

Propuesta de trabajo para atender los requerimientos biológicos para PGA de prospección sísmica 2026

(EM2024/36001/019798 (DINACEA) 12 de noviembre, 2025)

Técnico responsable:
Larisa Magnone

técnicos participantes

Andrés Domingo
Juan Gadea
Hernán Olano
Ramiro de los Santos
Edwin Da Costa
Octavio Esquivel Garrote



Enero 2026

Página intencionalmente en blanco
para impresión en doble faz.

OBJETO DEL DOCUMENTO

El objeto de la presente propuesta es desarrollar un plan de monitoreo ambiental (PMA) que atienda los requerimientos establecidos por el MA para la realización de actividades de prospección sísmica off-shore en la ZEEU por parte de la empresa CGG.

ANTECEDENTES

Con fecha 14 de noviembre de 2025 la DINACEA (MA) comunica a través del documento EM2024/36001/019798 (DINACEA) que sugiere otorgar la Autorización Ambiental Previa a CGG Services (US) Inc. para la Fase I-aguas someras de su proyecto "Prospección sísmica offshore 3D, ubicados en la zona económica exclusiva", sujeta la presentación de un plan de gestión ambiental (PGA) para su aprobación por parte de DINACEA que incluya entre otras cosas:

Un plan de monitoreo de la distribución y concentración de huevos y larvas de merluza común (Merluccius hubbsi) y anchoíta (Engraulis anchoíta), así como identificar el zooplancton (micro y mesozooplancton) y registrar las variables fisicoquímicas.

Un Plan de Monitoreo Biológico para determinar afectación y ahuyentamiento de merluza común (Merluccius hubbsi), anchoíta (Engraulis anchoíta) y calamar

En particular respecto a los componentes Plancton y Pesca en dicho documento se establecen los requerimientos específicos que se transcriben a continuación, en los folios que se indican.

Plancton: FOLIO 1147

...se considera que durante la primer fase de adquisición de datos sísmicos sobre la ACPM se realice un monitoreo, no solo de distribución y abundancia de huevos y larvas, sino que se determine el grado de afectación que la actividad sísmica tendría sobre estos. Por lo expuesto, en el marco de la presentación del PGA-O, se incluirá un plan de monitoreo que contemple, al menos:

- **Distribución y abundancia de ictioplancton** (con énfasis en huevos y larvas de merluza y anchoíta) y fauna acompañante (micro y mesozooplancton), además de las diferentes variables fisicoquímicas ambientales. Un monitoreo previo al inicio de la etapa 1, un monitoreo luego de finalizar la prospección y un tercer monitoreo que proporcione una cobertura estacional.
- **Monitoreo de afectación a huevos y larvas** de merluza común (Merluccius hubbsi) y anchoíta (Engraulis anchoíta), incluyendo muestreos antes (1 hora aproximadamente) e inmediatamente después de la actividad sísmica, en un entorno de 1 hora, para evitar la contaminación del área impactada por la turbulencia ya las 24 horas (enfocadas especialmente en huevos recién eclosionados, para analizar cómo continuó la afectación al crecimiento tras el impacto).
- **Muestreos estratificados verticalmente** (superficie, media agua y profundidad), con redes de 300 micras para cubrir un mayor espectro del tamaño de ictioplancton y de 100 micras para el zooplancton.

... se entiende pertinente que la titular presente para su aprobación, como parte del PGA, **un programa de monitoreo biológico** enfocado particularmente en aquellas especies como la merluza común (*Merluccius hubbsi*) y parte de su fauna acompañante: anchoíta (*Engraulis anchoíta*) y calamar (*Illex argentinus*). Este programa considerará los siguientes criterios:

- Artes de pesca a utilizar y alcance geográfico: **monitoreo de fauna mediante pesca de arrastre en plataforma y en aguas profundas**, arrastre a media agua (pelágico) y evaluación acústica (ecosonda multihaz) para determinar abundancia/biomasa de especies presente en el área.
- **Estacionalidad** y extensión temporal: frecuencia estacional y por una extensión de al menos 3 años de duración.
- **Frecuencia** de monitoreo en función de la actividad (cantidad de días antes/durante/después, etc.): muestreos obtendrán datos previos (horas-días), durante y después de la actividad sísmica

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DOCUMENTO

El presente documento presenta un plan de trabajo orientado a atender los requerimientos mencionados.

La propuesta se estructura en torno a dos ejes principales:

A Plancton, que integra los estudios sobre zooplancton e ictioplancton

B Pesca, que se centra en el recurso Merluza (*Merluccius hubbsi*)

A su vez cada uno de esos ejes contempla dos dimensiones distintas

El eje Plancton (**A**) contempla,

- A1** La distribución y abundancia de los principales grupos de zooplancton y de los huevos y larvas de merluza y anchoíta, y por otro,
- A2** El análisis de la posible afectación directa de la actividad sísmica sobre estos componentes biológicos.

El eje Pesca (**B**) contempla,

- B1** El establecimiento de un programa de monitoreo del recurso merluza y de su principal fauna acompañante
- B2** El análisis de los potenciales efectos de la actividad sísmica sobre la comunidad de peces presente en el área de estudio.

En la propuesta se incluye un marco teórico, una justificación y una revisión de los antecedentes más relevantes acerca de los componentes mencionados, así como también los objetivos planteados, el abordaje metodológico utilizado, la descripción de la metodología y actividades a desarrollar, los resultados esperados, el cronograma de ejecución y productos a entregar.

COMPONENTE A: PLANCTON

El plancton es una comunidad de organismos habitantes del medio pelágico de los ecosistemas acuáticos, cuya baja capacidad de movimiento les impide desplazarse en el plano horizontal independientemente de los movimientos del agua. Está compuesto por organismos autótrofos, integrantes del fitoplancton y organismos heterótrofos pertenecientes al reino animal (zooplancton e ictioplancton). De acuerdo con el tamaño, los diversos grupos biológicos que lo integran se clasifican en un continuo de rangos difusos pertenecientes al femto, pico, nanoplancton (0,02-20 μ m), micro y mesoplancton (20 μ m-20mm), macro y megaplancton (2-200cm) (Sommer 1989). Presentan un rol central en las tramas tróficas en la transferencia de materia orgánica (ej. carbono) y energía; en particular el zooplancton compone los eslabones intermedios de las tramas tróficas marinas siendo un eslabón clave entre los productores primarios (fitoplancton) y la transferencia de materia orgánica hacia los consumidores terciarios de los ambientes marinos (Lalli & Parsons 1997).

En el Atlántico Sudoccidental (ASO), se identifican 5 zonas, siendo que en la Zona Económica Exclusiva Uruguaya (ZEEU), se encuentran las zonas Subtropical y Transicional. Esta última es la más dinámica, presentando los mayores valores de biomasa fitoplanctónica y zooplanctónica durante primavera. En la misma convergen las corrientes de Brasil y Malvinas, caracterizando a las comunidades planctónicas con una mezcla de organismos de aguas cálidas y frías, donde los valores más altos de riqueza específica se registran en aguas subtropicales, entre los 10° y 35° S y en la ZT (36°- 40° S) (Boltovskoy 1999). Para el zooplancton del ASO, el total de especies holoplanctónicas marinas descritas es ca. 7.000, siendo los grupos con mayor riqueza específica: Copepoda, Hydromedusae y Tintinida, mostrando menor riqueza Doliolida, Cladocera y Ctenophora. El meroplancton está representado principalmente por larvas de decápodos e ictioplancton, siendo para el Ictioplancton las familias dominantes Carangidae, Myctophidae, Engraulidae y Clupeidae; mientras que para los crustáceos Majidae y Xanthidae. En particular, la zona de talud de la ZEE presentó el mayor rango de taxa de organismos zooplanctónicos (110-164), en comparación con zonas de menor profundidad de la ZEE, donde Copepoda destaca como grupo taxonómico de mayor importancia por su riqueza. Al igual que otros grupos del zooplancton, los mayores valores de abundancia de copépodos se reportan en estaciones sobre la plataforma externa y talud uruguayo (Calliari et al. 2014, Muniz et al. 2024). Sin embargo, con respecto a las abundancias de copépodos se identifica un posible sesgo en los registros previos debido a la ausencia de métodos de muestreos estandarizados, asociados principalmente con el tamaño de malla utilizada (150-300 μ m) (Calliari et al. 2014). En el marco de estudios sobre línea de base relacionados con exploración de hidrocarburos en la plataforma, campañas recientes (Fugro-GEOS 2014; Advisian 2016) reflejan tendencias similares a las encontradas en estudios previos (Calliari et al. 2014) con una comunidad zooplanctónica dominada por copépodos (Orden Calanoida). A pesar de la existencia de dichos estudios, destaca la baja frecuencia de los mismos (un muestreo estacional) y una baja representatividad de la variabilidad oceanográfica existente en la ZEEU.

Zooplankton

En las últimas décadas, existe un incremento de la generación de información sobre los efectos de estudios sísmicos para prospecciones del fondo marino, sobre la fauna marina; los mismos se han desarrollado principalmente sobre afectaciones a mamíferos marinos (Richardson et al. 1995) y peces (Popper & Hasting 2009). Los invertebrados acuáticos han sido menos estudiados (Hawkins et al. 2015), donde el zooplankton es una comunidad recientemente analizada (MacCauly et al. 2017). Para evaluar el efecto de estudios sísmicos sobre el zooplankton se han considerado diversos indicadores comunitarios del zooplankton (ej. composición, abundancia, biomasa, mortalidad o malformaciones) (MacCaluy et al. 2017; Vereide et al. 2023, 2025). A pesar de dichos estudios, los efectos de estudios sísmicos sobre el zooplankton, aún no se comprenden bien. Los posibles impactos sobre los invertebrados que componen esta comunidad incluyen daños físicos causados por el movimiento de los fluidos (Field et al. 2019), desorientación por efectos sobre sus sistemas sensoriales (MacCauly et al. 2017) o la alteración del comportamiento debido a los rápidos cambios de presión relacionados con los cañones de aire (Vereide et al. 2024).

Por otro lado, la mortalidad del zooplankton asociada a la exposición durante estudios sísmicos ha mostrado resultados variables, los cuales están principalmente influenciados por la intensidad de los cañones de aire y la distancia a la fuente emisora (Vereide et al. 2025). Se han documentado aumentos significativos de mortalidad y reducción en la abundancia zooplanktónica a distancias muy cercanas ($\leq 5-10\text{m}$) en copépodos adultos, mientras que otros trabajos reportan efectos a escalas mayores, con disminuciones de abundancia y aumentos de mortalidad detectados hasta un radio de 1-1,2 km del cañón sísmico (Field et al. 2019; McCauley et al. 2017). Estas diferencias pueden sugerir que la magnitud del impacto varía según el diseño del estudio, grupo zooplanktónico evaluado o condiciones de exposición. Destaca la necesidad de considerar en los programas de monitoreo gradientes de distancia de la colecta de muestra al sitio de emisión. En este sentido, se han observado respuestas diferenciales entre especies y grupos zooplanktónicos, lo que también podrían sugerir sensibilidades variables entre taxones (Field et al. 2019; McCauley et al. 2017; Vereide et al. 2024).

En la Tabla 1 se indican los principales estudios sobre el impacto de estudios sísmicos sobre el zooplankton; se incluyen los efectos observados, los indicadores utilizados y referencias consultadas.

Tabla 1. Efectos de estudios sísmicos sobre la comunidad zooplanctónica. Se detalla la actividad/presión, impactos e índices considerados.

Actividad/Presión	Impacto potencial en el zooplancton	Índices y Metodología	Referencias
Impacto letal (inmediato) por cañones sísmicos	Mortalidad significativa <i>Calanus finmarchicus</i>	Mortalidad proporción de individuos vivos/muertos (conteo)	Fields et al. 2019
	Mortalidad significativa de zooplancton	Abundancia (ind. m ⁻³). Mortalidad proporción de individuos vivos/muertos (tinción Rojo Neutro)	McCauley et al. 2017
	Mortalidad significativa en <i>Acartia tonsa</i> (estadio naupliar).	Mortalidad proporción de individuos vivos/muertos (conteo)	Vereide et al. 2023
	Mortalidad significativa en <i>Calanus</i>	Abundancia (ind. m ⁻³). Biomasa (g DW·m ⁻³) Mortalidad en <i>Calanus</i> proporción de individuos vivos/muertos (tinción Neutral Red)	Vereide et al. 2025
Impacto letal no inmediato por cañones sísmicos	Mortalidad retardada en <i>Calanus finmarchicus</i>	Mortalidad proporción de individuos vivos/muertos (conteo)	Fields et al. 2019
	Mortalidad retardada en <i>Acartia tonsa</i> (estadio naupliar).	Mortalidad proporción de individuos vivos/muertos (conteo)	Vereide et al. 2023
	Mortalidad significativa en <i>Calanus</i>	Mortalidad en <i>Calanus</i> proporción de individuos vivos/muertos (conteo)	Vereide et al. 2025
Impacto subletal por cañones sísmicos	Alteraciones fisiológicas-funcionales en <i>Acartia tonsa</i> (en estadio naupliar).	Crecimiento (longitud corporal, µm) y desarrollo (avance entre estadios naupliares)	Vereide et al. 2023

A pesar de los avances a nivel global, no existen trabajos relacionados con el efecto de estudios sísmicos sobre la comunidad zooplanctónica en la ZEEU.

