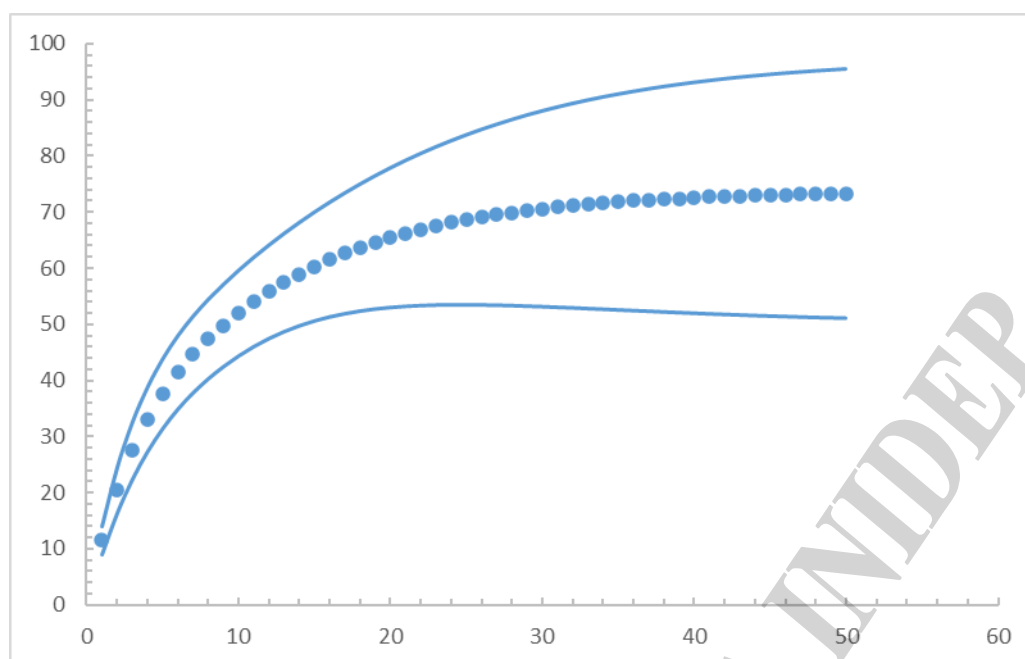


Figura 1. Curva de extrapolación de especies bentónicas epifaunales obtenidas durante los arrastres pesqueros en el Agujero Azul (VA-08/21). Se grafica el número de especies (eje Y) vs. el número de estaciones de muestreo (eje X), así como el intervalo de confianza (95%).

Tabla 1. Grupos de especies bentónicas epifaunales identificados durante los arrastres pesqueros en el Agujero Azul (VA-08/21).

| GRUPO         | CANTIDAD DE ESPECIES | ABUNDANCIA PROMEDIO (ind.mn <sup>2</sup> ) | BIOMASA PROMEDIO (gr.mn <sup>2</sup> ) |
|---------------|----------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|
| ARTHROPODA    | 1                    | 1,89                                       | 0,63                                   |
| CNIDARIA      | 15                   | 7,16                                       | 455,77                                 |
| CRUSTACEA     | 7                    | 2,28                                       | 137,82                                 |
| ECHINODERMATA | 18                   | 16,65                                      | 633,69                                 |
| MOLLUSCA      | 3                    | 12,58                                      | 288,67                                 |
| PORIFERA      | 5                    | 1,43                                       | 2290,62                                |
| TUNICATA      | 3                    | 7,93                                       | 559,10                                 |

Por otra parte, las comunidades bentónicas infaunales fueron muestreadas mediante una Box-Corer (0,01 m<sup>2</sup>) siguiendo un gradiente de profundidad (15 estaciones de muestreo) (Figura 2). Algunas estaciones de muestreo no se pudieron llevar a cabo debido a las condiciones climáticas de la zona. En la transecta principal se realizaron dos muestres con box.corer por estación, tomándose de la segunda muestra dos corer para estudios de secuestro de carbono, así como también una muestra de sedimentos para estudios de isótopos estables. Las muestras extraídas para el análisis de la infauna fueron tamizadas (500 µm) y fijadas a bordo en formol al 5%. Se colectaron también muestras de sedimento para caracterizar el tipo de fondo y su contenido de materia orgánica (se conservaron congeladas para su posterior análisis) en cada box corer. Las muestras biológicas se estudiarán en el Laboratorio de Bentos, lo que permitirá obtener información cuantitativa de la abundancia, biomasa y diversidad del bentos infaunal. Se espera relacionar toda esta información



con la actividad pesquera realizada en los fondos de arrastre y con el tipo de fondo disponible en la región.

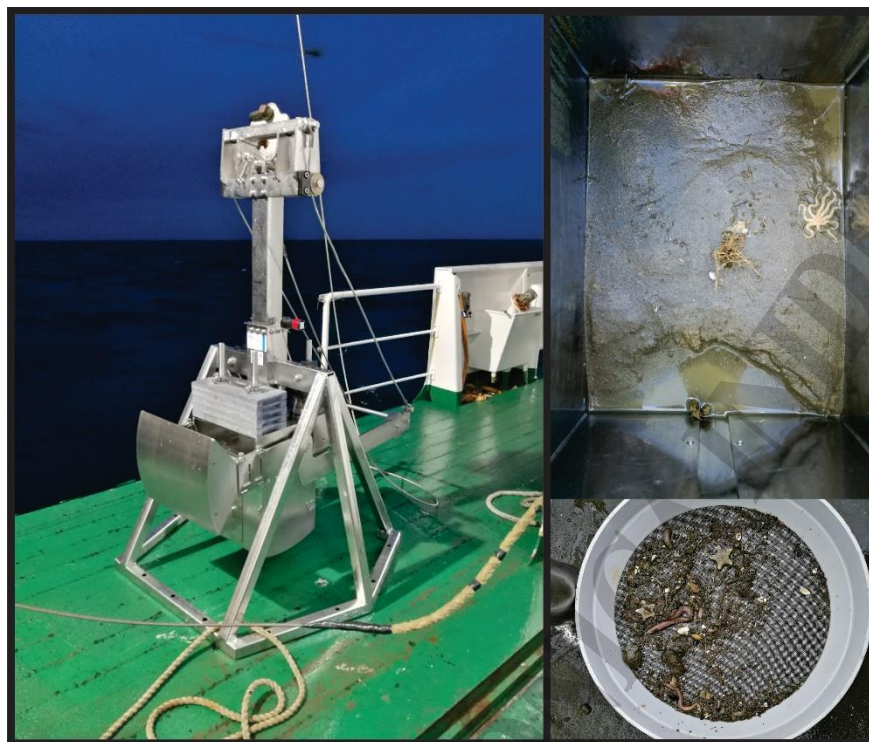


Figura 2. Muestreador bentónico utilizado (Box-Corer), con una vista del sedimento obtenido (arriba a la derecha) y parte de la infauna retenida con el tamiz.



## ANEXO 7

## Registro de datos de muestras y submuestras de peces óseos y cartilagosos

Natalia Ruocco y Diamela Álvarez

Programa utilizado: Datamar versión 3.8.1 (Patricio Buono)

Se crearon las siguientes bases de datos:

PVA0821.DBF (Puente y captura)

MVA0821.DBF (Muestras)

SOVA0821.DBF (Submuestra de Peces óseos)

SCVA0821.DBF (Submuestra de Peces cartilagosos)

## Informe sobre los lances de pesca de la Campaña VA08/21

Se realizaron 14 lances de pesca utilizando como arte una red Engel de arrastre de fondo con *rockhopper*, el tiempo de arrastre fue de 30 minutos de duración (Tabla 1). En el lance 1 no se capturaron peces, sin embargo, se registraron 42 ejemplares de *Zygochlamys patagonica* que pesaron 1,02 kg. En los lances 3, 4, 9, 10, 11 y 12 se obtuvieron 3,04 kg de *Dorytheuthis gahi*. No se registró pesca en los lances 5 y 14. La captura total de los lances de arrastre de fondo correspondió a 407,31 kg.

**Tabla 1.** Información general de los lances de pesca de la Campaña de Investigación VA08/21, efectuados con red de arrastre de fondo. La captura corresponde al total de peces.

| Estación gral | Lance | Fecha      | Latitud  | Longitud | Profundidad (m) | Hora inicial | Hora final | Captura (kg) |
|---------------|-------|------------|----------|----------|-----------------|--------------|------------|--------------|
| 661           | 1     | 22/11/2021 | 44,54401 | 60,05128 | 120             | 9:10         | 9:31       | 0,00         |
| 662           | 2     | 22/11/2021 | 45,13447 | 60,00129 | 307             | 14:01        | 14:31      | 23,44        |
| 663           | 3     | 23/11/2021 | 46,38509 | 60,43855 | 157             | 9:41         | 10:11      | 13,38        |
| 664           | 4     | 23/11/2021 | 46,14304 | 60,46792 | 137             | 13:54        | 14:26      | 54,70        |
| 664           | 5     | 23/11/2021 | 46,21601 | 60,20746 | 156             | 18:04        | 18:36      | 0,00         |
| 666           | 6     | 24/11/2021 | 46,24200 | 60,00456 | 732             | 9:36         | 10:22      | 16,52        |
| 667           | 7     | 24/11/2021 | 46,04183 | 60,05438 | 460             | 15:59        | 16:30      | 11,76        |
| 668           | 8     | 24/11/2021 | 46,02964 | 60,06991 | 377             | 18:49        | 19:20      | 3,30         |
| 669           | 9     | 25/11/2021 | 45,46424 | 61,42141 | 115             | 9:54         | 10:26      | 35,44        |
| 670           | 10    | 25/11/2021 | 45,49411 | 61,19784 | 113             | 15:06        | 15:38      | 133,66       |
| 671           | 11    | 25/11/2021 | 45,51722 | 60,57366 | 121             | 17:26        | 17:56      | 85,46        |
| 672           | 12    | 26/11/2021 | 45,55056 | 60,33885 | 132             | 9:07         | 9:38       | 23,94        |
| 673           | 13    | 26/11/2021 | 45,57782 | 60,09326 | 270             | 14:41        | 15:12      | 1,62         |
| 674           | 14    | 26/11/2021 | 45,54347 | 60,02526 | 534             | 17:58        | 18:29      | 0,00         |