Ictioplancton

En función de lo solicitado por DINACEA, el componente ictioplancton (huevos y larvas de peces), la presente propuesta se focaliza particularmente en dos especies de alta relevancia ecológica: *Merluccius hubbsi* y *Engraulis anchoita*. La merluza común (*M. hubbsi*) constituye uno de los principales recursos pesqueros del Atlántico sudoccidental, mientras que la anchoíta (*E. anchoita*), una especie pelágica de elevada abundancia y amplia distribución, desempeña un rol clave como nexo energético entre el zooplancton y numerosos depredadores superiores, lo que la convierte en un componente central para el funcionamiento y la estabilidad trófica del sistema.

Merluccius hubbsi

La merluza (*Merluccius hubbsi*) es una especie demersal distribuida en el océano Atlántico sudoccidental, desde el sur de Brasil hasta Argentina y Uruguay. Es una especie comercial clave en estos países, con pesquerías de gran importancia.

M. hubbsi sustenta una de las pesquerías más importantes en la Zona Común de Pesca Argentina-Uruguay (ZCPAU) y en la mayor parte de la plataforma patagónica. La pesquería uruguaya de esta especie de merluza se desarrolla en la ZCPAU (34°30'–39°30'S), donde este recurso pesquero es compartido por ambos países. Sin embargo, la distribución de la especie se extiende más allá de esta área (hasta los 55°S), donde solo es capturada por la flota argentina bajo su jurisdicción (Lorenzo y Defeo, 2015).

A lo largo de los años, la pesquería de la merluza ha estado sujeta a regulaciones para asegurar la sostenibilidad del recurso, dada la presión sobre las poblaciones de merluza. El establecimiento de la Zona Común de Pesca del Atlántico Sur (ZCPAU) ha sido crucial para gestionar la explotación conjunta con Argentina. A pesar de los esfuerzos por controlar la pesca y las fluctuaciones en las poblaciones de merluza, la pesquería ha enfrentado desafíos relacionados con la sobreexplotación y el cambio en las condiciones del ecosistema marino.

La reproducción es vital para la sostenibilidad de una población influyendo directamente en la dinámica poblacional y puede ser muy sensible al estrés y a cambios en las condiciones ambientales (Bonga, 1997). Las perturbaciones durante el período de desove podrían afectar a una fracción mayor de la población en comparación con otros momentos del ciclo de vida.

A su vez los cambios en la estructura poblacional derivados del sometimiento del recurso a muchos años de presión pesquera, generan importantes modificaciones en los parámetros reproductivos de la misma, que se suelen ver reflejados tanto en términos de abundancia como en variaciones espaciales y temporales de las puestas.

La falta de información espacial y temporal actualizada acerca de la distribución de larvas y huevos llevó a que se formulara en el proceso de autorización ambiental un plan de monitoreo específico para confirmar las hipótesis consideradas con base a la información bibliográfica disponible. De esta manera con la disponibilidad de datos actuales acerca de las zonas y los meses en que se encuentran presentes los huevos y larvas de la merluza en aguas de la ZEE, se dispondrá de información que resulta fundamental para validar los resultados del estudio realizado, más allá de la rigurosidad teórica con que el mismo fue desarrollado.

Biología y reproducción de *M. hubbsi*

La merluza es una especie demersal pelágica característica de aguas templado-frías relacionadas con la Corriente de Malvinas. Se distribuye sobre la plataforma continental en Uruguay y Argentina desde 34° S hasta 55° S y en profundidades entre 50 y 400 m (Irusta et al., 2016). Anualmente alcanza aguas brasileñas hasta Cabo Frío (23° S), en respuesta al afloramiento de aguas subantárticas a lo largo del sur de dicho país. Se caracteriza por la realización de migraciones tróficas y reproductivas entre la isóbata de 50 m y el talud continental. Las más importantes ocurren entre 35° S y 38° S a lo largo de todo el año y entre 42° S y 48° S principalmente en verano e invierno. En función de sus características reproductivas, se consideran tres unidades de manejo: la unidad Norte entre 34° S y 41° S, la Sur, desde 41° S hasta 55° S y la unidad del Golfo San Matías (Irusta et al., 2016).

M. hubbsi presenta un periodo reproductivo relativamente extenso, observándose la presencia de ejemplares en puesta prácticamente durante todo el año en distintos sectores de la plataforma continental argentina y uruguaya (Macchi et al., 2004), pero la mayor actividad reproductiva presenta períodos acotados en determinados meses y determinadas zonas, que difieren entre los efectivos pesqueros al norte del 41° S y al sur del mismo (Rodrigues y Macchi, 2010; Macchi et al., 2010). Las áreas y épocas de desove y cría diferenciales han sido algunos de los factores más importantes para su delimitación (Allega et al., 2019).

Dentro de la ZCPUA, la merluza se distribuye en la zona central y exterior de la plataforma continental, entre los 33 y 40° S. Las condiciones oceanográficas en esta zona están determinadas por la interacción entre masas de agua subantárticas y subtropicales, influenciadas por el aporte del Río de la Plata, el frente de talud, las corrientes de Brasil y Malvinas y por el ciclo térmico anual, particularmente donde la profundidad es menor a 50 m. Estas dos corrientes confluyen cerca de los 38° S, formando la zona de confluencia Brasil-Malvinas, una región de mezcla de aguas con fuertes gradientes físico-químicos que favorecen la alta productividad biológica. Esta zona presenta una marcada variabilidad estacional y desplazamientos latitudinales, principalmente relacionados con la intensidad de la Corriente de Brasil, mientras que la Corriente de Malvinas muestra menor variación. Durante el invierno, el frente se intensifica, con una orientación predominante norte-sur y una posición media cercana a los 53,5° O. En la escala anual, el mayor desplazamiento hacia el norte se produce al final del invierno, mientras que el mínimo desplazamiento hacia el sur se da en verano. También es importante el aporte de agua dulce del Río de la Plata, de baja salinidad y rica en nutrientes que influye significativamente en la dinámica de la plataforma continental.

Características de huevos y larvas de *M. hubbsi*

El huevo de *M. hubbsi* es pelágico, esférico, semitransparente, con el vitelo ligeramente amarillento y una gota oleosa, siendo el más pequeño de todas las especies de su género con un diámetro de 800 a 910 μm . La duración del desarrollo del huevo desde la fertilización hasta la eclosión es de 5,01 días a 10° C y de 3,1 días a 18° C (Ciechomski y Weiss, 1974). En el desarrollo desde el estadio de saco vitelino hasta el juvenil post-transicional, en base a patrones morfométricos y de pigmentación y caracteres merísticos, se distinguen los siguientes estadios: larvas vitelinas (2,0-3,0 mm de longitud notocordal, L_N), larvas pre-flexión (3,0-6,5 mm longitud estándar, L_S), larvas en flexión (6,5-8,0 mm L_S), larvas post-flexión (8,0-18,0 L_S), estadio de

transformación (18,0-24,0 mm L_S) y juveniles post-transicionales (Figura 1) (Betti et al., 2009).

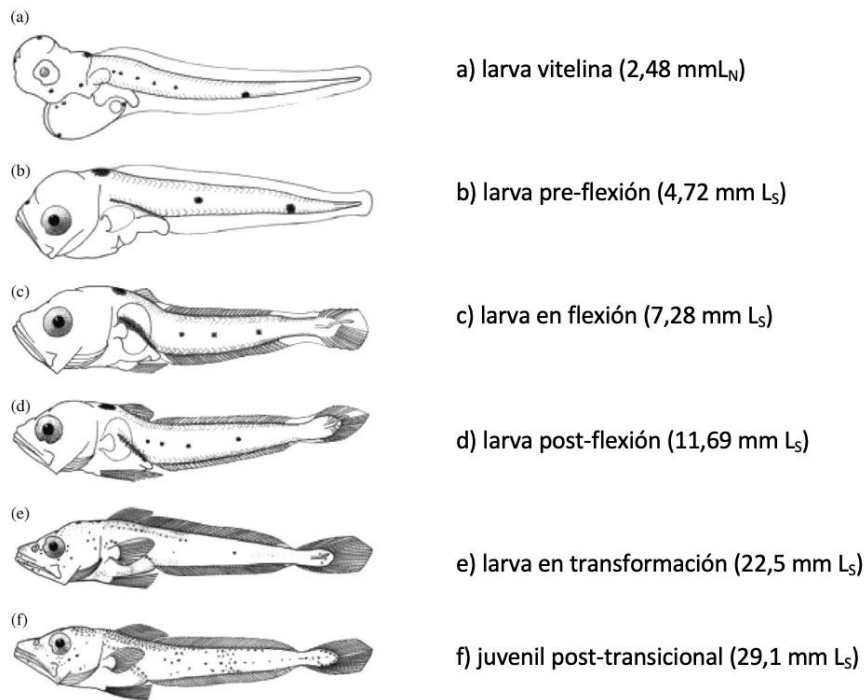


Figura 1. Desarrollo larvario de *Merluccius hubbsi*. (Tomado de Betti et al., 2009).

La merluza, a partir de los 20 mm comienza a efectuar migraciones nictimerales de la misma manera que los adultos, permaneciendo sobre el fondo en horas de luz y elevándose en la columna de agua en horas de oscuridad (Ehrlich, 1998). El cambio hacia hábitos demersales propios de los juveniles iniciales es gradual alcanzándose entre los 25 y los 35mm (~30mm) las capacidades de natación que les permiten este cambio.

Ciclo reproductivo y áreas de desove de *M. hubbsi*

La merluza es un desovante parcial indeterminado que presenta desoves casi todo el año. Christiansen y Cousseau (1971) en base al análisis de estadíos de maduración e índices estimados pudieron distinguir dos periodos de puesta más intensivos, el invernal (mayo-julio) en la zona norte de su amplia distribución (35° S -38° S) y el estival (octubre-marzo) en la zona costera norpatagónica (43° S - 45° S), a profundidades inferiores a los 180 m. Estudios más recientes corroboraron que el stock Patagónico, al sur de 41° S se reproduce de noviembre a abril con un pico de actividad entre diciembre y enero (Macchi et al., 2004 y 2007) mientras que el desove del stock del norte tiene lugar entre el 35° S y 37° S en mayo y junio a 50-100 m de profundidad (Rodrigues y Macchi, 2010),

En la ZCPAU, entre los 35° S y 38° 30' S, se ha observado un desplazamiento espacial del pico de reproducción hacia el norte conforme el periodo reproductivo avanza, de manera que el pico de reproducción al sur de los 37° S ocurre en abril mientras que al norte ocurre en mayo.. Para el stock norpatagónico se ha observado el desplazamiento de los peces antes del inicio del desove (octubre) de aguas más profundas (más de 100 m) hacia la costa (cerca de la isóbata de 50 m) donde tiene lugar la reproducción (Irusta et al., 2016).

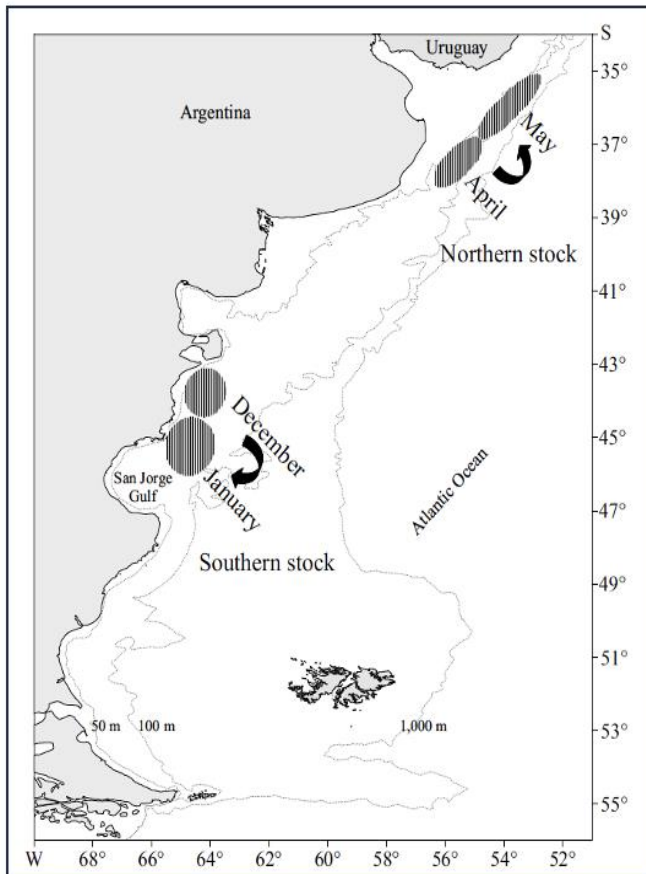


Figura 2. Principales áreas de desove de los stocks norte y sur de *Merluccius hubbsi* (Tomado de Irusta, 2016)

Los únicos datos disponibles sobre densidad y distribución de huevos a lo largo del año en la ZEE uruguaya corresponden a un trabajo de hace más de 30 años (Ehrlich y Ciechowski 1994) en base a muestras obtenidas en campañas realizadas entre 1973 y 1989.