Se identificaron un total de 20 especies, 12 de peces óseos y ocho de peces cartilagosos, correspondiendo seis a rayas (géneros *Amblyraja*, *Bathyrja* y *Dipturus*) y dos a tiburones (géneros *Schroederichthys* y *Squalus*). Dentro de los peces óseos *Merluccius hubbsi* fue la especie que presentó las mayores capturas (Tabla 2). Se efectuaron ocho submuestras de la misma, donde se registró: longitud total, peso total, sexo y estadio de madurez gonadal de cada uno de los ejemplares. A su vez, ésta especie junto con *Patagonotothen ramsayi* fueron las más frecuentes con respecto al número de lances en los que se capturaron (Tabla 2). Dentro de los peces cartilagosos, *Bathyrja*



*albomaculata* fue la especie más capturada y *Squalus acanthias* la que tuvo mayor aparición en los lances realizados (Tabla 2).

**Tabla 2.** Especies capturadas con red de arrastre de fondo, durante la Campaña de Investigación VA08/21. Captura: peso total de la especie; N° de ejemplares: cantidad de individuos presentes en las muestras; N° de lances: lances en los que la especie estuvo presente.

| Especie                        | Captura (kg) | N° de ejemplares | N° de lances |
|--------------------------------|--------------|------------------|--------------|
| <i>Merluccius hubbsi</i>       | 295,58       | 246              | 8            |
| <i>Genypterus blacodes</i>     | 31,82        | 13               | 5            |
| <i>Macrourus holotrachys</i>   | 13,04        | 25               | 4            |
| <i>Macrourus carinatus</i>     | 12,69        | 22               | 4            |
| <i>Patagonotothen ramsayi</i>  | 12,18        | 195              | 8            |
| <i>Bathyraja albomaculata</i>  | 7,95         | 6                | 2            |
| <i>Bathyraja brachyurops</i>   | 7,90         | 3                | 2            |
| <i>Squalus acanthias</i>       | 6,00         | 7                | 4            |
| <i>Congiopodus peruvianus</i>  | 5,51         | 24               | 6            |
| <i>Ilucoetes fimbriatus</i>    | 2,76         | 6                | 2            |
| <i>Schroederichthys bivius</i> | 1,90         | 5                | 4            |
| <i>Bathyraja macloviana</i>    | 1,88         | 2                | 2            |
| <i>Bassanago albescens</i>     | 1,10         | 3                | 1            |
| <i>Amblyraja doellojuradoi</i> | 1,10         | 3                | 1            |
| <i>Stromateus brasiliensis</i> | 0,64         | 2                | 1            |
| <i>Dipturus chilensis</i>      | 0,44         | 1                | 1            |
| <i>Mancopsetta</i> sp.         | 0,36         | 3                | 2            |
| <i>Achiropsetta</i> sp.        | 0,29         | 1                | 1            |
| <i>Austrophycis marginata</i>  | 0,07         | 6                | 3            |
| <i>Bathyraja scaphiops</i>     | 0,04         | 1                | 1            |

Los lances de pesca se realizaron en un rango de profundidades de 113 a 732 m. Las especies capturadas variaron de acuerdo a la profundidad, algunas estuvieron presentes sólo en plataforma (ej. los tiburones), otras sólo en talud (ej. género *Macrourus*) y en ciertos casos en ambas zonas, como por ejemplo *Patagonotothen ramsayi* (Tabla 3).

**Tabla 3.** Profundidades a las que fueron capturadas las distintas especies de peces, con red de arrastre de fondo, durante la Campaña de Investigación VA08/21.



| Especie                        | Profundidad (m) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                | 113             | 115 | 121 | 132 | 137 | 157 | 270 | 307 | 377 | 460 | 732 |
| <i>Achiropsetta</i> sp.        |                 |     |     |     |     |     |     | X   |     |     |     |
| <i>Austrophycis marginata</i>  |                 |     |     |     |     |     | X   |     | X   | X   |     |
| <i>Bassanago albescens</i>     |                 |     |     |     |     |     |     | X   |     |     |     |
| <i>Congiopodus peruvianus</i>  | X               | X   | X   | X   | X   |     |     |     |     |     | X   |
| <i>Macrourus holotrachys</i>   |                 |     |     |     |     |     |     | X   | X   | X   | X   |
| <i>Macrourus carinatus</i>     |                 |     |     |     |     |     |     | X   | X   | X   | X   |
| <i>Genypterus blacodes</i>     |                 |     | X   | X   | X   | X   |     | X   |     |     |     |
| <i>Ilucoetes fimbriatus</i>    |                 |     |     |     |     |     |     | X   |     | X   |     |
| <i>Mancopsetta</i> sp.         |                 |     |     |     |     |     |     |     |     | X   | X   |
| <i>Merluccius hubbsi</i>       | X               | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |     |     |     |
| <i>Patagonotothen ramsayi</i>  | X               |     | X   | X   | X   | X   |     | X   |     | X   | X   |
| <i>Stromateus brasiliensis</i> | X               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Amblyraja doellojuradoi</i> |                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     | X   |
| <i>Bathyrāja albomaculata</i>  |                 |     |     |     |     |     |     | X   |     |     | X   |
| <i>Bathyrāja brachyurops</i>   |                 |     |     | X   |     |     |     | X   |     |     |     |
| <i>Bathyrāja macloviana</i>    |                 |     | X   | X   |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Bathyrāja scaphiops</i>     |                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     | X   |
| <i>Dipturus chilensis</i>      |                 |     | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Schroederichthys bivius</i> |                 | X   | X   |     | X   | X   |     |     |     |     |     |
| <i>Squalus acanthias</i>       | X               |     |     | X   | X   | X   |     |     |     |     |     |