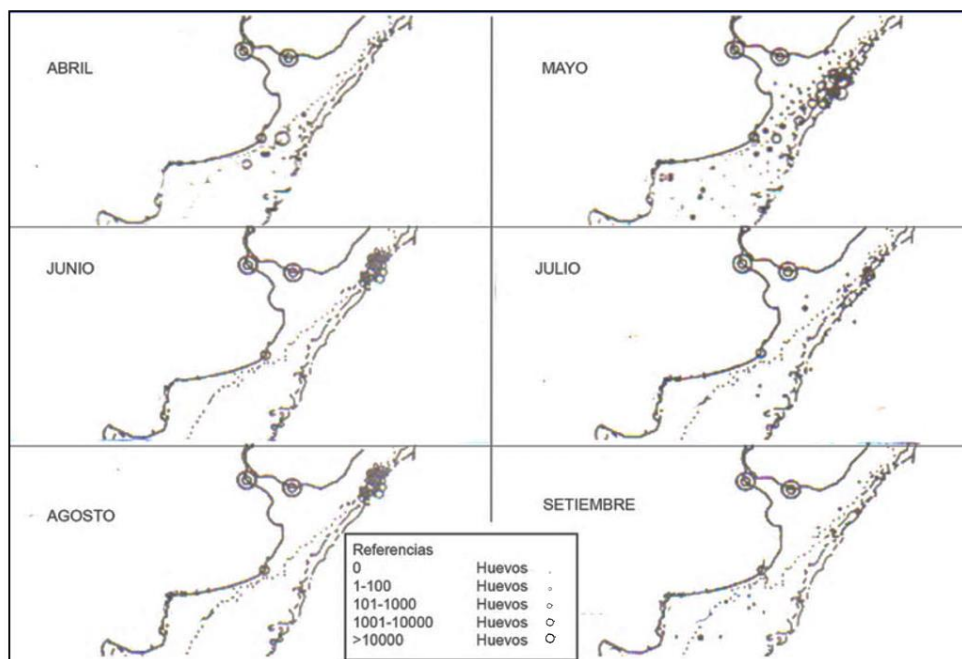


Figura 3. Actividad reproductiva mensual para los meses de abril a setiembre – campañas 1973-

1989. Modificado de Ehrlich y Ciechowski (1994)

A partir de esos datos se ha logrado generar como antecedente y a los efectos de poder comparar con datos actuales, la densidad media mensual de huevos y larvas en la ZCPAU a fines del siglo pasado (Figura 4).

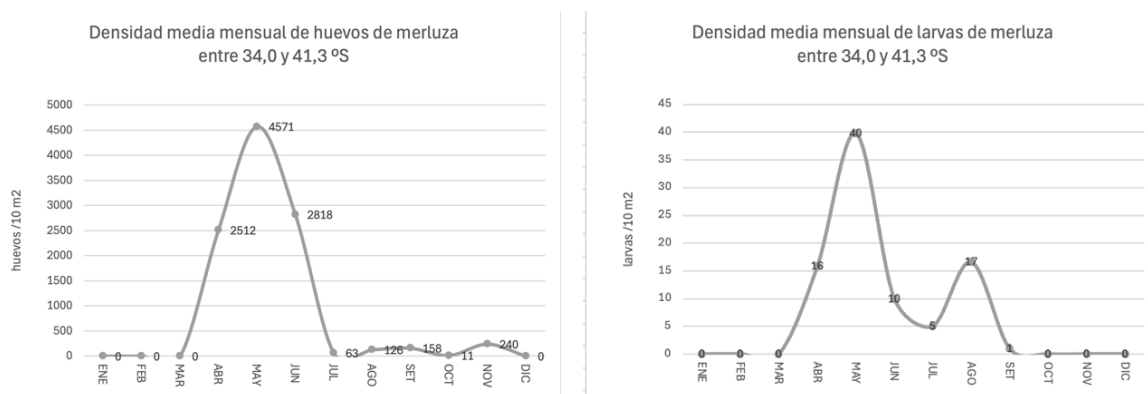


Figura 4. Densidad media mensual de huevos y larvas de *M. hubbsi* entre 34,0 y 41,3° S. Elaborado a partir de datos de Ehrlich y Ciechowski (1994).

Con respecto a la distribución vertical de huevos, se ha observado que en lugares con un máximo de profundidad de 70 m se distribuyen uniformemente en toda la columna de agua (Ehrlich y Ciechowski 1994). Ehrlich (2000) realizó otro estudio de distribución y abundancia de huevos y larvas en la zona común de pesca argentino-uruguaya (ZCPAU) analizando muestras de campañas realizadas entre 1982 y 1998 abarcando los meses de marzo a agosto. Aunque no contempla todo el ciclo anual, también concluye que el periodo de desove de la merluza en la ZCPAU es prolongado y el mes de mayo es el de mayor actividad reproductiva. En base a algunas determinaciones de edad propias y otras realizadas por Santos y Renzi (1998) con larvas tardías y juveniles tempranos capturados en campañas otoñales, sugiere la existencia de desoves a finales de verano. A finales de marzo no encontraron indicios de desove en el área estudiada. En abril, a lo largo de la isóbata de los 50 m, se detectaron huevos en algunas estaciones y solo en una se encontraron larvas tempranas. En mayo, al sur de 37° S los huevos y larvas tempranas se distribuyen a lo largo de la isóbata de los 50 m, mientras que al norte de esa latitud ocupan toda la plataforma. En junio, los huevos y larvas tempranas se concentran en la zona norte del área de estudio. En julio y agosto la actividad de desove está desplazada hacia la parte norte. La distribución invernal de huevos al norte de la ZCPAU, se continúa al sur de Brasil entre los 34° y 36° S según las observaciones de Goncalves Torres-Pereira (1983).

Por último, Machinandiarena et al. (2006) analizaron la distribución y abundancia de huevos y larvas de *M. hubbsi* en esta misma zona para los meses de junio y julio de 1999 a 2001 (Figura 5), reportando importantes variaciones interanuales para el mismo mes en toda la zona, resaltando la importancia de realizar evaluaciones extendidas en el tiempo en toda el área reproductiva

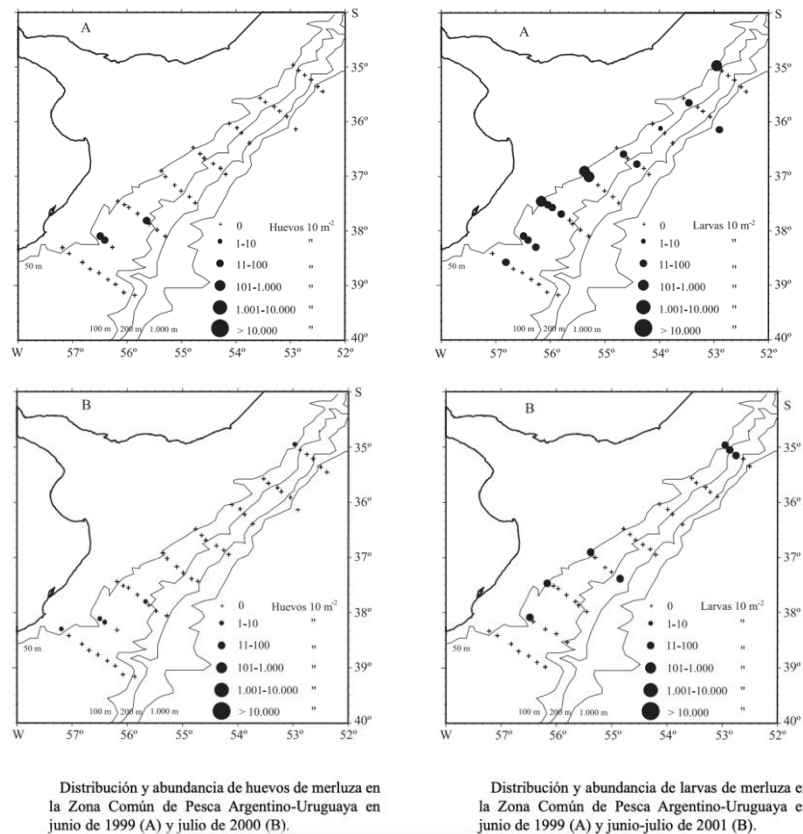


Figura 5. Distribución y densidad de huevos y larvas de *M. hubbsi* en la plataforma continental para los meses de junio-julio de 1999 a 2001. Tomado de Machinandiarena et al. (2006)

El dato más actualizado de registro del que se dispone fue obtenido por Advisian en 2016, quienes en una campaña en la ZEE uruguaya, donde se llevaron adelante muestreos entre fines de abril y principios de mayo, encontraron larvas en tres de ocho estaciones, situadas sobre fondos entre 50 y 150 m de profundidad.

En suma, los estudios realizados con los que se cuenta acerca de la época y área de reproducción de *M. hubbsi* en la ZEE uruguaya indican que la actividad reproductiva comienza al final del verano y se extiende hasta fines del invierno, y que el desove ocurre entre los 50 y 100 m de profundidad, encontrándose huevos y larvas sobre fondos de 50 a 150 m de profundidad. Entre los 20 y 30 mm de LT las larvas comienzan a efectuar migraciones nictimerales de la misma manera que los adultos, permaneciendo sobre el fondo en horas de luz y elevándose en la columna de agua en horas de oscuridad, por lo que las metodologías de muestreo difieren para las distintas clases de talla.

Los estudios revisados acerca de la densidad y distribución de huevos y larvas de *M. hubbsi* corresponden a datos de campañas que se realizaron hace más de 25 años; Ehrlich y Ciechowski (1994) analizan datos de 1973 a 1989 mientras que Ehrlich (2000) hace un estudio con datos de campañas de 1982 a 1998. Estudios más recientes, no abarcan todo el periodo reproductivo estando restringidos a muestreos realizados en junio/julio 1999 a 2001 (Machinandiarena et al., 2006) y abril/mayo de 2016 (Advisian, 2016).

Engraulis anchoita

La anchoíta *Engraulis anchoita* desempeña un rol ecológico central en el Atlántico sudoccidental, donde constituye “la especie pelágica de mayor importancia ecológica” debido a su enorme abundancia y amplia distribución, actuando como un nexo energético entre el zooplancton y numerosos depredadores superiores (Díaz et al. 2019). Su dieta, dominada por copépodos y otros componentes del mesozooplancton (Pájaro 2002) permite la transferencia eficiente de energía desde niveles tróficos bajos hacia peces de valor comercial, mamíferos marinos y aves marinas. De hecho, múltiples estudios indican que la anchoíta es un componente clave en la alimentación de merluzas, pingüinos y un amplio ensamble de aves pelágicas (Brown et al. 2025, Costa et al. 2020). Esta posición trófica intermedia, sumada a su elevada biomasa y capacidad de sostener grandes agregaciones de consumidores, confirma su función como especie forrajera esencial que mantiene el flujo de energía y la estabilidad funcional del ecosistema pelágico del Atlántico sudoccidental.

Se trata de una especie con estrategia reproductiva de tipo desovador parcial, caracterizada por la realización de múltiples puestas sucesivas a lo largo del período reproductivo. La actividad de puesta se extiende durante todo el año en una amplia área geográfica. En el mes de septiembre, aproximadamente el 80 % de la puesta se concentra al norte de los 36° S, mientras que a partir de octubre la actividad reproductiva se expande hacia el sur, alcanzando la plataforma norpatagónica. Durante el avance del verano, las áreas de desove abarcan la totalidad de la plataforma continental hasta los 47° S. Posteriormente, desde abril, la intensidad reproductiva disminuye progresivamente, restringiéndose principalmente a latitudes al norte de los 41° S.

La fecundidad parcial, entendida como el número de huevos liberados por hembra en cada evento de desove, presenta un valor promedio de 14.600 ovocitos en las dos poblaciones de anchoíta del área de estudio. Los huevos, de forma elíptica, son liberados en la columna de agua durante la noche, integrándose al plancton (Figura 6).

A una temperatura aproximada de 15 °C, las larvas consumen el vitelo en un período de 3 a 4 días, iniciando posteriormente la alimentación exógena. El desarrollo morfológico progresa hasta adquirir características similares a las de los individuos adultos a longitudes totales de 33 a 34 mm (Figura 6).

La especie presenta una dieta planctívora, compuesta por diversos organismos del plancton, incluyendo ocasionalmente larvas y postlarvas de la misma especie (canibalismo intraespecífico). La edad máxima registrada es de 8 años, aunque los individuos mayores de 4 años son poco frecuentes en las capturas comerciales, predominando ejemplares de 2 a 4 años de edad.