El objetivo de los últimos lances consistió en detectar la presencia de peces pelágicos de interés, principalmente de la familia Mictophidae. Se realizaron ocho lances de pesca con red de arrastre de media agua, de acuerdo a la presencia de registros ecoicos que resultaron de interés. El tiempo de arrastre varió entre 30 y 60 minutos de duración. Los lances fueron realizados en el horario vespertino, cuando los registros ecoicos se encontraban cerca de los 30 m de profundidad, a excepción del lance 19 que se realizó cerca de las 16 horas (Tabla 4). En los lances 17 y 18 se obtuvieron 0,63 kg de *Illex argentinus* y en el lance 21 no se obtuvo pesca. La captura total de los lances de arrastre de media agua correspondió a 166,02 kg.

**Tabla 4.** Información general de los lances de pesca de la Campaña de Investigación VA08/21, efectuados con red de arrastre de media agua. La captura corresponde al total de peces.

| Estación gral | Lance | Fecha      | Latitud | Longitud | Profundidad (m) | Hora inicial | Hora final | Captura (kg) |
|---------------|-------|------------|---------|----------|-----------------|--------------|------------|--------------|
| 678           | 15    | 27/11/2021 | 46,0384 | 59,0518  | 1685            | 22:04        | 22:46      | 48,80        |
| 679           | 16    | 28/11/2021 | 46,0482 | 59,0628  | 1580            | 21:49        | 22:13      | 9,09         |
| 680           | 17    | 29/11/2021 | 45,1777 | 58,2229  | 2469            | 20:58        | 21:33      | 3,97         |
| 681           | 18    | 29/11/2021 | 45,2055 | 58,2398  | 2467            | 23:03        | 23:46      | 14,09        |
| 682           | 19    | 30/11/2021 | 44,3503 | 58,2620  | 2098            | 16:18        | 17:01      | 2,44         |
| 683           | 20    | 30/11/2021 | 44,3339 | 58,2337  | 2192            | 19:50        | 20:30      | 13,08        |
| 684           | 21    | 30/11/2021 | 44,3420 | 58,2318  | 2185            | 22:54        | 23:40      | 0,00         |
| 689           | 22    | 02/12/2021 | 44,2734 | 59,4243  | 1200            | 21:04        | 22:08      | 73,92        |

Se identificaron un total de nueve especies de peces óseos. Dado que son familias poco estudiadas se les asignó inicialmente un nombre de fantasía el cual se mantuvo durante todos los lances (Tabla 5). Posteriormente, con la ayuda de claves taxonómicas e Ictiólogos, se pudieron identificar algunas de ellas, sin embargo, requieren de corroboración en tierra. La familia Mictophidae (“Anchoita”, “Pampanito”, “Pescadito”, “Cabeza negra” y “Jorobado”) fue la que estuvo mayormente representada en la zona de dominio pelágico. *Gymnoscopelus nicholsi* presentó las mayores capturas seguido por *Electrona* sp.; ambas especies fueron las más frecuentes con respecto al número de lances en los que se capturaron (Tabla 5).



**Tabla 5.** Especies capturadas con red de arrastre de media agua, durante la Campaña de Investigación VA08/21. Captura: peso total de la especie; N° de ejemplares: cantidad de individuos presentes en las muestras; N° de lances: lances en los que la especie estuvo presente.

| Familia/Especie*                            | Captura (kg) | N° de ejemplares | N° de lances |
|---------------------------------------------|--------------|------------------|--------------|
| <i>Gymnoscopelus nicholsi</i> "Anchoita"    | 154,23       | 532              | 6            |
| <i>Electrona</i> sp. "Pampanito"            | 5,76         | 189              | 6            |
| Bathylagidae "Caballa"                      | 4,49         | 31               | 4            |
| <i>Protomyctophum choriodon</i> "Pescadito" | 0,59         | 284              | 5            |
| "Dientudo"                                  | 0,23         | 10               | 4            |
| "Chanchito"                                 | 0,05         | 5                | 3            |
| Myctophidae "Cabeza negra"                  | 0,03         | 9                | 2            |
| Myctophidae "Jorobado"                      | 0,01         | 1                | 1            |
| "Saraquita"                                 | 0,01         | 1                | 1            |

\*Entre comillas se indican los nombres de fantasía

La estructura de longitudes del total de las muestras efectuadas de *G. nicholsi* y de *Electrona* sp. estuvieron comprendidas entre 7 y 16 cm de LT. Además, en la primera especie, se capturaron ejemplares de 5 cm de LT, aunque en bajas proporciones. Ambas especies presentaron una distribución bimodal, con las modas en 9 y 13 cm de LT, no obstante, las mismas variaron en su frecuencia (Figura 1).

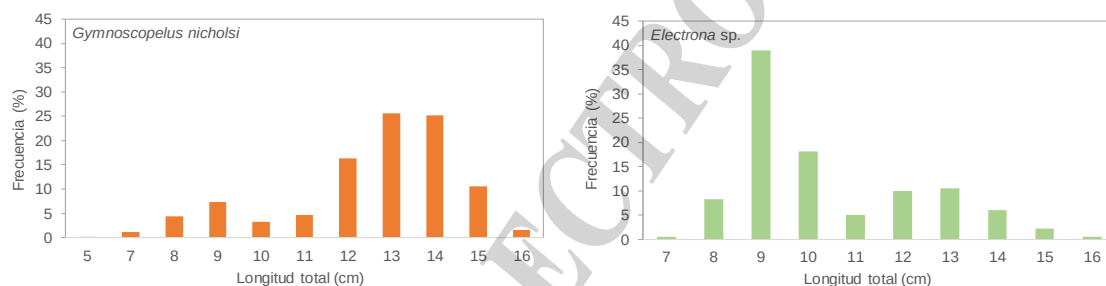


Figura 1. Distribución de las frecuencias de longitudes de *Gymnoscopelus nicholsi* y de *Electrona* sp. Campaña de Investigación VA08/21.

## ANEXO 8

### Toma de muestras y procesamiento a bordo para la determinación de isótopos estables de Carbono y Nitrógeno

Esteban Gaitán

Para alcanzar los objetivos planteados en esta actividad se tomaron muestras de materia orgánica en suspensión (MOS), sedimento, de los principales componentes del zooplancton y de diversas especies de invertebrados bentónicos y peces.

Las muestras de MOS se obtuvieron a través de la colecta de agua por medio de botellas Niskin ubicadas en una roseta oceanográfica. Las muestras se obtuvieron en todas las estaciones en que se efectuó el CTD en las transectas ( $n=16$ ), y en la mayoría de las estaciones por fuera de las mismas ( $n=8$ ), en ambos casos a tres profundidades distintas. Las profundidades fueron a 5 m de profundidad (superficie), en el máximo de fluorescencia y en la máxima profundidad alcanzada por el CTD (fondo). Una vez en cubierta, el agua obtenida se pre-filtró con una malla de  $67\ \mu\text{m}$  para eliminar la mayoría de los componentes zooplanktónicos y mediante un tren de filtrado y una bomba de vacío (Foto A) se concentró la MOS en un filtro de fibra de vidrio de  $0.47\ \mu\text{m}$  previamente muflado. El volumen filtrado en cada estación y profundidad varió entre 2 y 10 litros dependiendo de la cantidad de MOS, lo que se puede observar por la capa de MOS que queda retenida en el filtro (Foto B). Luego los filtros fueron puestos a secar ( $60^\circ\text{C}$  durante 72 hs) en la estufa disponible del barco, luego de lo cual se pueden mantener en lugar seco hasta su análisis.

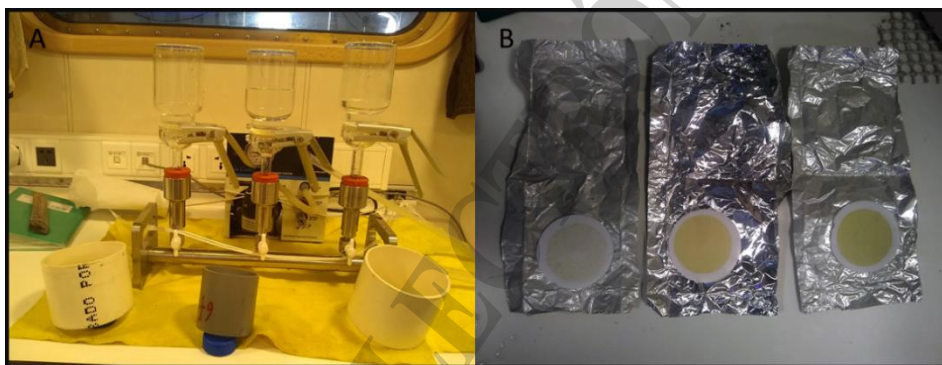


Foto A: Tren de filtrado para colecta de material orgánico en suspensión (MOS) a tres profundidades diferentes. B: MOS retenido en los filtros para cada una de las profundidades muestreadas (fondo, máximo de fluorescencia y superficie, respectivamente).

El sedimento se obtuvo en algunas estaciones (menores a 1500 m de profundidad) donde se utilizó la Box Corer. Una vez en cubierta y luego de volcar la muestra en un cajón se separó aproximadamente  $1/4\ \text{kg}$  de sedimento para ser procesado luego.

Las muestras de zooplancton se obtuvieron de la Multired, la cual se utilizó en las dos transectas. Previa examinación visual de las muestras se procedió a separar de la misma los componentes más abundantes a fin de caracterizar la trama trófica en cada uno de los sectores de estudio (plataforma, frente de talud y aguas oceánicas). En el caso del macro-zooplancton (anfípodos, eufaúsidos, organismos gelatinosos) estos se separaron directamente de la muestra (foto C), mientras que cuando se verificó la presencia de organismos más pequeños pero en alta cantidad (copépodos, larvas de eufaúsidos) se procedió a utilizar el separador Folsom y destinar la mitad (o un cuarto) de la muestra de un estrato para los análisis isotópicos. De igual manera se procedió a colectar material cuando se utilizó la red RMT en horario nocturno, luego de los lances de pesca dirigidos a



mictófidos. En todos los casos el material separado y debidamente rotulado se guardó congelado en freezer hasta su análisis posterior en laboratorio.