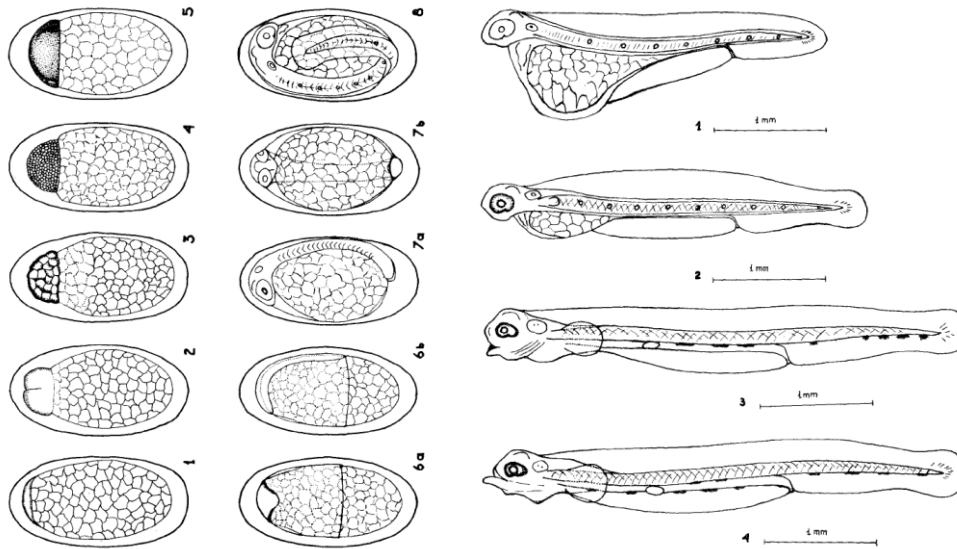


Figura 6. Huevos de anchoíta en distintas etapas de desarrollo embrionario y larvas de la misma especie en sus diferentes estadios. (tomado de Ciechowski 1965).

A1. Distribución y abundancia de ictioplancton y zooplancton

A1. Objetivo

- Establecer la distribución (espacial y temporal) y abundancia de huevos y larvas de merluza (*M. hubbsi*) y anchoíta (*E. anchoita*)
- Establecer la distribución (espacial y temporal) y abundancia del zooplancton de la fracción > 100 μm , con énfasis en la diversidad de copépodos.

A1. Abordaje metodológico

Para la consecución de estos objetivos se realizarán tres campañas oceanográficas de relevamiento de plancton, una antes del comienzo de la actividad sísmica, una inmediatamente después de finalizar la misma y con posterioridad a ambas. Las fechas tentativas se presentan en la sección Campañas “Calendario tentativo de campañas”.

En cada campaña de colecta de plancton se implementarán cinco transectos de muestreo ubicados en la zona de plataforma externa procurando abarcar la mayor área posible para establecer la distribución dentro de la ZEEU. Los mismos se dispondrán de forma perpendicular a las isobatas desde los 50m hasta los 200m de profundidad (50-200 m). En cada uno de los transectos se considerarán cuatro puntos de muestreo equidistantes para la determinación de parámetros ambientales y colecta de muestras planctónicas (Figura 7, Tabla 2). Adicionalmente se contempló la inclusión de dos puntos sobre la isóbata de 500 m a los efectos de analizar la eventual presencia de huevos o larvas de merluza en el talud por fuera de la plataforma continental (Tabla 2, puntos 5B y 5D y Figura 7).

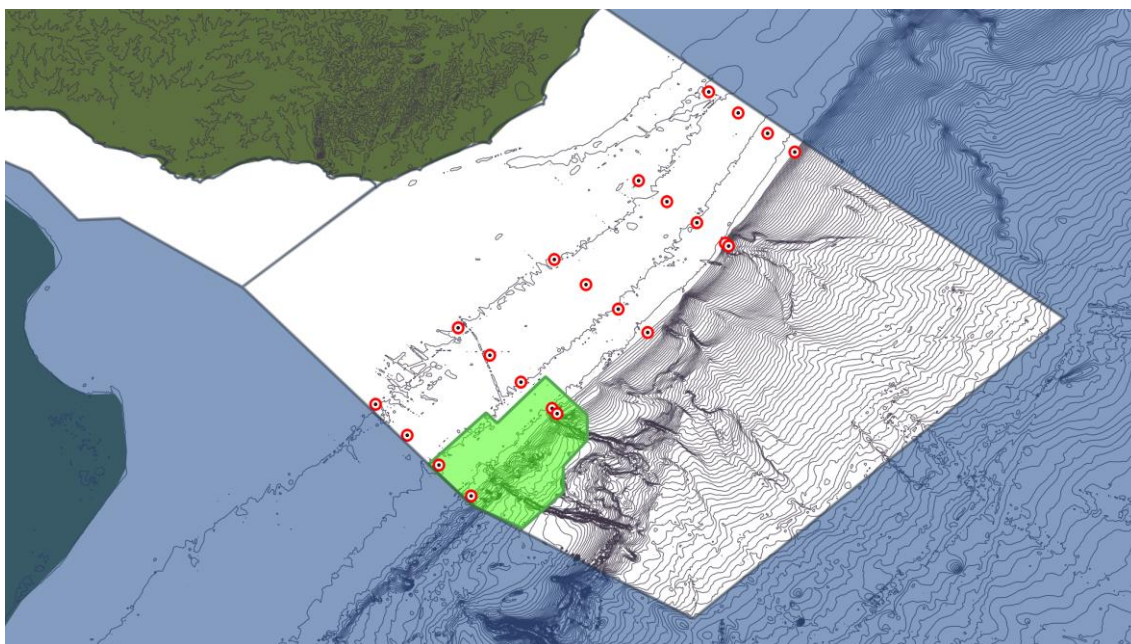


Figura 7. Ubicación de los transectos y los sitios de muestreo (puntos en rojos) para la obtención de muestras planctónicas (zooplancton e ictioplancton) así como parámetros oceanográficos, (verde zona zona autorizada prospectar).

Tabla 2. Coordenadas de los sitios de colecta de plancton.

punto	Latitud	Longitud	profundidad
1A	-36,4222	-54,9427	50
2A	-36,6276	-54,7242	65
3A	-36,8291	-54,5053	100
4A	-37,0347	-54,2828	200
1B	-35,9090	-54,3729	50
2B	-36,0909	-54,1528	65
3B	-36,2704	-53,9374	100
4B	-36,4481	-53,7224	200
5B	-36,4822	-53,6860	500
1C	-35,4474	-53,7073	50
2C	-35,6150	-53,4867	65
3C	-35,7823	-53,2646	105
4C	-35,9369	-53,0582	200
1D	-34,9200	-53,1208	40
2D	-35,0621	-52,9237	70
3D	-35,2025	-52,7197	105
4D	-35,3389	-52,5223	200
5D	-35,3566	-52,4982	500
1E	-34,3245	-52,6352	50
3E	-34,6016	-52,2263	60
2E	-34,4635	-52,4328	100
4E	-34,7269	-52,0399	200



Artes de pesca utilizada para la colecta de plancton (WP2 -izquierda- y red bongó equipada con mallas 100 y 300 micras, derecha)

A1. Metodología de muestreo

Determinación de parámetros oceanográficos

En cada punto de muestreo, se realizarán perfiles verticales para determinar las condiciones oceanográficas de la columna de agua mediante el uso de un CTD (conductividad, temperatura, profundidad). Este instrumento registra los parámetros oceanográficos de forma continua a intervalos de 0,25-0,50 cm de profundidad. El uso del mismo permite la identificación de heterogeneidades (ej. termoclina, haloclina) en la columna de agua. Diversos estudios indican que heterogeneidades oceanográficas condicionan la composición de las comunidades planctónicas (Lalli & Parsons 1997, Berasategui et al. 2006, Brugnoli et al. 2023).

Zooplankton

Colecta de muestras zooplanctónicas

Para determinar la composición y abundancia ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$) de los grupos taxonómicos, así como posibles efectos sobre el zooplankton (mortalidad) por los estudios de sísmicos, se realizarán colectas de muestras mediante arrastres oblicuos (red bongo, 100 μm malla) (Boltovskoy 1999). Se incluirá un flujómetro inserto en la boca de la red para determinar el volumen filtrado.

Determinación de la composición y abundancia de los grupos taxonómicos zooplanctónicos

Para determinar la composición y abundancia de los grupos taxonómicos zooplanctónicos, las muestras se colocarán en frascos plásticos y se fijarán in situ mediante formalina al 4% neutralizada con bórax (Boltovskoy 1999). Posteriormente se transportarán y analizarán en laboratorio de tierra para la determinación de los diversos indicadores (Ver análisis de datos). Las muestras colectadas presentarán una cadena de custodia (Ver cadena de custodia).

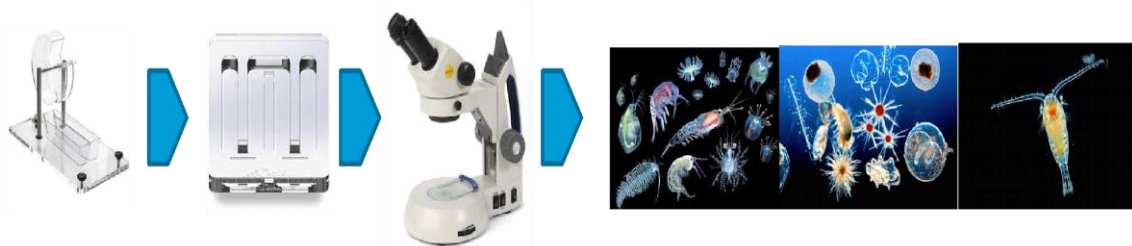
Análisis de muestras en laboratorio en tierra

Composición y abundancia de los grupos taxonómicos zooplanctónicos

En el laboratorio en tierra, las muestras fijadas a bordo, se transferirán a alcohol 95%. Posteriormente se fraccionarán en un separador Folsom y se tomarán alícuotas (5-10 mL) para la determinación de la abundancia de los grupos taxonómicos zooplanctónicos.

Para determinar la composición taxonómica de los grupos zooplanctónicos, los organismos se identificarán al menor nivel taxonómico posible (subfamilia o género), utilizando Smith & Jhonson (1977) y Newell & Newell (1975). Específicamente para Copepoda se considerará el menor nivel taxonómico posible (género, especie) utilizando claves taxonómicas para la región (Boltovskoy 1999). Para ambas identificaciones se utilizará una lupa estereoscópica o microscopio.

Para determinar la abundancia de los grupos taxonómicos, los organismos previamente identificados se cuantificarán considerando al menos 300 organismos por muestra en una cámara Bogorov utilizando un estereoscopio. Esto permitirá un error estimado del método de cuantificación de entre el 19 % y el 21 % (Frontier 1981). La abundancia total y por grupos taxonómicos del zooplankton se expresará en $\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$ (Ver Análisis de datos).



Procedimiento de laboratorio para la determinación de composición y abundancias zooplanctónicas.

Análisis de datos:

Composición taxonómica y abundancia de grupos zooplanctónicos.

Para determinar la abundancia (total y grupo zooplanctónico), la cuantificación del volumen filtrado (m^{-3}) se realizará a partir del flujómetro inserto en la boca de la red bongo (arrastres oblicuos) o considerando el largo del arrastre (arrastres verticales). Para ambos tipos de arrastres se considerará el diámetro de la boca de la red para el cálculo del volumen filtrado (Boltovskoy 1999).

La distribución de la comunidad zooplanctónica se analizará según el punto de muestreo y campaña de estudio considerando la abundancia de los grupos taxonómicos utilizando análisis estadísticos multivariados (Análisis de agrupación y Análisis de Correspondencia Canónica (CCA)) (Ter Braak & Smilauer 2002). Para ambos análisis se considerarán las abundancias de los grupos taxonómicos, complementariamente para el CCA se considerarán los parámetros oceanográficos (temperatura, salinidad, profundidad, nivel sonido) para explicar la ordenación de los puntos de muestreo y campañas de colecta. Para los análisis estadísticos se utilizarán los programas estadísticos Past y CANOCO (Ter Braak & Smilauer 2002).

Índice de diversidad para Copépodos:

Se determinarán índices de diversidad para Copepoda considerando la Riqueza de taxa, H' (Shannon & Weiner), J' (Equitatividad) (Shannon & Weaver 1949). Complementariamente se realizará un análisis de agrupación considerando abundancia de taxa de acuerdo con los puntos de muestreo y campaña de colecta.

Perfil nutricional:

Para la obtención del perfil nutricional de las muestras de zooplancton, se reservarán alícuotas de las muestras colectadas y se conservarán en frío. Estas muestras serán liofilizadas previo a los análisis bioquímicos. A partir del material liofilizado se determinará el contenido de lípidos totales mediante el método de extracción de Folch et al. (1957), y posteriormente se analizará el perfil de ácidos grasos de los lípidos totales utilizando cromatografía gaseosa (Salhi y Bessonart 2013).

Ictioplancton

Colecta de muestras de ictioplancton

Para caracterizar la composición y abundancia de huevos y larvas de peces, así como evaluar la posible afectación de la actividad de prospección sísmica sobre estos estadios tempranos, se realizarán colectas de ictioplancton mediante dos aproximaciones complementarias: arrastres estratificados con red WP2 (300 µm de malla) y arrastres oblicuos (red bongo, 300 µm de malla). Los arrastres oblicuos de ictioplancton se realizarán de manera simultánea a los correspondientes al zooplancton, utilizando redes bongo con diferente tamaño de malla, con el fin de asegurar que ambas fracciones sean muestreadas en el mismo punto y bajo idénticas condiciones ambientales. En este caso, la red bongo contará asimismo con un flujómetro instalado en la boca para la estimación del volumen de agua filtrado.

Para las colectas verticales en cada punto se considerará un muestreo estratificado por profundidad, de acuerdo con la presencia de una termoclina o la profundidad del sitio a estudio (Brugnoli et al. 2023). Al detectar una termoclina en el sitio de muestreo, se realizarán arrastres verticales en tres estratos a establecerse in situ: dos estratos por debajo y uno encima de la termoclina; de no detectarse termoclina se considerarán tres estratos por sitio de muestreo (>100 m, 100-50 m y 50-0 m).