Foto C: Anfípodos separados de la muestra de plancton proveniente de la Multired.

Numerosas especies de peces e invertebrados bentónicos se obtuvieron de la red de arrastre de fondo Engel. En ambos casos se procedió a separar aquellos componentes más abundantes y por ende representativos del sector muestreado. En el caso de los peces, se procedió a medir la talla y extraer un pedazo de musculo de cada ejemplar (foto D), mientras que los diversos invertebrados fueron guardados enteros para procesarlos en tierra (foto E). Cuando se utilizó la red de media agua se realizó el mismo procedimiento con los peces, y además se colectaron organismos pelágicos del macrozooplancton (salpas, medusas, anfípodos) que fueron guardados para identificar y procesar en el laboratorio (foto F).

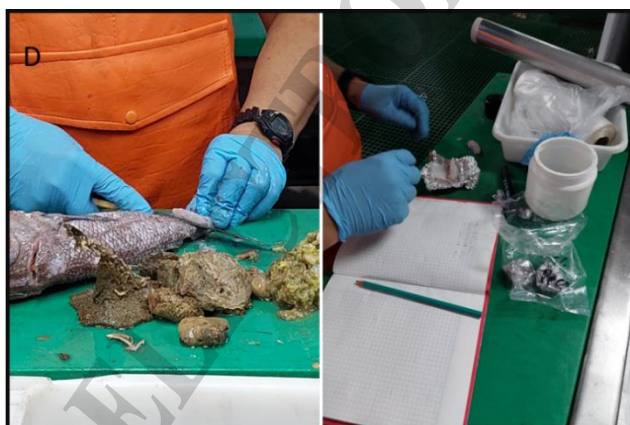


Foto D: Extracción de un pedazo de músculo de pez (granadero), y posterior rotulado y guardado del mismo para procesado en tierra.



Foto E: Separación de diversas especies de invertebrados bentónicos para ser procesadas en tierra.



Foto F: Macro-zooplankton (salpas, medusas, anfípodos) obtenido a partir de la red de pesca de media agua.

## ANEXO 9

### Adquisición de datos hidroacústicos

Ariel Cabreira

Se realizó una adquisición de registros acústicos de manera continua (durante las 24 horas del día) utilizando una ecosonda de banda ancha operando en seis frecuencias de trabajo (18, 38, 70, 120, 200 y 333 kHz). Asimismo, se utilizó una ecosonda multihaz dirigida a obtener información de la topografía de fondo que permitió detectar sectores adecuados para el arrastre, evitando de esta manera enganches y consecuentes daños o pérdida de la red utilizada. Mediante sensores de telemetría acústica, se efectuó el monitoreo en tiempo real de la geometría y del desempeño del arte de pesca durante el arrastre. Se utilizó el programa LSSS-MAREC para la visualización y procesamiento de los datos adquiridos.

La figura NN muestra el derrotero realizado durante la campaña, siendo la distancia recorrida total en el área de interés de 1250 millas náuticas. El volumen total de información recolectada a partir del instrumental acústico utilizado fue de aproximadamente 1,5 TB.

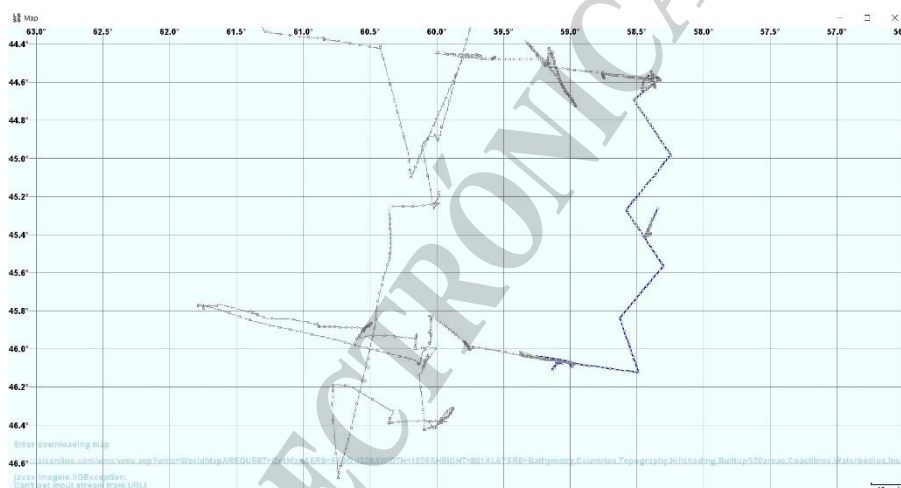


Figura 1. Recorrido realizado durante la campaña VA-08/21.

#### *Desplegado de la quilla retráctil*

Una vez realizada la zarpada del buque y posicionados en la isobata de 20 metros se procedió a desplegar la quilla retráctil a su máxima posición (2,5 metros) por debajo del casco de la embarcación. De esta manera la ubicación final de los transductores acústicos fue de 7,5 metros de la superficie marina.

#### *Sincronización del instrumental acústico*

A los fines de sincronizar el instrumental acústico (ecosondas monohaz, multihaz y sonar), se utilizó la unidad de sincronización Kongsberg K-SYNC. Esto permitió evitar interferencias entre los distintos sistemas. Para tal fin, se diseñaron grupos de disparo alternados entre los instrumentos, dándole prioridad de disparo a la ecosonda SIMRAD EK80.

#### *Ecosonda científica SIMRAD EK-80*

Se realizó una adquisición continua (24 horas) mediante la ecosonda científica de banda ancha SIMRAD EK-80 operando transductores de 18, 38, 70, 120, 200 y 333 kHz de frecuencia en formato



AM (Amplitud Modulada). Asimismo, en algunas áreas de interés se realizó una adquisición en FM (Frecuencia Modulada). La configuración de dicho equipo se detalla en la tabla NN.

Tabla NN. Configuración de la ecosonda SIMRAD EK80 en modo CW.

| Transductor | Duración de pulso<br>CW/FM | Potencia (W) | Frecuencia<br>(Hz) |
|-------------|----------------------------|--------------|--------------------|
| ES18        | 1/1 ms                     | 1600         | 18000              |
| ES38-7      | 1/2 ms                     | 2000         | 38000              |
| ES70-7C     | 1/2 ms                     | 750          | 70000              |
| ES120-7C    | 1/2 ms                     | 250          | 120000             |
| ES200-7C    | 1/2 ms                     | 150          | 200000             |
| ES333-7C    | 1/2 ms                     | 50           | 333000             |

#### Ecosonda multihaz SIMRAD ME-70

Se utilizó la ecosonda multihaz SIMRAD ME-70 que permitió realizar observaciones de la topografía de fondo, localizando áreas propicias para el arrastre sobre el fondo. En la figura NN se observan áreas con presencias de enganches las cuales ponen en riesgo el arte de pesca.

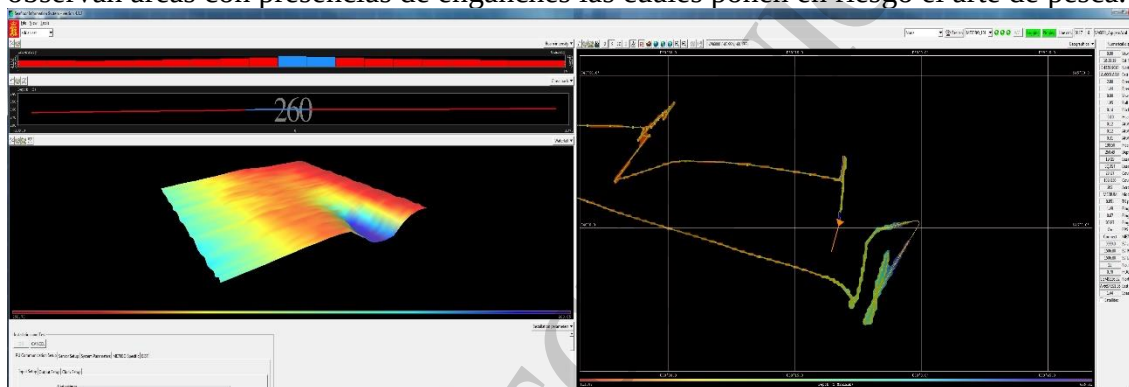


Figura 2. Búsqueda de áreas con topografía de fondo segura para realizar el arrastre de pesca.

#### Sonar omnidireccional SIMRAD SX-93

Durante el día 30 de noviembre se puso en servicio el sonar omnidireccional. Se pudo observar la presencia de cardúmenes de peces. Esta información permitirá estudiar la distribución espacial de los mismos en los alrededores de la embarcación.

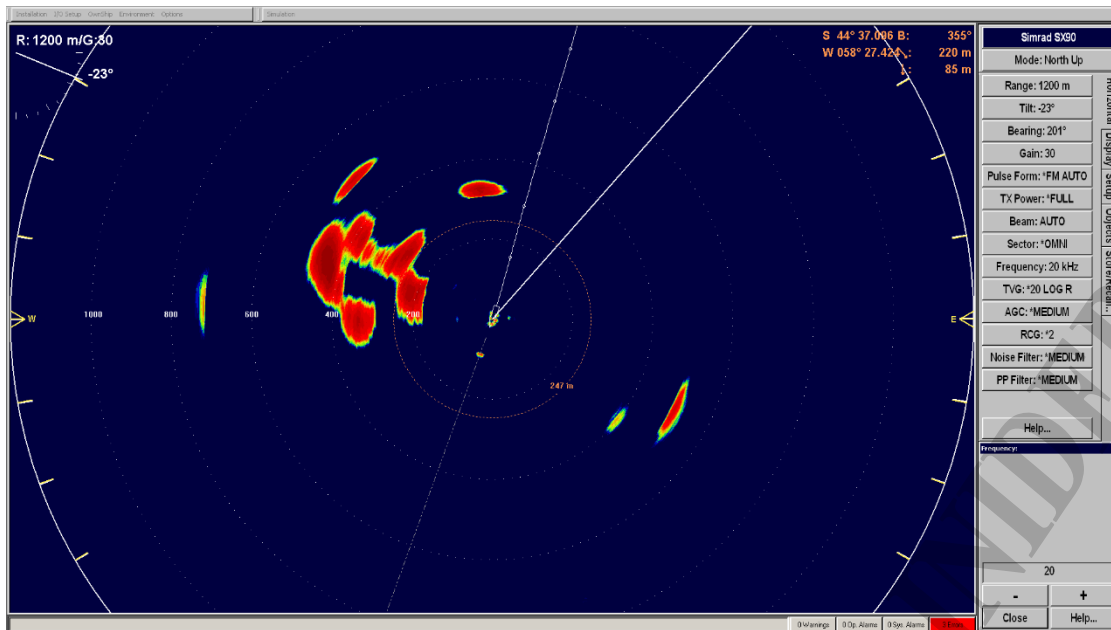


Figura 3. Observación de la distribución espacial de cardúmenes de peces mediante el sonar omnidireccional.