Inmediatamente después de la colecta (con ambos artes de pesca: red bongó (300 µm y WP2 300 µm) los organismos se anestesián con benzocaína (ethyl 4-aminobenzoate) en una concentración de 0,4 mg/L. Las muestras así obtenidas se fraccionarán mediante el uso de un fraccionador Folsom. Una fracción (1/2) se fijará con formalina al 4% para determinar la composición y abundancia del ictioplancton y la fracción restante (1/2) se concentrará (malla 100 µm) y conservará en frío para análisis posteriores.

Las muestras fijadas en formalina al 4% (en el laboratorio terrestre) se transferirán gradualmente a etanol hasta llegar a alcohol 70%.

Las muestras de ictioplancton serán identificados al máximo nivel taxonómico posible con especial énfasis en huevos y larvas de merluza y anchoíta de acuerdo a la bibliografía disponible (Ciechomski y Weiss 1974; Betti et al. 2009). Los huevos y larvas de peces se separarán y contarán bajo lupa estereoscópica.

La densidad de huevos y larvas se expresará en ejemplares por 10 m² en función de la profundidad de arrastre y del volumen filtrado de acuerdo al cálculo propuesto por Smith y Richardson (1977).

Se tomarán medidas de talla de muestras de huevos y larvas (de merluza y anchoíta) mediante el uso de una lupa binocular con micrómetro ocular, para cálculos de abundancia por estadio de desarrollo larvario (% de larvas preflexión, flexión y post flexión) de acuerdo a descripción de Betti et al. (2009).

Perfil nutricional

Para la obtención del perfil nutricional de huevos y larvas de merluza y anchoíta, las muestras previamente conservadas en frío serán liofilizadas y se determinará el contenido de lípidos totales mediante el método de extracción de Folch et al. (1957), y posteriormente se analizará

el perfil de ácidos grasos de los lípidos totales utilizando cromatografía gaseosa (Salhi y Bessonart, 2013).

A1. Resultados esperados

Parámetros abióticos (CTD)

- Obtención de perfiles verticales de temperatura y conductividad en cada punto de muestreo, a fin de establecer la relación entre las condiciones oceanográficas y los patrones de distribución del zooplancton y del ictioplancton en la zona de estudio.
- Se realizarán además perfiles de la columna de agua en varios puntos por fuera de las piernas ya establecidas con los puntos de colecta de plancton con la finalidad de obtener una mejor definición de las variables ambientales en la región. Su ubicación dependerá del plan de navegación que finalmente se establezca con el buque de investigación con la finalidad de cubrir los muestreo de plancton.

Zooplancton

- Caracterización de la composición taxonómica y la abundancia del zooplancton, con especial énfasis en los principales grupos presentes en las áreas de muestreo.
- Estimación de índices de diversidad de copépodos, que permitan describir la estructura de este grupo dominante y evaluar variaciones espacio temporales en el área de estudio.
- Evaluación del estado nutricional del zooplancton, a partir del análisis del contenido lipídico total y de la composición de ácidos grasos, como indicadores de la calidad trófica disponible en el sistema.

Ictioplancton

- Caracterización de la comunidad de ictioplancton, a partir de la estimación de la riqueza específica, diversidad, abundancia y equitatividad en las áreas de muestreo.
- Estimación de la densidad integrada (ind. 10 m⁻²) de huevos y larvas de merluza y anchoíta, en el área de estudio
- Determinación de las fases de desarrollo larval de merluza y anchoíta, expresadas como el porcentaje de individuos en preflexión, flexión y postflexión, para la evaluación de la estructura ontogénica de las cohortes presentes.
- Evaluación del estado nutricional del ictioplancton (larvas de merluza y anchoíta), mediante el análisis de lípidos totales y perfiles de ácidos grasos, como indicadores de la condición fisiológica y del potencial de supervivencia durante las etapas tempranas del desarrollo.

A2. Analisis de la afectación directa de la actividad sísmica sobre huevos y larvas de merluza (*M. hubbsi*) y anchoíta (*E. anchoita*) y zooplancton.

A2. Objetivo

- Analizar la posible afectación directa de la actividad sísmica sobre los huevos y larvas de merluza (*M. hubbsi*) y anchoíta (*E. anchoita*)
- Analizar la posible afectación directa de la actividad sísmica sobre el zooplancton de la fracción > 100 μm , con énfasis en copépodos.

A2. Abordaje metodológico

Para ~~estudiar la evaluación de~~ la posible afectación directa de la actividad sísmica sobre el plancton (huevos y larvas de merluza y anchoíta y zooplancton (con énfasis en copépodos) se diseñó una campaña de muestreo que abarca la colecta de estos organismos antes, durante y después del pasaje de la embarcación de sísmica según se detalla en la Figura 8, Tabla 3.

Para ello se posiciona el buque de investigación en el curso del barco de sísmica (BS), en donde realiza muestreos de plancton hasta una hora antes de que el buque de sísmica arribe al lugar (punto P1), manteniendo la distancia de seguridad de 4 km. Luego se desplaza 5 km de forma perpendicular al recorrido del buque de sísmica, hacia el punto P2 donde permanece muestreando en los intervalos que se muestran en la figura 8). Una vez que el buque de sísmica ha pasado con todos sus arreglos, retorna al punto P1 por detrás del mismo aproximadamente 2 horas después de que el buque sísmico pasará por el sitio. 24 horas después vuelve a muestrear el mismo sitio.

Eso permite obtener muestras de plancton previo al pasaje del BS (2 horas antes) durante (mientras pasa a 4,5 km) y luego de pasar por el sitio (dos y 24 hs después). Eso se repetirá al menos tres veces durante la campaña.

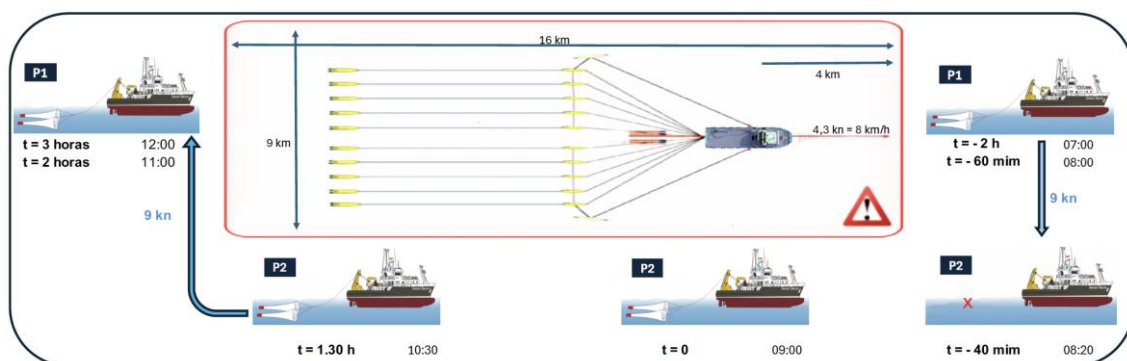


Figura 8. Detalle del posicionamiento del barco colector de muestras de plancton respecto al barco de sísmica (BS).

Tabla 3. Detalle de la posición relativa del barco de investigación y el número de réplicas de muestras de plancton en la fase A2.

Observaciones	Posición	hora	réplicas (100 y 300)
	P1	-1	3
	P2	- 0:40	
Pasa barco de sismica por P1	P2	0	3
	P2	1:30	3
	P1	2	3
	P1	24	3
Total x punto			30 (15 ictio / 15 zoo)
Total x campaña			90 (ictio / zoo)

De esta forma se obtendrán muestras representativas de plancton en cada momento a fin de poder realizar comparaciones y evaluar la posible afectación de la sismica sobre los organismos colectados.

A2. Metodología

Zooplancton

Las muestras serán colectadas de igual forma que en la fase A1, siguiendo el esquema de muestreo mostrado en la Figura 8 y Tabla 3.

Para las colectas verticales en cada punto se considerará un muestreo estratificado por profundidad, de acuerdo con la presencia de una termoclina o la profundidad del sitio a estudio (Brugnoli et al. 2023). Al detectar una termoclina en el sitio de muestreo, se realizarán arrastres verticales en tres estratos a establecerse in situ: dos estratos por debajo y uno encima de la termoclina; de no detectarse termoclina se considerarán tres estratos por sitio de muestreo (>100 m, 100-50 m y 50-0 m).

El procesamiento de las las muestras para la determinación de la composición y la abundancia de los grupos taxonómicos zooplanctónicos así como el análisis de datos será el mismo utilizado en la fase A1.

Mortalidad del zooplancton (copépodos)

Para determinar los posibles efectos de los estudios sísmicos sobre el zooplancton, se determinará la mortalidad inmediata de los copépodos considerados como el principal grupo taxonómico en la ZEEU (Calliari et al. 2014).

La colecta de muestras para este indicador se realizará mediante arrastres oblicuos dos veces al día durante el pasaje del buque de exploración sísmica considerando dos puntos por transecto con dos eventos de muestreo/punto: previo al pasaje del barco sísmico (4-6 km) y posterior al pasaje (aprox. 1 hora).

En el laboratorio a bordo, se determinará la proporción de copépodos vivos y muertos mediante la tinción rojo neutro (Ver determinación de mortalidad zooplanctónica). Esta técnica se basa en la incorporación del tinte rojo neutro por los organismos vivos, permitiendo la diferenciación respecto a los organismos muertos (Elliott & Tang 2009). Por este motivo, la tinción se realiza inmediatamente al momento de la captura, de acuerdo con el método descrito por Elliott &

Tang (2009). El rojo neutro ha sido empleado para evaluar la mortalidad asociada a la exposición a cañones sísmicos, tanto a nivel comunitario del zooplancton como en taxones específicos, por ejemplo, en copépodos (McCauley et al. 2017; Vereide et al. 2025).

Determinación de la mortalidad zooplanctónica

En el laboratorio a bordo, las muestras correspondientes a los arrastres oblicuos se fraccionarán mediante el uso de un fraccionador Folsom. Una fracción (1/2) se fijará con formalina al 4% para determinar la composición y abundancia del zooplancton en el laboratorio en tierra (Ver composición y abundancia), mientras que la fracción restante (1/2) se utilizará para determinar la proporción de vivos y muertos. Se considerará una proporción de 1,5 mL de solución (0,1 g de rojo neutro por cada 10 mL de agua desionizada) por litro de muestra preparada (ajustado según la carga de organismos). Se determinará la proporción de copépodos vivos y muertos contenidos en placas de petri (triplicado) y el conteo se realizará en estereoscopio.



Principales etapas para la determinación de la mortalidad zooplanctónica mediante rojo neutro.

Mortalidad inmediata de copépodos.

Se cuantificará el nº copépodos vivos y muertos en tres réplicas/muestra/antes, durante y después de estudios sísmicos. Los resultados se analizarán mediante estadísticos univariados considerando prueba de Chi-cuadrado y/o GLM binomial, según la estructura de los datos (Fields et al. 2019; Vereide et al. 2025). Igualmente se realizarán comparaciones dentro de cada transecto (test Kolmogorov-Smirnoff) o entre transectos (test Kruskal-Wallis, con post hoc Tukey para identificar transectos).

Ictioplancton

Las muestras de ictioplancton serán colectadas de igual forma que en la fase A1, siguiendo la metodología de muestreo de la fase A1.

El procesamiento de las muestras para la determinación de la composición y la abundancia de huevos y larvas de peces de merluza y anchoíta así como el análisis de datos será el mismo utilizado en la fase A1.

En las muestras de ictioplancton se registrará la condición de los huevos, clasificándolos como viables o no viables según criterios morfológicos y el estado de desarrollo embrionario. Asimismo, en las larvas de peces se evaluará la presencia de malformaciones y anomalías del desarrollo, así como la proporción de individuos vivos y muertos.

Como proxy adicional para evaluar la condición nutricional y fisiológica de las larvas de peces, se consideró la utilización tanto de la relación ARN/ADN (RNA/DNA) como del contenido de lípidos totales y la composición de ácidos grasos. Ambas aproximaciones presentan ventajas y limitaciones complementarias. El índice RNA/DNA refleja la actividad metabólica y el

crecimiento reciente de los individuos, respondiendo rápidamente a cambios ambientales y de disponibilidad trófica; sin embargo, es altamente sensible a la temperatura y representa procesos de muy corto plazo. En contraste, los indicadores basados en lípidos y ácidos grasos integran la historia trófica de las larvas a escalas temporales mayores, permiten estimar las reservas energéticas reales y aportan información sobre la calidad de la dieta, mostrando una mejor relación con la supervivencia larval. Considerando estas características, se decidió emplear los proxys lipídicos en las campañas de evaluación de abundancia y distribución de huevos y larvas a lo largo de los meses (A1), mientras que la relación RNA/DNA fue seleccionada para analizar el efecto directo y de corto plazo del pasaje del buque de prospección sobre los estadios tempranos A2..

A2. Resultados esperados

Parámetros abióticos (CTD)

- Obtención de perfiles verticales de temperatura y conductividad en toda la columna de agua en cada punto de muestreo.

Zooplancton

- Caracterización de la composición taxonómica y la abundancia del zooplancton, con especial énfasis en los principales grupos presentes antes y después de la actividad de prospección sísmica.
- Estimación de la mortalidad inmediata de copépodos (proporción vivos/muertos) antes, durante y después de los estudios sísmicos.

Ictioplancton

- Caracterización de la comunidad de ictioplancton, a partir de la estimación de la riqueza específica, diversidad, abundancia y equitatividad en las áreas de muestreo.
- Estimación de la densidad integrada (ind. 10 m⁻²) de huevos y larvas de merluza y anchoíta, en el área de estudio
- Determinación de las fases de desarrollo larval de merluza y anchoíta, expresadas como el porcentaje de individuos en preflexión, flexión y postflexión, para la evaluación de la estructura ontogénica de las cohortes presentes.
- Evaluación de la condición fisiológica y nutricional reciente de huevos y larvas de merluza y anchoíta mediante la relación ARN/ADN, permitiendo detectar posibles cambios metabólicos de corto plazo asociados al pasaje del buque de prospección sísmica, y comparar el estado de los individuos muestreados inmediatamente antes y después de la perturbación acústica.

A1 y A2. Cadena de custodia de las muestras de plancton

Con el objetivo de asegurar la integridad de las muestras se aplicarán principios generales de cadena de custodia basados en el control de calidad, siguiendo las metodologías específicas para el procesamiento de las muestras de plancton. Las muestras serán identificadas de manera única al momento de su colecta, registrándose la información básica asociada al sitio y método de muestreo. Aspectos de preservación, almacenamiento y transporte se realizará bajo condiciones adecuadas para mantener la integridad, documentando las instancias de manejo y

transferencia. Se detalla a continuación las diferentes acciones a realizar durante las diferentes etapas del monitoreo.

- Etapa de pre-muestreo: frascos rotulados con parámetros a analizar + formularios con detalle de cadena custodia + conservante (p.ej., Formalina / tinción de rojo neutro según protocolo / Alcohol 70, etc / refrigeración, etc).
- Etapa de muestreo: asignar identificador (ID) a cada muestra en el momento de colecta, anotar datos en planilla correspondiente a punto de muestreo (estación, fecha/hora, profundidad, red/tamaño malla, volumen filtrado, réplicas, entre otros).
- Preservación y sellado: conservar inmediatamente, cerrar, sellar (cinta/precinto), y registrar tipo de conservante / tinción aplicada, etc.
- Custodia y transporte: guardar en contenedor protegido (temperatura/seguridad), registrar entregas de muestra a laboratorio (p.ej., firma, fecha, condición).
- Etapa de recepción en laboratorio: verificación (integridad, etiqueta, volumen, conservante), aceptación o no aceptación, y asignación de identificador de laboratorio.
- Almacenamiento y archivo: ubicación, responsable, y trazabilidad hasta análisis y descarte/archivo.
- Finalmente, en cada campaña, un testigo de las muestras de plancton obtenidas en cada sitio de muestreo, será depositado en la Facultad de Ciencias (Secciones Oceanografía y RRNN), para desarrollo de trabajos de investigación y formación de recursos humanos.

COMPONENTE B: PESCA

Propuesta de un Plan de Monitoreo Biológico para el Plan de Gestión Ambiental de CGG

En las consideraciones que realiza la DINACEA a los documentos de proyecto y en el EsIA que forman parte de la solicitud de AAP, así como de lo que deriva de la respuesta a la SIC y de los intercambios técnicos se solicita, entre otras consideraciones, acciones para la posible afectación de la pesca comercial (Documento: EM2024/36001/0197988).

La DINACEA entiende que el titular debe presentar para su aprobación, como parte del Plan de Gestión Ambiental (“PGA”), un Programa de Monitoreo Biológico (“PMB”) enfocado en la merluza común (*Merluccius hubbsi*) y parte de su fauna acompañante, anchoíta (*Engraulis anchoíta*) y calamar (*Illex argentinus*), que tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- Artes de pesca a utilizar y alcance geográfico.
- Estacionalidad y extensión temporal.
- Frecuencia de monitoreo en función de la actividad.

B1. Programa de monitoreo biológico (PMB)

B1. Fundamento

El Programa de Monitoreo Biológico (PMB) se desarrolla a efectos de proveer información que permita conocer la condición de la unidad de manejo del recurso merluza común, de forma independiente y complementaria a los datos existentes.

Contribuirá al conocimiento y a la investigación que se desarrolla y se prevé que la misma pueda integrarse para complementar la información sobre la abundancia y biomasa de dicho recurso. Al mismo tiempo, provee información que ayuda a determinar la posibilidad de que la prospección sísmica ahuyente a los peces de las áreas donde se desarrolla dicha actividad.

En un abordaje más amplio, sería deseable que el PMB fuese complementado con información que compartan las empresas dedicadas a la actividad pesquera en la categoría A, las cuales, a su vez, se podrían nutrir de los datos del PMB, en un proceso colaborativo. La posibilidad de compartir los datos que obtenga el PMB y utilizar información de las empresas para complementarlo permitiría reforzar y hacer más sólido el PMB.

La información del PMB se extenderá a las especies de fauna acompañante con énfasis en la anchoíta y el calamar.

B1. Contexto

De acuerdo con la legislación uruguaya, los buques pesqueros comprendidos en la Categoría A (ley 19.175 y decreto reglamentario 115/018) son aquellos que tienen como especies objetivo la merluza y especies pertenecientes al mismo ecosistema o dependientes o asociadas a la merluza.

La flota industrial dirigida a la merluza común ha operado ininterrumpidamente desde 1975. Esta pesquería se desarrolla casi exclusivamente en la Zona Común de Pesca Argentino-uruguaya (Figura 9). En el año 1985 alcanzó su máximo histórico de desembarques, con 97.150 toneladas. Entre 1986 y 1991, se mantuvo con un promedio de 75.000 toneladas, alcanzando en 1991 el segundo registro histórico de desembarques con 95.890 toneladas (CTMFM, 2020 a, Lorenzo, M.I., 2016). A partir de 1991 y hasta la fecha, la flota viene disminuyendo significativamente su esfuerzo, así como la captura desembarcada. Entre 1991 y 2019 disminuyó aproximadamente un 65% su esfuerzo y un 83% la captura desembarcada (CTMFM, 2020 a). En el año 2000 aún se mantenía la tendencia decreciente (27.198 toneladas), pero entre 2004 y 2005 se observó un pequeño aumento, para volver a caer a una de las cifras más bajas en 2014 (16.000 toneladas). Los últimos datos disponibles (2020-2023) muestran un desembarque promedio de alrededor de 11.000 toneladas anuales (<https://ctmfm.org/estadistica-pesquera/>). Los buques afectados a esta flota varían en esloras entre 29 y 59 metros y operan como fresqueros y congeladores (CTMFM, 2020 a).

Una de las especies asociadas a la pesquería de merluza común es el calamar (*Illex argentinus*). En 1997 comenzó a operar una flota de barcos poteros provenientes de Corea, que se mantuvo activa durante aproximadamente 12 años. A partir de 2009 la captura de calamar se realiza con buques arrastreros de altura de la Categoría A. Los volúmenes desembarcados en años recientes se ubican entre los más altos de la serie histórica. De acuerdo a los datos que provee la CTMFM, provenientes de las declaraciones de desembarque de los países en el área del acuerdo, la proporción de calamar con relación a la merluza se ha ido incrementando. En 2021 el desembarque de calamar fue de 59% en relación al de merluza, mientras que en 2022 y 2023 estos porcentajes se incrementaron al 88% y 97%, respectivamente.

Otra de las especies asociadas a la merluza es la anchoíta (*Engraulis anchoíta*). La historia reciente de la pesquería muestra que las capturas relevantes de esta especie por parte de Uruguay, realizadas exclusivamente dentro de la ZCP, correspondieron a los años 2005 y 2006 cuando alcanzaron las 9.730 t y 17.000 toneladas, respectivamente. Estas capturas fueron realizadas con barcos dirigidos a esta especie. En los años siguientes las capturas fueron prácticamente nulas, y para algunos años se carece de registros (CTMFM, 2020 b).



Figura 9. Zona Común de Pesca Argentina-Uruguay.

B1. Desarrollo

Artes de pesca a utilizar y alcance geográfico.

Dadas las características del PMB se entiende que lo más conveniente sería utilizar una plataforma de operaciones nacional, que ya esté operando en la pesquería, con licencia de pesca (Categoría A). El conocimiento y la experiencia del área de operaciones, así como de la pesquería, serían factores muy importantes para el desarrollo exitoso del PMB en tan corto plazo, así como la posibilidad de integrar mano de obra nacional. Sumado a esto, contar con un barco con licencia de pesca en la categoría A, permitiría minimizar los tiempos de permisos y aseguraría que el producto obtenido por acción de la pesca sea utilizado de forma correcta y con un aprovechamiento integral. El destino final del producto debe de considerarse ya que es fundamental que exista un aprovechamiento exhaustivo del mismo. Por otra parte, y a efectos de la planificación y desarrollo de las actividades se entiende que un barco pesquero, con modalidad de fresquero aporta mayor versatilidad a la implementación del PMB (Tabla 4).

Tabla 4: Características generales de la embarcación.

Bandera	Uruguay
Eslora	30 – 35 metros
Manga	7 – 9 metros
Potencia del motor	> 800 Hp
Capacidad de arrastre de fondo	mínimo 300 metros profundidad
Autonomía	> 15 días
Capacidad para llevar hasta 2 técnicos por fuera de la tripulación necesaria para operar el barco en condiciones de pesca	

En Uruguay, la captura de la merluza común se realiza con red de arrastre de fondo y las evaluaciones realizadas hasta la fecha para determinar el estado de las unidades de manejo se han llevado a cabo utilizando este arte de pesca. A efectos de poder relacionar de la mejor manera los datos que se obtendrán con los valores históricos recabados por Uruguay (DINARA) así como por la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM), se ha dispuesto que el PMB se lleve a cabo utilizando dicho arte.

Tabla 5. Detalle de algunas características relativas al arte de pesca y medidas aproximadas de la misma.

Tipo de Red	Arrastre de fondo con portones
Relinga superior	45-50 metros
Relinga inferior	55-60 metros
Malla del copo	Alrededor de 100 mm
Malla del tunel	Alrededor de 200 mm
Apertura horizontal	25-35 metros
Apertura vertical	2– 4 metros

Con la finalidad de obtener información científica de la mejor calidad posible y poder utilizar los datos existentes para conocer el estado de la unidad de manejo y sus posibles cambios en el tiempo, brindando datos que puedan utilizarse en las evaluaciones que realizan la DINARA y la CTMFM, se propone realizar muestreos que sean compatibles con los efectuados en las últimas

campañas de evaluación de la DINARA, dentro de la ZEE de Uruguay (Figura 10; Tabla 6). Las estaciones de muestreo corresponden, en general, a transectas lineales como se acordó en el GT de Merluza y se realizaron en las últimas campañas (CTMFM, 2015).

La información se obtendrá con el propósito de conocer la captura total presente en el lance en términos de composición específica, captura en peso (biomasa) y frecuencia de ocurrencia por especie, así como para analizar la estructura poblacional de las especies objetivo del estudio, en términos de distribución de frecuencia de tallas, proporción de sexos, y proporción de individuos maduros e inmaduros.

Tabla 6. Posibles posiciones de los lances de pesca a realizar en el PMB

punto	Latitud	Longitud	punto	Latitud	Longitud
M 1	-34,574	-52,630	M 17	-35,912	-53,836
M 2	-34,693	-52,399	M 18	-36,085	-53,713
M 3	-34,830	-52,164	M 19	-36,357	-53,867
M 4	-35,149	-52,378	M 20	-36,253	-54,012
M 5	-34,942	-52,466	M 21	-36,058	-54,240
M 6	-34,831	-52,758	M 22	-36,413	-54,500
M 7	-35,070	-53,053	M 23	-36,583	-54,234
M 8	-35,212	-52,882	M 24	-36,756	-54,555
M 9	-35,384	-52,732	M 25	-36,562	-54,831
M 10	-35,614	-52,908	M 26	-35,760	-52,847
M 11	-35,469	-52,954	M 27	-35,913	-53,008
M 12	-35,360	-53,094	M 28	-36,153	-53,226
M 13	-35,508	-53,394	M 29	-36,277	-53,435
M 14	-35,664	-53,233	M 30	-36,751	-53,986
M 15	-35,809	-53,527	M 31	-37,060	-54,293
M 16	-35,580	-53,770			

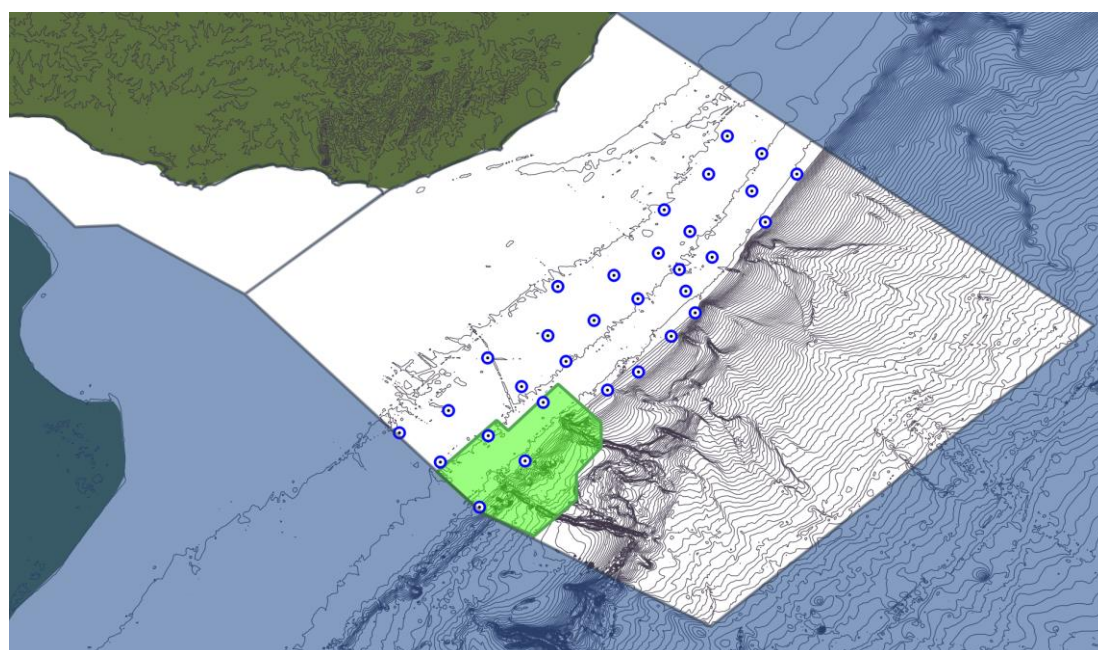


Figura 10. Distribución tentativa de los lances de pesca a realizar en el PMB, (verde zona autorizada a prospectar).