#### *Procesamiento de la información acústica adquirida mediante el programa LSSS-MAREC*

Toda la información acústica recolectada por la ecosonda SIMRAD EK-80 fue visualizada a bordo mediante el programa de datos acústicos LSSS (*Large Scale Survey System*).

#### *Monitoreo de desempeño de la red de pesca (Sensores SIMRAD PX)*

El desempeño de la red de arrastre de fondo como la de red media agua fueron monitoreados utilizando sensores de telemetría acústica SIMRAD PX. Para tal fin, se instalaron sensores en los portones (solo en la red de fondo) que permitieron recabar información en tiempo real sobre la distancia entre portones, distancia al fondo de cada portón y el ángulo de inclinación (cabecero y rolo) de los mismos. Asimismo, se instaló en la relinga superior un ojo de red que permitió medir la abertura vertical de la red durante el arrastre y la temperatura del agua en el estrato de operación de la red. Durante cada estación de muestreo se realizó capturas de pantalla (seis por minuto) y se recopiló toda la información adquirida por los sensores en archivos con formato .csv (valores separados por comas). En la red de media agua se instalaron dos ojos de red a los fines de duplicar la información de la profundidad de la red en la columna de agua.





Figura 4. Monitoreo del desempeño de la red de fondo (arriba) y media agua (abajo).

#### *Experiencia sobre la migración vertical de mictófid*

Se realizó una experiencia a los fines de estudiar las migraciones verticales diarias (MVD) de capas de dispersión profunda (DSL's), durante tres ciclos de 24 hs. Se observó que dichas capas migraron desde profundidades de 500-600 m durante el día, hasta 20-40 m durante la noche (ver línea indicativa amarilla). El ascenso entre las dos profundidades señaladas se realizó en el transcurso 3-4 horas. Se realizaron lances identificatorios nocturnos con una red de media agua que permitieron confirmar dicha migración correspondía a peces del grupo mictófid. Asimismo, dicha experiencia permitirá estudiar la respuesta acústica de este grupo y evaluar cambios entre el ascenso y descenso

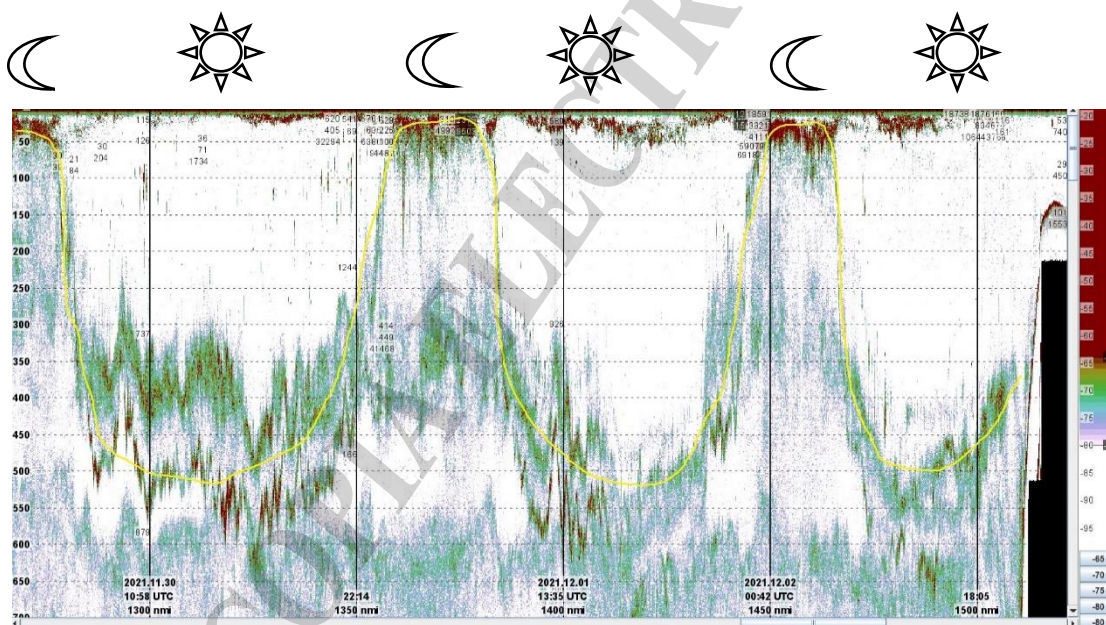


Figura 5. Migraciones verticales diarias (MVD) de capas de mictófid, durante tres ciclos de 24 hs. La línea amarilla denota el recorrido de la capa de dispersión.