Los lances tendrán una duración de 30 minutos de arrastre, desde el momento a partir del cual la red de pesca se hace firme en el fondo, hasta que la misma comienza a ser virada. La velocidad estimada de arrastre será de entre 3,5 y 4 nudos (CTMFM, 2015).

En cada lance de pesca se registrarán datos de fecha (año, mes, día), posición (latitud y longitud), velocidad de arrastre (nudos), tiempo efectivo de arrastre (horas, minutos), profundidad (metros), apertura horizontal y vertical de la red y distancia entre alas (metros), entre otros.

En cada lance la captura será estimada y/o pesada por especie. Las capturas serán, en la medida de lo posible, clasificadas por especie, encajonadas y pesadas. En el caso de que por el volumen de la captura esto no pueda realizarse para el total de la captura, se extraerá una sub-muestra sin seleccionar para poder extrapolar al total. La frecuencia de ocurrencia de las especies se calculará como el porcentaje de lances con presencia de la especie, con relación al total de lances realizados.

Se realizará muestreo biológico de longitud por clase de talla, sexo y estadios de madurez gonadal de las tres especies consideradas como prioritarias en el PMB.

Los datos que se obtengan permitirán tener valores de la densidad de las especies de interés (kg/mn^2) por lance de pesca. La misma se calculará como $D = C / a$, donde $D = \text{densidad en peso}$ (kg/mn^2); $C = \text{captura en cada lance}$; $a = \text{área barrida por la red}$

También permitirán conocer la distribución de frecuencia de tallas, proporción de sexos y proporción de individuos maduros e inmaduros.

Otro de los estimados como indicadores será la Captura por unidad de Esfuerzo (CPUE) a efectos de conocer la abundancia relativa de las especies. La misma se calculará como kg/hora de arrastre. A efectos de conocer el área barrida por la red como medida del esfuerzo, la misma se medirá como $a = ap * v * t / 1852$, donde $a = \text{área barrida}$; $ap = \text{apertura horizontal de la red}$; $v = \text{velocidad de arrastre}$; $t = \text{tiempo de duración del arrastre}$; $1852 = \text{valor en metros de una milla náutica}$

Estacionalidad y extensión temporal

Desde el punto de vista ambiental, el área donde se desarrollará la actividad de prospección sísmica y dónde se encuentra parte de la unidad de manejo de la merluza común, es un ecotono sujeto a variaciones determinadas principalmente por características climáticas y oceanográficas.

Estas características, variables ambientales, afectan y condicionan los recursos pesqueros, con su correspondiente estacionalidad. De acuerdo a los conocimientos actuales, la merluza común es una especie demersal-pelágica propia de aguas templado-frías, que se distribuye principalmente en las plataformas continentales de Argentina y Uruguay. Realiza migraciones tróficas y reproductivas estacionales entre la costa y el talud continental, las cuales, a lo largo del ciclo anual, determinan diferentes concentraciones en sus principales áreas de distribución (CTMFM, 2020). En una escala anual, dicha variabilidad se caracteriza por el desplazamiento latitudinal de las corrientes de Brasil y Malvinas y su confluencia (Jiménez et al., 2011).

En tal sentido, como lo solicita la DINACEA, para conocer la condición de la unidad de manejo y sus posibles afectaciones por la prospección sísmica, es necesario obtener información

estacional, ya que ciertos cambios en el recurso podrían estar dados por estas variaciones estacionales y/o por la actividad sísmica.

Por otra parte, las variaciones interanuales en la confluencia de las corrientes de Malvinas y de Brasil se observan a través de los registros de mayores desplazamientos de dicho frente según la intensidad de las dos corrientes que lo forman. Considerando estos aspectos y los requerimientos de DINACEA, así como la necesidad de contar con más de un registro para poder analizar la evolución del estado del recurso merluza común, se sugiere que la duración del PMB sea de un mínimo de tres años, aunque el presente proyecto sólo alcanza las actividades correspondientes a un primer año.

Tratamiento de los datos

Toda la información se mantendrá con el nivel de reserva que establece la DINARA y la misma será entregada en su totalidad, tanto los informes como los datos recabados.

B2. Campaña de análisis de ahuyentamiento

Para conocer los efectos de la prospección y si es posible que la misma ahuyente los peces de la zona donde se realiza, generando una disminución en la captura, la DINACEA propone que se realicen muestreos antes, durante y después de la actividad del buque de prospección sísmica.

Se han reportado efectos variables debidos al sonido generado a través del uso de cañones de aire comprimido que disparan aire a presión dirigido al lecho marino a intervalos regulares de tiempo. Uno de estos efectos podría ser la reducción de la abundancia local de peces, la cual afectaría negativamente las tasas de captura en las actividades pesqueras.

En tal sentido, el PMB prevé que al iniciarse la actividad de prospección sísmica se realice una campaña para evaluar sus posibles impactos sobre los peces demersales. Se tratará de determinar si existen diferencias observables en la abundancia y diversidad de peces antes, durante y después de la emisión de los disparos y en relación con la distancia de los mismos.

Existe un antecedente a nivel nacional que, a través de una campaña de evaluación, procuró generar información para comprender el efecto de la prospección sísmica en la distribución y abundancia de la fauna marina. El objetivo de dicho estudio fue comprender el posible efecto de la emisión de sonido de los barcos de prospección sísmica, sobre peces demersales, aves y mamíferos marinos, comparando diferentes áreas (adyacentes, cercanas y lejanas) en relación a la ubicación de la fuente emisora de sonido (Rubio et al. 2015). Si bien durante el trabajo se realizó un importante esfuerzo no se generaron resultados concluyentes ya que el número de lances efectuados fue bajo (30). Por otra parte, el trabajo de investigación se realizó en la etapa final de la prospección sísmica, lo cual no permitió generar más información y posiblemente, por haberse realizado en la etapa final, pudo tener haber sido objeto de un efecto acumulativo.

B2. Abordaje metodológico

La campaña que se propone para el PMB, pretende obtener información para evaluar el efecto de las actividades de prospección sísmica en la distribución y abundancia de peces demersales, comparando diferentes áreas (cercanas y lejanas) en relación a la ubicación de la fuente emisora de sonido de los barcos de prospección. La campaña que permitiría comparar la abundancia y riqueza de las especies sería realizada mediante pesca de arrastre de fondo.

A lo igual que lo ya realizado en el año 2014 por la DINARA, se proponen transectas oblicuas a la trayectoria del barco de prospección, de forma de dirigirse en el menor tiempo posible hacia el lance siguiente. En la medida de lo posible, los lances se realizarían a una distancia aproximada de entre 3, 9 y 17 millas náuticas del barco de prospección. Estas distancias tienen como referencia el área de seguridad asignada próxima al barco de sísmica, así como las distancias utilizadas en los trabajos científicos ya realizados en la ZEE de Uruguay a tales efectos (Rubio et al. 2015) (Figura 11).

Las transectas se realizarán en la dirección más conveniente para evitar profundidades mayores a los 400 metros. Las mismas tendrán lugar del lado de la banda opuesta a la dirección en la cual el barco de prospección sísmica realizará la próxima transecta. Los arrastres tendrán una duración media de 30 minutos y se realizarán a una velocidad entre 3,5 y 4,0 nudos. En todos

los casos se buscará acercarse a la fuente sonora de manera paulatina, desde la zona que aún no ha sido relevada, procurando que los arrastres se realicen en isóbatas similares a fin de facilitar la posterior comparación de las observaciones realizadas.

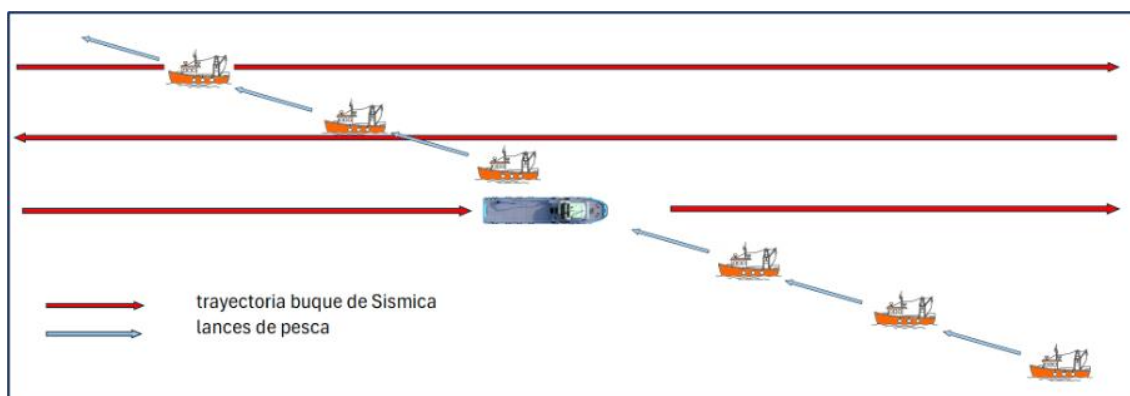


Figura 11. Esquema de los lances a realizar antes, durante y después del pasaje del barco de prospección sísmica.

En cada lance de pesca se registrarán las especies capturadas, el total de la captura en peso (kg) y en número de individuos de cada especie.

En los casos en los que la captura sea muy numerosa se realizarán estimaciones y proyecciones a la captura total, a partir de sub-muestras al azar. En estos casos, el número de individuos muestreados de cada especie se definirá a partir de la distribución de los datos de frecuencia de tallas. Para los individuos muestreados se registrará la talla (longitud total), el sexo y el grado de madurez macroscópico.

Los aspectos operativos de estas campañas están sujetos al área de prospección y al recorrido del barco de sísmica, por lo cual se deberá realizar una coordinación que permita ejecutar la campaña con la mayor probabilidad de éxito. Las áreas donde se realice la prospección sísmica con fondos mayores a 400 metros no quedarán comprendidas en el muestreo.

Cada evento se compondrá de 11 lances, 3 antes de que pase el barco de sísmica a una distancia aproximada de 6, 14 y 22 millas náuticas de la ruta programada, 2 lances los más cercanos posible al barco de sísmica y 6 lances a posteriori de la pasada del barco. Los lances a posteriori se realizarán lo más inmediato posible después del pasaje el barco (3 lances) y después de unos 7 a 10 días desde el paso el barco por el sitio muestreado (3 lances). Esto se replicará al menos 5 veces a efectos de tener datos para realizar comparaciones y aplicar estadísticas que hagan más robustas las mismas.

CRONOGRAMA de actividades

	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
CAMPAÑAS															
LABORATORIO															
ANALISIS DE DATOS															
REPORTES DE CAMPAÑA															
INFORMES															

CAMPAÑAS

CALENDARIO TENTATIVO DE CAMPAÑAS

Ene-26							Feb-26							Mar-26						
Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
			1	2	3	4				5	6	7	8							1
5	6	7	8	9	10	11	9	10	11	12	13	14	15	2	3	4	5	6	7	8
12	13	14	15	16	17	18	16	17	18	19	20	21	22	9	10	11	12	13	14	15
19	20	21	22	23	24	25	23	24	25	26	27	28	16	17	18	19	20	21	22	
26	27	28	29	30	31									23	24	25	26	27	28	29
														30	31					

Abr-26							May-26							Jun-26						
Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
		1	2	3	4	5					1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
6	7	8	9	10	11	12	4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	14
13	14	15	16	17	18	19	11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21
20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28
27	28	29	30				25	26	27	28	29	30	31	29	30					

Jul-26							Ago-26							Set-26						
Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
		1	2	3	4	5						1	2		1	2	3	4	5	6
6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9	7	8	9	10	11	12	13
13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	14	15	16	17	18	19	20
20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23	21	22	23	24	25	26	27
27	28	29	30	31			24	25	26	27	28	29	30	28	29	30				
							31													

Oct-26							Nov-26							Dic-26						
Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
			1	2	3	4							1		1	2	3	4	5	6
5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8	7	8	9	10	11	12	13
12	13	14	15	16	17	18	9	10	11	12	13	14	15	14	15	16	17	18	19	20
19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22	21	22	23	24	25	26	27
26	27	28	29	30	31		23	24	25	26	27	28	29	28	29	30	31			
							30													

A1		CAMPAÑAS de DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE PLANCTON
A2		CAMPAÑA DE EFECTO SOBRE PLANCTON
B1		CAMPAÑAS DE MONITOREO DE MERLUZA
B2		CAMPAÑA EFECTO AHUYENTAMIENTO PECES

Productos entregables

Reportes de campaña: Contiene los datos de las actividades desarrolladas en la campaña (detalle de fechas, ubicación efectiva de los muestreos, muestras obtenidas, incidentes, etc.) Se entrega tres semanas después de cada campaña.

Informes de campaña: Contiene toda la información recogida en la campaña con los datos obtenidos de las muestras colectadas y sus correspondientes análisis. Se entrega 120 días después de cada campaña.

BIBLIOGRAFÍA

Advisian, 2016. Informe Completo. Campaña Oceanográfica para la elaboración de un estudio de base ambiental regional de la ZEE de Uruguay.

Allega, L., Braverman, M., Cabreira, A., Campodónico, S., Colonello, J., Derisio, C., Di Mauro, R., Firpo, C. Gaitán, E., Hozbor, M., Irusta, C. Lutz, V., Marí, N., Militelli, M., Moriondo Danovaro, P., Navarro, G., Orlando, P., Pájaro, M., Prandoni, N., Prosdocimi, L., Reta, R., Rico, R., Riestra, C., Segura, V., Schejter, L., Schiariti, A., Souto, V., Verón, E. 2019. Estado del conocimiento biológico pesquero de los principales recursos vivos y su ambiente, con relación a la exploración hidrocarburífera en la Zona Económica Exclusiva Argentina y adyacencias. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP. 119 p.

Berasategui, A., Marque, S., Gómez-Erache, M., Ramírez, F.C., Mianzan, H.W., Acha, E.M. 2006. Copepod assemblages in a highly complex hydrographic region. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 66: 483-492.

Betti, P., Machinandiarena, L., Ehrlich, D. 2009. Larval development of Argentine hake *Merluccius hubbsi*. *Journal of Fish Biology*, 74: 235-249.

Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic Zooplankton. En: General biological features of South Atlantic. Boltovskoy D (Ed). Backyus Publishers, Leiden, The Netherlands, pp 1-42.

Bonga, S.E.W. 1997. The stress response in fish. *Physiology Reviews*, 77: 591–625.

Brugnoli Olivera, E., L. Molina, I. Till, A., Camarena, M., Morales-Ramírez, A., Diaz-Ferguson, E. 2023. Mesozooplankton and oceanographic conditions in the North zone of Coiba National Park (Panamá, Central America). *Regional Studies in Marine Science*, 66:103136.

Calliari, D., Gómez-Erache, M., Rodríguez-Graña, L., Alonso, C., Martínez, M., Nogueira, L., Espinosa, N. 2014. Plancton. En: Uruguay, margen continental. Programa oceanográfico de caracterización del margen continental uruguayo. Zona Económica Exclusiva. ANCAP, Facultad de Ciencias, Udelar. Pp 167-195.

Christiansen, H., Cousseau, M. 1971. La reproducción de la merluza y su relación con otros aspectos biológicos de la especie. *Boletín Instituto Biología Marina (Mar del Plata)*, 20:43-73.

Ciechomski, J. 1965. Observaciones sobre la reproducción, desarrollo embrionario y larval de la anchoíta argentina (*Engraulis anchoita*). *Inst. Biol. Mar., Bol. N 2*: 29 pp.

- Ciechomski, J., Weiss, G. 1974. Características del desarrollo embrionario y larval de las merluzas *Merluccius merluccius hubbsi* y *Merluccius polylepis* (Pisces, Merlucciidae). *Physis* 33: 527–536.
- Clark, R.A., Frid, C.L.J., Batten, S. 200. A critical comparison of two long-term zooplankton time series from the central-west North Sea. *Journal of Plankton Research*, 23:27-39.
- CTMFM, 2015. Taller de Optimización de la actividad de las campañas de investigación científica. 124pp. Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, Ser. Publ. Esp. CTMFM Montevideo, Uruguay. <https://ctmfm.org/wp-content/uploads/2025/09/TallerCAMPANAS-2013.pdf>
- CTMFM 2020 a - Ficha técnica Merluza (*Merluccius hubbsi*) <https://ctmfm.org/recursos-pesqueros/fichas-tecnicas/>
- CTMFM 2020 b - Ficha técnica Anchoita (*Engraulis anchoita*) <https://ctmfm.org/recursos-pesqueros/fichas-tecnicas/>
- Downing, J.A., Pérusse, M., Frenette, Y. 1987. Effect of inter-replicate variance on zooplankton sampling design and data analysis. *Limnology and Oceanography*, 32:673-680.
- Ehrlich, M.D. 2000. Distribución y abundancia de huevos, larvas y juveniles de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca argentino-uruguaya. 1996-1998. *Frente Marítimo*, 18 (A): 31-44.
- Ehrlich, M.D., Ciechomski, J.D. 1994. Reseña sobre la distribución de larvas de merluza (*Merluccius hubbsi*) basada en veinte años de investigaciones. *Frente Marítimo*, 15: 37–50.
- Ehrlich, M. 1998. Los primeros estadios de vida de la merluza, *Merluccius hubbsi*, Marini 1933, en el Mar Argentino como aporte al conocimiento de su reclutamiento y estructura poblacional. Doctoral Thesis, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Elliott, D. T., Tang, K. W. 2009. Simple staining method for differentiating live and dead marine zooplankton in field samples. *Limnol. Oceanography-Methods*, 7:585–594.
- Fields, D. M., Handegard, N.O., Dalen, J., Eichner, C., Malde, K., Karlsen, O., Skiftesvik, A.B., Durif, C.M.F., Bowman, H.I. 2019. Airgun blasts used in marine seismic surveys have limited effects on mortality, and no sublethal effects on behaviour or gene expression, in the copepod *Calanus finmarchicus*. *ICES Journal of Marine Science* 76, 2033–2044.
- Folch, J., Lees, M., Stanley, G.H. 1957. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- Frontier, S., 1981. Cálculo del error en el recuento de organismos zooplanctónicos. En: Boltovskoy, D. (Ed.), Atlas del Zooplancton del Atlántico Sud Occidental y Métodos de Trabajo Con el Zooplancton Marino. INIDEP, Mar del Plata, pp. 163–167.
- Fugro, 2014. TOTAL E&P URUGUAY B.V. Block 14 Project. Volume 5 of 5: Environmental Baseline Survey.
- Gilardoní, D.R., Sánchez, R.P. 2021. Gestión de los recursos vivos compartidos de la Zona Común de Pesca Argentino Uruguaya. Ser. Publ. Esp. CTMFM, No. 1, 112 pp.

- Goncalves Torres-Pereira, I. 1983. Morfometria, caracteres merísticos, osteologia e alimentação dos estádios larvais, e distribuição de ovos e larvas de merluza *Merluccius hubbsi* (Gadiformes, Merlucciidae), na plataforma continental do Rio Grande do Sul. Tesis de Maestría FURG RS Brasil.
- Hawkins, A. D. Pembroke, A. E., Popper, A. N. 2015. Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25: 39–64
- Irusta C.G., Macchi, G., Louge, E., Rodrigues, K., D’Atri, L.L., Villarino, M.F., Santos, B., Simonazzi, M. 2016. Biology and fishery of the Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). *Revista de Investigación Desarrollo Pesquero*, N 28: 9-36.
- Jiménez, S., Domingo, A., Abreu, M., Brazeiro, A., 2011. Structure of the seabird assemblage associated with pelagic longline vessels in the southwestern Atlantic: implications for bycatch. *Endangered Species Research*, 15: 241–254.
- Kelso, W.E., Kaller, M.D., Rutherford, D.A. 2013. Collecting, processing, and identification of fish eggs and larvae zooplankton. Cap. 9. En: Zale, A.V., Parrish, D.L. & Sutton, T.M. (Eds.). *Fisheries Techniques*, 3rd Ed., *The American Fisheries Society*, 363-451.
- Lorenzo, I., Defeo, O. 2015. The biology and fisheries of hake (*Merluccius hubbsi*) in the Argentinean-Uruguayan Common Fishing Zone of the Southwest Atlantic Ocean. En: Arancibia, H. (Ed.) *Hakes: Biology and exploitation*, J. Wiley & Sons, Ltd., Chichester, UK. pp. 185-210.
- Macchi, G.J., Pájaro, M., Ehrlich, M. 2004. Seasonal egg production pattern of the Patagonian stock of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). *Fisheries Research*, 67:25–38.
- Macchi, G., Pájaro, M., Dato, C. 2007. Spatial variations of the Argentine hake (*Merluccius hubbsi*) spawning shoals in the Patagonian area during a reproductive season. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42(3):345-356.
- Macchi GJ, Martos P, Reta R, Dato C. 2010. Offshore spawning of the Argentine hake (*Merluccius hubbsi*) Patagonian stock. *Pan American Journal of Aquatic Science*, 5:22-35.
- Machinandiarena L., Brown, D.R., Ehrlich, M.D., Pájaro, M., Dorado, J., Teso, V. 2006. Distribución de huevos, larvas y prerreclutas de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Com.n de Pesca Argentino-Uruguaya. Periodo 1990-2001. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 18: 21-36.
- McCauley, R.D., Day, R.D., Swadling, K.M., Fitzgibbon Q.P, Watson, R.A., Semmens, J.M. 2017. Widely used marine seismic survey air gun operations negatively impact zooplankton. *Nature Ecology & Evolution*, 1: 0195.
- McGurk, M.D. 1985. Effects of net capture on the postpreservation morphometry, dry weight, and condition factor of Pacific herring larvae. *Transactions of the American Fisheries Society*, 114:348–355.
- Newell, G., R. Newell. 1975. *Marine Plankton. A practical guide*. Hutchinson, London. 221 p.
- Popper, A.N., Hastings, M.C. 2009. The effects on fish of human-generated (anthropogenic) sound. *Integrative Zoology*, 4: 43–52.
- Richardson, W.J., Greene, C.R., Malme, C.I., Tomson, D. H. 1995. *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, 576 pp.

- Rodrigues, K., Macchi G., 2010. Spawning and reproductive potential of the Northern stock of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). *Fisheries Research*, 106: 60-566.
- Rubio, L., González, S., López, G., Berriolo, C., Jiménez, S., Lenzi, J., Domingo, A. 2015. Evaluación de la actividad de prospección sísmica en la plataforma continental uruguaya. Montevideo, MGAP-DINARA, 49 p. (Informe Tecnico – DINARA; No 52)
- Salhi, M., Bessonart, M. 2013. Growth, survival and fatty acid composition of *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard, 1824) larvae fed on artificial diet alone or in combination with *Artemia* nauplii. *Aquaculture Research*, 44: 41-79.
- Santos, B., Renzi, M.A. 1998. Estudios de edad del grupo 0 de la merluza argentina (*Merluccius hubbsi*) de la Zona Común de Pesca. Resúmenes de Trabajos, Decimotercer Simposio Científico Tecnológico CTM, 23-25 de noviembre de 1998, 72-73.
- Shannon, C. E., Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois press.
- Smith, D., Jhonson K. 1977. A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae. Kendall & Hunt, 140 pp.
- Smith, P., Richardson, S. 1977. Standard techniques for pelagic fish egg and larvae surveys. FAO Fisheries Technical Paper, 175, 100pp.
- Sommer, U. 1989. Plankton Ecology. Succession in Plankton Communities (U. Sommer, Ed.). Springer Verlag.
- Ter Braak, C.J.F., Šmilauer, P. 2002. Canoco reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, New York, USA.
- Trantor, D.J., Smith, P.E. 1968. Filtration performance. Monographs on Oceanographic Methodology 2. United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, Paris.
- Vereide, E. H., Mihaljevic, M., Browman, H. I., Fields, D. M., Agersted, M. D., Titelman, J., de Jong, K. 2023. Effects of airgun discharges used in seismic surveys on development and mortality in nauplii of the copepod *Acartia tonsa*. *Environmental Pollution*, 327:121469.
- Vereide, E. H., Khodabandelloo, B., de Jong, K. 2024. The copepod *Acartia* sp. is more sensitive to a rapid pressure drop associated with seismic airguns than *Calanus* sp. *Marine Ecology Progress Series*, 730:15–30.
- Vereide, E.H., Utne-Palm, A.Ch., Titelman, J., Pedersen, G., Strand, E., Mihaljevic, M. Kühn, S., Altin D., Thorsen, A., Campillo, L., Fields, D.M., Khodabandelloo, B., de Jong, K. 2025. Zooplankton mortality and distribution around a seismic survey. *Nature, Scientific Report*, 15:33907. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-09465-2>
- Voss, R. y Hinrichsen, H.H. 2003. Sources of uncertainty in ichthyoplankton surveys: modeling the influence of wind forcing and survey strategy on abundance estimates. *Journal of Marine Systems*, 43:87–103.